جامعة المنيا
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

دراسة تحليلية لأسلوب البناء المحمي بالتربة ومدى ملاءمته لمشروعات الإسكان في الصحارى المصرية

Analytical Study of Earth-Sheltered Construction and its Suitability for Housing Projects in the Egyptian Deserts.

بحث مقدم من:
المهندسة/ هبـه حسـن أحمد كامل
بكالوريوس هندسة معمارية- جامعة المنيا ١٩٩٩
معيدة بكلية التعليم الصناعي- جامعة بني سويف
إلى
كلية الهندسة- جامعة المنيا
كجزء من متطلبات الحصول على
درجة الماجستير في الهندسة المعمارية

لجنة الإشراف

أ. د./ مهند محمد العجمي
الأستاذ بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة- جامعة المنيا

أ. م. د./ عنتر عبد العال أبو قرين
الأستاذ المساعد ورئيس قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة- جامعة المنيا

أ. م. د./ على الحسيني
الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة- جامعة المنيا

جـامعة المنيـا
٢٠٠٩

Minia University
Faculty of Engineering
Architecture Department

Analytical Study of Earth-Sheltered Construction and its Suitability for Housing Projects in the Egyptian Deserts.

Submitted Thesis in partial fulfillment of
Master Degree in Architecture
Presented by:

Heba Hassan Ahmed Kamel
Architectural bachelor degree at 1999

To:
Faculty of Engineering - Minia University

Supervised by:

Prof. Dr. / Mohanad Mohamed el Agmi
Professor, Department of Architecture
Faculty of Engineering- Minia University

Dr./ Antar Abd el Al Abo Korin
Assistant Professor,
Head of Department of Architecture
Faculty of Engineering- Minia University

Dr. / Aly Al Husseiny
Assistant Professor, Department of Architecture
Faculty of Engineering- Minia University

Minia University
2009

جامعة المنيا
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

دراسة تحليلية لأسلوب البناء المحمي بالتربة ومدى ملاءمته لمشروعات الإسكان في الصحارى المصرية

Analytical Study of Earth-Sheltered Construction and its Suitability for Housing Projects in the Egyptian Deserts.

بحث مقدم من:
المهندسة/ هبـه حسـن أحمد كامل
بكالوريوس هندسة معمارية- جامعة المنيا ١٩٩٩
معيدة بكلية التعليم الصناعي- جامعة بني سويف
إلى
كلية الهندسة- جامعة المنيا
كجزء من متطلبات الحصول على
درجة الماجستير في الهندسة المعمارية

لجنة الإشراف:

أ. د./ مهند محمد العجمي
الأستاذ بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة- جامعة المنيا

أ. م. د./ عنتر عبد العال أبو قرين
الأستاذ المساعد ورئيس قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة- جامعة المنيا

أ. م. د./ علي الحسيني
الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة- جامعة المنيا

لجنة الحكم والمناقشة:

أ. د./ سامي بدر الدين سراج الدين
الأستاذ بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة- جامعة حلوان

أ. م. د./ محمد نبوي عبده جاد الرب
الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة- جامعة المنيا

جامعـة المنيـا
٢٠٠٩

١ - الباب الأول: الإطار النظري لأسلوب البناء المحمي بالتربة.

يهدف هذا الباب إلى التعريف بالعمارة المحمية بالتربة، وتصنيفاتها وخصائص ومتطلبات كل نوع. كما يهدف إلى التعرف على التجارب التاريخية والمعاصرة على مستوى العالم في استخدام هذا الأسلوب.

ووصولاً إلى تلك الأهداف يناقش هذا الباب أنواع التصنيفات المختلفة للمباني المحميـة بالتربـة، ومدى الاستفادة من تلك التصنيفات في المناطق المفتوحة، أو في البيئة العمرانية القائمة بالفعل.

ثم يعرض البحث خلفية تاريخية لهذا النمط من العمارة من خلال استعراض تطور لعمـارة بـاطن الأرض في الاستخدام السكني والذي يتناوله البحث في مناطق وأقاليم متعددة. ثم يعرض البحـث أمثلـة ونماذج معاصرة يتضح بها جلياً أثر التكنولوجيا الحديثة في تطور استخدام باطن الأرض، مـع التركيـز على الاستخدام السكني موضوع البحث.

ثم تتم مناقشة التجربة المصرية في هذا المجال قديماً وحديثاً، ومدى تواجد وانتشار أسلوب البنـاء المحمي بالتربة باستخداماته المختلفة في مصر. ومن ثم يمكن استنتاج مدى ملاءمة هذا الأسلوب من البناء للتطبيق في مصر، وهو الهدف الأكبر من البحث.

١-١ تعريف بالبناء المحمي بالتربة.

في إطار الدراسة النظرية، يحاول البحث وضع إجابات منطقية لعدة تساؤلات منها:

- ما هو المقصود بالبناء المحمي بالتربة!!
- لماذا تحت الأرض!!
- ما هي مميزات وعيوب البناء المحمي بالتربة!!
- كما يحتاج الأمر لدراسة مصطلحات وتعريفات مرتبطة بالإجابة عن تلك التساؤلات....

ما هو المقصود بالبناء المحمي بالتربة!!

غالباً ما يتطرق للأذهان عند ذكر المباني المحمية بالتربة أنها موجودة كلياً فـي بـاطن الأرض، لكن العكس هو الصحيح فعند دراسة النوعيات المختلفة ومعرفة علاقة كـل نـوع بسطح الأرض؛ يتضح لنا أن المباني المحاطة بالتربة هي فوق الأرض ولكنها غطيت بطبقة من التربة فتعتبر Bermed أو مدفونة، ومن ثم معرفة وضعها التصنيفي بالنسبة لباقي أنـواع المباني المحاطة بالتربة، فالمباني المحاطة بالتربة لها العديد مـن الأشـكال والأنـواع ذات الخصائص المتباينة والأسس التنظيمية المتبعة للتصنيف، والتي يجب دراستها لمعرفة إمكانية الاستفادة من الفراغ تحت الأرض للأغراض التصميمية سواء وظيفياً أو جمالياً.

يمكن تعريف العمارة المحمية بالتربة كما يلي:

- بمفهومها البسيط هي عمارة فراغ باطن الأرض.
- غالباً ما تطلق على تغليف أسطح المبنى بغلاف التربة. (Golany, 1983, P.4).
- هي الفراغ الذي ينشأ نتيجة مزاولة الإنسان لأي نشاط عمراني تحت الأرض سواء أكـان للسكن أو لغيره (تعدين، أنفاق، مخازن.....).
- ومن المنظور الحراري هي استعمال تربة الأرض كجزء من النظام الحراري للمبنى. (www.greenbuilder.com)
- هي الفن العلمي لإقامة مبني محمي بالتربة تتوافر فيه شروط الانتفاع والمتانة والجمـال والاقتصاد وتفي بحاجات الإنسان المادية والنفسية والروحية والاجتماعيـة. فـي حـدود الإمكانات المتوفرة وبأحسن الوسائل وفي ظل محددات المكان والبيئة المحيطة. (الطوانسـي، علي، ٢٠٠٢، ص٢).

❋ لماذا تحت الأرض؟!

إن الأسلوب المتبع حالياً في تصميم وتنفيذ المباني يتعارض في كثير من الأحيان مع ظـروف البيئة الخارجية المحيطة بالمبنى، إذ يعتمد على الأجهزة الميكانيكية في تكييف الهـواء لتحسـين الأداء الحراري داخل المبنى.

وفي هذا الإطار نلاحظ أن العمارة المصرية المعاصرة قد تعرضت في الفترة الأخيـرة إلـى موجة من التغريب والتشبه بعمارة البلاد ذات المناخ البارد، والتي تتسم باسـتخدام المسـطحات الزجاجية الواسعة المعرضة لأشعة الشمس والتي تسمح بدورها بمرور كم هائـل مـن الأشـعة الشمسية المباشرة والمنعكسة، مما يتسبب في زيادة الأحمال الحرارية المكتسبة داخـل المبنـى، ويضطرنا إلى معالجة المناخ الداخلي باستخدام الوسائل الميكانيكية لتكييف الهواء، وبالتالي ينـتج عنه استهلاك متزايد للطاقة.

مع ملاحظة أن وسائل الطاقة التقليدية بدأت في النضوب، ومن ثم أصبحت تتميـز بالارتفـاع الملحوظ في الأسعار، لذلك بدأ الاتجاه هذه الأيام إلى استغلال الطاقة الشمسية للتدفئة أو اسـتغلال وسائل التبريد السلبي المتعددة في التبريد، لكن الحصول على تبريد سلبي في أغلـب التجـارب السابقة، كان من خلال التهوية الطبيعية وليس من خلال الكتلة البنائية نفسها، وقد بدأ حالياً علـى مستوى العالم اتجاه لحماية الواجهات الخارجية للمبنى من أشعة الشمس الزائدة عن طريق إحاطة البناء بالتربة، إذ أن هذا الأسلوب يوفر العديد من المميزات، فهي على سبيل المثال:

- الأداء الحراري المتوازن صيفاً وشتاءاً.
- توفير الطاقة.
- الحماية من الكوارث الطبيعية كالزلازل، والعزل عن العوامل الغير مرغوبة.
- انخفاض تكلفة الصيانة والتشغيل.
- تحقيق الاستفادة القصوى من مسطح الأرض.

ويناقش البحث بباب المميزات والعيوب النقاط السابقة بشيء من التفصيل بالإضافة إلى عوامل أخرى، ومحاولة الوصول إلى حلول أكثر عملية لتلافي المعوقات الخاصة بتطبيق هذا الأسلوب.

❋ بعض المصطلحات الهامة.

يدل مصطلح البناء المحمي بالتربة يدل على استخدام التربة في تصميم المبنـى مـن الناحيـة الإنشائية لتحسين أداء الطاقة، وإبراز الخصائص الجمالية للمبنى مع مراعاة الخصوصية لساكنيه. ومن المصطلحات التي تستخدم للتعريف بهذا النظام من البناء المحمي بالتربة ما صنفه البـاحثون (Carmody, J.& Sterling R ., 1993, P.45 - 1985, P.9, 10, Golany, G., 1983, P. 4) نذكر منها أهمها:

- عمـارة الأرض **Geotecture.**
- عمارة الفراغ الأرضي. **Geo- Space Architecture.**
- الفن المعماري المرتبط بالأرض. **Geomorphic Architecture.**
- المباني تحت الأرض. **Underground Buildings OR Subterranean Buildings.**
- المباني المحفورة جزئياً تحت الأرض. **Semi-Subterranean Buildings.**
- المباني المغطاة بالتربة. **Earth-Covered Buildings.**
- المباني المحمية بالتربة. **Earth-Sheltered Buildings.**
- المباني المتكاملة مع الأرض. **Earth-Integrated Buildings.**
- الإنشاء المحمي بالتربة. **Earth-Protected Construction.**
- يستخدم للتعبير عن المباني المتصلة بالأرض أو المدفونة. **Earth-Contact Construction.**
- المباني المزدوجة الأرضية، قائمة على مبدأ انتقال الحرارة. **Earth-Coupled Buildings.**

٢-١ تصنيف البناء المحمي بالتربة.

من المفيد في البدايةً دراسة التصنيفات والقواعد التنظيمية المتفق عليها للبناء المحمـي بالتربـة كأساس تقسيمي يمكن على ضوئه تصنيف أنواع الفراغات تحت الأرض بصورة واضحة. مما يتيح التعرف على الأنواع الرئيسية للبناء المحمي بالتربة، وخصائص كل من هذه الأنواع ومتطلباتها.

لكن تكمن الصعوبة في الاقتراب من موضوع التصنيفات للاستخدامات الوظيفية تحت الأرض، هي أن تلك الاستخدامات غاية في الاتساع والتنوع إلى جانب تعدد المفاهيم لاستخدام الفراغ تحـت الأرض وكل منهم يتطلب تصنيف مغاير للآخر.

إلا أن Carmody, J.& Sterling R. بمركز أبحاث الفراغ تحت الأرض Underground Space Center, Minnesota University، قاما بتطوير نظام تقسيمي منطقي لنموذج قاعدة بيانات والتي قصد منـه أن يشمل جميع أنواع الاستعمالات للفراغات تحت الأرض ووضعها في هيكل شامل، عناصرها كمـا هو موضح في الجدول رقم (١-١).

جدول (١-١): أنواع الاستعمالات للفراغات تحت الأرض. (Carmody, J.& Sterling R., 1993, P.45, 46)

المجموعات الرئيسية	التصنيفات الرئيسية
الوظيفة	سكني- غير سكني– بنية أساسية– عسكري
التشكيل الهندسي	نوع الفراغ- نوع التهوية- تنسيق النوافذ- العلاقة بالسطح– العمـق- ظروف التربة– الأبعاد- حجم المشروع.
المصدر (الأصل)	طبيعي– منجمي– استخدام منته.
خصائص الموقع	جغرافية الموقع– المناخ– استخدام الأرض– ظروف التربـة– العلاقـة بالمباني المجاورة.
متطلبات المشروع	المنطقية– التصميم– الهيكل الإنشائي- العمر.

وعلى الرغم من تعدد التصنيفات الخاصة بالبناء المحمي بالتربة والمباني تحت الأرض، إلا أنه نظراً لموضوع البحث الخاص بالمباني المحمية بالتربة وعلاقتها بالاستخدام السكني، يركـز هـذا الجزء من البحث على التصنيف الخاص بالمجموعتين الأولى والثانية من التقسـيمات: (التقسـيم الوظيفي- والتقسيم حسب التشكيل الهندسي). وذلك لارتباطها بشكل مباشر بالناحية المعمارية التي تخدم مجال البحث، حيث أن **التقسيم الوظيفي** ينتج عنه اختلاف في التصميم الداخلي للمبنى حسب وظيفة كل مبنى. **والتقسيم حسب التشكيل الهندسي** هو الذي يحدد شكل التصميم النهائي وعلاقتـه بالسطح وأسلوب توزيع الفراغات الداخلية، بما يؤثر بالتالي على التصميم الإنشائي وطريقة البناء.

٢-١-١ التقسيم الوظيفي.

يوضح الجدول (١-٢) أنواع الاستعمالات الأساسية والاستعمالات الثانوية المتفرعة منهـا، فالاستعمالات التي لها اتصال مباشر بالناس يجب أن تفصل عن تلك التي لا يدخل إليها إلا عدد محدود جدا من الناس، ومن الأهمية بمكان أن يتم ذلك الفصل عندما نقترب من بداية التصميم.

ولذلك فالتصميمات الخاصة بالأماكن التي يرتادها الناس لن تكون ناجحة إلا إذا وضع فـي الاعتبار العوامل النفسية والاجتماعية، ويطلق عليها People – Oriented Spaces .

أما الاستخدامات الموجهة للإنتاج Product – Oriented Use مثل المصانع أو المنـاجم، ربمـا تكون أقل أهمية في مراعاة تلك الجوانب السابقة، وإن كان يظل لها تأثير على كفـاءة وجـودة عمل أي إدارة بشرية أو خدمات صيانة تتطلب التدخل البشري.

جدول (١-٢): تقسيم الفراغات تحت الأرض تبعاً لنوع الوظيفة المطلوبة. Carmody, J& Sterling., 1993, P.47

الوظائف الرئيسية	وظائف فرعية	
	استعمالات موجهة للناس	استخدامات صناعية
سكني	أسرة واحدة – مجموعة اسر.	----------
غير سكني	ديني –ترفيهي –إداري- تجاري.	صناعي –جراجات - تخزين-زراعة.
بنية أساسية	وسائل مواصلات.	نقل البضائع – مرافق – طاقة – مناجم.
عسكري	دفاع مدني.	أغراض حربية.

وتتعدد الدوافع لاستخدام كل نوع ومن ثم يختلف الأسلوب الإنشائي ومن الأمثلة المختلفة لذلك:
(Golany, G., 1983,P. 3)

- "**الاستخدام السكني**"، ويتركز استخدامه في المناطق ذات المناخ القاسي، البارد-الجاف مثل: منازل الإسكيمو، أو الحار-الجاف مثل: قرية مطماطة بتونس.
- الاستخدام لأغراض معينة مثل: "**الاستخدامات الدينية**"، كطقوس الهنود في جنوب غـرب الولايات المتحدة، فالتواجد تحت الأرض في ظروف معينة يوفر جواً خاصاً يسـاعد علـى التأمل والصفاء الداخلي.
- مواجهة بعض "**الاحتياجات الأمنية**"، مثل الكهوف الجرفية للحماية من السيول في أريزونا، أو خط (ماجينوت) الدفاعي في فرنسا.
- "**حماية الأراضي الزراعية**"، مثل المباني تحت الأرض في شمال وشرق الصين.
- يمكن أيضاً استخدام هذا النوع من البناء في "**الأغراض التخزينية**"، كما في فلسطين حيـث أماكن تخزين المنتجات الزراعية (خصوصاً القمح).
- " **للأغراض التعليميـة**"، مثل مدرسة Abo في Artesia بنيوميكسيكو، ومدرسة Reston بولاية فيرجينيا.

١-٢-٢ التقسيم حسب التشكيل الهندسي.

يعد التشكيل الهندسي من أهم الاعتبارات عند تنظيم الاستعمالات للفضاء تحت الأرض.

ويمكن إدراج جميع التصنيفات تحت تصنيف مجموعتين رئيستين وهمـا: **التصـنيف فـي المناطق المفتوحة، والتصنيف في المناطق العمرانية القائمة.**

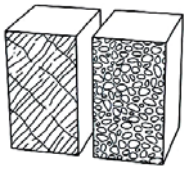
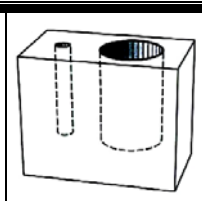
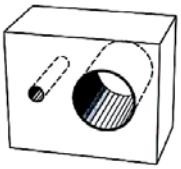
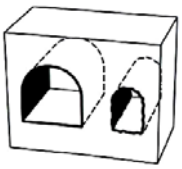
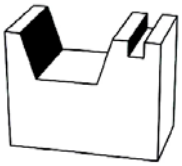
١-٢-١-١ التصنيف في المناطق المفتوحة.

فطبيعة استخدام الأرض تتوقف على **نوع الفراغ** بالدرجة الأولـى. ولتوضـيح أعمـق لأساليب التهوية المختلفة للمباني المحاطة بالتربة، طورت معامل كينيث تصـنيفاً للفراغـات تحت الأرض (Labs, K. 1976, P. 35-56)، وهي تعتمد على خاصيتين هامتين للأمـاكن تحـت الأرض، هما: **النوع العام للفتحات المؤدية إلى السطح، والعلاقة بمستوى سـطح الأرض.** (Carmody, J& Sterling R., 1985, P. 10). وفي هذا الجزء نعرض لكل منهم بشئ من التفصـيل، كما يعرض البحث في لمحة سريعة أسلوب التقسيم تبعاً **لمقدار العمـق، وظـروف التربـة، وحجم المشروع.**

أ- التقسيم تبعاً لنوع الفراغ.

يوضح الجدول (١-٣) التصنيفات الهندسية الأساسية لأنواع الفراغات تحت الأرض، حيـث يميز بين الحفر الوعائية والأعمدة وبين الأنفاق الكبيرة والصغيرة، وذلك يعتبر شيئاً بديهياً لأن الفارق واضح من حيث إمكانية الدخول والحجم، لكن هناك أنواع أخرى من الاستعمالات التي يمكن أن تكون ضمن العديد من التصنيفات في وقت واحد مثل الأعمدة والأنفـاق والكهـوف. لكن طبيعة وجود هذه العناصر داخل المشروع هي التي تسهل تصنيفها حسب نوعية الاستخدام المحددة له، أيضا التوجيه له أهميته في تصنيف بعض الاستعمالات الخاصة خصوصا إذا كان غير مباشر مثل المداخل الحلزونية للأنفاق.

جدول (١-٣): تقسيم الفراغات تحت الأرض تبعاً لنوع وشكل الفراغ. Carmody, J. & Sterling R.., 1993, P.48

الشكل					
النوع الرئيسي	فراغ مثقب – صدع	حفر وعائية – أعمدة	أنفاق – أنفاق مصغرة	كهوف - مغارات	خندق – حفر مفتوحة
سبب التواجد	طبيعي – انحسار امتلائي - صدوع	الحفر	طبيعي - الحفر	طبيعي - الحفر	الحفر
اختيارات التوجيه		عمودية - مائلة	عمودية – مائلة - حلزونية		

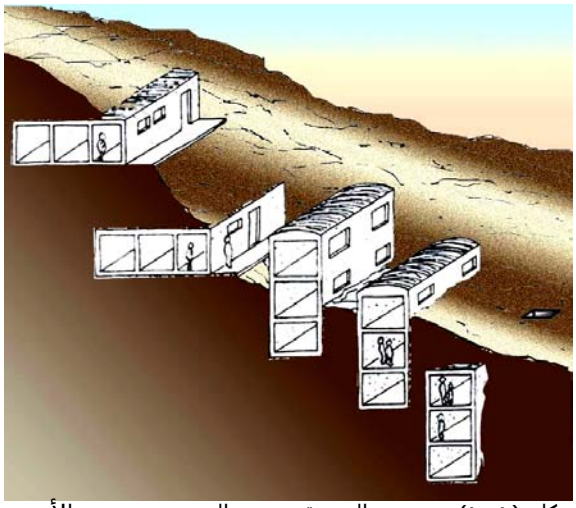
يمكن الاستفادة من تلك النوعية في التقسيم عند تصنيف النماذج التاريخية الموجودة حتـى الآن من الكهوف الطبيعية أو المباني المحمية بالتربة، فيسهل تقسيمها تبعاً لنـوع وشـكل الفراغ المتواجدة به.

ب- التقسيم تبعاً للنوع العام للفتحات المؤدية إلى السطح.

- **بالنسبة لنوعية الفتحات المؤدية للسطح وتنسيق النوافذ قسـمت المبـاني إلـى أربعة أنواع، شكل (١-١).**

أ- النوع الأول (حجرات عديمة النوافـذ Chamber): يعتبر البناء بالكامل تحت الأرض مع عدم وجـود أي فتحـات للتهوية، ليس له أي اتصـال مباشـر بالسطح غيـر مقبـولاً للاسـتخدام السكني.

ب-النوع الثاني (البناء على فناء داخلي Atrium): له العديـد مـن التجـارب التاريخية، يمكن استخدامه مع أنـواع محددة من التربة وفـي المجتمعـات التي لا تزال تحتفظ بموروثات معينة.



شكل (١-١): يوضح الفـرق بـين المبنـى تحـت الأرض Chamber، والمبنى المغطـى بالتربـة ذو واجهـة واحـدة Elevational، والآخر المخترق للتربة Penetrational.
Golany, G., 1983, P. 4

ج- النوع الثالث (المبنى ذو واجهة واحدة Elevational): فيكون حائطاً واحـداً فقـط هـو الظاهر من المبنى وبقية الأجزاء مغطاة بالتربة (وهو الأكثر انتشاراً في الوقت الحالي).

د- النوع الرابع (البناء المخترق للتربة Penetrational): وهو أكثرهم شبهاً بالمباني التقليدية فتوجد الفتحات باثنين أو أكثر من الحوائط، مع تغطية بقية الجوانب والسقف بالتربة.

ج- التقسيم تبعاً للعلاقة بمستوى السطح.

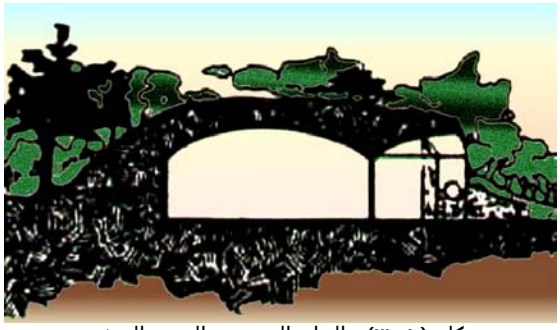
التقسيمات المبسطة السابقة تناسب الأغراض التقسيمية العادية، لكن عادةً عند بدء التصـميم الفعلي تتطلب العملية تقسيمات أكثر تعقيداً، ولذلك كان المبدأ الثاني للتقسيم بالمعامل هو التقسيم تبعاً للعلاقة بمستوى السطح. (Carmody, J.& Sterling R., 1993, P.49 – 1985, P. 10):

أ- تحت سطحي: عندما يكـون البنـاء بالكامل تحت سطح الأرض يشـار إليه بالمصطلح Sub-grade أو تحـت سطحي، شكل (١-٢)، لذلك يجـب فصل البناء عن الطريق أو ما حوله من المباني وإعطائـه الخصوصـية المطلوبة، إما بإيجاد ميل في الموقع أو بوضع حاجز، ومن مميزات هذا النوع أنه يتيح وجود مـدخل آخـر للمنزل من أعلاه، بالإضافة لإمكانية زراعة السطح واستخدامه كحديقة.

شكل (١-٢): البناء بالكامل تحت سطح الأرض.
http://www.earthshelteredhomes.com/

ب- مدفون: Bermed وهو الـذي يقـام بأرض مسطحة أو ذات ميل بسـيط ثم يردم، أو يمتد حتى منسوب يعلو سطح الأرض مع إحاطته بالتربة.

والمبنى المدفون يمكن أن تكـون لـه واجهة واحدة فقط مع إحاطة بقيـة الجوانب بالتربة، أو يكون جانباً واحداً فقط ملتصقاً بالتربة وبقية الجوانـب الأخرى حرة يمكن فتحها كأمـاكن للتهوية. شكل (١-٣).



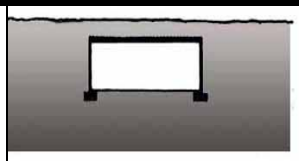
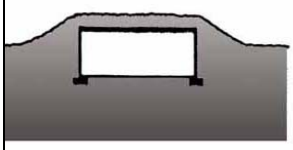
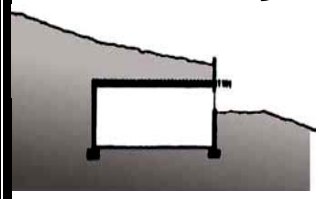
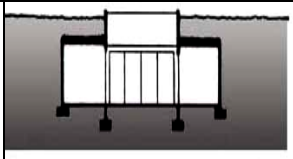
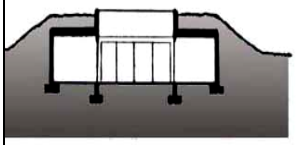
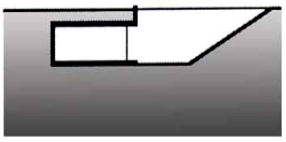
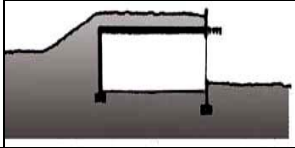
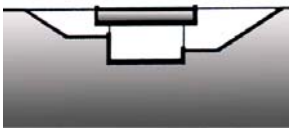
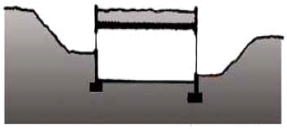
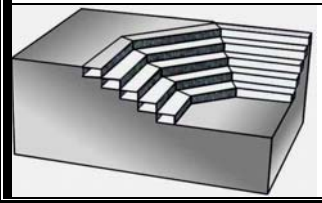
شكل (١-٣): البناء المحمي بالتربة المدفون
http://www.earthshelteredhomes.com/

ج- موقع مائل: Hillside وفي المواقـع المائلة يظهر المبنى كما لـو كـان أكثر ميلا في بعـض الجوانـب أو (تحت سطحي) وفي مناطق أخـرى كما لو كان (مدفوناً)، وفي الغالـب يكون له واجهة واحدة فقط وتحـيط به التربة من جميع النواحي الأخرى ويستغل جسم التل نفسـه لتغطيـة السقف، شكل (١-٤).

شكل (١-٤): البناء المحمي بالتربة على موقع مائل.
http://www.earthshelteredhomes.com/

ويوضـح الجـدول (١-٤) تصـنيفاً شـاملاً للمبـاني المحاطـة بالتربـة مـن حيـث نوعيـة الفتحات، ونوعية العلاقة بالسطح.

جدول (١-٤): تصنيف المباني المحاطة بالتربة (من إعداد الباحثة).
(Collated from: Carmody, J. & Sterling R., 1993, P.49 – 1985, P. 10, Golany, G., 1983, P. 4)

العلاقة بالسطح ← / نوعية الفتحات ↓	تحت سطحي أو مغطى بالتربة	مدفون (Bermed) أو محاط بالتربة	موقع مائل (On the Hillside)
حجرة عديمة النوافذ (Chamber)			 ويظهر من جهة تحت سطحي ومن جهة أخرى مدفوناً.
حوش أو فناء داخلي (Atrium)			
واجهة (حائط واحد) (Elevational)			
مخترق للتربة (حوائط متعددة الفتحات) (Penetrational)			

د- التقسيم تبعاً لمقدار العمق.

تقسيم آخر للمباني المحمية بالتربة يبرز نقطة نقاش جديدة فيما إذا كان السطح مغطـى بطبقة رقيقة أم سميكة من التربة، حيث أن استخدام مصطلح قريب من السـطح أو عميـق يختلف نسبيا من شخص لآخر وحسب أساسيات التصميم المتعارف عليها في كل منطقـة، إلا أنه من غير المهم حل هذه الاختلافات الاصطلاحية حتى وإن كان ذلك ممكنـاً، حيـث يمكن استخدام أي كلمة مساعدة ليتحدد مقدار العمق بسهولة أو مداه المناسب لاستعمال ما، وذلك عندما يوجد اختلافاً في التقييم، ويوضح الجدول رقم (١-٥) الدرجات المختلفة التـي تعبر عن عمق الفراغ تحت الأرض.

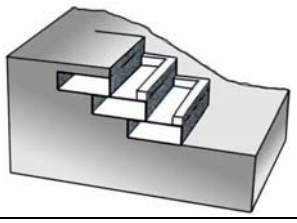
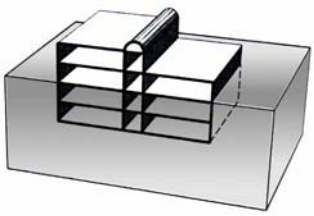
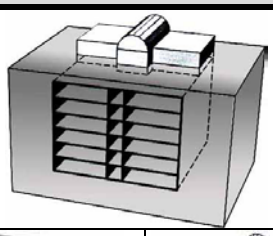
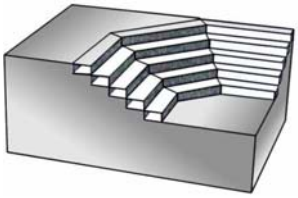
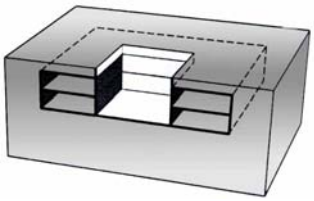
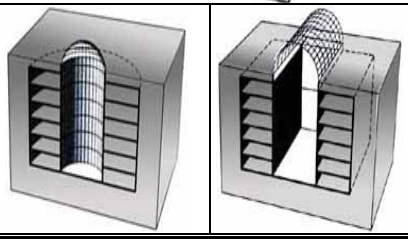
جدول (١-٥): الدرجات المختلفة لعمق الفراغات تحت الأرض. (Carmody, J.& Sterling R., 1993, P. 50)

التصنيف	المدى النموذجي للعمق طبقا لنوع الاستخدام (متر)			
	منافع محلية	مباني	منافع تخطيطية (نقل عام)	مناجم
ضحل- قريب من السطح	٠ – ٢٠	٠ – ١٠	٠ – ١٠	٠ – ١٠٠
متوسط العمق	٢ – ٤	١٠ – ٣٠	١٠ – ٥٠	١٠٠ – ١٠٠٠
عميق	أكثر من ٤	أكثر من ٣٠	أكثر من ٥٠	أكثر من ١٠٠٠

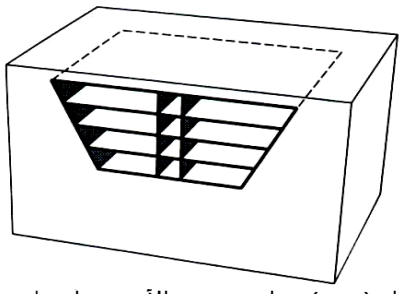
أحياناً يتداخل تصنيف العمق مع نوعية الفتحات والعلاقة بالسطح وهو ما تم توضيحه بالجدول (١-٦).

جدول (١-٦): العلاقة بين العمق ونوعية الفتحات وعلاقتها بالسطح: (من إعداد الباحثة).

Based on: Carmody, J. & Sterling R., 1993, P. 50.

	على جانب تل	قاعدة بنائية غير عميقة (ضحلة)	بناء عميق
طوابق متتالية بدون فناء			
وجود فناء داخلي			

يمكن الاستفادة من التصنيف السابق في تحديد العمق الملائم لكل استخدام، فالاستخدام السكني لا يكون بنفس العمق للاستخدام كمكتبة مثلاً أو الاستخدام التجاري، وحسب الجدول (١-٦) يمكن اختيار النوعية والعمق الملائمان للاستخدام المزمع إقامته.



شكل (١-٥): بناء تحت الأرض بأسلوب القطع والتغطية، ذو جوانب مائلة.
Carmody, J. Sterling R., 1993, P. 61

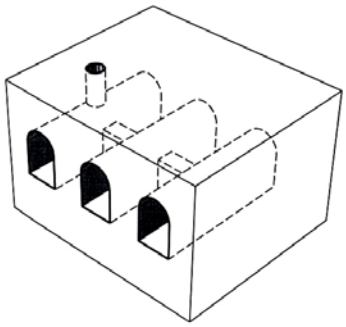
٥- التقسيم تبعاً لظروف التربة.

في الغالبية العظمى من الحالات تكون المباني المحمية بالتربة قريبة من السطح وتكون التربة من حولها غير مدعمة ذاتيا Non Self-Supporting Soil، مع مراعاة أن يكون الهيكل الإنشائي للبناء يحتمل وزن الأرض الضاغط على الحوائط أو المستقر على السقف، شكل (١-٥)، وهو عادة ما يعرف بطريقة القطع ثم التغطية Cut-and-Cover Structure.

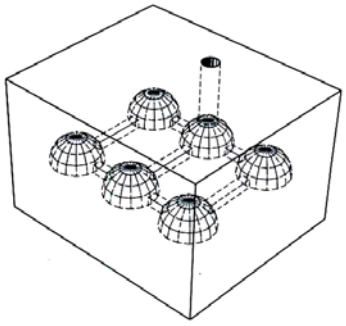
وعلى العكس توجد العديد من المباني التاريخية القديمة المحاطة بالتربة منحوتة بالكامل في الصخر ما يعرف بالتربة المدعمة ذاتياً Self-Supporting Soil ومن ثم لا تتطلب عناصر إنشائية إضافية لتدعيمها.

وتلك النوعية متواجدة حاليا بالأماكن المنجمية (النفقية) وتكون مرتبطة بالتربة ذاتية الدعم أو الأماكن الصخرية أو التي من المتوقع استخراج صخور أكثر صلادة منها، حيث الأماكن المنجمية تكون عميقة أسفل الأرض ولها فتحات قليلة إلى الخارج وهذه في الغالب نجدها في الاستعمالات الاقتصادية والصناعية بخلاف الإسكان، شكل (١-٦ أ، ب).

ومن أمثلة على ذلك التطور الواسع للمكاتب والمصانع وأماكن المستودعات في قطاعات كبيرة من أمريكا تزيد على ٢٠٠ مليون قدم مربع من محاجر الحجر الجيري بالقرب من كانساس بولاية ميسوري **Kansas City, Missouri**، (Carmody, J& Sterling R., 1985, P. 11).



شكل (١-٦أ): أسطح كهوف مقببة مكونة مسقط أفقي على شـكل مصفوفة متوازية ومداخلها قد تكون من خلال أنفاق الاتصال بينهـا أومن خلال مدخل رأسي إلى سطح الأرض.



شكل (١-٦ب):كهوف قبابية الشكل مكونة سلسـلة متشـابكة وهنا نجد المداخل عبارة عن شبكة أنفـاق متقاطعـة أو مـن خلال مدخل رأسي أيضا يصل إلى سطح الأرض.

Carmody, J. & Sterling R., 1993, P. 61

ومن المفيد في هذا السياق التعرف على بعض المصطلحات الخاصة بنوع التربة.

مغطـى بالصـخور (الحجـاري) **Petratecural**، مغطـى بالرمـال (الرملـي) **Pasmmotectural**، مغطى بالطين (الطيني) **Argillatectural**، الأرضي (مغطى بـالآجر) **Terratectural**. (Golany, G., 1983, P. 4).

و- التقسيم تبعاً لحجم المشروع.

هناك مبدآن مختلفان ينبغي دراستهما عند البدء بأي مشروع للمسـاعدة فـي تقـدير حجمه. (Carmody, J.& Sterling R., 1993, P. 166):

- **المبدأ الأول**: هو حجم الوحدات نفسها بمعنى حجم المداخل والبحور الصـافية **Clear Spans** والعروض والارتفاعات والأقطار ... وغيرها، وهي مهمة عند دراسة الهيكل الإنشائي والتصميمي للبناء.

  بالإضافة إلى العمق عن سطح الأرض وهو يتراوح من مشروعات صـغيرة تحـت الأرض إلى أنظمة نفقية خدمية كبنية أساسية باتساع المدينة كلها، وتعدد المسـئولين وتنوع تخصصاتهم المتشابكة في هذا الموضوع من معماريين ومخططين والعديد من المهندسين ذوي التخصصات المختلفة، ينتج عنه تنـوع وتغيـر فـي الملاحظـات والتصميمات وهي تختلف بدرجة كبيرة مع نوع الاستخدام، فعلى سبيل المثال يبـدأ الفضاء العميق تحت الأرض بالنسبة للمعماري من عمـق ٨-١٠ طوابـق (٣٠ م) أسفل سطح الأرض، بينما الفضاء العميق بالنسبة لمهندس المناجم لا يصل إليه قبـل أعماق تزيد على ١٠٠٠متر.

- **المبدأ الثاني:** هو مقياس المشروع بمعنى الحجم الكلي للمشروع وما يحيط بـه مـن تنسيقات مختلفة بالموقع، فالمشروعات ذات المقياس الكبير تتطلـب أبحـاث عامـة وخاصة كثيرة ودقيقة للغاية، وربما تكون لها مشكلات إدارية وحكومية أكثـر مـن المشروعات الصغيرة، لذلك فحجم المشروع له العديد من الجوانب الأخـرى التـي يجب وضعها في الاعتبار غير المقياس، فمثلا يجب التفريق بـين مشـروع أنفـاق صغير تحت الأرض على المستوى المحلي، وآخر كبير تحت الأرض على المستوى الإقليمي من حيث الدراسات الواجب إجرائها على المشروع على المستوى الحكومي والإداري حتى وإن تشابها في الأبعاد.

١-٢-٢-٢ تصنيف البناء المحمي بالتربة في البيئة الحضرية القائمة.

يختلف البناء في المناطق العمرانية القائمة عن البناء في المناطق المفتوحـة والأراضـي الفضاء، حيث أن البناء في المناطق العمرانية القائمة له العديد من المحددات التي تؤثر على البناء الجديد بشكل عام والبناء المحمي بالتربة بشكل خاص، والمحددات تختلف مـن مكـان لآخر حسب ظروف الموقع المحيطة وحسب نوعية البناء المحمي بالتربة المراد إقامتها.

يعتبر من أقوى المحددات المؤثرة على البناء المحمي بالتربة فـي المنـاطق العمرانيـة القائمة، هي المحددات الإنشائية، حيث لا بد من الدراسة المستفيضة لتأثير البنـاء المحمـي بالتربة على البيئة الإنشائية القائمة بالفعل. وهو ما سيتم دراسته في جزء المحددات الخاصة بتخطيط المواقع بالباب الثاني من البحث.

من المحددات الهامة أيضاً في هذا المجال، تنسيق الطرق والممرات ونقاط الاتصال بـين البيئة الجديدة التحتية والبيئة العمرانية القائمة بالفعل فوق الأرض. لذا تتم دراسة هذه النقطـة تخطيطياً وإنشائياً بعناية قبل بداية إنشاء بيئات تحت الأرض في المناطق العمرانية القائمة.

وعلى ذلك، يعد البناء المحمي بالتربة في بيئة عمرانية قائمة بالفعـل، تحـدياً معماريـاً وإنشائيا يجب أن تستوعبه دراسات خاصة ومتعمقة من المعماريين والإنشائيين علـى حـد سواء، وبالاستعانة بالتصنيفات السابقة يمكن استنتاج العديد من الحلول والأشكال والعلاقـات مع السطح بما يوفر مدى واسع من الاختيارات لحل الكثير من مشكلات التنمية الحضرية.

ويفضل أن يقتصر تواجد البناء المحمي بالتربة في المناطق العمرانية القائمة على المناطق الفضاء داخل المدينة أو التوسعات العمرانية على هوامش المدن أو الضواحي، وذلك نظـراً لتأثير البيئة العمرانية القائمة، حيث أن بها شبكة طرق وبنية أساسية قائمة تتوافق مع النمـو العمراني الجديد في باطن الأرض، وما يحتاجه الأخير أيضاً من طرق وبنية أساسية ونقـاط اتصال خاصة به مع السطح.

هناك عدة أنواع للبناء تحت الأرض بالمناطق العمرانية القائمة، نذكر منها ثلاثة رئيسـة، لأنها الأكثر شيوعاً واستخداماً حول العالم (بهدف تطوير الموقع وإضافة خدمات جديدة) مثل:

١- المباني **قليلة العمق** تحت سطح الأرض.
٢- المباني **العميقة** تحت سطح الأرض.
٣- المباني **شديدة العمق** تحت سطح الأرض.

١- **المباني قليلة العمق تحت سطح الأرض.**

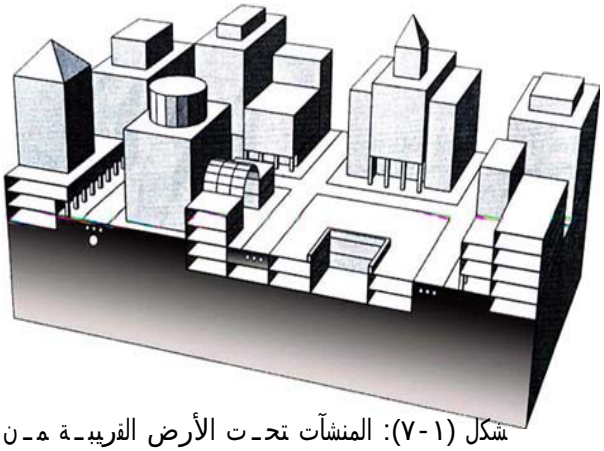
ويمكن الاستفادة بها في منافع البنية الأساسية تحت الشوارع أو الفراغات التجاريـة أو للأغراض التخزينية أو الخدمات الخاصة بالمشاة، التي تقوم على نظام حركة المشـاة تحت سطح الأرض وبالتقاطع مع الشوارع الرئيسية والميادين، والبناء القريـب مـن السطح يزيد فرص استغلال الفراغ المفتوح فوق سطح الأرض، شكل (١-٧).

٢- **المنشآت العميقة تحت سطح الأرض.**

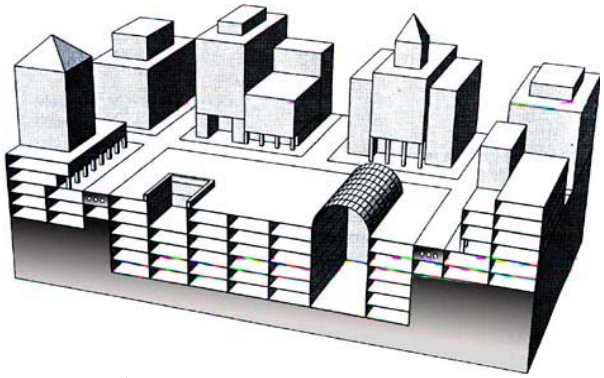
يمكن أن تمتد لعدة مستويات، مما يساعد على زيادة كثافة التنمية وكفاءة الاستفادة من المنطقة الحضرية المقامة، شكل (١-٨)، إلا أن المنشآت العميقة تتسبب أحيانـاً فـي بعض المشاكل للمستخدمين، ويمكن معالجتها بإيجاد ارتباط بينها وبين السطح بواسطة الأفنية المركزية، أو العديد من الحلول التصميمية الأخرى التي تحد كثيراً مـن تلـك السلبيات.

٣- **المباني شديدة العمق تحت سطح الأرض.**

وهذا النوع مـن الفراغـات تحت الأرض العميقـة يـوفر حلاً آخـر للارتقـاء بالبنيـة الأساسية مع وجـود منشـآت سطحية قائمة بالفعل، حيث أنه لا يحتاج إلى مسطح مفتـوح فوقه فيمكن استخدامه للتوسع فـي بـاطن الأرض بوسـط المدينـة العمرانيـة القائمـة. وهناك نوعان مـن المـداخل يمكن من خلالهـا الوصـول للمنشأ تحت الأرض إما **أعمدة اتصال رأسية** أو **أنفاق أفقية**.



شكل (١-٧): المنشآت تحـت الأرض القريبـة مـن السطح. Carmody J. & Sterling R., 1993, P. 166

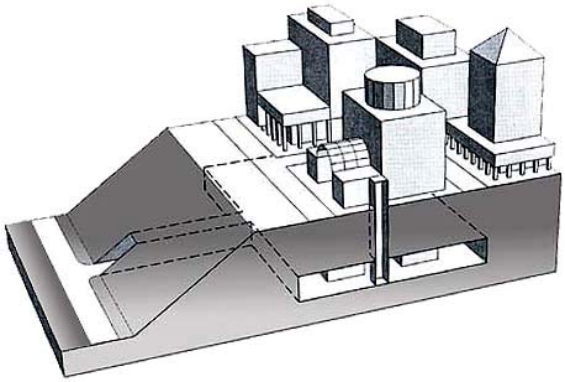


شكل (١-٨): نموذج للمنشـآت العميقـة وإمكانية تواجدها وسط تجمع سكني.
Carmody J.& Sterling R.,1993,P. 166

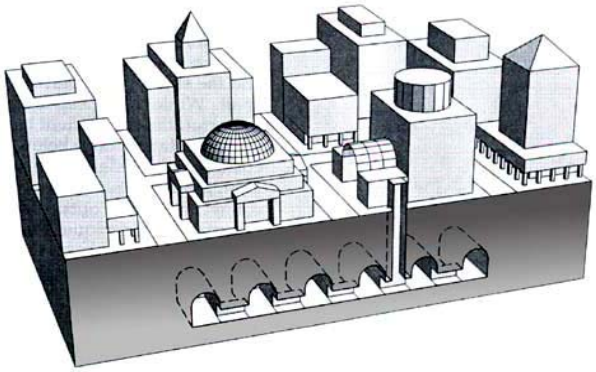
أ- **ففي حالة أعمـدة الاتصـال الرأسية**: تكون هـي فقـط نقاط الاتصال بـين المنشـأ تحـت الأرض والسـطح العلوي، وهذا النـوع مـن المداخل يلائم في الاستخدام المنشآت التي تتطلب علاقات مباشرة بين الوظائف أعلـى وأسفل سطح الأرض مثـل شبكات ممرات المشاة، شكل (١-٩).

شكل (١-٩): نقاط الاتصال بشبكة المشاة يمكن استغلالها كوسـيلة إضاءة وتهوية طبيعية جيدة. مجمع Les Halls- باريس.
http://www.viaggiaresempre.it/St Eustache2.JPG

ب- **أما في حالة الاتصـال عـن طريق الأنفاق الأفقية:** كمـا هو الحال في المناجم، فهـذا يؤدي بـدوره إلـى الفصـل الكامل بين الأنشطة بالسـطح العلوي وما يتم بداخل شـبكة الفراغات السفلية، مما يتـيح الفرصة لإقامـة مشـروعات مختلفـة النشـاط مـع المشروعات المقامة بالفعـل على سطح الأرض، فمثلاً إذا كانت المنشآت القائمة بالأعلى سكنية يمكن أن تكون شبكة الفراغات السفلية مصنعاً أو منجماً أو مخازناً، أما إذا كانت المنشآت السطحية غير سكنية فيمكن إيجـاد ارتباطـاً رأسياً بينهما من نوع آخر غير الأنفاق الأفقية إذا تطلب الأمر، فيكون المنشأ بـالأعلى إداري أو تجاري والسفلي تصنيعي أو تخزيني تابعاً لـه. والأشـكال (١-١٠-أ، ب) توضح طرق الاتصال بالمنشآت تحت الأرض.



شكل (١-١٠-أ): يمكن أن يوجد ارتباطاً أفقياً ورأسياً بين القاعدة السفلية والمنشآت العلوية إذا لم يوجد تعارض بينهما في الاستخدام.



شكل (١-١٠-ب): إذا كانت الأنشطة مختلفة تماماً يفضل الفصل بينهما، وذلك يكون في حالة المنشآت السكنية بالسطح.
Carmody, J.& Sterling R., 1993, P. 167

لكن الفراغات العميقة تحت الأرض غالباً ما تثير مخاوف المستخدمين نظراً لانعدام فرص الضوء والرؤية الخارجية، وضعف الارتباط مع العالم الخارجي، تلك السـلبيات لهـا العديـد مـن المعالجـات المعمارية التي تتحكم في الإضاءة والتهوية والحالة النفسية لمستخدمي تلك الأماكن، وإن كانت لم تغير الصورة القاتمة عن المنشآت العميقة تحت الأرض.

١-٣ البناء المحمي بالتربة قديماً وحديثاً.

قد تفيد الخبرات التاريخية في حل بعض المشكلات المعاصرة، حيث وجد أن الكثير من الأمثلة القديمة لا تزال موجودة حتى الآن، وتلك الاستدامة لم تنشأ من نقص المعرفة والتكنولوجيا، لكنها قامت على أساس الفهم الكامل لفاعلية هذا النوع من البناء، حيث يعتبر تكاملاً إيجابياً مع البيئـة المحيطة. ويعرض البحث في هذا الجزء بعضاً من النماذج السكنية التاريخية والنماذج المعاصرة للاستفادة منها وتطويرها لتلائم احتياجات العصر الحالي.

١-٣-١ نماذج تاريخية.

ظهرت فكرة البناء تحت الأرض منذ فجر التاريخ لتصبح انعكاساً طبيعياً للحاجة إلى الحماية، لتكون الأرض دائماً في خدمة الإنسان واحتياجاته الأمنية. فالوقاية من قسوة المناخ، إلى جانـب الاحتماء من اللصوص، ومن جهة أخرى النقص الكبير في مواد البناء، تعتبر من أهم الأسـباب التي دفعت بساكني الكهوف الأوائل لطلب الأمان بالفتحات الطبيعية المحفورة بالصخور. ولنفس تلك الأسباب- إلى جانب بعض الاحتياجات الخاصة- استوطن بعض السكان قرى كاملة علـى مستوى العالم السكن المحفور أو المدفون عبر مختلف العصور، واستمر بعضها قائماً حتى الآن في العصور الحديثة. ولا يريد هؤلاء السكان ترك بيوتهم التي تعتبر في نظر البعض ريفيـة أو أقرب للبدائية؛ نظراً للميزات الهائلة- وخاصة المناخية- التي عايشوها عبر العصور المختلفة.

والنماذج التاريخية من البناء المحمي بالتربة تغطي بيئات وأقاليم مختلفة، إلا أنها تتفق جميعاً في توفير المتطلبات البيئية والمناخية لكل إقليم. فهناك نماذج في صحراء شمال أفريقيا- حيـث المناخ القاري- في مصر وليبيا وتونس والجزائر والمغرب. وهي كمثيلتها في صحراء الجزيرة العربية وصحراء الشام. كما وجدت نماذج أخرى في إيـران والصـين وسـنغافورة وتركيـا وإيطاليا، بالإضافة إلى صحراء شمال أمريكا.... وغيرها كثير على مستوى العالم.

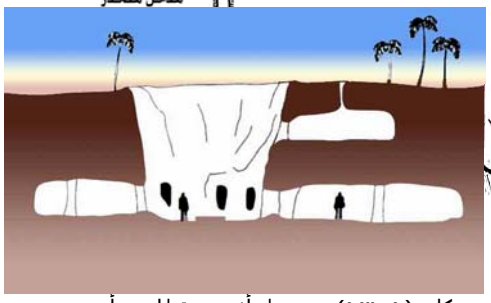
* **تونس:** فيما بين القرنين الثاني والخامس بعد الميلاد كان للرومـانيين قاعـدة نشـاط زراعـي واقتصادي فيما يعرف هذه الأيام بشـمال تـونس، وعلى الرغم من أنهم لم يعتادوا استخدام المنـازل المحفورة بالتربة- وكما يتضح أنهم لم يستخدموها بأي مكان آخر من إمبراطورياتهم إلا أنهم اضطروا نظراً للحرارة الشديدة والظروف الجافة إلى بنـاء المنازل تحت الأرض في منطقة (بولاريجـا Bulla-Regia) قريباً فيما يعرف حديثاً بالجندوبا Jendouba شكل (١-١١)، وهي تشبه تماماً المنازل الرومانية التي تحتوي على أحواش فيما عدا علاقتها بمنسوب السطح، فهذه نجدها أسفل سطح الأرض.

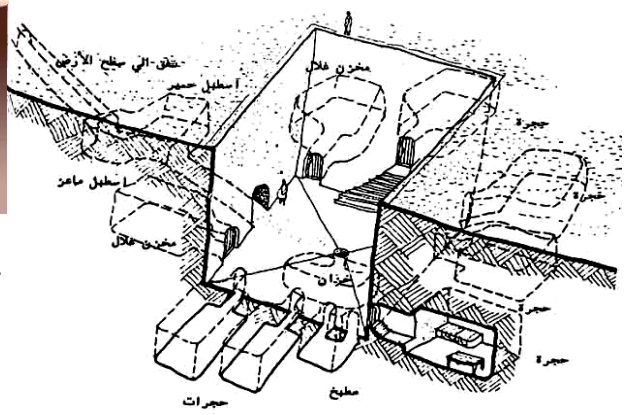
شكل (١-١١): المسـاكن تحـت الأرض ذات الفناء الـداخلي، التـي بناهـا الرومـان بمنطقـة بولاريجا- بتونس. Carmody, J., 1993, P. 72.

وبمرور الأعوام عاش البربر في أنوع مختلفة من التجمعات تحـت الأرض، فكانـت المنـازل المحفورة ذات الأفنية بأكثر من ١١ قرية بالصحراء المنبسطة يتركز أغلبها في الجنوب الشرقي لتونس بالقرب من الصحراء الكبرى حيث التفاوت الكبير في درجات الحرارة، ويعيش السـكان بتلك المناطق في نوعين من المساكن الأرضية:

شكل (١-١٢): استخدام سلم خـارجي بـالحوش السماوي للوصول إلى الغرف متعددة المسـتويات مطماطة. النحاس، أسامة، ١٩٨٧، ص٨٥.

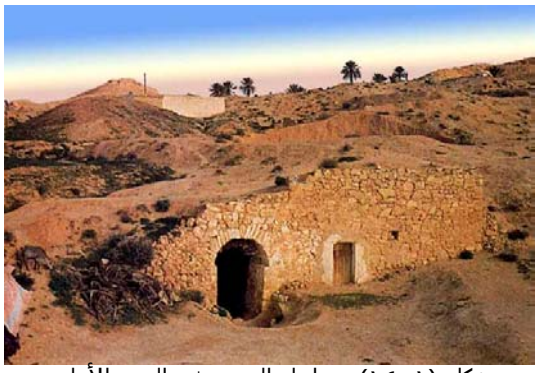
النوع الأول: مبني كله تحت الأرض بمـا فـي ذلك الفناء الداخلي وهو منتشر فـي مطماطـة بتونس وغريان في ليبيا، حيث يتم حفر جـزء مربع للفناء المركزي بعمـق حـوالي ١٠: ١٢ متر وعرض من 5: ١٠ أمتـار، يلـي ذلـك المدخل المنحدر بشكل منحني للمحافظة علـى الخصوصية، ثم تفرغ الغرف التي تطل علـى الفناء المركزي بحيث يخصص لكل زوجين في الأسرة الممتدة غرفة خاصـة مسـاحتها ٥×٧ أمتار، وتضاف غرف جديدة مع زواج الأولاد، شكل (١-١٢). وتوجد خلف غرفـة المعيشـة غرفة صغيرة للخزين. وكوضع خاص بقريـة مطماطة تحفر الغرف على مستويين وتسـتخدم الغرف العلوية لتخزين الغلال وتـزود بمدخنـة تؤدي إلى سطح الأرض تعبـأ منهـا الغـلال، ويكون منسوب الفناء منخفض قليلاً عن منسوب الغرف وبه خزان محفور بالمنتصف لتجميـع مياه الأمطار إن وجدت، شكل (١-١٣).



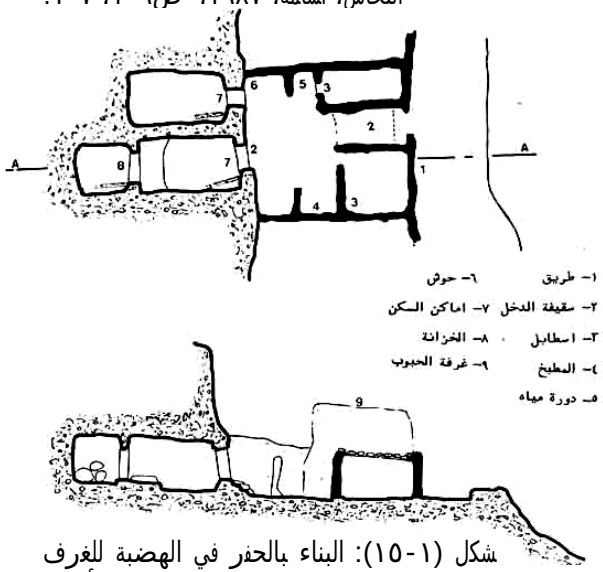


شكل (١-١٣): مسقط أفقي وقطاع وأيزومتـري بأحد منازل مطماطة، توضح العناصـر المختلفـة وعلاقتها بالحوش وسطح الأرض.
النحاس، أسامة ١٩٨٧، ص٨٦، Carmody, J., 1993, P.72.

النوع الثاني: يحتفظ بنفس مبدأ التواجد تحـت الأرض ولكـن حـوائط الأفنيـة الخارجيـة والمخازن والإسطبلات مبنية على تراس علوي موازٍ للجبل، بينما تحفر الغرف داخل الجبل. وهذا النموذج هو الأوسع انتشاراً نظراً لاستجابته لطبيعـة شـكل الأرض، حيـث تكونـت المصاطب المدرجة والكهوف في الصخور بفعل عوامل التعرية، علـى طبقـات الصـخور الصلبة واللينة بالتبادل، شكل (١-١٤).



شكل (١-١٤): مداخل البيوت في النوع الأول منحدرة لأسفل الأرض، أما في النوع الثاني محفـورة داخـل الهضبة في الطبقات الطفلية، مع ترك نقاط الارتكاز اللازمة، قريتي مطماطة وشنيني- تونس.
النحاس، أسامة، ١٩٨٧، ص١٠٩، ١٠٧.



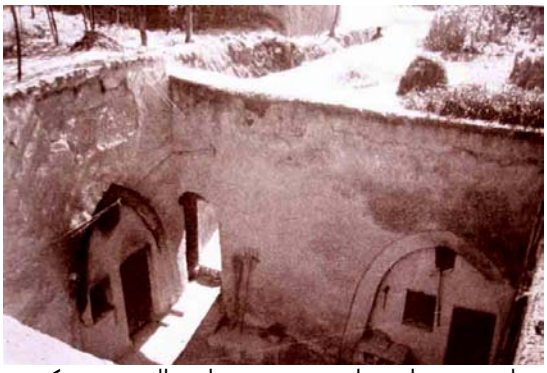
شكل (١-١٥): البناء بالحفر في الهضبة للغرف السكنية، وإضافة حظائر للحيوانات فـوق الأرض أمام الكهوف. النحاس، أسامة، ١٩٨٧، ص٢٠٨.

فيتم بنـاء الأفنيـة والمخـازن علـى المصاطب الصلبة، أما الغـرف فيـتم حفرها في الطبقات اللينة بعمـق ٧: ٨ أمتار وعرض ٣: ٤ أمتـار، وارتفـاع مترين وهي مزودة بمكـان للتخـزين. وبينما تكون غـرف السـكن بالكامـل محفورة بالجبل أو جزء منهـا، تكـون الصوامع لتخزين الغلال خارج الهضبة وتقتني كل أسرة واحدة خاصـة بهـا، شكل (١-١٥).

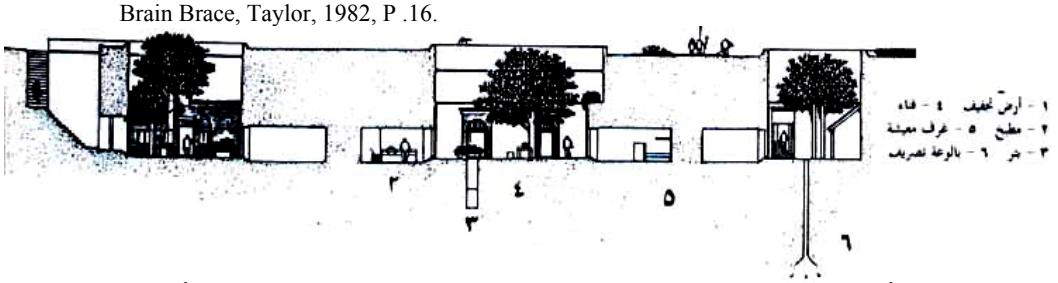
* **الصين:** منذ القرن الرابع قبـل المـيلاد سكن ما يقرب من أكثـر مـن عشـرة ملايين شخص من أهل الصين في باطن الأرض (Carmody J., 1983, P. 13)، حيث المناخ شبه القاري، فالشتاء جاف وبارد أحياناً تصل درجة الحرارة إلـى مـا تحـت الصـفر، والصيف حار جاف وقد تصل درجة الحرارة إلى ٣٤°م. وهناك عدة مقاطعات منتشرة في شمال الصين تنتهج هذا الأسلوب من البناء، منها على سبيل المثال إقليم **Loess** وهو ذا أرض راسـخة نحت منها السكان بيوتاً ذات أفنية.

وتقع هذه البيوت عامةً في محاذاة الضفة الجنوبية للنهر الأصفر، وكذلك في الهضـبة الشـمالية الغربية. وتكوين الأرض عبارة عن نوع من الطمي الجيد أو الصلصال الذي أذرتـه ودمجتـه الرياح. وقد تكونت تربة هذا الإقليم خلال العصر الجليدي الأول.

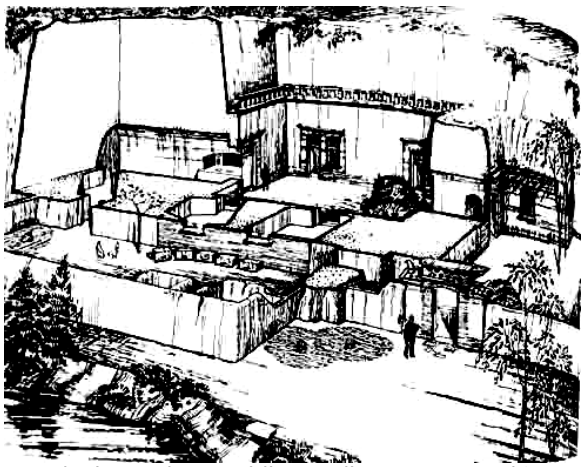
ونظراً لأن تكوين تربة الإقليم يوفر عزلاً طبيعياً فعالاً على نحو ممتاز ضد البرد. ومـن جهـة أخرى توفر الأسقف والحوائط السميكة جواً معتدلاً من البرودة المستحبة، كما لو كانـت مكيفـة خلال أشهر الصيف الحار. وتنتشر هذه الأنواع من المساكن في مساحة تبلغ حوالي ٦٣١ ألـف كيلومتر^{٢}. وتبلغ سمك الطبقة من الرواسب الطفلية حوالي ٨٠ متراً، يحفر فيه السـكان بيـوتهم بسهولة بأيديهم باستخدام بعض المعدات البدائية، شكل (١-١٦).



شكل (١-١٦): حفر غرفة إضافية للمنزل يتم بمعدات بدائية مع سند جوانب الحفـر، ويكـون الوصول للوحدات السكنية من خلال منحدر يبدأ من سطح الأرض، ويقود للفناء الداخلي.
Brain Brace, Taylor, 1982, P .16.



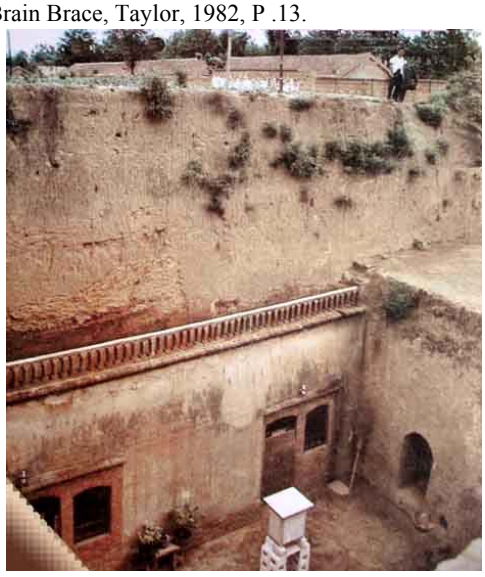
شكل (١-١٧-أ): النموذج الأول: قطاع لوحدات عائلية بإحدى قرى الصين، مع ملاحظة أسـلوب الصـرف الصحي.
عالم البناء ٦٥، مايو ١٩٨٤، ص ١٦.



شكل (١-١٧-ب): النموذج الثاني: منزل (ديـان ليـو) الكهفي على جانب تل بجوار النهر.
Brain Brace, Taylor, 1982, P .13.

ويتنوع أسلوب البناء بتلك المساكن المحمية بالتربة على مستوى الصين ككل، فهي إما لها فناء داخلـي (النمـوذج الأول) وهـذه موجودة بالمواقع المسطحة، وإمـا بنيـت على جوانـب الـتلال بـالمواقع المائلـة (النموذج الثاني)، شـكل (١-١٧- أ، ب). ونظراً لما لمسه السـكان مـن مميـزات متعددة لهذا النوع من البناء، مـن حيـث التأثير الحراري المتعـادل للتربـة علـى المناخ الداخلي للبناء صيفاً وشـتاءاً، إلـى جانب منح الأمان من السرقات أو التعرض للتجريف مما أدى إلى انتشار استخدام تلك المنازل الكهفية على نطاق واسع وحتـى يومنا الحالي.

وفي العديد من المواقع تسـتمر الأنشـطة الزراعية على سطح الأرض، بينما يقـع السـكن بالأسـفل، شـكل (١-١٨). والإحصاءات الحديثة في الصـين اليـوم تظهر أن حوالي ٢٠ مليون نسمة يعيشون في منازل كهفية بالصين حتى اليوم.
(Carmody, J., 1985, P. 12).



شكل (١-١٨): استمرار النشاط الزراعي علـى سـطح الأرض، بينما يقع السكن بالأسفل لا يتأثر بالنشاط العلوي.
عالم البناء٦٥، ١٩٨٦، ص الغلاف.

* **تركيا:** في تركيا بمنطقـة (كابادوشـــيا Cappadocia ووادي جـ ـوريم Gorëme) تقع العديد من مجتمعـات المنازل الكهفية. فقد أجبر الاضـ ـطهاد الـ ـديني المسـيحيين البيـزنطيين على الفـرار إلـى هـذه المنطقة، حيـث التربـة اللينة والأشكال الغريبـة للصخور التي نتجت مـن التعرية بواسطة الريـاح، مما ساعد على الاتجـاه لمثل هذا النوع من السكن في المجتمعـات النفقيـة وبناء الكنائس والبيـوت، حتى عرفت مدينة سيسيليا بوادي جـوريم "بمدينـة الكهوف". حيـث شُـكلت أغلب البيوت بالحفر داخل الصخور علـى جوانـب الهضاب ويسكن بها حالياً أكثر من ٣٠ ألف نسـمة (Golany G., 1983, P. 14)، شكل (١-١٩).

http://www.newzealandnz.co.nz/photography/turkey/transportation.html

http://www.horizonsunlimited.com/tstories/duval/cat_turkey.php

شكل (١-١٩): فضل الرهبان اللجوء إلى السكن بالكهوف المحفورة داخل الأشكال الغريبـة بكابادوشيا ووادي جوريم، وصومعة الراهب (سيمون) مكونة من منصة الخطابة فـي الـدور الأرضي ثم معيشته في الأدوار العليا وبها مكان مخصص للمدفأة والأثاث محفور في الصخر.
Rudofsky B.,1981, P.24

* **إيطاليا:** يوجد في مقاطعة إيبوليا بجنوب إيطاليا منطقة حجر جيري تمت تعريته، وبعد ذلك غطى الجزء الجنوبي منه بالأحجـار المسامية البركانية. وبدأت التجمعات السكنية تحـت الأرض فـي المنطقة منذ حوالي ١٥٠٠ عام قبل الميلاد، حيث وجدت كهـوف من صنع الإنسان على ارتفاع حوالي ٢٠٠٠- ٣٢٠٠ كيلومتر فوق سطح الماء وعلى أكثر من أربعة مسـتويات، شكل (١-٢٠).

ونظراً لطبيعة المكان- والأرض الإسـفنجية المنفذة للماء- لا توجد برك أو بحيرات فهي لا تحتفظ بالمـاء ولكـن تمتصه.

شكل (١-٢٠): الكهوف بإقليمي (ماتيرا) و(بانتاليكا) بإيطاليا، مازالت مأهولة بالسكان حتى العصر الحالي.
http://www.sicilia.indettaglio.it/turismo/turismo.ht

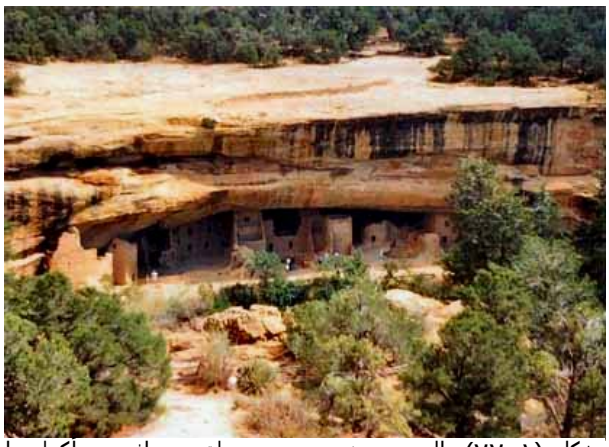
وسطح الأرض عبارة عن سلسلة من القيعان القريبة الضحلة تركز الأمطار في شقوق بـداخل الطبقات السفلى السميكة التي يمكنها الاحتفاظ بالماء ومنها تسري الماء عبر الممرات الطويلـة تحت الأرض (السهل الساحلي) وتخرج عند شاطئ البحر. وفي إقليم (مـاتيرا Matera) يوجـد العديد من المساكن الكهفية التي مازالت مأهولة حتى وقتنا الحالي.

وبالنظر لطبيعة الخصائص الجيولوجية والحفريات والمناخ الغير عادي، أدت جميع تلك العوامل إلى الأشكال الغريبة من المساكن الكهفية، وتشترك مقاطعة (إيبوليا) بإيطاليا مع إقليم (كابادوشيا) بتركيا في تلك الطبيعة الفريدة.

شكل (١-٢١): الصعود للوحدات المحفورة من خـلال سـلم خارجي خفيف معلق بالهواء.
Etta Schneider, Ress, 1954, P. 9.

* **<u>أمريكا اللاتينيـة:</u>** وللشـمال الأمريكـي تجربته الخاصة مـع البنـاء المحمـي بالتربة، فحضـارة الهنـود المعروفـة بـ_Anasazi بجنوب غـرب الولايـات المتحدة، تعتبر أفضل لتصـميم المبـاني بأسلوب التهوية السالبة، ويتسـم بنوافـذ صغيرة لمنع زيادة الاكتساب الحراري.

بنى المستوطنون الأوروبيـون منـازلهم ومخابئهم في سـهول ومـروج شـمال أمريكا، وقد كانت بمثابة رد فعل لقسـوة المناخ إلى جانب نقص مواد البناء الخام. ونتج البناء بهذا الشكل الغريـب نتيجـة لرغباتهم ووجهة نظرهم المختلفة عن السكان الأصليين تجاه حدود الراحة، فقد كانوا يطمحـون إلى درجة عالية من الراحة والأمان في بيئة قاسية لا تساعد على السـكن المسـتقر، حتـى إن الصعود للوحدة السكنية المحفورة داخل الجبل كان من خلال سلم صعب الارتقاء لتحقيق أعلـى معدلات الأمان، شكل (١-٢١).

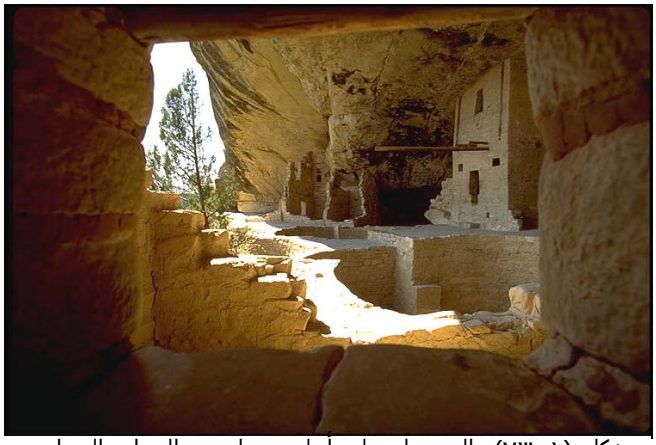


شكل (١-٢٢): المنحدر نفسه يحمي منطقة ميسافيري بأكملهـا من الرياح الغير مرغوب فيها.
http://lei-hipamerikasite.nl/coloradomeve.html

وفي مساكن الهنود بـالجنوب الغربـي الأمريكي كانت الحجرات دائرية الشـكل وحفرت لعدة أقدام في الأرض وغطـت بواسطة قبة نصف دائريـة، ولمحاولـة إيجاد تيـار هـوائي اسـتخدم الهنـود (تعريشات) هوائية خارجية تعمل كملقف لدخول الهواء البارد المحبب.

أما منطقة (ميسافيردي MessaVerdi) فهي قرية هندية تقع فـي الجنـوب الغربـي لولاية كولورادو، فبنيت المنازل بـداخل المنحدر نفسه، وقد تمت تغطيتهـا مـن خمسة جوانب إما بالأرض أو بالمباني الأخرى، فتكون النتيجة أن كل القرية قد أحيطت بحجارة المنحدر نفسه، شكل (١-٢٢).

أقيمت المباني في مواجهة الجنوب، ويشكل المنحدر جزءاً من السقف أعلى المباني لتكون ظِـلاً يحميها من أشعة الشمس الحادة شبه العمودية صيفاً، وتخترق شمس الشتاء الأقل انخفاضاً داخل البناء، في ترتيب منظم للحصول على الراحة الحرارية على مدار العام، شكل (١-٢٣).



شكل (١-٢٣): الحصول على أعلى معدل من الحماية الحراريـة والأمان داخل كهوف ميسافيردي.
http://astro.nmsu.edu/~aklypin/new_mexico.htm

* هناك العديد من التجارب التاريخيـة الأخرى على مستوى العالم لمساكن محمية بالتربـة لا تـزال مأهولـة بالسكان حتى الآن والتـي لا يتسـع المقام لذكرها بالتفصيل، فهناك فـي سنغافورة وإيران وأفغانستان ومدائن صالح بالسـعودية، ومدينـة بتـراء بالأردن، كما اكتشف العلمـاء فـي جنوب غرب مدينـة بئـر شـيفع-بفلسطين بمنطقة (تل مطـر، وتـل صفر) مساكن تحت الأرض يرجـع تأريخها إلى الألفيـة الرابعـة قبـل الميلاد. والمنطقـة تتميـز بالتربـة الطفلية وتمتد بعمق ٢,٥ متر، وهي عبارة عن خليط من الطين المشبع بالرمال ومن أسفل هـذه الطبقة الطفلية يوجد حجر جيري من عصر الميوسين. وقد بنيت المساكن بأسلوب غريب نوعاً، حيث يتم الدخول للوحدات السكنية أسفل الأرض عن طريـق أنفـاق رأسـية تمثـل المـداخل والوحدات عبارة عن فراغ مفتوح من جانب واحد مستطيل الشكل.(Golany G., 1983, P.21).

ويبدو- ونحن نواجه نضوباً في الموارد- أن الوقت قد حان لأن نعيد النظـر فيمـا تسـتطيع الأرض ذاتها أن تقدمه. ولا يعني ذلك أننا ينبغي أن نبني مسـاكن كهفيـة، بـل ننتفـع مـن الخصائص الحرارية الطبيعية للأرض مع تطبيق التقنيات العصـرية- مـن كهربـاء ومـواد للتشطيبات الداخلية مع التوصيلات الصحيحة لمياه الشرب، وشبكات الصرف الصحي. وهكـذا يمكن أن تكون المساكن المحمية بالتربة- ذات الفناء الداخلي أو على جانب التل- مثلاً يحتذى به للتنمية العمرانية بالمجتمعات الجديدة في المستقبل.

١-٣-٢ نماذج حديثة.

تم تقسيم هذا الجزء من البحث إلى عرض تحليلي لبعض المساكن الخاصة، وبعض التجمعات السكنية والظروف المختلفة المحيطة بها، في محاولة للوصول إلى إثبـات أن أسـلوب البنـاء المحمي بالتربة منتشر ومستخدم بالفعل حالياً على مستوى العالم، ليس فقط بطريقة فردية وإنمـا على شكل تجمعات سكنية أيضاً.

١-٣-٢-١ مساكن خاصة.

* مسكن خاص، بمينا بوليس- مينيسوتا. المعماريون: Froehle, Saphin, Joes.

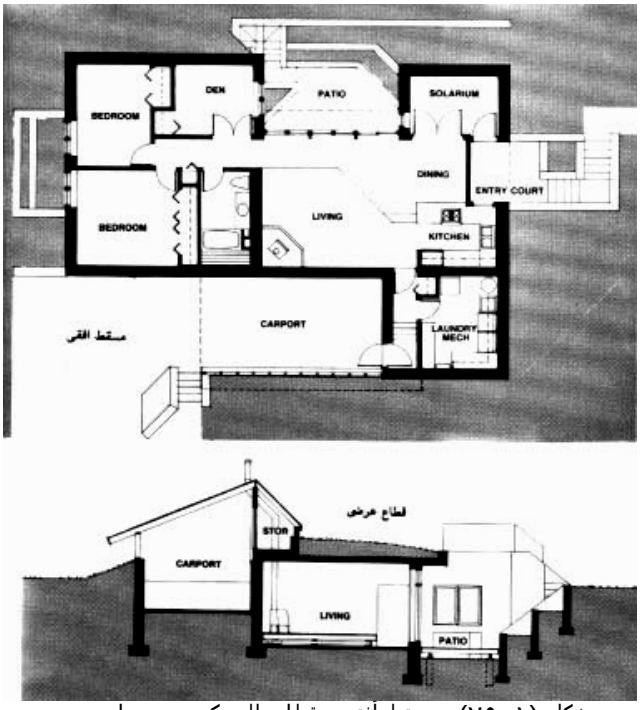
شكل (١-٢٤): ساعد التشجير والتنسيق الجيد للموقع على تجـانس المبنـى تحـت الأرض مع المباني العادية من حوله أعلى الأرض. عالم البناء ٤٥، مايو ١٩٨٤، ص١٣

يعـد هـذا المبنـى أفضل مثـال علـى أقصـى اسـتغلال لـلأرض والبنـاء عليهـا فـي بيئـة حضـرية قائمـة. فالمبنى مقام علـى مسـاحة ضـيقة (١٢٥متراً٢) بارتفاع منخفض بالنسبة للمباني المحيطة. شكل (١-٢٤).

نجح المبنى من خلال تصميميه الفريد في توفير مساحة خضـراء واسـعة لتصـبح الحديقة المتنفس الطبيعي للمسكن، وساعد التنسيق الجيد للموقع على دمـج المبنـى بالبيئة المحيطة. وتغطي التربة ٩٠٪ مـن السطح العلوي بسمك يتراوح بـين ٣٠-٤٦سم، كما تغطي التربة حوالي ٨٠٪ من مساحة الحوائط الخارجية، شكل (١-٢٥).

ويضم المسكن جناحاً للنوم منفصلاً عـن فراغ المعيشـة بـه حجرتـان تسـتمدان الإضاءة من فناء شرقي صغير خاص.

أما فراغ المعيشة فقد تم رفـع منسـوب السقف الخاص به عن جناح النوم، ويوفر الفناء الرئيسي الإضاءة والتهوية الطبيعية لفراغ المعيشة، ويحتوي على سلم يـؤدي إلى السطح. شكل (١-٢٦).



شكل (١-٢٥): مسقط أفقي وقطاع للمسكن يوضحان نسبة مسطح التلامس مع التربة. عالم البناء ٤٥، مايو ١٩٨٤، ص١٢

ويتحليل المسـقط الأفقـي تظهـر براعـة المصمم في المحاولة الناجحة لعزل المناخ الداخلي للمسكن عن المنـاخ الخـارجي القاسـي مـع الاحتفاظ بإضاءة وتهوية جميع الفراغات بالإضاءة الطبيعية. حيث استخدم المصمم فراغات وسيطة بين المناخ الخارجي والداخلي عند نقاط الالتقاء بالسطح، ففراغ ال **Solarium** يستقبل الـداخل مـن المدخل الرئيسي ومن الفناء الرئيسي المتصل بفراغ المعيشة، ومحور الحركة المتصـل بالمغسـلة يستقبل الداخل من الجراج.

والانتقاد لهذا النموذج يتركز في أن الهدف الرئيسي هو الوصول إلى أقصى اسـتغلال لمسـطح الأرض، فقد كان من الممكن تجميع الأفنية المتعددة في فناء واحد رئيسي أو اثنين على الأكثـر، وذلك لتحقيق هدف آخر أهم هو تقليل مسطح الاتصال بين المبنى والجو الخارجي وزيادة نسبة ال ٨٠٪ التي تغطي فيها التربة من مجموع الحوائط الخارجية، مما يحسن الأداء الحراري للبناء.

شكل (١-٢٦): لقطات مختلفة توضح رحابة المسكن من الداخل، وعلاقته بسطح الأرض من الخارج.
عالم البناء ٤٥، مايو ١٩٨٤، ص١٣

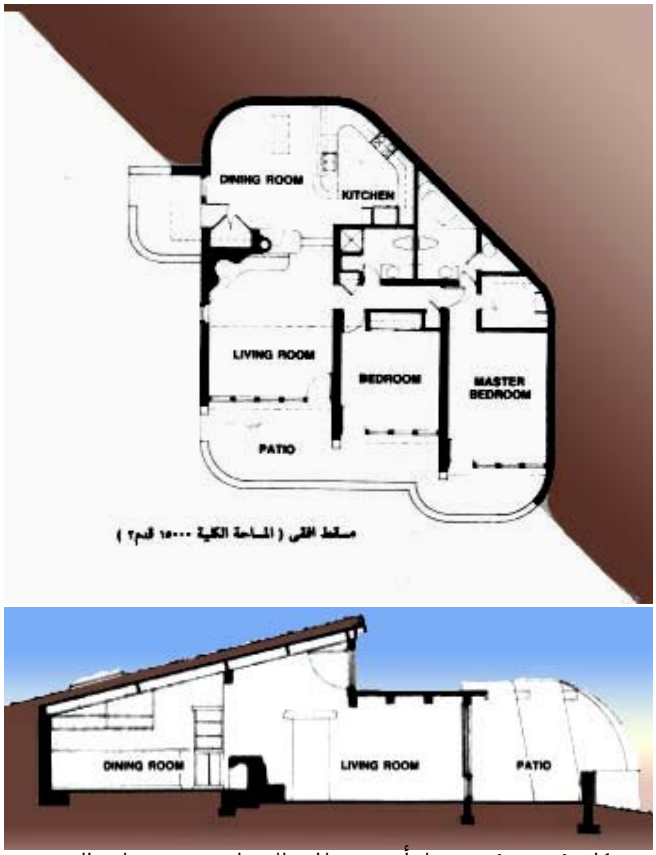
* مسكن خاص بنيو مكسيكو. المعماري: David Wight.

من الأمثلة الناجحـة لأسـلوب البنـاء المحمي بالتربة النموذج المحفور داخل الجبل في أحد مدن ولاية نيو مكسـيكو، والذي أطلق عليه "الكهف الشمسي" Sun cave، وهو نموذج جيد للعمارة السـالبة القائمة على أساس الاكتسـاب السـالب للطاقة. شكل (١-٢٧).

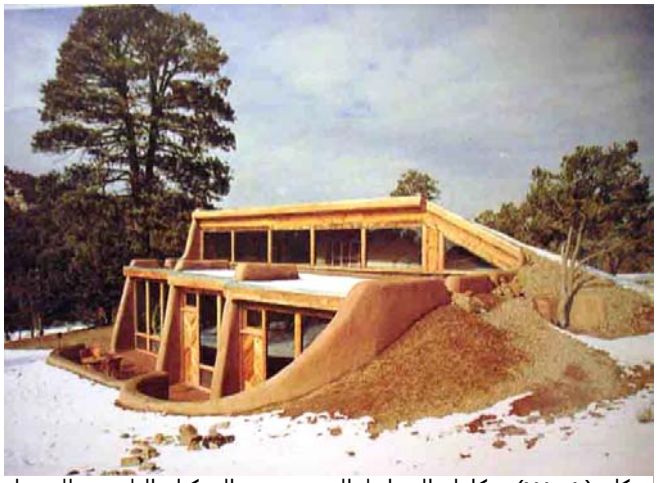
وقد أثرت عدة محددات بالموقع علـى تصميم المبنى، أهمها الانحدار الملحوظ بأرض الموقع، إلى جانب الرغبة فـي تحقيق قدراً كبيـراً مـن الخصوصـية وحجب الرؤية مـن الطريـق العـام، وتحقيق نسبة عالية مـن التكامـل مـع الطبيعة مع الحد من فقد الحرارة.

وقد نجح المعماري بدرجة عاليـة فـي تحقيق التكامل المنشـود بـين البنـاء والطبيعة المحيطـة بالتصـميم الجيـد المضغوط والتوجيـه الملائـم لغـرف البناء، ساعد ذلك على عمليـة تشـكيل المبنى من الطين وحماية حـوالي ٦٠٪ من مساحة السقف بالتربة بسمك حوالي ١٥سم، إلى جانب حماية حـوالي ٥٠٪ من مساحة الحوائط الخارجية. وسـاعد استخدام مادة الطين بلونها الطبيعي على تجانس المبنى مع الجبل المحيط، إلـى جانب استخدام الحوائط المنحنيـة فـي تشكيل مرن كانعكاس للتشكيل الطبيعي بالموقع. شكل (١-٢٨).

يتميز هذا التصـميم بالسـقف المائـل المغطى بالتربة والمقام على مسـتويين لتوفير إضاءة وتهوية علوية من الجنوب للفراغات الخلفية (الطعـام والمطـبخ)، شكل (١-٢٩)، بالتكامل مع الإضـاءة الطبيعية الموجودة بها من الواجهة الغربية، أما التوجيه الرئيسي لفراغات المعيشـة والنـوم إلـى الجنوب مما يساعد على أكبر اكتساب حراري للطاقة الشمسية.



شكل (١-٢٧): مسقط أفقي وقطاع للمنزل يمر بمسطح المعيشـة والطعام (المساحة الكلية حوالي ١٤٠٠ م٢).
عالم البناء ٤٥، مايو ١٩٨٤، ص١٥، ١٦.



شكل (١-٢٨): تكامل الحوائط المنحنية مع التشكيل الطبيعي للجبـل المحيط بالمسكن.Sunset,1982,Solar Heating and Cooling,P.50

وتوفر أشعة الشمس ٨٦٪ من كمية التدفئة المطلوبة سنوياً، بحيث لا يحتاج مستخدموا البناء لكميات كبيرة إضافية من الطاقة للحفاظ على درجة حرارة المنزل ما بين ١٨ - ٢٤°م على مـدار العـام. حيث يمكن الحفاظ على ثبات نسبي للحرارة داخل المنزل لعدة أيام متتالية في الوقت الذي قد تصل فيه درجة الحرارة بالخارج إلى حوالي -٢٦°م.

تساعد الحوائط المبنية من الطين على بـث الإشـعاع الحـراري بالتوصيل، حيث تكتسب بعـض الحـرارة صـباحاً مـن الجهـة الشرقية والجنوب الشرقي وطوال اليوم حتـى الغـروب تكتسـب الحرارة من الحـوائط الغربيـة والجنوب الغربي، وتساعد مـدفأة بسيطة في فراغ المعيشـة علـى الوصول بالمناخ الداخلي لحـدود الراحة الحرارية المطلوبة.

شكل (١-٢٩): فتحات الإضاءة العلوية الخلفية (سن المنشار)، تعمـل على توصيل ضوء الشمس الطبيعي إلى العمق داخل الفراغات الخلفيـة، كعامل مساعد مع الإضاءة المباشرة الخاصة بها.
عالم البناء ٤٥، مايو ١٩٨٤، ص١٥.

١-٣-٢-٢ تجمعات سكنية.

* **تجمع سكني للرهبان**: الجزيرة المقدسة، اسكوتلاندا، المعماري: **Andrew Wright& Consultants**

شكل (١-٣٠): صورة جوية للجزيرة المقام عليهـا المشـروع بمبـدأ الاكتفاء الذاتي والحفاظ على الطاقة.
http://www.battlemccarthy.com/projects/cultural/holy_c.html

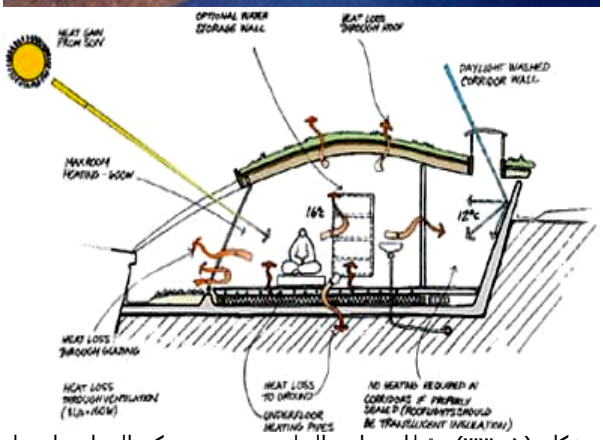
تم تقسيم التجمـع إلـى مبنيـين منفصلين أحدهما للنساك والآخر للراهبات، وقد تم توجيه التجمـع ككل نحو الجنوب فـي محاولـة للحصول على أعلى قدر ممكـن من الاكتساب الحراري.

وقـد حـاول فريـق التصـميم المعمـاري فـي هـذا التجمـع الوصول إلى أكبر قدر ممكن من التعايش السلمي بـين الإنسـان والطبيعة من حوله في تجـانس تام، حيث تم تصميم التجمع فـي محاولة للوصول إلى درجة عالية من الاكتفاء الذاتي فـي معظـم النواحي من ماء وطعام وطاقـة وصرف صحي. حيـث يوجـد أسفل الأجزاء السكنية تراسـات مدرجة تستغل في زراعة القمح. يتم تجميع المياه بشكل طبيعي من مياه الأمطار أو المياه الجوفيـة، ويتم توزيعها عبر الجزيرة كلهـا بخاصية الجاذبيـة. والصـرف الصحي كذلك يتم تصريفه فـي آبار عميقة غائرة في التربـة، بفعـل الجاذبيـة الأرضـية. الأشكال مـن: (١-٣٠) إلـى (١-٣٤).

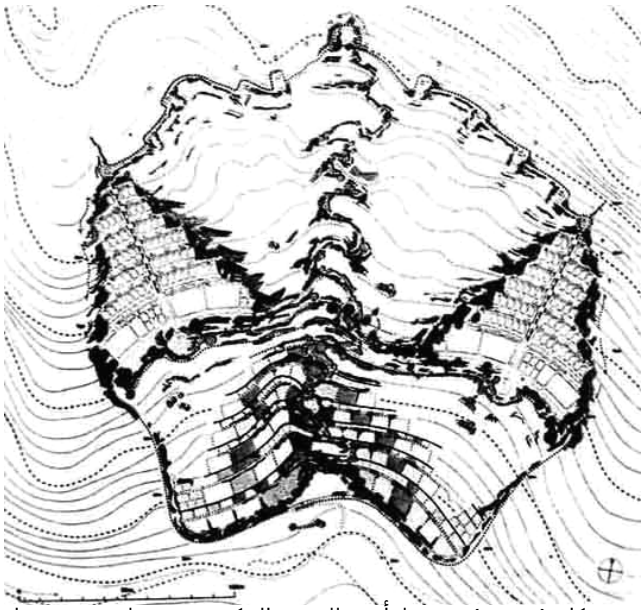
شكل (١-٣١): الملكية الخاص بالمشروع الذي تم تقديمه، حيث حصـل المشروع على الجائزة الكبرى، Royal Academy, Bovis (Grand Prize), 1994.

Herzog, Tomas, 1998, P.159.

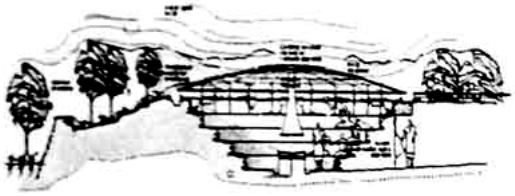
تم حفر التجمع ككل داخل التربـة وصـمم بحيث يستهلك أقل قدر ممكن مـن الطاقـة، وحتى الوقت الحـالي تظهـر الإحصـاءات والأرقام إن التجمع قد استهلك فقط ٣٢٪ من المباني العادية التي أقيمـت فـي المواقـع المجاورة. والباقي يتم الحصول عليـه مـن طاقة الرياح المتولدة التي تهب على الجزيرة.

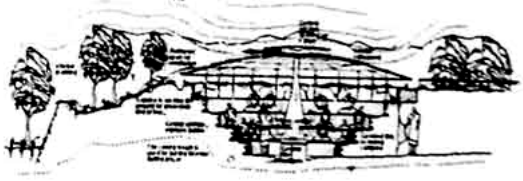


شكل (١-٣٣): قطاع مار بالخلية يوضح حركة الهواء داخـل الوحدة وأسلوب تجميع الإشعاع الشمسي.
http://www.battlemccarthy.com/projects/cultural/holy



شكل (١-٣٢): مسقط أفقي للتجمع السكني وفيه يظهـر فصـل سكن الرهبان عن الراهبات، وبالأسفل مناطق زراعة القمح، أمـا أماكن حظائر "اللاما" بأعلى الجزيرة.
Jones, Liovd D., 1998, P. 239.





شكل (١-٣٤): قطاعات رأسية للمشروع ككل توضـح علاقـة الوحدات ببعضها، وعلاقتهـا مـع التربـة المحيطـة بـالحوائط والأسقف. Herzog, Tomas, 1998, P.159.

* **تجمع سكني:** دايتكون Switzerland. المعماريان Jencks/ Keswick.

عُهِدَ إلى المعماري Jencks وزوجته Keswick بتخطيط تجمع سكني لموظفي بلدية بسويسـرا، وقـد تفاجأ الاثنان أن الموقع المقرر البناء عليه عبارة عن سلسلة من التلال الصغيرة الموجـودة وسـط بحيرات قديمة تكونت بفعل تجميع مياه الأمطار على مر الأعوام، ومندمجة وسط الـتلال بطـول إجمالي حوالي ١٢٠ متراً بشكل ثـُعباني عشوائي.

قرر الزوجان إبقاء الوضع على ما هو عليه واحترام الطبيعة الخلابة، واستعانا ببعض البناءين ذوي الخبرة والحـدادين المتخصصـين فـي الأغراض المعمارية لإنجاز تلك المهمة. ومن مميزات فريق العمـل أن التصـميم والتنفيذ كانا بأسـلوب أقـرب للطبيعـة الأصلية، بتلقائية وبدون تكلف.

شكل (١-٣٥): الشكل النهـائي للتجمـع السـكني، ويظهر فيه براعة المصمم في دمج المباني مع البيئـة المحيطة والحصول على أعلى قدر من توفير الطاقة.
Wines, James, 2000. P. 96-97.

وقد أصبح شكل التجمع النهائي مبهراً، حيث يضرب أروع مثال على اندماج المبنى مع الطبيعـة. بالإضافة إلى توفير الطاقة الذي يحققه التجمع السكني، والذي كان الهدف الرئيسي وعلـى قائمـة الأولويات التي يجب أن يحققها المشروع.

ضرب هذا المشروع أروع مثال على ما يمكن إنجازه بأقل تكلفة ممكنة وأقصى استغلال للمـوارد الطبيعية المتاحة بالموقع، وأعلى قدر من الابتكارية لتصميم المواقع. شكل (١-٣٥).

❋ **<u>تجمع سكني على الطريق السريع: Minneapolis - Seward.</u>**

إن طبقة صغيرة مـن التربـة التي تغطـي المبـاني كافيـة لحمايته من الإزعاج الناتج عن الضوضاء الآتية من الخـارج. ويمكن الحصول علـى أكبـر استفادة من هذه الميـزة فـي المبـاني المجـاورة للطـرق السريعة والمطـارات. حيـث تعتبر الفتحـات العلويـة فـي المبـاني هـي التـي تنقـل الضوضاء إلى الـداخل وكلمـا قلت تلك الفتحات والاتصال مع السطح، كلما قلت نسبة الضوضاء المتسربة داخل البناء.

شكل (١-٣٦): مجمع **Seward** السكني تحـت الأرض بمدينـة **Minneapolis**، يستغل الغطاء الأرضي للتربة للحماية من الضوضاء المنبعثة من الطرق السريعة.
Carmody J., 1993, P. 30.

وقد أقيم مجمع **Seward** السكني تحت الأرض بالكامل بمدينة **Minneapolis**، حيث أنه يقع على طريق سريع مفتوح. ويستخدم الغطاء الأرضي للتربة للحماية من الضوضاء المنبعثة من المركبات المارة بجواره على الطريق السريع. شكل (١-٣٦).

١-٤ التجربة المصرية في مجال البناء المحمي بالتربة (دراسة للوضع الحالي).

اقتصرت العمارة المحاطة بالتربة في مصر على **النماذج الفرعونية** والتي أدركـت المميـزات المناخية لهذا الأسلوب من البناء، لكن الاستخدام لم يكن للسكن أو للعمل وإنما كانت فـي المقـابر والمعابد، ذلك لان المصري القديم كان مقتنعاً أن الحياة الأساسية التي سوف يحياها هي التي تلـي البعث لذلك قرر الحفاظ على ممتلكاته وجسده بصورة وصلت إلى تقديس هذا المكان، وقـد كـان أسلوب البناء في باطن الأرض هو الأنسب لتلك المهمة.

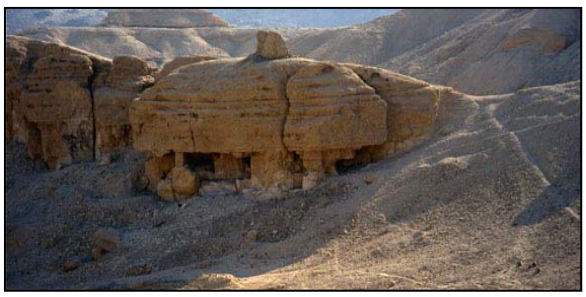
فمنها على سبيل المثال مقابر بنى حسن بالمنيا، ووادي الملوك والملكات بالأقصر وغيرها مـن الأماكن الكثيرة والمنتشرة في مصر، إلا أنها لم تتمتع بالقدر الكافي من التهوية والإنارة، حيث أنها لم تكن للسكن لذا تميزت في معظمها بالغموض والجو الروحي المسيطر على المكان، كما سـاعد على ذلك ضعف الإضاءة أو زيادة الارتفاع في بعض الأماكن.

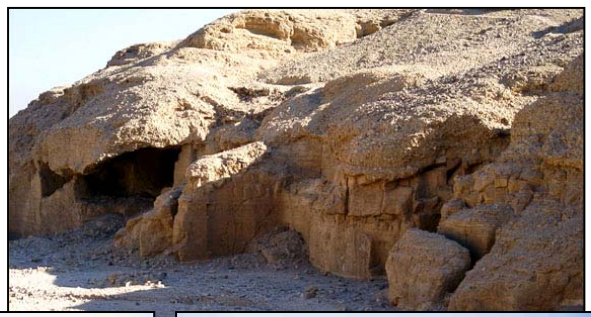
ولم يشذ عن تلك القاعدة إلا بعض الحالات ولأغراض وظيفية، كما في مقبرة رمسيس التاسـع حيث يتخلل المقبرة شعاع من الضوء يصل إلى حجرة الدفن على شكل مستطيل مضئ. كما نلاحظ المعابد في أبو سمبل والدير البحري وقد تميزت بقدر أكبر من التهوية والإنارة الطبيعية عن طريق اتساع المدخل، وتدرج الفراغات في المساحة والارتفاع، طبقاً لتدرج مستويات وحجم المستخدمين.

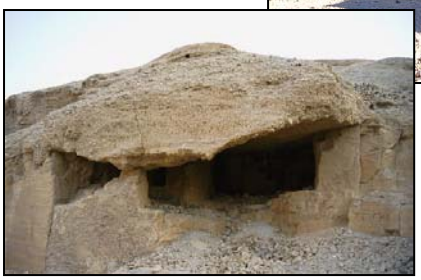
إلا أن العمـ ـ ـارة المحاطة بالتربة لم تحظ بالانتشار فـي مصـر حالياً، نظراً لارتباطهـا ذهنياً بفكـرة المـوت. سوى بعـض المنـاطق التـي أجبـرتهم قسـوة المناخ اللجوء إلى باطن الأرض، مثـل **واحـة سيوة**، شكل (١-٣٧).

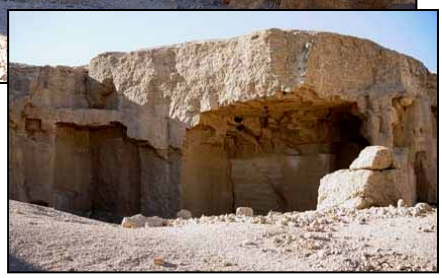
شكل (١-٣٧): وحدات محاطة بالتربة بواحة سيوة، وقد اسـتخدم السـكان المقـابر القديمة كوحدات سكنية هرباً من الطقس الشديد الحرارة بالصحراء المصرية.
http://lexicorient.com/egypt/siwa05.htm

وأقيمت **مدينة القرنة** القديمة على المقابر الفرعونية فوق التلال المحيطة بوادي الملوك بالبر الغربي للنيل بالأقصر والتي تعتبر أوضح مثال على العمارة التلقائية في مصر، حيث طور السكان في تصميم المقابر بما يتلائم مع احتياجاتهم الطبيعية لتهيئة المكان للسكنى، إلا أن بعضها تلاشى نظـراً للرغبـة فـي التمتـع بالخدمات الحديثة والتي افتقدوها بمنازلهم القديمة، شكل (١-٣٨، ٣٩).

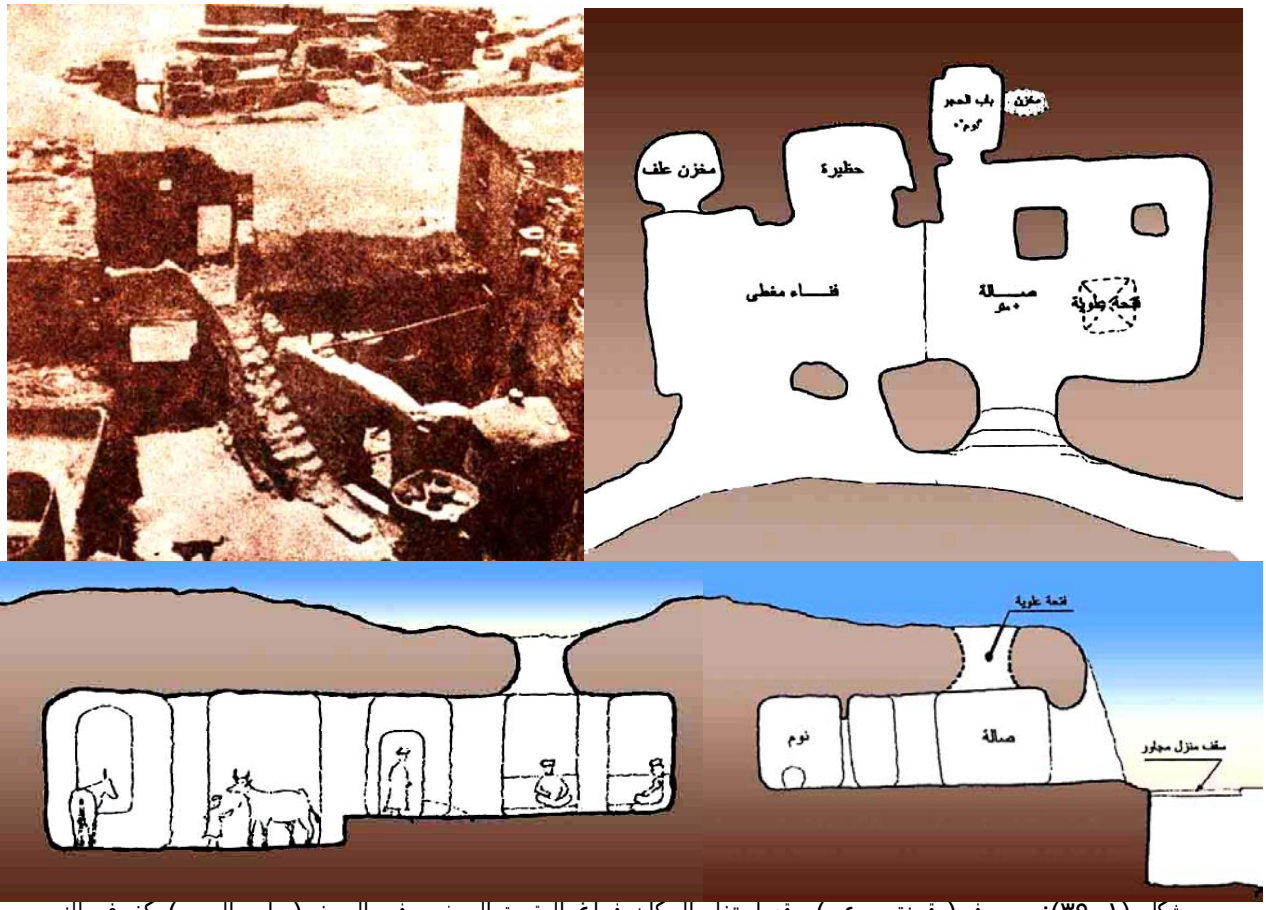






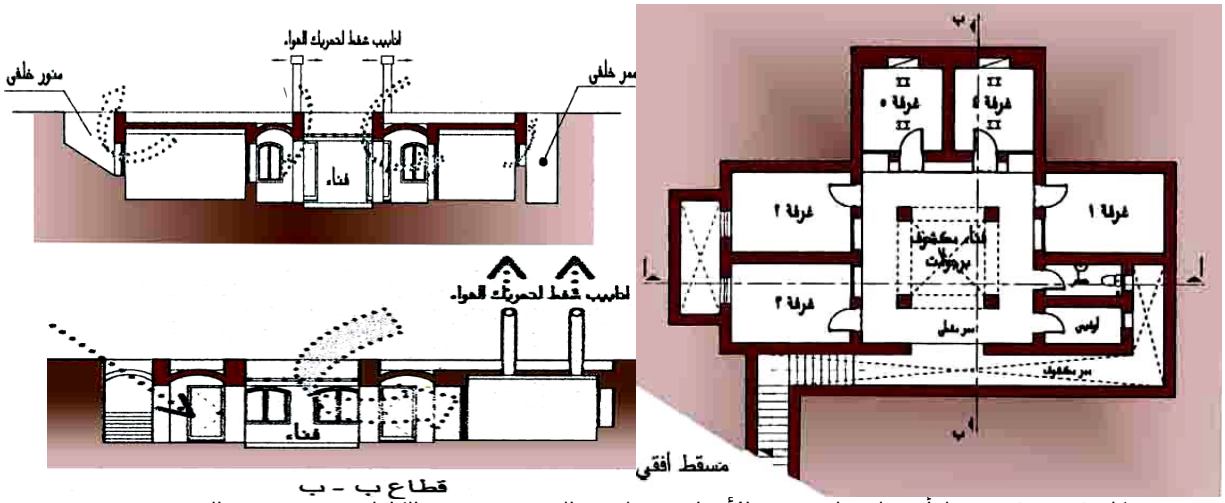


شكل (١-٣٨): مدينـة القرنـة القديمة، وقـد رفـض سـكانها إخلائها إلا بالقوة. حيث تمتعـوا بالمميزات المناخية الهائلة للمباني المحفورة.
http://www.waseda.jp/prj-egypt/sites/Qurna/



شكل (١-٣٩): بيت في(قرنة مرعى) وقد استغل السكان فراغ المقبرة المحفور في الصخر(باب الحجر) كغرف للنوم، والفناء الخارجي تحيط به الغرف الأخرى.

فتحي، حسن، عمارة الفقراء، ص٣٣٢ & الطوانسي، علي، ٢٠٠٢، ص١٣٩.



شكل (١-٤٠): مسقط أفقي لمدخل هضبة الأهرام من طريق الفيوم، محفورة بالكامل تحت منسوب الصفر، وقد غطى سقفها بالتربة، وتستخدم حتى الآن في الأغراض السياحية.

الطوانسي، علي، ٢٠٠٢، ص١٤٤

بينما تندر النماذج الحديثة لعمارة باطن الأرض في مصر التي تعتمد على الوسائل الطبيعية للإنارة والتهوية سوى بعض المحاولات المتفرقة نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

- مبني **بوابة مدخل منطقة الأهرامات** من طريق الفيوم، شكل (١-٤٠)، ويتوسط المبنى فناء تفتح عليه مجموعة من الغرف الإدارية، بالإضافة إلى دورة مياه وبوفيه صغير.

• **مبني سكن العـاملين** لشـركة (جابكو للبترول) حيث صمم بالكامل تحت الأرض في محاولـة للتغلـب على الظروف المناخية القاسية. (لـم تتمكن الباحثة من الحصول على تصميم للمبنى).

• **مبني مكتبة الإسكندرية**، حيث شيد جزء منه أسفل مستوى الأرض وجزء آخر علوي، لكن الغرض منه كان تصميمياً وجمالياً أكثر منه تأقلماً مع المناخ، شكل (١-٤١).

غير أن التجارب المذكورة لـيس لهـا علاقة بالإسكان موضـوع البحـث إلا أننـا نتعرض لها في سياق التجربة المصرية لندرة استخدام هذا الأسلوب من العمـارة بصـفة عامة، وتغلب النواحي الوظيفية على معظـم تلك المحاولات رغم تفرقها، إلا أن الحاجـة إلـى التوسـع العمرانـي فـي المنـاطق الصحراوية، دفـع الـبعض إلـى اسـتخدام الوسائل المعمارية التقليديـة فـي الإنـارة والتهوية، إلا أنها تحتاج إلـى المزيـد مـن الدراسة والتطوير.

شكل (١-٤١): الزائر لمكتبة الإسكندرية لا يشعر بوجوده تحت الأرض، ولا توجد عوامل نفسية سلبية تصاحب الهبوط لأسـفل، بفضل التصميم المفتوح والتمتع بالإضاءة الطبيعية العلوية.
http://www.bibalex.org/arabic/gallery/pages/b.htm

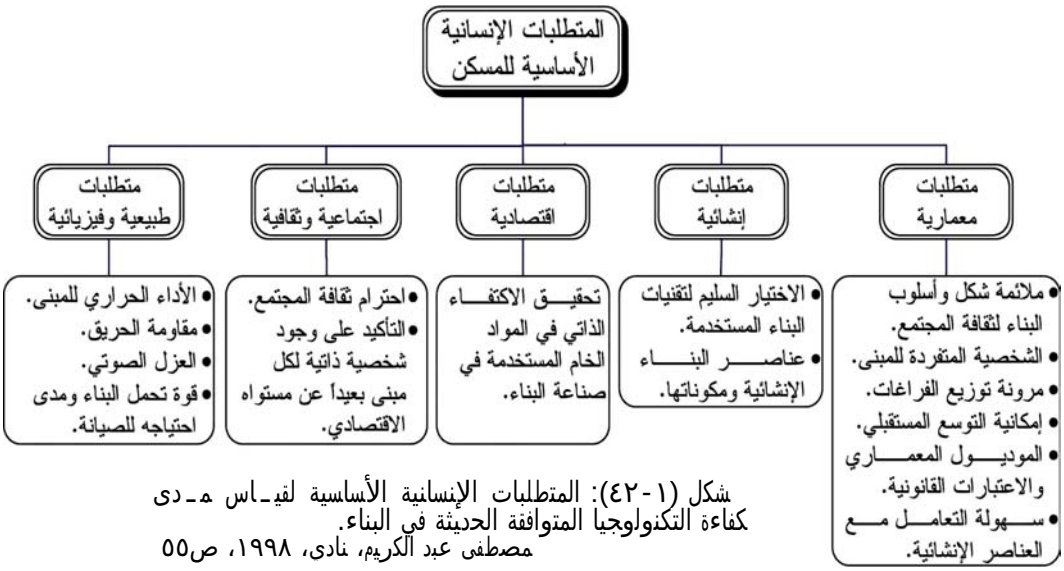
❑ الخلاصة.

تناول هذا الباب دراسة توثيقيـة للبنـاء المحمي بالتربة، من خـلال التعريـف بهـذا الأسلوب والإجابة على عدة أسئلة هامة. ثم ناقش الباب العديد من التصنيفات الخاصة بهذا الأسلوب مـن البناء، والاستفادة من تلك التصنيفات في البيئة الحضرية القائمة.

ثم تناول الباب خلفية تاريخية لهذا النمط من العمارة من خلال نماذج واستعمالات متعـددة، وفـي أجواء وأقاليم مختلفة بيئياً ومناخياً، كما يعرض الباب للعديد من النماذج المعاصرة عالمياً، بالإضافة إلـى الاستفادة من التجربة المصرية الحالية في هذا المجال، **ويمكن أن نستخلص من هذا الباب أن**:

- العمارة المحمية بالتربة ليست نمطاً مستحدثاً أو منقرضاً، بل هي نمط قائم بالفعل حتى الآن.
- تتلاءم العمارة المحمية بالتربة مع العديد من الظروف البيئية والمناخيـة القاسـية والمتناقضـة أحياناً، حيث تعددت الأمثلة في الأقاليم شديدة البرودة، والأقاليم شديدة الحرارة.
- استخدامات العمارة المحمية بالتربة تزداد يوماً بعد يوم، مع ظهور أنشطة واستعمالات جديدة لم تكن موجودة من قبل.
- ثبات الفكر التصميمي في النماذج القديمة والحديثة خاصة فيما يتعلق بالمعالجات البيئية السـالبة للإضاءة والتهوية، مع تطور في التقنيات والمواد، خاصة في الاستعمالات السكنية.

- من التجارب السابقة يمكن استنتاج أن الصحراء المصرية المعروفة بمناخها القـاري لا تلائـم النماذج الخرسانية الصماء في البناء والأسلوب المتناثر في التخطيط، الأمر الذي يتطلـب منـا البحث عن أسلوب آخر للبناء يكون أكثر ملائمة مع تلك البيئة وأكثر تكيفاً مع مناخها، وهو الذي يناقشه البحث من إمكانية تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة في الصحارى المصـرية، حيـث أثبت فعاليته المناخية والبيئية في مناطق أخرى على مستوى العالم.
- لتقييم أي نموذج قائم في الصحارى المصرية أو أي نموذج آخر مثل أسـلوب البنـاء المحمـى بالتربة يجب أن يوفى البناء بعدة متطلبات أساسية، كما هو موضح بالشكل رقم (١-٤٢).



شكل (١-٤٢): المتطلبات الإنسانية الأساسية لقيـاس مـدى كفاءة التكنولوجيا المتوافقة الحديثة في البناء.
مصطفى عبد الكريم، نادى، ١٩٩٨، ص٥٥

يناقش الباب الثاني في هذا البحث مدى استيفاء البناء المحمى بالتربة لكلٍ من المتطلبات السابقة، وإن كان بالطبع له محددات تطبيقية شأنه في ذلك شأن أي أسلوب جديد متبع في عـالم البنـاء؛ إلا أن مميزاته التي أثبتها بعد تطبيقه في كثير من دول العالم تحثنا على تجربته فـي مصـر وخاصـة فـي الصحراء المصرية المتميزة بمناخها القاري.

بدلاً من أساليب البناء التقليدية التي تعتبر دخيلة على مجتمعاتنا، حيث أنها لا تلائـم المحـددات الوظيفية للعمارة في الصحراء من حيث الأداء الحراري للبناء، والذي يعتبر أهم محدد يجب على أساسه اختيار أسلوب ومواد البناء في الصحارى المصرية.

محتويات الباب الأول:

١- الباب الأول: الإطار النظري لأسلوب البناء المحمي بالتربة. ١

١-١ تعريف بالبناء المحمي بالتربة. ١

١-٢ تصنيف البناء المحمي بالتربة. ٣

١-٢-١ التقسيم الوظيفي. ٣

١-٢-٢ التقسيم حسب التشكيل الهندسي. ٤

١-٢-٢-١ التصنيف في المناطق المفتوحة. ٤

١-٢-٢-٢ تصنيف البناء المحمي بالتربة في البيئة الحضرية القائمة. ١٠

١-٣ البناء المحمي بالتربة قديماً وحديثاً. ١٢

١-٣-١ نماذج تاريخية. ١٢

١-٣-٢ نماذج حديثة. ١٨

١-٣-٢-١ مساكن خاصة. ١٨

١-٣-٢-٢ تجمعات سكنية. ٢١

١-٤ التجربة المصرية في مجال البناء المحمي بالتربة (دراسة للوضع الحالي). ٢٤

٢- الباب الثاني: إمكانات ومحددات البناء المحمي بالتربة.

يهدف هذا الباب إلى دراسة وتحليل كلاً من الإمكانات والمحددات التي يقدمها أسلوب البناء المحمي بالتربة، والمحددات المرتبطة به مع مختلف الظروف المحيطة. ويتم ذلك بعد دراسة التصنيفات الأخرى من مختلف وجهات النظر، حيث أن الجوانب التي يتم على أساسها المقارنة بين الإمكانات والمحددات تنقسم إلى عدة تصنيفات مختلفة رئيسة، يندرج تحتها العديد من التصنيفات الفرعية. نذكر هنا على سبيل المثال تصنيفان رئيسان، فقد قسم **Golany** (Golany G., 1983, P. 47) الإمكانات والمحددات المرتبطة بالبناء المحمي بالتربة تبعاً لـ:

١. الحماية من التقلبات الجوية (الحماية المناخية).
٢. توفير الطاقة.
٣. تكاليف الإنشاء.
٤. تكاليف الصيانة.
٥. استعمالات الأراضي (استغلال مسطح الأرض).
٦. الجوانب البيئية.
٧. الأمن.
٨. الصحة.

أغفل هذا التقسيم عدة عوامل من المهم دراسة إمكاناتها ومحدداتها مثل اختيار الموقع (الطوبوغرافي والجيولوجي) أو تخطيط الموقع، كما أغفل العوامل التصميمية والجمالية والعوامل النفسية والقوانين التنظيمية، كما أنه لم يوفر تصنيفات رئيسة تضم الموضوعات الهامة الأساسية وأخرى فرعية.

أما **Sterling** (Carmody, J., Sterling, R. 1993. P. 26) تفادى تلك النقاط وقسم الموضوعات الرئيسة حسب:

١- الموضوعات المباشرة الملموسة للفرد. ٢- جوانب اقتصادية. ٣- موضوعات تهم المجتمع.

هذا التقسيم أيضاً له العديد من الانتقادات، نذكر منها التداخلات الواضحة عند إجراء مقارنات بين الإمكانات والمحددات، من حيث وجود عدة عوامل في الموضوعات المباشرة التي تهم الفرد قد تهم المجتمع وتؤثر فيه بشكل واضح مثل: اختيار موقع البناء فهو كما يهم الفرد يعتبر أيضاً من الجوانب التي يجب دراستها على المستوى القومي، ومثلها الجوانب الاقتصادية أو التصميمية والجمالية للبناء أو لتخطيط الموقع، كما أنه أغفل أيضاً بعض الجوانب مثل: القوانين التنظيمية أو العوامل النفسية أو الفسيولوجية.

وعليه، يتناول البحث في هذا الباب تحليل كلاً من الإمكانات والمحددات المتوقعة لهذا النوع من البناء المحمي بالتربة بشيء من التفصيل، بعد تقسيم الجوانب- التي يتم المقارنة بين الإمكانات والمحددات المرتبطة بها- من قِبَل الباحثة، جدول (٢-١).

جدول (٢-١): التقسيمات الرئيسية والفرعية لتقييم المباني المحمية بالتربة. (من إعداد الباحثة)

<table dir="rtl">
<tr><td colspan="5">١-تأثير وضعية المباني تحت الأرض:</td><td colspan="6">٢- الموقـــع</td></tr>
<tr><td rowspan="2">المناخ</td><td colspan="2" rowspan="2">الحماية من الكوارث</td><td rowspan="2">الأمن</td><td colspan="4">الطوبوغرافي</td><td rowspan="2">الجيولوجي</td><td rowspan="2">تخطيط الموقع</td></tr>
<tr><td>المستوية</td><td>المائلة</td><td>المفتوحة</td><td>المنغلقة</td></tr>
<tr><td colspan="5">٣- جوانب تصميمية وجمالية</td><td colspan="6">٤- جوانب اقتصادية</td></tr>
<tr><td colspan="2">البيئة الخارجية</td><td colspan="3">البيئة الداخلية</td><td colspan="3">التكاليف المبدئية للإنشاء</td><td colspan="3">تكاليف التشغيل على المدى البعيد</td></tr>
<tr><td colspan="5">٥-جوانب خاصة بالقوانين التنظيمية.</td><td colspan="6">٦- جوانب نفسية وفسيولوجية</td></tr>
</table>

ويتناول البحث فيما يلي كلاً من تلك الجوانب بالتقييم بشئ من التحليل الموضوعي، وبنظرة عادلة. يمكن على أساسها تكوين صورة شاملة عن الإمكانات والمحددات التي يقدمها البناء المحمي بالتربة في الظروف المختلفة.

٢-١ تأثير وضعية المباني تحت الأرض.

لا يعتبر أداء البناء المحمي بالتربة مماثلاً للمباني العادية في معظم الجوانب المختلفة، وذلك نظراً لطبيعة وضعية تلك المباني تحت الأرض أو إحاطتها بشكل مكثف بالتربة، ويركز البحث في هذا الجزء على تأثير تلك الوضعية على المناخ الداخلي للمبنى، وعلى الحماية من الكوارث المختلفة والأمن سواء بالسلب أو بالإيجاب. ودراسة المحددات والإمكانات المرتبطة بالجوانب السابقة.

٢-١-١ الإمكانات والمحددات بالنسبة للعوامل المناخ.

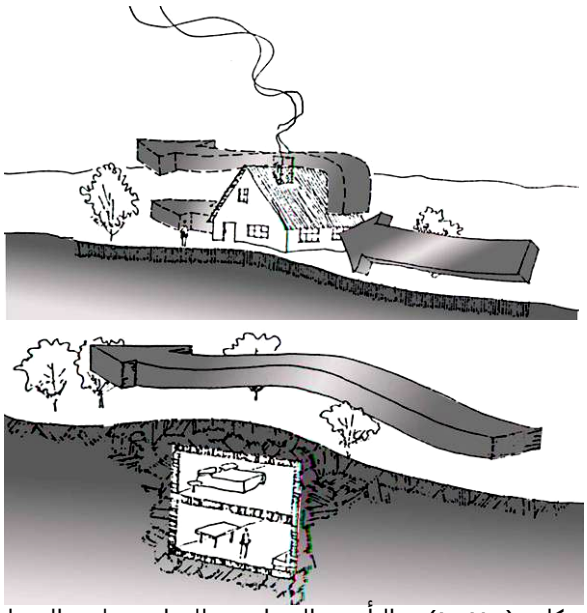
ويتم في هذا الجزء دراسة تأثير وضعية البناء المحمي بالتربة على المناخ الداخلي للمبنى من حيث: **العزل الحراري** وتأثيره، بالإضافة إلى أداء البناء المحمي بالتربة في حالات **قسوة الطقس**.

٢-١-١-١ العزل الحراري.

إن الخصائص الطبيعية للتربة هي التي تمد المباني المحمية بمزايا العزل المتعددة، لكن على الرغم من ذلك فإن هذا العزل المناخي له بعض العيوب، ونذكر فيما يلي بعضاً منها:

أولاً: الإمكانات:

إن درجة الحرارة داخل التربة في معظم أنحاء العالم وحتى عمق أقل من ٥٠٠ م، تعتبر ثابتة نسبياً، بالمقارنة بدرجات الحرارة المتطرفة على سطح الأرض، (Carmody J.& Sterling, R. 1993. P. 72)، وتتحقق أفضل استفادة من المميزات الحرارية للتربة عندما يصل سمكها فوق طبقة البناء إلى حوالي ٧,٥-٩ م (أبو قرين، عنتر، ١٩٩٩، ص٤)، وذلك ينتج عن الاستجابة البطيئة للتربة في استقبال الارتفاع والانخفاض الحاد في درجات الحرارة السطحية، مما يساهم بقدر كبير في حفظ وتخزين الطاقة، مما يزود البناء المحمي بالتربة بالعديد من المميزات: (Carmody J., 1985, P. 67).



شكل (٢-١): التأثير الحراري للرياح على المنزل العادي أكبر بكثير من تأثيره على المبنى المحمي بالتربة.
Golany G., 1983, P. 72.

١- تقليل الفاقد الحراري من أغلفة المباني عن طريق التوصيل، في المناطق الباردة، فغلاف التربة يحمي المبنى من الاتصال المباشر بالرياح، والتي تسبب التسرب الحراري للطاقة من داخل المنزل، شكل (٢-١) يوضح مدى تأثير الاتصال المباشر بالرياح على الفقد الحراري للطاقة الداخلية.

أظهرت دراسات بجامعة مينيسوتا خلال العام الذي ظهرت فيه عواصف ثلجية ١٩٧٨ أن المنازل الأرضية هناك– حتى التي لم يتواجد بداخلها أي مصدر للطاقة– لم تزيد درجة برودتها عن ٥°م، بينما كانت درجة الحرارة بالخارج قد تصل أحياناً إلى –٣٤°م، أجرت الاختبار مؤسسة **DOE** الاتحادية وأظهرت أن الاكتساب السلبي للطاقة الشمسية قد تم على أكمل وجه داخل تلك المنازل في معظم الأيام من الستون يوماً التي أجري خلالها الاختبار، وحتى في أكثر الأيام برودة، كان الدفء بالداخل ملموساً. (Ohio-Magazine, 1981)

٢-تقليل الاكتساب الحراري خلال غلاف المبنى بالإشعاع أو التوصيل بالمناطق الحارة، حيث تعزل التربة الحرارة عن حوائط المبنى (Douglas D., 1985, P.27)، وقلة النوافذ تقلل من الحرارة المكتسبة.

٣-إمكانية التبريد عن طريق الاتصال بكتلة الأرض في بالمناطق الحارة، حيث يعتمد أسلوب التبريد على أساس أن درجة حرارة كتلة الأرض تعد أقل من درجة حرارة فراغ المبنى، وبالتالي عندما تزيد درجة حرارة الفراغ الداخلي تنتقل بالتوصيل للكتلة المحيطة.

(Carmody J., 1983, P. 20, 21).

شكل (٢-٢): يتضح رحابة المنزل من الداخل، ودخول ضوء الشمس بالإضاءة العلوية، ونستنتج درجة الحرارة المعتدلة بداخل المنزل، حيث يمكن التجول بالملابس العادية، بولاية أوهايو.
www.undergroundhomes.com

٤-تقل الطاقة المطلوبة للحصول على مناخ مصغر داخلي معتدل، بنسبة قد تصل من ٥٠-٨٠٪، نظراً لضعف مستوى الفقد والاكتساب الحراري (Golany G., 1983, P. 138)، وكتجربة عملية عن عائلة شيرويدر إن الحديقة الخلفية لهم مليئة بالأشجار التي تمدهم بالأخشاب اللازمة للتدفئة، لكنهم لا يستخدمونها دائماً، يقول شيرويدر: "لا نضطر في الأيام المشمسة طوال اليوم لحرق أي خشب حتى المساء، حتى في الأيام التي تكون فيها درجة الحرارة بالخارج حوالي -١٢°م، فإننا يمكن أن نتجول في المنزل بالملابس العادية بفضل الحوائط المصنوعة من الطوب والمستخدمة في أماكن المعيشة والطعام، فهي تمتص الحرارة نهاراً وتبثها ليلاً في أرجاء المنزل، وهي بذلك تعمل كنظام تخزيني للطاقة الشمسية". قدرت زوجته أنهم قد استخدموا حوالي (**3 Cords**)[1] من الأخشاب لمدة عام منذ انتقالهم لهذا المنزل (Ohio-Magazine, 1981)، شكل (٢-٢).

٥-عند تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة على نطاق واسع، يعمل على تقليل كميات الطاقة المستهلكة على مستوى المدينة، مما يوفرها للاستخدامات الصناعية، ويساهم بالتنمية الاقتصادية.

٦-تقليل المعدل اليومي للتردد الحراري، فيقل الفارق لمعدلات الحرارة للمناخ الداخلي بين الليل والنهار والصيف والشتاء، ويعمل غلاف التربة على زيادة (التخلف الزمني **Time Lag**) الذي تأخذه أشعة الشمس للوصول للبناء، (سليم، د. خالد، ٢٠٠٢، ص١٠٢).

٧-يقل الحمل الحراري للتدفئة والتبريد بفضل السعة الحرارية الكبيرة للتربة، حيث أنها تحتفظ بالبرودة داخلها أثناء الليل، وتمتص الحرارة من داخل المبنى نهاراً. وفي الأعماق الكبيرة تساهم التربة في إيجاد مناخ داخلي معتدل في الشتاء القارص والصيف شديد الحرارة وذلك لقدرتها على الاحتفاظ بالحرارة الداخلية ثابتة نسبياً، (Moore F., 1993).

---

[1] الكورد =١٢٨ قدم٣ من الحطب

ثانياً: المحددات:

على الرغم من جميع المميزات الحرارية للبناء المحمي بالتربة إلا أنه لا يستطيع الوفاء بجميع الاحتياجات الحرارية الطبيعية التي يقدمها البناء التقليدي حيث أنه:

١- إذا كان البناء تحت الأرض به عدد كبير من المستخدمين فإن ذلك يؤدي إلى نقص معدل التهوية كالأماكن العامة مثل: السينما والمسارح أو المراكز التجارية والإدارية أو قاعات المحاضرات، كما أن قلة التهوية تلعب دوراً كبيراً في عدم وجود توازن حراري داخل المكان، حيث لا تمتص الجدران الباردة سوى قدر ضئيل من الحرارة الداخلية بالمكان عن طريق الهواء الملامس لها ويبقى الهواء الداخلي في منتصف البناء حاراً ويفتقد إلى التهوية (Carmody J., 1993, P.38)، مما يتطلب أساليب التكييف الصناعية للتدخل وضبط حدود الراحة الداخلية، أو باستخدام التهوية السالبة العلوية من السقف عن طريق عمل ملاقف لسحب الهواء الراكد من الفراغ، لكن تلك الطريقة لا تصلح في جميع أنواع البناء إلى جانب أنها لا توفي بالتهوية الكاملة المطلوبة، مما يتطلب أحياناً اللجوء إلى الوسائل الميكانيكية للتدفئة والتبريد والتي تعتبر غير اقتصادية بالمرة.

٢- أما في الطقس الدافئ الرطب، فإن تلك النوعية من البناء تحت الأرض لا تكاد تناسب تلك الأجواء، نظراً لنقص معدل التهوية، مما يؤدي لارتفاع درجة الرطوبة داخل البناء والتكثيف الذي ينتج بسبب أن درجة حرارة الأرض المحيطة تكون أكثر برودة من الهواء داخل المبنى، ويزداد هذا التأثير في فصل الصيف نظراً لارتفاع درجة الحرارة داخل فراغات المبنى.

٢-١-١-٢ قسوة الطقس:

أولاً: الإمكانات:

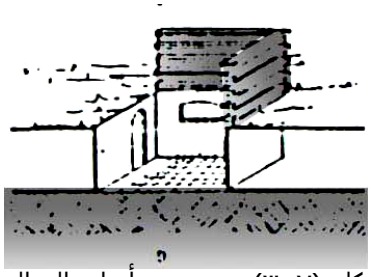
تعتبر الفراغات تحت الأرض معزولة طبيعياً عن ظروف الطقس القاسية، كالأعاصير والزوابع والعواصف الرعدية والسيول الشديدة، إلى جانب الحماية من الغمر بمياه الفيضانات، (Moreland F., 1981) إلا أن ذلك يتطلب تأمين نقاط الضعف والاتصال بالسطح العلوي كفتحات المداخل والإضاءة والتهوية.

وكما يقول أوهانيون مؤسس (الاتحاد الأمريكي للمنازل المحمية بالتربة) بكولومبي: "إن الحياة تحت الأرض تساعد على الحماية ضد الكوارث الطبيعية كالأعاصير والعواصف الثلجية، إلى جانب الكوارث من صنع الإنسان مثل نقص إمدادات البترول، فإذا حدثت كارثة ما نتج عنها نقص في مصادر الطاقة؛ فإنك تستطيع التواجد في منزل أرضي مرتدياً ملابس عادية " .....على حد تعبيره.(Ohio Magazine, 1981)

ثانياً: المحددات:

إذا لم يتم التأمين الصحيح للمداخل وفتحات التهوية، فإن جميع المميزات في هذا المجال قد تعتبر عيوباً قاتلة، من حيث الغمر بمياه الفيضانات أو انتشار الحرائق للمناطق المجاورة أو الغرق نتيجة السيول الشديدة أو الفيضانات إذا لم يتم اختيار الموقع بشكل صحيح، ولتحاشي مثل تلك الظروف يجب تأمين نقاط الاتصال بالسطح العلوي وجميع الفتحات– حيث أنها تمثل نقاطاً للضعف – بشكل مكثف للغاية.

كما يمكن لهذه المباني أن تتعرض للدفن نتيجة الأعاصير والزوابع والعواصف الرملية، خاصة في المناطق الصحراوية، حيث أن التغير المتكرر والحاد في درجات حرارة الهواء الملامس للغطاء الأرضي، يجعل جزيئات التربة المتطايرة على سطح الأرض، أكثر غزارة نتيجة الحركة المستمرة والقاسية للرياح (Golany G., 1983, P. 207).



شكل (٢-٣): نوع من أنواع المعالجة التصميمية لتجنب العواصف الرملية.
Golany G., 1983, P.121.

وعلى الرغم من ذلك يمكن التغلب على تلك المشكلة ببعض الحلول الطبيعية والتصميمية البسيطة، من استخدام التشجير بمصدات الرياح أو اللجوء إلى بعض المعالجات التصميمية المختلفة والتي تحد من دخول الرياح المحملة بالأتربة داخل المنزل، أشكال (٢-٣)، كما أن تقليل حجم النوافذ له دور فعال في هذا الصدد بالطبع فإن هناك اعتبارات يفضل أن تؤخذ منذ البداية، مثل تجنب التوجيه في اتجاهات الرياح الغير محببة، ودراسة التوجيه الأمثل للمبنى وللتجمع العمراني ككل قبل التنفيذ. (Golany G., 1983, P.207).

كما يجب معرفة أن البناء المحمي جزئياً بالتربة، يعطي أداءاً أفضل في مواجهـة تلـك الظـروف القاسية. بعكس البناء الموجود كلياً تحت الأرض، فهو أكثر عرضةً لحدوث الكوارث من خلال الفناء الرئيسي المكشوف، والذي يمكن أن يصبح وعاءاً لاستقبال السيول أو الدفن بالأتربة.

٢-١-٢ إمكانات ومحددات أداء البناء المحمي بالتربة عند الحماية من الكوارث.

في هذا الجزء يتم مناقشة الإمكانات والمحددات المصاحبة للمباني المحمية بالتربة في حالات الكوارث المختلفة، وتشمل الأداء الوظيفي في حالات انتشار الحرائق، ومقاومة الزلازل، والحد من الضوضاء، والحماية من الاهتزازات أو التلوث، إلى جانب مناقشة إمكانية التغلب على بعض المحددات بأسلوب تصميمي مبسط.

٢-١-٢-١ الحماية من انتشار الحرائق.

أولاً: الإمكانات:

تعتبر المباني المحمية بالتربة من أنسب البيئات التي توفر الحماية من انتشار الحرائق، فإلى جانب أن التربة غير قابلة للاحتراق، فإنها تعطي خصائص عزل حراري ممتازة للهيكل الإنشائي بداخلها، حيث أنه لأسوأ الأحوال، إذا أتلف الحريق الأثاث الداخلي بالكامل فإن الكتلة المبنية نفسها لا تتأثر بالحريق، وتمنع انتشاره إلى المباني المجاورة، ولكن نقاط الاتصال بالسطح العلوي تمثل النقاط الأكثر ضعفاً.

ثانياً: المحددات:

أحياناً يكون الأداء ضعيفاً أو سيئاً للمبنى المحمي بالتربة في حالات الحريق، ويزداد الموقف سوءاً إذا كان البناء بالكامل تحت الأرض، حيث أن الغازات الناتجة من الاحتراق تكون أخف من الهواء فتتركز بالأعلى وتمنع دخول الهواء النقي وربما تتسبب في اختناق مستخدمي المكان (Carmody J., 1993, P. 39).

كما أن قلة الفتحات ونقاط الاتصال بالسطح العلوي تقلل من فرص الهرب في حالة حدوث حريق أو انفجار داخلي، إذا لم يراعى ذلك عند التصميم، بعمل نقاط هروب محددة (Golany G., 1983, P. 47).

٢-١-٢-٢ مقاومة الزلازل.

أولاً: الإمكانات:

يمكن اعتبار البناء المحمي بالتربة أو تحت الأرض عموماً من أنسب أنواع البناء المقاوم للزلازل لأن:

١- سعة الموجة تقل مع العمق، وبالابتعاد عن مركز الزلزال، لا يحدث للهيكل الإنشائي أية أضرار بالغة، أو انفصال عن القواعد (www.earthshelteredhomes.com)، بخلاف المنشآت السطحية حيث تكبر سعة الموجة كلما اتجهنا نحو السطح، مما يتسبب في التأثيرات السلبية للتذبذب الهيكلي للمنشأ والذي يؤدي لانفصاله عن القواعد. (Carmody J., 1993, P. 28,29)

٢- يصمم الهيكل الإنشائي المحمي بالتربة، بشكل مناسب لتحمل الأحمال الأرضية المؤثرة ومنها أحمال الزلازل، فيتحرك الهيكل الإنشائي بالكامل مع حركة الأرض، فليس هناك نفس الفرصة لتكبير أو تضخيم الذبذبة الأرضية بالتذبذب الهيكلي للمنشأ كما يحدث أعلى السطح. (Carmody J., 1983, P. 45)

ثانياً: المحددات:

يمكن أن تتلف الزلازل المنشأ تحت الأرض إذا وجد بأماكن التصدعات الجيولوجية، ويجب تدعيم الهياكل المبنية من الصخر المسامي لأنه قليل التحمل وقابل للانهيار من الحركات الأرضية المتكررة.
(Carmody J., 1993, P. 28,29).

٢-١-٢-٣ الحد من الضوضاء.

أولاً: الإمكانات:

إن قدراً صغيراً من غلاف التربة له تأثيراً فعالاً في منع الضوضاء المنتشرة على السطح، وتلك ميزة هامة يمكن الاستفادة بها للمباني المجاورة للطرق السريعة والمطارات. (World Future Society, P. 124)

وكناحية اجتماعية، يمكن ملاحظة أن الضوضاء الناتجة عن أنشطة السكان الطبيعية والتي ينتج عنها أحياناً أصواتاً مزعجة مثل: (الراديو والتليفزيون أو الاستعمالات الأخرى... الخ)، يكون تأثيرها شبه منعدم على المباني المجاورة إذا كان التجمع كله من مباني محمية بالتربة، كما أن الضوضاء القادمة من الخارج سواء من (المركبات أو لعب الأطفال... الخ) يكون لها أقل تأثير على إزعاج السكان داخل وحدات البناء. (Golany G., 1983, P. 132).

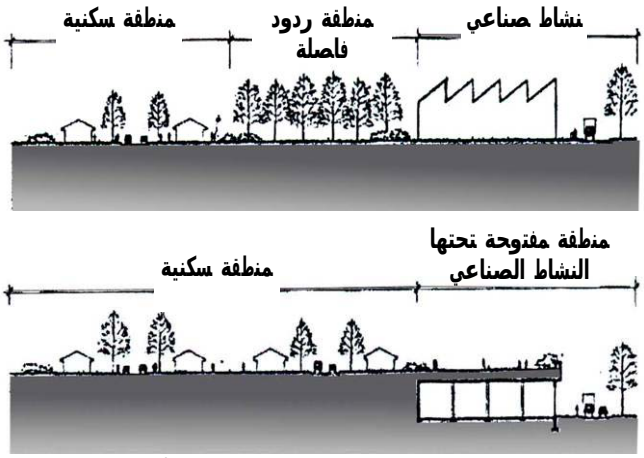
ثانياً: المحددات:

عند ملاحظة مصادر الضوضاء داخل المبنى مثل (المدفأة – التكييف – المراوح - شفاطات الهواء – الغسالات أو المجففات... الخ) يجب التعامل معها بحرص بسبب انغلاق البيئة التحتية، فهي تسبب تكبير الضوضاء الداخلية وتجعلها أكثر إزعاجاً.

❑ **وهناك نوعان من العزل الصوتي:**

١- <u>عزل مصدر الضوضاء نفسه</u>:

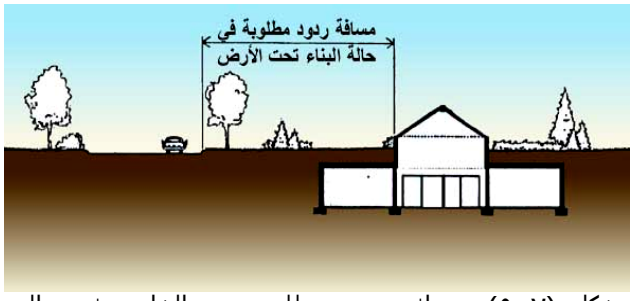
حيث يمكن عزل مصدر الضوضاء نفسه إذا كان النشاط صناعياً، أو أنظمة نقل أو خدمات أخرى من شأنها إحداث ضوضاء عالية، أما عند محاولة الحصول على العزل الصوتي في المباني التقليدية، يفضل ترك مسطح كبير من الأرض كحرم حول المنطقة الصناعية تجنباً للتلوث السمعي، شكل (٢-٤).



شكل (٢–٤): مقارنة تطبيق البناء تحت الأرض، ومدى جدواه لعزل الضوضاء. Carmody J., 1983, P.17.

٢- <u>الانعزال عن الضوضاء المنتشرة</u>:

أما الانعزال عن الضوضاء المنتشرة أعلى السطح فهو يلاءم البيئات التي تتطلب الهدوء الشديد والسكون والعزلة، وهذا ينطبق أكثر على الاستخدامات السكنية- الرجوع إلى شكل (١-٣٦)- أو المكتبات أو المراسم والمسارح.



شكل (٢–٥): مسافة ردود مطلوبة عن الشارع في حالة البناء تحت الأرض. Carmody J., 1985, P. 24.

٢-١-٢-٤ <u>الحماية من الاهتزازات.</u>

ونعني بها تلك الاهتزازات الصادرة من وسائل المواصلات والمرور في الطرق والاهتزازات الصادرة عن حركة القطارات والآلات الصناعية أو نظم التصنيع عالية التكنولوجيا. ويمكن تفادي تلك الاهتزازات بعمل مسافة ردود عن الطريق والشوارع الرئيسية، شكل (٢-٥)، وبزيادة العمق داخل الأرض والابتعاد عن المصدر يقل تأثير تلك الاهتزازات.

كما يجب ذكر أن الاهتزازات عالية التذبذب تتلاشى بسرعة أكبر مع العمق، من منخفضة التردد. (Carmody J., 1993, P. 29).

٢-١-٢-٥ <u>الحماية من التلوث.</u>

<u>أولاً: الإمكانات</u>:

في بعض المناطق على مستوى العالم يستخدم البناء تحت الأرض كوسيلة من وسائل الحماية من التلوث الناتج عن الحوادث أعلى السطح، وتلك الحماية تشمل اتجاهان:

١- الابتعاد عن مصدر التلوث أعلى السطح، ومن أمثلة ذلك الحماية من الغبار الذري ببناء مأوى تحت الأرض أو الابتعاد عن الانفجارات الناتجة من الاستخدامات الصناعية أو العسكرية، التي يحتمل أن يصدر عنها كيماويات وغازات سامة وانفجارات تؤثر على الهيكل الإنشائي

٢- عزل مصدر التلوث نفسه تحت الأرض، مثل النفايات الذرية والكيماويات الخطيرة أو أن يكون مصدر التلوث ناتجاً عن عملية صناعية خطيرة يحتمل انفجارها، لذلك يجب احتواء هذا الانفجار أو تلك النفايات والمواد الخطرة، بعيداً عن البيئة السطحية لتجنب حدوث كوارث ضارة.

ثانياً: المحددات:

وهي تتمثل في المشكلات الخاصة بتلوث البيئة الداخلية تحت الأرض، والتي ربما لا تظهر لعدة سنوات في البداية، ولكن تأثيرها يتضح على المدى الطويل، سواء عن طريق الارتشاح بمواسير الصرف الصحي أو تلوث المياه الجوفية الخاصة بالشرب نتيجة التسرب من خزانات التحليل أو انفجار مواسير الصرف، أو تلوث التربة المحيطة والتربة السفلية من مواقع تصريف النفايات أو المواد الكيماوية إذا كان النشاط صناعياً تحت الأرض، فجميع نفاياته تمثل خطراً ملحوظاً على البيئة. (Carmody J., 1993, P. 44)

٢-١-٣ الإمكانات والمحددات الأمنية.

أولاً: الإمكانات:

يمكن تصنيف الأمن إلى مستويان، المستوى الفردي والمستوى القومي: (Carmody J., 1993, P. 30, 37)

١- من أهم مميزات البناء المحمي بالتربة على المستوى الفردي هو محدودية المداخل، حيث أنها قليلة وغير مباشرة، مما يسهل مراقبتها وتحصينها، إلى جانب أن وضعية البناء بعيداً عن السطح يجعل المداخل غير مباشرة وصعبة الاختراق، لذلك فإن مجرد التفكير في التنقيب أو حفر الأنفاق للوصول غير المشروع للمبنى، سواء للاقتحام أو للسرقة أو للتخريب، يجعلها مخاطرة فاشلة، وسهلة الاكتشاف.

٢- على مستوى الكوارث والأمن القومي تعمل الحكومات على توفير الملاجئ لاستخدامها في الحروب، وفي بعض الدول تستخدم تلك الملاجئ على نطاق أوسع من الملاجئ العسكرية فقط، فتستخدم على المستوى القومي، مثل المدن الحدودية أو التي يتوقع لها التعرض للقصف أو التورط بالحرب، فمن الواجب تأمينها بدلاً من إخلاء المدينة بأكملها، مما يوفر شعوراً سائداً بالأمن القومي.

ثانياً: المحددات:

يعوق البناء تحت الأرض الكثير من شبكات الاتصالات والهواتف أو البث الإذاعي أو التليفزيوني فجميعها يعتمد عملها على الهوائيات والإشارات اللاسلكية والتي يضعف استقبالها تحت الأرض، وفي نفس الوقت تعتبر تلك الاتصالات من أهم المتطلبات الأمنية التي يجب توافرها في الملاجئ، ما لم يؤخذ في الحسبان عمل شبكات تقوية لها أو هوائيات استقبال بالقرب من البناء. (Carmody J., 1993, P. 39.)

٢-٢ الإمكانات والمحددات بالنسبة لاختيار وتخطيط الموقع.

يتم التركيز على اختيار الموقع الذي يصلح للبناء المحمي بالتربة من عدمه، ثم مناقشة الإمكانات والمحددات المصاحبة لتخطيط الموقع الذي يحتوي على تجمعات مباني محمية بالتربة.

٢-٢-١ الإمكانات والمحددات المرتبطة باختيار الموقع.

يشمل اختيار الموقع عدة جوانب منها: اختيار الموقع الطوبوغرافي، تبعاً لشكل سطح الأرض. وتشمل المواقع المستوية أو المائلة والمواقع المفتوحة أو المنغلقة، ثم دراسة مختلف المواقع جيولوجياً وتحديد أيها أكثر صلاحية للبناء المحمي بالتربة.

٢-٢-١-١ إمكانات ومحددات بعض المواقع طوبوغرافياً.

للوصول إلى تقييم عادل بالنسبة لطبوغرافية الموقع يجب ذكر إمكانات ومحددات كل نوع من الطبوغرافية الخاص **بالمواقع المستوية** و**المواقع المائلة**، كما أن الطبيعة الطبوغرافية للموقع (**منفتح** أو **منغلق**) تؤثر بشكل واضح على الإمكانات والمحددات المؤثرة على اختيار الموقع.

أولاً: إمكانات ومحددات المواقع المستوية والمواقع المائلة.

أ- المواقع المستوية.

أولاً: الإمكانات:

على الرغم من المميزات الطبيعية والمعروفة للمواقع المستوية مثل:

١-كون الطبيعة الطبوغرافية للأرض المستوية مؤهلة لشق الطرق وسهولة الوصول إليها.

٢-سهولة توصيل المرافق إلى الموقع.

٣-سهولة إقامة تجمعات عمرانية، وانتشار النمو الحضري.

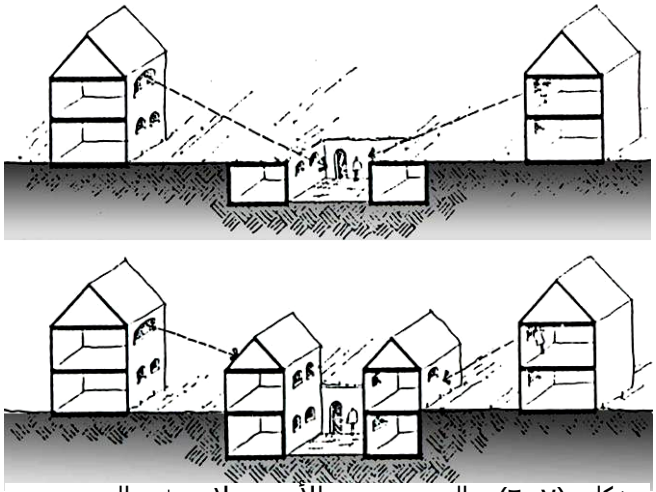
ثانياً: المحددات:

ضمت المواقع المستوية العدد الأكبر من المحددات عند اختيارها كموقع للبناء تحت الأرض، مثل:

١- معظم الأراضي المستوية التي يتم تجريفها والبناء عليها تكون أراضي زراعية يقضى عليها للتوسعات العمرانية الجديدة، بدلاً من استصلاحها وزراعتها.

٢- يؤدي بناء التجمعات الكبرى على المواقع المستوية إلى الازدحام الشديد والاختناقات المرورية.

٣- درجات الحرارة تميل إلى الارتفاع بعد الظهيرة، بسبب ظاهرة الاحتواء الحراري للبناء تحت الأرض. (Golany G., 1983, P. 152) ، والمقترح للتغلب على هذه المشكلة، التشجير الملائم حول الموقع للحماية من الشمس الغربية بفترات بعد الظهيرة، إذا كانت غير مرغوبة.



شكل (٢-٦): المبنى تحت الأرض لا يوفر الخصوصية التامة للمستخدمين، إلا عند مراعاة التصميم بطريقة مركبة.
Golany G., 1983, P. 59.

٤- يتطلب الوضع تحت الأرض وجود رافعات وممضخات صرف صحي.

٥- تراكم الأتربة المحملة عبر الرياح الموسمية، حيث أن البناء تحت الأرض خاصة في بعض المناطق الصحراوية، يكون معرضاً لتراكم الرمال والأتربة، ويمكن التغلب على ذلك بالتشجير أو بعض المعالجات الأخرى، مراجعة شكل (٢-٤).

٦- ضعف الخصوصية، إذا كان البناء مجاوراً لمباني عادية، ويمكن معالجة ذلك بحيث يصمم البناء المحمي بالتربة بطريقة مركبة حيث يكون جزء منه فوق الأرض والآخر تحت الأرض، وعدم فتح منافذ تهوية من جهة الجار بالمبنى العادي، مع مراعاة المسافة بين المباني، وبذلك يمكن توفير الخصوصية المطلوبة، شكل (٢-٦).

ب- المواقع المائلة.

أولاً: الإمكانات:

المواقع المائلة لها من المميزات التي تفضل بها بكثير المواقع المستوية، مثل: (Golany G., 1983, P. 152, 153).

١-البناء على الهضاب يوفر الأراضي المستوية للمشاريع الكبيرة الخدمية والتي تمثل النواة وسط المدينة.

٢-درجات الحرارة تميل إلى البرودة –كما هو معروف – فكلما ارتفعنا مائة متر تقل درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة مئوية، كما يزداد معدل الرطوبة النسبية في الجو، وهو بذلك يلاءم الأجواء (الحارة- الجافة).

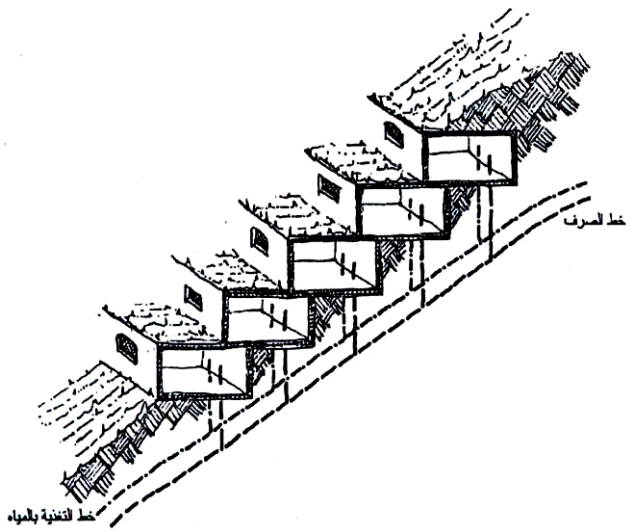
٣-تتيح إمكانية التهوية الجيدة جداً للمنشأ مع أبسط أنواع التصميم.

٤-تسمح بدخول كمية أكبر من الضوء والإشعاع الشمسي.

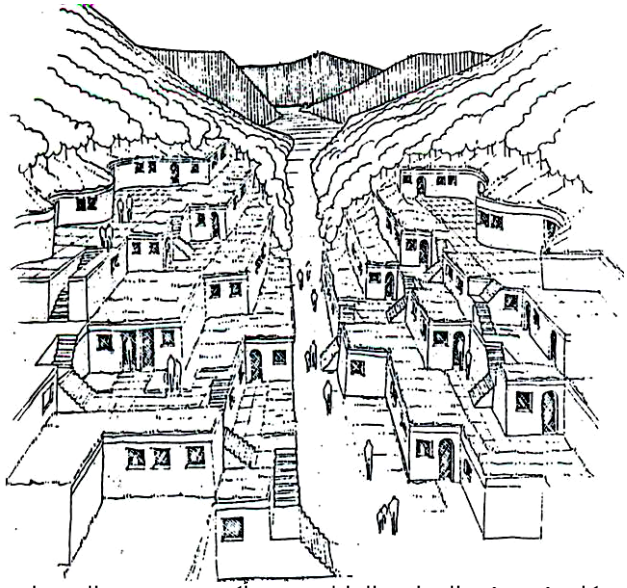
٥-قلة الأتربة المحملة مع الرياح

٦-تبعد بقدر كاف عن المياه الجوفية مما يوفر في تكاليف العزل.

٧-لا تمثل فيه عملية الصرف الصحي عائقاً أو أي مشكلة، نظراً لأنه يكون بفعل الجاذبية الأرضية، شكل (٢-٧)



شكل (٢–٧): يتيح البناء على الموقع المائل سهولة في الصرف الصحي، وابتعاداً عن المياه الجوفية. Golany G., 1983, P. 153



شكل (٢–٨): المواقع المائلة تتيح أكبر قدر من المميزات الفريدة من: (تهوية وإضاءة جيدتان، ومجال رؤية أوسع، كما أن التجمع يوفر الخصوصية لساكنيه، وأماكن المشاة الآمنة). Golany G., 1983, P.186.

٨-يوفر البناء على موقع مائل الإطلال على منظر جمالي أو بانورامي، أو على وادي أقل ارتفاعاً، مما يقلل من الشعور السلبي بالاختناق أو الكآبة.

٩-توفر المواقع المائلة أكبر قدر من الخصوصية المطلوبة، خاصة بالمواقع السكنية شكل (٢-٨).

١٠-وأخيراً، تتيح المواقع المائلة المساحة الكافية لإمكانيات التوسع المستقبلي، حيث يمكن التوسع داخل الجبل إذا كان التوسع أفقياً، أو الامتداد رأسياً بالصعود أعلى الجبل إذا كان المخطط يهدف لذلك، والذي لا يسمح به أبداً الموقع المستوي (Golany G., 1983, P. 153).

ثانياً: المحددات:

على الرغم من المميزات العالية التي تحظى بها المواقع المائلة إلا أن لها نصيبها من المحددات والتي يمكن تلافيها بالتصميم الجيد، مثل:

١-كلما زاد الارتفاع، كلما تطلب ذلك عملية ضخ للتغذية بالمياه.

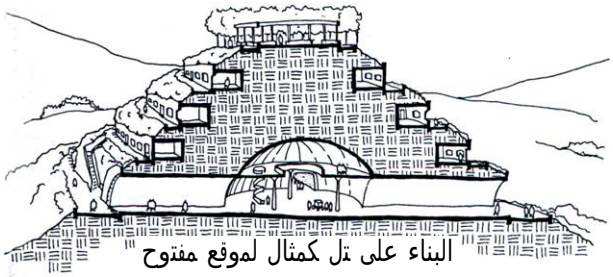
٢-الحاجة إلى التفجير لإقامة الطرق للوصول إلى الموقع.

٣-بعض المناطق قد تعاني من الرياح الشديدة.

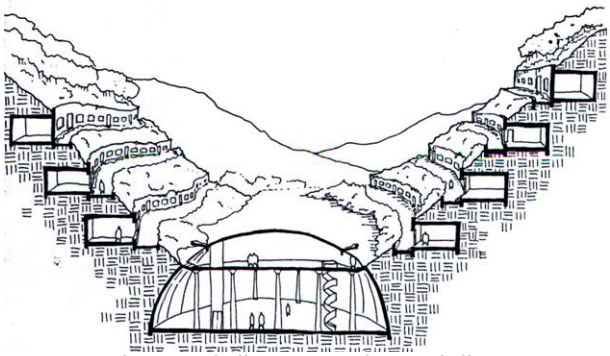
٤-التعرض للتآكل والانهيارات الأرضية والانجرافات بفعل عوامل التعرية من رياح قوية وسيول.

ثانياً: إمكانات ومحددات المواقع المنفتحة والمواقع المنغلقة.

لإعطاء صورة شاملة عن طبوغرافية الأرض يجب أن نشير إلى إمكانات و محددات المواقع المنفتحة والمنغلقة، ونعني بالمواقع المنفتحة المسطحات المفتوحة والأودية المتسعة والمرتفعات والجبال والمنحدرات، أما المواقع المنغلقة فهي تتمثل في الأودية الضيقة أو سفوح الجبال وأسفل المنحدرات، شكل (٢-٩) يوضح الفارق بين المواقع المنفتحة والمنغلقة.



البناء على تل كمثال لموقع مفتوح



البناء في وادي ضيق مثال لموقع منغلق

شكل (٢–٩): قطاع يوضح توافق البيئات المحفورة في الفراغ الأرضي المائل، ومدى ملاءمة مراكز التجمع للملامح الجيومورفولوجية للتل والوادي.
Golany G., 1996, P.109.

أ- المواقع المنفتحة.

أولاً: الإمكانات:

بالإضافة إلى جميع المميزات التي تتسم بها المواقع المائلة تضاف إليها بعض المميزات الأخرى للمواقع المفتوحة منها:
(Golany G., 1983, P.150, 151).

١- إمكانية تواجد تيارات هوائية قوية تتيح تهوية جيدة للوحدة البنائية.

٢- تعمل تيارات الهواء على تلطيف درجة الحرارة.

٣- إتاحة مجال رؤية أوسع من المواقع المنغلقة.

٤- سهولة الوصول إليها وإقامة شبكات الطرق.

٥- توفير أكبر قدر من الخصوصية المطلوبة.

ثانياً: المحددات:

المواقع المفتوحة لها بعض المحددات التي يمكن تجنبها تصميمياً، مثل:

١- الرياح الشديدة قد تكون متربة.

٢- تعمل على التجريف، وزيادة عوامل التآكل، خاصة عند عدم وجود غطاء نباتي.

ب- المواقع المنغلقة.

تقريباً لا توجد مميزات ملموسة للمواقع المنغلقة، وهي لا تفضل عند اختيار الموقع للبناء تحت الأرض، أو البناء المحمي بالتربة، لما لها من محددات كثيرة، مثل: (Golany G., 1983, P. 150,151**)**

١- ضعف التهوية الطبيعية حيث أن التشكيل المنغلق يحد من حركة الهواء المتجددة، شكل (٢-١٠).

٢- يحد الشكل المنغلق من مجال الرؤية.

٣- ندرة المناطق الخضراء والمفتوحة.

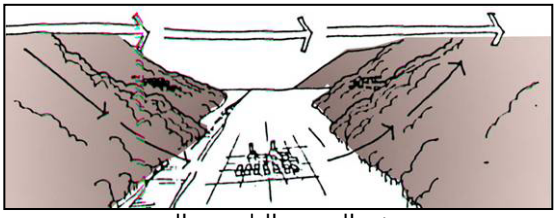
٤- يساهم في احتواء الهواء الملوث ولا يتجدد، نتيجة لضعف حركة الهواء، شكل (٢-١٠)

٥- إذا كان البناء في وادي يحيطه الجبال فإنه يكون معرضاً لارتفاع نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس، نتيجة لارتداد الإشعاع الشمسي بفعل المرتفعات المحيطة، مما يساهم أيضاً في رفع درجة الحرارة، شكل (٢-١٠).

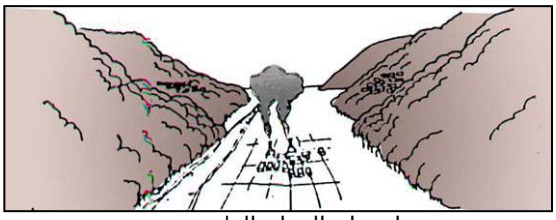
٦- يزيد من ظاهرة الاحتواء الحراري، حيث ترتفع درجة الحرارة في النصف الثاني من النهار، وتبدأ في الانخفاض التدريجي بعد منتصف الليل.

٧- تزيد المرتفعات التي تحيط بالموقع المنغلق من فرص الانهيارات والانجرافات بفعل عوامل التآكل والنحر الذي تسببه الرياح فتنقل الأتربة إلى الوادي، شكل (٢-١٠).

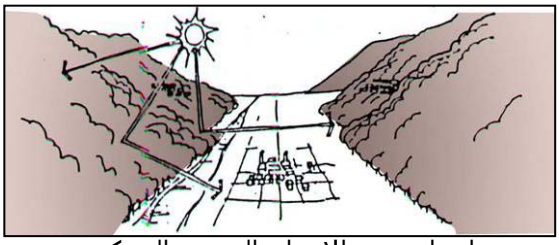
٨- احتمالية تأثره بالفيضانات والسيول أكبر من المواقع المفتوحة، شكل (٢-١٠).



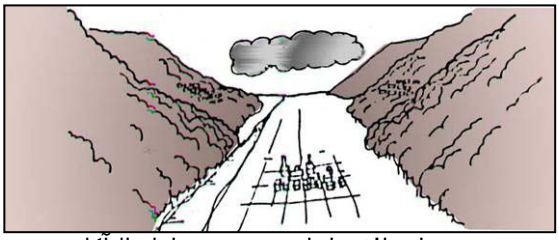
ضعف التهوية الطبيعية المتجددة



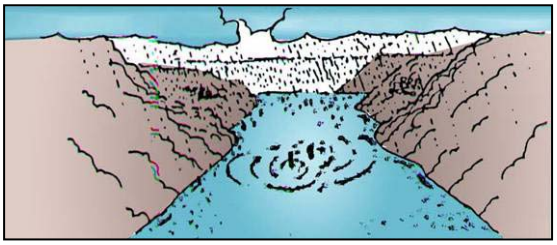
احتواء الهواء الملوث.



ارتفاع نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس



زيادة الانهيارات بسبب عوامل التآكل



التعرض للغرق نتيجة السيول

شكل (٢-١٠): العيوب المختلفة للمواقع المنغلقة
Golany G., 1983, P. 151.

٢-١-٢-٢ إمكانات ومحددات بعض المواقع جيولوجياً.

لا بد من تقييم وفحص العديد من العوامل المرتبطة بعملية اختيار الموقع الجيولوجي، حيث أنها تتدخل بشكل قاطع في النواحي الاقتصادية، بالإضافة إلى تأثيرها على عوامل الأمان.

إن المميزات الجيولوجية لأي موقع تتوقف على طبيعة ومكونات التربة وطريقة تواجدها، وترتيب الطبقات المختلفة للتربة، ونذكر هنا بعضاً من الإمكانات التي تقدمها الأنواع المختلفة لطبقات التربة.

أولاً: الإمكانات:

١- بالنسبة للموقع المكون من طبقات متراصة من الحجر الجيري، يمكن استخراج الطبقات الناعمة والإبقاء على الطبقات الصلبة وتستخدم كأسقف وأرضيات (Golany G., 1983, P.149, 150)، وفي هذه الحالة تستخدم طريقة (القطع- والاستخدام)، حيث أنها تخفض من تكاليف الإنشاء لأنها تتطلب القليل من مواد البناء، وأحياناً لا تتطلبها، كما أنها توفر العمالة، ويعتبر هذا النوع شائعاً بالفراغ الأرضي للتربة الرسوبية في شمال الصين، ويعيش حوالي ٤٠ مليون مواطن صيني بتلك المساكن الكهفية.

٢- كما يمكن الاستغناء عن مواد البناء في المواقع التي تحتوي على جرانيت كمكون أساسي للتربة، كما في أوروبا الشمالية، وعلى الرغم من أنها تتطلب استخدام ماكينات عالية الكفاءة لقطعها إلا أنها نظراً لصلابتها، يمكن من خلالها إنشاء مساحات أكثر اتساعاً وأسقف أعلى من التي يمكن أن يوفرها الحجر الجيري، ومن ثم فإن أكثر الاستخدامات فاعلية للجرانيت يكون للمناطق الواسعة، التي تتطلب مساحات كبيرة بدون أعمدة قاطعة للفراغ، مثل مساحات التجمع العامة والمسارح والمتاحف ومناطق التخزين الكبيرة والمشاريع التجارية والصناعية أو المطاعم الكبيرة..... الخ.

٣- أما التربة الرسوبية فتعتبر من أكثر الأنواع صلاحية للبناء تحت الأرض عبر التاريخ، وقد أثبتت التربة الرسوبية التي كونتها الرياح أنها الأصلح للإنشاءات تحت الأرض، وتعتبر أفضل من التربة الرسوبية التي كونتها المياه أو التي تكونت عن طريق انحسار أنهار الجليد، فالتربة التي كونتها الرياح تكون غالباً خالية من الأحجار، وتكون صلبة وقوية عند الجفاف وسهلة القطع والاستخدام، وكما في الصين لا تحتاج إلى مواد بناء.

ثانياً: المحددات:

عند البدء في مشروع بناء تحت الأرض، لا بد من دراسة حالة باطن الأرض الجيولوجية، فربما يكون بها مكونات غير ملائمة للبناء بها، (Carmody J., 1993, P.39).

حيث يتم دراسة **منسوب المياه الجوفية** في الموقع المقرر إقامة البناء به، فإذا كان مرتفعاً فلا يصلح البناء تحت الأرض، وإذا تم البناء فإنه يتطلب عزل مائي شديد للمنشأ بأكمله، مما يجعله غير اقتصادياً.

أما البناء تحت الأرض في المناطق **بالقرب من مصبات الأنهار الكبرى**، يكون غير ملائماً من الناحية الجيولوجية ومن حيث نوعية التربة، فهي غالباً تكون ضعيفة ومفتتة وقابلة للانهيار بشكل سريع.

كما أن البناء في **التربة القابلة للانتفاش** يضيف حملاً وضغطاً إضافياً على المنشأ تحت الأرض، مما يتطلب تدعيمه الزائد، وهي فكرة غير اقتصادية بالمرة.

وعلى النقيض إذا كان المكون الرئيسي للأرض **من الصخور الصلدة**، كالجرانيت، يجعل البناء فيها غير محبذاً نظراً لصعوبة تفجير تلك الصخور، وزيادة تكلفتها.

أما البناء في **التربة الرسوبية** أو التربة المكونة من طبقات من **الحجر الجيري**، فإنها تملي قيوداً على الاستخدام نظراً للالتزام بأبعاد الارتفاع والعرض، حسب جيولوجية الأرض والمناطق الممكن الحفر فيها، فعلى سبيل المثال في التربة الرسوبية، يعتبر أكبر عرض لفراغ أرضي تم عمله في تربة رسوبية ريحية، هو ثلاثة أمتار، وقد كان شائعاً في الصين متوسط العرض ٢,٥م، مع ارتفاع مشابه لذلك، وحد أدنى لسمك الغطاء الأرضي ٣,٥م، حتى يمنع اختراق المياه أو الانهيار، (Golany G., 1996, P.102, 106).

كما أن التربة التي بها **صدوع** تشكل خطورة على البناء، إذا لم يتم معالجتها إنشائياً بشكل صحيح (Golany G., 1983, P. 149,150). وتجدر الإشارة أن المنحدرات التي بها شقوق متلاقية تمثل المركز السطحي للزلازل القوية أكثر من أي بؤرة أخرى على طول الصدع، وبالتالي يجب تجنبها عند اختيار الموقع، (Golany G., 1996, P.102,106).

٢-٢-٢ الإمكانات والمحددات المرتبطة بتخطيط الموقع.

لا شك أن تخطيط الموقع للبناء المحمي بالتربة أكثر تعقيداً من التخطيط المعتاد للمواقع. فمن الواضح أن هذه النوعية من البناء تتطلب مساحة أكبر حول الوحدة، خاصة فيما يتعلق بوجود بناء محمي بالتربة بالقرب من آخر فوق الأرض (أبو قرين، عنتر، ١٩٩٩، ص٤)، فهناك عدة عوامل يجب عدم إغفالها كالجوانب الإنشائية أو من جهة توفير الخصوصية، وفيما يتعلق بمسافة الردود عن الشارع. وفي هذا الجزء من البحث يتم مناقشة الإمكانات والمحددات المرتبطة بتخطيط الموقع الذي يحتوي مباني محمية بالتربة أو تحت الأرض.

أولاً: الإمكانات:

١- إمكانية بناؤه أقرب ما يكون للمباني الخدمية القائمة بالفعل، أو من ناحية أخرى بناؤه في مواقع جديدة غير مأهولة، وفي بعض المشروعات مثل الخدمات الضرورية، ربما يفرض الموقع هذه الطريقة من البناء تحت الأرض حسب نوع الاستخدام أو طبيعة السطح. وربما أيضاً تكون قرارات البناء متأثرة بحالة مناطق معينة بداخل المدينة أو التجمع الحضري، والتي ربما يراد الاحتفاظ بها كما هي دون أي تغيير، ورغم ارتفاع التكلفة المبدئية لإنشاء تحت الأرض، إلا أنه يعتبر الحل الأمثل لها للتوسع الخدمي الجديد المراد إنشاؤه. (Carmody J., 1993, P.39).

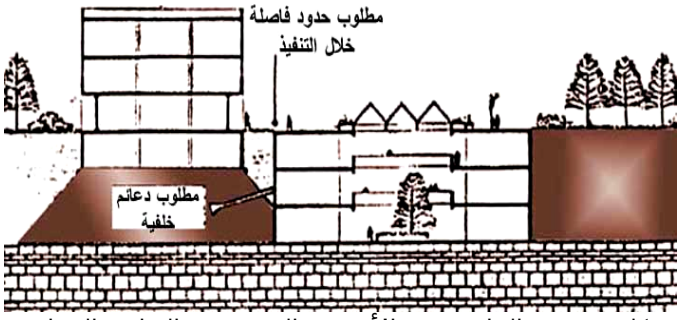
٢- البناء تحت الأرض أيضاً له بصمته المميزة في العملية التخطيطية للموقع العام، وهي تعتمد أساساً على الحرية المطلقة في التصميم والتخطيط بعيداً عن قيود المدنية وحدود الملكية والمخططات السابقة الموجودة بالإضافة إلى القوانين السطحية، والتي تحد من حرية المصمم.

٣- أما الطبيعة الجغرافية للأرض فيتكامل معها البناء المحمي بالتربة، ولا تمثل له عائقاً تصميمياً أو تخطيطياً كالمباني العادية أعلى السطح، فيتم الربط بين الوحدات السكنية تحت الأرض ومراكز التسوق والعمل داخل المجاورات من خلال شبكة من الطرق، لكنها تختلف وتنفصل عن شبكة المشاة أعلى الأرض. (Kenneth N., Clarck, 1980, P. 260) .

٤- تزداد الشكوى في المجتمعات كلما زحفت المدنية على الرقعة الزراعية ويحل العمران والمصانع والخدمات محل الأراضي الزراعية ومناطق الترفيه والمسطحات الخضراء المفتوحة. وسبب الاختناق في المدن هو وضع خدمات زائدة وسط التجمع العمراني بعد الانتهاء من تخطيطه واستيطانه، لكن البناء تحت الأرض يتيح تلك الفرصة مع عدم وجود أي تعارض بينه وبين المباني السطحية المقامة، سواء تعارض تخطيطي أو تصميمي أو بيئي بل على العكس فإن البناء تحت الأرض يتيح التوافق التام في جميع تلك المجالات بين المنشأ الجديد تحت الأرض والمنشآت السطحية القائمة بالفعل (Carmody J., 1993, P.39)

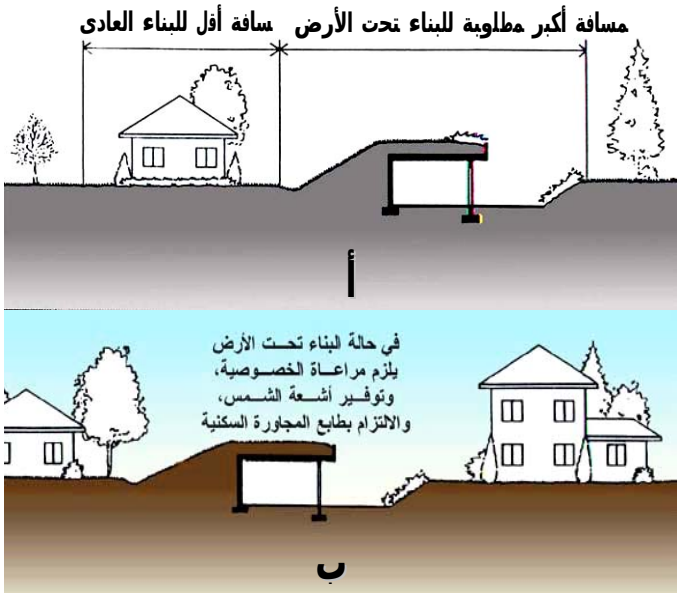
ثانياً: المحددات:

١- بالنسبة للنواحي الإنشائية يجب مراعاة الحد الأدنى للمسافة المطلوب تركها بعيداً عن البناء المجاور حتى يمكن الحفر لأساسات المبنى المحمي بالتربة، فإذا كان الموقع ضيقاً يمكن أن يسبب مشاكل إنشائية لأساسات المباني المجاورة لأن الأساسات تحت الأرض بمستوى أعمق، شكل (٢-١١).



شكل(٢-١١):البناء تحت الأرض بالقرب من المباني المجاورة يتطلب دعائم. Carmody J., 1983, P. 29

٢- إذا كان البناء العادي والبناء المحمي بالتربة غير متجاوران؛ فإن المسافة التي يتطلبها الابتعاد عن البناء العادي- حتى يمكن بناء آخر محمياً بالتربة- تكون غالباً كبيرة نسبياً بالمقارنة بالمسافات المطلوب تركها بين المباني العادية وبعضها، شكل (٢-١٢-أ).



شكل (٢-١٢): المسافات الواجب اخذها في الاعتبار عند تخطيط الموقع للبناء المحمي بالتربة، وارتداده عن المباني المجاورة. Carmody J., 1985, P. 24.

٣- كما نلاحظ أن تخطيط الموقع للبناء تحت الأرض يتطلب مسافات بين المباني أكبر بكثير من التي يتطلبها التخطيط للمباني العادية، من أجل الحصول على الخصوصية المطلوبة، شكل (٢-١٢-ب).

٤- يفضل- فيما يتعلق بمسافة الردود عن الشارع- الابتعاد بمسافات أكبر عن الطريق من المباني العادية، حتى لا تتسبب الاهتزازات الناجمة عن المركبات في انهيار التربة التحتية أو التأثير بشكل أو بآخر على الهيكل الإنشائي للمبنى، إلى جانب الابتعاد عن الضوضاء والأتربة المنبعثة من الطريق واللذان يؤثران بشكل أكبر على المباني تحت الأرض، الرجوع إلى شكل (٢-٥).

٢-٣ إمكانات ومحددات بعض الجوانب التصميمية والجمالية.

تشمل النواحي التصميمية والجمالية البيئة الخارجية وتصميم البيئة الداخلية، وفيما يلي يناقش البحث لمحة سريعة عن الإمكانات والمحددات المصاحبة لكلٍ من **البيئة الخارجية والبيئة الداخلية**.

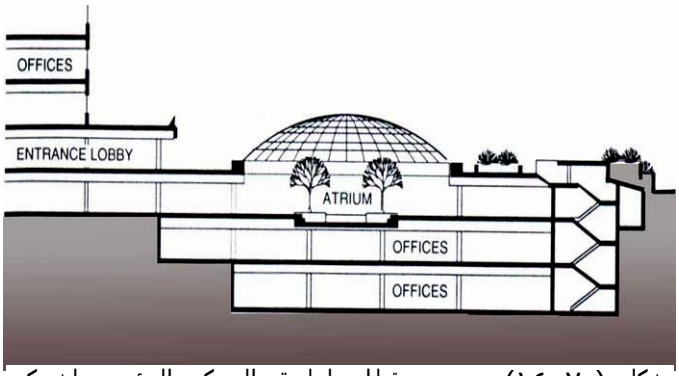
٢-٣-١ جوانب البيئة الخارجية.

إن البناء تحت الأرض أو المحمي بالتربة له العديد من التأثيرات الجمالية سواء على البيئة الداخلية أو الخارجية، فمن أمثلة المميزات الجمالية للبيئة الخارجية:

أولاً: الإمكانات:

١- الحفاظ على الطابع العام للمناطق الحضرية القائمة بالفعل، حيث يعتبر البناء تحت الأرض من أنسب أنواع البناء للحفاظ على شخصية المناطق الحساسة، كالمناطق الأثرية أو المتاحف التاريخية، ومن أشهر الأمثلة تطوير متحف اللوفر وتوسعته التي تمت بالكامل في باطن الأرض للحفاظ على الشخصية العامة للمنطقة وللمباني المحيطة شكل (٢-١٣)، ولا يقتصر الحفاظ على المناطق الأثرية والمباني التاريخية فحسب، بل لقد طبق هذا النمط من البناء عند توسعة المباني الإدارية، فقد تم استحداث مبنى إضافي تحت الأرض كملحق تابع للمركز الرئيسي لشركة (أوماها- نبراسكا- الولايات المتحدة) وذلك بغرض الحفاظ على صورة المقر الرئيسي للشركة، وكان الحافز الرئيسي للتوسعة تحت الأرض هو انخفاض التكلفة بدلا من البناء فوق الأرض، وذلك بسبب ارتفاع تكليف حجارة الواجهات المطلوبة للانسجام مع المبنى المقام بالفعل. (Carmody J., 1983, P. 142-149) ، شكل (٢-١٤).

شكل (٢-١٣): كتلة الهرم أعلى الأرض بمتحف اللوفر تستقبل الزائر وتوجهه للدخول كما أن استجلاب بعضاً من العناصر الطبيعية يضفى روح الترحاب بالزائرين.
www.insecula.com/



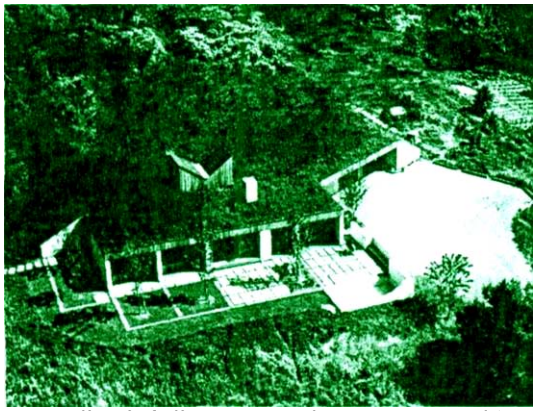
شكل (٢-١٤): يوضح قطاع لملحق المركز الرئيسي لشركة أوماها- نبراسكا- بالولايات المتحدة. Carmody J., 1993, P. 85.

٢- يحافظ البناء المحمي بالتربة على المميزات الجمالية الطبيعية لأي موقع يتواجد فيه، مما يعطي الفرصة للمعماريين لدمج المنشأ وتكامله مع البيئة المحيطة، أشكال (٢-١٥، ١٦).

شكل (٢-١٥): واجهة لمنزل محفور في جانب تل بوادي **Loire** - فرنسا. Carmody J., 1993, P. 73.

شكل (٢-١٦): منزل سولاريا، ولاية نيوجرسي، الولايات المتحدة. Carmody J., 1993, P. 32.

٣- كما أنه يعتبر من أنسب أنواع البناء للحفاظ على المسطحات الزراعية وعدم تجريفها، إلى جانب أنها تهيئ الفرصة لاستخدام النباتات الخضراء كعنصر تصميمي أساسي في البناء المحمي بالتربة، شكل (٢-١٧)، فهو بذلك يفي بأهداف العمارة من احترام للمسطح الأخضر، وتفريغ مساحة مناطق مفتوحة أو أنشطة أخرى.



شكل (٢-١٧): منزل وينستون بالولايات المتحدة، كأروع مثال للحفاظ على المسطحات الزراعية.
Carmody J., 1993,P. 74.

٤- عزل الاستخدامات الغير مرغوب فيها بباطن الأرض مثل جميع الخدمات والأغراض التخزينية والصناعية والجراجات، مما يحافظ على الطابع العام الجمالي للمنطقة، ويفرغ فيها مناطق مفتوحة بدلاً من إشغالها بالخدمات، شكل (٢-١٨).

شكل (٢-١٨): مدخل لجراج تحت الأرض، مما يفرغ مناطق مفتوحة، باريس- فرنسا.
Carmody J., 1993, P.88

ثانياً: المحددات:

١- إذا لم يتم تصميم المداخل بشكل جيد فإنها تعطي انطباعاً سيئاً للغاية عن المبنى بأكمله، لأن المداخل وفتحات التهوية تعتبر هي الأجزاء الوحيدة المرئية من المبنى وهي التي تعطي التأثير الجمالي للمبنى ككل فإما تؤثر سلباً أو إيجاباً حسب جودة تصميم عناصر المداخل والفتحات (Carmody J., 1993, P. 39)، وتوضح أشكال (٢- ١٩، ٢٠) مثالين لمدخل جيد وآخر سيئ.

شكل (٢-١٩): المدخل الجيد يعطي أفضل انطباع عن المبنى أياً كان التصميم الداخلي. http://www.undergroundhomes.com/

شكل (٢-٢٠):المدخل السيئ يقلل من درجة تقبل المبنى.
Carmody J., 1993, P. 172.

٢- يمكن أن يصبح البناء المحمي بالتربة مسخاً إذا لم يصمم جيداً ومراعاة كافة الظروف المحيطة بالموقع والتهوية الجيدة والتصميم المتقن للفتحات، فلن يمكن التفاعل مع المبنى واستخدامه، إلا من خلال الوسائل الميكانيكية المعروفة باستهلاكها الكبير للطاقة، ويمكن التغلب على ذلك بالاستعانة بالوسائل السالبة للتهوية والإنارة، حيث تحسن الأداء بشكل ملحوظ. (Golany G., 1983,P.47).

٢-٣-٢ إمكانات ومحددات تصميم البيئة الداخلية.

أولاً: الإمكانات:

تقدم المنشآت تحت الأرض طابعاً فريداً ومختلفاً عن المنشآت السطحية في مجال الحفاظ على التأثيرات الجمالية للبيئة الداخلية من حيث الهدوء والعزلة، إلى جانب استغلال الجدران الصخرية على طبيعتها في بعض المباني كديكور داخلي طبيعي يوحي بالاندماج مع الطبيعة، كما هو الحال في جداريات مترو الأنفاق باستوكهلم، شكل (٢-٢١).

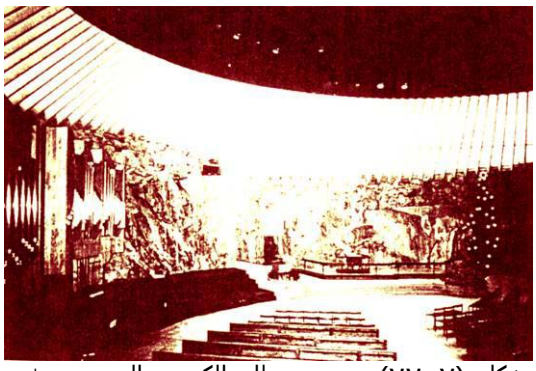
وفكرة استغلال الجدران الصخرية جذبت الكثيرين من عشاق الفن والموسيقى والرسم والكتابة والنحت لتفضيل هذا النوع من البناء عن غيره من المباني التقليدية، التي تتسم بالتزييف وبها أثر واضح للمدنية الحديثة، بخلاف البناء المحمي بالتربة فهو أقرب إلى الطبيعة، إذا تمت معالجته بشكل جميل من الداخل.

وقد استغل الأوائل هذا الجمال الطبيعي الداخلي والطاقة الروحية الكامنة للبناء تحت الأرض في بناء معابدهم ومنشآتهم الدينية لما لها من تأثير نفسي يوحي بالسكينة والشفافية الروحية، شكل (٢-٢٢).

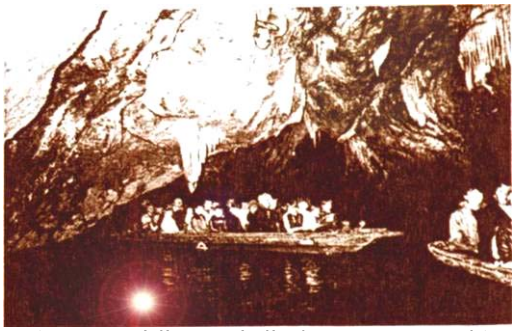
ثانياً: المحددات:

١- إلى جانب التصميم الجيد للفراغات ومراعاة التهوية، يجب مراعاة التصميم الداخلي، مع وجود العديد من المؤثرات الجمالية بالداخل، كاستجلاب بعض عناصر الطبيعة من نباتات أو ديكورات طبيعية، ومع ذلك لن يتقبل معظم المستخدمين المكان عند إهمال الديكور الداخلي الجيد، ويمكن أن يتسبب لهم في انطباعات نفسية سيئة للغاية عن تلك التجربة، شكل (٢-٢٣). حتى إذا كانت على سبيل المغامرة أو السياحة سوف تترك أثراً سلبياً لدى الأفراد على المدى البعيد، شكل (٢-٢٤). **ويتناول البحث تلك النقطة بالتفصيل في الجوانب النفسية للمباني المحمية بالتربة.**

شكل(٢-٢١): أبدع الفنانون بالرسم مباشرة على الجدران الصخرية الطبيعية، بمحطة مترو الأنفاق باستوكهلم. Carmody J., 1993. P. 249



شكل (٢-٢٢): توضح تلك الكنيسة المحفورة في الصخر ببلدة هيلنسكي، التصميم الداخلي الفريد للبناء المحمي بالتربة. Carmody J., 1993, P. 31



شكل (٢-٢٣): رحلة السائحين بالقارب عبر كهف طبيعي بالتشيك. Carmody J., 1993,P.77

شكل (٢-٢٤): مغارة جعيتة ببيروت، مغامرة مثيرة، لكنها تقتل أي أمل في تقبل السكن تحت الأرض. http://www.alriyadh.com/

٢- وكملاحظات على التصميم الداخلي للمساقط الأفقية، إذا كان المسقط الأفقي واسعاً وخالياً من الأعمدة في حالة البحور الكبيرة، تكون تكاليف التدعيم عالية نظراً لاحتياجها هيكلاً إنشائياً قوياً لتحمل ضغوط وأحمال أكبر من توزيعها على عدد أكبر من الأعمدة وبحور أصغر في الأبعاد.

٣- كما تتحكم العوامل الإنشائية في عدد وأماكن واتساع الفتحات حتى لا تقلل تلك الفتحات من قوة البناء، لأنه يفضل لتدعيم التربة فصل الفتحات المتجاورة للحفاظ على استقرار التربة المحيطة بالمبنى إلى جانب التحكم في مدى اتساعها، فالفتحات الكبيرة المتسعة لا يمكن إنشاؤها بدون وجود أعمدة تدعيمية في المنتصف، جميع تلك العوامل تتحكم في مدى جمال التصميم ومدى تقبله من المترددين على المبنى.

٤- وتتمثل أحد المشكلات التصميمية في إمكانية التوسع المستقبلي أو تغيير الاستخدام المقرر للبناء بعد تشييده، حيث يكون من الصعوبة بمكان مثل هذا التوسع أو التغيير في المسقط الأفقي أو الهيكل الإنشائي، فربما لا يمكن إعادة تقسيمه لاستعمال آخر. (Carmody J., 1993, P. 41, 42).

٢-٤ الإمكانات والمحددات الاقتصادية.

يهدف هذا الجزء من البحث الوصول إلى الجوانب التي تساهم في خفض التكلفة على المدى البعيد، وتحليل كلاً من الإمكانات والمحددات التي توفرها التكاليف المبدئية للإنشاء والتكاليف على المدى البعيد. ودراسة مدى إمكانية تعظيم الاستفادة من الإمكانات المرتبطة بالتكاليف على المدى البعيد والتقليل من المحددات المرتبطة بالتكلفة المبدئية للإنشاء.

٢-٤-١ التكاليف المبدئية للإنشاء.

أولاً: الإمكانات:

أ- يفضل البناء المحمي بالتربة أو البناء تحت الأرض في المناطق ذات المناخ القاسي وهي تعتبر في المناطق الحارة متطرفة أو غير مأهولة مثل الصحارى التي تبني فيها المدن الجديدة، وتلك الأراضي تتميز بانخفاض السعر، ومثلها أيضاً الأراضي الغير منتظمة الطبوغرافية يكون الإقبال عليها ضعيفاً وتكون غير ممهدة أو على منحدرات، وهي تناسب جداً البناء المحمي بالتربة وتتميز بانخفاض السعر، مما يساهم بشكل ملحوظ في انخفاض التكلفة المبدئية للبناء، (Carmody J., 1993, P. 33-37)، شكل(٢-٢٥).

شكل (٢-٢٥): مباني محمية بالتربة على منحدرات توضح أقصى استغلال للمساحة مع الحفاظ على المسطحات الخضراء بأستراليا. Carmody J., 1993, P.75

أما إذا كان البناء في موقع قائم بالفعل أو تحته فإنه من المؤكد أن نصيب الأرض من تكلفة البناء يقل نظراً للاستخدام المكثف لها (Golany G., 1983, P.47).

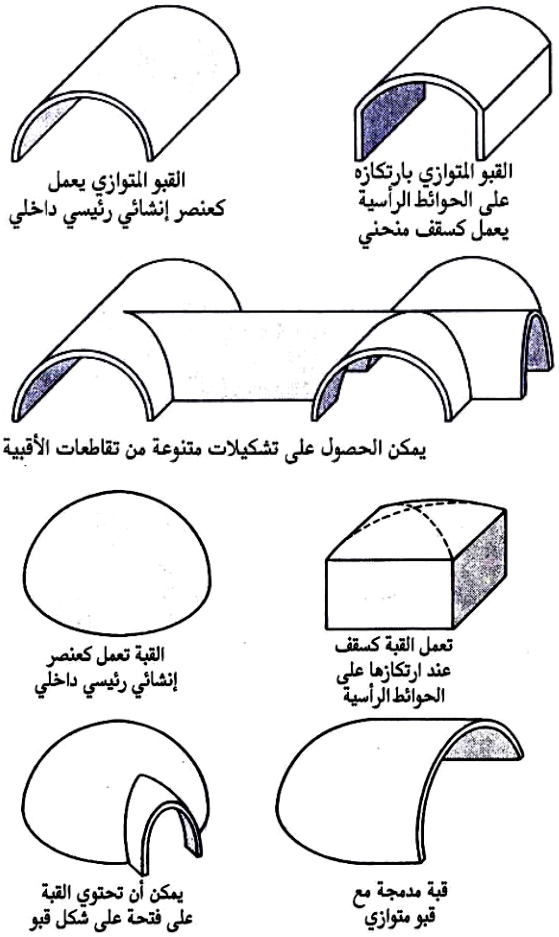
ب- **التوفير في بعض العناصر التصميمية مثل:**

١. توفير تكلفة بعض العناصر التصميمية وتقليلها، كإلغاء بعض الفتحات والنوافذ وتخفيض مساحتها.

٢. تقليل استخدام التشطيبات الخارجية نتيجة إحاطة معظم واجهات المبنى الخارجية بما فيها السقف بالتربة، ويعتبر إلغاء التشطيبات الخارجية من أكثر العناصر التي تساهم بشكل ملحوظ في خفض التكلفة المبدئية للإنشاء حيث أنها تختلف بين: دهانات وزجاج أو حجر صناعي أو طوب واجهات....الخ، ومعروف مدى ارتفاع أسعار مواد التشطيبات، وقد ثبت بالتجربة العملية أن توفير مواد التشطيبات الخارجية مرتفعة التكلفة يغطي ارتفاع التكلفة المبدئية للإنشاء المحمي بالتربة، (Golany G.,1981,P. 119,145)

٣. توفير مواد العزل الحراري واستبدالها بالغطاء الأرضي والتربة لما لها قدرة عالية على العزل الحراري مما يساهم في تخفيض تكاليف الإنشاء.

٤. تتأثر تكلفة بناء الهيكل الإنشائي للسقف بدرجة كبيرة بسمك طبقة التربة فوقه، وهو ما يجعل من التصميم الجيد لسطح المبنى عاملاً ضرورياً لخفض تكلفة هذا النوع من البناء، فمثلاً تعتبر الأسقف المقببة والمقبية من أفضل أنواع الهياكل الإنشائية لتحمل ضغوط التربة الإضافية، وبتكلفة أقل إذا قورنت بالأسقف المستوية، (أبو قرين، عنتر، ١٩٩٩، ص١٠) شكل (٢-٢٦)، حيث أن القباب والقبوات يمكن تشييدها من مواد البناء المحلية المتوفرة في البيئة المحيطة وبتكلفة عمالة أقل، أما الأسقف المستوية تحتاج صب خرسانة بسمك أعلى من الأسقف في المباني العادية لتحمل الضغوط نتيجة سمك التربة فوقها، كما أنها تحتاج لعمالة أكثر وذات طبيعة فنية معينة. (Golany J., 1983, P. 130).



شكل (٢-٢٦): توجد بدائل كثيرة متاحة يمكن الاختيار بينها من الأسقف كبديل عن الأخرى المستوية. Carmody J., 1985, P. 194

٥. سهولة بنائها بواسطة الأشخاص العاديين حتى لو لم يكن معمارياً، فيمكن بالقليل من المعلومات الفنية لأي شخص خوض هذه التجربة وبناء منزله بنفسه، بالاستعانة ببعض البيانات عن أسلوب البناء وببعض الخبرات السابقة والتجارب المماثلة. وقد عرضت تجربة جديرة بالذكر بمجلة أوهايو: (Ohio Magazine Vol. Nov. 1981) "... في ولاية أوهايو وحدها يوجد على الأقل ٢٤ منظمة تجارية تعمل بمجال البناء المحمي بالتربة، ولكن إذا كان لديك بعض الحماسة للتعرف على مصمم إعلانات شركة **Toledo** "جوي" **Joe Minnich**، فهو عندما يشجع شخصاً على اتخاذ القرار للبناء المحمي بالتربة يعتبره تحدياً شخصياً، لذلك لابد أن يقتنع به أولاً.

ولمدة عام كامل عكف "جوي" على زيارة كل المنازل المحمية بالتربة التي تراءت إلى سمعه في جميع مناطق الولاية الخاصة بشركة DOE كما أشرف على حفرها وتغطيتها بعد ذلك بالتربة...."

وأخيراً كان لابد أن يخوض التجربة بنفسه بعد أن أصبح مستعداً للحفر، وبالفعل قام بحفر الموقع الخاص بمنزله، فقد حفر بعمق يقرب من ٤ أمتار حيث تقع حديقته الأمامية، ثم وضع ناتج الحفر جانباً ثم استخدم حوالي ٩٠ طناً من الأحجار لتشكل قاعدة ثابتة للحوائط الأسمنتية. وفي جميع المراحل كان دائماً يستشير الخبراء بمختلف المجالات، وكان يسأل عن أدق التفاصيل: ما هو السمك الأفضل الذي يجب أن تكون عليه الحوائط؟ ما هو عرض النوافذ الشمسية؟ ما هو السمك الأمثل للحواجز البلاستيكية؟ كمية المادة العازلة!! وأين توضع!! وكيف يمكن لها أن تلتصق بالسطح الخرساني؟ كيفية التأكد من تمام جفاف جميع الأسطح!! كيفية التأكد أن الحوائط لن تنهار للداخل!!. مئات الأسئلة والقرارات الإنشائية والحسابات الخاصة بالأداء الحراري للمبنى وخصائص تحمل الخرسانة والزجاج للأحمال الزائدة وعلاقتها بالتربة.

وبمجرد أن ظهر المبنى على وجه الأرض، أعلنت البلدوزرات عن بدء التحرك دافعة أطناناً من التربة لأعلى في محيط الجوانب الثلاثة للمبنى لتدفنه بالكامل تاركة فقط النوافذ الكبيرة الشمسية المواجهة للجنوب بدون إحاطتها بالتربة لتصبح هي المنفذ الوحيد للمنزل. لقد كانت اللحظة الحاسمة التي توجت شهوراً من الحسابات والعمل الشاق، فعندما دفعت أطنان الأتربة على الحوائط والسقف ظل كل شئ ثابتاً مكانه ويتمتع بالجفاف التام.

لقد قدر Minnich التكاليف التي صرفها في منزله المحمي بالتربة بما يقرب من ٧٥٠٠٠ دولاراً، لكنه لم يستطع تقدير المدة الزمنية منذ بدأ هو وأصدقائه في هذا المشروع.

وعندما تساءل الآخرون ... ما الذي يمكن أن يعرفه مصمم إعلانات عن البناء ؟

رد عليهم Minnich قائلاً: بكل صدق أنا لم أقم بدق مسماراً من قبل، وكما تعرفون بوضوح أنني لست معمارياً ولا عالماً فلكياً أو حتى عالم رياضيات، لكنني أستطيع أن أقول: أنني طالما استطعت خوض هذه التجربة ونجحت، فإنني أؤكد أن أي شخص آخر في العالم يستطيع القيام بذلك العمل بنجاح.

أما عائلة شيرويدر فقد تعاقدت مع مكتب Shelterra، إحدى أفرع شركة Century Concrete ببلدة Spring Field، والتي أشرفت على إنشاء منازل أخرى محمية بالتربة في أماكن متعددة بالمنطقة.

واستعانت العائلة بالمعماري Rupert Nicholas من بلدة Beavercreek كي يشرف على بناء المنزل، لأنه كان صديقاً للعائلة، بالإضافة إلى أنهم دائماً ما يتحمسون لأفكاره ومقترحاته.

إن تمويل هذا المشروع كان صعباً بالنسبة لهذه العائلة البسيطة، فشركات التسليف لم تتحمس لإقراضهم المال اللازم للبناء، فهو من وجهة نظرهم غير مقنع، بسبب تخوفهم من قدرتهم على بيع مثل هذا المنزل في حالة الاضطرار إلى فك الرهنية، لكن شركة Home Federal Savings and Loan ببلدة Xenia وافقت على تسليفهم المبلغ المطلوب لإنشاء منزلهم، وبالفعل قاموا بالبناء.

(Ohio Magazine Vol. Nov. 1981. at www.undergroundhomes.com).

ثانياً: المحددات:

هناك عدة عوامل ترفع من التكلفة المبدئية للمنشأ المحمي بالتربة أهمها:

١- **تكاليف الحفر:** يعتبر منسوب التأسيس للبناء المحمي بالتربة أعمق بكثير من البناء السطحي بطبيعة الحال، مما يزيد من كمية الحفر والاحتياج إلى معدات ثقيلة، غير تلك التقليدية المستخدمة في المنشأ السطحي، كما أنه في حالة الموقع الذي يحتوي على صخور صلدة فإن تكاليف تفجيرها تكون أكبر بكثير من تكاليف الحفر إذا استخدمت على نطاق ضيق.(Golany G., 1983, P. 47)

٢- **تكاليف الإنشاء:** كما هو الحال في الحفر فإن تكاليف إنشاء مبنى محمياً بالتربة تعتبر أعلى بكثير من البناء العادي، وذلك لسبب رئيسي؛ هو أن النظام الإنشائي يتحمل ضغوطاً أعلى بكثير من النظام الإنشائي للمبنى السطحي، وهي تتمثل في ضغط التربة الواقع على السقف والجدران، مما يتطلب نظام إنشائي ثقيل يتحمل الأحمال الزائدة، ويرفع بديهياً من التكلفة المبدئية للهيكل الإنشائي. وتزداد في حالة التربة الفقيرة أو المفتتة حيث تحتاج لتدعيم أكبر ونظم إنشائية ثقيلة عالية التكلفة.

أما عن الأسباب الرئيسية التي دفعت عائلة شيروبدر لعدم البناء بالكامل تحت سطح الأرض، فهي ببساطة أسباب اقتصادية. فالوزن المضاف من الغطاء الأرضي لابد له أن يتطلب بناء قوي وكمية أكبر من الأسمنت مما يساهم في رفع التكلفة الاقتصادية إلى قيمة تقدر بحوالي ١٠٠٠٠ دولار، وقد عبر شيروبدر عن ذلك بقوله: "إنه سيستغرق منك وقتاً طويلاً كي تدخر هذا المال الكثير، وسيكون ذلك على حساب التقليل من استهلاك الطاقة" (Ohio Magazine Vol. Nov. 1981)، كما أن الطاقة العالية المستخدمة في الإنشاء، والتي تتمثل في الطاقة اللازمة من أجل الحفر لتكوين الفراغات والنقل والتخلص من التربة، والطاقة المطلوبة لمعالجة وتصنيع ونقل وتركيب كل المواد المستخدمة في إنشاء وتشطيب المنشأ، ترفع من تكلفة الطاقة المطلوبة للإنشاء الابتدائي للمبنى.

٣- **العزل:** لا بد من وجود عزل مائي عالي الكفاءة ضد الرطوبة المنبعثة من التربة إلى الجدران، حيث تعتبر ملامسة للتربة من معظم الجهات، ومن المعروف مدى خطورة الرطوبة على الهيكل الإنشائي لأي بناء، لذا يجب عزل المبنى بأكمله حتى الجدران والسقف، مما يساهم بشكل ملحوظ في رفع تكلفة الإنشاء، وتزداد في حالة ارتفاع منسوب المياه الجوفية أو تداخلها مع منسوب التأسيس، لذلك لا يفضل هذا النوع من البناء في المناطق ذات المحتوى العالي للمياه في التربة (Carmody J., 1993, P. 41-44). كما أن نوعية التربة نفسها لها دور تأثيري في مدى تكثيف العزل أو تقليله حسب درجة تشبع التربة ونسبة الرطوبة، (Golany G., 1983, P. 103)

٤- **العمق:** وهي مسألة نسبية تختلف من مبنى لآخر حسب نوعه، لأن البناء المحمي يمكن أن يكون غير عميقاً ويعتبر مدفوناً جزئياً تحت الأرض أو موجوداً بالكامل قرب سطح الأرض، أو أن يكون تحت الأرض لمناسيب عميقة جداً كالمنشآت النفقية والمناجم أو المخازن العميقة، **فحسب العمق يكون مدى التدعيم المطلوب للتربة، فكلما زاد العمق تزداد تكاليف الحفر والإنشاء والعزل، إلى جانب ظروف الموقع الضيقة والتي تختلف من موقع لآخر وتساهم في رفع تكلفة الإنشاء.**

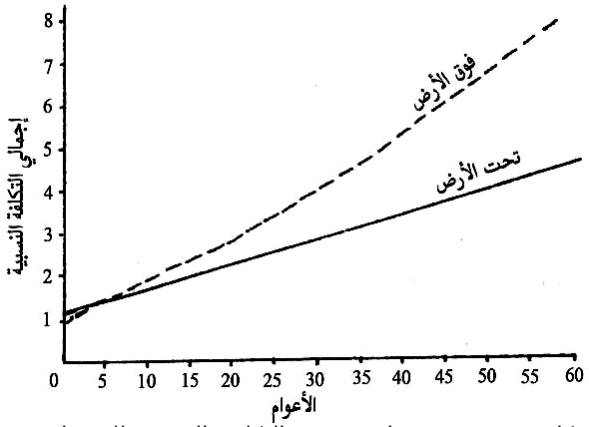
٢-٤-٢ تكاليف التشغيل على المدى البعيد.

يقدر التوفير الإجمالي لتكلفة دورة الحياة بالتنبؤ بالتكاليف على المدى الطويل خلال مدى زمني كبير، مما يعد من المميزات التي يوفرها البناء تحت الأرض، لكن هناك بعض المحددات التي يمكن تلافيها بالتصميم الجيد. وفي هذا الجزء نذكر بعضاً من الإمكانات والمحددات المرتبطة بتكاليف التشغيل على المدى البعيد للمباني المحمية بالتربة.

أولاً: الإمكانات:

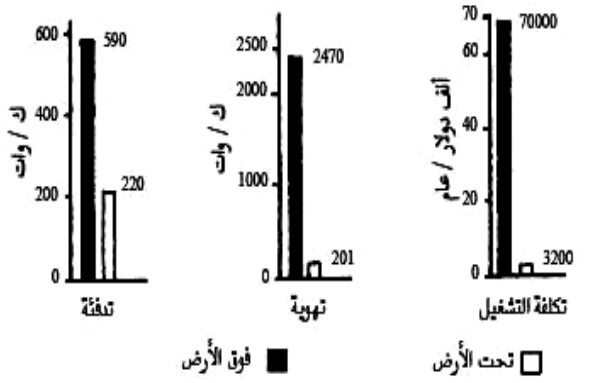
يكون التوفير في المباني المحمية بالتربة على المدى البعيد ملحوظاً وأكبر من التوفير في التكلفة المبدئية للإنشاء، شكل (٢-٢٧). وتتأثر تكلفة التشغيل بعدة عوامل يظهر أثرها على المدى البعيد، نذكر منها النقاط التالية:

١- حماية الهيكل الإنشائي المبنى من التأثيرات الخارجية كالمناخ القاسي وتقلبات درجة الحرارة الحادة وعوامل التآكل والتعرية، مما يساهم في تقليل تكاليف الصيانة بنسبة قد تصل إلى ١٥٪ عن البناء التقليدي (Shapira H.B., 1983)، حيث أن البناء المحمي بالتربة لا يتطلب صيانة للحوائط الخارجية أو السطح إذ أنهما محميان بالتربة وتقتصر عمليات الصيانة فيه على الصيانة الداخلية.



شكل (٢-٢٧): مقارنة بين التكلفة النسبية للتشغيل مع مرور الأعوام لمبنى محاط بالتربة وآخر فوق سطح الأرض. Golany G., 1983, P. 46.

٢- يساهم البناء المحمي بالتربة في انخفاض تكاليف الأجهزة اللازمة للتبريد والتدفئة، مما يعمل على تقليل تكاليف الطاقة اللازمة، حيث أن كمية الطاقة المستهلكة في البناء المحمي بالتربة أقل بحوالي ٦٥-٨٨٪ عن البناء التقليدي (Moreland, F., 1981) . شكل (٢-٢٨).



شكل (٢-٢٨): مقارنة بين تكلفة (التبريد أو التسـخين) والتهوية وتكلفة التشغيل لأحد المباني المحاطة بالتربـة مع آخر فوق سطح الأرض. Golany G., 1983, P. 45.

وقد تعهد "أوهانيون" أن تكلفة التدفئة والتبريد لـ ٢٠٠٠ قدم^{2}على أقصى تقدير قد تبلغ حوالي ٢٠٠ باوند/ عام مقارنة بالـ ٢٠٠ باوند/ شهر للمنزل العادي. (Ohio Magazine Vol. Nov. 1981)

ومن المتوقع أن تزداد هذه النسبة في الصحارى المصرية ذات الطبيعة القارية شديدة الحرارة صيفاً وشديدة البرودة شتاءاً، إلى جانب الفارق الكبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار.

٣- الحفاظ على الهيكل الإنشائي للمبنى، وزيادة العمر الافتراضي له، نظراً لقلة تأثير عوامل التعرية.

ثانياً: المحددات:

على الرغم من الوفر الكبير في تكاليف التشغيل على المدى الطويل الذي تتميز به المباني المحمية بالتربة، لكن هناك نقاط ضعف صغيرة ترفع من التكلفة، يجب التحضير لها منذ البداية، وهي تتمثل في ارتفاع تكلفة إصلاح وصيانة أجزاء المبنى المدفونة، فوضعية تلك المرافق من مواسير صرف وتغذية وكهرباء وتكييف وتليفونات، حتى نقاط ارتشاح المياه في الطبقة العازلة.....الخ، يصعب الوصول إليها دون مشقة، مما يرفع تكلفة تلك الصيانة ما لم يتم تلافي ذلك منذ البداية.

❁ **خلاصة الإمكانات والمحددات الاقتصادية:**

حيث أن النواحي الاقتصادية تعتبر أحد المحددات الأساسية في العمارة، والمحدد الرئيسي في كثير من الدول النامية، خاصةً في المشاريع السكنية، فإن العمارة المحمية بالتربة بما لها من مقومات بيئية تتمتع بميزة كبيرة عن العمارة التقليدية خاصةً في تكلفة التشغيل **Operation Coast**، حيث ترتفع التكلفة المبدئية للإنشاء **Initial or Construction Coast** للمباني المحمية بالتربة في أغلب الأحيان عن مثيلاتها فوق سطح الأرض، إلا أن هذا الفارق يتلاشى مع ما يحققه استخدام باطن الأرض من توفير في تكاليف الطاقة، وتقليل استخدام الوسائل الميكانيكية للتبريد والتدفئة، كذلك تكاليف صيانة الأسطح الخارجية للمبنى، إضافة إلى تكلفة سطح الأرض الذي يمكن استغلاله بأنشطة أخرى.

٥-٢ إمكانات ومحددات بعض الجوانب القانونية.

لم يتحدد بعد مدى ملائمة هذا النوع من البناء للقوانين التنظيمية المحلية، لكن يتوقع أن يكون استخراج التراخيص للبناء المحمي بالتربة أكثر تعقيداً من البناء التقليدي فوق الأرض، خاصة إذا كانت المنطقة تحتوي على مباني تقليدية بجوار أخرى محمية بالتربة، مما يزيد الأمر تعقيداً في اشتراطات البناء

أما إذا كان المشروع تحت الأرض غير سكنياً فإن الأمر يأخذ بعداً جديداً، ففي حالة عدم امتلاك الأرض السطحية يجب الحصول على تصاريح باستخدام باطن الأرض من ملاك تلك الأراضي، والذين تختلف درجة تعاطفهم مع المشروع، مثل مشاريع الأنفاق الطويلة ومدى تأثيرها على المباني السطحية، والمفاوضات حول التعويضات التي يمكن أن تدفع لهم أو ثمن تلك الأراضي، وقد تستغرق المفاوضات وقتاً طويلاً وتكاليفاً تجعل المشروع غير اقتصادياً، إذا لم يكن له دعم كبير مخصص لتذليل تلك العقبات.

٦-٢ إمكانات ومحددات نفسيـة وفسيولوجية واجتماعية.

يعد أكثر الاستخدامات شيوعاً لفراغ باطن الأرض هو الاستخدام الخدمي مثل: المخازن، أو شبكات وخدمات البنية التحتية، أو أنفاق المرور، وعادةً ما تكون الصورة الذهنية سلبية لدى المستعمل العادي المرتبطة بتلك المنافع والخدمات. ويحرص المصمم بكل ما لديه من أدوات أن يقلل منها بقدر الإمكان، لذا من أهم المشكلات التي تقابل المصمم عند توظيف الأماكن تحت الأرض للاستخدام السكني هو ذلك الرد الفعل السلبي لدى المستعمل. هنا تظهر العديد من الاهتمامات والاستفسارات. والسؤال الجوهري هو:

ما مدى تقبل المجتمع النفسي والاجتماعي لهذه النوعية من البناء؟!... وما هي الآثار النفسية والفسيولوجية على مستخدمي الأماكن تحت الأرض؟!.... وإذا كان هناك بالفعل آثاراً سلبية في بعض الحالات... فما هي الحلول التصميمية التي يمكن توظيفها للتخفيف من تلك السلبيات وإيجاد بيئة صحية؟!

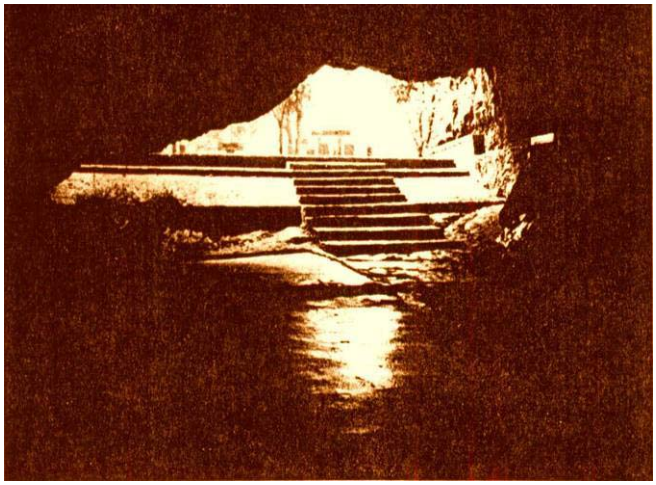
إن الهدف من هذا الجزء هو التعريف بالإمكانات والمحددات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المرتبطة بوضع الإنسان في بيئة تحت الأرض، ومحاولة الوصول إلى تعظيم الاستفادة من الإمكانات المتاحة وتقليل المشكلات المرتبطة بالمحددات عن طريق بعض الحلول التصميمية للتغلب على بعض المشكلات والاستفادة من المميزات المتاحة.

وعليه، يتم في هذا الجزء دراسة المحددات والإمكانات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المصاحبة للأماكن تحت الأرض ودراسة بعض الحلول التصميمية للتغلب على بعض المشكلات، خاصةً النفسية منها.

٦-٢-١ المحددات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المصاحبة للأماكن تحت الأرض.

يمكن دراسة ملامح الصورة الذهنية للمحددات المصاحبة للأماكن تحت الأرض بالاستعانة بمصدرين: (Carmody J., 1993, P. 137)

- **أولاً: الصورة الذهنية لما تحت الأرض** والمتعمقة عبر التاريخ والثقافات واللغات والتي إلى حد ما متأصلة في التفكير اللاشعوري، شكل (٢-٢٩).
- **ثانياً:** ردود الأفعال نتيجة الخبرة الواقعية لمستخدمي **الفراغات تحت الأرض والبيئات المنغلقة المشابهة.**



شكل (٢-٢٩): التصور الراسخ عن صورة الكهف العميق البارد والمظلم، دائما ما يتبادر للأذهان سريعا إذا ما ذكرت الفراغات تحت الأرض. Carmody J., 1993, P. 137.

تلك الصور تتوحد معاً كي تنتج قائمة طويلة من المشكلات النفسية والتي يصعب التغلب عليها، ويناقش البحث في نهاية هذا الفصل العوامل التصميمية التي تساعد على تقليل حدة تلك المشكلات وتخفيف آثارها السلبية بالإضافة إلى التعريف بالجوانب الإيجابية المرتبطة بالمباني تحت الأرض.

٢-٦-١-١ الصورة الذهنية لما تحت الأرض.

على الرغم من الأمثلة الحديثة المنتشرة ذات الإضاءة والتهوية الجيدتين للبيئات تحت الأرض فإن فكرة تحت الأرض تبدو مثيرة لبعض التخيلات السلبية وما يصاحبها من خبرات قديمة تأتي من الماضي. فالكهوف الطبيعية والتي استخدمت كمأوى للإنسان البدائي كانت مظلمة وباردة إلى حد كبير، وذات هواء رطب غير متجدد، فالظلام في حد ذاته يخلق شعوراً بالغموض والخوف من المجهول.

وفي كتابها **Labyrinths of Iron** (مشكلة الحديد)، وثقت الكاتبة بنسون بوبريك تاريخ بناء الأنفاق مُدَونةً الأنشطة شديدة الخطورة التي وقعت في أكثر الظروف رهبة من هواء فاسد ورطوبة وظلام. ففي المناجم والأنفاق على وجه التحديد تصاحبها ظاهرة معروفة هي ظاهرة (الخوف من الاحتجاز)، حيث أن هناك بعض البنايات الأخرى تحت الأرض من صنع الإنسان كالمقابر أو المدافن والقناطر والأقبية وزنزانات كانت تعتبر أماكن للعبودية والسجن والدفن، مما يخلق انعكاساً لا شعورياً بالارتباط بينهما.

(Bobrick, B.1981.).

ومن المفارقات الملفتة للنظر أن تحت الأرض إذا استخدم كمنزل فإنه يستدعي الارتباطات ذات الصفات الإيجابية الأكبر من أمن وسرية وحماية لأن صورة الأرض الأم تعد مصدراً للإخصاب والحياة.

وعلى الرغم أن كلمة تحت الأرض تثير في الأذهان صورة الأقبية المظلمة، لكن السيدة شيرويدر تقول إن منزلهم ليس كذلك أبداً: (إن منزلنا المحمي بالتربة يعتبر أكثر انفتاحاً وتجديداً للهواء من منزلنا السابق الذي كنا فيه بالمدينة – شرق ولاية دايتون– فالمنزل ليس فخماً، ولكن به ١٥٨ م^{٢} للمعيشة).

(Ohio Magazine Vol. Nov. 1981. at www.undergroundhomes.com .).

ومع ذلك فالفراغ بداخل الأرض عادةً ما يصور كبيئة ساكنة مخيفة عديمة الحياة، حيث أن الغموض الذي يكتنف الكهف المظلم غالبا ما يبث الخوف إلى جانب أنه يمنح شعوراً بالمخاطرة. كلاً من هاتين المجموعتين من الصفات المتضادة تنعكس في التخيلات لما تحت الأرض المستخدمة في الأدب والدين واللغة وعلم النفس. وفي كتابها **Life Below Ground** استكشفت ويندي ليسر ما تحت الأرض كاستعارة من الأدب، وأشارت إلى أن ما تحت الأرض كان غالبا مرئي بشكل جزئي ومتاح بشكل جزئي فقط للاستخدام على الرغم من النمو المتاح لتلك الأماكن إذا توافر التقدم التكنولوجي المستمر والذي يعطي إمكانية التغيير، واستطردت قائلة:"... وما يعنيه هذا الغموض هو أن تحت الأرض غالباً يربط بين الحقيقة الملموسة والغيبيات، أو بين الذي يمكن للمرء أن يراه ويلمسه في حياته الطبيعية وذلك الذي يجب على المرء أن يتقبله بإيمان وبدون مناقشة. وربما يفسر هذا إلى حد ما لماذا يظهر ما تحت الأرض الفعلي شبيهاً بالعديد من ما تحت الأرض التخيلي أو القصصي، فالكثير من الناس يؤمن بفكرة الموت والبعث ووجود مكان تخيلي تحت الأرض حيث تذهب إليه أرواح الموتى كي تغسل من ذكرياتها وتعاد كي تعيش على الأرض، ومن ثم يصبح تحت الأرض مصدراً للحياة ومكاناً للراحة الأبدية. (Lesser, W. 1987)

إن تصور ما تحت الأرض دائما ما ينطوي على بعض من الغموض والرهبة للأحياء ولكن مع ظهور النصرانية أصبح ما تحت الأرض يمثل الجحيم وهي دلالة استمرت حتى وقتنا الحالي فكلمة تحت الأرض دائما ما تصاحب كلمة ندرة أو نشاط إجرامي غير مقبول اجتماعياً. حتى عندما تصف مجموعة معينة– لغرض ما – نفسها بهذه الطريقة (كما تفعل بعض الحركات السياسية أو الفنية) فهذا الاختيار يلقى رفضاً واستياءاً من المقتنعين بتصور الصواب ويعد هذا اقتراباً إلى الضد من الرمز السياسي أو الثوابت الفنية..." (Lesser W., 1987).

هذا التخيل السلبي المصاحب لما تحت الأرض يعتمد على الصورة الحقيقية داخل الكهوف والفراغات البدائية التي صنعها الإنسان تحت السطح متحداً مع قوة الأرض المستمدة من الغموض والمجهول، أما في الماضي القريب نسبياً فقد أصبح من الممكن تكنولوجياً أن نعطي إضاءة صناعية وتهوية ميكانيكية وهذا يناقض الصورة المشابهة للكهف من فراغات مظلمة رطبة مع تهوية غير متجددة، ومن جوانب عدة أصبحت البيئات تحت الأرض مشابهة إلى حد ما البيئات الحديثة فوق الأرض والتي تعتبر مصنعة بالكامل بشكل منغلق ذاتياً، فعلى الرغم من حل هذه المشكلات التقنية للإمداد بالتهوية والإضاءة، إلا أن هناك عدد من المبادئ للنظرة التخيلية السلبية وبالتحديد ما تحت الأرض أظهرت بوضوح ضعف الارتباط بالبيئة الخارجية الطبيعية.

في عام ١٩٩٠ صدر كتاب "ملاحظات على ما تحت الأرض" ناقشت فيه روزالين ويليامز الاتجاه المسيطر على الناس طوال القرون الماضية في التحويل التدريجي للبيئة الطبيعية إلى بيئة مصنعة تعتمد على التكنولوجيا في أكثر حالاتها مثل البيئات الموجودة بالمدن اليوم مع إمكانية تطورها إلى مدى أكبر في المستقبل، وأضافت أن التصور للبيئة تحت الأرض (كلا من الواقعي والخيالي) يعتبرها كنموذج مثالي لبيئة تكنولوجية مصنعة بالكامل.

وتصور روزالين هذا الفكر قائلة: "... منذ القرن التاسع عشر منحتنا القصص عن العالم تحت الأرض نظرة تنبئية لما يمكن أن يحدث لمستقبلنا البيئي، فالتصور المحيط بما تحت الأرض سواء كان حقيقياً أو تخيلياً يقدم لنا نموذجاً لبيئة صناعية يتم من خلالها الابتعاد تماما عن الطبيعة. ولإمكانية العيش تحت الأرض لابد من استخدام أجهزة ميكانيكية للإمداد باحتياجات الحياة من طعام وإضاءة وتهوية، أما الطبيعة فإنها تعطي لهم الفراغ فقط. لذا فإن الوضع تحت الأرض يصبح إلى حد كبير بمثابة استبدالاً للبيئة الطبيعية بأخرى تكنولوجية، أو بمعنى آخر هو انتقال للحياة الإنسانية داخل عالم صناعي... ".

ومن هنا فإنها تعتقد أن **الابتعاد عن مفردات الطبيعة هو مفتاح نجاح هذا النموذج**. Williams, R.1990

وتستكمل روزالين حديثها قائلة: "... إن الخاصية المميزة للبيئة تحت الأرض هي البعد عن الطبيعة بما تحتويه من تنوع حيوي ومواسم مناخية مختلفة ونباتات وشمس ونجوم فالوضع تحت الأرض يأخذ إلى حد بعيد ما يشبه التبسيط البيئي للمدن الصناعية الحديثة... ".

وبينما تعترف روزالين بوجود بيئات صناعية منغلقة تشبه إلى حد كبير سفن الفضاء، وتصميمات المدن الحديثة والتي أصبحت أكثر انغلاقاً واعتماداً على التكنولوجيا في أغلب الأحيان، فإنها لا تزال ترى ما تحت الأرض هو النموذج المثالي لإقامة بيئة تكنولوجية بكل ما يصاحبها من عوامل نفسية محددة.

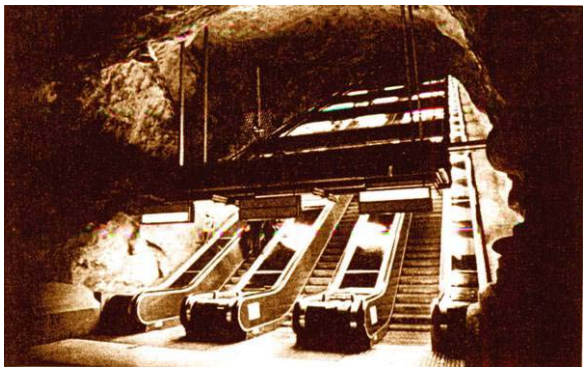
فتقول: "... وعلى خلاف المناجم نجد أن سفينة الفضاء فشلت في نقل الإحساس الدائم بالانعزال في العالم اللانهائي وبالإضافة إلى ذلك فإنه بسبب الغموض الذي يحيط بالفجوات بين النجوم يفتقد المسافر عبر الفضاء الإحساس بالرأسية التي يعطيها العالم السفلي بقوته الفريدة المسيطرة على الخيال الإنساني.

فالقصص العالمية عن الهبوط إلى العالم السفلي قديمة جداً وتتلخص في أن بنيتها الأساسية تعني التضاد بين السطح والعمق، وربما تكون جذورها متعمقة في تركيب العقل البشري. هذا الانسجام ربما يفسر بواسطة نظريات فرويد لعقدة أوديب والتي تقسم الأنفس البشرية إلى أنفس مدركة وغير مدركة، أو بواسطة نظريات "جان جيان" لمجموعات اللا وعي. على أية حال، فإن استعارة العمق هي خاصية بدائية في التفكير البشري. فهي تجمع بين الانعزال (الانغلاق) والرأسية، خليط فريد لا يوجد في أي من المدن الحديثة أو سفن الفضاء مما يمنح صورة العالم السفلي قوته الفريدة كنموذج متكامل للبيئة التكنولوجية. فإذا ما تخيلنا أننا ذاهبون تحت الأرض فإننا لا نتخيل فقط بيئة حيث غياب الطبيعة العضوية إلى حد بعيد بل إننا أيضا سنستعيد في أذهاننا رحلة هي إحدى أعظم الموروثات الثقافية المسيطرة على التفكير البشري. فهو موروث مستعار من رحلات الاستكشاف لما تحت السطح...". Williams, R.1990

يتضح من خلال استعراض أعمال ويندي ليزر و روزالين ويليامز أن تصورات تحت الأرض وما يصاحبها، متعمقة جذورها في الماضي وتصب في ثقافتنا بعدة طرق، ولكنهم أيضا كونوا صورة لبعض المواضيع الهامة الخاصة بتطوير حاضر البيئة المبنية ومستقبلها. هذه التصورات ساعدت على تشكيل الخلفية الحقيقية في مواجهة أي من المشكلات والحلول التصميمية تحت الأرض التي يمكن صياغتها.

حاول فريق بحثي ياباني أن يستكشف الانعكاسات النفسية السلبية الأساسية المصاحبة للمكان تحت الأرض (Muro et al, 1990 ; Hane et al.1991 ; Sawada and Hane 1991) وقد ذكروا ما يلي:

"... الفضاء تحت الأرض عادةً ما يعتبر غير مغري وحتى عندما لا توجد مشكلات جوهرية. فالأماكن تحت الأرض لا تعطي الكثير من التحفيز، وهكذا فالتخيلات والانعكاسات النفسية والتي لا تمثل موضوعاً هاماً في البيئات الأخرى تعتبر ذات أهمية قصوى في الأماكن تحت الأرض، شكل (٢-٣٠).



شكل (٢-٣٠): تستخدم الكهوف الصخرية الطبيعية الموجودة في: (نورواي والسويد وفنلندا) لأغراض متنوعة مثل شبكة الأنفاق الأرضية.
Carmody J., 1993, P. 141

ولكي يمكن الاستفادة من الفضاء تحت الأرض فإنه من الضروري منح الإثارة والتشويق لتلك الأماكن، ولا يقتصر الأمر على ذلك بل لا بد أن نبرز الانتقادات عن الانعكاسات النفسية التي تكمن في العمق اللاشعوري...".

ولكي يمكن إعطاء التخيلات المصاحبة لما تحت الأرض فإن هؤلاء الباحثين قاموا ببحث ميداني لاستطلاع الآراء لكل من المجتمعات اليابانية والأمريكية لدراسة ردود الأفعال لصفات معينة من قائمة عديدة من الصفات والتي توضح الصورة، من راحة أو عدم راحة لما تحت الأرض.

عبرت الكلمات المختارة لتخيلات الناس لما تحت الأرض في كلا البلدين عن انعكاسات دائمة لعدم الراحة، رغم أنه ليست كل الكلمات التي تعكس عدم الراحة كانت مستخدمة لوصف ما تحت الأرض تحديدا. أما عن أكثر الكلمات استخداما لوصف ما تحت الأرض بشكل معروف في كلتا المجموعتين كانت: (الخوف والهيبة وعدم سهولة الاستخدام). فالأمريكان استخدموا (القلق والاكتئاب) أكثر من اليابانيين لوصف ما تحت الأرض ولكنهم أيضا صاحبوا ذلك بالكلمة الإيجابية (راحة) أكثر من المعتاد. كلٌ من اليابانيين والأمريكان استخدموا تعبيرات (التوقع والتخمين) لوصف التخيلات لما تحت الأرض وصوحبت تلك التعبيرات أيضا بكلمة (راحة).

ولكن بعض المصانع التي أقيمت تحت الأرض لازمتها ردود الأفعال السلبية، أما بعض أنواع الخدمات الأخرى فلم تطرق بالبحث.

وقد خصص المعماري المهتم بالطاقة **Richard Strayer** فصولاً تحت الأرض لتلاميذ المدارس بضاحية **Reynoldsburg**، وبنى مكاتب طبية في **Lithopolis** ومستشفى إضافية إلى جانب مرتفع في **Martin's Ferry**. (Ohio Magazine Vol. Nov. 1981)

شكل (٢-٣١): ريتشارد أوهانيون أمام منزله الأرضي المزدوج. www.undergroundhomes.com

أما المعماري **Howard Davenport** ببلدة **Sandusky**، فقد أنهى بناء أول منزل أرضي مزدوج على مستوى الولاية في منتصف حقل ذرة بالقرب من **Bellevue** في بدايات هذا العام، شكل (٢-٣١).

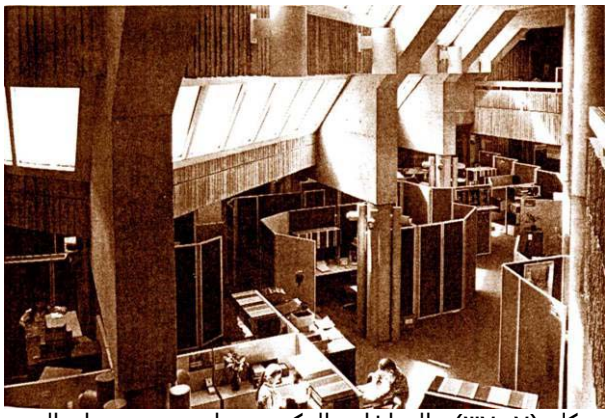
في البداية سخر منه السكان المجاورون فهو– من وجهة نظرهم– يشبه زوجاً من المخازن مثبتة وسط التراب، بعد ذلك بدءوا في زيارة المكان في عطلات نهاية الأسبوع وسريعاً تغيرت ردود أفعالهم.

فيقول أحد المزارعين:" إنه شيء عظيم بالداخل فهو مضاء وجيد التهوية، لقد كنت أتصور أنه يشبه الكهف بالداخل ويمكن أن نجد به أشياء كثيرة غير مرغوب فيها مثل: الخفافيش، ومصاصي الدماء، والحوائط المنهارة ".

وعليه، يخلص هذا الجزء إلى أنه يمكن وضع خطوط عريضة للتصميمات المقترحة لتعزيز الصفات الإيجابية المصاحبة للأماكن تحت الأرض، فتكون بمثابة وسيلة لتقليل الانعكاسات السلبية حول تلك الأماكن. كما لاحظ الباحثون تشابه ردود الأفعال بأماكن مختلفة من العالم حول هذا النوع من البناء، مثل ردود أفعال الأمريكان واليابانيين، مما يبشر بإمكانية تطبيق المداخل والخطوط العريضة المميزة للتصميم، حتى يمكن تطويرها وتعميمها للاستفادة من تلك الخبرات بمناطق أخرى على مستوى العالم.

٢-٦-١-٢ ردود الأفعال عن بعض التجارب المعاصرة.

يشمل هذا الجزء من البحث دراسة ردود أفعال المستخدمين للمباني تحت الأرض بصفة عامة عن طريق دراسات نفسية وفسيولوجية أجريت عليهم وخلصت إلى نتائج يعرضها البحث للاسترشاد بها في الاستخدام السكني فيما بعد، نظراً لقصر الدراسات السيكولوجية التي أجريت على المباني السكنية، وذلك لسببين: أحدهما، ضعف استعمال الأفراد لهذا النوع من البناء بالاستخدام السكني في مقابل المباني العامة. والثاني، صعوبة تجميع السكان واستجابتهم للدراسات السيكولوجية التي تجرى على المسكن الخاص، في مقابل الاستجابة الملموسة من الأفراد العاملين بالأماكن العامة تحت الأرض أو عديمة النوافذ للاستجواب عن آرائهم في بيئة العمل التي فرضت عليهم.



شكل (٢-٣٢): الفراغات المكتبية بجامعة مينيسوتا والتي أظهرت ردود أفعال سلبية من العاملين بها، وحتى بالمقارنة مع الفراغات عديمة النوافذ أعلى الأرض.
Carmody J., 1993, P. 143.

❁ **أولاً: المباني تحت الأرض.**

على الرغم من استخدام الفراغ الأرضي في جميع أنحـاء العـالم وبمختلـف الأنشـطة الإنسانية تقريبا، إلا أن القليل من الأبحـاث أجريت عن ردود الأفعال ومدى الاسـتجابة لهذه البيئات. حاول بعض الباحثون صـياغة عدد من النظريات المتعلقة بالنواحي النفسية للمباني تحت الأرض بعد الرجوع للمصـادر المرتبطة بالموضوع مثـل: (Carmody and ; Wise and Wise1984.1980 Sterling 1983; Fritzell and Ranhagen)

من الدراسات الفعلية القليلة التي أجريت حديثا عن الناس ومدى إمكانية استخدامهم الأماكن تحت الأرض كانت ردود الأفعال غالبا سلبية، (Paulus P. B., 1976, P. 127, 30) شكل (٢-٣٢).

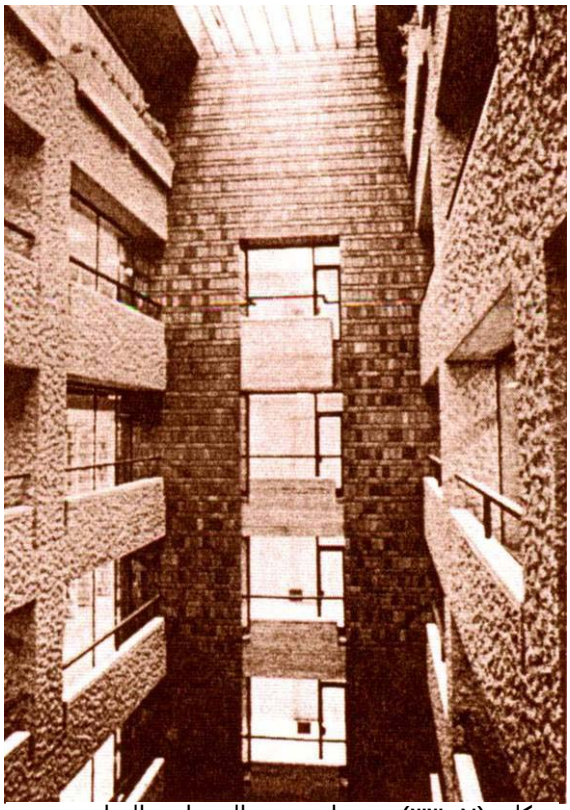
قدرت **الرابطة الأمريكية للمنازل تحت الأرض** The American Underground Association أن هناك حوالي خمسة آلاف منزل مغطى بالتربة بأنحاء متفرقة بالولايات المتحدة، وحوالي مائتين أو يزيد بأوهايو، تم بناؤهم خلال العشرون عاماً الماضية، وأغلبهم خلال آخر خمس سنوات.

رغم أنه حتى الآن لم يتم التوصل إلى النسبة المئوية الدقيقة لحفظ الطاقة فهي تتراوح بين ٩٠-٩٥٪، إلا أنه لا يوجد أدنى شك في أن تحت الأرض يعتبر مكاناً هادئ تماماً ونظيف، ولا يوجد أدنى غبار من الهواء إلى جانب أنه لا يحتاج لمصاريف صيانة على المدى الطويل، وعلى حد تعبير ريتشارد أوهانيون عندما يصف منزله: "إنك بالفعل يجب أن تستمتع بمنظر السقف الجميل في الصيف".

(Ohio Magazine Vol. Nov. 1981).

أدت ضغوط الحفاظ على مساحة الأراضي في **اليابان** إلى زيادة الاهتمام بتطوير ما تحت الأرض بشكل كبير على مدى الأعوام القريبة الماضية. فقد بدأ الباحثون في إجراء استطلاع شامل للآراء في محاولة للتعرف على المشكلات النفسية الدفينة والتي تواجه العاملين تحت الأرض.

قارن نيتشي ومجموعته، (Wada and Sakugawa 1990, P. 33-37; Nishi J., and K. Ozawa, 1990, P. 23-31) بين موقف العاملين أعلى وأسفل الأرض في مواجهة مختلف المشكلات البيئية تحت الأرض. ولم يكن هناك فارق جوهري كبير بين المجموعتين أما بالنسبة لمدى الحماية من الكوارث البيئية والأمن تحت الأرض فكلاهما كان متعادلاً.



شكل (٢-٣٣): يزداد عدد الخدمات المقامة تحت الأرض في اليابان، فهذه المكتبة المقامة بمدينة طوكيو تمتد لسبعة طوابق تحت سطح الأرض.
Carmody J., 1993, P. 146

وبإجراء مقارنة بين العاملين أعلى وأسفل الأرض ظهر هناك فارقاً ملحوظاً في الرأي بالنسبة لمدى إمكانية استغلال الفضاء تحت الأرض، فقد شعر معظم العاملين بالأعلى أن مكان العمل تحت الأرض سوف يقف حائلا دون الوصول إلى بيئة داخلية جيدة وبعضهم شعروا أنهم سيحطمون نفسيا إذا عملوا تحت الأرض، وقد لوحظ أن نسبة تتراوح بين٦٠-٨٥٪ من العاملين تحت الأرض متقبلين للموقف وقد استحسنوا العمل أسفل الأرض، بينما حوالي٢٥٪ من العاملين أعلى الأرض استحسنوا ذلك.

هذه الدراسة تعكس الموقف السلبي الملازم لفكرة التواجد بالمكان تحت الأرض والذي يعتمد على التخيلات وما يصاحبها من انعكاسات نفسية دون وجود خبرة فعلية، أما بالممارسة ومباشرة العمل الفعلي فإن نظرة التقييم تأخذ اتجاهاً عادلاً نوعاً ما.

وفي دراسة يابانية أخرى تهتم بالبحث على الأماكن تحت الأرض الموجودة بالفعل، أظهرت نتائجها بشكل واضح المشاعر السلبية تجاه تلك البيئات (Wada and Sakugawa 1990, P. 33-37). شكل (٢-٣٣).

فقد قامت الدراسة باستطلاع آراء العاملين بالمكاتب تحت الأرض ومحطات مترو الأنفاق، ومراكز التسوق ومراكز الأمن وأظهرت مستويات عالية من القلق وعدم الشعور بالراحة نتيجة الانعزال عن العالم الخارجي (عن رأي ٦٧٪ من الذين تم الالتقاء بهم) ومن القلق على صحتهم البدنية (عن ٥٠٪ منهم).

تم التعبير عن بعض القلق في صورة ضغوط ذهنية (رأي ٣٦٪ منهم) أو زلازل أو حرائق (رأي ١٨٪ منهم)، والشكوى الأكبر كانت تعبر عن المشكلات الأخرى مثل: (سوء التهوية والتطلع إلى معرفة الطقس بالخارج والشعور بالظلم وزيادة مدى انخفاض الأسقف، حتى ولو كانت بنفس الارتفاعات عندما تقارن بالأوضاع أعلى الأرض). قليل من المستخدمين أشاروا إلى الإيجابيات مثل فوائد البيئة الهادئة للعمل، على الرغم من أن معظمهم لم يذكروا أي مميزات أكثر من ذلك. (وتمنى العمل فوق الأرض أكثر من ٧٠٪ من الذين تمت مقابلتهم)، ودون الباحثون الظروف الفيزيائية الغير مريحة بتلك المنشآت.

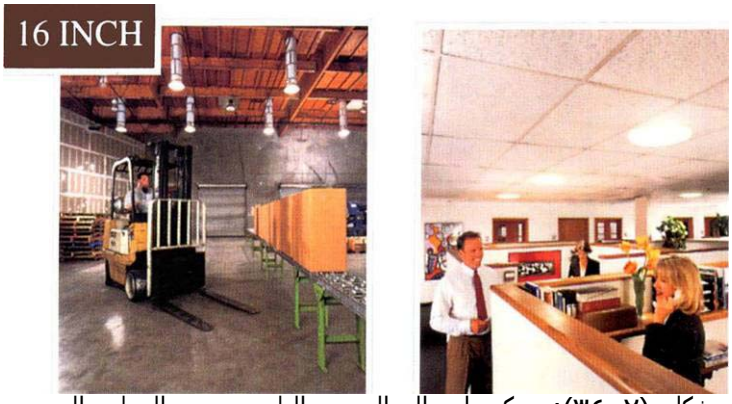
إنه من المثير حقا معرفة أنه بينما كان هؤلاء العاملين ذوي نظرة سلبية للموضع تحت الأرض، إلا أنهم تقبلوا فكرة الاستمرار في العمل هناك إذا تحسنت الظروف الفيزيائية والصحية تحديدا للبيئة التي يعملون بها وإذا زادت رقعة ضوء الشمس النافذة إليهم وكم النباتات الموجودة وبدائل النوافذ المتاحة والمزيد من الاتساع والتهوية. وقد أضافوا أيضا نوايا مؤكدة للعمل هناك إذا ما تم تعويضهم مادياً.

وقد أجرى (Wada and Sakugawa 1990, P. 33-37) أيضاً سلسلة من التجارب المعملية في عدة مواضع ذات طبيعة خاصة، فقد تم تقييم أداء العاملين الذين يؤدون واجبات متنوعة في ثلاثة مواضع:

- فوق الأرض مع وجود نوافذ.
- تحت الأرض بدون وسائل إمتاع.
- تحت الأرض مع وجود وسائل إمتاع مثل ضوء الشمس الطبيعي والنباتات أو شاشات الفيديو.

وبينما كان الأداء متشابهاً في كل الحالات في البداية إلا أن أداء العاملين فوق الأرض قد تحسن بعد فترة قصيرة بالإشارة إلى تأثير الرؤية من النافذة المريح والمجدد للنشاط، لذا فإن وسائل الترفيه بالأماكن تحت الأرض مثل: (ضوء الشمس الشعاعي **Beamed Sunlight** والنباتات وشاشات الفيديو)، شكل (٢-٣٤) قد قللت من الشعور بالتعب ولكن مع هذا كله فإن المعلومات المتاحة لم تكن كافية لرسم نتيجة محددة.

نلاحظ أن أداء العاملين تحت الأرض قد يتحسن إذا توافر لهم الهبوط الأربعة طوابق باستخدام المصعد بدلاً من استخدام السلم المعتاد. وهذا يفيد في أن طريقة تصميم المدخل ربما تساعد الأشخاص على تقبل المكان وربما يكون لها تأثيراً كبيراً في استنباط التعبيرات وردود الأفعال الصحيحة عن البيئة تحت الأرض.



شكل (٢-٣٤): يمكن إيصال الضوء الطبيعي من السطح إلى الأدوار الأخرى باستخدام الأنبوب الناقل للضوء. (كتيب إعلاني).

ونخلص من جميع تلك الدراسات السابقة أنه: يجب الأخذ في الاعتبار أنه عندما يكون مكان العمل أو المعيشة تحت الأرض منعزلا وضيقا وبعيدا عن الإضاءة الطبيعية أو حتى أشعة الشمس الضرورية للصحة والأصوات ودورة الزمن والتفاعل الاجتماعي، فذلك بكل تأكيد له آثاره النفسية السيئة على مستخدمي هذا الفراغ إذا تعرضوا لمثل تلك الظروف لفترات طويلة. (Golany G., 1983, P.110).

بالطبع تلك الظروف لم يعتادها الناس، لذا يمكن لهم التأقلم مع تلك الأوضاع الغريبة حتى إذا كانت على سبيل الاختبار فقط. فالمخططين والمصممين الذين يطبقون مبدأ الإبداع والتجديد من خلال المعيشة أو العمل تحت الأرض لم يقترحوا هذه الظروف الغير طبيعية لمجرد فقط الابتعاد عن الضوء الطبيعي والصوت ودورة الزمن والتفاعل الاجتماعي، لكن إلى جانب تلك السلبيات والتي من السهل تصميمياً التغلب عليها هناك العديد من المحفزات الإيجابية مناخياً ومعمارياً وتصميمياً لتبني مثل هذا الموقف.

فعلى سبيل المثال، بدراسة أبحاث (Wunderlich, 1972)، يمكن استنتاج أن تقبل استخدام المكان تحت الأرض للعمل أكبر من تقبله للمعيشة. وعلى أية حال، فإن هذه الدراسة هي الوحيدة التي تناولت تلك النقطة ولا زلنا نحتاج مزيدا من التفاصيل، وبما أن مشكلة غياب النوافذ– والتي تعتبر أهم وسيلة للاتصال بالبيئة الخارجية– يمكن التغلب عليها تصميمياً مما يقلل من ردود الأفعال النفسية السلبية. من الواجب أيضاً ملاحظة أن ندرة النوافذ تحمي العاملين من رؤية التغيرات المناخية الخارجية على مدار اليوم مثل: الأمطار والثلوج أو تغير درجات الحرارة والتي تؤثر عليهم بالسلب. (Roberts, A., 1981).

على أية حال، كان هناك سوء تقييم للمنازل تحت الأرض أو المغطاة بالتربة من الغير متخصصين أو الآخرين الذين لم يتعاملوا مع مثل تلك الظروف من قبل فهؤلاء تكون ردود أفعالهم ناتجة من الخبرة الثقافية والدينية والاجتماعية الخاصة بكل بلد وليس نتيجة للممارسة الفعلية والتواجد بتلك الظروف، ولكن عندما يختار المزيد من الأشخاص المتفتحين السكن تحت الأرض لأسباب عديدة كحفظ الطاقة أو للميزات المناخية الأخرى، ذلك يبشر بأن الصورة السلبية عن الإسكان تحت الأرض في طريقها للتغيير الإيجابي.

❁ **ثانياً: البيئات عديمة النوافذ والبيئات المشابهة لها.**

يعيش العديد من الأشخاص أو يعملون في أماكن ضيقة والتي تكون أحيانا عديمة النوافذ أو بها نوافذ على جانب واحد فقط مثل المسارح، المطاعم، المكاتب، المصانع، المجمعات التجارية، المتاحف، المكتبات، والعديد من أماكن التجمعات العامة الأخرى. وفي جميع هذه المباني يواجه مستخدميها نفس المواقف والظروف التي يعيشها قاطني المباني تحت الأرض، حتى أن تلك المباني الموجودة في مناطق مسطحة يمكن أن يكون تصميمها لا يحتوي إلا على مخرج واحد للبيئة الخارجية. **لذلك فإن هذا التأثير النفسي السيئ يحتمل أن يكون لمجرد الفكرة بأننا تحت الأرض وليس لأي شئ آخر**. فالمشكلات المصاحبة للمعيشة تحت الأرض يمكن التغلب عليها ببساطة نتيجة الخبرة في التعامل بقدر كافي مع تلك البيئات الجديدة كي تظهر مميزات هذه النوعية من المباني ويمكن تقبلها حتى نصل بالمستخدم إلى تفضيلها على الأنواع الأخرى من المباني.

يذكر الباحثان في كتابهما (**Carmody J. & Sterling R.,1990**) أن الأماكن تحت الأرض تتقاسم بعض الخصائص الأساسية مع بيئات أخرى مشابهة. وهذا يتضمن البيئات المصنعة بالكامل مثل الكبسولات الفضائية والغواصات وقواعد القطب الشمالي والجنوبي.وملامح التشابه تتضح غالبا في الاعتماد الكامل على استخدام التكنولوجيا في الإضاءة والتهوية إلى جانب الإحساس بالانغلاق والانعزال من البيئة الطبيعية على سطح الأرض، ومع ذلك فإن هذه البيئات تختلف عنها بفروق واضحة منها أن المستخدم يكون ملازماً لها لمدة ٢٤ ساعة في اليوم ولعدة أيام متتالية وحتى عدة أشهر، وفي المستقبل ربما لمدة سنوات. لكن بالنسبة للبيئات تحت الأرض سواء كانت للعمل أو للسكن فإن المستخدمين يخرجون بشكل دوري إلى السطح وفي معظم الحالات فإنهم يقضون ثمان ساعات في اليوم بالمكان إذا كان الاستخدام للعمل. وهناك فرق جوهري آخر، أن المنتفعين بهذه البيئات المشابهة متواجدون هناك باختيارهم ومكلفين بإتمام مهمة معينة أو محاولة علمية.

وبسبب هذه الفروق فإن ردود الأفعال الكلية على هذه البيئات المصنعة لا يبدو أنها تعطي معلومات مشابهة مباشرة للأوضاع تحت الأرض. والرجوع إلى التراث الأدبي المتعلق بهذه البيئات القاسية ينجر– إلى حد ما– بعض المشكلات التصميمية المحددة والتي تبدو متشابهة مثل: (زيادة الاتساع في المساحات، واستخدام تصميم داخلي جيد لتنشيط العمل، وتطوير المناظر المحيطة بهم، وتصميم إضاءة صناعية جيدة لمحاولة مضاهاة خصائص الضوء الطبيعي).

شكل (٢-٣٥): خصائص البيئة الداخلية لهذه المدرسة الثانوية عديمة النوافذ تشبه إلى حد كبير الفراغات تحت الأرض.
Carmody J., Sterling R., 1993, P.147.

هناك قطاع واحد من البيئات المشابهة وهي (المباني عديمة النوافذ) والتي تشبه الفراغ تحت الأرض في أنها في بعض الأحيان يتم التعامل معها على أنها قابلة للتغيير الداخلي فقط، شكل (٢-٣٥).

إن الافتقار إلى النوافذ في المباني سواء فوق أو تحت الأرض يبدو أنها تضاف إلى الغالبية العظمى من الصفات السلبية وما يصاحبها مثل: الخوف من الأماكن المظلمة، وضعف الرؤية، والافتقار إلى الضوء الطبيعي والنشاط والاتصال بالطبيعة.

ورغم ذلك فإن المباني تحت الأرض تبدو أنها تثير مجموعة إضافية من الصفات المصاحبة السلبية غير المتعلقة داخليا بندرة النوافذ مثل:(عدم الانتظام والترتيب، والرطوبة والبرودة العالية، وسوء التهوية، وندرة الأمان، إلى جانب تنوع الثقافة وردود الأفعال المصاحبة التي نوقشت في الجزء السابق)، ورغم ذلك، فإن التجربة في البيئات عديمة النوافذ يمكن أن تعزز مفهوم استخدام المكان تحت الأرض إلا أنها محدودة إلى حد ما.

قام بعض الباحثون بحصر لما تم نشره عن المباني عديمة النوافذ، وكلاً من استطلاعات الرأي هذه كان بالطبع مرتبطاً بزمن تلك الدراسة، وفي بعض الحالات نجدها تركز على وظائف محددة فقط للنوافذ في المباني. Wise and Wise 1984 ; Heerwagon 1990 ; Holister 1968 ; Collins 1975; Wotton 1981 .

في معظم الحالات استقى الباحثون الوظائف المزدوجة والقيم الجمالية والنفسية المصاحبة للنوافذ في المباني من الكتابات الأدبية.

تم استنباط بعض المعلومات عن ردود الأفعال تجاه المباني العامة عديمة النوافذ، على اعتبار وجود التشابه بينها وبين المباني تحت السطح، وفيما يلي سوف نوجز بعضاً من تلك الآراء:

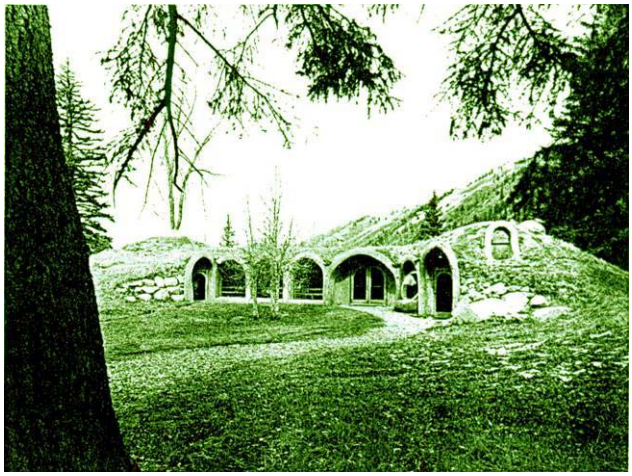
بنيت **المدارس عديمة النوافذ** في الولايات المتحدة لرفع مستوى الحماية في حالات الطوارئ إلى جانب التقليل من: عمليات التخريب المتعمدة أو الميول العدوانية والحرارة الزائدة والتشتت الفكري ولفت الانتباه الزائد للمناظر الخارجية مع توفير المساحات التي كانت تشغلها الحوائط، (Collins B., 1975).

في إحدى المجموعات الدراسية لم يكن هناك فروق كبيرة بين التلاميذ في الفصول التي بها نوافذ أو الأخرى عديمة النوافذ حينما تم قياسها باختبارات متماثلة، وشملت اختبارات للشخصية والدرجات الدراسية كما تم الإطلاع على سجلات الصحة المدرسية (Demos.G., S. Davis, 1967, P. 60-62) وأظهرت دراسة أخرى بميتشجان نتائج مشابهة فلم تكن هناك آثاراً ضارة ملحوظة على التلاميذ في الفصول عديمة النوافذ (Larson, C. T., 1967) ، وفي تلك الدراسة فاجأنا المدرسون بتفضيلهم للفصول عديمة النوافذ.

وفي دراستها عام ١٩٧٥ مع دراسات أخرى متنوعة للمدارس عديمة النوافذ دونت كولينز ملاحظاتها كما يلي:(.. إذا كان هناك استنتاجاً هاماً يجب الوصول إليه من الدراسات التي أجريت على المدارس عديمة النوافذ فهو أن غياب النوافذ لم يحسن أو يتلف الأداء، وعلى الرغم من ترحيب بعض التلاميذ بالموقف إلا أن الآخرين وربما يشكلون الأغلبية العظمى بدا أنهم يحاولون تجاهل الحقائق الواضحة وربما كانوا ضدها..). (Collins B., 1975).

بالتجربة العملية مع مدارس تحت الأرض أو محمية جزئياً بالتربة، كانت النتائج غير ذلك حيث يعد قطاع التعليم بالولايات المتحدة من أكثر الاستخدامات ملاءمةً مع البناء المحمي بالتربة، لكنها عادة ما تكون قريبة من السطح ومحمية جزئياً بالتربة، وذلك لأسباب عديدة منها: الحفاظ على المظهر الجمالي وتكاملها مع البيئة المحيطة إلى جانب رفع درجة تقبلها النفسي للتلاميذ، بالإضافة إلى سبب أمني هام جداً لوجودها بالقرب من السطح، هو تسهيل متطلبات الهروب في حالة الحرائق.

من الأمثلة على المدارس المحمية بالتربة بالولايات المتحدة **Terraset** و**Terra-Center** الابتدائية بمدينة فيرفاكس- فيرجينيا، وصممت تلك المدارس محمية بالتربة لتوفر أقل استهلاك للطاقة، وأكبر مساحة للعب الأطفال بمسطح الأرض بالكامل، كما صممت مدرسة **Wildwood** بولاية كلورادو لتوفر بيئة صحية وطبيعية مثيرة للأطفال، وترسخ في عقولهم الاهتمام بالبيئة الخضراء والحفاظ عليها، شكل (٢-٣٦).



شكل (٢-٣٦): مدرسة Wildwood الابتدائية، بمدينة Aspen ولاية كلورادو الأمريكية..Carmody J., 1993, P.86

ومن جهة أخرى أجرى' Ruys, T., 1970' دراسة هامة على **<u>المكاتب عديمة النوافذ</u>** أعلى سطح الأرض، وقد توصل فيها إلى الآتي: حوالي ٩٠٪ من الإناث العاملات في المكاتب عبروا عن استيائهم من ندرة النوافذ وحوالي٥٠٪ منهم يعتقدون أن ندرة النوافذ لها تأثير سلبي عليهم وعلى كفاءة العمل. تضمنت الشكاوى: (عدم وجود ضوء الشمس وفقر التهوية وعدم القدرة على متابعة حالة الطقس بالخارج وعدم إمكانية النظر والتقاط المشاهد الخارجية والإحساس بالسجن والانعزال والخوف من الاحتجاز والظلام والشعور بالإحباط والشد العصبي)، ومن الواجب ملاحظة أن هؤلاء العاملين كانوا في مكاتب صغيرة أو مفردة مع عدم حرية الحركة.

أجرى كاتل في عام ١٩٨٣ استطلاعاً أحدث للآراء لحوالي ٤٧١ فرداً يعملون في مكاتب بنيوزيلندا وإنجلترا وقد أشارت النتائج إلى تفضيلهم الشديد لوجود نوافذ (Cuttle, K., 1983). وعلى النقيض في دراسات أخرى أعطت نتائج مخالفة حيث أشار معظمهم إلى أن وجود النوافذ يعتبر عاملاً غير هاماً في التأثير على وضوح الرؤية أو إضافة بيئة مكتبية جيدة (Heerwagon, J., 1990).

وعليه، مما سبق يتضح أنه لا توجد ردود أفعال محددة عن تفضيل البيئات عديمة النوافذ لدى بعض الشعوب، أو الاحتياج الشديد للنوافذ الذي لا يمكن الاستغناء عنه عند البعض الآخر، وإنما هي اختلافات فردية لا يمكن التحكم بها نتيجةً لاختلاف طبائع الشعوب وعاداتها. وإنما يمكن من خلال بعض المعالجات والمبادئ التصميمية العامة التأقلم مع البيئات المغلقة عديمة النوافذ وعدم الشعور بالنقص، أو الاحتياج إلى النوافذ.

يعرض البحث في هذا الجزء ملخصاً للمحددات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المحتملة المصاحبة للأماكن تحت الأرض، في ضوء الدراسات السيكولوجية السابقة على مستخدمي المباني تحت الأرض، ومستخدمي المباني عديمة النوافذ.

أ- المحددات النفسية المحتملة.

١- يفتقر المبنى تحت الأرض إلى وجود تخيل أو صورة محددة له في الأذهان، وذلك لأنه دائماً ما يكون غير مرئياً إلى حد كبير. (Carmody J., & Sterling R., 1993, P. 150).

٢- بسبب عدم تحديد وجود الكتلة المبنية، فإن العثور على المدخل أحياناً يكون صعب ومحير.

٣- الحركة عبر المدخل غالباً تكون بالهبوط لأسفل مما يثير ردود أفعال سلبية أو شعوراً بالخوف.

٤- قلة وجود نقاط اتصال بالخارج يمكن التوجه إليها، بسبب أن الكتلة الكلية أو شكل المباني تحديداً غير مرئي، إلى جانب الافتقار إلى وجود نوافذ، ومن الممكن أن يؤدي ذلك إلى عدم وجود توجيه خارجي معين للأماكن تحت الأرض.

٥- ضعف الاتصال بالبيئة الخارجية السطحية سواء الطبيعية أو المصنعة، بسبب عدم وجود النوافذ.

٦- بدون نوافذ تطل على الخارج يتولد الشعور بالاحتباس وعقدة الخوف من الأماكن المظلمة.

٧- عادةً يتبادر للأذهان صفات سلبية مرتبطة بالفراغ تحت الأرض مثل: الظلام والبرودة والكآبة، إلى جانب الخوف من الاحتباس أو الانهيار أو الاحتجاز داخل حريق أو الفيضانات والزلازل.

٨- أحياناً يوحي الفراغ تحت الأرض بجاذبية أقل ويعتبر ذو مرتبة أقل من الفراغات أعلى الأرض.

ب- المحددات الفسيولوجية المحتملة.

١- معظم الإضاءة الصناعية تفتقر إلى خواص ضوء الشمس الطبيعي والتي تبرز بعض المشكلات الفسيولوجية، مما يؤثر بالسلب مع مرور الوقت على صحة المستخدمين داخل الفراغ.

٢- الأماكن تحت الأرض في بعض الأحيان ربما تعاني من عدم جودة الهواء أو سوء التهوية.

٣- وجود مستويات عالية من الرطوبة في الأماكن تحت الأرض والتي لا يمكن التحكم بها بشكل صحيح، يؤثر بالسلب على صحة مستخدمي تلك الأماكن.

من جهة أخرى تناول بحث سويدي الظروف الفسيولوجية بالدراسة فأثبت عدم وجود أي آثار فسيولوجية سلبية على صحة الأشخاص الذين يعيشون تحت الأرض إذا تم التحكم بالظروف المناخية المحيطة بشكل صحيح. (Roy, Robert L., 1979).

تعيش فايلي بمنزل محمي بالتربة في **Westerville** وتقول أن استقرار درجة الحرارة والرطوبة معاً أتموا شفاء التهاب المفاصل الذي كانت تعاني منه، لكن بعض السكان ذكروا أن فطر عش الغراب قد بدأ ينمو في بعض الأركان بالحجرات وقد تم تلافيها بعمل فتحة إضافية للتهوية الخارجية.

مقابلة أجراها **Baggs** في **White Cliffs** بأستراليا، مع سيدة أمضت عدة أعوام بمنزل محمي بالتربة، عن تجربتها للسكن في هذا المنزل بتلك المنطقة الحارة قاسية المناخ. (Sydney A. Baggs, 1978, P. 596-597). فأجابت بقولها: "إن زوجي طالما كان يعمل بالتعدين، فهو لا يشعر باستحداث شيئاً جديداً على حياته، والأطفال أحبوا المعيشة في هذا المنزل المحفور، فهم لا يفكرون بالخروج من المنزل عندما يكون الطقس شديداً بالخارج، ويجلسون في غرفة الطعام حيث الدفء ويمارسون القراءة والتلوين، وذلك بالطبع أفضل من اللعب بالخارج عندما يكون الجو شديد الحرارة أو البرودة أو ممطراً، بخلاف الحال عندما كنا نعيش فوق الأرض بمنزلنا السابق، فقد كنت أضطر لتهدئتهم طوال المساء في الليالي الصيفية وإعطائهم رشفات متتالية من المياه، حيث كان من الصعب أن يخلدوا للنوم كسائر الأطفال، لكن وعلى النقيض منهم فإن ابنتي- ذات العشرون شهراً والتي ولدت في هذا المنزل المحمي بالتربة- تنام بسرعة وبمنتهى الهدوء منذ ولادتها فهي مختلفة تماماً عن بقية الأولاد، وغالباً تميل للهدوء والابتسام لأنها تشعر بالراحة الحرارية وتحتاج القليل من الملابس، لقد أصبح الأمر أسهل كثيراً بالنسبة لي". (Golany G., 1983, P. 139).

جـ- المحددات الاجتماعية المحتملة.

تصاحب المعيشة تحت الأرض اثنتان من المشكلات الهامة إحداهما هي **مشكلة التصورات** المصاحبة والأخرى هي **مشكلة مستوى المعيشة** وهو عامل اجتماعي مهم لا يمكن إغفاله عند التحدث عن السكنى تحت الأرض (Reyner, J.. F., 1960) ، فالاعتقاد السائد أن المعيشة تحت الأرض توحي بمستوى بدائي منخفض وقذر وتلك ظاهرة اجتماعية اقتصادية متعلقة بالثقافات، لكن اليوم أصبحت الحياة تحت الأرض في قائمة اختيارات الأسر ذوي الدخل المتوسط ولكنها ربما تكون إجبارية بالنسبة للطبقات ذات المستوى الاجتماعي والاقتصادي المنخفض ببعض البلدان المتطورة نتيجة لتوافر الكهوف الطبيعية ببعض المواقع وسهولة البناء مع انخفاض التكاليف، إلى جانب أن الأفراد ذوي الدخل المنخفض أدركوا المميزات المناخية الفعالة للمعيشة تحت الأرض.

تم حصر حوالي ٢٪ من سكان إيران يعيشون تحت الأرض، شيدت الحكومة بتونس منازل جديدة أعلى الأرض لقاطني الكهوف على اعتبار أن ذلك تطويراً لمستوى معيشتهم لكنهم رفضوا تلك العروض الحكومية لأسباب مناخية، وقد حاولت الحكومة التركية نقل ساكني القرى في **Cappadocia** من منازلهم حيث عاش المسلمون منذ القرن الرابع عشر. (Roy, Robert L., 1981, P. 110-113).

في الشرق الأوسط، المعيشة تحت الأرض حاليا تعني تأخر مستوى المعيشة لكن لا نعتقد أنها نفس النظرة التي كانت سائدة وقت بداية اللجوء إلى المعيشة تحت الأرض. لأن الأوائل كانوا يفضلون المميزات المناخية عن غيرها من المميزات الأخرى أياً كانت. (Golany G., 1983, P. 110).

ويبقى أن نرى إذا كان متوسطي الدخل عموماً سيتقبلون المعيشة تحت الأرض مناخياً واجتماعياً، والتي لا تزال تعتبر مغامرة من الناحية الاقتصادية بالنسبة لهذه المجموعة، حتى إذا كانت مغامرة إيجابية لحفظ الطاقة لكنها بالتأكيد ستأخذ فترة كبيرة حتى تدخل في حيز الاختيارات المتاحة للسكن.

٢-٦-٢ الإمكانات الإيجابية المصاحبة للأماكن تحت الأرض.

ارتبطت دراسة ما تحت الأرض بقائمة عريضة من المشكلات والتي أدت بدورها إلى وضع مجموعة من الفرضيات التي أحرزت تقدماً نحو حلول تصميمية أفضل، لكن يجب ألا نغفل أن هناك عدداً لا بأس به من العوامل الإيجابية الهامة ذات الصلة والتي تؤثر بدورها على أسلوب التصميم.

وعلى الرغم من دراسة البحث لردود الأفعال تحت الأرض وما يصاحبها من صور سلبية، لكنه أيضاً أظهر بعض الخصائص الإيجابية المصاحبة للمباني تحت الأرض مثل: الشعور بالسرية والأمان والهدوء، وفي بعض الأحيان يصوره غامضاً ومثيراً لكونه شيئاً غير مألوفاً يثير مشاعر المغامرة.

ونلاحظ من خلال استعراض مختلف الدراسات البحثية السابقة أن الباحثين قاموا بوضع **الخطوط العريضة الرئيسية المؤثرة على مدى تقبل الناس للأماكن تحت الأرض،** حتى يتسنى مراعاتها عند وضع التصميم للتغلب على العديد من المشاكل النفسية المصاحبة لاستخدام المباني تحت الأرض:

١- **وظيفة المبنى.**

من الواضح أن جميع المشكلات التي أثيرت سواء كانت نفسية أو فسيولوجية لم تكن في حد ذاتها مؤثرة على بعض الوظائف مثل: الخدمات والمخازن تحت الأرض، بينما يجب مراعاتها بشكل كبير بالنسبة للوظائف التي تتعامل مع تجمع كبير من الأفراد بشكل مباشر مثل: المكاتب وغرف المستشفيات وحتى مع الوظائف المتنوعة الموجهة للتعامل مع الجمهور.

كما أن مستخدمي المكان تحت الأرض والذين يقومون بعمل ممل ورتيب غالباً ما تكثر منهم الشكوى بسبب قلة تواجد النوافذ بالمقارنة بالآخرين الذين يمارسون أنشطة حيوية ومثيرة.

فالمكان تحت الأرض من الممكن أن يناسب احتياجات محددة أفضل من وجودها فوق الأرض وذلك لكونه فريداً للغاية، مثل الاحتياج للتعليم والأنشطة الفنية والإبداعية كالمتاحف والموسيقية كالمسارح والطب أو العمل البحثي أو المكتبات وصالات الألعاب والمعامل ومزارع نباتات الظل أو المصانع المعينة التي تتطلب مناخاً مستقراً، (درجة حرارة ورطوبة ثابتة) وظروف غير متذبذبة. (Golany G., 1983, P. 109).

كما أن طبيعة المتجر متعددة الطوابق إذا كانت عديمة النوافذ لا يبدو أنها تسبب أي إزعاج للمستخدمين بمثل ما تسببه وظائف أخرى بسبب التواصل المستمر مع الزائرين وبالمثل جميع الأنشطة الأخرى التي تتسم بديناميكية الحركة.

أما بالنسبة لأغراض السكنى فإنه يفضل مراعاة جميع النقاط التالية للعوامل التصميمية حتى يكون الفراغ ملائماً للمعيشة تحت الأرض.

٢- **أنماط المستخدمين وحرية الحركة.**

إن تأثير البيئة تحت الأرض غالباً ما يكون مرتبطاً بطول الوقت الذي سوف يقضى هناك، ويزداد الاهتمام بعمال المكاتب أو مرضى المستشفيات الذين ليس لديهم حرية في الحركة بالمقارنة مثلاً بزائر لإحدى المتاحف أو أحد الملاحظين أو المديرين الذي يقضي يومه في التجول بالمكان، وحتى في الأنماط السكنية فإن المستخدمين غالباً يخرجون بشكل دوري من المنزل إلى أعمالهم أو إلى الخارج لأي غرض آخر، لكن ذلك لا يعفي من الاهتمام بالتهوية والإضاءة الجيدتين خاصةً للأغراض السكنية.

٣- **حجم المكان.**

تثير الفراغات الصغيرة مثل: المكاتب الخاصة والمستشفيات وغرف الفنادق شعوراً بالاحتجاز تحت الأرض. أما الأماكن الأوسع والمفتوحة فإنها تقلل درجة الخوف من الاحتجاز إلى جانب أنها تبدو أيضاً جذابة لمزيد من النشاط والإثارة.

٤- **درجة عمق المبنى تحت الأرض.**

يمكن تقسيم المباني تحت الأرض إلى قريب من السطح أو عميق. فالمداخل للمنافع الخدمية العميقة تكون غالباً من خلال ممرات طويلة أو أنفاق، وتزداد الظواهر السلبية المصاحبة للتواجد تحت الأرض عندما تقل توفير سبل الراحة مثل: الضوء والرؤية الممتدة من خلال ساحات فناء مثلاً.

في بعض الأحيان نجد الفراغات القريبة من السطح إذا كانت عديمة النوافذ تماماً فإنها تثير اتهامات عدداً كبيراً من مستخدمي الأماكن تحت الأرض. على أن المباني القريبة من السطح غالباً ما تكون متصلة به بعدة طرق مثل: أن تكون على جانب مواجه للتل أو على مستوى مائل أو أن تحتوي على فناء سماوي مما يساهم بشكل كبير في التغلب على معظم الملاحظات السابقة والمشاعر السلبية، وغالبية تلك المباني يكون استخدامها سكني أو خدمي أو إداري مصممة بشكل أفقي.

٥- **جودة الفراغ الداخلي.**

العديد من الدراسات التي أجريت على الأشخاص بالمراكز الخدمية عديمة النوافذ تحت الأرض كشفت عن ظروف غير ملائمة من إضاءة وتهوية مع عدم الاهتمام بمراعاة أي من وسائل الراحة في التصميم الداخلي، وقد لوحظ أن مستوى الأثاث والتشطيب والإضاءة وسبل الراحة الأخرى تؤثر بالفعل على الحالة النفسية للمستخدمين.

٦- **الفروق الفردية.**

معظم الأبحاث التي أجريت على المستخدمين للبيئات تحت الأرض عديمة النوافذ تشير إلى مدى واسع من ردود الأفعال الفردية المختلفة، ولذلك يجب علينا الأخذ في الاعتبار الحواجز النفسية التي تتولد لدى البعض تجاه إمكانية المعيشة تحت الأرض وتؤثر بالتالي على الاعتبارات التصميمية.

- **ويمكن تلخيص تلك الفروق الفردية فيما يلي:** (Golany G., 1983, P. 108).

١- انحراف المزاج تجاه تقبل المعيشة في منزل مغطى بالتربة بسبب الإيحاءات المصاحبة مثل العيش في الكهوف والانعزالية والبدائية والفقر والرجعية، أو أنها ربما تكون كئيبة وغير صحية أو غير مهواة وقذرة وغير آمنة. هذا الانحراف ربما كان نتاجا لبعض التجارب والخبرات السابقة للتصميمات السيئة الموجودة للفراغات تحت الأرض أو نتيجة لردود الأفعال التي ارتبطت بالبدرومات القديمة ولأقبية الكئيبة والتي عادة تكون غير ملائمة صحيا للتواجد فيها. ويمكن التغلب على هذا الانحراف عن طريق الدراسات والتوضيحات للتطورات التصميمية الفريدة للأماكن المحمية بالتربة.

٢- يتولد في كثير من الأحيان لدى بعض الناس الخوف المرضي من الاحتباس أو ما يسمى بالكلاستروفوبيا نتيجة لخشيتهم من الاحتجاز تحت الأرض، وغالبا ما يخاف هؤلاء الأشخاص التواجد داخل أي مكان مغلق وضيق. ويمكن التخلص من مشاعر الخوف المرضية تلك بالتوضيح والشرح والتعلم والأكثر تأثيراً هو تطبيق التصميم الجيد، حيث يضمن وجود بناء قوي مع الوضع في الاعتبار ضرورة توفير اتصال بصري لجانب من جوانب المبنى، وهذا يمكن الوصول إليه بشكل واضح ومؤثر بأن يكون المنزل مثلا على منحدر أو عمل تمهيد منخفض له يتيح وجود واجهة مؤثرة.

- **خلاصة الإمكانات والمحددات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المصاحبة للأماكن تحت الأرض.**

بعد أن عرض البحث في الجزء السابق الإمكانات والمحددات المصاحبة للأماكن تحـت الأرض أو الأماكن عديمة النوافذ، ظهر بالبحث أنه لا توجد حلولاً قطعية للمشكلات التي ظهـرت والاخـتلاف بـين الحالتين كان مقتصراً على ظهور نفس المشكلات بدرجات متفاوتة. وقد صاحبت المشكلات الفسـيولوجية تبعات أخرى نفسية. فالموضوع لا يقتصر فقط على ندرة ضوء الشمس والتهوية وارتفاع نسبة الرطوبـة، حتى إذا توافرت بالمبنى جميع وسائل الراحة الصناعية مثل توفير الإضاءة والتهوية الملائمة والتحكم فـي نسبة الرطوبة، لكن تظل النظرة سلبية تجاه تلك الوسائل بسبب عدم إعطائها شعوراً بالظروف الطبيعية.

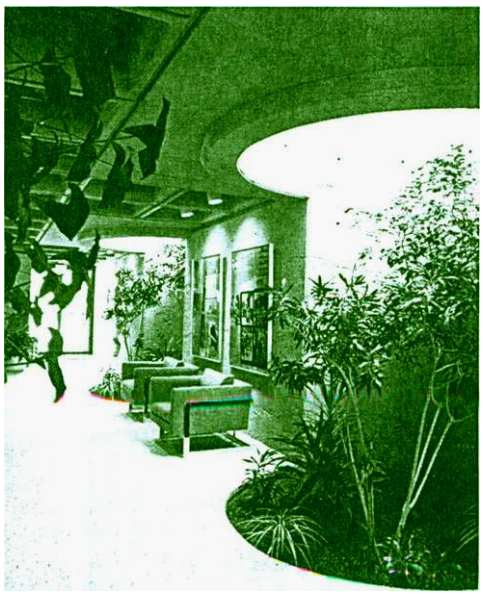
من المهم في هذا السياق ملاحظة أن المؤثرات السلبية جميعها مرتبطة بواحدة من ثلاثة خصائص طبيعية مصاحبة للمباني تحت الأرض: (ضعف رؤيتها من الخارج، ندرة النوافذ، كونها تحت الأرض).

(Carmody J., & Sterling R., 1993, P. 151).

- إن عدم رؤيتها من الخارج تتسبب في عدم تكوين تصور محدد لما هو موجود بالداخل وعدم القدرة على تحديد مكان المدخل بسهولة بينما تساهم في ضعف التوجيه للفراغ الداخلي ما لم يراعيها المصمم بدقة حيث أن الشكل الداخلي المحيط لا يمكن فهمه واستيعابه بسهولة.
- تسبب قلة النوافذ إحساساً بالاحتباس وضعف الانتباه لما يحدث بالخارج وقلة الاتصال بالعالم الخارجي وغياب لضوء الشمس. كما أنها تضيف إلى غياب التوجيه الفراغي نقطة سلبية أخرى وهي عدم وجود نقاط مرجعية تشير إلى الخارج مما يساعد على تولد مشاعر الخوف من عدم المقدرة على الهرب أثناء الطوارئ. وعلى الرغم من أن النوافذ عادة ما تكون مسيجة في المباني الحديثة إلا أن غيابها يضيف إلى الشعور بالاحتجاز إحساساً بفقر التهوية، مما يثير نوعاً من الحواجز النفسية عند بعض الناس ندرة النوافذ إذا ما صوحبت بالهدوء التام مما يعني عدم تغيير الرؤية أو الأصوات.
- مجرد بالتواجد تحت الأرض يثير مشاعر سلبية مثل: الظلام والرطوبة والإحساس بالبرودة والانقباض وفقر جودة الهواء ومستوى معيشة أقل، إلى جانب الخوف من الاحتجاز والانهيار.

٣-٦-٢ بعض الأسس التصميمية للتغلب على المحددات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المصاحبة للأماكن تحت الأرض.

بعد دراسة الإمكانات والمحددات المصاحبة للأماكن تحت الأرض يمكن الوصول إلى **بعض الأسس التصميمية الأساسية للتغلب على العديد من المشكلات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المصاحبة للأماكن تحت الأرض**، ويمكن للمصممين أخذها في الاعتبار مثل: (Golany, G., 1983, P.110).



شكل (٢-٣٧): تعويض المنظر الخارجي بإحضار عناصر الطبيعة كالنباتات تحت الأرض. Carmody J, 1993, P. 246.

١- يفضل أن يتيح التصميم اتصال بصري بالبيئة الخارجية من خلال الفراغات المختلفة بالمسكن.

٢- أن يكون البناء على منحدر وليس أرض منبسطة.

٣- يمكن أن يحتوي التصميم على نظام تهوية يساعد على التخلص من الروائح والرطوبة تحت الأرض.

٤- مراعاة توفير أكبر قدر ممكن من أشعة الشمس النافذة إلى داخل المبنى من خلال المناور والأفنية.

٥- أن يتحاشى التصميم الأماكن الضيقة والمظلمة أو غير المهواة أو صغيرة الحجم بالمبنى والتي ربما تتسبب بالكلاستروفوبيا (الخوف من الأماكن المظلمة والشعور بالاحتجاز)، كما يفضل ألا تكون الأسقف منخفضة بل يجب أن تكون أعلى قليلاً من الأسقف المعتادة.

٦- يمكن أن يوفر التصميم مسارات حركة واضحة تربط جميع أجزاء المبنى بالمخارج، ويفضل أن يكون هناك أكثر من مخرج متاح للمبنى مما يدعم الشعور بالأمان.

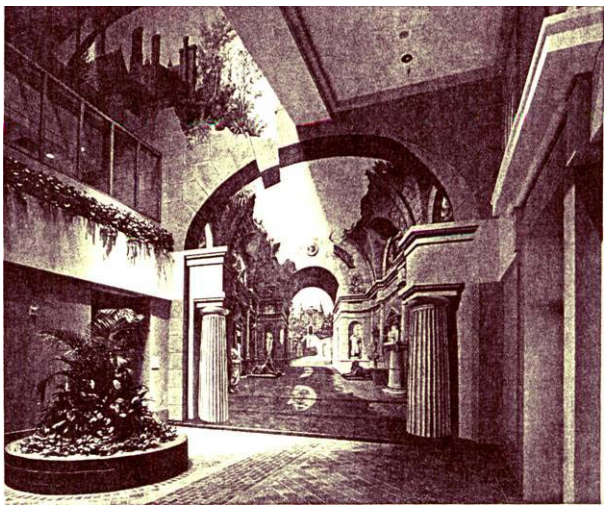
٧- يفضل تصميم المداخل للمبنى بحيث لا تقود الداخل إلى الأسفل بل تأخذه إلى الأعلى أو على الأقل يكون مستوى المدخل بنفس مستوى الفراغ الخارجي، وكما تم الإشارة سابقاً أن الدخول للمبنى باستخدام المصعد يفضل عن السلالم، حيث أنه لا يعطي شعوراً بالهبوط لأسفل.

٨- يفضل أن يكون التصميم حراً ومرناً بالقدر الذي يسمح بحرية تغيير الفراغات الداخلية باحتوائه مثلاً فواصل خفيفة كحوائط، حيث يدعم هذا التصميم الشعور بالرحابة ويقلل الإحساس بالانقباض، فيتم التصميم الداخلي للكتلة كفراغ واحد يعتبر فراغاً للمعيشة ويكون قابلاً للتغير السهل والسريع ويحيط به فراغات أخرى أصغر كخدمات.

٩- من المفضل أن يوفر التصميم الداخلي للفراغ وجود عناصر مأخوذة من الطبيعة مثل: النباتات الصغيرة أو الأزهار أو ما يشابهها. إذا كان الفناء الأوسط مفتوحاً إلى السماء أو إذا كانت الإضاءة العلوية متحدة مع التصميم الداخلي للمنزل، يلاحظ أن التصميم ككل يكون أقرب لإعطاء الشعور بالبيئة الطبيعية، لذلك يفضل استخدام بعضاً من عناصر البيئة الخارجية إلى الفراغ الداخلي للمنزل، شكل (٢-٣٧).

يمكن تكوين محاكاة للبيئة الخارجية من خلال صورة مأخوذة من كاميرا متحركة بالخارج ويمكن رؤيتها من خلال إطار لنافذة في الفراغ الداخلي، شكل (٢-٣٨).

يمكن الحصول على تأثير الاتصال بالخـارج وكل ما يصاحبه من انعكاسات نفسـية عـن طريق نافذة مصورة يطل منها منظر زيتـي مجوف مما يحدث انطباعا ذهنياً عن المنظـر بالخارج، شكل (٢-٣٩)، كما يمكن محاكـاة الحركة الخارجية في الأماكن العامة بواسطة إيجاد إسقاط لمنظر خارجي خلف النافذة المصورة.



شكل (٢-٣٨): صممَ هذا الرسم الجداري بارتفاع الحائط لمحاكاة الطبيعة وإضفاء العمق على مبنى المكاتب تحت الأرض بولاية **Smithsonian** – الولايات المتحدة. Carmody J.,1993, P.248.

شكل (٢-٣٩): وضع منظر طبيعي خلف تلك النافذة الكلاسيكية بمنزل تحت الأرض، كما أنه مبرمج على تغيير شدة الإضاءة على مدار اليوم، بالإضافة إلى وجود مروحة تعمل بمجرد فتح الشباك. هذا الاتجاه يفجر تساؤلات حول مدى تقبل البيئة الوهمية التي تحاكي الطبيعة. Carmody J., 1993, P. 250.

❑ **الخلاصة:**

إن الاختلاف في تقييم المباني تحت الأرض أو المباني عديمة النوافذ كان نتيجة وجود فروق فردية بين الأشخاص إلى جانب الفروق الاجتماعية والثقافية الخاصة بكل مجتمع. لذلك نلاحظ أن كل نوعية من المجتمعات لها احتياجاتها التصميمية الخاصة بكل فراغ، ويجب على المصمم والمخطط أخذ تلك المتطلبات في الاعتبار ومحاولة تحقيقها، مما يوصل للعديد من الحلول التصميمية والخبرة الواسعة في التعامل مع المباني تحت الأرض.

وعلى الرغم من التوصيات السابقة فهي لا تزال خبرة جديدة لم تطرق بالبحث وتحتاج مزيداً من التمعن والدراسة، أما البحث الذي تم بالفعل فلم يكن إلا مجرد بداية.

محتويات الباب الثاني:

٢- الباب الثاني: إمكانات ومحددات البناء المحمي بالتربة ٢٨

٢-١ تأثير وضعية المباني تحت الأرض. ٢٩

2-1-1 الإمكانات والمحددات بالنسبة للعوامل المناخ. ٢٩

٢-١-١-١ العزل الحراري. ٢٩

٢-١-١-٢ قسوة الطقس: ٣١

٢-١-٢ إمكانات ومحددات أداء البناء المحمي بالتربة عند الحماية من الكوارث. ٣٢

٢-١-٢-١ الحماية من انتشار الحرائق: ٣٢

٢-١-٢-٢ مقاومة الزلازل: ٣٣

٢-١-٢-٣ الحد من الضوضاء: ٣٣

٢-١-٢-٤ الحماية من الاهتزازات: ٣٤

٢-١-٢-٥ الحماية من التلوث: ٣٤

٢-١-٣ الإمكانات والمحددات الأمنية ٣٥

٢-٢ الإمكانات والمحددات بالنسبة لاختيار وتخطيط الموقع. ٣٥

٢-٢-١ اختيار الموقع ٣٥

٢-٢-١-١ إمكانات ومحددات بعض المواقع طوبوغرافياً: ٣٦

٢-٢-١-٢ إمكانات ومحددات بعض المواقع جيولوجياً. ٣٩

٢-٢-٢ الإمكانات والمحددات المرتبطة بتخطيط الموقع ٤١

٢-٣ إمكانات ومحددات بعض الجوانب التصميمية والجمالية. ٤٢

٢-٣-١ جوانب البيئة الخارجية ٤٢

٢-٣-٢ إمكانات ومحددات تصميم البيئة الداخلية. ٤٥

٢-٤ الإمكانات والمحددات الاقتصادية. ٤٦

٢-٤-١ التكاليف المبدئية للإنشاء ٤٦

٢-٤-٢ تكاليف التشغيل على المدى البعيد. ٥٠

٢-٥ إمكانات ومحددات بعض الجوانب القانونية. ٥١

٢-٦ إمكانات ومحددات نفسية وفسيولوجية واجتماعية. ٥٢

2-6-1 المحددات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المصاحبة للأماكن تحت الأرض. ٥٢

٢-٦-١-١ الصورة الذهنية لما تحت الأرض: ٥٣

٢-٦-١-٢ ردود الأفعال عن بعض التجارب المعاصرة: ٥٧

٢-٦-٢ الإمكانات الإيجابية المصاحبة للأماكن تحت الأرض. ٦٥

2-6-3 بعض الأسس التصميمية للتغلب على المحددات المصاحبة للأماكن تحت الأرض ٦٨

٣- الباب الثالث: اعتبارات اختيار وتخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة.

يهدف هذا الباب الوصول إلى العوامل المؤثرة على اختيار الموقع الذي يصلح للبناء المحمي بالتربة، بمختلف النواحي سواء كانت عوامل جيومورفولوجية، أو عوامل التوجيه المناخي أو عوامل بيئية، إلى جانب إمكانية الوصول للموقع.

كما يهدف الباب الوصول إلى أسس واعتبارات تخطيط المواقع التي تضم مباني محمية بالتربة، وكيفية تشكيل الخلايا التخطيطية للتجمعات الحضرية المحمية بالتربة، بالإضافة إلى اعتبارات الكثافات البنائية للموقع، ثم أسس توزيع استعمالات الأراضي وشبكة الطرق، مروراً بالتوجيه المفضل للمخطط الحضري بالنسبة للشمس أو الرياح واتجاهاتها، وانتهاءاً بالتشجير الملائم حول وداخل الموقع للتحكم في الإشعاع الشمسي أو الرياح.

ويعرض الباب في لمحة سريعة أسس البناء على مواقع منحدرة (كحالة خاصة)، في محاولة للوصول إلى أسس اختيار الموقع المائل، إلى جانب التعرف على أسس تخطيطي المواقع المنحدرة التي تحتوي على مباني محفورة.

وصولاً إلى الأهداف السابقة نبدأ أولاً بدراسة العوامل المؤثرة على اختيار الموقع.

٣-١ العوامل المؤثرة على اختيار الموقع.

تعتبر مرحلة اختيار الموقع من أصعب المراحل عند تخطيط موقع جديد يضم مباني تحت الأرض أو أخرى محمية بالتربة، حيث يجب أن تقوم طريقة اختيار الموقع على معايير عديدة وشاملة لجميع الاحتمالات وقائمة على التحليل العلمي الدقيق إلى جانب التخيل والمحاكاة لما يمكن أن يكون عليه الموقع بعد البناء، وبالإضافة إلى المرونة في التأقلم مع التغيرات الممكن حدوثها، وفوق ذلك كله يجب أن يراعي هذا الاختيار الاحتياجات الفسيولوجية والنفسية للإنسان، والمعايير الرئيسية لاختيار الموقع للبناء المحمي بالتربة تتلخص في الجدول (٣-١).

جدول (٣-١): العوامل المؤثرة على اختيار الموقع للبناء المحمي بالتربة. (من إعداد الباحثة).

عوامل رئيسية	عوامل فرعية	
عوامل جيومورفولوجية	التركيب الجيولوجي للتربة	
	تكوين التربة والمياه الجوفية	
	الطبوغرافية	ارتفاعات، ميول
		مواقع مسطحة ومواقع مائلة
عوامل التوجيه المناخي	الشمس واتجاهاتها	الإشعاع الشمسي المباشر
		الإشعاع الشمسي المنعكس
	الرياح والرمال الناعمة	
	الأداء الحراري والرطوبة النسبية	
عوامل بيئية	الهيدرولوجيا (أمطار ومصادر المياه)	
	الزراعات الطبيعية	
	الثروات الحيوانية والتلوث	
إمكانية الوصول للموقع	الطرق والممرات Accessibility	

٣-١-١ عوامل جيومورفولوجية مؤثرة على اختيار الموقع.

يستخدم مصطلح جيومورفولوجي للتعبير عن التركيب الجيولوجي للتربة بالإضافة إلى التكوين الفيزيائي للتربة، ودراسة وضع المياه الجوفية، إلى جانب دراسة الشكل العام للموقع (الطبوغرافية) وهي تشمل الارتفاعات والميول.

٣-١-١-١ اختيار الموقع تبعاً للتركيب الجيولوجي للتربة.

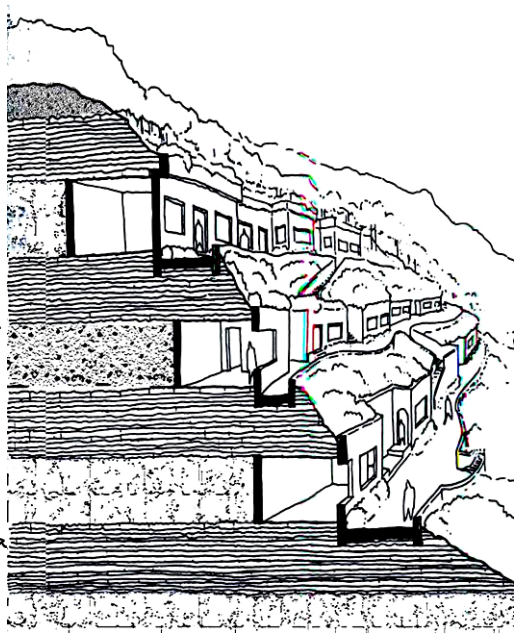
إن عملية تقييم وفحص العديد من العوامل الجيولوجية تتم بشكل موسع أثناء مرحلة اختيار الموقع، لذلك على المخطط والمصمم أن يتعرف علي طبيعة الموقع الجيولوجية حتى يتمكن من اختيار الموقع الملائم للإنشاء، حيث أن الطبيعة الجيولوجية للموقع تتدخل في المسألة الاقتصادية، كما أن لها تأثيراً مباشراً على الأمن والأمان، وتشمل: العوامل الجيولوجية (طبقات التربة ونوعية الصخور الموجودة بها ومكوناتها وسمك كل طبقة)، والتاريخ الجيولوجي والثروات الطبيعية الموجودة بالمنطقة، بالإضافة إلي التعرف علي الأنشطة الزلزالية والبركانية الموجودة بها، فهي قد تتسبب في إحداث شروخ وتصدعات داخليه بالتربة، مما قد يؤدي إلي تسرب المياه الجوفية إلى المنشأ، أو حدوث انهيار جزئي أو كلي له. (Gideon S. Golany, 1983, P.149).

ومن المنظور الإنشائي والتصميمي يمكن تصنيف التراكيب الأرضية الجيولوجية إلي ثلاثة أنماط عامة، وذلك على النحو التالي (Gideon S. Golany, 1996, P.102):

أ- طبقات متبادلة من الحجر الجيري.
ب- كتل صخرية هائلة من الجرانيت أو الصخر المسامي.
ج- رواسب من التربة الأرضية المختلطة بالحصى أو بالتربة الطميية.

أ- طبقات متبادلة من الحجر الجيري:

توجد هذه الطبقات متناثرة في العالم كله ويتدرج الحجر الجيري من الناعم إلى الخشن، وقد وجدت في وقت من الأوقات تحت مستوي البحر، وتعد نتاج تراكم الطبقات الرسوبية، مع الوقت ظهرت تلك الطبقات المتراصة على سطح البحر نتيجة للاضطرابات الداخلية التي كونت منحنيات مقعرة أو محدبة شكلت الطبقات في وضع أفقي، وهو وضع يحظى بالأهمية لدى المصممين إذا كانت الطبقات متبادلة بين الطبقات الناعمة والأخرى الصلبة الخشنة، بحيث تكون الطبقة الناعمة سمكها على الأقل ثلاثة أمتار، وتتكون الجيوب الفارغة داخل تلك الطبقة.

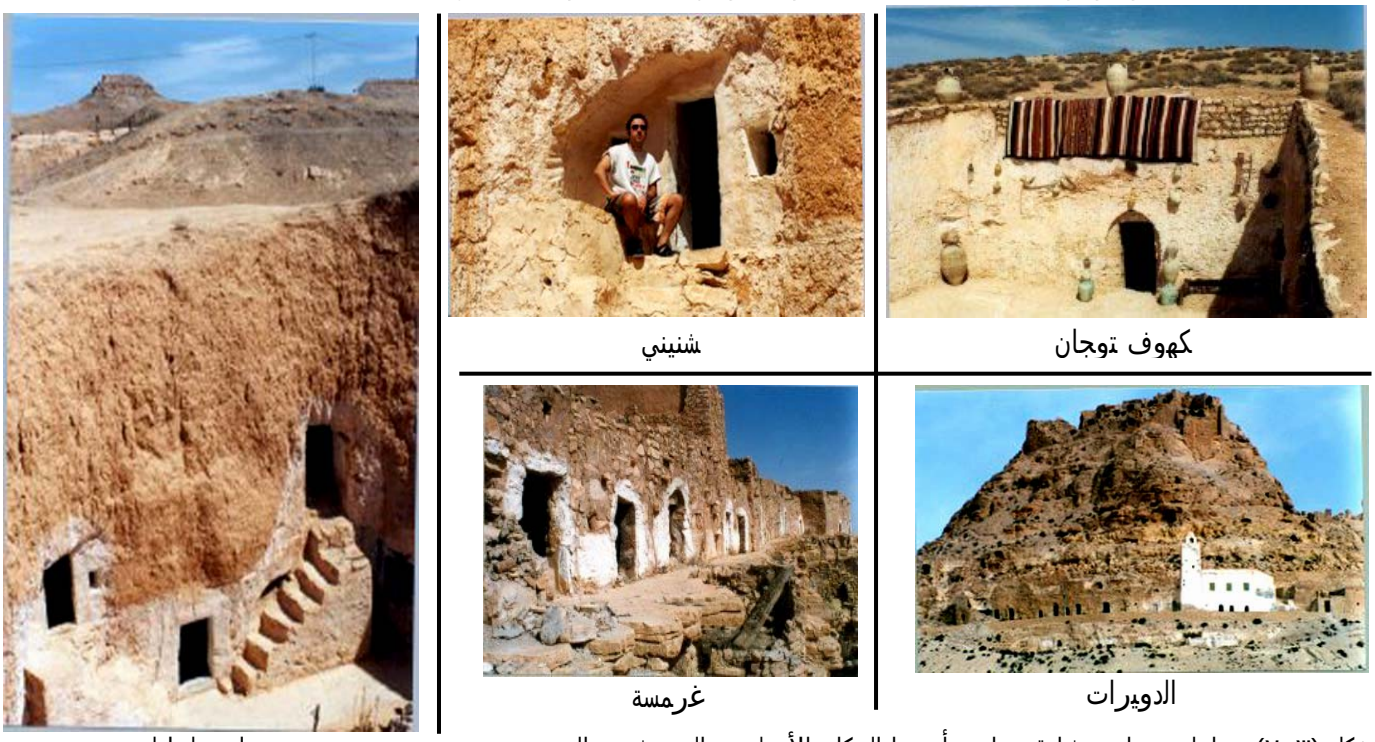


شكل (٣-١): التركيب الجيولوجي مكون من طبقات متبادلة من الصخور المسامية والصلبة من الحجر الجيري،على مسافات تتراوح من ٢,٥: ٣م، فتستخدم الطبقات الصلبة كأسقف وأرضيات،هذا التشكيل موجود في مدن (كارنساس سيتي- بميسوري، والدويرات- بتونس) Golany G.,1996, P.103

يوجد هذا النمط من الطبقات بمدينة كانساس سيتي بولاية ميسوري الأمريكية، ويأتي التشكيل الأفقي عن طريق استخراج الطبقات الناعمة والإبقاء على أعمدة عريضة واستخدام الطبقات العليا الصلبة كسقف والطبقات السفلى كأرضية (Turman_Stauffer, 1978 P.72-76).

ويعتمد اختراق أشعة الشمس على ارتفاع الفتحة المستخرجة، فكلما ارتفعت الفتحة كلما زاد اختراق أشعة الشمس والضوء إلى الداخل، ومن ثم تنتج فراغات شاسعة تستخدم للتخزين أو كغرف للتبريد أو مرافق، شكل (٣-١). (Gideon S. Golany, 1988, P.72-76)

وتوجد طبقات جيولوجية مشابهة بقرى سكنية تحت الأرض مثل (توجان، الدوريات، غرمسة) الموجودون بمنطقة مطماطة جنوب تونس على حدود الصحراء الشمالية، شكل (٣-٢).



شكل (٣-٢): منازل ومساجد وفنادق سياحية أبدعها السكان الأصليون بالحفر في جبال تونس.
http://www.antonio-corredera.com/tunez.htm

ب- كتل صخرية هائلة من الجرانيت والصخر المسامي:

وهي كتل صخرية هائلة تتواجد بفعل الطبيعة وتكون إما **طبقات جرانيتية**، أو **صخور مسامية بركانية** تكونت بفعل البراكين القديمة ثم تم استخدامها بعد أن أصبحت تلك المنطقة خارج نطاق البراكين.

١. توجد الكتل الصخرية الكبيرة في **طبقات الجرانيت والأحجار المسامية**، والجرانيت صخر صلب لا توجد به صدوع، ويتطلب استخدام ماكينات خاصة لقطعه. ويتيح الجرانيت تنمية مساحات أوسع وأسقف أعلى من الحجر الجيري، نظراً لصلابته وعدم وجوده بطبقات محددة الارتفاع، ومن ثم فإن أفضل استغلال للطبقات الجرانيتية يكون للمناطق الواسعة، مثل: ساحات التجمع العامة والمسارح والمتاحف والأغراض التجارية والتخزينية والصناعية، ورغم أن قطع الجرانيت يمكن أن يكون مكلفاً لكن استخدامه يغني عن الاحتياج لمواد البناء أو العناصر الإنشائية التدعيمية. وتوجد الكتل الجرانيتية الضخمة بأوروبا الشمالية، وقد استخدمت في اسكندينافيا، خاصةً السويد حيث تستخدم المساحات الواسعة لأغراض الصناعة والتخزين، والجراجات والمخازن العسكرية.

٢. أما **الصخور المسامية البركانية** فهي تنتج من التراكم التدريجي لرواسب الرماد البركاني وتستقر في النهاية بطبقات واسعة وعميقة نسبياً، وهي سهلة القطع نوعا ما.

لا يحتاج استخدام هذا النوع من الصخور إلى مـواد بنـاء أو عمالـة مدربة، ومـن الناحيـة الإنشائية تتيح الصخور المسامية مساحات متسعة وأسقف عالية، كما أنها تصلح للأغراض السكنية وغيرها، وقد اسـتغلت تلـك الصـخور عبـر التـاريخ فـي سـكن الكهوف فـي Metera و pantalica بجنوب ايطاليا، شكل (٣-٣).

شكل(٣-٣):جبال **Pantalica** بإيطاليـا، وقـد استغل السكان كل شبر في الجبل لعمـل مـأوى آمن.
http://www.siciliatourist.tv/pantalica/pantalica.htm

ونفس التركيب الجيولوجي موجود بتركيا، حيث أنشأت بمنطقة **Cappadocia** بوسط تركيا العديد من الكنائس من العصر البيزنطي بارتفاع ثمانية أدوار على جرف من الصخور المسامية البركانية، (الرجوع إلى شكل (١-١٩) بالباب الأول).

ج- التربة المختلطة بالحصى، والتربة الرسوبية:

١. تعتبر التربة المختلطة بالحصى من أقل الأنواع صلاحيةً لإنشاء المباني المحمية بالتربة، حيث أنها مفككة (لينة) وعرضه للتآكل والانهيارات الصخرية خاصة علي المنحدرات، وتؤثر فيها الزلازل بشكل كبير، فهي بذلك تعتبر ملائمة للإنشاءات الأرضية أو المحمية بالتربة، ويوصى بشدة باستخدام بنية أسمنتية داخلية للتدعيم بالإضافة إلى حوائط حاجزة خارجية تقاوم تأثير الانهيارات الصخرية، وبالتالي سترفع تلك الإجراءات الوقائية التكاليف المبدئية للبناء.

٢. أما التربة الرسوبية (الطفلية) فهي من أكثر الأنواع صلاحية للإنشاء تحت الأرض عبر التاريخ، وهي تربة خالية من الحصى وتتواجد في خمسة أقاليم رئيسية على مستوى العالم: ألمانيا الجنوبية، وجنوب غرب ولايتي إلينوى وميسوري وفي سيبيريا وجنوب إسرائيل وفي شمال الصين حيث توجد منتشرة على أوسع نطاق.

والتربة الرسوبية متواجدة على ثلاثة أنواع رئيسية (Gideon S. Golany, 1996, P.105)**:**

١- التربة الجليدية **The Glacial Type**: التي تكونت بعد انحسار الجليد (كما في ألمانيا).
٢- التربة النهرية **The Fluvial Type**: التي كونتها المياه (كما في إلينوي وميسوري).
٣- التربة الريحية **The Aeolian Type**: التي كونتها الرياح (كما في الصين).

وقد ثبت بالبحث أن التربة التي كونتها الرياح عبر التاريخ أنها الأصلح للإنشاء تحت الأرض، وهي تربة صلبة خالية من الأحجار وقوية عندما تكون جافة، كما أنها سهلة القطع والاستخدام ولا تحتاج مواد بناء لتدعيمها، لكن عليها قيود حيث أن أكبر عرض لفراغ أرضي تم إنشاؤه في تربة رسوبية ريحية بلغ ثلاثة أمتار. (G. Golany, 1992, P.14-28 & P.18-115)

أما الفراغات التي شيدت بالصين فقد بلغ متوسط العرض بها حوالي ٢,٥م مع ارتفاع مشابه لذلك، وحد أدنى لسمك الغطاء الأرضي فوقها ٣,٥م، حتى يمنع اختراق المياه أو الانهيار.

٣-١-١-٢ تأثير مكونات التربة والمياه الجوفية على البناء المحمي بالتربة.

حيث أن البناء المحمي بالتربة عادةً ما يتطلب هيكلاً إنشائياً ثقيلاً وغالباً ما يكون وضعه في الأرض أعمق من البناء العادي، فلذلك تعتبر أحوال التربة والمياه الجوفية من أهم النقاط التي يجب دراستها عند اختيار الموقع للبناء تحت الأرض.

يعتبر معرفة نوعية التربة من أهم العوامل عند تصميم الحوائط والأساسات، حيث أنه توجد أنواع معينة من التربة غير ملائمة بالمرة لهذا النوع من الإنشاءات بسبب قلة قوة التحمل أو تكون التربة قابلة للانتفاش بشكل كبير مع اختلاف درجات الرطوبة، كما أن طبقه التربة إذا كانت غير سمكية وتحتها مباشرة يقع الغطاء الصخري، يجعل الموقع غير مناسباً بالمرة للبناء تحت الأرض نظراً لصعوبة وتكلفة الحفر في الصخر. (Carmody & Sterling, 1985, P.25-26).

ويوضح الجدول (٣-٢) الأنواع المختلفة من التربة وخصائصها المناسبة للإنشاء، حيث أن أي تربه تكون عبارة عن خليط من الزلط والرمل والطفل والطمي ومن ثم يجب معرفه نسبة كل مكون منهم. وعامة يوجد ما يقرب من ٧٠,٠٠٠ تصنيفاً لأنواع التربة المختلفة حسب سلوكها مع كل من (الصرف، والمياه الجوفية، والتآكل والنحر، ومدى مناسبتها للبناء فوقها...الخ) فضلاً عن أن نوعيات التربة نفسها يمكن أن تختلف في نفس الموقع خلال مسافة صغيرة أفقية أو رأسية – إذا كانت الأرض جبلية- لذلك لابد من الفحص الدقيق للموقع وأخذ عدة عينات للجسات من نقاط مختلفة. (Max. R. Terman, 1985, P.52-53)

جدول (٣-٢): مدى ملائمة بعض أنواع التربة للبناء المحمي بالتربة. Minnesota University, 1979, P.103

الشريحة	النوع	التوصيف	الملائمة
غير متماسكة	حبيبة رملية	مفككة جداً مفككة	تدرج جيد لكن يحتاج للدمج طبقاً للأحمال
		متوسطة الكثافة كثيفة كثيفة جداً	ممتازة، ذات تدرج جيد، تحميل جيد، أحمال جانبية ضعيفة.
	طينية رملية طفلية رملية		سريعة التأثر بحالة الطقس. قابلة للتشكيل غالباً ما لم تغلب عليها خصائص التربة المفككة أو اللينة.
متماسكة	طينية طفلة	لينة جداً لينة	تحتاج إلى تقييم ودراسة متأنية.
		متوسطة الصلابة صلبة صلبة جداً قاسية	يجب معالجة المشاكل الإنشائية التي يمكن ظهورها. يمكن الردم بتربة حصوية لتصريف المياه. خزانات التحليل قد تسبب بعض المشاكل.
		ممتدة	مستبعدة
	تربة عضوية	أنسجة نباتية وحيوانية متفحمة. أرض سبخة (مستنقعات)	قد تحتاج إلى إحلال شامل، وقد تحتاج إلى تقنيات خاصة للتأسيس.

أما منسوب المياه الجوفية فيؤثر بشكل واضح على العزل المطلوب للعناصر الإنشائية، حيث أن المبنى يكون مدفوناً ومعرضاً لمشاكل الرطوبة وتحركات التربة. فتساقط الأمطار يؤثر بشكل مباشر على كمية المياه الموجودة بالطبقات القريبة من السطح مما يؤثر بدوره على فقد واكتساب الحرارة بالتربة، وعلى الرغم من أن تأثير الأمطار والرطوبة على الأداء الحراري للتربة غير محدد بدقة، إلا أنه من المسلم به أن الرطوبة تقلل من قدرة التربة على العزل الحراري كما تؤثر على الطبقات العازلة المستخدمة. (Max. R. Terman, 1985, P.52).

يعتبر تحديد منسوب المياه الجوفية من العوامل الهامة للتعرف على الحد الأدنى للحفر في المنطقة والذي يجب أن يكون دائماً فوق هذا المنسوب، كما أن معرفة التجاويف الموجودة في المنطقة كالكهوف والمناجم يساعد على تجنبها لما يمكن أن تحتويه من مياه جوفية ورطوبة نسبية عالية للتربة، مما يضعف الأساسات عند البناء فوقها. (Gideon S. Golany, 1983, P.149).

ويفضل تجنب المناطق المنخفضة التي تمر بها فيضانات، أو المناطق التي تحتوي على مسطحات مياه كبيرة أو الوديان الجوفية الضحلة، وخاصة البناء المحمي بالتربة ذات الأحواش، حيث يعتبر الفناء الرئيسي بمثابة وعاء لتخزين مياه الأمطار والسيول وتكون فيه مشاكل الصرف الصحي وتجمعات المياه أكثر حدة من تأثيرها على البناء المحمي جزئياً بالتربة، أو البناء المحمي على مسطح مائل.

ويمكن معرفة منسوب المياه الجوفية المرتفع من مستوى المياه في الآبار، كما أن التربة ذات التكوينات المختلفة تشير إلى المناطق الجافة حيث توقف تسرب المياه خلال التربة الداخلية. وتوجد علامات بالنظر للموقع تدل على وجود فيضان قديم مثل: (الحجارة وجذوع الأشجار...الخ)، وكلاً من المياه السطحية والجوفية يختلف محتواها ومنسوبها باختلاف فصول العام، لذلك يفضل عمل الجسات الاختبارية للتربة بفصول مختلفة وعلى أعماق تتراوح بين (١,٢٥: ٦ م) تحت مستوى منسوب التأسيس.

٣-١-١-٣ اختيار الموقع تبعاً للطبوغرافية.

وتتناول الطبوغرافية دراسة الارتفاعات والميول النسبية، ومن جهة أخرى دراسة المواقع المسطحة والمواقع المائلة.

أولاً: الارتفاعات والميول.

يتركز الاهتمام في هذا الجزء على اختيار أفضل الأشكال الطبوغرافية الصالحة للبناء المحمي بالتربة، ثم المقارنة بين المواقع المسطحة والمائلة ودرجات الميول والارتفاعات وتوجيهها. حيث أن التغيير في ملامح سطح الأرض يؤثر بشكل واضح على نوع الرياح ومن ثم على المناخ المصغر الخاص بكل منطقة، إلى جانب تأثيره الأكيد على اختيار اتجاه الموقع ومن ثم على التصميم المعماري. فعند دراسة موقع ما للبناء تتبلور القضية في كون هذا الموقع مستوياً أو مائلاً ودرجة ميله وتوجيهه بالنسبة للشمس والرياح.

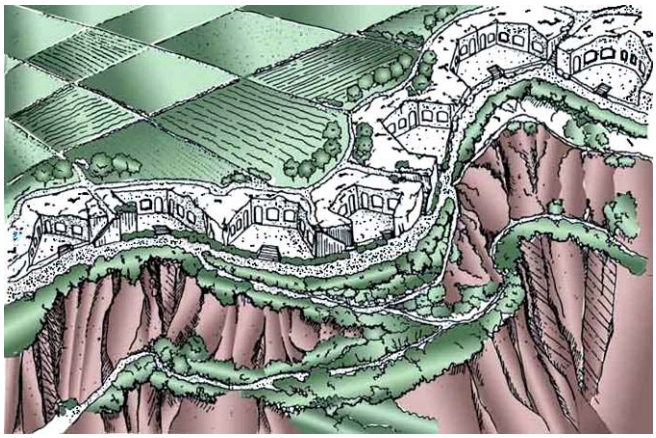
فمثلاً يعتبر عامل الارتفاع أو الانخفاض بالنسبة لسطح البحر من أهم العوامل المؤثرة على مناخ أي منطقة من حيث الحرارة والرطوبة النسبية، حيث من المعروف أنه بالارتفاع عن سطح البحر تقل درجة الحرارة بينما تزداد الرطوبة النسبية والعكس صحيح، ومن ثم فالارتفاع والانخفاض يؤثران على المناخ الداخلي والرطوبة ودرجة تشبع التربة، وكلها عوامل تؤثر بشكل أكبر في البناء المحمي بالتربة.

ومن منظور آخر يعتبر الارتفاع النسبي للموقع بالنسبة للمناطق المحيطة به من المؤثرات الهامة من حيث إمكانية وجود مطل على البيئة المحيطة، مما يمكن استغلاله في تقليل حالات الكلاستروفوبيا (الخوف من الاحتجاز) في المباني المحمية.

كما أن الارتفاع النسبي يؤثر على التصميم من حيث شبكات تغذية وصرف المياه والبنية التحتية وشبكات الطرق وإمكانية الوصول للموقع. (Gideon S. Golany, 1983, P.149-150).

وتعتبر المواقع المائلة والتي يزيد فيها الميل عن ٣٠٪ غير مفضله بالنسبة للبناء العادي أعلى الأرض لكنها تعتبر الأفضل والأمثل بالنسبة للبناء المحمي بالتربة.

ثانياً: المواقع المسطحة والمواقع المائلة.



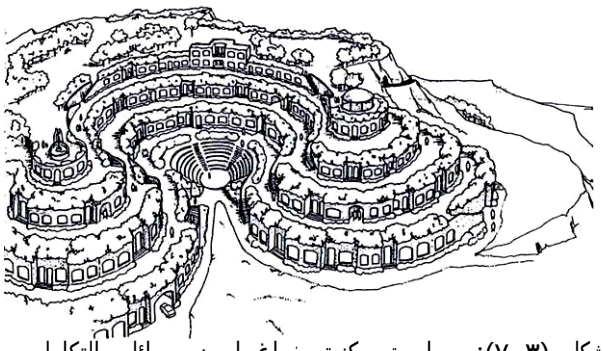
شكل (٣-٥): مباني محاطة بالتربة علي منحدر مائل وسط سهل منبسط وتل شديد الانحدار، هذا التكوين موجود في مقاطعة **canzu** بالصين. Golany G, 1996, P. 105.

يكون البناء المحمي بالتربة متميزاً في المناطق التي تقع على حدود اثنين من الأشكال الطبوغرافية المختلفة مثل النجد والمنحدرات الحادة، وغالباً يوجد هذا التكوين في مناطق التربة الرسوبية، شكل (٣-٥)، والمقارنة بين المواقع المسطحة والمائلة تكشف عن مميزات كبيرة للمواقع المائلة، حيث أن استغلال المنحدرات في البناء المحمي بالتربة يأتي ببعد جديد في كل من البناء تحت أو فوق الأرض، ويعد هذا الشكل التكميلي ملائماً للمدن الواقعة بالقرب من المنحدرات والتي لم يتم تطويرها أو المدن الجديدة التي لم يتم اختيار مواقعها بعد.

وقد نوقش كل من إمكانات ومحددات المواقع المستوية والمائلة بالباب الثاني. ومنه نخاص إلى أن المنحدرات تشتمل على مميزات متنوعة للإسكان الحضري، وهي مميزات لا تقدمها الأراضي المسطحة، مثل توفير نظام للصرف الصحي الجيد والقائم على الجاذبية الأرضية، في مقابل ضرورة استخدام مضخات وتكلفة عالية للصرف الصحي بالمواقع المسطحة. كما أن المواقع المائلة تتميز بالتهوية الجيدة، ووصول أشعة الشمس والضوء الطبيعي إليها. علاوة على التقليل من المشاكل المتعلقة بصعوبة التنقل الحضري والاختناق المروري الموجودة بالمواقع المسطحة. كما أنها تتميز بانخفاض منسوب المياه الجوفية وقلة نسبة التلوث لقربها من البيئة الطبيعية وتنوع المنظر الطبيعي إلى جانب أنها أكثر خصوصية وهدوءاً، وأخيرا تتيح فرصاً كثيرة ومتنوعة أمام خيال المصمم للإبداع.

ويفضل التأقلم مع الأشكال الطبيعية بدلاً من عمل تغييرات شديدة بها، لذلك ينصح باستخدام تكوينات أفقية ورأسية مصطبة متعاقبة، فالخطوط الكنتورية تقدم طريقاً للتحرك الأفقي، يمكن استغلاله في حركة المرور ثنائية الاتجاه والساحات العامة والمواقف والمنتزهات والمسطحات الترفيهية التي تحتاج مساحة واسعة. (Gideon S. Golany, 1996, P.105) ، شكل (٣-٦)، (٣-٧).

شكل (٣-٦):مقترح لجزء من مجاورة سكنية في فراغ أرضي مائل يمكن إقامته علي تشكيل جيومورفولوجي طبيعي منتظم. Golany G.1996, P.110.



شكل (٣-٧): مجاورة سكنية بفراغ ارضي مائل بالتكامل مع تشكيل جيومورفولوجي منعكس، مما يتيح الخصوصية ويعطي شعوراً بالتجمع الحضري. Golany G.1996, P.111.

٣-١-٢ عوامل مناخية مؤثرة على اختيار الموقع.

تشمل العوامل المناخية المؤثرة على اختيار الموقع الدراسة بالنسبة للشمس واتجاهاتها، ويتم فيها دراسة تأثيرها على التوجيه الملائم للاختيار للبناء المحمي بالتربة. ومن جهة أخرى يتم مناقشة تأثير الرياح واتجاهاتها على اختيار الموقع. بالإضافة إلى دراسة تأثير الأداء الحراري والرطوبة النسبية على اختيار الموقع للبناء المحمي بالتربة.

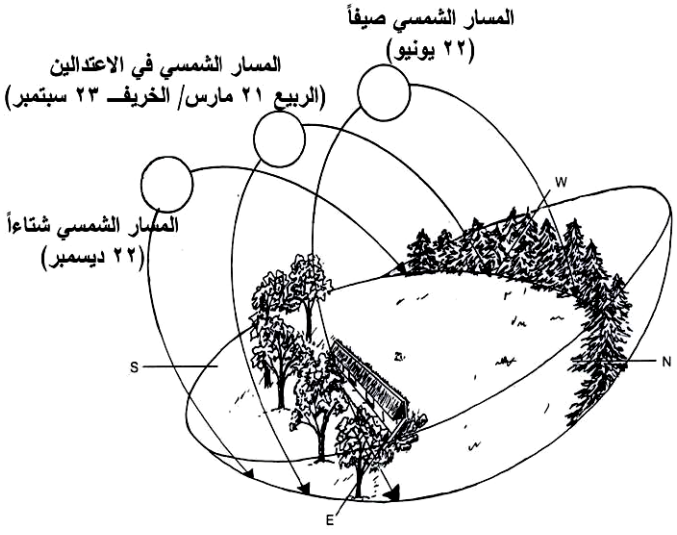
٣-١-٢-١ اختيار الموقع بالنسبة للشمس واتجاهاتها.

تعتبر دراسة تأثير الشمس واتجاهاتها من أعظم العوامل المناخية المؤثرة على اختيار الموقع وعلى ذلك يمكن تقسيم دراسة الإشعاع الشمسي إلى: **إشعاع شمسي مباشر** وآخر **منعكس**، ودراسة تأثير كلاً منهما على اختيار الموقع على حدة.

أ- الإشعاع الشمسي المباشر

من أهم اعتبارات التوجيه المناخي لأي بناء هو موقعه وتوجيهه بالنسبة للشمس، وعلى الرغم من تسمية البناء (محمياً بالتربة) إلا أن ذلك لا يعني إحاطته بالتربة من جميع الجهات، فلابد من وجود أبواب ونوافذ وفتحات للتهوية والإضاءة الطبيعية والتي لا يمكن الاستغناء عنها بأي حال من الأحوال، وتجميع الفتحات في جهة محددة من البناء وتوجيهها في اتجاه معين من الجهات الأصلية أو الفرعية هو الذي نعني به التوجيه المناخي للبناء، وأهم العوامل المحددة للتوجيه المناخي هو التوجيه بالنسبة لزوايا الشمس ودرجة دخولها للمبنى، ومدى السماح للأشعة بالتوغل داخل المبنى بالقدر المرغوب فيه.

يوضح الشكل (٣-٨) مسار الشمس خلال خط السماء في فصول الشتاء والربيع والصيف، ويلاحظ أن زاوية الشمس أكثر انخفاضاً بالأفق في فصل الشتاء أكثر من الربيع والصيف.



شكل (٣-٨): المسار الشمسي في الفصول المختلفة في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية بمنطقة معتدلة المناخ.
Max. R. Terman, 1985, P.58

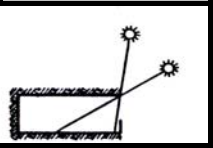
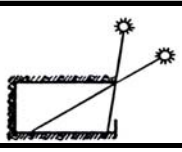
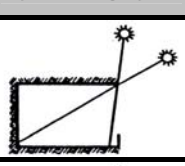
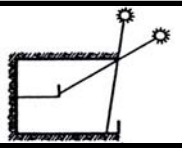
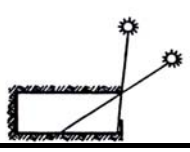
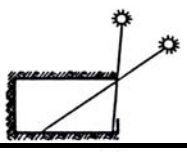
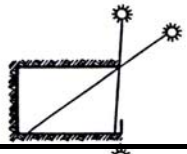
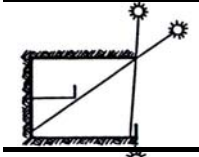
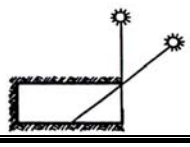
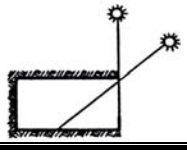
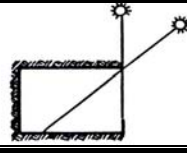
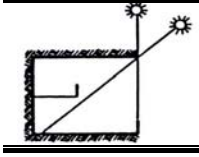
فتكون الشمس في أعلى نقطه لها بالسماء في الثاني والعشرون من شهر يونيو وأقل ارتفاع تبلغه الشمس يكون في الثاني والعشرون من شهر ديسمبر.

ومسار الشمس عبر السماء يختلف في الصيف عن الشتاء، ففي النصف الشمالي من الكرة الأرضية تقترب الشمس في فصل الصيف من الشمال حيث تبدأ رحلتها من الشمال الشرقي وتنتهي أقرب ما يكون للشمال الغربي، وفي الشتاء يكون المسار الشمسي أقصر ما يكون حيث يبدأ أقرب للجنوب الشرقي وتنتهي رحلتها اليومية قرب الجنوب الغربي، أما في أقصى الشمال فنادراً ما تظهر الشمس بالأفق في حين أنها غالباً ما تكون عمودية على المناطق الواقعة قرب خط الاستواء، ولذلك يعتبر موقع الشمس من أهم العوامل التي يجب أن يبنى عليها التصميم المعماري الذي يعتمد على الطاقة الشمسية السالبة.

ففي الشتاء عندما تكون الشمس منخفضة يفضل فتح النوافذ وإزاحة البروزات الأفقية إذا كانت قابله للحركة واستخدام الأشجار المتساقطة الأوراق وبذلك يمكن للبناء استقبال الطاقة الحرارية المنبعثة من أشعة الشمس، أما في الصيف فيفضل استخدام المظلات والبروزات الأفقية والأشجار بأنواعها وتقليل فتحات النوافذ لتقليل الاكتساب الحراري خاصة في المناطق الحارة- الجافة. (Max. R. Terman, 1985, P.57)

يعتبر الحصول على أكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسي هو التحدي الأكبر الذي يواجه المصمم للبناء المحمي بالتربة، حيث أنه يؤثر على كل من الحالة النفسية والصحية للسكان، لأنه يعتبر من البديهي كراهية الأماكن ذات التأثير القاتم والكئيب لما تحتويه من ظلام وشدة رطوبة تحت الأرض، لكن على الرغم من ذلك يمكن لطرق التصميم المبتكرة والتوجيه المحسوب جيداً نحو الشمس تغيير تلك الصورة، من حيث توغل ضوء طبيعي داخل المباني خلال النهار، حيث أن أشعة الشمس يمكن أن تصل في العمق داخل الغرف حتى مسافة سبعة أمتار أفقية وأكثر على خطوط العرض التي تتراوح بين ٢٤° وحتى ٣٢° شمالاً، وهو النطاق الذي يعاني على مستوى العالم من المناخ القارص (شديد الحرارة صيفاً، شديد البرودة شتاءاً) وخاصة في المناطق الصحراوية منه، مثل صحراء شمال أفريقيا، وهي تتضمن صحراء مصر وليبيا وتونس والجزائر وجزء من المغرب، وقد استخدم السكان على مر العصور في بعض تلك الدول هذا النوع من البناء، كما في مطماطة بليبيا والدويرات بتونس، ويوضح الجدول (٣-٣) أمثلة لغرف مختلفة الارتفاع (٣، ٤، ٥، ٦أمتار) وبعرض أفقي ثابت سبعة أمتار على خطوط العرض المختلفة بغرض المقارنة (Gideon S. Golany, 1996, P.121).

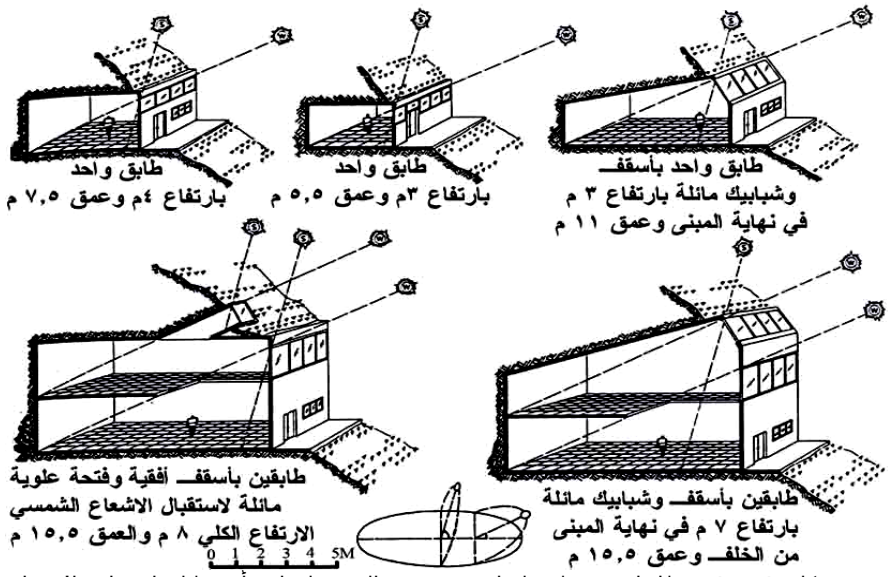
جدول (٣-٣): أقل اختراق لأشعة الشمس في منتصف فصل الصيف (٢١ يونيو)، وأقصى توغـل لهـا يكـون فـي منتصف فصل الشتاء (٢١ ديسمبر) بالتوجيه نحو الجنوب، والجدول يوضح نماذج لأبنية محمية بالتربة بواجهة واحدة لغرفة بعمق سبعة أمتار، ويزداد اختراق الإشعاع الشمسي باطراد ملحوظ مع زيادة الارتفاع الرأسي للفراغ مـن ٣-٦ أمتار، كما يلاحظ أن اختراق الإشعاع الشمسي يقل في الصيف ويزداد في الشتاء كلما اتجهنا شمالاً، وفي الشكل زوايا الإشعاع الشمسي لخطوط العرض (٢٤°، ٢٨°، ٣٢° شمالاً). Golany G., 1996, P.122

0 2 4 6 8 10 M. Scale	ارتفاع ٣ أمتار	ارتفاع ٤أمتار	ارتفاع ٥ أمتار	ارتفاع ٦ أمتار
خط عرض ٣٢° شمالاً **أقصى زاوية في الصيف (٨٢°)** **أقصى زاوية في الشتاء (٣٤°)**				
خط عرض ٢٨° شمالاً **أقصى زاوية في الصيف (٨٦°)** **أقصى زاوية في الشتاء (٣٨°)**				
خط عرض ٢٤° شمالاً **أقصى زاوية في الصيف (٩٠°)** **أقصى زاوية في الشتاء (٤٢°)**				

ومما سبق يلاحظ أنه يمكن توفير أشعة الشمس الطبيعية في المباني المحمية بالتربة وخاصة المقامة على سطح مائل، في مقابل أن الكثير من المباني العادية فوق الأرض في المدن المزدحمة أحياناً لا يدخلها ضوء طبيعي أو أشعة شمس في كثير من الحالات، مما يحسن من الصورة السلبية المترسخة في الأذهان عن الظلام وشدة الرطوبة المرتبطان بالبناء تحت الأرض، إذا روعي ذلك في التصميم.

يوضح الشكل (٣-٩) العديد من الأفكار التصميمية التي تسمح بأكبر قدر ممكن من اختراق أشعة الشمس للفراغ الداخلي للبناء.

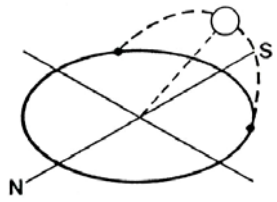
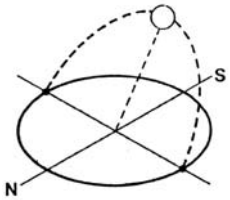
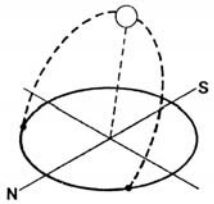
ومن جهـة أخـرى فالتوجيـه بالنسـبة للشمس يـؤثر علـى كمية الإشعاع الشمسي النافذ داخـل البنـاء ومدة بقاؤه، مما يؤثر بدوره على الشـعور النسبي بطول اليوم أو قصـره لمسـتخدمي المكان، ومن خلالـه يمكن تقليل اسـتخدام وسـائل الإضـاءة الصناعية المكلفة.



شكل (٣-٩): قطاعات مختلفة لمباني محمية بالتربة لزيادة أو تقليل اختراق الإشعاع الشمسي حسب ظروف الموقع باستخدام تصميمات مختلفة. الموقع على خط عرض ٢٨º شمالاً وزوايا الشمس صيفاً ٨٦ºوشتاءاً ٣٨º. Golany G., 1996, P. 123.

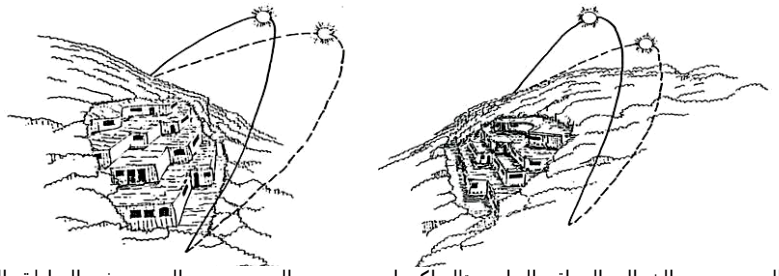
كما يمكن استغلال العديد من التقنيات الحديثة لتجميع الطاقة الشمسية والاحتفاظ بها واستخدامها كطاقة نظيفة للإضاءة الليلية أو للتدفئة في المساء أو في الشتاء البارد، ومعظم تلك التقنيات تتضمن توجيه النوافذ ولوحات التجميع الحرارية نحو الجنوب، فبالنسبة للنوافذ الرأسية يعتبر توجيهها إلى ٢٥º جنوب شرقي أو ٢٥ºجنوب غربي هو الأفضل من حيث الاكتساب الحراري (Carmody & Sterling, 1985, P.26)، أما التوجيه نحو الشمال الشرقي أو الشمال الغربي فيوفر أقل اكتساب حراري ممكن من الطاقة الشمسية وهو التوجيه المفضل بالنسبة للمناطق الحارة الجافة، ويوضح الجدول (٣-٤) المسار الشمسي لخطوط عرض مختلفة ومنها يمكن اختيار التوجيه الأفضل للبناء.

جدول (٣-٤): المسار الشمسي لخطوط عرض (٢٨º، ٣٠º، ٣٢º). Based on: Carmody,1985, P.27

المسار الشمسي لخطوط العرض		شتاءاً (٢١ ديسمبر)	الاعتداليين (الربيع ٢١ مارس/ الخريف ٢١ سبتمبر)	صيفاً (٢١ يونيو)
				
٢٨º شمالاً	الزاوية الأفقية	٣٨º	٦٢º	٨٦º
	الزاوية الرأسية	٦١º	٨٨º	١١٦º
٣٠º شمالاً	الزاوية الأفقية	٣٦º	٦٠º	٨٣º
	الزاوية الرأسية	٦٢º	٨٩º	١١٧º
٣٢º شمالاً	الزاوية الأفقية	٣٤º	٥٨º	٨٢º
	الزاوية الرأسية	٦٢º	٩٠º	١١٨º

كما أن دراسة الإشعاع الشمسي وزوايا مسار الشمس طوال العام يؤثران على اتخاذ القرار بتوجيه التجمع العمراني ككل، فضلاً عن الشوارع أو الميادين والمباني نفسها.

يفضل التوجيه نحـو الشمال والبنـاء علـى المنحـدرات المائلـة، بالمنـاطق الحـارة - الجافة حيـث تركيـز أشعة الشمس أقل مـا يمكـن مـع وجـود الإضاءة الطبيعية أطول وقت بفضل البناء على المنحدر، لكن عنـدما تقل درجات الحرارة وفى الأماكن الباردة الجافة أو الباردة الرطبة يفضل البنـاء باتجـاه الجنـوب للحصول على أكبر قدر من الاكتساب الحراري الناتج من أشعة الشمس، شكل (٣-١٠).



أ- التوجيه نحو الشمال بالمواقع الحارة يقلل اكتساب الإشعاع الشمسي مع الحصول علي الضوء المطلوب.

ب- التوجيه نحو الجنوب في المناطق الباردة يزيد من الإشعاع الشمسي والضوء النافذ.

شكل (٣-١٠): اختيار الموقع لتجمع محمي بالتربة علي موقع مائل حسب التوجيه نحو الإشعاع الشمسي. Golany G., 1983, P.155

- **<u>ونخلص مما سبق إلى أن:</u>**

١- تكون زاوية الشمس بالجزء الشمالي من الكرة الأرضية أكثر انخفاضاً بالأفق في الشتاء، وأكثر ارتفاعاً في الصيف، مما يوحي للمصمم بمعالجات معمارية وبيئية تساهم في زيادة أو التقليل من الاكتساب الحراري كالبروزات الأفقية القابلة للحركة والأشجار متساقطة الأوراق.

٢- يمكن التحكم في مقدار الإشعاع الشمسي النافذ، بواسطة التحكم في ارتفاع البناء ودراسة زاوية الشمس حسب خط العرض، ومن ثم التحكم في مقدار الاكتساب الحراري المطلوب.

٣- توجيه البناء بالنسبة لزاوية الشمس يساهم في التحكم بمقدار الاكتساب الحراري.

٤- توجيه التجمع العمراني تخطيطياً بالنسبة لزوايا الشمس، يساهم في إيجاد طرق وممرات وميادين ملائمة لمناخ المنطقة المقام بها التجمع العمراني، فضلاً عن أن المباني نفسها تصبح أسهل في التحكم بالإشعاع الشمسي النافذ إليها.

وعلى ذلك، يعد توجيه البناء بالنسبة للشمس من أهم العوامل الواجب مراعاتها عند التصميم، ويتكامل معه الاختيار بالنسبة للطبوغرافية والرياح ومكان ونوع التشجير.

<u>ب- الإشعاع الشمسي المنعكس.</u>

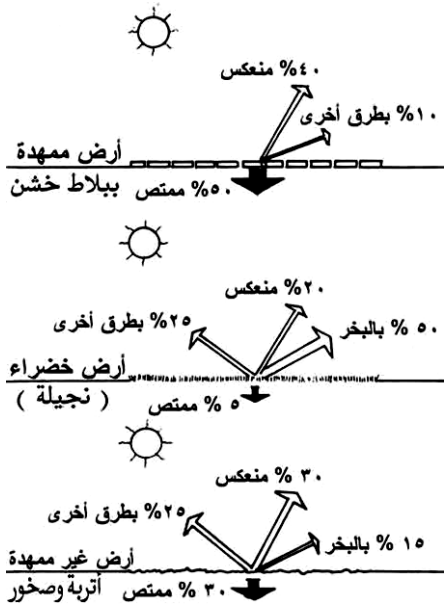
عادةً ما يكون الإشعاع في المنخفضات وسط الجبال أقوى من المدن الواقعة على مسطح منبسط أو على تل مائل، فالمناطق التي تقع بالجزء السفلي تتعرض لأشعة الشمس المباشرة الساقطة عليها إلى جانب الإشعاع غير المباشر من الانعكاس على المنحدرات المجاورة.

كما أن نقص حركة الهواء يزيد من حدة الإشعاع الشمسي المنعكس ويرفع درجات الحرارة حول التجمع السكنى ككل، وجميع تلك الظروف تتوافر في المواقع المنغلقة وسط منحدرات أو تلال مجاورة، (مع الرجوع إلى شكل (٢-١٣)، بالباب الثاني).

يمكن التقليل من مقدار الارتفاع في نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس بعدة طرق أهمها زيادة كمية المسطحات الخضراء والتي تعمل على التقليل بنسبة كبيرة وملحوظة من الإشعاع الشمسي المنعكس بالإضافة إلى التلطيف النسبي لدرجة الحرارة، إلا أنها قد تعمل على رفع درجة الرطوبة النسبية إذا زادت كمية المسطحات الخضراء في تلك المناطق المنغلقة.

ويوضح الشكل (٣-١١) كمية الحرارة الممتصة والمنعكسة للأرضيات المختلفة والتي توجد بالمواقع المنغلقة، لكن احتمالات وجود الإشعاع المنعكس أقل داخل المنحدر نفسه حيث يتوافر به الهواء الطبيعي والإشعاع الشمسي المباشر.

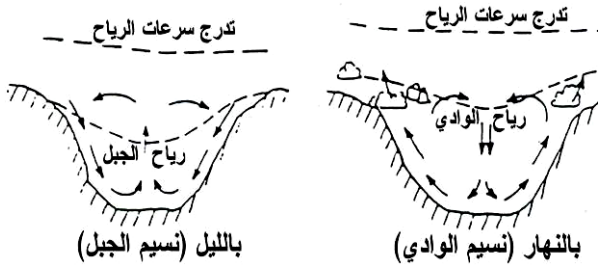
وعلى ذلك، يوصى بالابتعاد عن المواقع المنغلقة حيث تزداد فيها نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس، وإذا كان لا بد من البناء بها يمكن الاستعانة بزيادة المسطحات الخضراء بالموقع للتقليل من نسبة الامتصاص داخل التربة.



شكل (٣-١١): كمية الحرارة الممتصة والمنعكسة لأنواع مختلفة من الأرضيات.
Allan Konya, 1984.

٣-١-٢-٢ اختيار الموقع بالنسبة للرياح والرمال السافية.

تعد الرياح من أهم العناصر المناخية التي تتحكم في توجيه البناء المحمي بالتربة، فأحياناً تكون غير مرغوبة، خاصة عندما تكون ساخنة أو باردة جداً أو قوية أو مترية، لكن الرياح محببة بالتأكيد في المناطق التي تعاني من رطوبة نسبية عالية، حيث تعتبر التهوية الجيدة ضرورة لا غنى عنها خاصة في البناء المحمي بالتربة، أما في المناطق الحارة – الجافة فلا يفضل استقبال الرياح إلا إذا كانت باردة أو مشبعة بالرطوبة بعد تمريرها على مسطح مائي لاستغلالها في التبريد السالب عن طريق التبخير.



شكل (٣-١٢): نسيم الجبل والوادي.
سليم، خالد. ٢٠٠٢، ص١٩

وغالباً ما تتأثر الرياح المحلية باختلاف درجات الحرارة والطبوغرافية الخاصة بكل موقع، فالمنحدرات التي تشكل جوانب الوديان تتعرض لتأثير الرياح القوية خاصة إذا كانت تشكل أخاديد فيما بينها فتعمل كملاقف سحب لتيارات الهواء وتكون أكثر عرضة للدوامات الصاعدة والهابطة بشكل قوى؛ ففي ساعات ما بعد الظهيرة تبرد أسطح الوادي المائلة المعرضة للسماء بسرعة أكبر من المنتصف فيتحرك الهواء البارد من أعلى الجبل هابطاً إلى الوادي وهى ظاهرة تعرف (بنسيم الجبل)، أما في النهار فتسخن الأسطح المائلة المعرضة لأشعة الشمس بسرعة أكبر من منتصف الوادي المظلل العميق، فيتولد تيار هواء دافئ وصاعد خلال ساعات النهار وهي ظاهرة تعرف (بنسيم الوادي) شكل (٣-١٢)، وهو المفضل في فصل الصيف. ويعتبر أفضل توجيه يستغل فيه نسيم الوادي بالأودية العميقة الممتدة الاتجاه شمالي–جنوبي، (سليم، خالد، ٢٠٠٢، ص١٩).

وفى تلك الأماكن تضطرب حركة الهواء بشكل متكرر وتتغير درجات الحرارة على التوالي صباحاً ومساءاً بشكل واضح، لذا يفضل البناء المحمي بالتربة على المواقع المائلة، حيث يوفر درجات حرارة ثابتة تقريباً على مدار العام.

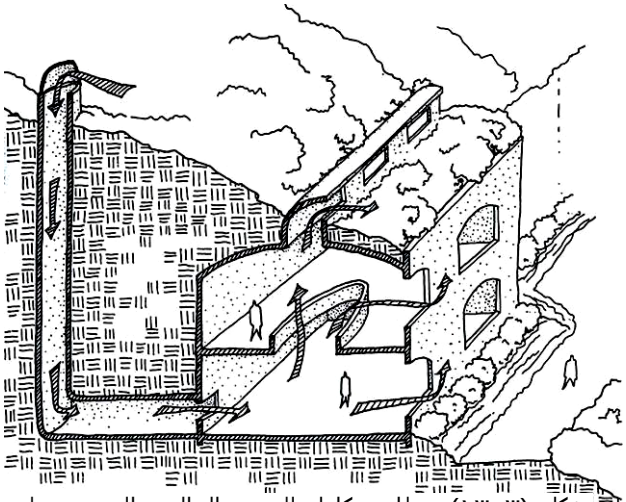
حيث أن البناء العـادي فـوق الأرض يعتمد فيه نظام التهوية علـى الهـواء العابر من النوافذ المباشرة والجانبيـة على الحوائط المتعامدة، أما في المباني المحمية بالتربة فربما لا تكفـى نوافـذ الجانب الواحد في توليد نظـام تهويـة صحي في المناطق الحارة مثلاً، رغـم أن حركة الهواء ربما تأخذ سـرعات أكبر على التلال والمنحدرات المائلـة. شكل (٣-١٣).

ولزيادة دوران الهـواء داخـل تلـك البيئات، يفضل استخدام أنظمة ملاقف الهواء، شـكل (٣-١٤). لـذلك فـإن الدراسات الخاصة بـالموقع يجـب أن تشمل اتجاهات الرياح وأنواعها ودرجة سرعتها ومراعاة تجنبها مـن عدمـه بالتصميم المعماري.

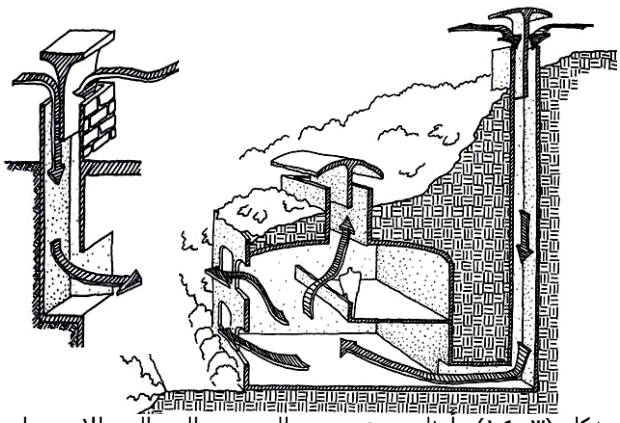
وعلى الرغم من استخدام كتلة التربة لحماية البناء من والرياح العاتية إلا أنه من المهم عدم إغفال حركـة الريـاح لإعطاء مؤشرات أكثر شـمولاً عنـد تخطيط الشوارع والمنشـآت الخدميـة وتحديد الأماكن الصناعية أو المـداخن بالنسبة لفتحات المباني السـكنية، لأن مصدر الرياح هو الذي يحـدد مـدى جودتها، ومن ثم فإن أي تلوث يحتمـل تواجده بالموقع يجب دراسـة مكانـه بالنسبة لاتجاه الرياح.

يوفر البناء المحمي بالتربـة تصـميماً فريداً للحماية من الرياح الباردة عـن طريق استخدام كتلة التربة في عكـس اتجاه الرياح، حيث يمكن حماية البنـاء بالتربة من اتجاه الرياح، لكن الانتهـاء المفاجئ لكتلة البناء في الجهة المعاكسة يولد نوعاً من الدوامات الهوائية يتسبب بتراكم الأتربة والرمال المحملـة مـع الرياح بالجانب الآخر، شكل (٣-١٥).

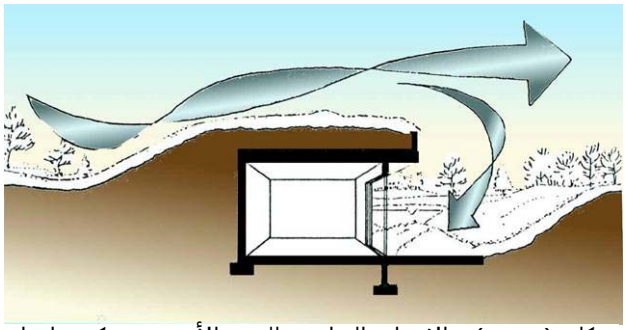
ينصح بزراعة المصدات في مواجهـة الرياح المتربة الغير مرغـوب فيهـا، فهي تعمل على صد الرمال والأتربـة قبل وصولها للجانب الآخر المقابل لواجهة المنزل، شكل (٣-١٦).



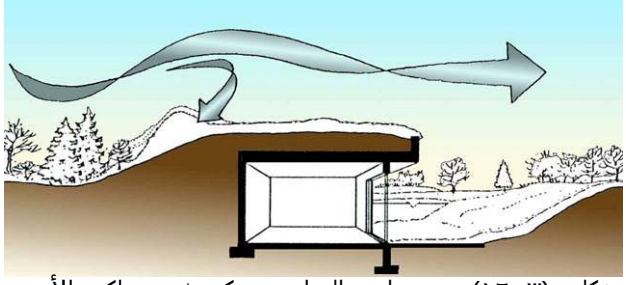
شكل (٣-١٣): نظام متكامل للتهوية السالبة والمعتمدة على الحركة القوية للهواء التي تتميز بها المنحدرات.
Golany G..1996, P.119.



شكل (٣-١٤): أمثلـة مقترحـة للتهويـة السـالبة بالاسـتعانة بتصميمات مختلفة لملاقف الهواء. Golany G..1996, P.120.



شكل (٣-١٥): الانتهاء المفاجئ للدفن الأرضي يعكس اتجاه الرياح حول البناء. Carmody & Sterling, 1985, P.28



شكل (٣-١٦): مصدات الرياح تتحكم في تراكم الأتربة والرمال. Carmody & Sterling, 1985, P.28

أما نوعية البناء المحمي بالتربة ذو الفناء الداخلي فيعتبر بالطبع من أكثر أنواع البناء المحمي بالتربة حمايةً من الرياح القوية، لكن أحياناً تتولد دوامات صغيرة في الفناء نفسه، وطبيعتها تتوقف على أبعاد البناء وعلى تفاصيل تصميم حواف الحوائط الخارجية المطلة على الفناء، إلى جانب مفردات تنسيق الموقع المستخدمة.

أحياناً يظهر تعارض بين الحماية من الرياح الغير مرغوبة وبين التوجيه نحو الرياح المحببة مثل نسيم الصيف الذي يلطف درجة الحرارة، عندها يكون التفاضل بينهما في أيهما أكثر تأثيراً بالسلب أو الإيجاب حسب ظروف كل موقع، كما أن التوجيه نحو الشمس أو بعيداً عنها أحياناً يتعارض مع التوجيه نحو الرياح أو بعيداً عنها.

جميع الاعتبارات السابقة يجب دراستها بعناية وتحديد أيهما أكثر تأثيراً على اختيار التوجيه النهائي للبناء، مع الوضع في الاعتبار عامل التشجير الذي يعمل كمصدات للحماية من الرياح القوية أو يستخدم في التقليل من الإشعاع الشمسي المباشر على المبنى.

٣-١-٢-٣ اختيار الموقع بالنسبة للأداء الحراري والرطوبة النسبية.

يتعرض التجمع الحضري الواقع في الجزء الأدنى من المنحدرات إلى ارتفاع في درجات الحرارة في أثناء النهار ودرجات حرارة منخفضة في الصباح الباكر، وبوجه عام تكون التهوية في مثل تلك المواقع المنغلقة ضعيفة وتتعرض لركود هوائي، وبالتالي يستهلك السكان طاقة كبيرة في عمليات التدفئة والتبريد، بالإضافة إلى أن عملية ركود الهواء تؤدي إلى تلوثه مما يهدد الصحة لكن العكس تماماً في المناطق الواقعة على منحدرات مائلة أو في المواقع المفتوحة فهي تتميز بتجدد الهواء دائماً وتكون أقل عرضة للتلوث، والبناء على ارتفاع عالي بالمواقع المائلة يعتبر من أنسب الاختيارات بالنسبة للأجواء الحارة- الجافة أو الرطبة، حيث يساهم الارتفاع في توفير جو معتدل الحرارة ومن ثم إيجاد مناخ صحي.

فعند اختيار أفضل مكان لبناء محمي بالتربة مائلاً، على مخططي المدن عدم إغفال أن البيئات الطبيعية والأداء الحراري والرطوبة النسبية يرتبطون ببعضهم في علاقة متبادلة، فمن المعروف أنه كلما زاد الارتفاع كلما قلت درجة الحرارة والعكس بالعكس، حيث تنخفض درجة الحرارة درجة واحدة مئوية بالارتفاع كل ١٠٠ متر وبالتالي يكون الأداء الحراري في الأقاليم الحارة – الجافة، أفضل في الارتفاعات الأعلى بالإضافة إلى أنه كلما زاد الارتفاع كلما زادت الرطوبة النسبية، لذا يمكن لهذه الحقيقة أن تساهم بقدر كبير في اختيار الموقع الملائم للبناء في المناطق ذات المناخ الجاف، وإلى حد ما في المناخ الحار الرطب إذا اجتمع الارتفاع مع التهوية النشطة حيث يمكن أن تلطف الرطوبة درجة الحرارة المرتفعة عن طريق التبريد السالب بواسطة التبخير. (Gideon S. Golany, 1996, P.113).

وعلى ذلك، يمكن استنتاج أن جميع العوامل السابقة تؤدي إلى تقليل استهلاك الطاقة في الشتاء والصيف وتحسين صحة سكان المنحدرات، حيث أن الارتفاعات العالية أنقى هواءاً وتكون بعيدة عن المستنقعات وتجمع الحشرات، مما يحسن من ظروف المعيشة والعمل.

٣-١-٣ عوامل بيئية مؤثرة على اختيار الموقع.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تأثير العوامل البيئية المختلفة على اختيار الموقع، وتشمل تأثير الهيدرولوجيا (الأمطار ومصادر المياه)، وأثر الزراعات الطبيعية والمسطحات الخضراء، بالإضافة إلى دراسة تأثير بعض العوامل البيئية الأخرى مثل: الثروات الحيوانية، والتلوث... الخ على اختيار الموقع للبناء عليه بأسلوب الإنشاء المحمي بالتربة.

٣-١-٣-١ تأثير الهيدرولوجيا (الأمطار ومصادر المياه) على اختيار الموقع.

تعد الأمطار والسيول القوية من أهم المؤثرات على عوامل التعرية للتربة، كما أن معرفة منسوب المياه الجوفية ودرجة تشبع التربة، كلها عوامل ترتبط مع بعضها في علاقة متبادلة تتعلق بمعايير اختيار الموقع وتؤثر بشكل أو بآخر على أسلوب الإنشاء المحمي بالتربة.

تختلف كميات الأمطار بالموقع من مناخ لآخر بحسب قوة تكثيف البخار إلى ماء ومطر وزاوية ميل الأرض. (Brent Anderson, 1984, P.99-110).

تتميز عملية التكثيف المحدودة بالمناخ (الحار- الجاف) بزخات قصيرة منتشرة من المطر المركز الجارف ومن ثم يرتفع معدل المياه على سطح الأرض ويسبب فيضانات ومع ندرة النباتات بتلك المواقع تؤدي إلى تعرية شديدة. (Satoshi Imamura, et. al., 1991, P.34-429) .

ومن جهة أخرى يتميز المناخ الحار الرطب بأمطار أخف حدة لكنها غالباً ما تستمر لفترات طويلة فتمتصها التربة مما يؤدى إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية لتلك المناطق.

وعلى ذلك، يفضل دراسة سلوك مياه الأمطار بأي موقع، مما يسهل عملية تخطيط وتصميم شبكة الصرف الخاصة المستوية، واتجاهات مرورها في الشوارع أو وسط المباني كما أنه من الضروري تقليل منسوب المياه الجوفية للمساهمة في خفض درجة تشبع التربة، وفى مثل تلك الحالات توفر المواقع المائلة أداءاً أفضل من المواقع المستوية.

من المعروف أن نسبة المياه الجارية في قنوات أنظمة صرف مياه الأمطار، غالباً ما تكون مرتفعة بالمواقع المستوية، والتي لا تستطيع استيعاب الكميات الهائلة من مياه الأمطار، مما يتسبب في فيضانها إلى الشوارع، لذلك غالباً ما تشكل ظاهرة فيضان مياه الأمطار مشكلة واضحة في المناخ القاسي مثل الأقاليم الحارة الجافة أو الرطبة، من حيث تأثيرها على الكتلة السكنية وخاصة في البناء المحمي بالتربة.

أما المواقع المائلة فيندر فيها حدوث الفيضانات حيث تسير مياه الأمطار بقنوات مخصصة لها، وتصل إلى الجزء السفلي بالمنحدر فتمتصها التربة حتى تصل إلى المياه الجوفية، دون حدوث أضرار للمنشآت الواقعة بالجزء العلوي من المنحدر (Gideon S. Golany, 1996, P.112). لكن يمكن أن تتسبب الأمطار الجارفة في زيادة عوامل التعرية بالنسبة للمنحدرات خصوصاً مع عدم وجود غطاء نباتي يحمى التربة، كما يجب مراعاة أن إمكانية توصيل المياه النظيفة إلى المرتفعات يعتبر من الصعوبة بمكان حيث يتطلب الأمر وجود مضخات لرفع المياه مما يساهم بشكل ملحوظ في رفع التكلفة الابتدائية للبناء. (Gideon S. Golany, 1983, P.155).

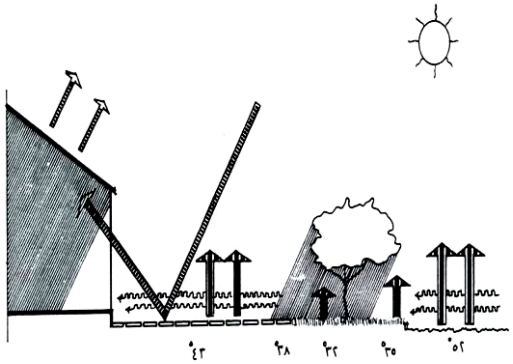
أما البناء بجوار مسطحات مياه كبيرة فيؤثر بشكل واضح على الإنشاء المحمى بالتربة، حيث أن المحتوى الحراري للمياه كبير، فهي تكتسب وتفقد الحرارة ببطء أكثر من الهواء أو التربة. (Max. R. Terman, 1985, P.50 .)

لذلك فإن مجرد تواجد مسطحات كبيرة من المياه تساهم في توفير جو معتدل يقلل من التغيير المتطرف والمفاجئ في درجات الحرارة، بالإضافة إلى أنه يزيد من معدل الرطوبة النسبية مما يؤثر على درجة التهوية المطلوبة للبناء المحمي بالتربة، وبالتالي يجب مراعاة ذلك عند تصميم الفتحات ونوافذ التهوية، حيث أن كمية الأمطار تؤثر بشكل مباشر على كمية المياه المتواجدة في طبقات التربة القريبة من السطح والتي بدورها تؤثر على الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة.

وعلى الرغم من عدم وجود دراسات كافية عن مدى تأثير الأمطار والرطوبة، إلا أنه من المسَلم به أنهما يقللان من كفاءة العزل الحراري للتربة. (Max. R. Terman, 1985, P.52).

٣-١-٣-٢ أثر الزراعات الطبيعية على اختيار الموقع.

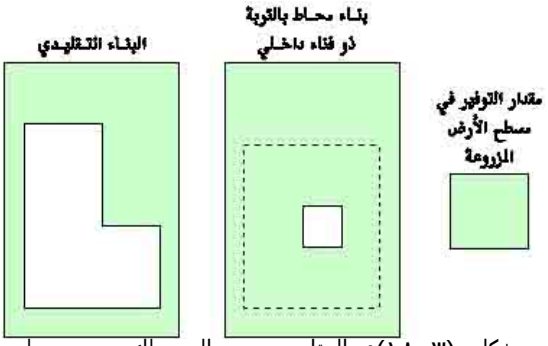
إن وجود الغطاء الأخضر الطبيعي في منطقة يؤثر بشكل ملحوظ على المناخ المصغر الخاص بها، فدرجات الحرارة على النجيل الأخضر تكون أقل بمقدار ١٠° مئوية من التربة الغير مزروعة (Max. R. Terman, 1985, P.50). وعلى ذلك تتأثر المناطق الواقعة بالقرب من المسطحات الخضراء الكبيرة أو الغابات من حيث درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية، شكل (٣-١٧)



شكل (٣-١٧): درجة الحرارة مقاسة علي سطح الأرض (في المناخ الحار الجاف ٤٢°) لتشطيبات مختلفة حول المباني وتأثير طبيعة الأسطح المحيطة علي تغير درجة الحرارة. Allan Konya, 1984.

فالأشجار المحيطة بالبناء تلطف حرارة الرياح وتنقيها من الأتربة والملوثات وترفع من درجة الرطوبة النسبية في الجو، كما أنها تحسن من خصائص الضوء الطبيعي بتقليل نسبة الأشعة المنعكسة فتحد من الزغللة، ومن مستويات الضوضاء.

يعتبر المنزل المحمي بالتربة جزءاً من مفردات المناخ الموجودة بالمنطقة، فهو يساهم في الحفاظ على مساحة الغطاء الأخضر فوق المنزل حيث يمكن زراعة السقف فتتحقق الاستفادة القصوى منه، شكل (٣-١٨)، إلا أنه لا يفضل زراعة الأشجار بالسقف نظراً للمساحة التي تحتلها الجذور كما أنها تمثل حملاً إضافياً للهيكل الإنشائي للمبنى إلى جانب الضرر بنظام العزل.



شكل (٣-١٨): المقارنة بين المستهلك من مسطح الأرض المزروعة، تارة مع البناء التقليدي وأخرى مع البناء المحاط بالتربة ذو الفناء الداخلي، ويوضح الشكل مقدار التوفير في مسطح الأرض الزراعية.
http://members.tripod.com/ellerman79

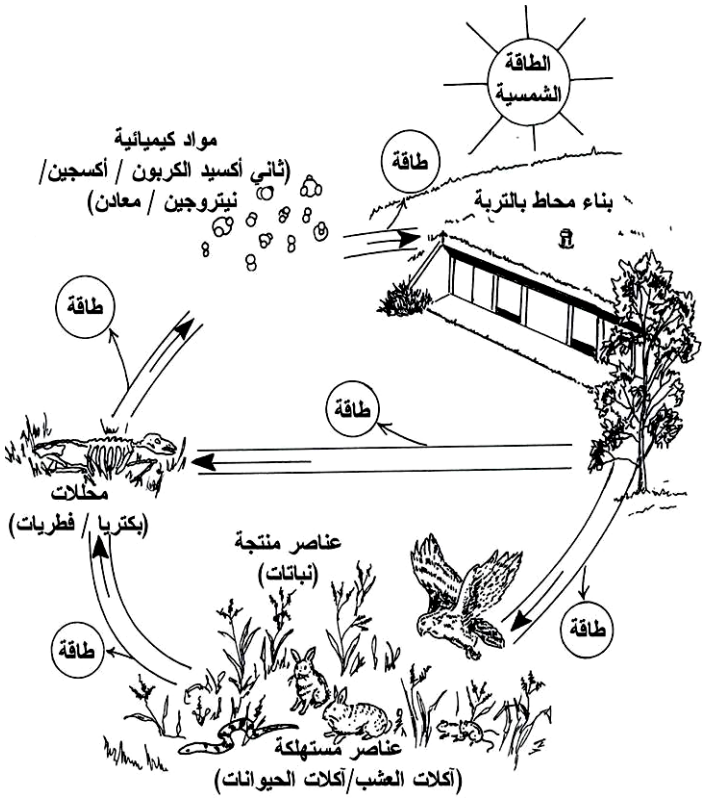
وعلى ذلك، يعتبر الغطاء الأخضر الطبيعي المحيط بالموقع واحداً من أهم المؤثرات التي يجب المحافظة عليه عند البدء في أي عملية إنشاء جديدة ويقترح عمل حصر شامل للحياة الطبيعية الموجودة بالمكان قبل وضع التصميمات الخاصة بالبناء، فمثلاً يجب توقيع أماكن المسطحات الخضراء الكبيرة أو الأشجار المنفردة المتناثرة بمقياس رسم مناسب، كما يحدد لها الارتفاعات والأقطار الخاصة بها إلى جانب نوع تلك النباتات والأشجار.

وترفق اللوحات الخاصة بالزراعات الطبيعية والطبوغرافية والجيولوجية وتقارير التربة مع اللوحات الإنشائية، لإعطاء صورة واضحة عن أفضل مكان يمكن البناء عليه، وبهذه الطريقة يندمج البناء الجديد مع البيئة المحيطة ويعتبر امتداداً جديداً للتضاريس الموجودة بالموقع.

٣-١-٣-٣ عوامل بيئية أخرى مؤثرة على اختيار الموقع (ثروات حيوانية - تلوث).

إن التناقض الحادث في عصرنا الحاضر بين البيئة الطبيعية والبيئة المستحدثة قد أضر بالنظام البيئي الطبيعي المتوازن الذي خلقه الله عز وجل. وبشكل أوضح يجب أن تعتمد معيشة الإنسان على التكامل مع العناصر البيئية المحيطة، وليس على الاعتماد الكامل على التكنولوجيا الحديثة، حيث أن قوانين الطبيعة لم تتغير. ويكمن التحدي في المحافظة على البيئة الطبيعية والاندماج فيها مع عدم الإضرار بها، وهذا لا يعني أن كل التقنيات الحديثة يجب التنازل عنها، لكنه يعني أهمية الحفاظ على تلك البيئات اللازمة للحياة السوية.

وللعمارة والعمران أثر واضح على البيئة المتواجدة بها سواء بالسلب أو الإيجاب، فالتعرف على النظام البيئي على المستوى المصغر للموقع أو على المستوى الإقليمي يساهم بشكل كبير في إيجاد بيئة عمرانية جديدة تتفاعل مع البيئة المحيطة وتتكيف معها. ففي نيويورك مثلاً نلاحظ أنها مدينة ساحلية لكنها تعاني من درجات حرارة مرتفعة ونقص المناطق المفتوحة وقلة استقبال الإشعاع الشمسي الطبيعي، كما تعانى من ركود الهواء وارتفاع نسبة الرطوبة بالصيف ومنخفضة في الشتاء، مما ساهم في تكوين منطقة **Brown Fields** وهو مصطلح يطلق على المناطق التي امتدت لها يد التلوث، وهو في هذه الحالة ناتج عن العمران المكثف، إذا ما قورن بمناطق أخرى ساحلية لم تمتد إليها يد العمران وتتمتع بالبيئة الطبيعية. (Max. R. Terman, 1985, P.6).



شكل (٣-١٩): مخطط لمكونات النظام البيئي ووظائفه الحيوية، متضمناً بناء محمي بالتربة يعتمد على نظام استقبال الإشعاع الشمسي السالب.
Max. R. Terman, 1985, P.57

والبناء المحمى بالتربة مرتبط بشكل كبير بالنظام البيئي المحيط، ويدعم مبدأ التكامل بين الطبيعة والعمران، فهو يتيح وجود تجمع عمراني إلى جانب المسطح الأخضر والذي يعتبر العنصر الأساسي في النظام البيئي الطبيعي ويقلل من النظرة عن انتشار العمران وارتباطه بتجريف التربة وتلف البيئة الطبيعية، فالقشرة الأرضية لها حدود وقابلة للنضوب مثل مصادر الطاقة الأخرى، لذلك ينصح بالتعامل معها بحكمة والاهتمام بالمحافظة على طبيعتها، لكن يمكن ملاحظة اتساع باطن الأرض وإمكانية استغلاله.

والاستخدام الحالي لباطن الأرض ليس هو المطلوب، حيث أن أكثر استخدامه في شبكات الصرف الصحي والكهرباء ومواسير تغذية المياه، والغاز أو مخازن البترول، لكن يمكن استغلاله في أغراض أخرى منها التوسع في العمران.

ولإدراك أهمية التوازن البيئي ومدى عظم تلك المشكلة يتم دراسة النظام البيئي بعناصره وإدراك أهمية كل عنصر منها، ويوضح الشكل (٣-١٩) مخطط لنظام بيئي يضم بناء محمي بالتربة، وهو عبارة عن مجموعة من الكائنات الحية تعتمد على بعضها بشكل متوازن بحيث إذا نقص أي عنصر اختل التوازن البيئي، والذي يحدثه التلوث أو العمران المكثف بمنطقة ما.

فالتعرف على مصادر التلوث (سمعي– بصري– هوائي...)، والطرق الرئيسية والمطارات والموانئ القريبة والأنشطة البترولية والكيميائية بالمنطقة والصرف المكشوف والروائح الكريهة سواء الناتجة من التربة أو من الجو نتيجة للأنشطة القريبة وأماكن المخلفات، ومعرفة أماكن ركود الهواء ومناطق الكثبان ومصادر الغبار كالمحاجر والطرق وغيرها، كل هذه العوامل تؤثر تأثيراً ملحوظاً على اختيار الموقع ثم على أسلوب تصميمه وتوزيع الاستعمالات به. كما أن التعرف على البيئة النباتية والحيوانية في الموقع يسهم في توقع المكان المناسب للبناء للمحافظة على أكبر قدر ممكن من الحياة الطبيعية، وخاصة في المناطق الزراعية.

٣-١-٤ إمكانية الوصول للموقع.

ونعنى بها توافر شبكات البنية الأساسية من وإلى الموقع من طرق وكهرباء وغاز ومياه وصرف صحي، بالإضافة إلى مدى قرب الموقع من المدن والمراكز الخدمية المحيطة وكذلك مدى توافر مواد ومخامات البناء وسهولة الحصول عليها، إلى جانب مراعاة التواجد بالقرب من مسطحات المياه الكبيرة إن وجدت مثل الأنهار أو شواطئ البحار والبحيرات.

يعنى بإمكانية الوصول إلى الموقع مدى توافر الخدمات الأساسية على الطرق الموصلة للموقع والتمهيد المناسب وإعداد الطرق لخدمة المرور الآلي وفصله عن حركة المشاة.

والوصول للموقع يكون أكثر سهولة في المواقع المسطحة أو ذات الميل الخفيف وكلما زادت درجة الميل حتى تصل إلى ٨٥° يصبح الوصول أكثر صعوبة.

أما بالنسبة لشبكة المشاة فيفضل مراعاة الانسيابية في الحركة خلال شبكة المشاة فوق الأرض.

إن البناء على المنحدرات غالباً ما يتيح مناظر جذابة ورؤية أفضل، معتمداً على زاوية الميل وموقع شبكة المشاة من المنحدر. وبالطبع لابد من إنشاء شبكات للمشاة فوق الأرض للربط بين طرق المرور الآلي الفوق أرضية من جهة والمناطق السكنية من جهة أخرى. كما يجب عدم إغفال وجود حركة مشاة أو مرور آلي فوق الأرض مخصصة للاستخدام في حالات الطوارئ.

وبالنسبة لإمكانية وصول الإمدادات من المياه في المواقع المائلة، فذلك يحتاج إلى ضخها لأعلى في حالة عدم توافرها بالمناطق المرتفعة من أي مصدر آخر، وذلك بالطبع يساهم في رفع التكلفة الابتدائية للبنية الأساسية للمشروع.

كما أن المواقع المائلة تتميز بسهولة صرف المياه، حيث أنها تعمل بأداء أفضل بفعل الجاذبية، وبالمثل يمكن التخلص من النفايات بتركيزها وضغطها لأسفل بمساعدة الجاذبية الأرضية.

❋ **ويمكن تلخيص أهم النقاط المؤثرة على اختيار الموقع على النحو التالي:**

يؤثر اختيار الموقع على أكثر من مجرد تخطيط المنطقة، فالمخطط لا يكون قراره نابعاً من الدراسات الطبيعية فحسب، لكنه يعتمد على الدراسات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية على حد سواء. ويصبح اتخاذ القرار أصعب وتأثيره أقوى بالنسبة للخطط طويلة الأمد، ودراسة تأثير المخطط العمراني على الحياة الحضارية لمئات أو لآلاف الأعوام، (حتى لو استمر الهيكل الإنشائي لعقود قليلة)، جدول (٣-٥).

١- أهم العوامل التي يجب عدم إغفالها عند اختيار الموقع هي الطبوغرافية، فهناك العديد من العوامل التي تؤثر على اختيار موقع مائل أو موقع مسطح:

- فقد تمركز البناء على المنحدرات المائلة غالباً في مناطق الشرق الأوسط وإقليم البحر المتوسط وآسيا وأوروبا، أما الأماكن المسطحة فقد وقع عليها الاختيار عامةً في شمال أمريكا خلال القرون القليلة الماضية، وكانت هي الاختيارات الأولى في العالم كله، (Gideon S. Golany, 1996, P.116).
- البناء المحمى بالتربة على المواقع المنحدرة بمميزاتها يصبح اختياراً جديداً يمكن أن يطرح على الساحة المعمارية في الوقت الحاضر، حيث أنه يسمح باستخدام المساحات المسطحة والممهدة في الزراعة وطرق المواصلات الرئيسية ومباني الخدمات العامة أو المتنزهات والمناطق الطبيعية.
- رغم أن اختيار المنحدر يمكن أن يتطلب تكلفة استثمار مبدئية أكبر من المواقع المسطحة، إلا أن تلك التكلفة سيتم موازنتها بتكلفة سعر الأرض المسطحة المرتفعة بطبيعة الحال.
- يوفر الموقع المنحدر بيئة ترضي جميع فئات المجتمع، حيث يعمل على تفعيل التواصل الاجتماعي بين البيئات المتجاورة بشكل أفضل مما هو موجود حالياً في المواقع المسطحة، علاوة على ذلك توجد مميزات شاملة وواسعة النطاق من حيث تكامل مفهوم استخدام المنحدر والفراغ الأرضي كبيئات طبيعية وتداخلها بشكل مناسب مع التجمعات الحضارية.

٢- تؤثر العوامل المناخية على اختيار الموقع بشكل ملموس حسب مفردات مناخ كل منطقة، من (درجات حرارة موسمية ورطوبة نسبية أو حركات شديدة للهواء بالإضافة إلى الأنواع المختلفة من الأمطار)، وإمكانية بناء تجمع عمراني بها يوفر الحماية المناخية المطلوبة لساكنيه.

٣- هناك اعتبارات بيئية أخرى مؤثرة على اختيار الموقع، مروراً بالابتعاد عن مصادر التلوث، والابتعاد عن المطارات والموانئ والطرق الرئيسية السريعة لما يمكن أن تحدثه الاهتزازات من ضرر بالهيكل الإنشائي للأبنية المجاورة لها، أو الغطاء النباتي الذي يجب المحافظة عليه وعدم تجريفه، وانتهاءاً بالحفاظ على المستعمرات والمحميات الطبيعية الحيوانية والنباتية.

٤- عوامل أخرى لا يجب إغفالها يرتبط البعض منها بالأمان أو القرب من الموارد الطبيعية والمميزات البيئية الخاصة بكل منطقة والمواصلات وإمكانية الوصول إلى الموقع.

٥- من المهم عند اختيار الموقع تحليل مقدار التكلفة الملموسة المباشرة الابتدائية أو على المدى البعيد، كما أن هناك تكلفة (غير مرئية) للمميزات الاجتماعية والخصوصية والهدوء والصحة والرفاهية والراحة والتي ربما تتوافر أو تنعدم بسبب اختيار الموقع، حتى مقدار استهلاك الطاقة والاستهلاك البيئي تعد عوامل هامة عند اختيار الموقع.

جدول (٣-٥): يوضح الاعتبارات الأساسية لاختيار المواقع السكنية المحمية بالتربة.
Based on: Golany G., 1983, P. 55.

المعيار الرئيسي	اعتبارات فرعية
اعتبارات جيومورفولوجية	• **محددات جيولوجية:** الصدوع والشروخ- حركة القشرة الأرضية- الأنشطة البركانية والزلزالية- التجاويف الرضية الطبيعية والصناعية. • **ملائمة التربة:** مكونات- قدرة تحمل- زاوية الانزلاق- درجة الثبات- درجة الحرارة على أعماق مختلفة- الخصائص الحرارية- الرطوبة ودرجة التشبع- منسوب المياه الجوفية- درجة الملوحة- مقاومة عناصر التعرية. • **خصائص الطبوغرافيا:** الارتفاع والانخفاض- تكوين مفتوح أو مغلق- زاوية الميل واتجاهه- مجال الرؤية.
حالة المناخ	• **درجة الحرارة:** اليومية والموسمية- التردد اليومي والموسمي لدرجة حرارة الهواء(الرطب والجاف)- البخر- دورة الشمس اليومية والسنوية- شدة الاستضاءة- الإشعاع الشمسي- .....الخ). • **حركة الهواء:** سرعة- اتجاه- نوع (نسيم، إعصار، رياح مترية،....)- نقاء الهواء- المرتفعات والمنخفضات الجوية. • **الرطوبة النسبية.** • **أنواع المطر:** مطر- ثلج- ندى- ضباب- برد.
الاعتبارات البيئية	• البيئة النباتية والحيوانية. • مصادر التلوث- الصناعات الإقليمية- المطارات والموانئ والطرق الرئيسية- تلوث التربة- الروائح. • أماكن النفايات والمخلفات- الروائح- مصادرها. • الترسبات الهوائية- الكثبان ومصادر الغبار (محاجر، طرق،....)- الغطاء النباتي.
إمكانية الوصول إلى الموقع والقرب من الموارد الطبيعية	• **القرب من:** البحر أو مجرى مائي- الموارد الطبيعي- الخدمات الرئيسية (طرق، مياه، صرف، تليفون، كهرباء، غاز طبيعي،....). • خامات ومواد البناء.
اعتبارات أخرى	• قانونية- نفسية- طبيعية- ثقافية-.....الخ.

٣-٢ أسس واعتبارات تخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة.

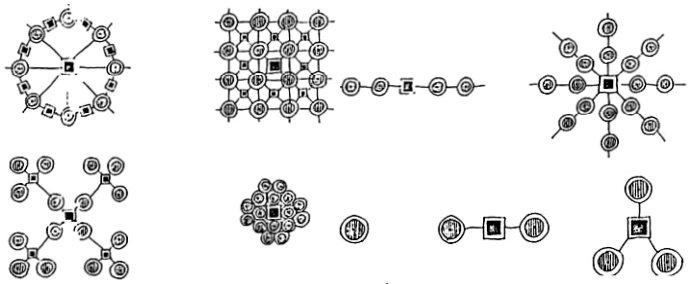
للوصول بالمخطط الحضري إلى أفضل النتائج التخطيطية يجب دراسة كيفية تشكيل الخلايا التخطيطية للتجمعات الحضرية المحمية بالتربة، بالإضافة إلى أنواع الكثافات البنائية بالمواقع، إلى جانب أسس توزيع استعمالات الأراضي وشبكة الطرق بالنسبة للمرور الآلي وأسس تصميم طرق وممرات المشاة بمواقع التجمعات الحضرية للمباني المحمية بالتربة، بالإضافة إلى التوجيه المفضل للمخطط الحضري بالنسبة للشمس أو الرياح واتجاهاتها، كما تمت دراسة تأثير التشجير حول وداخل الموقع على الإشعاع الشمسي وعلى الرياح المؤثرة بالمباني المحمية بالتربة.

٣-٢-١ تشكيل الخلايا التخطيطية.

للوصول بالمخطط الحضري إلى أفضل النتائج التخطيطية يقترح البحث حدوث تكامل بين المباني المحمية بالتربة مع المباني العادية أعلى السطح، حيث يوفر هذا الاستخدام المزدوج للأرض أفضل النتائج التخطيطية والاقتصادية والاجتماعية، خاصة بالمناطق التي تتميز بارتفاع أسعار الأراضي. وذلك من خلال ثلاثة مداخل رئيسية تتمثل في: **أسلوب الخلايا التخطيطية، والتشكيل المتضام، والبناء بالفراغ الأرضي بالمواقع المنحدرة.**

أ- أسلوب الخلايا التخطيطية

Urban Cell Concept: يفضل أن تكـون الخلايـا التخطيطيـة وحدات مستقلة ولكنها مترابطة معاً بشكل ما، إمـا خطيـاً أو دائرياً أو إشعاعياً أو مركزياً أو شـبكياً، (Golany G., 1983, P. 167)، شكل (٣-٢٠). وأياً كان الشكل التخطيطي الذي عليـه الخلايا، لابد من وجود وحدات خدمية ملحقة بكـل خليـة أو مشتركة بين الخلايا بشكل ما وتربطها بالخلية طرق مشاة أو مرور آلي.



شكل (٣-٢٠): يمكن تطبيق أسلوب الخلايا التخطيطية علي المناخ القاسي الذي يتطلب تخطيطاً متضاماً، شبكة المرور الآلي يمكن أن تحيط أو تخترق بين الخلايا لكن لا تقطع الخلية التخطيطية الواحدة، وفي الشكل أنماط مختلفة لتجميع الخلايا التخطيطية.
Golany G., 1983, P. 167

وسواء كان المخطط على موقع مائل أو مسطح، يراعي المصمم البعد البيئي والمناخي الناتج عن هذا التخطيط العمراني. فقد لوحظ أن التجمعات الحضرية فوق الأرض قد تتسبب في وجود مناخ مصغر فوقها يعرف بالقبة الحرارية **Heat Dome** كنتيجة طبيعية للمناطق السكنية وقلة الزراعات والعناصر ذات خواص الامتصاص الحراري الكبير. (Gideon S. Golany, 1983, P.166).

أسلوب الخلايا التخطيطية **Urban Cell Concept** المقترح يعمل على التقليل من ظاهرة القبة الحرارية لأن كل خلية متضامة على حدة تبقى معزولة جزئياً عن الخلية المجاورة لها، كما يساهم البناء المحمي بالتربة على امتصاص معظم الحمل الحراري داخل الفراغ الأرضي.

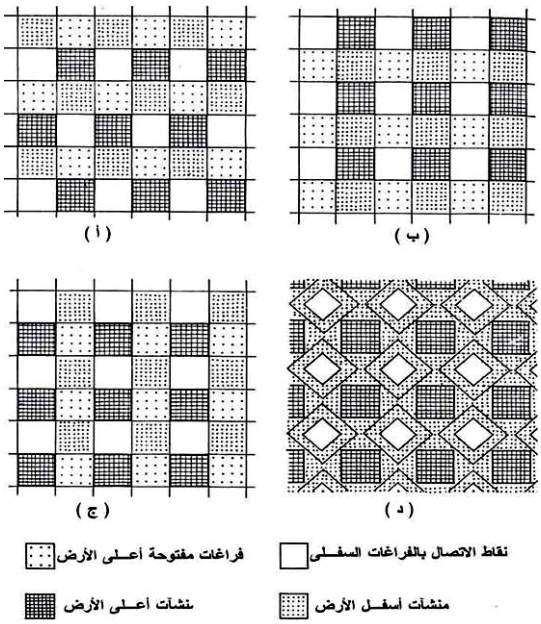
وعلى النقيض، يلاحظ أن التجمعات العمرانية العادية فوق الأرض، خاصةً في المناطق قاسية المناخ، تعاني من مساوئ الرياح الموسمية التي تتوغل بسهولة داخل المناطق المفتوحة للتجمعات العمرانية وتساهم في زيادة فقد واكتساب الحرارة، حسب نوعية الرياح، بينما التجمعات العمرانية المحمية بالتربة لا تساهم في حركة الرياح.

ب- التشكيل المتضام: يفضل بالمناطق التي تتسم بالمناخ القاري استخدام التشكيل المتضام للوحدات التخطيطية للمباني المحمية بالتربة، مما يساهم في تقليل مسافات السير بين الوحدات، كما أن طبيعة التشكيل المتضام تزيد من مساحة الظلال الناتجة بين الكتل البنائية، بالإضافة إلى تقليل تأثير الرياح غير المرغوب فيها سواء الرياح الساخنة بالنهار أو الباردة بالليل.

كما أن التشكيل المتضام يتيح الفرصة لزيادة الرقعة الزراعية، ويساهم من جهة أخرى في تقليل استخدام المرور الآلي، ومن ثم تقليل التلوث الناتج.

وعليه، يمكن القول أن البناء المحمي بالتربة يوفر بالفعل بيئة صحية وأقل إزعاجاً من البناء العادي فوق الأرض، بالإضافة إلى أنه يحقق الخصوصية المطلوبة، مما ينمي الروابط الاجتماعية.

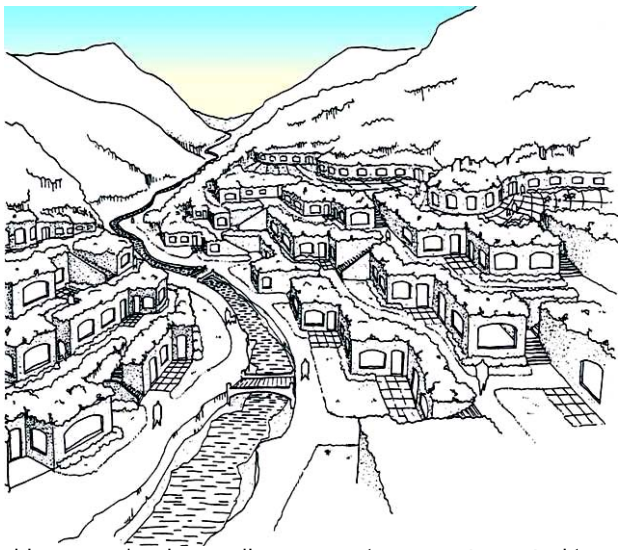
ويفضل عند وضع المخطط العمراني مراعاة قرب الاستعمالات من بعضها لتقليل مسافات السير وتقليل المساحة المستغلة كشوارع وبالتالي تقليل تأثير المناخ القاسي.



شكل (٣-٢٢): التخطيط الشبكي لاستعمالات الأراضي والتكامل بين المباني أعلى وأسفل الأرض. Golany G., 1996, P.20.

يعتبر التكامل بين الاستخدامات أعلى وأسفل الأرض بشكل شبكي ومراعاة طرق المرور الآلي وممرات المشاة، مع الوضع في الاعتبار أن وجود نقاط الاتصال بينهما ضروري للحصول على نظام إنشائي جيد، ولتسهيل الوصول من مكان لآخر، والتدفق الميسر لحركة المشاة، بالإضافة إلى السلامة والشعور بالأمان، شكل (٣-٢٢). مع الوقت يثبت التخطيط الشبكي المتكامل أعلى وأسفل الأرض جدارته لاستخدام المشاة، حيث يساهم في الوصول إلى أفضل توجيه لشبكة الطرق وانعكاس ذلك بشكل مناسب مع الاستعمالات بالفراغ الأرضي.

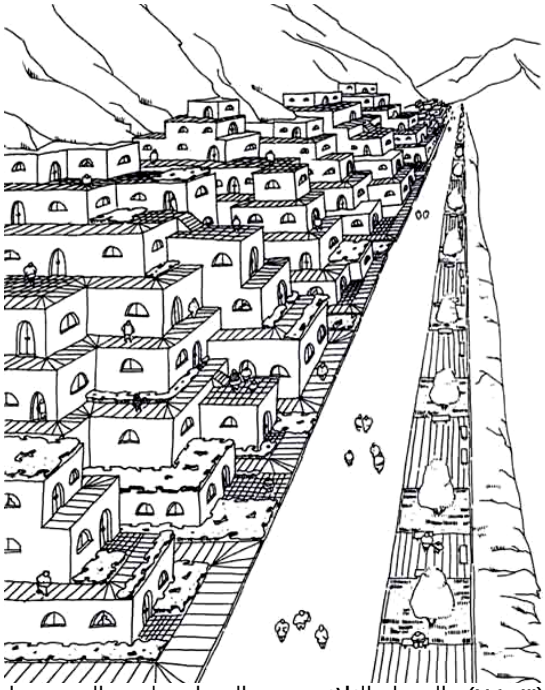
جـ - البناء بالفراغ الأرضي بالمواقع المنحدرة: تعتبر المواقع المائلة من أنسب المواقع التي تتيح إمكانية التوسع المستقبلي عند تشكيل الوحدات وتوزيع الاستعمالات بشكل لا يتعارض مع المخطط الأساسي كما أنها تقلل من كمية الحفر والردم التي تتم في المباني العادية، شكل (٣-٢٣)، بالإضافة إلى تحسين أداء الصرف الصحي، كما تتيح إطلالة مميزة على الوادي، والتخطيط الحضري على المواقع المائلة يتيح آفاقاً جديدة أمام المصممين والمخططين لإيجاد حلول أكثر إيجابية مناخياً وأكثر جاذبية تصميمياً، حيث يمكن دمج البناء أعلى وأسفل الأرض بشكل يتكامل مع طبيعة الموقع الطبوغرافية ولا يشوه صورة الأرض التي كانت عليها قبل البناء، فيقدم بيئة متكاملة بصرياً ومريحة مناخياً.



شكل (٣-٢٣): تجمع سكني محمي بالتربة مقام علي موقع مائل على جانبي ممر مائي. Golany G., 1996, P.151

وعليه، يفضل الدمج بين البناء أعلى وأسفل الأرض للحصول على أفضل النتائج مناخياً بالتجمع العمراني، كما أن النسيج المتضام يقلل من التأثير الغير مرغوب للأتربة والرمال السافية المنتشرة بالمناطق الصحراوية القارية، وبالتالي يعمل على توفير بيئة صحية نظيفة، بالإضافة إلى أفضلية البناء على منحدرات بداخل الفراغ الأرضي للحصول على المميزات البيئية المتميزة لهذا النظام.

وبالرجوع إلى Gideon Golany في كتابه Geo-Space, 1996, P. 18، حيث اقترح أسلوب للتنمية العمرانية ذو ثلاث أبعاد وأطلق عليه "**الأسلوب الثلاثي لتخطيط موقع يحتوي مباني محمية بالتربة**" **(The Trinity City Concept for Urban Design &Construction)**. أما العناصر الثلاثة المرتبطة بهذا المدخل فهي: البناء على منحدرات مائلة، والتشكيل التخطيطي المتضام، واستعمال الفراغ الأرضي لحماية المباني بالتربة.



شكل (٣-٢٤): المدخل الثلاثي يضم البناء على المنحدرات والتشكيل المتضام للمباني، بالإضافة إلى البناء في الفراغ الأرضي، مما يتيح أفضل استفادة من الموقع والاستجابة لضغوط النمو العمراني. Golany G., 1996, P.148.

يتضمن هذا المدخل التكامل بين العناصر الثلاثة: من البناء المحمي، وأسلوب التخطيط المتضام، بالإضافة إلى اختيار الموقع المائل. هذا التكامل يتم توجيهه للارتقاء بمستوى معيشة المجتمع والوفاء بالاحتياجات الإنسانية الحديثة والتصميم الجيد. شكل (٣-٢٤).

وقد أثبت التاريخ أن معظم التجمعات المحمية بالتربة كان بها العناصر الثلاثة السابقة في أسلوب التصميم الخاص بها من: اختيار الموقع المائل والبناء المحفور والأسلوب المتضام بالتخطيط.

يشكل الفارق أنه في الماضي كان يقتصر تطبيق عناصر المدخل الثلاثي بأسلوب فردي أكثر منه بشكل متكامل، حيث أن اندماج عنصرين معاً يحسن بشكل ملحوظ من مستوى المعيشة ويقلل من العيوب المعروفة عن البناء المحمي، فيمكن طرح أسلوب البناء المحمي بهذا المنظور الثلاثي للدراسة والتحليل كوحدة متكاملة لتخطيط المواقع التي تحتوي مباني محمية بالتربة.

يمكن للمخطط المعماري استعمال عناصر المدخل الثلاثي متكاملة أو استعمال كل منها على حده ولكن بشكل متكامل في الموقع الواحد، أو الدمج بين أي عنصرين منهما، أو استخدامه بشكله المتكامل والدمج بين العناصر الثلاثة، وهو ما يقترحه البحث ليستجيب المخطط الحضري لضغوط التوسعات الحالية والمستقبلية للنمو العمراني.

٣-٢-٢ الكثافات البنائية.

تتطلب المواقع ذات المباني المحمية بالتربة أبعاداً تخطيطية وتصميمية مختلفة عن تلك المستخدمة في التخطيط للمباني العادية فوق الأرض، من حيث أبعاد الوحدات السكنية وأشكالها وأحجامها أو الفراغات المحيطة بها اللازمة لدخول الضوء والتهوية الطبيعية، وهذا الاختلاف يمكن أن يتسبب في إعاقة التنمية العمرانية ما لم يؤخذ في الاعتبار موافقة الجهات الحكومية المختصة حسب المتطلبات التخطيطية والخطط العمرانية بالمنطقة.

وأسلوب البناء المحمى بالتربة يقدم توجهاً جديداً يمدنا بالكثير من المميزات ويفتح أمام المصمم والمخطط آفاقاً أوسع للتغير الإيجابي للملائمة المناخية مع ابتكار نواحي جمالية مميزة.

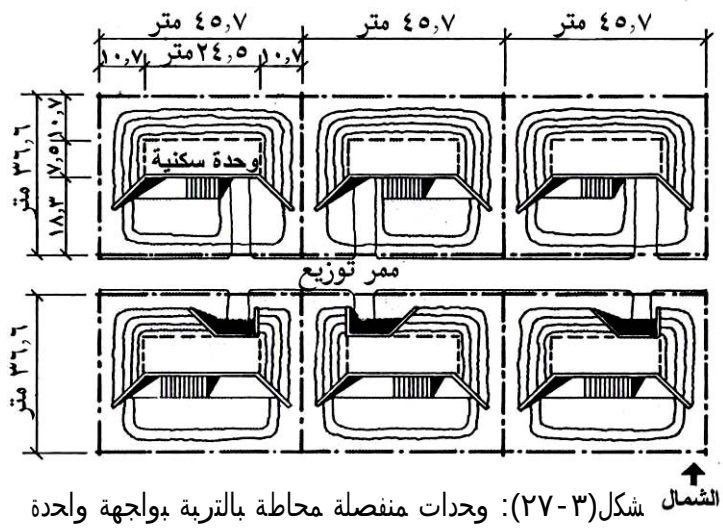
وبطبيعة الحال فإن تصميم البناء المحمي بالتربة يعتبر أكثر تعقيداً من المباني العادية، حيث يجب أن يوفي بالاحتياجات المنطقية للتجمع السكني من طرق وخدمات ومراعاة النواحي الجمالية مع استيعاب الكثافات السكنية العالية في إطار تخطيطي متميز.

ومن جهة أخرى تتطلب تلك المباني المحمية مسطحات أكبر محيطة بها والتي يشغلها حيز الدفن الأرضي حول المبنى. كما أن تصميم شبكات الصرف الصحي يختلف بشكل كبير عن المباني العادية. ولذلك فالكثافات السكنية للمباني المحمية بالتربة لا تتشابه مع المباني العادية، كما أنها تختلف أيضاً في المباني المحمية بالتربة من موقع لآخر وتتغير بشكل واضح حسب ميل الموقع أو توجيه المبنى.

وفى الجزء التالي تتم مناقشة أنواع البناء المحمي بالتربة ذو واجهة واحدة أو المحتوي على فناء داخلي من حيث العوامل المؤثرة على الكثافات بالموقع. (Sterling et. al., 1981).

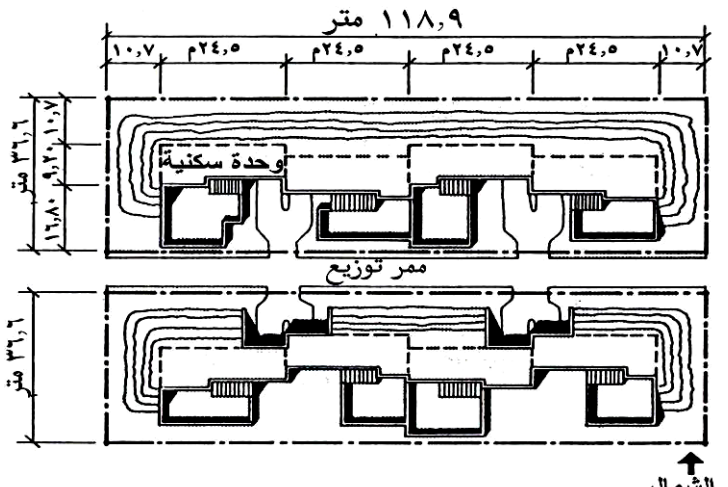
١-٢-٢-٣ الكثافات البنائية لموقع به مباني محمية بالتربة ذو واجهة واحدة.

يمكن ببساطة تكرار وحدات منفردة محمية بالتربة بجوار بعضها في سلسلة متصلة من الأراضي كما يظهر بالشكل (٣-٢٧)، وفي هذه الحالة تكون أبعاد الوحدات ٧,٥ × ٢٤,٥م والشبابيك الرئيسية للمسكن مواجهة للشمال، والوحدة تتضمن مكاناً لركن السيارة ويكون مدخل الجراج من الشمال أو الجنوب حسب علاقة الوحدة السكنية بالشارع وتكون الوحدة طولية في الاتجاه (الشرقي– الغربي).



شكل(٣-٢٧): وحدات منفصلة محاطة بالتربة بواجهة واحدة على موقع مسطح. Carmody J.& Sterling R., 1985, P.55.

لكن عيوب هذا المخطط أن الدفن الأرضي حول كل مبنى يتطلب مسطح كبير، إلى جانب عدم وجود ملامح تخطيطية محددة لهذا النمط (مجرد سلسلة متجاورة من المباني المنفصلة).

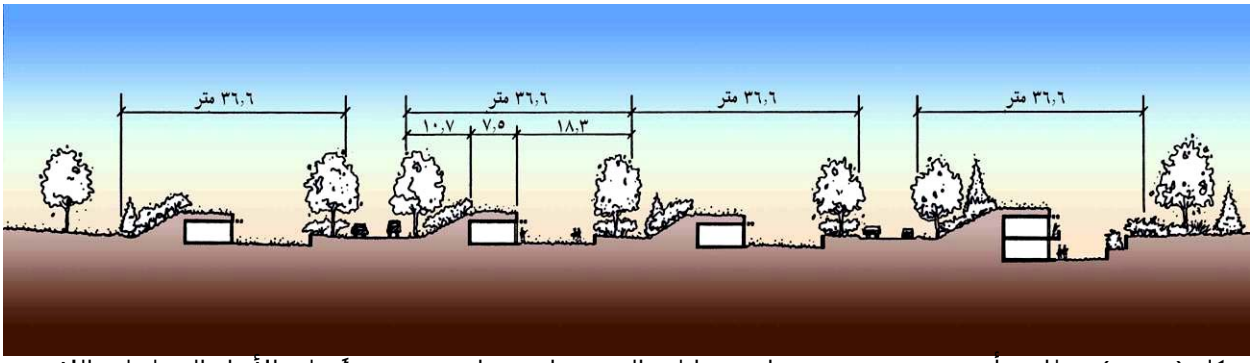


شكل (٣-٢٨): وحدات متلاصقة محاطة بالتربة بواجهة واحدة على موقع مسطح، مما يسمح بزيادة استغلال مسطح الأرض. Carmody J.& Sterling R., 1985, P.55.

ويمكن استغلال الأرض بكفاءة أكثر إذا تلاصقت المباني بحوائط مشتركة، وببساطة التصميم الموحد وتجميع المداخل لكل وحدتين متجاورتين يمكن تكوين تجمع صغير من أربع وحدات متلاصقة كما بالشكل (٣-٢٨)، فيمكن عندئذ تبسيط المخطط وتسهيل مد شبكات الصرف الصحي.

وعلى الرغم من ذلك، لا يوفي هذا المخطط باحتياجات الكثافات العمرانية التي توفرها المباني العادية ذات الطابقين أو الثلاثة.

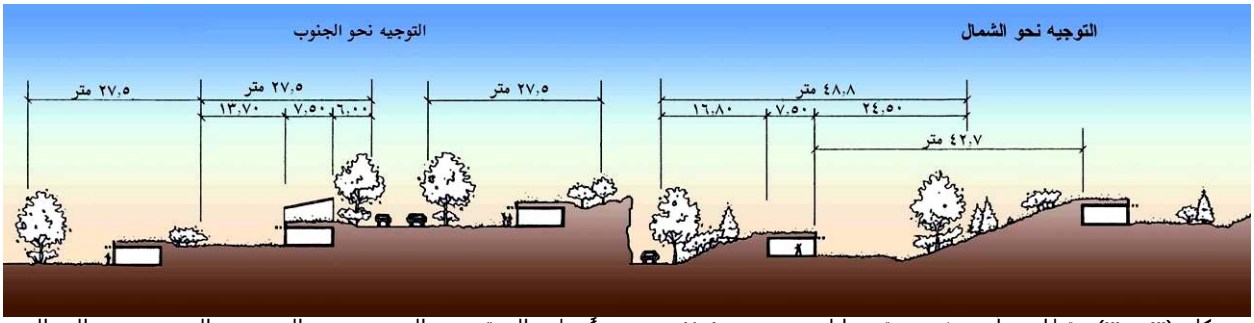
ومن الخصائص المميزة لأسلوب البناء المحمي بالتربة ذو الواجهة الواحدة أن الكثافات البنائية تتغير بتغير ميل الموقع، فقد تصل كثافات الوحدات المنفصلة بالمواقع المسطحة إلى (٢,٤وحدة/ فدان) بينما أقصى كثافة بنائية للوحدات المتصلة ذات الواجهة الواحدة تصل (٣,٧ وحدة/ فدان). شكل (٣-٢٩)..(Carmody & Sterling, 1985, P.55) .



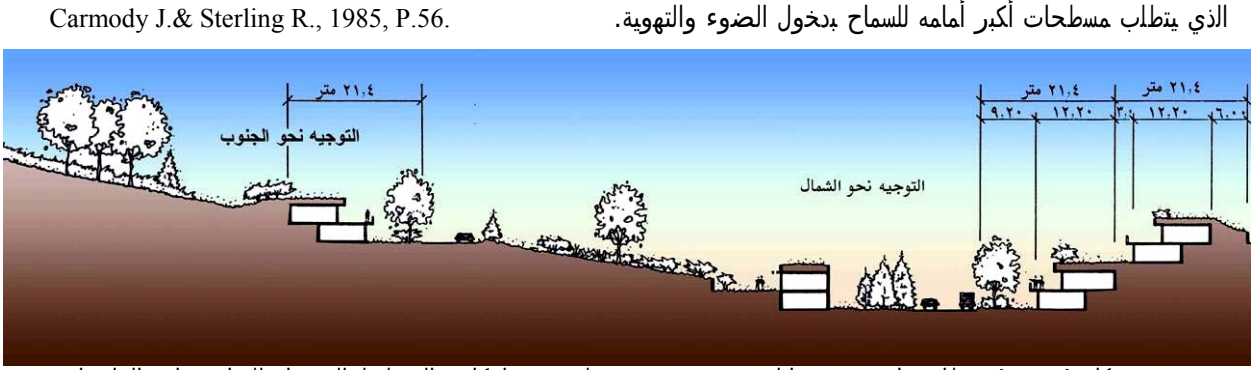
شكل (٣-٢٩): قطاع رأسي في موقع يضم مباني محاطة بالتربة بواجهة واحدة، موضحاً عليه الأبعاد التخطيطية اللازمة.
Carmody J.& Sterling R., 1985, P.56.

مع الوضع في الاعتبار أن تلك الكثافات ناتجة عن استخدام نفس الأبعاد التصميمية للوحدات السابقة مع عدم حساب أي مسطحات في الشوارع أو الأماكن العامة، وبالطبع ترجع قلة الكثافة البنائية إلى مسطحات الدفن الأرضي الكبيرة حول المباني، بالإضافة إلى الفراغات الواجب تركها بين الوحدات للسماح بدخول الضوء والتهوية الطبيعية لكل وحدة سكنية.

وبالبناء على مسطح مائل بدرجة (١٠٪) يمكن زيادة الكثافات البنائية نوعاً مع ملاحظة توجيه التجمع العمراني، فالتوجيه نحو الجنوب يعطى كثافات أكبر من التوجيه نحو الشمال، حيث يمكن دمج الوحدات السكنية بشكل أكبر بدون التأثير على كمية الإشعاع الشمسي المطلوبة لكل وحدة، فتصل الكثافة البنائية إلى (٥٠٪) أكثر من المواقع المسطحة. أما بالتوجيه نحو الشمال فيفضل ترك مسافات أكبر بين الوحدات للسماح بالتهوية والإضاءة الطبيعية، فتصل فيها الكثافات البنائية أكثر من المواقع المسطحة بحوالي (٣٠: ٤٠٪). (Carmody & Sterling, 1985, P.57)، شكل (٣-٣٠).



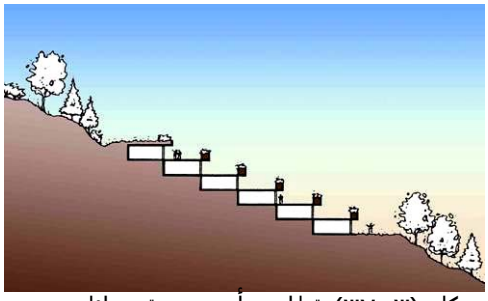
شكل (٣-٣٠): قطاع رأسي في موقع مائل بدرجة ١٠ ٪، موضحاً عليه الفرق بين التوجيه نحو الجنوب والتوجيه نحو الشمال الذي يتطلب مسطحات أكبر أمامه للسماح بدخول الضوء والتهوية. Carmody J.& Sterling R., 1985, P.56.



شكل (٣-٣١): قطاع مار بموقع مائل بدرجة ٢٠٪، ويظهر فيه إمكانية التخطيط المتضام للمباني ذات الواجهات الجنوبية والارتفاع لأكثر من دور بفضل الميل. Carmody J.& Sterling R., 1985, P.56.

يمكن الحصول على كثافات بنائية أكبر بالبناء على موقع مائل بدرجة (٢٠ ٪)، فتصل أقصى كثافة للوحدات المتلاصقة إلى (٩,٥ وحدة لكل فدان)، أما الوحدات المنفصلة فتبلغ كثافتها البنائية حوالي (٦,٩ وحدة لكل فدان) (Carmody & Sterling, 1985, 57)، وفى المواقع ذات الميل (٢٠٪) يفضل بناء وحدات سكنية بارتفاع طابقين لتلائم الطبوغرافية مع الاستفادة من مسطح الأرض، وهو يعتبر الأفضل عند إنشاء تجمعات حضرية على نطاق واسع. شكل (٣-٣١).

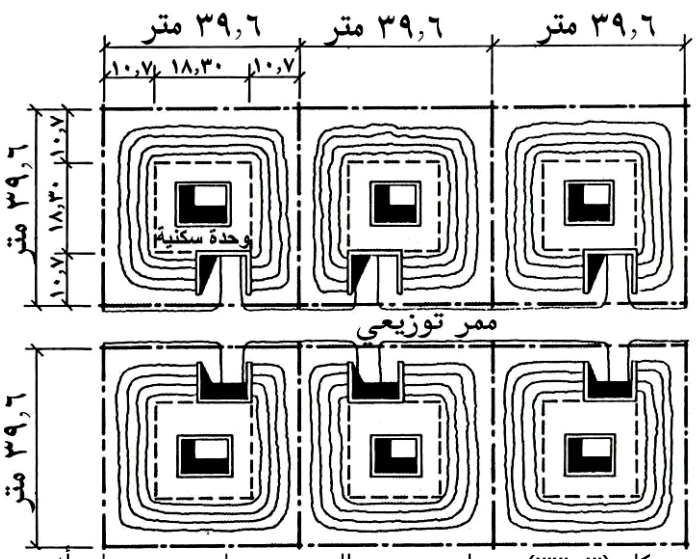
يمكن البناء على منحدرات بميل قد يصل إلى (٥٠٪)، ويفضل فصل الجراجات عن الوحدات السكنية، ويمكن إقامة صفوف متلاصقة من الوحدات مكونة كثافات بنائية عالية قد تصل إلى حوالي (٣٠وحدة /فدان)، مع مراعاة حالة التربة وإمكانية الوصول خاصة للوحدات المقامة بمنتصف المنحدر، فيمكن استخدام المصاعد أو السلالم المتحركة، ومراعاة عدم إمكانية الصعود أو الهبوط لأكثر من ثلاثة أدوار من مستوى الشارع على الأقدام، شكل (٣-٣٢).



شكل (٣-٣٢):قطاع رأسي بموقع مائل بدرجة ٥٠٪ به وحدات محاطة بالتربة بواجهة واحدة.
Carmody J.& Sterling R., 1985, P.57.

٣-٢-٢-٢ الكثافات البنائية لموقع به مباني محمية بالتربة ذات فناء داخلي

يمكن إنشاء المباني المحمية بالتربة ذات الفناء الداخلي في سلسلة متصلة بتصميم موحد ويحيط بكل وحدة الدفن الأرضي الخاص بها. وفى الشكل (٣-٣٣) المساحة المطلوبة لستة وحدات منفصلة ومحتوية على جراج خاص بها داخل الوحدة السكنية بالإضافة إلى مسطح الفناء الداخلي، ولا توجد واجهة واضحة للمبنى باستثناء المدخل الرئيسي ومدخل الجراج، تلك الوضعية بالطبع تحتاج إلى مسطحات كبيرة من الأراضي ولا تساعد على وجود كثافات بنائية كبيرة.



شكل (٣-٣٣):وحدات محمية بالتربة منفصلة تحتوي على أفنية داخلية بموقع مسطح. Carmody J.& Sterling R., 1985, P.58.

ويمكن الحصول على مخطط أفضل من حيث كثافة البناء والنواحي الجمالية التصميمية والتخطيطية بعمل تجمعات صغيرة بشكل منسق من المباني المحمية بالتربة ذات الفناء الداخلي المتلاصقة الحوائط الجانبية، مع مراعاة تجميع مداخل الوحدات على فراغ عمراني، ويفضل فصل جراجات العربات بمكان موحد خارج التجمع السكنى بمسافات سير صغيرة، شكل (٣-٣٤).

يتيح هذا التجمع رفع الكثافة البنائية مع المحافظة على النواحي الجمالية تصميمياً وتخطيطياً.

وعموماً فإن أسلوب البناء المحمى بالتربة ذو الفناء الداخلي يمكن إنشاؤه على المواقع المسطحة أو ذات الميل البسيط، وهو يفضل في المجتمعات التي تتطلب خصوصية في المباني السكنية أو وجود مسطحات خاصة مفتوحة أو للعزل من الضوضاء أو المشاهد والمؤثرات الخارجية، ويكون فيها التوجيه نحو الشمس ليس مهماً بالدرجة القصوى.

لكن لا يمكن بناء المساكن المحمية بالتربة المحتوية على فناء داخلي في مواقع بميل أكثر من (٢٠٪) أو المواقع المنحدرة، فهي تقتصر على المباني ذات الواجهة الواحدة فقط.

مما سبق يمكن استنتاج الكثافات البنائية لتجمعات المباني المحمية بالتربة على النحو التالي:

- **بالنسبة للكثافات البنائية بالمواقع المسطحة** والتي يمكن أن تبلغ حوالي (٤: ٥ وحدات/ فدان) لا تعتبر قليلة بالنسبة لوضعها، حيث أنه لا يمكن زيادة الكثافة البنائية بها أكثر من ذلك إلا على حساب كمية الضوء والتهوية الطبيعية الخاصة بكل وحدة.
- **أما الكثافات البنائية على المنحدرات الشديدة** فتعتبر كبيرة نوعاً ما، فهي قد تصل في بعض الأحيان (١٠: ٣٠ وحدة / فدان)، بالمقارنة بالمباني العادية التي لا يمكن بناؤها فوق الأرض على تلك المنحدرات الشديدة بوضعها القائم إلا بعد تمهيدها.

ويوضح الجدول (٣-٦) الكثافات المختلفة للتجمعات السكنية المحمية بالتربة ذات الواجهة الواحدة في ظروف مختلفة حسب ميل الموقع وطريقة التخطيط. ويلاحظ أن الكثافات البنائية قليلة نوعاً في المواقع المسطحة أو ذات الميل الخفيف وتزداد تدريجياً بزيادة الميل حتى٢٠٪ ثم٥٠٪.

جدول (٣-٦): بعض الكثافات المختلفة لمباني محمية بالتربة تبعاً للتوجيه وطبوغرافية الموقع.
Based on: Earth Sheltered Community Design (Sterling et. Al., 1981).

طبـوغرافية الموقع	الكثافة (وحدة/ فدان)		
	وحدات منفصلة تحتوي على جراج	وحدات متصلة (تجمع مكون من ٤ وحدات) محتوية على جراج	وحدات متصلة على جانب تل بدون جراجات
ميل بدرجة ١٠٪ التوجيه نحو الشمال	١,٥	٢,٦	-----
موقع مسطح	٢,٤	٣,٧	-----
ميل بدرجة ١٠٪ التوجيه نحو الجنوب	٣,٧	٥,٢	١٠
ميل بدرجة ٢٠٪ التوجيه نحو الجنوب	٦,٩	٩,٥	١٥
ميل بدرجة ٣٠٪ التوجيه نحو الجنوب	-----	-----	٢٠
ميل بدرجة٥٠٪ التوجيه نحو الجنوب	-----	-----	٣٠

وعند مقارنة الكثافات بين المباني المحمية بالتربة والمباني العادية، يجب عدم إغفال نقاط هامة:
(Carmody & Sterling, 1985, P.58)

١- إن الغطاء الأرضي للمبنى المدفون يمثل فراغ خارجي يمكن استخدامه كمناطق مزروعة أو زيادة مسطح الأرض الفضاء حول المبنى أو استغلاله في أي استعمال آخر غير البناء عليه.

٢- جميع الكثافات البنائية المذكورة سابقاً مقامة على فرضية وأبعاد محددة عند خط عرض ٤٠° شمالاً والتوجيه نحو الجنوب، لكن كل موقع وتوجيه وتصميم خاص بالمباني يؤدى إلى كثافات بنائية مختلفة نوعاً ما وهذه الدراسة تعتبر مؤشرات عن تفاوت الاختلاف بين الكثافات تبعاً للعوامل المختلفة.

٣-٢-٣ استعمالات الأراضي وشبكة الطرق.

يعد التوزيع الأمثل لاستعمالات الأراضي من أهم العوامل التي يجب مراعاتها عند تخطيط أي تجمع عمراني جديد، خاصةً مع البناء المحمي بالتربة، فهناك اعتبارات أساسية يتم مراعاتها عند إنشاء تجمعات عمرانية بالمناطق ذات المناخ القاري. (Gideon S. Golany, 1983, P.170).

١- دمج جميع الاستعمالات ذات الطبيعة الواحدة في مكان واحد.
٢- الترابط الجيد بين الخدمات المختلفة داخل الخلايا التخطيطية.
٣- توفير المسطحات المناسبة لكل من الاستخدام السكني، الخدمي، الترفيهي.. الخ، بالإضافة إلى وضع تصور لحيز الامتداد المستقبلي.
٤- الفصل بين شبكة المرور الآلي والاستعمالات الأخرى، مع تكامل شبكة طرق المشاة.
٥- التكامل بين الخبرات السابقة التي تنادى بترابط وتداخل الاستخدامات المختلفة من جهة، وبين المدخل التخطيطي الحديث من مراعاة الفصل التام بين الأنشطة المختلفة.

ويتم في هذا الجزء مناقشة التداخل بين التنسيق والفصل التام لاستعمالات الأراضي، إلى جانب دراسة أسس واعتبارات تصميم شبكة الطرق بالمواقع ذات المباني المحمية بالتربة.

١-٣-٢-٣ التنسيق بين التداخل والفصل التام في استعمالات الأراضي.

هناك شكلان رئيسان لتوزيع استعمالات الأراضي للتجمعات العمرانية ذات النسيج المتضام، وكلاهما قائم على أساس تكامل الاستخدامات مع الفصل بينهما (Gideon S. Golany, 1983, P.170).

- **الأول:** وهو النموذج التاريخي التقليدي القائم على علاقات إنسانية واجتماعية، حيث تتداخل جميع الاستعمالات التجارية والخدمية والترفيهية... الخ. خلال محاور الحركة اليومية بين أماكن السكن والعمل، كما أن الخلايا التخطيطية نتجت عن اتحاد عدة وحدات صغيرة متجاورة بفعل العلاقات الاجتماعية، ومن ثم تكونت شبكة الشوارع بناءاً على المقياس الإنساني مروراً بأنماط متنوعة من استعمالات الأراضي، وتباعاً تكونت علاقات اجتماعية وطيدة بين الوحدات التخطيطية المتجاورة.
- **الثاني:** هو النموذج المتبع حالياً في معظم بلاد العالم، حيث تكون للمدينة وظيفة أساسية يتشكل تبعاً لها محاور الحركة الداخلية والخارجية وتؤثر بالتالي على توزيع استعمالات الأراضي ونوعياتها، وتتركز الخدمات الرئيسية في مركز المدينة ثم يليه السكني ويوجد العنصر الترفيهي غالباً في أطراف المدن.

ويفضل التكامل بين النموذجين الأول والثاني عند تخطيط تجمع عمراني محمياً بالتربة، بالإضافة إلى الدمج بين نوعي الإنشاء التقليدي أعلى سطح الأرض والإنشاء المحمي بالتربة سواء أعلى أو أسفل سطح الأرض، للمساهمة في إيجاد تجمع عمراني جيد من الناحيتين التخطيطية والاجتماعية، الجدول (٣-٧) يعطي مقترحاً لتوزيع استعمالات الأراضي لتجمع عمراني متضام محمي بالتربة ومقارنته بمدينة حديثة فوق الأرض.

جدول (٣-٧): تصور لتوزيع الاستعمالات لمدينة ذات تشكيل متضام جزء منها تحت الأرض والجزء الأخر فوق الأرض مقارنة بمدينة حديثة. (Based on: Golany G., 1983, P.171).

الاستخدام	المدن المدمجة المحمية بالتربة			مدينة حديثة (بريطانيا)
	فوق الأرض	تحت الأرض	الإجمالي	
سكني	٪ ٣٠	٪٣٠	٪٦٠	٪٤٣
صناعي	٪٢	٪١٠	٪١٢	٪١٢
فراغات مفتوحة	٪١٤	٪٠	٪١٤	٪٢٢
أنشطة ثقافية وصحية	٪٢	٪٢	٪٤	٪٤
تجاري	٪٠	٪٢	٪٢	٪٢
طرق	٪٤	٪٤	٪٨	٪١٧
الإجمالي	٪٥٢	٪٤٨	٪١٠٠	٪١٠٠

٢-٣-٢-٣ أسس واعتبارات تصميم شبكة الطرق بالموقع ذات المباني المحمية بالتربة.

نظراً لما تشكله محاور الحركة وشبكة الطرق من أهميـة كبيرة في تخطيـط المدن والتجمعات العمرانيـة، فيجب أن نوليـها اهتماماً خاصـاً عند تخطيـط المدن، وذلك لتداخل عدة عوامل تخطيطية مؤثرة فيها، ومن ثم يفضل مراعـاة عدداً من المتطلبات التخطيطيـة عند تصميم هذه الشبكات (Gideon S. Golany, 1983, P.171):

١- تخلل شبكة المواصلات إلى جميع الأماكن وانتهائها بنهايات مغلقة بالأماكن التي لا تتطلب حركة عابرة، لتوفير الخصوصية للمناطق السكنية ومنع الحركة المكثفة للمرور الآلي.

٢- يفضل أن تمر شبكة المرور الآلي خارج المجاورة السكنية ولا تقطعها، بالإضافة إلى الفصل التام بين ممرات المشاة وشبكة المرور الآلي، فبانتهاء شبكة المرور الآلي نهايات مغلقة تبدأ ممرات المشاة ويمكن الربط بينهما عن طريق عناصر الاتصال الرأسية للوصول إلى العناصر السكنية أو التجارية.

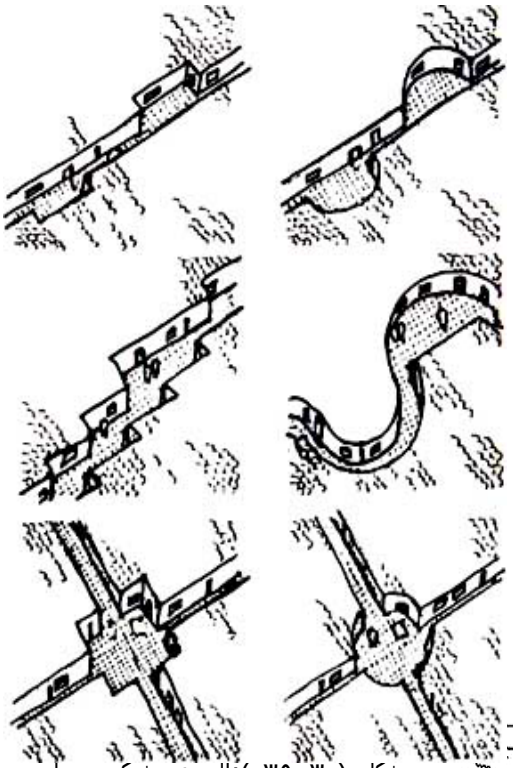
٣- تخطيط شبكة المرور الآلي فوق الأرض، مع مراعاة تواجدها بجانب ممرات المشاة، ولا تكون ملاصقة للاستخدامات السكنية أو قاطعة لها، لمنع الاهتزازات التي تسبب إزعاجاً إلى جانب تأثيرها الضار على الهيكل الإنشائي للمباني.

٤- يفضل أن يكون منسوب الطرق والممرات أقل من المباني لمنع تراكم الأتربة والأمطار.

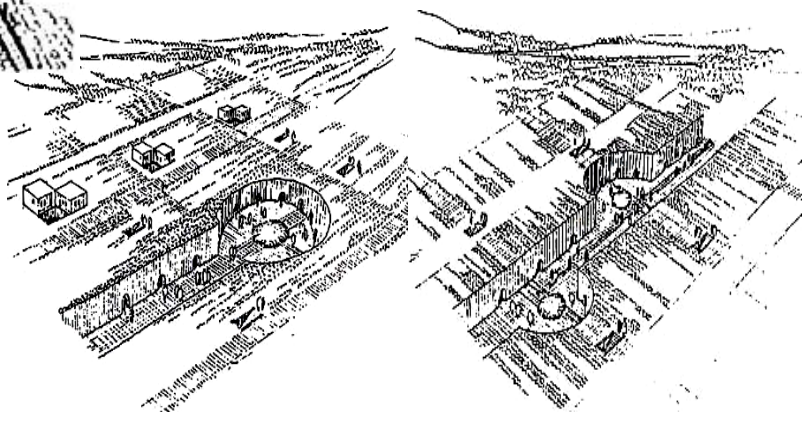
٥- **تخطيط شبكة المشاة**: يراعى عدة محاور تتيح الفرصة للعيش بأسلوب حضاري دون الإحساس بغرابة المدن وبدائيتها، وهي مراعاة الجوانب الآتية:

أ- **<u>التنوع:</u>** إن مراعاة التنوع في الأشكال التصميمية لممرات المشاة، يعطيها بعداً جمالياً فتعتبر عامل جذب للمستخدمين وتساهم بإمكانية تعدد الوظائف المؤدية لها تلك الممرات، شكل (٣-٣٥).

فيمكن أن تكون ممرات منحنية أو منكسرة أو بها فراغات تجمع بشكل تبادلي، كما أن النهايات المغلقة يمكن تصميمها بشكل مبتكر واستغلال التقاطعات في عمل ميادين تجمع، شكل (٣-٣٦).

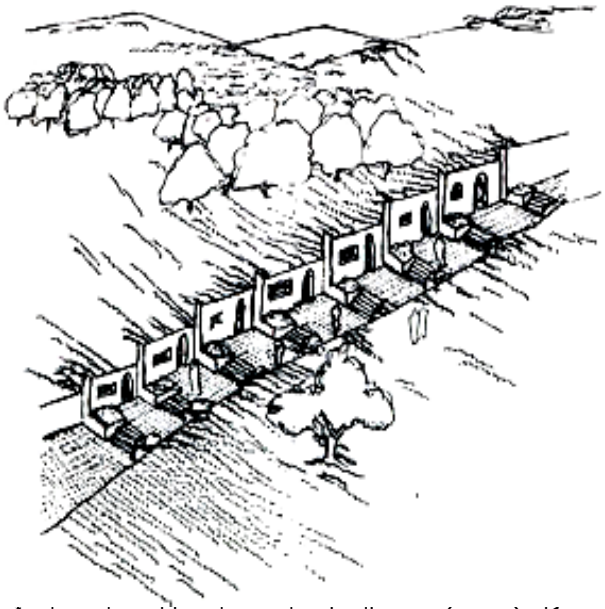


شكل (٣-٣٥):التنوع بشبكة ممرات المشاة التحت أرضية وإنشاء مناطق تجمع مفتوحة, يقوي الروابط الاجتماعية, ويعمل على إيجاد راحة بصرية للمشاة كما يتيح الخصوصية في بعض الأماكن.
Golany G., 1983, P.173



شكل (٣-٣٦): تصميم ميادين التجمع في ممرات المشاة التحت أرضيه بشكل مبتكر. Golany G., 1983, P.174

إن إيجاد بيئة مريحة بصرياً يعتبر من أهم الأهداف التي يجب أن تحققها ممرات المشاة، فعبر الممر الواحد أو خلال الانتقال من ممر لآخر يفضل استخدام عناصر التصميم الحضري من تشجير أو تغيير في المناسيب أو في اتجاه السير أو تغيير في كمية الظلال أو في النوعيات المستخدمة في تشطيب الأرضية أو أحواض الزهور، كذلك يفضل وضع مقاعد للراحة موزعة بشكل جمالي بالإضافة إلى مناطق ترفيهية عند الالتقاءات أو في الميادين، كما أن المنظر الذي يطل عليه ممر المشاة يمكن أن يصبح أكثر جاذبية إذا كان الممر نفسه قائماً على مسطح مائل، شكل (٣-٣٧).

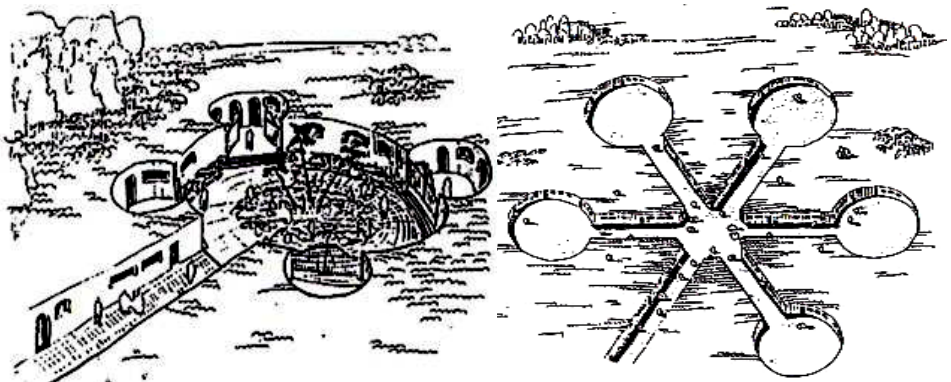


شكل (٣-٣٧): ممر المشاة على مسطح مائل يعطي مظهراً جذاباً للتجمع السكني ويعتبر مطلاً على البيئة المحيطة.
Golany G., 1983, P. 178.

ب- **<u>البعد الاجتماعي:</u>** حيث أن البعد الاجتماعي لممرات المشاة يعتبر عنصراً إيجابياً يجب أخذه في الاعتبار؛ فيجب ألا تعتبر ممرات المشاة خطوط ربط بين نقطتين فقط، لكن يجب النظر للبعد الاجتماعي لها، فهي تعتبر كفراغات للالتقاء والتفاعل الاجتماعي أو ترفيهية وعلى المقياس المصغر للوحدات السكنية المجمعة تستغل ممرات المشاة كمنطقة للملاعب خاصة مع الأعمار الصغيرة، ويفضل أن تزود ممرات المشاة بأماكن للراحة.

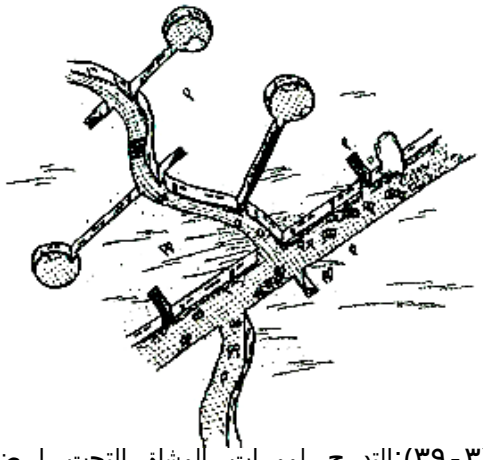
... يراعى الاهتمام بنقاط نهايات الشوارع المغلقة تصميمياً، حيث أنها تعتبر فراغات اجتماعية على مستوى المجاورة السكنية المحيطة بها، فيمكن أن تصمم النهايات المغلقة بطريقة مركبة تزيد من التفاعل الاجتماعي مع الحفاظ على الخصوصية، شكل (٣-٣٨).

ج- **<u>التدرج:</u>** وهو يسرى على طرق المرور الآلي وممرات المشاة، حيث أنه يتيح تجنب المرور الآلي بمنطقة سكنية لا علاقة لها به، فيفضل أن تتدرج شبكة الشوارع على مستوى المدينة ككل مروراً بالمجاورة السكنية والمجموعة السكنية وحتى الوحدة السكنية، شكل (٣-٣٩).



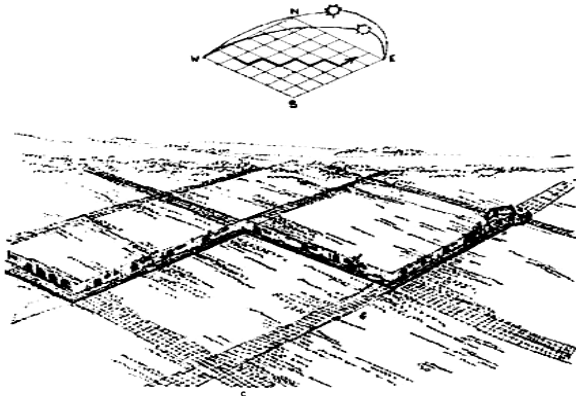
شكل (٣-٣٨):التصميم المتميز للنهايات المغلقة لممرات المشاة التحت ارضيه يساهم في إيجاد تنوع وإيجاد بيئات تدعم الخصوصية. Golany G., 1983, P.175

د- **الحماية:** ونعني بها الحماية من التقلبات الجوية، سواء أشعة الشمس الشديدة أو الرياح القوية الساخنة أو الباردة أو المتربة وذلك يمكن الحصول عليه بتوفير مساحات مظللة سواء بالتشجير أو بتغطيتها، شكل (٣-٤٠). كما أن المناخ الحار الجاف يتطلب تلك الحماية والحصول على أكبر مساحة ظلال ممكنة، لذلك يجب مراعاة التوجيه الأمثل لشبكة ممرات المشاة تبعاً لحركة الشمس، شكل (٣-٤١).

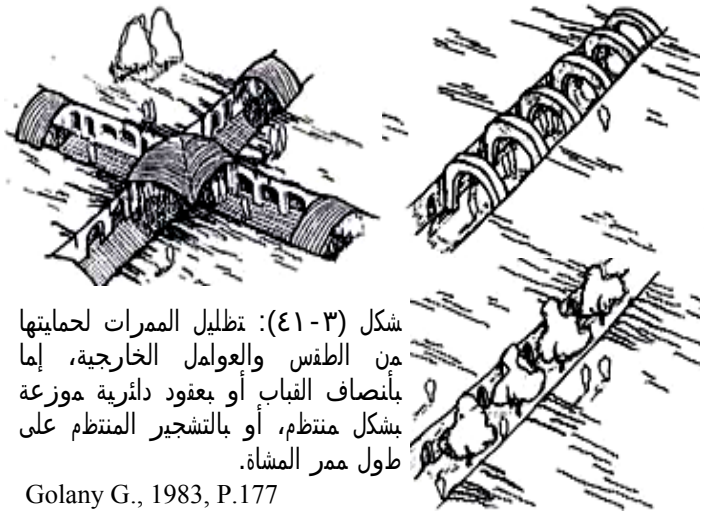


شكل(٣-٣٩):التدرج لممرات المشاة التحت ارضيه يمكن استخدامه بشكل فعال في المناخ القاسي, حيث يعمل على إيجاد مناخ مصغر للتجمع السكني, كما يساهم في تجنب مرور السيارات وسط التجمع السكني.
Golany G., 1983, P.176

ه- **الملائمة الوظيفية:** يجب أن تؤدى ممرات المشاة الوظيفية المحددة لها، حيث يفضل أن تكون أقصر مسافة ممكنة بين النقطتين التي تصل بينهما، كما يجب أن يكون بها اتصال بمناطق ركن السيارات عند نهايات الطرق المغلقة، إلى جانب الاتصال بمناطق التجمع والترفيه الخاصة بالتجمع السكني الذي تخدمه تلك الممرات، كما يجب أن تكون آمنة ومضاءة ليلاً.



شكل (٣-٤٠): اختيار التوجيه الأمثل لشبكة ممرات المشاة التحت أرضية يساهم في توفير الظلال المرغوبة في المناطق الحارة أو أقصى اكتساب شمسي ممكن للمناطق الباردة، ودراسة المسار الشمسي للمنطقة تساعد على اختيار التوجيه السليم. Golany G., 1983, P.178



شكل (٣-٤١): تظليل الممرات لحمايتها من الطقس والعوامل الخارجية، إما بأنصاف القباب أو بعقود دائرية موزعة بشكل منتظم، أو بالتشجير المنتظم على طول ممر المشاة.
Golany G., 1983, P.177

❋ **هناك اعتبارات خاصة تراعى عند تخطيط شبكة ممرات المشاة المتواجدة تحت الأرض:**

١- حمايتها من الأمطار وإنشاء نظام خاص للصرف، في حالة السيول بالمناطق قاسية المناخ.

٢- حمايتها من تراكم الأتربة أو الرمال السافية المحملة مع الرياح، وذلك يمكن الوصول إليه بعمل حواف منحنية للطرق أو أسوار عند منسوب الصفر لحجب الأتربة وحماية الممرات من الردم بالأتربة والرمال تحت تأثير الرياح الشديدة، كما أن مصدات الرياح على مستوى المدينة عموماً يمكن أن تؤدى نفس الغرض وتساهم في التقليل من تلك الظاهرة.

٣- إذا كانت شبكة المشاة بالكامل تحت الأرض، فيجب أن يكون لها نظام واضح وطابع مميز ومعالم خاصة بارزة، تنشئ التنوع والإثارة وتقوي التوجيه وذلك في نظام متكامل من الطرق والميادين ومناطق التجمع والعلامات المميزة، مع مراعاة التدرج في العروض والأهمية، ويمكن توفير هذه الاحتياجات في مجمعات للمشاة تحت الأرض، شكل (٣-٤٢)، فالشرايين الرئيسية لتنظيم الحركة داخل الفراغات تحت الأرض يجب تصميمها كطرق وشوارع المدينة أعلى السطح، وتعتمد على ممرات رئيسية وأخرى ثانوية.

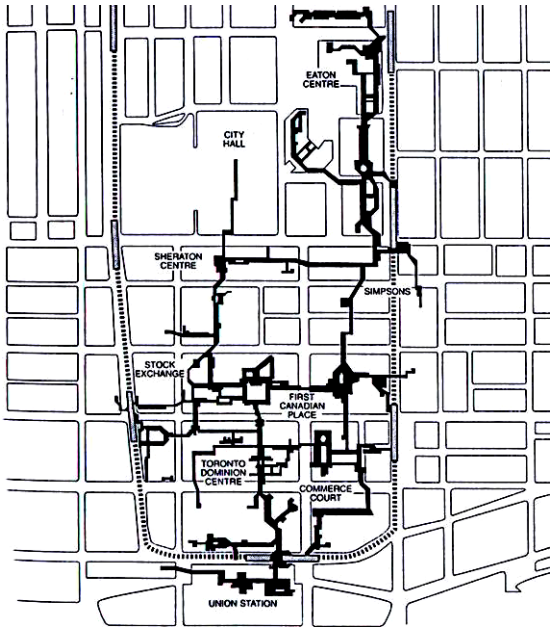
٤- ويمكن **معالجة ممرات المشاة تحت الأرض بالعديد من الأساليب التصميمية** مثل:

أ- أن تكون أقصر ما يمكن وبحد أقصى ١٥ م.

ب- أن تكون مجاورة لأفنية مفتوحة أو ممرات مكشوفة وتقدم الضوء الطبيعي، عن طريق فتحات أو شبابيك علوية أو ملاقف هواء، وذلك للتمتع بالسير داخل ممرات المشاة، ولزيادة الإحساس بالاتساع.

ج- يمكن زيادة عرض هذه الممرات في أماكن معينة عند زيادة طولها، بحيث تتضمن مناطق للجلوس أو الترفيه واستجلاب بعض عناصر الطبيعة الخارجية كالنباتات، أو أي عناصر أخرى تعطي الممرات لون ونشاط، شكل (٣-٤٣).

د- يجب أن يكون المستخدم صورة عامة عما هو مقدم عليه عند النزول تحت الأرض، حتى لا يفقد التوجيه، مما يولد شعوراً بالاحتباس أو بفقد الاتجاهات، فعندما تكون الشبكة النفقية كبيرة ومعقدة وليس لها أي اتصال بالسطح يعطي أي إشارة بمدى العمق أو إمكانية لدخول ضوء الشمس، ذلك يسبب عدم الشعور بالراحة، وأحياناً بالخوف، شكل (٣-٤٤).



شكل (٣-٤٢): شبكه المشاة النفقية في تورنتو Toronto بكندا تحتوى على ممرات متدرجة العروض مع وجود مناطق تجمع تجارية ممتدة بالكامل تحت المنطقة العمرانية، كما أن الأفنية المكشوفة تعمل كعلامات أرضيه مميزة يمكن من خلالها تحديد اتجاهات السير تحت الأرض. Carmody & Sterling, 1993, P. 199.

شكل (٣-٤٣): محاكاة الممرات الفوقية يضفي روحاً جديدة على ممرات المشاة النفقية، والممر الرئيسي متعدد الطوابق في متحف Smithsonian تحت الأرض يعتبر منطقه تجمع مفتوحة تساهم في إيجاد العديد من الأنشطة. Carmody & Sterling, 1993, P. 209.

شكل (٣-٤٤): مخطط Les Halles الحضري بباريس يوضح التعقيد الشديد لشبكة المرور النفقية مما يضيع إدراك الشكل العام التخطيطي للشوارع وفقد الإحساس بالتوجيه. Carmody & Sterling, 1993, P. 192.

٣-٢-٤ توجيه تخطيط الكتل البنائية بالموقع.

إن التوجيه يعتبر عاملاً مهماً عند اختيار وتخطيط موقعاً لتجمع حضري محمياً بالتربة، وهو العامل المسئول عن توفير الضوء وأشعة الشمس والتهوية والحماية من قسوة المناخ، ويجب أن يحاول المصمم مراعاة جميع تلك العوامل والتوفيق بينها بأسلوب يتميز بالذكاء والابتكار، أياً كان موقع البناء.

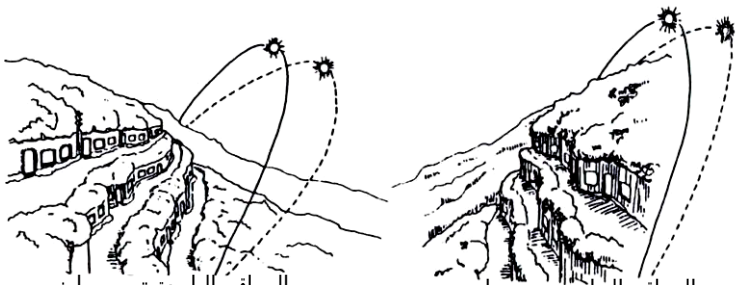
ومن ثم يجب إجراء دراسات تفصيلية على الموقع ومناخه قبل البدء في الإنشاء، وجمع بيانات تفصيلية عن الارتفاع واتجاهات ونوعية الرياح والطبيعة المحيطة وأنواع المطر والرطوبة ومدى إمكانية التكيف مع الظروف المحيطة بالمكان حتى يمكن اختيار التوجيه المناسب أو الظروف المرغوب فيها.

وعند مناقشة نقطة التوجيه يجب التركيز على ثلاثة اعتبارات رئيسية:

١- التوجيه بالنسبة للشمس واتجاهاتها. ٢- الرياح واتجاهاتها. ٣- الاعتبارات البصرية.

٣-٢-٤-١ توجيه المخطط بالنسبة للشمس واتجاهاتها.

ونعني بها علاقة الموقع بزاوية سقوط الشمس الرأسية والأفقية على مدار اليوم وعلى مدار العام، ومن ثم اختيار التوجيه تبعاً للرغبة في تفادي أو اكتساب الحرارة أو الإشعاع الشمسي.



المواقع الباردة توجيهها نحو الجنوب لاكتساب الطاقة.

المواقع الحارة توجيهها نحو الشمال بعيداً عن الشمس.

شكل (٣-٤٥): التوجيه نحو الشمس أو بعيداً عنها حسب الظروف المناخية بالموقع. Golany G., 1996, P. 135

- فالموقع المواجه للجنوب الشرقي أو الجنوب أو الجنوب الغربي يستقبل أقصى كمية ممكنة من الإشعاع الشمسي والضوء الطبيعي المباشر أو الغير مباشر الذي يخترق حتى أعماق كبيرة بالمبنى، وهو التوجيه المفضل بالنسبة للمناخ البارد حيث يحقق أقصى اكتساب ممكن للطاقة الحرارية وأقل فقد للطاقة، فتتركز الفتحات بالجانب المواجه للشمس.
- وعلى النقيض، يفضل في أقاليم المناخ الحار التوجيه نحو الشمال، كما في بعض المدن القديمة. شكل (٣-٤٥).

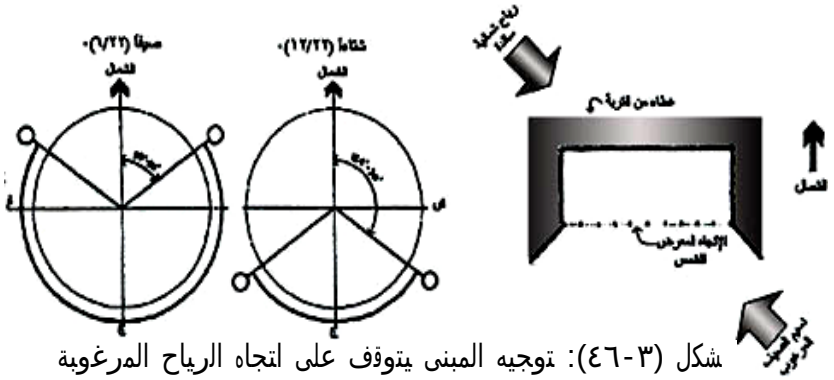
*وقد تمت مناقشة تلك النقطة بالتفصيل بجزء (الاعتبارات المناخية لاختيار الموقع بهذا الباب).

٣-٢-٤-٢ توجيه المخطط بالنسبة للرياح واتجاهاتها.

غالباً ما تؤثر نوعية واتجاه الرياح في اختيار موقع المبنى المحمي بالتربة وتوجيهه في الاتجاه السليم، ففي حالة الرياح المرغوبة يتم توجيه المبنى نحوها وغالباً ما تكون عكس اتجاه الرياح السائدة، ويمكن السماح بالتهوية العابرة عن طريق عمل أكثر من اتجاه للفتحات أو عمل فناء داخلي أو استخدام ملاقف للهواء.

أما إذا كانت الرياح غير مرغوبة كأن تكون موسمية محملة بالأتربة أو باردة أو ساخنة جداً، فيفضل عدم وجود أية فتحات للمبنى من هذا الاتجاه.

تتميز بوجه عام المنحدرات بالتهوية الجيدة والرياح القوية، والطقس بها وعلى الجبال يتغير باستمرار ويتذبذب بين النهار والليل تبعاً لتغير الطبوغرافية ومنسوب الارتفاع والانخفاض.



شكل (٣-٤٦): توجيه المبنى يتوقف على اتجاه الرياح المرغوبة وزاوية سقوط الشمس. Minnesota University, 1979, P. 20

كما يراعى بالمناخ الحار-الرطب استقبال أكبر قدر ممكن من الرياح والتهوية العابرة، أما المناخ الحار- الجاف فيفضل تجنب الرياح القوية لأنها غالباً تكون شديدة الحرارة أو محملة بالأتربة أو الرمال، إلا إذا استغلت في أسلوب التبريد التبخيري والتهوية السالبة، شكل (٣-٤٦).

٣-٢-٤-٣ الاعتبارات البصرية وتأثيرها على تخطيط الموقع.

تشكل الاعتبارات البصرية عاملاً هاماً في توجيه المبنى وخاصة في المواقع المائلة التي يمكن توجيهها نحو المناظر الطبيعية والمناطق المفتوحة، حيث لا توجد قواطع بصرية، مما يحسن من البيئة النفسية لمستخدمي الفراغ المحمي بالتربة.

ويمكن أن تتعارض تلك التوجيهات الثلاثة (التوجيه بالنسبة للشمس، والرياح، والاعتبارات البصرية) أحدهما مع الآخر، وهنا يبرز دور المصمم والمخطط في تحديد أيهما أقوى تأثيراً وأيهما يمكن معالجته بأساليب تصميمية وتخطيطية مختلفة.

إن التخطيط الحضري لموقع محمي بالتربة يجب أن يراعي المناخ المحلي للأجزاء المختلفة من الموقع ويتعامل معها بحذر، حيث أن تأثير مراعاة أنماط المناخ المحلي، (من سرعة الرياح ودرجات الحرارة والرطوبة) يكون ظاهراً بعد إنشاء التجمع المطلوب، فالبناء على منحدر يمكن أن يؤثر في أنماط المناخ المحلي تماماً كما تؤثر المباني فوق الأرض.

٣-٢-٥ التشجير الملائم حول وداخل الموقع.

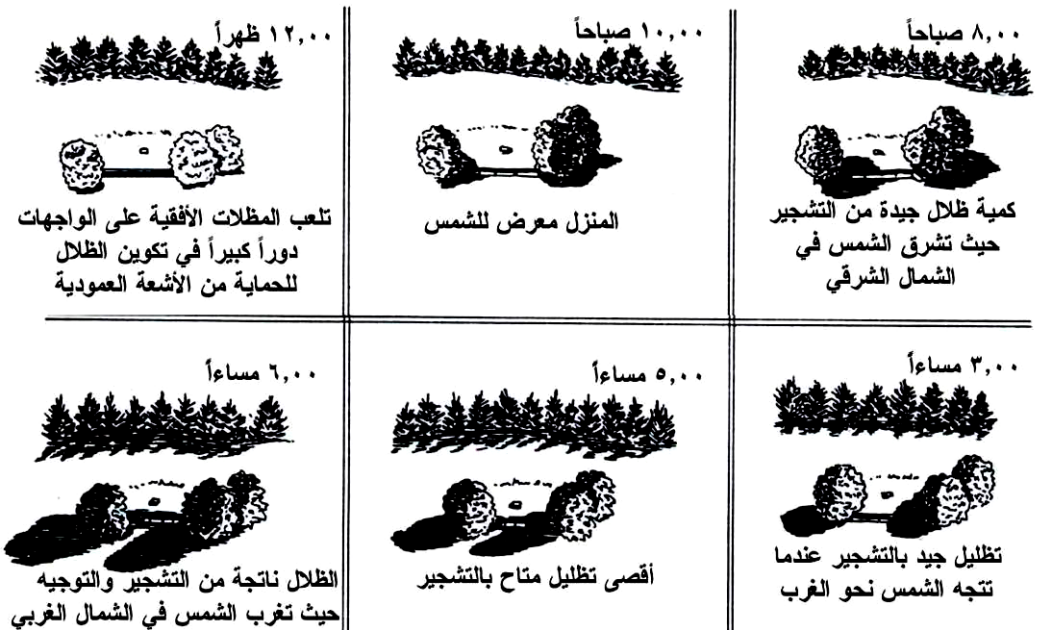
إن التوزيع المدروس للأشجار والشجيرات خلال أي تجمع عمراني أو حول المباني في المقياس الصغير، له العديد من المزايا والمهام المؤثرة والتي تتراوح من مميزات تخطيطية وجمالية إلى مميزات التحكم في الضوضاء أو فقد واكتساب الطاقة. وتلك المهام تشمل المزروعات الموجودة أصلاً بالإضافة إلى التشجير الجديد حول الموقع.

فالغطاء الأخضر من أشجار وشجيرات يمكن أن يؤثر على كمية الإشعاع الشمسي النافذ أو المنعكس داخل المبنى، كما يؤثر على نوعية الرياح واتجاهاتها، بالإضافة إلى تأثيرها الأكيد على المناخ المصغر المحيط بالمبنى سواء على درجات الحرارة أو الرطوبة النسبية.

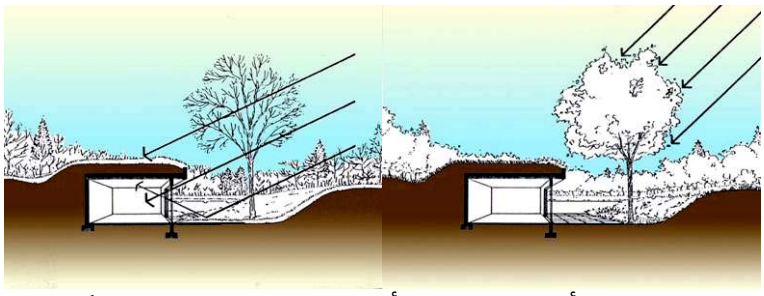
٣-٢-٥-١ التشجير والإشعاع الشمسي.

على الرغم من صعوبة تحديد مقدار التوفير في الطاقة الذي يمكن الحصول عليه نتيجة التوزيع المناسب للتشجير بالموقع، إلا أنه من المسلم به أن التشجير المدروس حول الموقع له تأثير قوى على المناخ المصغر حول المبنى وبالتالي يؤثر على الأداء الحراري له، شكل (٣-٤٧) والشكل يوضح تقدير تقريبي للظلال الواقعة على واجهة مبنى محمياً بالتربة والناتجة عن التشجير المناسب حول المبنى الذي يقع في منطقة **معتدلة المناخ** وتوجيهه نحو الجنوب ومشكلة الإشعاع الشمسي الزائد تظهر في يوم صيفي مشمس حيث يتركز أغلب الإشعاع الشمسي الغير مرغوب فيه في الواجهتان الشرقية والغربية والتي تمت معالجتهما بالتشجير المناسب كما يظهر بالشكل.

هنا تخترق أشعة الشمس **الواجهة الشرقية** للمبنى بزاوية مختلفة على مدار العام وتتسبب في زيادة الحمل الحراري بمقدار ضئيل والذي يمكن التغلب عليه بالتشجير المناسب للواجهة الشرقية، حيث تزرع نباتات قليلة الكثافة متوسطة الطول أو طويلة وعلى بعد مناسب من المبنى مثل شجر الاسفندان الياباني أو خشب **Dog Wood** (Max. R. Terman, 1985, P.57).



شكل (٣-٤٧): اختيار أماكن التشجير المناسبة للحماية من الإشعاع الشمسي (صيفاً).
Terman R. Max, 1985, P. 58



شكل (٢-٤٨): الأشجار متساقطة الأوراق تمد المبنى بالظلال صيفاً وتسمح بدخول الشمس إليه شتاءاً. Carmody & Sterling, 1985, P.30

تستقبل **الواجهات الجنوبية** كميات كبيرة من الطاقة الشمسية صيفاً، ويجب تظليلها بأشجار متوجة عالية الارتفاع متساقطة الأوراق، لا تمنع شمس الشتاء المنخفضة من الاختراق، حيث تتساقط أوراقها في الخريف، وبالتالي تسمح للإشعاع الشمسي بالوصول للواجهات الجنوبية في فصل الشتاء أكثر الفصول احتياجاً للطاقة الشمسية، شكل (٢-٤٨)، (Carmody & Sterling, 1985, P.30).

وبالنسبة **للواجهات الغربية** فهي لن تتعرض لزيادة الحمل الحراري في فصل الصيف وخاصة في أوقات ما بعد الظهيرة ولذلك يجب تظليلها جيداً، فيمكن استخدام كل من الأشجار القصيرة أو المُتَوجة سواء دائمة الخضرة أو متساقطة الأوراق فتزرع في الجزء الغربي والشمالي الغربي. وبذلك يمكن حجب شمس ما بعد الظهيرة صيفاً وترشيحها في الشتاء. ويمكن لهذا الغرض زراعة أشجار التفاح والكمثرى أو السدر الجبلي (Max. R. Terman, 1985, P.59).

أما **الواجهات الشمالية** فلا تحتاج بطبيعة الحال الحماية من أشعة الشمس حيث يقل أو ينعدم الإشعاع الشمسي المباشر الواقع عليها، إذا كانت الفتحات أو النوافذ بتلك الواجهات.

والتحكم في أشعة الشمس من أهم العوامل المطلوبة في **المناطق الحارة-الجافة**، خاصة في الواجهات الشرقية والغربية ويفضل عدم التوجيه نحو الجنوب وحمايته بالتربة المزروعة.

ففي **الواجهات الشرقية** يفضل زراعة شجر الصفصاف لزيادة الحماية من أشعة الشمس.

أما **الواجهات الغربية** التي تستقبل أشعة حارة بعد الظهيرة يمكن حمايتها بأنواع أخرى مثل أشجار البلوط والسنديان أو النخل الكبير، كما أن التين الشوكي والصبار سيكون لهما تأثيراً فعالاً إذا تمت زراعتهم بالقرب من البناء (Max. R. Terman, 1985, P.59).

وفي الأجواء **الحارة-الرطبة** فمطلوب تظليلاً واسع النطاق يمكن الحصول عليه من الأشجار العالية المُتَوجة مثل النخل الكبير الذي يتيح ظلاً وافراً، فخلال فترات الصباح وما بعد الظهيرة يمكن للكثافات العالية من التشجير التحكم الجيد في أشعة الشمس المنخفضة. أما في منتصف النهار عندما تكون الشمس عمودية تماماً تحتاج الأسطح بشدة إلى الحماية من زيادة الحمل الحراري، لكن يجب الاعتناء بعدم التكثيف الثقيل للمزروعات حول المباني في الأجواء الرطبة، حيث أن الغطاء الأخضر يساهم في زيادة الرطوبة النسبية حول المكان، كما أنها يمكن أن تعوق النسيم المرغوب الذي يعمل على تبريد المكان.

وإذا لم تتوافر أشجار الظل المرتفعة يمكن استبدالها بتعريشة من النباتات المتسلقة مثل الكرم عند الواجهات المراد تغطيتها بأشعة الشمس، حيث لا تمنع دخول النسيم الملاطف للمكان.

وبوجه عام في الأجواء الحارة- الجافة أو الحارة- الرطبة يتم الاعتناء بظاهرة الانعكاس لأشعة الشمس وتحديد مدى الرغبة في استقبالها، حيث يمكن التحكم في الغطاء الأخضر من نجيلة مثلاً لزيادة الانعكاس أو التقليل منه، حيث يستخدم الغطاء الأخضر بكثافة للتقليل من الانعكاس الضوئي لأشعة الشمس وبالتالي التقليل من زيادة الحمل الحراري حول المكان. أما الأسطح الأخرى مثل الأسفلت أو الخرسانات أو البلاط وكذلك الألوان الفاتحة لتلك الأسطح، فهي تزيد من ظاهرة الانعكاس الضوئي وبالتالي تزيد من الحرارة المكتسبة داخل البناء. ومن ثم فعلى المعماري والمخطط التعامل بحذر مع تلك المفردات بزيادتها أو التقليل منها، إلى جانب توزيعها بشكل مناسب حول واجهات المبنى مع مراعاة المناخ العام للمنطقة.

٣-٢-٥-٢ التشجير للتحكم في الرياح.

هناك وظيفة هامة للتشجير، هي التقليل من الفقد الحراري واستهلاك الطاقة عن طريق التحكم في الرياح، ونظراً لأن البناء محمياً بالتربة بطبيعة الحال فإنه يوفر أكبر حماية من جهة الرياح القوية الغير مرغوبة، وعلى الرغم من ذلك إذا وجدت أي فتحات أخرى معرضة للرياح، يمكن للأشجار دائمة الخضرة التحكم فيها بشكل جيد وتوفير الحماية المطلوبة.

وقد أجريت دراسة بجنوب (داكوتا) بالولايات المتحدة بالمقارنة بين منزلين متطابقين، حيث تمت حماية أحدهما، بصفوف من التشجير من ثلاثة جوانب، وترك الآخر بدون تشجير حوله. وقد أكدت النتائج أن المنزل الذي تمت حمايته بالمصدات قد استهلك طاقة للتدفئة أقل بنسبة تصل إلى ٤٠ ٪ من المنزل الآخر الغير محمي بالتشجير (Hasting & Crenshaw, 1977).

وعموماً في المناطق الباردة يفضل زراعة أشجار الصنوبر السميكة في جهة الشمال للحماية من رياح الشتاء الباردة، (Max. R. Terman, 1985, P.60)، أما في المناطق الحارة- الجافة فيجب أن يراعي المصمم تغيير اتجاه الرياح بعيداً عن المبنى، بخلاف الأجواء الحارة- الرطبة فالرياح المتجددة تمنع الرطوبة المرتفعة وتسمح بالتبخير، لذلك يفضل توجيهها نحو الفتحات.

أجريت دراسات أخرى على أحجام وأماكن توزيع التشجير حول البناء. فمصدات الرياح المصمتة التي تكون فيما بينها شبه حائط شجري تقلل الرياح بنسبة شبه كلية عبر مسافة قصيرة من المصدات (حوالي مرة إلى مرة ونصف ارتفاع الشجر)، لكن سرعان ما تسترد الرياح كامل سرعتها بعد ذلك. أما المصدات الأكثر مسامية مثل تلك المكونة من أشجار عالية وشجيرات منخفضة، تعتبر أكثر فعالية في التقليل من تأثير الرياح عبر مسافات أطول. (Carmody & Sterling, 1985, P.30).

كما أن أنواع مختلفة من التشجير المستخدمة في تكوين حائط المصدة يكون لها تأثيراً أكثر فاعلية في التحكم في حركة الهواء، حيث أن الأشجار متساقطة الأوراق لها القدرة على حجب ٦٠ ٪ من الرياح بالنسبة للأشجار دائمة الخضرة، لذلك فإن الخليط بين الأنواع والأحجام المختلفة من التشجير يزيد من التحكم في الرياح.

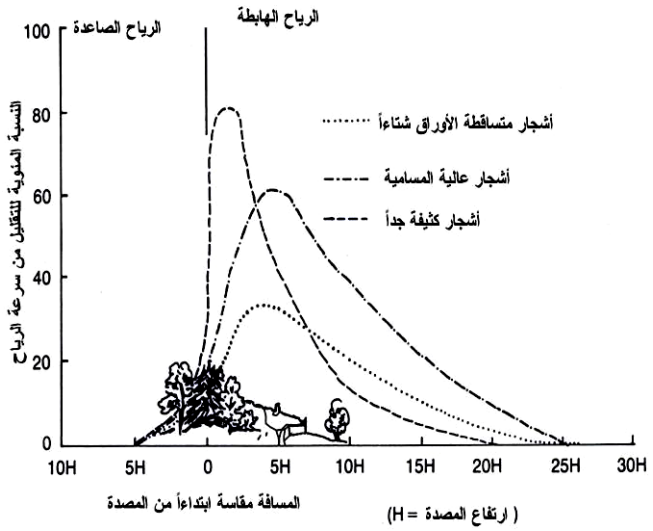
(Max. R. Terman, 1985, P.59) .

يعتبر شجر الصنوبر الأبيض من أنسب الأنواع للبدء في زراعة مصدات الرياح، لكن يجب استبداله بأنواع مختلفة أقوى منه بعد فترة، لذلك فإن أفضل أسلوب لزراعة مصدات الرياح هو البدء في زراعة أنواع سريعة النمو وأخرى بطيئة النمو لكن أقوى وأكثر سمكاً، ويمكن لها النمو في حماية المجموعة الأولى، مع مرور الوقت يمكن استبدالها أو الإبقاء عليها والحصول على حائط مختلف المسامية والأنواع والأحجام.

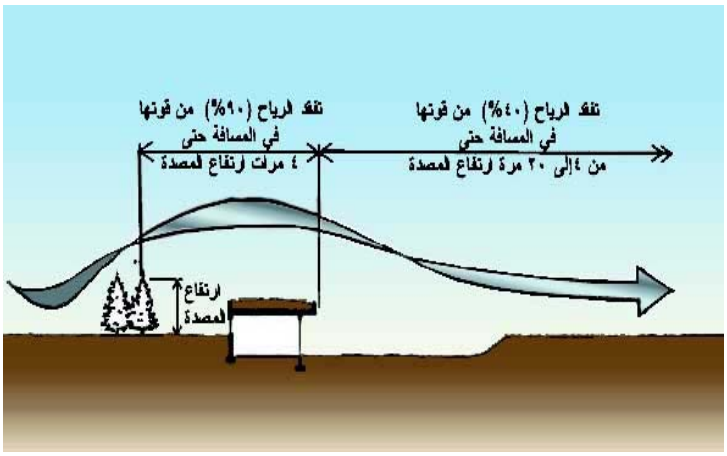
(Max. R. Terman, 1985, P.60 .)

للحصول على الحماية في الشتاء من الرياح الغير مرغوبة يمكن استخدام التشجير الكثيف لمصدات الرياح والبناء على بعد ٣: ٥ مرات من ارتفاع المصدات وتفقد الحماية بعد ٥ مرات من ارتفاع المصدة الكثيفة، لذلك يفضل استخدام مصدات الرياح قليلة الكثافة نوعاً ما، فهي تزيد من المسطح المحمي.

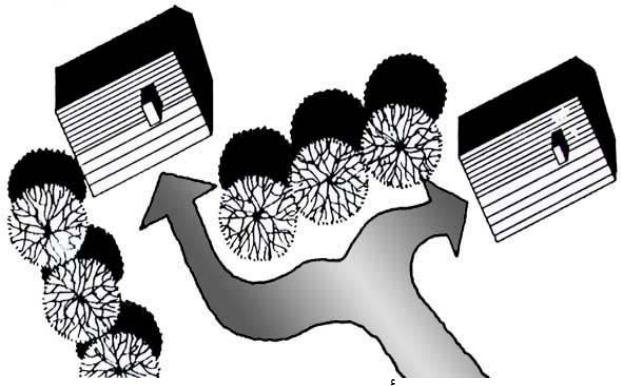
(Max. R. Terman, 1985, P.59).



شكل (٣-٤٩): تأثير مصدات التشجير على سرعة الرياح بالنسبة للمسافة. Max. R. Terman, 1985, P.60



شكل (٣-٥٠): تاثير مصدات التشجير بكثافة ٢٥٪ على سرعة الرياح. Carmody & Sterling, 1985, P.31



شكل (٣-٥١): تأثير التشجير في توجيه الرياح وتحديد اتجاهاتها. Carmody& Sterling, 1985, P.31

يوضح الشكل (٣-٤٩) تأثير مصدات الرياح بكثافات مختلفة على التقليل من سرعة الرياح، فكلما قلت كثافتها كلما زاد المسطح الذي يمكن حمايته، على الرغم من عدم كفاءتها في منع الرياح القوية في المنطقة القريبة من الأشجار.

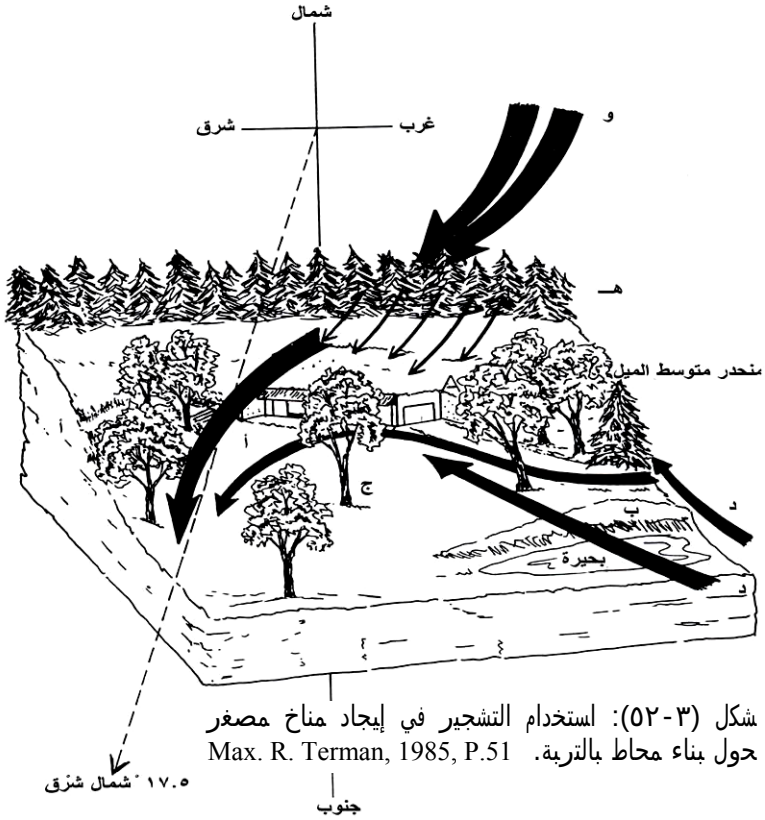
أجريت دراسات عن العلاقة بين ارتفاع المصدة ومساميتها ومدى تأثيرها في الحماية، فقد وجد أنه عند زراعة مصدة قليلة المسامية والتي تبلغ (حوالي ٢٥٪)، فإنها تقلل من سرعة الرياح إلى حوالي ٩٠ ٪ خلال مسافة حتى أربع مرات من ارتفاع المصدة، وبعدها حتى ٢٠مرة من ارتفاع المصدة تقل فاعليتها فتقلل سرعة الرياح بنسبة ٤٠٪ وتبدأ الرياح تدريجياً تأخذ سرعتها الطبيعية بعد ذلك، شكل (٣-٥٠).

أما عند استخدام مصدات مساميتها أعلى (تصل إلى حوالي ٥٠٪)، زادت كفاءة تقليل سرعة الرياح في المسافة البعيدة ابتدءاً من ٥ إلى ٢٠ مرة ارتفاع المصدة، فوصل مقدار التخفيض من سرعة الرياح في تلك المنطقة إلى حوالي ٧٠ ٪ في مقابل ٤٠ ٪ للمصدات قليلة المسامية، لكن كانت كفاءتها أقل في المنطقة القريبة من الحائط الشجري.

لذلك ينصح باستخدام أنواع متعددة من التشجير المتنوع المسامية والارتفاع والأحجام لزيادة كفاءة المصدات. (Carmody & Sterling, 1985, P.30-31).

والتشجير المزروع حول المباني يمكن استخدامه مع الشجيرات في عملية توجيه الرياح لاستقبال نسيم الصيف المرغوب أو لحجب رياح الشتاء القوية أو لتحسين التهوية الطبيعية في فصل الصيف وزيادة الخصائص الجيدة للرياح المرغوبة، شكل (٣-٥١).

تزيد الفتحات الموجودة بحائط المصدات من سرعة الرياح وتعمل كملاقف للهواء نتيجة لزيادة الضغط الجوى خلف حائط المصدات فتندفع الرياح بقوة في منطقة الفتحات أعلى من معدلها الطبيعي، ولذلك ينصح بسد تلك الفتحات والاعتناء بها، إلا إذا كانت في المناطق الحارة- الرطبة فتستخدم لزيادة سرعة الرياح المرغوبة للتبريد، والشكل (٣-٥٢) يوضح كيفية استخدام التشجير حول المبنى المحمي بالتربة بكفاءة للحماية من الرياح الغير مرغوبة أو لتوجيه الرياح المرغوبة نحو الفتحات.



شكل (٣-٥٢): استخدام التشجير في إيجاد مناخ مصغر حول بناء محاط بالتربة. Max. R. Terman, 1985, P.51

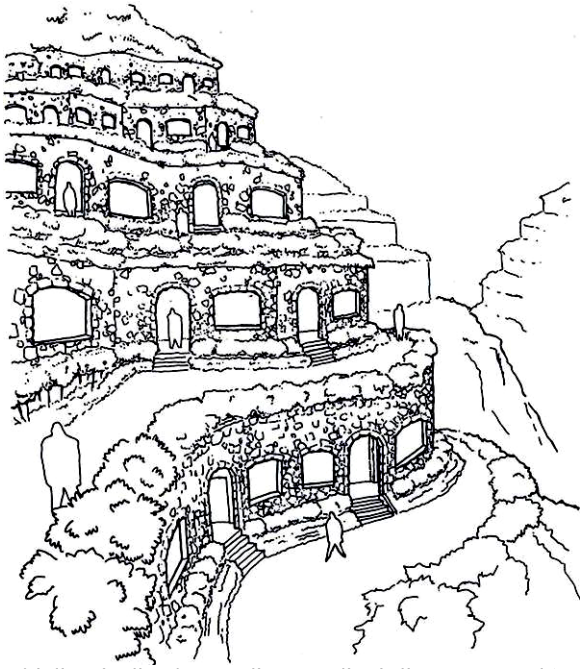
وعلى ذلك، للحصول على الحماية من الرياح في الشتاء والتظليل في الصيف. يعد التشجير واحداً من أهم التقنيات المستخدمة والتي يجب أن تكون منظومة للحفاظ على الطاقة حول البناء وهى تشمل الدفن الأرضي والأسوار والحوائط ومعظم المعالجات الأخرى من صنع الإنسان.

وتلك المفردات المعمارية أو الطبيعية مثل التشجير يجب أن تكون متكاملة مع المبنى وفتحاته للحصول على التأثير المطلوب سواء فقد أو اكتساب للطاقة. لذلك يفضل عند التقييم المبدئي للموقع تحديد مدى إمكانية الاستفادة المستقبلية من الزراعات والأشجار الموجودة بالفعل داخل الموقع، ومحاولة تخطيط الموقع وتصميم المباني بحيث يمكن الاستفادة منها بوضعها الحالي.

٣-٣ البناء على مواقع منحدرة (كحالة خاصة).

يشكل القطاع السكني الغالبية العظمى لاستعمالات الأراضي على مستوى تخطيط المدينة، ومن ثم يجب أن يكون تصميم المساكن مبتكراً، لأنها تعتبر من أكثر الملامح المميزة للتجمع الحضري.

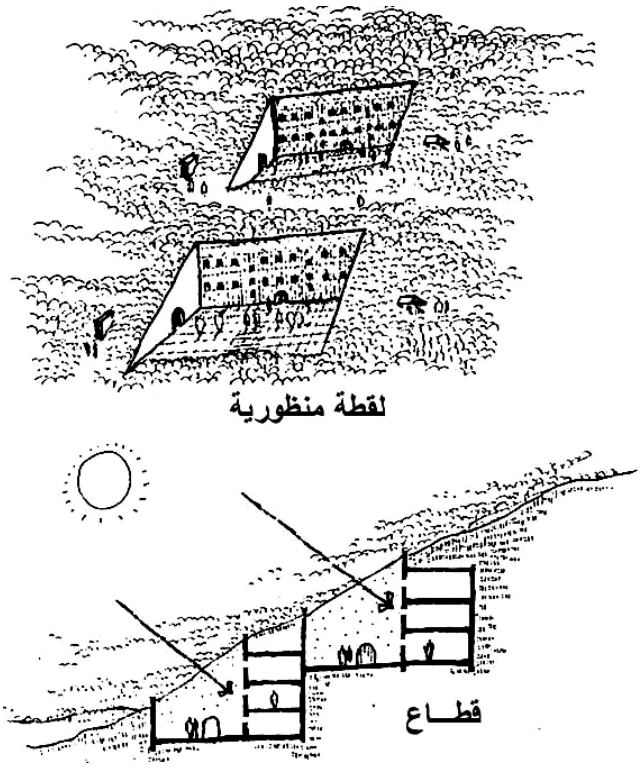
والبناء على المواقع المائلة له العديد من المزايا الإيجابية التي تثري المخطط العمراني ككل، فهي تتيح إطلالة جذابة للمباني، وتوفر الإضاءة الطبيعية نتيجة اختراق أشعة الشمس بعمق داخل البناء، بالإضافة إلى إمكانية التوسع المستقبلي أفقياً ورأسياً، كما أنها تتميز بالتهوية الجيدة بعكس المواقع المنغلقة، وتوفر الخصوصية لساكنيها، إلى جانب سهولة الصرف الصحي، وأخيراً الحماية من ضوضاء الطرق، شكل (٣-٥٣).



شكل (٣-٥٣): البناء المحمي بالتربة علي المواقع المائلة يتيح إطلالة جذابة علي الوادي إلى جانب الإحساس بالخصوصية. Golany G., 1996, P. 150

وعلى الجانب الآخر بالطبع توجد عيوب بالمواقع المائلة أبرزها أن التواجد على المرتفعات يلزمها ضخ لمياه الشرب، كما أن تلك المواقع تتطلب تمهيداً للطبوغرافية حتى يتسنى البناء عليها ومن المعروف أن ذلك يتسبب في رفع الاستثمارات المبدئية مقارنة بالمواقع المسطحة، شكل (٣-٥٤).

ومع ذلك، تظل كفة المميزات رابحة، ويظل البناء المحمي بالتربة على المواقع المائلة يثبت قدراته المميزة ويتيح البدائل الابتكارية للاستفادة من المنحدرات والأراضي المائلة.



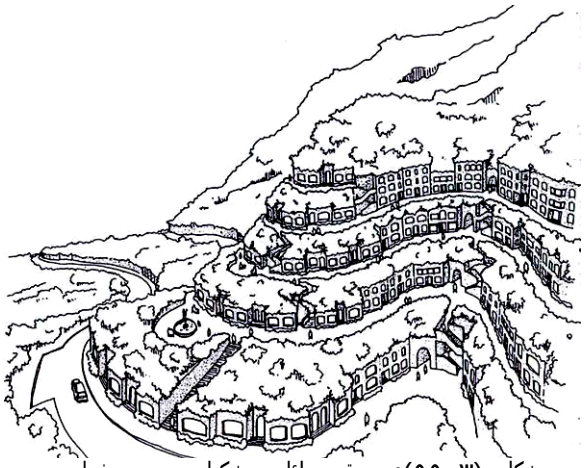
شكل (٣-٥٤): تشييد بناء محاطا بالتربة مكوناً من ثلاثة طوابق يتطلب تمهيدا كبيرا للأرض حتى يمكن السماح لضوء الشمس بالاختراق. Golany G., 1983, P. 179

٣-٣-١ العوامل المؤثرة على اختيار المواقع المنحدرة

هناك عاملان أساسيان مؤثران على عملية اختيار موقع لتجمع حضري لمباني محمية بالتربة، إذا كان منحدراً أو به ميول طبيعية، وهما: **درجة ميل الموقع، وتوجيه الموقع بالنسبة للميل.**

٣-١-٣-١ درجة ميل الموقع.

تعتبر درجة ميل المنحدر عنصراً هاماً عند اختيار مكان التجمع الحضري للمباني المحمية بالتربة على اعتبار أنه من أفضل الأشكال الطبوغرافية التي يمكن استغلالها لهذا النوع من البناء، شكل (٣-٥٥).



شكل (٣-٥٥): موقع مائل بتشكيل جيومورفولوجي متميز يضم منحدراً بسيطاً وآخر شديد الانحدار، الزوايا المختلفة تتيح التنوع في التصميم المعماري والإنشائي وتنوع التوجيه. Golany G..1996, P.112.

وترتبط مسألة الانحدار بثلاثة عناصر هامة يجب أخذها في الاعتبار:

- إمكانية وصول السكان من خلال التجمع السكني إلي المناطق الخدمية.
- التصميم المعماري والإنشائي.
- توفير المتطلبات البيئية الأساسية لإقامة مثل هذا التجمع الحضري.

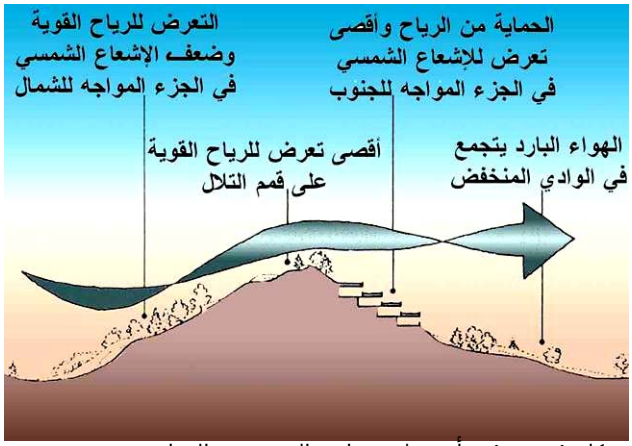
على أن يتم التصميم باستخدام تلك العوامل على المنحدرات بشكل ابتكاري ومتجدد.

وعند عقد مقارنة سريعة بين الانحدار البسيط والانحدار الشديد، يلاحظ أن هناك مزايا وعيوب للمنحدرات الشديدة فرغم أن البناء بها يرفع من التكلفة المبدئية للإنشاء إلا أنها توفر قدراً كبيراً من الخصوصية وتوفر مناطق ترفيهية واسعة وعلامات أرضية واضحة في المناطق المنخفضة منها، لكن كلما اشتد الانحدار كلما زادت الحاجة إلي زيادة شبكة المشاة وتقليل اختراق حركة المرور، كما أن المنحدرات الشديدة تزداد فيها آثار التآكل بالمقارنة بالمنحدرات الأقل ميلاً، إلا أنها تتطلب اهتماماً خاصاً بالتصميم.

مما سبق يمكن استنتاج أن القاعدة الأساسية للبناء على المنحدرات هي: أنه كلما اشتد الانحدار كلما قلت المساحة المتاحة للبناء والتصطيب (Gideon S. Golany, 1996, P.110).

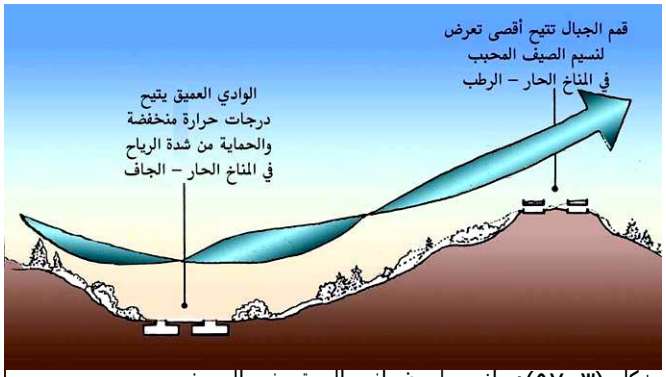
٣-١-٣-٢ توجيه الموقع بالنسبة للميل.

يتيح الموقع المائل الفرصة للبناء المحمي بالتربة داخل التل.



شكل (٣-٥٦): تأثير طبوغرافية الموقع في الشتاء.
Carmody & Sterling, 1985, P.29

- فالمواقع المائلة المواجهة للجنوب توفر أقصى تعرض للإشعاع الشمسي وتتيح حماية طبيعية من رياح الشتاء وهو يعتبر التوجيه الأفضل بالنسبة **للمناطق الباردة**، أما البناء في مواجهة الشمال بالنسبة لتلك المناطق الباردة غير مفضل إلا إذا تم عمل معالجات معمارية مناخية لتلافي رياح الشمال الباردة، وتعتبر سفوح الجبال غير مفضلة بالنسبة لتلك المناطق حيث يتجمع الهواء البارد، شكل (٣-٥٦).
- وتعتبر قمم التلال من أفضل الأماكن بالنسبة **للمناطق الحارة- الرطبة**، حيث يقل الاحتياج إلى التدفئة في الشتاء، وتتوفر تهوية جيدة صيفاً تعمل على التقليل من الرطوبة.



شكل (٣-٥٧): تأثير طبوغرافية الموقع في الصيف.
Carmody & Sterling, 1985, P.29

* أما في **المناطق الجافة شديدة الحرارة** حيث يجب الاحتماء من الرياح الجافة الساخنة تعتبر سفوح الجبال من أنسب الأماكن لإقامة البناء المحمي بالتربة، شكل (٣-٥٧).

٣-٣-٢ العوامل المؤثرة على تخطيط موقع مائل به مباني محمية بالتربة.

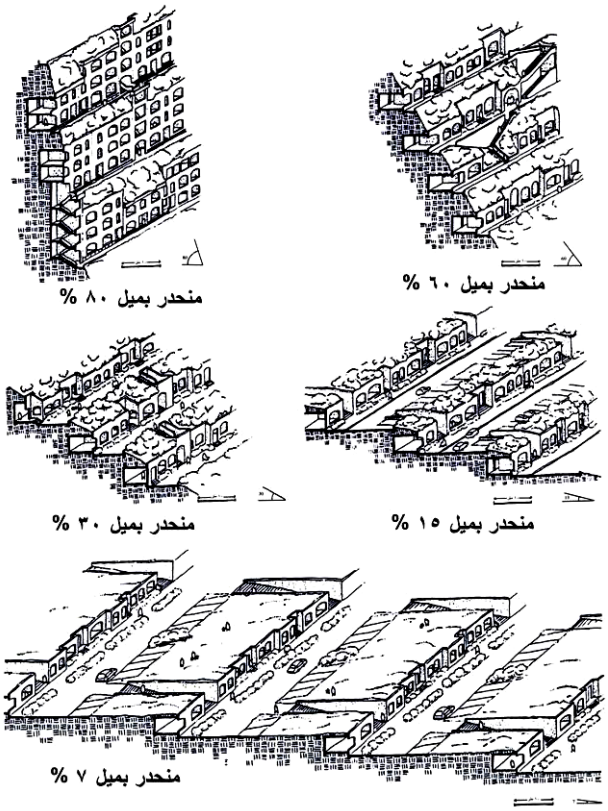
يوفر البناء على المنحدرات المائلة مطلاً على مشاهد البيئة الخارجية بالمنحدر أو الأراضي المنخفضة، وتختلف المنحدرات في أشكالها ودرجات انحدارها مما يحدد نمط وحدات الإسكان على المنحدر ونماذج تجمعها، والبحث بصدد دراسة تأثير درجة ميل الموقع على التخطيط، إلى جانب وضع بعض الأسس والاعتبارات الواجب مراعاتها عند تخطيط المواقع المائلة، ثم لمحة سريعة عن أسلوب تخطيط شبكة المرور بالمواقع المائلة المحتوية على مباني محمية بالتربة.

٣-٣-٢-١ تأثير درجة ميل الموقع على التخطيط.

للوصول لنتائج عادلة عن تقييم درجات الميل يجب دراسة جميع درجات الميل من حوالي الزاوية (٧°) إلى الزاوية (٨٥°) الغير معتادة لدينا والبحث في مدى صلاحية التعامل معها. (Gideon S. Golany, 1996, P.108).

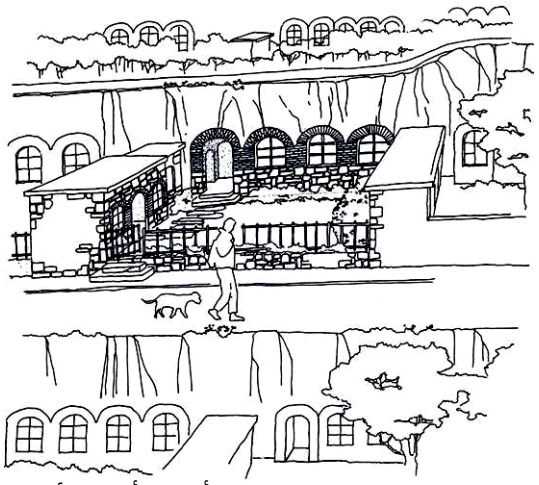
هناك بعض التقسيمات الرئيسة تصنف نماذج الإسكان بالنسبة لميل المنحدر. (Gideon S. Golany, 1996, P.128)، شكل (٣-٥٨).

١- درجة ميل منخفضة (حوالي ٧٪): نظراً لانخفاض درجة الميل وقلة الصخور في تلك المناطق، يعتبر هذا النوع من المنحدرات شبه منتظم مع القليل من التغيرات في المناسيب. وهذا الميل يعتبر مرناً حيث أنه يسمح بتنوع أشكال البناء مع تغييرات محدودة في الارتفاعات، فيمكن بناء المساكن المجمعة عليه أو المنفردة أو الصفوف المتصلة أو المنفصلة بالإضافة إلى الوحدات المتناثرة ويمكن لهذا المنحدر أن يسمح بالجمع بين البناء فوق وتحت الأرض والتكامل بينهما بشكل مناسب.



شكل (٣-٥٨): يمكن بناء مساكن الفراغ الأرضي بالمنحدرات بميول مختلفة من٧٪ وحتى٨٠٪، مع ملاحظة العلاقة بين ميل المنحدر والكثافة البنائية المتاحة. Golany G., 1996, P. 192

٢- درجة ميل متوسطة (حوالي ١٥٪: ٣٠٪):
ودرجة الميل المتوسطة هي الأكثر شيوعاً في الاستخدام لأنها تتفق مع تصميمات متنوعة للوحدات السكنية، وتكاليف الإنشاء المبدئية لها أقل من المنحدرات الشديدة، كما أنها يمكن أن تضم الاستخدام فوق وتحت الأرض، شكل (٣-٥٩)، وأكثر الأساليب استخداماً هو الأسلوب المدرج، وهو البناء لأكثر من طابق واحد على مستويات متتالية فوق بعضها.



شكل (٣-٥٩): التكامل بين البناء أعلي وأسفل الأرض في الفراغ الأرضي علي المنحدر يفتح آفاقاً جديدة لتصميمات أكثر تنوعاً في محاولة للحفاظ علي الخصوصية للوحدات السكنية.Golany G., 1996, P.130

٣- درجة ميل شديدة حوالي (٦٠٪: ٨٠٪):
عادة ما توجد درجات الميل الشديدة مصاحبة لأشكال متنوعة من الجيومورفولوجية ويمكنها إثراء البدائل التصميمية للبناء المحمي بالتربة. فتجمع بين الأشكال شديدة الانحدار أو الأشكال المصطبة، وتتيح هنا الارتفاع إلى أكثر من طابق في المستوى الواحد، شكل (٣-٦٠).

إن التصميم الابتكاري للمنحدرات الشديدة يمكنه أن ينتج أكثر المخططات جاذبية بالتكامل مع البيئة الطبيعية، رغم احتمال ارتفاع التكلفة.

شكل(٣-٦٠):البناء بارتفاع عدة طوابق في الفراغ الأرضي بالمنحدرات شديدة الميل ينتج واجهة مألوفة كالمباني العادية أعلى الأرض.
Golany G., 1996, P. 131.

٣-٢-٣-٢ بعض الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تخطيط المواقع المائلة.

على كل من المصمم والمخطط وضع التوجيهات العامة التالية في الاعتبار عند تصميم بيئة الفراغ الأرضي المنحدر:
(Gideon S. Golany, 1996, P.131)

١- تحسين البيئة المحيطة والمساهمة في تجميل المشهد الكلى للتجمع العمراني، ونظراً للطبيعة الطبوغرافية للمنحدر فهي تساعد على تكوين منظر طبيعي جذاب، بالإضافة إلى الاستفادة من المزروعات على المنحدرات في موازنة بين الكتل البنائية القائمة بالمدينة مع الوادي المسطح المنخفض.

٢- رسم تخيل كامل للفراغ الأرضي بالمنحدر، بحيث تشمل هذه الرؤية التكامل بين البيئة الطبيعية للمنحدرات والبيئة الصناعية الجديدة المفترض إقامتها من مباني محمية بالتربة أو مباني فوقية وشبكة المرور.

٣- إبراز المناطق الجميلة بالمنحدرات واستغلالها، عن طريق إقامة أماكن تجمع للاستراحة على طول الطرق المرورية.

٤- عدم إغفال خط السماء بالمنحدر أو المناطق المنخفضة ومراعاة إظهار الوحدة والتناغم لكل من التجمع المائل والوادي المسطح، شكل (٣-٦٣).

٥- الاهتمام بأماكن الترفيه والتجمعات الثقافية والأنشطة المسائية على طول المنحدرات، ومراعاة خدمة جميع الأعمار والثقافات المختلفة من الناس.

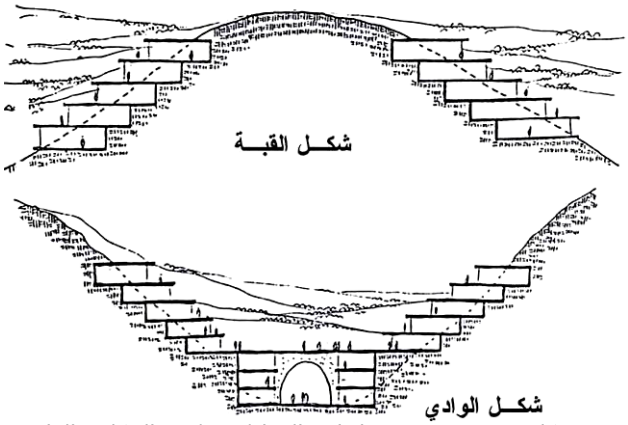
٦- إعطاء اهتماماً خاصاً بتفاصيل المنظر الطبيعي ليلاً، وتصميم الإضاءة متضمنة إضاءة الممرات بين الأشجار. كما يفضل عدم قطع الرؤيا من المنحدر إلى المنخفض والاهتمام بالإضاءة الليلية للمدينة المنخفضة، وتكامل المشهد البانورامي بين التجمعين (المنحدر والأرض المنخفضة).

٧- الحفاظ على البيئة الطبيعية للمنحدر لتقليل الحفر والردم بإقامة المباني الفراغية داخل المنحدر والمصاطب فوقه وتقديم بيئة حضارية مبهجة مع الاحتفاظ بالبيئة الطبيعية للمنحدر، فتمثل المنحدرات المتنفس الجمالي للمدينة، شكل (٣-٦٤).

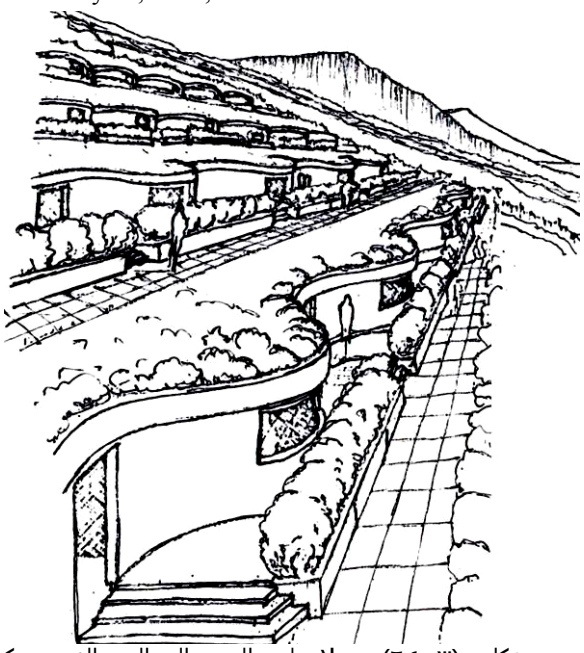
٨- التصميم الابتكاري لواجهات مباني الفراغ الأرضي (الوحدات السكنية والمراكز الثقافية والمطاعم والاستخدامات الدينية وما شابه) لتمثيل وظائفهم، ونظراً لطبيعة الصخور والتربة فيفضل أن يأخذ الإنشاء الداخلي للسقف شكل القبو لتوزيع الأحمال بشكل مناسب، وبالتالي يمكن أن تأخذ الواجهات نفس الشكل الدائري، فربما تكون الواجهات متشابهة التصميم، وعموماً إلى جانب استخدام واجهات متنوعة يجب تشجيع التجمعات المتشابهة لتشكيل تناسق جمالي كلى، أما الحوائط الساندة فيفضل إخفاءها بالتشجير المكثف حولها.

٩- التصميم المتكامل لشبكة المشاة الرأسية والأفقية، يفضل إيجاد نقاط التقاء بينهما، ويمكن أن تكون مكشوفة عند نقاط التقاءات الطرق، وبحيث تكون واجهة المدينة على منحدر بها شبكة مشاة كاملة في الاتجاهين، أفقياً عبر المصاطب ورأسياً عن طريق درجات السلالم المكشوفة، شكل (٣-٦٥).

١٠- مراعاة تصميم مخارج للطوارئ بشبكة الطرق، بحيث تراعي احتمالات الانهيارات الصخرية أو التآكل والحرائق والزلازل، وتخصيصها لاستخدام الطوارئ فقط.



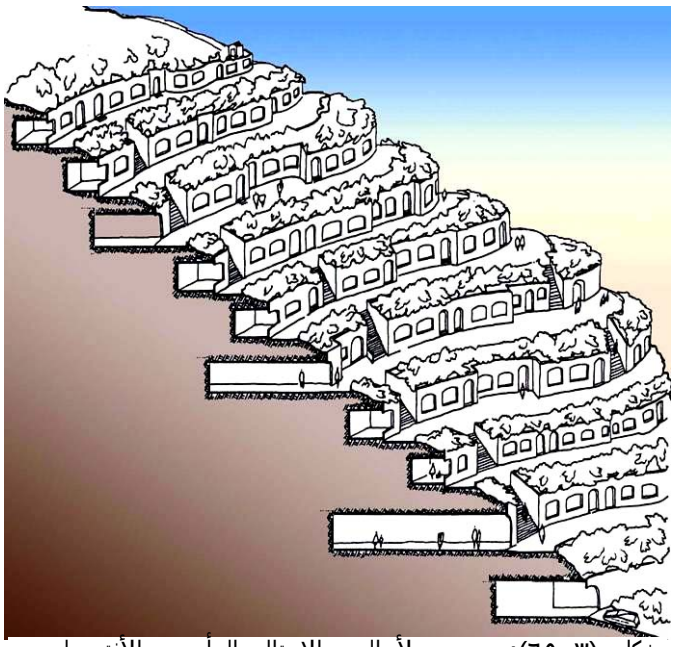
شكل (٣-٦٣): مراعاة الحفاظ علي الشكل العام الجيومورفولجي للموقع وبناء تكوين متجانس مع خط السماء. Golany G., 1983, P.180



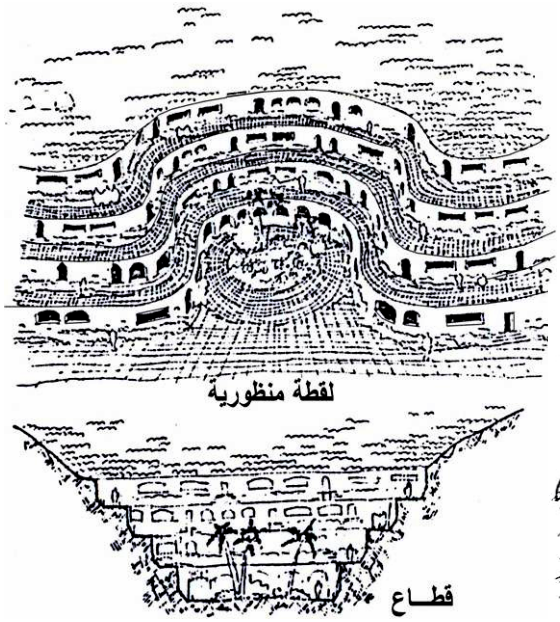
شكل (٣-٦٤): ملاحظة البعد الجمالي الذي يمكن الحصول عليه عند احترام طبوغرافية الموقع.
Golany G., 1983, P. 183

١١- الحفاظ على معالم جيومورفولوجية للموقع بأقل تغييرات ممكنة، حيث أن لكل منحدر شخصيته المميزة التي يمكن توظيف كل منطقة منها حسب الاستخدام الأمثل لها، مما يساهم في زيادة التفاعل الاجتماعي للسكان، شكل (٣-٦٦)، (٣-٦٧).

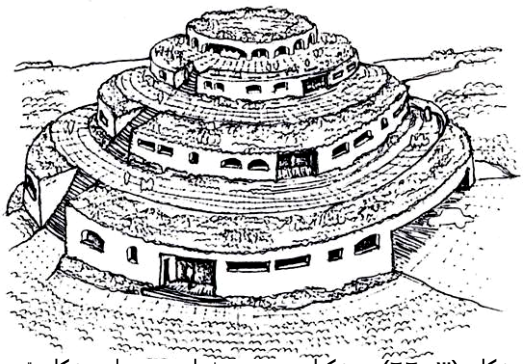
في ظل التكنولوجيا الحديثة والقدرة على التصميم المبتكر، يمكن بناء أي نمط من الفراغات المحفورة في المنحدرات ومن ثم تظهر مستويات متعددة من المعيشة، فبالتصميم الابتكاري يمكننا إتاحة الضوء الطبيعي وأشعة الشمس والتهوية الجيدة والاتصال بالبيئة الخارجية إلى عمق الفراغ الأرضي. وبالتكنولوجيا الحديثة يمكننا استغلال أي منحدر وتمهيده للبناء عليه، شكل (٣-٦٩)، (٣-٧٠).



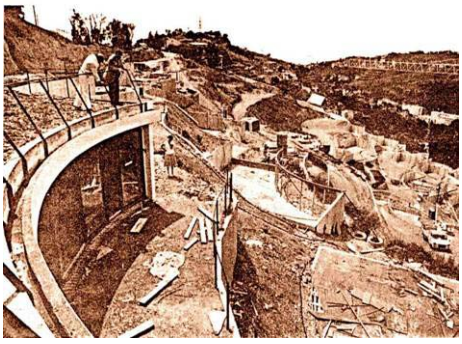
شكل (٣-٦٥): تصور لأساليب الانتقال الرأسي والأفقي لتجمع لمبانى محمية بالتربة على المنحدرات. Golany G., 1996, P. 142



شكل (٣-٦٧): التشكيل الجيومورفولجي الفريد يبعث على الإحساس بخصوصية الفراغ العمراني. Golany G., 1983, P. 182.



شكل (٣-٦٦): تشكيل جيومورفولوجي علي شكل قبة يمكن استغلاله للبناء بالفراغ الأرضي، وعمل مركز تجمع ترفيهي بالأعلى. Golany G., 1983, P. 18



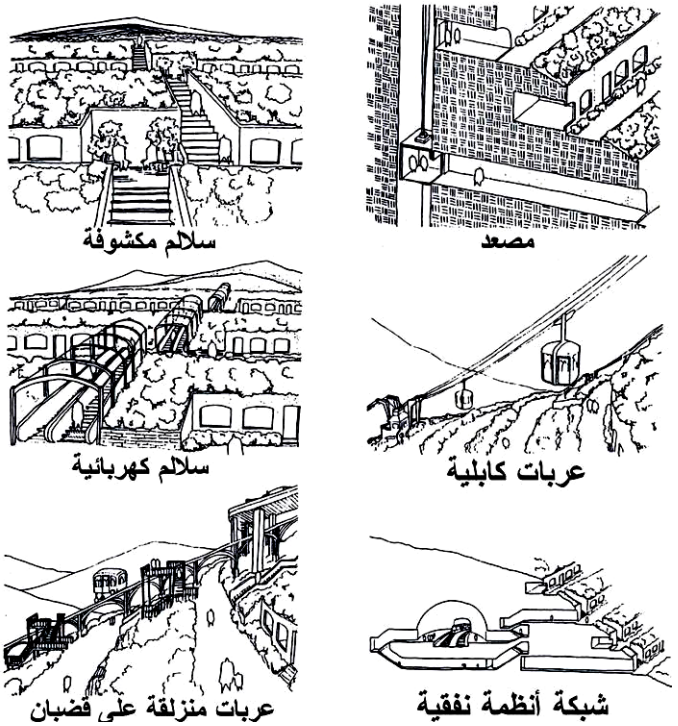
شكل (٣-٦٩): عمليات التمهيد والبناء في موقع ببلدة Val Bonne بفرنسا. Carmody J.& Sterling R., 1985, P.54.

شكل (٣-٧٠): الموقع بعد الانتهاء من البناء عليه، المباني المصطبة بواجهات عادية ونوافذ بمسطحات كبيرة. Carmody J.& Sterling R., 1993, P.202.

٣-٢-٣-٣ أسس تخطيط شبكة المرور في المواقع المائلة.

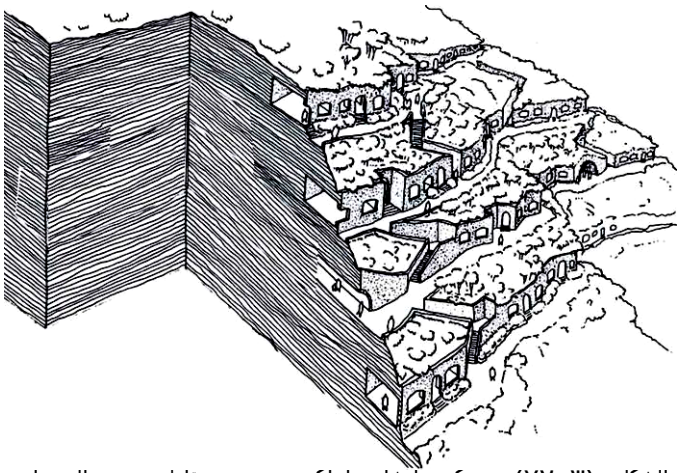
هناك ملامح طبوغرافيـة مختلفـة للمنحدرات يمكن اسـتغلالها بفاعليـة لإقامة شبكة المـرور الآلـي علـى المنحدر الأرضي، ويمكن أن تسـهل الحركة الأفقيـة والرأسـية، ولكنهـا بالطبع ليست بالكفاءة الموجودة فـي الأراضي المسطحة التي توفر الحركة السهلة بسبب انتظام الطبوغرافية بها.

إن المنحدرات تواجه عوائق خاصة بها بسبب طبيعتها الطبوغرافية الغير منتظمة، أهمها الحركة من مسـتوى أفقي لآخر، وهـي صـعوبة يمكـن التغلب عليها بإنشاء درجات السـلالم الممتدة القاطعة لخطـوط الكنتـور أو المصـاعد أو السـلالم الكهربائيـة المتحركـة أو العربـات الكابليـة أو العربات المنزلقة علـى قضـبان أو الأنظمة النفقية المتشابكة والمنتشـرة خلف التجمع السكني، شكل (٣-٧١).



الشكل (٣-٧١): مقترحات مختلفة لأساليب الانتقال الرأسية والأفقية عبر المنحدرات. Golany G., 1996, P. 173

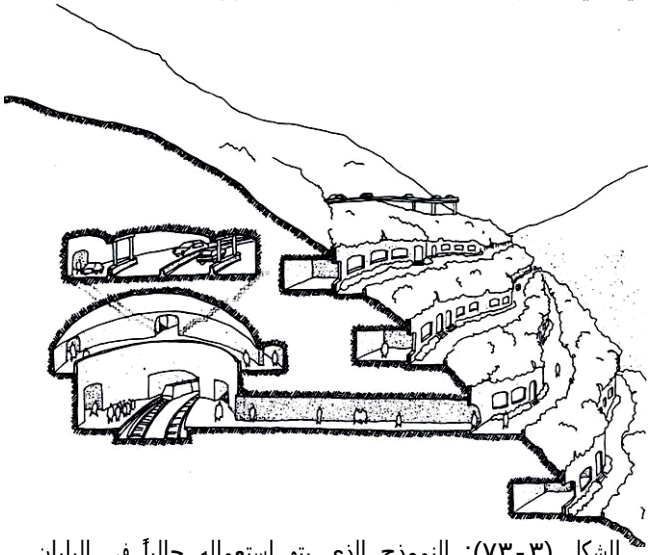
أما في المنحدرات الشـديدة ففـي الغالب لا يصلح إلا أن تكون سـلالم مكشوفة مخترقة للتجمـع الحضـري القائم كشبكة فوق أرضـية، ويجـب على المخطط أن يعتبر خط الكنتـور هو الخط الأساسي لحركـة المشـاة والمواصلات الأفقية، كما يجـب أن يضع في الاعتبار نقاط التقاطعات بين حركة المشاة وطرق الطوارئ عنـد تصميم شبكة الطرق، وتعتبر السلالم المكشوفة من أنسب الوسائل لتحقيـق وسيلة ملائمة لربط الأراضي المائلة واسعة النطاق، كما يمكنها أن تقترب من مباني الفراغ الأرضي المائل من عـدة نقـاط وزوايـا، ومسافات مختلفة، فتوفر عدة نقاط للصعود في مسارات محددة للحركة، شكل (٣-٧٢).



الشكل (٣-٧٢): يمكن إنشاء اماكن تجمع تتقاطع مع الممرات المكشوفة للمشاة في نقاط محددة لصعود السلالم المكشوفة.
Golanv G.. 1996. P. 138.

أما في اليابان يتم حالياً إنشاء قطار جديد **Post – Bullet Train** كشبكة نفقية في إطار إقليمي واسـع يبلغ مداه حوالي ٦٠٠ كم طولاً لخدمة مجاورة سكنية مقامة على فراغ أرضى مائـل، شـكل (٣-٧٣). (Gideon S. Golany, 1996, P.136).

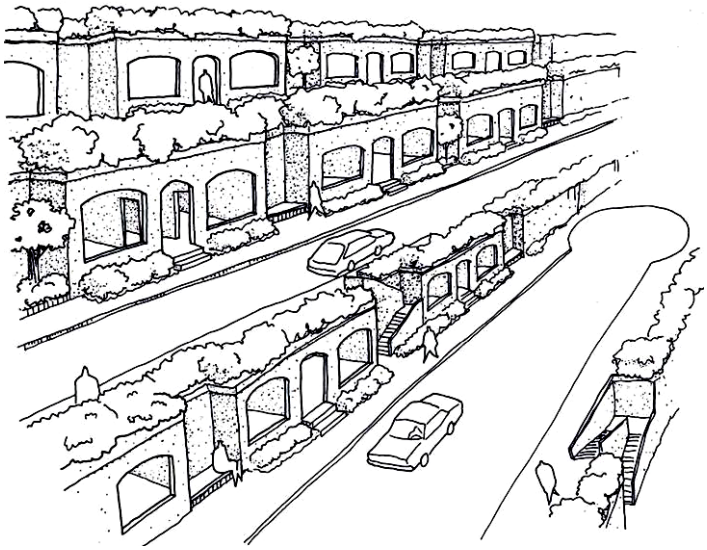
يعتبر تصميم شبكة طرق المرور الآلي في الفراغات الأرضية على موقع مائل من أصعب المشكلات التي تواجه المصمم والمخطط، ويمكن الاستعانة بأنفاق للمشاة أو أنفاق للمرور الآلي لتخفيف الضغط على شبكة المرور الآلي الفوق أرضية أو خدمة بعض النقاط التي لا تصل إليها. كما تراعى أماكن انتظار السيارات داخل التجمع الحضري.



الشكل (٣-٧٣): النموذج الذي يتم استعماله حالياً في اليابان بالفراغ الأرضي، من أنفاق للمرور الآلي، وأنفاق للمشاة وشبكة القطارات النفقية الممتدة. Golany G., 1996, P.139.

يفضل أن تكون شبكة المرور الآلي الفوقية محددة في بعض الأماكن، وفى أماكن أخرى يمكن أن يقتصر دورها على حالات الطوارئ فقط، شكل (٣-٧٤).

تعتبر **السلالم** أكثر الوسائل شيوعاً في الاستخدام للانتقال من مستوى لآخر عبر الحركة الرأسية على مستوى المجاورات السكنية الصغيرة بالمواقع المائلة.



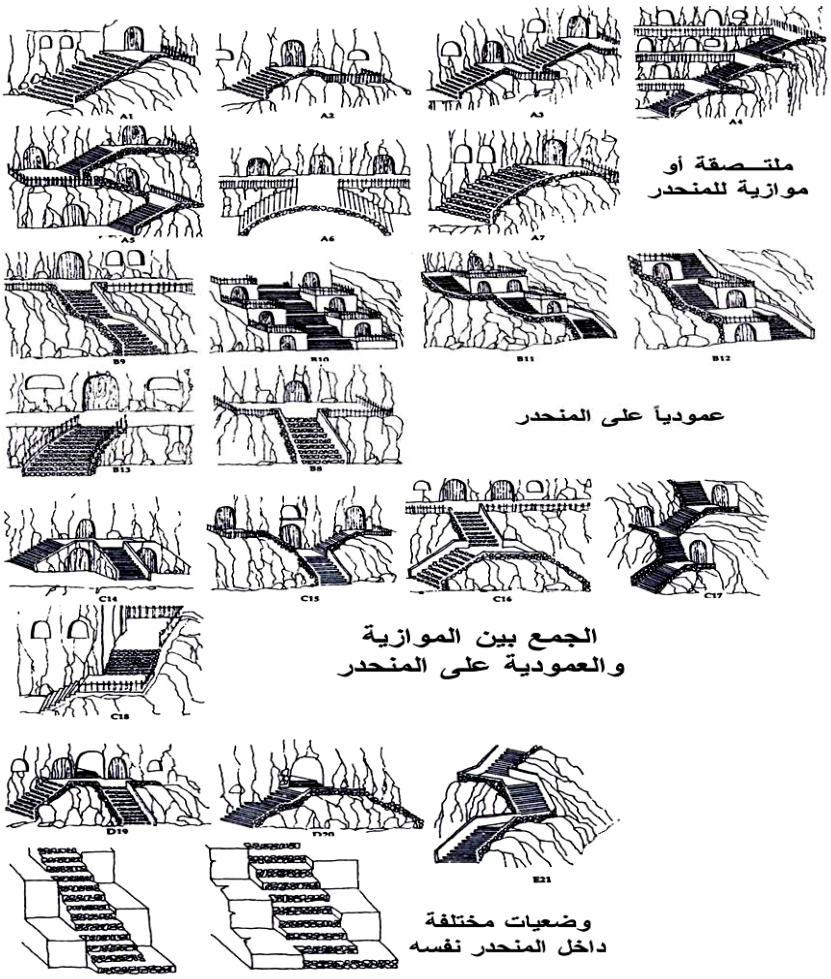
الشكل (٣-٧٤): تخيل لطرق المرور الآلي في مجاورة سكنية محاطة بالتربة علي منحدر وإمكانية تحديد مرورها وسط التجمع السكني. Golany G., 1996, P. 140.

وقد استخدم اليونانيون القدامى السلالم بكثرة للتنقل خلال الطبوغرافية الوعرة التي تتميز بها بلادهم وتم دمجها بمنتهى الكفاءة وسط النظام التخطيطي الشبكي للمدن (Gideon S. Golany, 1996, P.138)، لكن استخدام السلالم للتنقل عبر مستويات الطبوغرافية الطبيعية بالمواقع يمكن أن يتطلب مجهوداً بشرياً كبيراً، حيث من المحتمل أن تكون طويلة نوعاً ما، ولذلك يجب الاهتمام بتصميم تشكيلات متنوعة وقابلة للتغير لتلائم جميع المتطلبات حسب تخطيط كل موقع، شكل (٣-٧٥).

ويجب أن يكون عرض السلالم مصمماً بحيث يتسع لأكثر من فرد، ويفضل أن تكون مظللة في تكوين مريح بصرياً وعملياً، كما يفضل توفير أماكن للانتظار والراحة عبر السلالم حتى لا تكون مرهقة، وفى نفس الوقت يمكن أن توفر تلك الأماكن إطلالة مميزة على الوادي المنخفض عبر المنحدر.

يمكن استخدام شبكة السلالم المكشوفة كحل بديل على المستوى المصغر للتجمع السكنى في حالات الطوارئ، وهى بطبيعتها تثرى المخطط العمراني، خاصة إذا حظيت بالاهتمام التصميمي وأقيمت بشكل جمالي متكامل مع طبيعة المنحدر، كما أنها تعتبر مطلاً طبيعياً مفتوحاً على البيئة المحيطة.

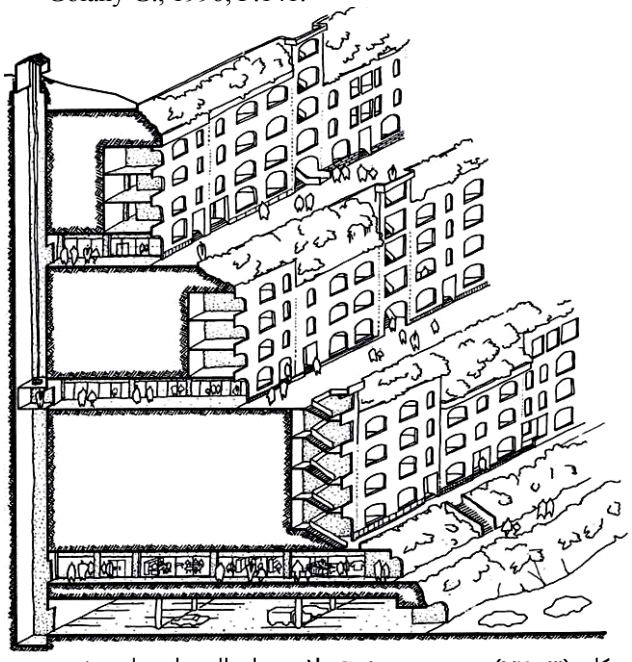
وفي المنحدرات الحادة يقترح Golany استخدام **المصاعد** للنقل الثقيل في الحركة الرأسية، وتكون في العمق داخل المنحدر وتتصل بشبكات مرور المشاة أو الممرات النفقية ومنها إلى واجهة المنحدر عبر ممرات عرضية، ويمكن في هذه الحالة أن تتصل أيضاً بالمراكز التجارية أو مسطحات الجراجات بالفراغ الأرضي، شكل (٣-٧٦).



شكل (٣-٧٥): تشكيلات متنوعة لوضعيات السلالم يمكن استخدامها للتنقل خلال المنحدرات لخدمة المباني داخل الفراغ الأرضي وإتاحة الخصوصية لكل وحدة على حدة. Golany G., 1996, P.141.

والوضعية المفضلة للمصاعد هي أن تكون خارج المنحدر وبواجهة مفتوحة على المنظر البانورامي الخارجي فيمكن في هذه الحالة أن تقلل من فوبيا المصاعد أو الأماكن المغلقة والمظلمة. لكن يجب تأمين سلامتها جيداً والحفاظ على الصيانة الدورية لها، كما يفضل أن تكون مؤهلة بشكل مناسب لخدمة المعاقين وكبار السن. (Gideon S. Golany, 1996, P.139).

ويرى البحث أنه يجب أن يتم الوضع في الاعتبار التكلفة العالية لمثل هذا الحل، وعدم إمكانية تطبيقه بشكل عملي في الدول النامية.



شكل (٣-٧٦):مقترح Golany لاستخدام المصاعد لتخفيف حدة الانتقال الرأسي على منحدرات إسرائيل، بين ممرات المشاة بالمستويات المختلفة بالمنحدرات الشديدة، وتتصل بمراكز تجارية وتجمعات خدمية بالفراغ الأرضي. Golany G., 1996, P.143.

أما عن **السلالم الكهربائية** والتي غالباً ما تستخدم في المراكز التجارية الكبرى، يمكن أيضاً استخدامها في المدن المقامة على منحدرات مائلة وهي وسيلة عملية للمسافات القصيرة نوعاً ما ويمكنها خدمة جميع الأعمار ولكنها غالباً لا تناسب احتياجات المعاقين أو كبار السن، وبالطبع يمكن التحكم في أوقات تشغيلها بحسب الضغط على وسائل المواصلات الأخرى.

وبالنسبة **للعربات الكابلية** فهي غالباً تستخدم على منحدرات جبال التزحلق على الجليد أو في المنتجعات السياحية المقامة على تلال منحدرة للمساعدة على الحركة الرأسية عبر المنحدر، وهى تعتبر أقل الطرق الميكانيكية المستخدمة في الحركة الرأسية من حيث التكلفة الاقتصادية (Gideon S. Golany, 1996, P.144) ، كما أنها تتميز بتوفير رؤية جذابة للمستخدم عبر المنحدر، إلا أنها على الجانب الآخر تعتبر غير مفضلة من جانب خبراء البيئة، حيث أنها من وجهة نظرهم تشوه المنظر الطبيعي للمنحدر.

وتعد **العربات المنزلقة** على القضبان الحديدية من الوسائل المستخدمة لحل مسألة الحركة الرأسية عبر الطبوغرافية الخاصة بالمنحدرات. ومن مميزاتها إمكانية وقوفها على مسافات متقاربة عبر المنحدر أو عند كل مستوى أفقي، كما أنها أن تتحرك أفقياً أيضا على طول خط كنتور واحد، ويمكن أن تسير في مسارات مكشوفة أو مسارات تحت الأرض بداخل المنحدر نفسه، حسب إمكانيات طبوغرافية كل منطقة.

هذا التصور عن شبكة المرور يقدم حلولاً عملية لطرق آمنة كما تحافظ على المناطق المزروعة على المنحدر، ومن ثم تؤكد التوجه في الحصول على بيئة صحية ونظيفة خالية من التلوث والضوضاء.

وللحصول على مسارات حركة واضحة خلال حالات الطوارئ، يمكن تصميم ممرات المشاة الفوقية بطريقة ابتكارية يمكن تحويلها في حالات الطوارئ إلى المرور الآلي.

❋ **بعد دراسة عوامل اختيار وتخطيط المواقع المنحدرة يمكن استنتاج أنه:**

١- يمكن إعادة تقييم مبادئ اختيار المواقع في ضوء إمكانية دمج أنشطة الفراغ الأرضي مع الأنشطة العادية فوق الأرض، وتتيح المواقع المائلة هذا الدمج بأسلوب ابتكاري متميز.

٢- تقييم الميل ودرجة الانحدار من الأهمية بمكان، حيث أن الميل أقل من ٤٪ يبدو كأنه مسطح بينما الميل بين ٤: ١٠٪ يعتبر ميلاً طفيفاً، أما إذا زاد عن ١٠٪ فإنه يأخذ شكل المنحدر، والأخير هو الذي يمكن استغلاله في المباني المغطاة بالتربة والتي يمكن بناؤها حتى درجة ميل ٥٠٪، ولكن يفضل ألا يزيد الميل عن ٢٥٪، أما درجات الميل الأقل من ١٪ فإنها تواجه مشاكل في الصرف الصحي بالنسبة للمباني المحمية بالتربة، بينما التي تكون أكثر من ٢٥٪ تكون عرضة للتجريف في حالة ما إذا كانت التربة دقيقة الحبيبات وعرضة للأمطار الغزيرة. (Max. R. Terman, 1985, P.49).

٣- للوصول بالمخطط الحضري إلى أفضل النتائج على المواقع المنحدرة، توجد بعض **المبادئ الأساسية التي يجب المحافظة عليها عند تصميم بيئات الفراغ الأرضي المائل**، وهي: اختيار الموقع، التوجيه، إمكانية الوصول، الاتصال البصري بالبيئة الخارجية، والتهوية الطبيعية، جدول (٣-٨).

أ- اختيار الموقع:

إن بيئات الفراغ الأرضي يفضل أن تكون على المنحدرات وليس المواقع المسطحة فالمنحدرات تقدم أشكالاً جيولوجية متنوعة تتيح فرصة أكبر لتصميمات أكثر تنوعاً، كما أن المنحدرات تقلل – إن لم تزيل – شعور فوبيا الأماكن المغلقة أو الضيقة وتضاهي مميزاتها مميزات الأراضي المسطحة.

ب- التوجيه:

التوجيه المفضل للبناء على المنحدرات نحو الشمال والشمال الشرقي أو الشمال الغربي في المناطق الحارة- الجافة أو الرطبة، ومن جهة أخرى يفضل التوجيه نحو الجنوب والجنوب- الشرقي أو الجنوب- الغربي في المناطق المعتدلة أو الباردة. مع التصميم الابتكاري يتيح هذا التوجيه في المناطق المعتدلة أفضل اختراق لأشعة الشمس والضوء الطبيعي إلى العمق داخل المنزل، وفي بعض الأحيان يكون مشابهاً إن لم يكن أفضل من بعض المباني العادية فوق الأرض بالمواقع المسطحة، والتي أحياناً نظراً لبعض الظروف التصميمية وارتفاع الكثافة البنائية، لا تتمتع بالإضاءة الكافية والهواء المطلوب.

جـ- إمكانية الوصول:

يفضل أن يكون الدخول إلى المنزل المقام في الفراغ الأرضي بطريقة الصعود وليس الهبوط، فيتيح صعود بعض درجات سلم لدخول المنشأ الشعور بالبناء العادي ويقلل من إحساس الخوف من النزول تحت الأرض والأماكن المغلقة.

د- الاتصال البصري بالبيئة الخارجية:

يفضل أن يسمح التصميم برؤيا مباشرة بين البيئة الداخلية والبيئة المحيطة الخارجية، وفي هذه الحالة تكون لأسفل إلى الوادي المنخفض، ففي هذا الوضع يمكن أن يكون المستخدم جزءاً من البيئة المحيطة ويشعر بالتناغم بينه وبين الجو الخارجي من: أشجار وسحب ورياح وطيور وحركة البشر.

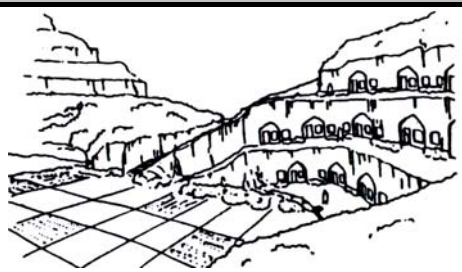
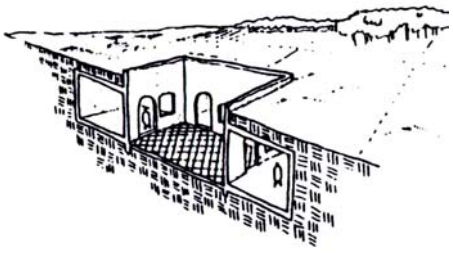
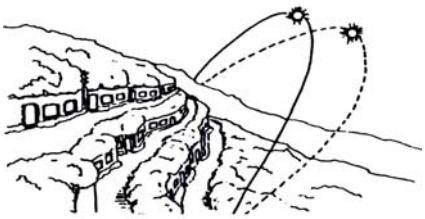
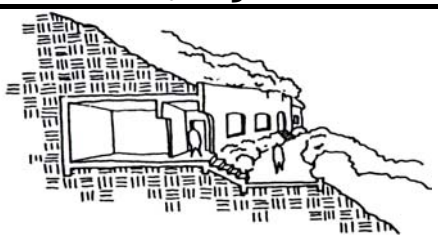
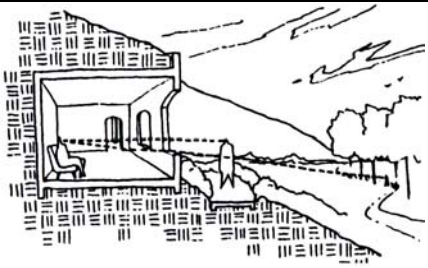
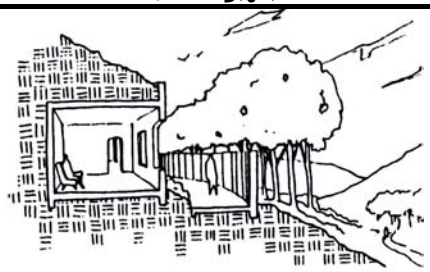
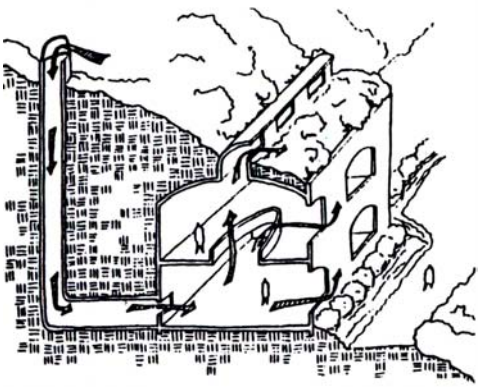
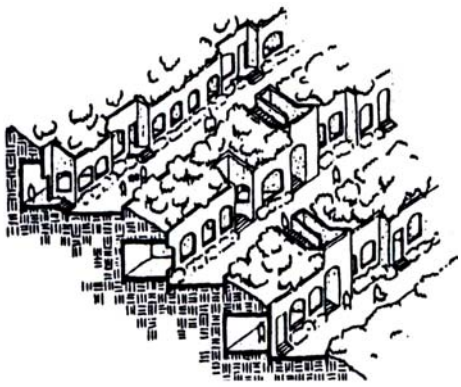
هذا الاتصال البصري يجعل البيئة الطبيعية عنصراً تكاملياً للبيئة الداخلية، مما يساعد على إزالة الشعور بفوبيا الأماكن المغلقة.

هـ- التهوية الطبيعية:

من الأهمية بمكان أن يوفر التصميم تهوية طبيعية فعالة إلى العمق داخل البناء، وذلك باستخدام وسائل التهوية السالبة الفعالة. وبطبيعة المنحدرات فإنها عادة ما توفر حركة رياح نشطة، يمكن الاستفادة بها بطرق ابتكارية للحصول على تهوية فعالة بمساعدة ملاقف الهواء أو بعض الطرق الأخرى، وفى المناخ الحار- الرطب يعتبر هذا المبدأ أساسياً لا غنى عنه.

إن العيب الرئيسي لمعظم مدننا هو اختيارهم على مواقع مسطحة منخفضة، حيث أنها أثبتت ارتفاع تكلفتها وتأثيرها السلبي على صحة الإنسان، لأنها تعانى من ارتكاس الهواء وزيادة حدة الإشعاع الشمسي المنعكس والاختناقات المرورية، كما أن زيادة ارتفاعات المباني وتلاصقها تحجب رؤية البيئة المحيطة.

جدول (٣-٨): المبادئ الأساسية الواجب مراعاتها عند محاولة البناء في الفراغ الأرضي على المنحدرات.
Based on: Golany G., 1996, P. 135

	وضعية مفضلة	وضعية غير مفضلة
اختيار الموقع	 علي منحدر	 موقع مسطح
التوجيه	نحو الشمال	 نحو الجنوب وجنوب شرقي أو جنوب غربي
إمكانية الوصول	 بالصعود نحو البناء	بالهبوط لأسفل
الاتصال البصري بالبيئة الخارجية	 اتصال بصري مباشر بالوادي المنخفض	 منظر مغلق
التهوية الطبيعية	 تهوية سالبة فعاله عن طريق ملاقف سحب الهواء	 الافتقار إلى التهوية العابرة

محتويات الباب الثالث:

٣- الباب الثالث: اعتبارات اختيار وتخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة. ٧٤
٣-١ العوامل المؤثرة على اختيار الموقع. ٧٤
٣-١-١ عوامل جيومورفولوجية مؤثرة على اختيار الموقع. ٧٥
٣-١-١-١ اختيار الموقع تبعاً للتركيب الجيولوجي للتربة. ٧٥
٣-١-١-٢ تأثير مكونات التربة والمياه الجوفية على البناء المحمي بالتربة. ٧٨
٣-١-١-٣ اختيار الموقع تبعاً للطبوغرافية. ٧٩
٣-١-٢ عوامل مناخية مؤثرة على اختيار الموقع. ٨١
٣-١-٢-١ اختيار الموقع بالنسبة للشمس واتجاهاتها. ٨١
٣-١-٢-٢ اختيار الموقع بالنسبة للرياح والرمال السافية. ٨٥
٣-١-٢-٣ اختيار الموقع بالنسبة للأداء الحراري والرطوبة النسبية. ٨٧
٣-١-٣ عوامل بيئية مؤثرة على اختيار الموقع. ٨٧
٣-١-٣-١ تأثير الهيدرولوجيا (الأمطار ومصادر المياه) على اختيار الموقع. ٨٨
٣-١-٣-٢ أثر الزراعات الطبيعية على اختيار الموقع. ٨٩
٣-١-٣-٣ عوامل بيئية أخرى مؤثرة على اختيار الموقع (ثروات حيوانية - تلوث). ٨٩
٣-١-٤ إمكانية الوصول للموقع. ٩١
٣-٢ أسس واعتبارات تخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة. ٩٣
٣-٢-١ تشكيل الخلايا التخطيطية. ٩٣
٣-٢-٢ الكثافات البنائية. ٩٥
٣-٢-٢-١ الكثافات البنائية لموقع به مباني محمية بالتربة ذو واجهة واحدة. ٩٦
٣-٢-٢-٢ الكثافات البنائية لموقع به مباني محمية بالتربة ذات فناء داخلي. ٩٨
٣-٢-٣ استعمالات الأراضي وشبكة الطرق. ١٠٠
3-2-3-1 التنسيق بين التداخل والفصل التام في استعمالات الأراضي. ١٠٠
٣-٢-٣-٢ أسس واعتبارات تصميم شبكة الطرق بالموقع ذات المباني المحمية بالتربة. ١٠١
3-2-4 توجيه تخطيط الكتل البنائية بالموقع. ١٠٥
٣-٢-٤-١ توجيه المخطط بالنسبة للشمس واتجاهاتها. ١٠٥
٣-٢-٤-٢ توجيه المخطط بالنسبة للرياح واتجاهاتها. ١٠٥
٣-٢-٤-٣ الاعتبارات البصرية وتأثيرها على تخطيط الموقع. ١٠٦
٣-٢-٥ التشجير الملائم حول وداخل الموقع. ١٠٦
٣-٢-٥-١ التشجير والإشعاع الشمسي. ١٠٦
٣-٢-٥-٢ التشجير للتحكم في الرياح. ١٠٨
3-3 البناء على مواقع منحدرة (كحالة خاصة). ١١١
٣-٣-١ العوامل المؤثرة على اختيار المواقع المنحدرة ١١١
٣-٣-١-١ درجة ميل الموقع. ١١٢
٣-٣-١-٢ توجيه الموقع بالنسبة للميل. ١١٢
٣-٣-٢ العوامل المؤثرة على تخطيط موقع مائل به مباني محمية بالتربة. ١١٣
٣-٣-٢-١ تأثير درجة ميل الموقع على التخطيط. ١١٣
٣-٣-٢-٢ بعض الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تخطيط المواقع المائلة. ١١٤
3-3-2-3 أسس تخطيط شبكة المرور في المواقع المائلة. ١١٧

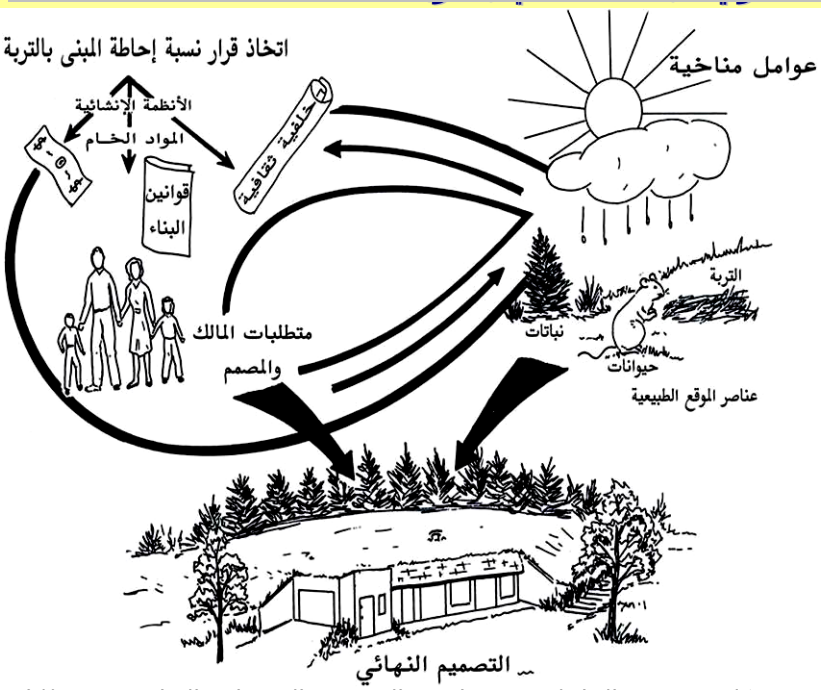
٤- الباب الرابع: الاعتبارات التصميمية للبناء المحمي بالتربة.

يهدف هذا الباب إلى حل إشكالية تصميم البناء المحمي بالتربة من جميع الجوانب المحيطة به والتي تتعامل مع هذا الأسلوب على مستوى المبنى. وتشمل الاعتبارات المختلفة المؤثرة على المبنى اعتبارات التصميم المعماري، واعتبارات توفير الطاقة، والاعتبارات السمعية والبصرية، والاعتبارات الإنشائية. ويهدف الباب إلى دراسة تأثير كلٍ من تلك الاعتبارات مع مختلف الظروف على المبنى المحمي بالتربة من حيث الشكل والحجم وأسلوب التصميم المعماري والإنشائي.

٤-١ اعتبارات التصميم المعماري للبناء المحمي بالتربة Designing an Earth Shelter.

إن العملية التصميمية لمبنـى محمياً بالتربـة هـي عمليـة معقدة وتعتمد علـى عوامـل مختلفة ومتشابكة، فهي ليست وصفة ثابتة تؤدي إلى نفـس النتيجة في الظروف المختلفة.

ولكي نبدأ العملية التصـميمية لبناء محمي بالتربة يتطلـب ذلك تحليل منطقي للظـروف المحيطـة بـالمبنى وفـى صدارتها العوامل الطبيعيـة، ثم ملاءمة تخطـيط الموقـع والهيكـل الإنشـائي للمبنـى، وبالتالي تمثل العملية التصميمية نموذجاً معقداً يتجاوب مع متطلبـات كـل مـن المالـك والمصـمم والظروف المناخية وظروف الموقع في نظام تفاعلي مع الموارد والاحتياجات والمعلومات المتـوفرة عن الموقع، شكل (٤-١)



شكل (٤-١): التفاعل بين عناصر الموقع، والمؤثرات المناخية، ومتطلبات المالك في نظام تكاملي لخدمة التصميم. Max R. Terman, 1985, P. 72.

بالطبع يمر أي بناء بتلك المراحل لكن البناء المحمي بالتربة يتطلب دراسة جميع تلك النقاط بعناية، حيث أنها مؤثرة بشكل فعال في العملية التصميمية.

هناك مدخلان رئيسان يمكن على أساسهما بدء العملية التصميمية واختيار نوعية البناء المحمي بالتربة الملائمة للإنشاء حسب ظروف الموقع، وهما: **العلاقة بالسطح ونوعية الفتحات**.

وقد تمت مناقشة تلك التصنيفات في جدول (١-٤) بالباب الأول، ونتناول في هذا الجزء دراسة الأسلوب التصميمي لكل منهما بشئ من التفصيل.

وعليه، يهدف هذا الجزء من البحث الوصول إلى اعتبارات التصميم المعماري من كافة الأوجه المرتبطة بالبناء، وذلك من حيث: العلاقة بالسطح، ونوعية الفتحات، وشكل المبنى وتوزيع الفراغات، وأسلوب تصميم النوافذ كفتحات للإضاءة والتهوية الطبيعية، وأسلوب وأنواع تصميم المداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة، كالجراجات وما إلى ذلك. حتى يمكن تكوين صورة شاملة عن أسلوب تصميم البناء المحمي بالتربة كوحدة متكاملة في حد ذاته.

٤-١-١ العلاقة بالسطح.

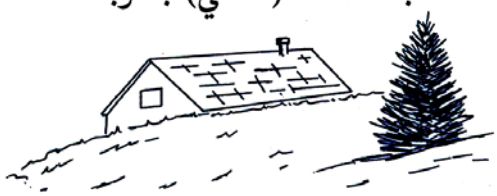
إن التساؤل الذي دائماً ما يطرح نفسه في بداية العملية التصميمية لبناء محمي بالتربة هو نوعية علاقته بالسطح، أو بتعبير أدق علاقته بمنسوب الصفر.

فالبناء المدفون Earth – Bermed هو بناء شبه عادى من الدرجة الأولى، لكنه محمياً بالتربة من الحوائط وأحياناً يكون سقفه غير مغطى بالتربة، بينما البناء المغطى بالتربة Earth – Covered يبتعد عن السطح بمقدار تغطية سطحه بالتربة إلى جانب إحاطة حوائطه بالتربة فيما عدا واجهة واحدة بالطبع وهذا النوع يتطلب دراسات أكثر عمقاً وتفصيلاً.

والقرار فيما إذا كان البناء المحمى بالتربة نوعية إنشائه تحت سطحي أو محمياً بالتربة يتوقف على عدة عوامل أهمها: عوامل بيئية واقتصادية والأداء الحراري والحماية من العوامل الطبيعية المحيطة ومتطلبات الصيانة وبالطبع في المقام الأول العوامل الجمالية والتميز التصميمي.

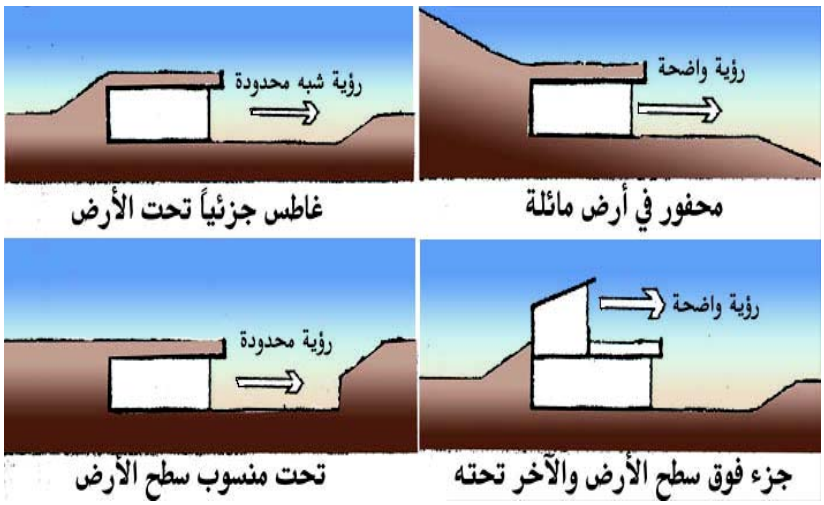
والجدول (٤-١) يوضح مميزات كل من البناء المغطى بالتربة Earth Covered (تحت منسوب الصفر)، والبناء المحمي بالتربة Earth – Bermed (فوق منسوب الصفر)، لتسهيل اتخاذ قرار المفاضلة بينهما.

جدول (٤-١): مميزات كلاً من البناء المحمي بالتربة والبناء المغطى بالتربة (المدفون).
Based on: Max R. Terman, 1985, P. 74.

(فوق منسوب الصفر) Earth - Bermed	بناء مغطى بالتربة (تحت منسوب الصفر) Earth – Covered
بناء محاط (محمي) بالتربة 	بناء مغطى بالتربة (مدفون)
• تكلفة إنشاء مبدئية أقل من البناء تحت منسوب الصفر نتيجة عدم تغطية السقف. • اقرب إلى البناء العادي ومن ثم أسهل في تقبله. • لا يحتاج إلى اعتبارات فنية أو عزل في السقف وبالتالي يكون أسرع في إنشائه.	• تقليل أثر البيئة الخارجية على المبنى. • تقليل الفقد الحراري في المناطق الباردة. • تسريع الفقد الحراري في المناطق الحارة. • تقليل الاكتساب الحراري في المناطق الحارة. • تقليل التذبذبات الكبيرة في درجات الحرارة على مدار اليوم. • تقليل الفارق الكبير في درجات الحرارة الموسمية. • حماية أكبر من العواصف والمخاطر الطبيعية. • يحتاج صيانة اقل. • إتاحة استخدام مساحة أكبر من الأرض والحفاظ على الطبيعة.

ويعد الأداء الحراري للبناء المغطى بالتربة أفضل من الآخر المحمي بالتربة التقليدي السقف، كما يمكن أن يكون البناء أعلى منسوب الصفر ومغطى بالتربة بحيث يجمع مميزات كلا النوعين.

ومع دراسة العديد من العوامل المحيطة بالموقع نلاحظ أن درجة العلاقة بالسطح وتغطية السقف من عدمه هي في المقام الأول استجابة تصميمية للعوامل المناخية والبيئية الخاصة بالموقع.



شكل (٤-٢): علاقة المبنى بالسطح وتأثيره على مجال الرؤية.
Minnesota University, 1979, P.38.

وبالنظر إلى علاقة المبنى بالسطح يلاحظ أنها تؤثر بشكل واضح على مجال الرؤية، حيث يلاحظ أن المبنى المحفور كلياً تحت منسوب الصفر يقدم مجال رؤية محدودة وبالتالي يمتاز بالخصوصية، وذلك في الأرض المنبسطة بينما تكون الرؤية مفتوحة أكثر في المباني المحفورة جزئياً، وتتضح تماماً في الأراضي المائلة، شكل (٤-٢).

هناك عامل ثالث قد يؤثر على علاقة المبنى بالسطح وهو طبيعة استخدام هذا السطح، فقد يكون الارتفاع فوق منسوب الصفر غير مرغوباً كما في الصين، حيث تستخدم الأراضي في الزراعة أو لأغراض أخرى، وعليه تكون الإجابة على التساؤل المطروح حول اتخاذ قرار علاقة المبنى بالسطح، يجب أن تؤخر حتى يتم تجميع المعلومات والإحاطة التامة بجميع ظروف الموقع والمشروع وطبيعة الاستخدام العلوي للسطح إلى جانب نوعية التربة ونوعية الهيكل الإنشائي المقرر استخدامه.

٤-١-٢ نوعية الفتحات.

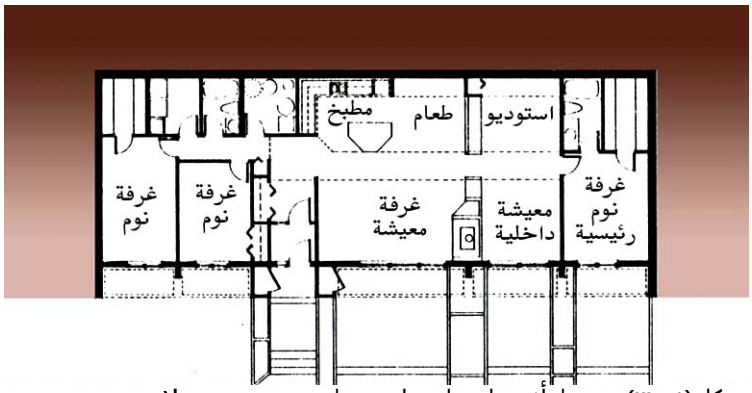
وهى تعد المبدأ الأساسي لتقسيم المباني المحمية بالتربة، فنوعية الفتحات تعطى مؤشرات واضحة عن أسلوب تصميم البناء، وقد قسمت معامل كينيث المباني المحمية بالتربة تبعاً لنوعية الفتحات إلى أربعة أنواع رئيسية (Carmody, 1985, P. 10):

١- فراغات عديمة النوافذ **Chamber.**
٢- المباني المحمية بالتربة ذات الواجهة الواحدة **Elevational.**
٣- المباني المحمية بالتربة ذات الفناء الداخلي **Atrium.**
٤- المباني المحمية بالتربة متعددة الفتحات أو مخترقة للتربة **Penetrational.**

النوع الأول بالطبع لا يمكن استخدامه في المساكن، أما النوعان الرئيسان المستخدمان كمداخل تصميمية للبناء المحمي بالتربة هو أسلوب الواجهة الواحدة (حيث تجميع الفتحات على واجهة واحدة)، وأسلوب الفناء الداخلي (حيث تجميع الفتحات كلها على فناء داخلي متوسط داخل البناء). والنوع الأخير المتعدد الفتحات يمكن استخدامه أيضاً لكن الشائع من الخبرات الفعلية هو استخدام كلا النوعين ذو الواجهة الواحدة وذو الفناء الداخلي، ومن هذا المنطلق سيتم تناولهما بشئ من التفصيل بالجزء التالي.

٤-١-٢-١ المباني المحمية بالتربة ذات الواجهة الواحدة (Elevational Type).

إن أسلوب البناء ذو الواجهة الواحدة يمكن استخدامه في المناطق الشديدة الحرارة أو معتدلة المناخ، حيث أن التوجيه المناسب للواجهة الوحيدة للمنزل هو الذي يتحكم في الكفاءة الحرارية للبناء، ويفضل التوجيه نحو الشمال أو الشمال الشرقي بالأجواء الحارة لتقليل الاكتساب الحراري.



شكل(٤-٣):مسقط أفقي لمنزل خاص ببلد Burnsvilleبولاية Minnesota
Carmody & Sterling, 1985, P.39.

والبناء ذو الواجهة الواحدة يمكن أن يكون مغطى السقف بالتربة، أو له سقف عادى ويمكن عزله عزلاً جيداً، وكلاهما يمكن أن يستخدم لنفس المسقط الأفقي، شكل (٤-٣).

وتتوقف عملية إحاطة السقف بالتربة على المناخ الخاص بالمنطقة التي يقام فيها البناء، حيث أن كتلة التربة فوق السقف تعمل كعازل حراري قوى للبناء ككل، فتعمل بالتوافق مع الحوائط على إيجاد مناخ مصغر خاص بالبناء لا يتأثر كثيراً بالفوارق الكبيرة في درجات الحرارة بالخارج والذي غالباً ما يتميز به مناخ الصحارى والمناطق المتطرفة المناخ.

وبالتحليل المعماري للمسقط الأفقي يلاحظ أن غرف النوم والمعيشة تقع في الجانب الشمالي للمنزل، ويتركز في هذا الجانب معظم فتحات التهوية للمسكن، بينما توجد الحمامات وغرف الخدمات في الجانب الجنوبي المغطى بالتربة، وبالنسبة للمطبخ وغرف الطعام فهي مفتوحة على المعيشة لتكتسب منها الإضاءة الطبيعية عبر الفتحات بالواجهة الشمالية، وعلى ذلك تتضح المشكلة الأساسية في هذا النموذج وهى مسارات الحركة فهي ليست بالكفاءة المطلوبة بسبب استطالة المسقط الأفقي، ويمكن التغلب على ذلك نوعاً ما بالدخول للمسقط الأفقي من المنتصف كما يظهر في التصميم.

وحتى تكتمل الصورة ويمكن الوصول إلى الشكل النهائي الأمثل للمبنى يفضل تقسيم المباني المحمية بالرتبة ذات الواجهة الواحدة تبعاً لطبوغرافية الموقع. فيمكن أن يكون البناء المحمي بالتربة ذو الواجهة الواحدة على المنحدرات أو بناء محمي بالتربة ذو واجهة واحدة على موقع مسطح. وفي الجزء التالي من البحث سيتم دراسة الأسلوب التصميمي لكل منهما بشئ من التفصيل.

أ- البناء المحمي بالتربة ذو واجهة واحدة على المنحدرات.

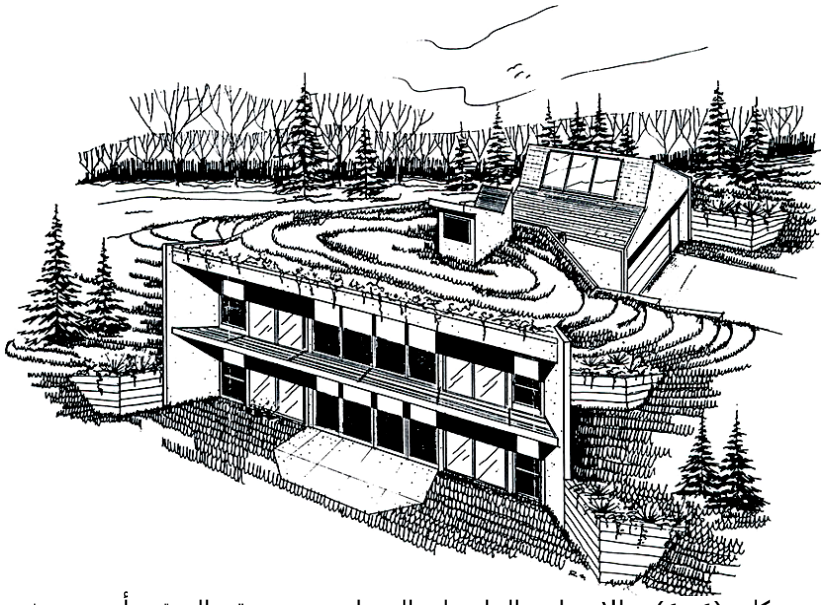
يمثل البناء المحمي بالتربة ذو الواجهة الواحدة على منحدرات في مواجهة الشمال الحل الأمثل بالنسبة للأجواء شديدة الحرارة، فالمباني بتلك الوضعية تكتسب مميزات عدة حيث يقل أو ينعدم الاكتساب الحراري من الفتحات وذلك لكونها موجهة نحو الشمال، بخلاف التوجيه للجنوب أو الشرق أو الغرب.

كما أن التوجيه نحو الشمال يتيح استقبال أكبر قدر ممكن من الرياح الباردة الشمالية المحببة لتلك الأجواء فيساهم في تجديد حركة الهواء داخل المنزل وإزالة أي آثار للهواء الساخن المتراكم بالداخل.

والأهم من ذلك هو تبريد كتلة التربة للهيكل الإنشائي للمبنى، والذي يتيحه الدفن الأرضي للمبنى وتلاصقه مع كتلة التربة، وهى الميزة الفريدة للبناء المحمى بالتربة بخلاف المباني العادية.

لكن أحياناً لا يفضل هذا النوع من الإنشاء المحمى بالتربة ذو الواجهة الواحدة في الأجواء الحارة الرطبة حيث تقل فيه التهوية العابرة وبالتالي لا تساهم بشكل فعال في التخفيف من حدة الرطوبة النسبية المرتفعة في تلك المناطق، إلا أنه يمكن التغلب على ذلك بعمل ملاقف للهواء للمساعدة على تجديد الهواء الداخلي كما يمكن الاستعانة بمراوح للمساهمة في تحريك الهواء الساخن للصعود إلى الملقف، ويحل محله هواءاً متجدداً من فتحات الشبابيك الشمالية مما يحد بشكل نسبى من تلك المشكلة.

بالإضافة لاحتمالية تكوين مظهراً خشناً في الواجهة ما لـم يراعى ذلك معمارياً من حيـث الألـوان وتصـميم الواجهـة المناسب والمتحد مـع الطبيعـة بشكل جمالي بالإضافة لعمليات تنسيق الموقع والتشجير المحيطة بالبنـاء والاهتمـام بالتفاصـيل المعمارية بالواجهة وحول البناء، شكل (٤-٤).

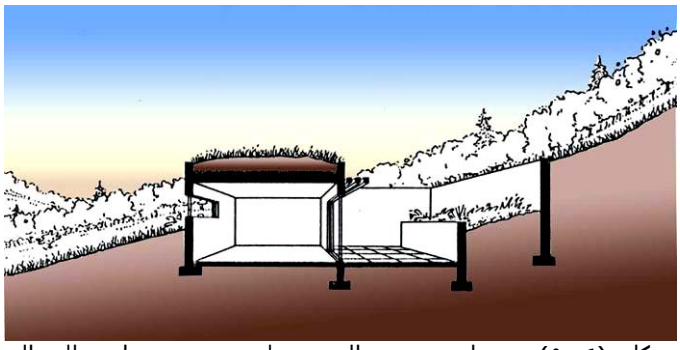


شكل (٤-٤): الاهتمام بالتفاصيل المعمارية وتنسيق الموقع أسهمت في حصول هذا التصميم لمبنى سكني على جوائز معمارية عالمية، لمكتب Max R. Terman, 1985, P.180..(Plymouth, Minnesota) Berg& Associate

والمشكلة الأساسية في البناء على منحدرات هي التغذية بالمياه مما يساهم بشكل نسبى في رفع التكلفة المبدئية للبناء، ولا يمثل الصرف الصحي بالنسبة لها أي مشكلة، كما أن تصريف مياه الأمطار يجب تصميمه بعناية حيث يفضل تحويل اتجاهه في مسارات خاصة حول البناء حتى تنحدر المياه حول واجهة البناء نفسه، لكن ذلك يساهم إلى حد ما في عدم تكامل البناء مع الطبوغرافية الطبيعية للموقع.

وبالنسبة للأجواء المعتدلة والتي تحتاج أحياناً إلى الإشعاع الشمسي فيمكن توجيهها نحو طبيعة المنحدر المواجه للشمال مع عمل فتحات خلفية جنوبية للحصول على الإشعاع الشمسي المطلوب، كما يمكن أن تستعمل كملقف للهواء، ويفضل في هذه الحالة أن تكون زاوية ميل المنحدر لا تعوق زاوية ميل الشمس في الشتاء لذلك يجب عدم وضع المعوقات من تشجير ونحوه بمواجهة الفتحات الجنوبية كي لا تعمل على إعاقة دخول الإشعاع الشمسي في الشتاء من الجزء الجنوبي.

إذا كان المطلوب الحصول على قدر أكبر من الإشعاع الشمسي، يمكن عمل فناء خلفي من جهة الجنوب لاستقبال الإشعاع الشمسي مع وجود حواجز أفقية للتحكم بكمية الإشعاع الساقطة على الواجهة، شكل (٤-٥).



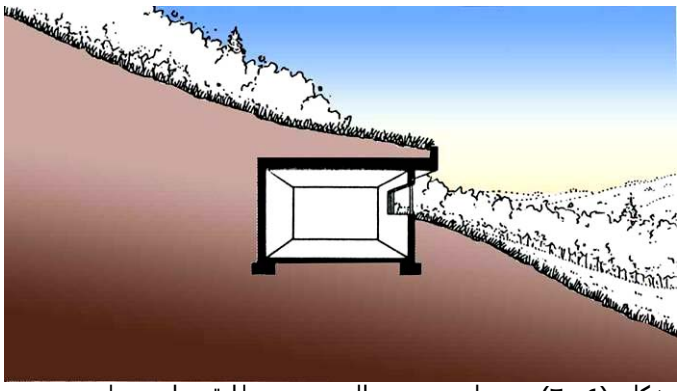
شكل (٤-٥): منزل محمي بالتربة على منحدر مواجه للشمال يحتوى على فناء داخلي للتشميس من جهة الجنوب.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P.41.

كما يجب مراعاة باقي المفردات التصميمية الخاصة بذلك الفناء الخلفي من حيث الزراعات والتبليطات وألوانها وملمسها مما يساهم في كمية الإشعاع المنعكس على الواجهة وبالتالي يؤثر على مقدار الحمل الحراري المطلوب اكتسابه من تلك الواجهة الجنوبية.

وفى حالة المنحدرات المواجهة للجنوب أو المواجهة للشرق أو الغرب فيمكن أيضاً عمل فناء شمالي يكون عليه توجيه لفتحات المنزل، مما يساهم في التقليل من الاكتساب الحراري والحصول على الرياح الشمالية المحببة، وسوف تقوم التربة بدورها في حماية المنزل من جهة الجنوب أو الشرق أو الغرب، وإن لزم وجود واجهات شرقية أو غربية نظراً للتوجيه الطبيعي للمنحدر، فيفضل بناء سياج كثيف من الأشجار أو سور مرتفع بالقرب من البناء مما يساهم في صد الأشعة المنخفضة من الشرق أو الغرب.

وتقوم كتلة التل أو الجبل نفسه بدوره في الحماية من عواصف الشتاء الباردة، أما في حالة الرياح الموسمية الغير مرغوبة فيمكن عمل حائط صد شجري للحصول على الحماية المطلوبة.

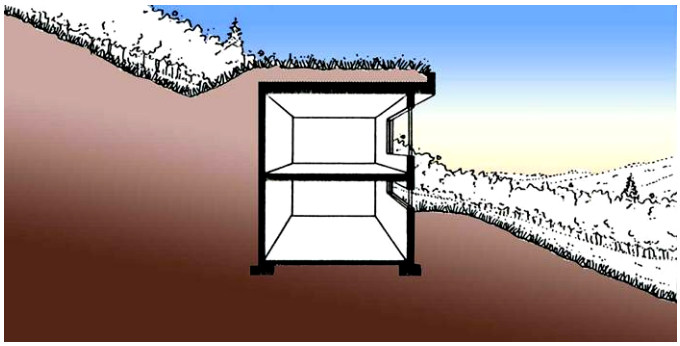
أما في حالة المنحدرات شديدة الانحدار من (٣٠٪– ٥٠٪) فهي تمثل تصميماً فريداً للبناء المحمى للتربة، حيث أن مثل تلك المواقع لا تعتبر مناسبة على الإطلاق للبناء العادي، بينما يتيح البناء المحمى للتربة حلولاً مناسبة لها، ومن ثم تساهم في عملية التنمية العمرانية للمناطق الهامشية على أطراف المدن والتي تتميز بانخفاض أسعار الأراضي بها.



شكل (٤-٦): منزل محمي بالتربة من طابق واحد على منحدر شديد الميل.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P.42.

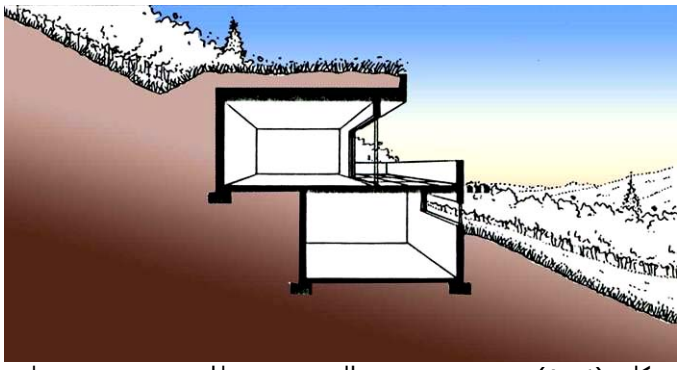
فإذا كان الموقع شديد الانحدار (يقرب من ٥٠ ٪)، فإن بناء منزل من طابق واحد مواجه للشمال غالباً لا يمكن دمجه بسهولة في المنحدر بدون وجود كميات كبيرة من التربة على سقف المنزل، مما يساهم في إيجاد تكامل بين البناء والطبيعة الطبوغرافية للموقع، ويحسن الأداء الحراري للبناء بفضل عمق تواجده داخل التربة، شكل (٤-٦).

لكن عيوب تلك الوضعية هي الأحمال الزائدة على السقف والحوائط الساندة الخلفية مما يساهم في رفع التكلفة المبدئية بشكل نسبى، كما أن مياه الأمطار سوف تتراكم على واجهة المنزل الوحيدة ما لم يؤخذ ذلك في الحسبان ويتم تحويل مسارها بعيداً عنها.



شكل (٤-٧): منزل محمي بالتربة من طابقين على منحدر شديد الميل. Carmody J& Sterling R., 1985, P.42.

والبناء بارتفاع طابقين يلائم أكثر تلك المنحدرات الشديدة، حيث يقل الحمل الواقع على السقف، وعلى الرغم من أن كتلة البناء نفسها تقطع طبيعة المنحدر ولا تتكامل بشكل مناسب مع الكنتور، إلا أنها تتيح إزاحة مياه الأمطار بسهولة بعيداً عن البناء في مسارات خاصة بها، شكل (٤-٧).



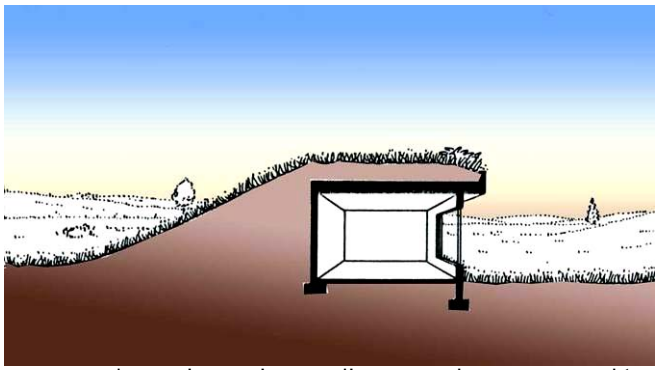
شكل (٤-٨): مبنى محمي بالتربة من طابقين مدرجين على منحدر شديد الميل. Carmody J& Sterling R., 1985, P.42.

من جهة أخرى يفضل تصطيب الطابقين بشكل متلائم مع ميل المنحدر، شكل (٤-٨)، فيقل الحمل الواقع على الحوائط الساندة الخلفية، حيث يعتبر سقف الدور الأرضي سقف عادى مما يساهم في تقبل هذا النوع من البناء نفسياً بشكل أفضل.

ب- البناء المحمي بالتربة ذو واجهة واحدة على موقع مسطح.

ربما يعتبر أسلوب البناء المحمي بالتربة ذو الواجهة الواحدة هو الأمثل بالنسبة للمواقع المائلة، إلا أنه بالتصميم المبتكر يمكن أيضاً أن يلائم المواقع المسطحة.

والمحور التصميمي هنا يرتكز على درجة عمق بناء تحت سطح الأرض، فهذا العنصر الأساسي له تأثيره المباشر على شكل المبنى العام وعلى مجال الرؤية وأسلوب حل المدخل ونوعية الصرف الصحي بالإضافة إلى مسطح الأرض المطلوب تركه حول البناء.

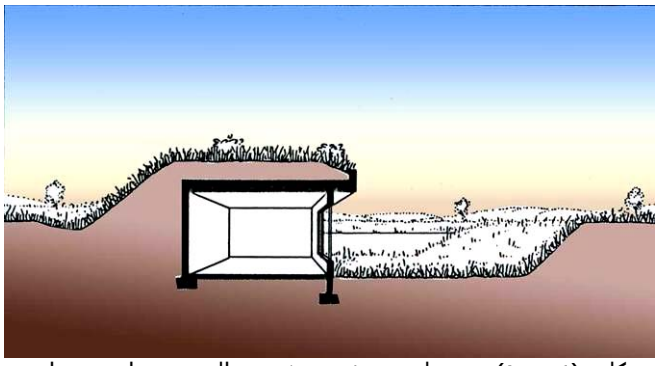


شكل (٤-٩): منزل محمي بالتربة بواجهة واحدة على منسوب الصفر بموقع مسطح. Carmody J& Sterling R., 1985, P.40.

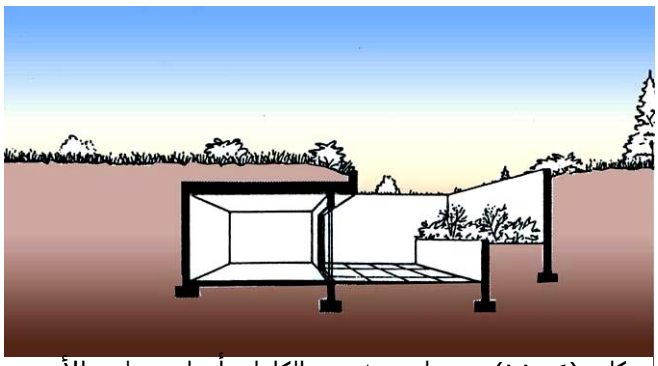
• وهناك عدد لا حصر له من الحلول التصميمية لهذا الأسلوب من البناء، فيمكن أن يكون البناء بالكامل أعلى سطح الأرض، ويتم ردم السقف والثلاث واجهات المتبقية، مع الاحتفاظ بواجهة واحدة يمكن توجيهها حسب ظروف كل موقع، شكل (٤-٩).

ومن مميزات هذا الحل أن مدخل المنزل من منسوب الصفر بالصعود لأعلى مثل المباني العادية، مما يحسن من تقبل المستخدمين لهذا الأسلوب الجديد من البناء. وبالتالي تتيح تلك الوضعية مجال رؤية واضح ومفتوح، كما أن الصرف الصحي لا يمثل مشكلة، بالإضافة إلى أن الشكل العام للمبنى واضح ومحدد المعالم، وليس مختفياً تحت الأرض.

أما عن عيوبه فهو يحتاج إلى كميات كبيرة من التربة لردمه، حيث لم يتم تفريغ التربة من أسفله فهو بالتالي فهو يحتاج لكميات إضافية على الموقع من التربة لإحاطة الجوانب والسقف، كما أنه يحتاج إلى مسطح من الأرض يجب تركه بدون بناء أمام الواجهة أكبر من المطلوب في البناء العادي أو الأنواع الأخرى من المباني المحمية بالتربة.



شكل (٤-١٠): منزل نصف مدفون بالتربة بواجهة واحدة على موقع مسطح. Carmody J& Sterling R., 1985, P.40.



شكل (٤-١١): منزل مدفون بالكامل أسفل سطح الأرض بواجهة واحدة وعلى فناء مكشوف بموقع مسطح.
Carmody J& Sterling R., 1985, P.40.

• هناك بديل أفضل هو التصميم النصف مدفون، وهو حفر نصف البناء تحت منسوب الصفر والنصف الآخر علوي ويتم استخدام ناتج الحفر في ردم باقي الحوائط والسقف، وبالتالي لا توجد حاجة لإحضار تربة إضافية خارجية للردم، كما أن ارتفاع ردم السقف يكون أقل مما يساهم في دمج البناء بالبيئة المحيطة بطريقة أكثر تقبلاً، شكل (٤-١٠).

وكما يظهر بالشكل فإن المسطح المطلوب تركه أمام الواجهة أقل من المثال السابق، وعلى الرغم من وجود فناء محفور إلا أنه لا يمنع مجال الرؤيا المفتوحة، حيث أنه غير عميق، كما أن المدخل والصرف الصحي لا يمثلان مشكلة كبيرة.

وعلى ذلك يفضل البحث هذا الأسلوب للاستخدام في المواقع المستوية، إذا كان البناء محمياً بالتربة.

• أما الأسلوب الثالث هو وضع البناء بالكامل أسفل الأرض وحفر فناء مكشوف تطل عليه الواجهة الوحيدة للمنزل حسب التوجيه المطلوب بكل موقع، شكل (٤-١١). هذا الأسلوب يقلل من المساحة المطلوب تركها من الأرض الفضاء حول البناء، حيث يمكن البناء مباشرة بجوار الفناء، إلا أنه لا يمكن تكوين صورة واضحة عن البناء، حيث لا توجد كتلة مبنية فوق سطح الأرض يمكن من خلالها تحديد معالم وجود مبنى تحت الأرض، مما يجعل المدخل غير مباشر.

لذلك يفضل تحديد الملكية بأسوار مع الاستعانة بمفردات تنسيق الموقع من أشجار أو أحواض زهور أو حوائط ساندة، كما أن مجال الرؤية محدود، وبالتالي يوجد فراغ مغلق وأكثر خصوصية، مما يعتبر ميزة في بعض المواقع التي تتطلب الخصوصية. كما يمثل للصرف الصحي والمياه الجوفية مشكلة تزداد بازدياد عمق الحفر ويجب مراعاة وضع الحلول لتلك المشاكل قبل البدء في البناء.

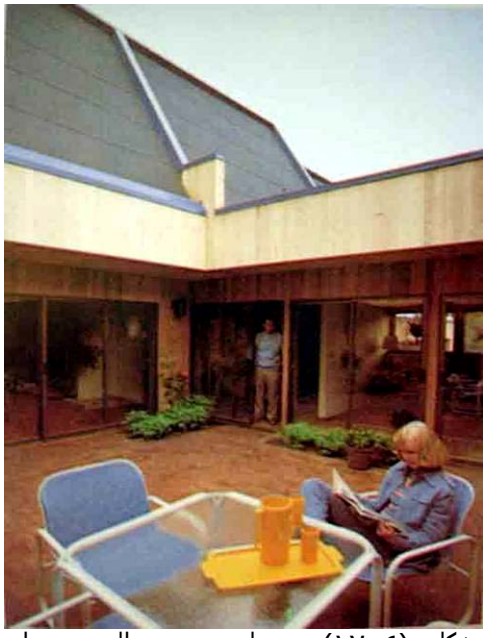
وكما ذكرنا سابقاً أنه توجد العديد من الحلول التصميمية فهي غير قاصرة على الأمثلة الثلاثة السابقة فقط، حيث يمكن الدمج بين أي نوعين منهم كأن يكون البناء بارتفاع دورين، فالدور العلوي يتمتع بمجال رؤية أوسع ويساعد على وجود شكل محدد ومعالم واضحة للبناء أعلى الأرض، والدور الأرضي يتمتع بالخصوصية المطلوبة بالتوجيه على الفناء السماوي.

٤-١-٢-٢ المباني المحمية بالتربة ذات الفناء الداخلي The Patio & Atrium Type.

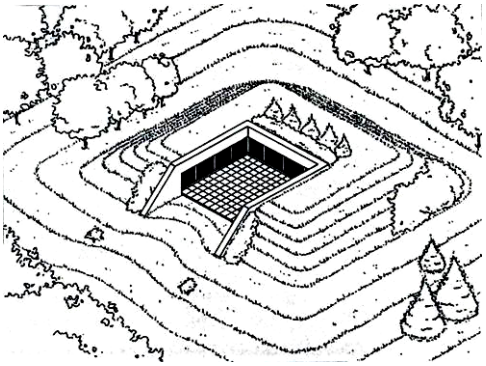
يعد استخدام الفناء الداخلي في المباني المحمية بالتربة أحد أهم عناصر التصميم للتغلب على مشاكل البيئة الخارجية المحيطة بالمبنى وخاصة في المناطق قاسية المناخ، وقد استخدم الفرس والآشوريون الشكل المربع بمنتصف المبنى، ثم طوره الإغريق ليتناسب مع مناخ البحر المتوسط باستخدام الشكل المستطيل ثم قام الرومان بتغطيته نظراً للظروف المناخية لبلادهم فأصبح يعرف بالأتريوم **Atrium**.

(Golany G., 1983. P.115).

ويقدم الفناء الداخلي مميزات عديدة للبناء منها الخصوصية، وسهولة الحركة الداخلية، وإيجاد مكان مناسب للأنشطة الاجتماعية، بالإضافة إلى الخدمات البيئية التي يقدمها من تهوية وإضاءة.



شكل (٤-١٢): منزل محمي بالتربة بفناء داخلي **Atrium** يمكن من خلاله الحصول على الإضاءة والتهوية المطلوبة.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P.48.



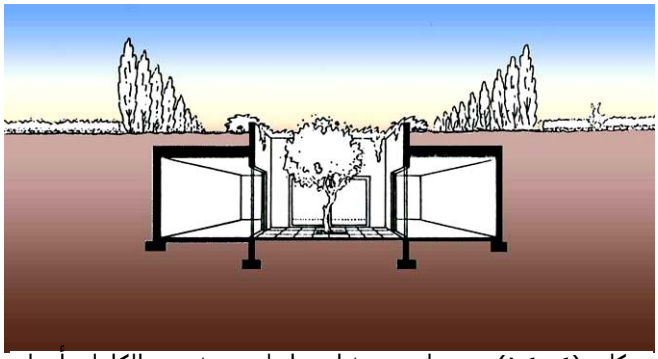
شكل (٤-١٣): منزل محمي بالتربة بفناء خارجي ذو ثلاثة أضلاع، لإيجاد منظر مفتوح ممتد، مع الحفاظ على الخصوصية المطلوبة.
Carmody J& Sterling R., 1985, P.51.

والفناء الداخلي يتيح الربط بين السطح والبيئة الداخلية للفراغات تحت سطح الأرض من خلال النوافذ المحيطة به، عن طريق تقديم صورة مرئية عن السماء والأفق المحيط، بالإضافة إلى صورة سمعية عما يمكن أن يكون موجوداً على السطح من أصوات، وبذلك يعمل على تجنب مشكلات الانحباس وانعدام المثيرات في الفراغ تحت الأرض، علاوة على أنه يساعد على تحسين أسلوب التوجيه داخل المبنى باعتباره هو نفسه علامة مميزة أو أنه يتضمن علامة مميزة يمكن رؤيتها بسهولة من جميع أرجاء المبنى، بالإضافة إلى أنه يعتبر مركزاً للأنشطة الاجتماعية، شكل (٤-١٢).

وعلى ذلك يعتبر الفناء فراغ خارجي سماوي يتمتع بالخصوصية مع إمكانية التحكم بالمنظر الخارجي الذي تطل عليه الفراغات الداخلية للمنزل. ومن ثم يعتبر هذا الحل المعماري (على فناء داخلي) هو الأنسب بالنسبة للمواقع التي لا تتمتع بمنظر خارجي جيد أو في مناطق كثيفة العمران والمناطق القريبة من مصادر كبيرة للضوضاء أو استعمالات أراضى سلبية فيفضل التوجيه على فناء داخلي.

كذلك يفضل استخدام الفناء الداخلي في المناخ الحار سواء الجاف أو الرطب، والذي يعتمد فيه نظام التخطيط على أسلوب التجمعات المتضامة، ففي بعض الأحيان لا يتاح للبناء إلا فرصة وجود واجهة واحدة فقط. حينها يكون الفناء المفتوح هو الحل الأمثل بالمناخ الحار الرطب، لزيادة عدد الفتحات الممكنة على الثلاث جوانب المبنية من الفناء، فبذلك يمكن الحفاظ على الخصوصية بالإضافة إلى الحصول على منظر مفتوح ممتد لتزويد المنزل بالضوء والتهوية أو للاستخدام كمداخل ومخارج كما يفضل الاستعانة بأساليب التهوية السالبة كملاقف الهواء، أو وجود واجهة إضافية للمبنى من جهة أخرى حسب التوجيه المرغوب، شكل (٤-١٣).

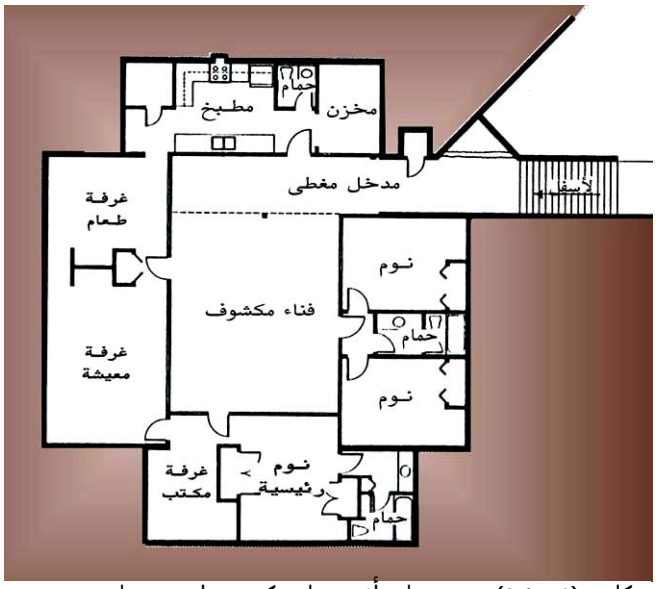
أما في المناطق الحارة-الجافة متطرفة المناخ يفضل التوجيه بالداخل حيث يوفر الفناء الداخلي الحماية من الرياح الساخنة نهاراً ويسمح بتراكم الهواء البارد ليلاً، كما أنه يقلل من الإشعاع الشمسي الساقط على الواجهات نظراً للظلال التي تكونها الواجهات الأربعة حسب حركة الشمس، والفناء المغلق يساهم في تكوين دوامات هوائية داخلية مساءاً، للحصول على النسيم البارد المحبب، شكل (٤-١٤).



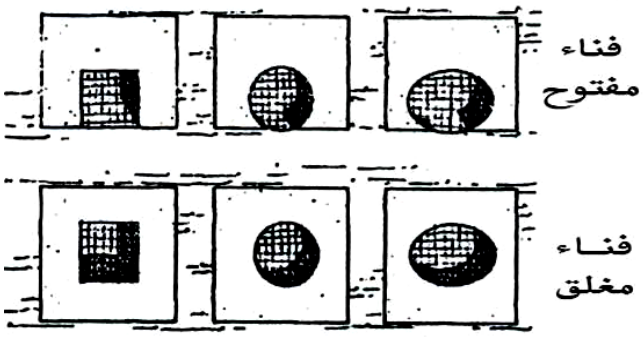
شكل (٤-١٤): منزل ذو فناء داخلي مدفون بالكامل أسفل سطح الأرض، ويعتبر الأفضل مناخيا بالنسبة للمناطق الحارة- الجافة. Carmody J& Sterling R., 1985, P.50.

ومن هذا المنطلق ينصح بتغطية الفناء أو أجزاء منه نهاراً بعناصر متحركة للحماية من الإشعاع الشمسي والهواء الساخن، وإزالتها مساءاً للسماح بتكوين الدوامات الباردة الملطفة للمكان أو زراعة الأشجار متساقطة الأوراق فتضفى بظلالها على المكان صيفاً وتسمح بدخول الشمس شتاءاً.

كما لا توجد مشاكل كبيرة في حلول المدخل إذ يمكن الوصول للمبنى ببضع درجات قليلة أو منحدر خارج نطاق المبنى نفسه، شكل (٤-١٥)، كما أنها تسهل من عملية تصريف مياه الأمطار بسهولة، لكن العيب بتلك الوضعية هي أنها تزيد من مساحة الأرض المخصصة لها حول البناء والمستخدمة في الدفن حول الحوائط الأربعة للمبنى، إلا أنها تساهم في تكوين هيكل عام للمبنى يظهر فوق الأرض ويمكن رؤيته من على بعد بسهولة، مما يساهم في تحديد ملكية الأراضي المخصصة للبناء.



شكل (٤-١٥): مسقط أفقي لمسكن خاص ببلدة Austin بأستراليا، يتضح فيه المدخل من خلال كتلة منفصلة خارج المسقط الأفقي ببضع سلالم قليلة، حيث أن البناء نصف مدفون. Carmody J& Sterling R., 1985, P.49.



شكل (٤-١٦): تأثير شكل الفناء ووضعه بالنسبة لاتجاه الشمس على كمية الظل الواقعة على الواجهات الداخلية. Golany G., 1983. P.116.

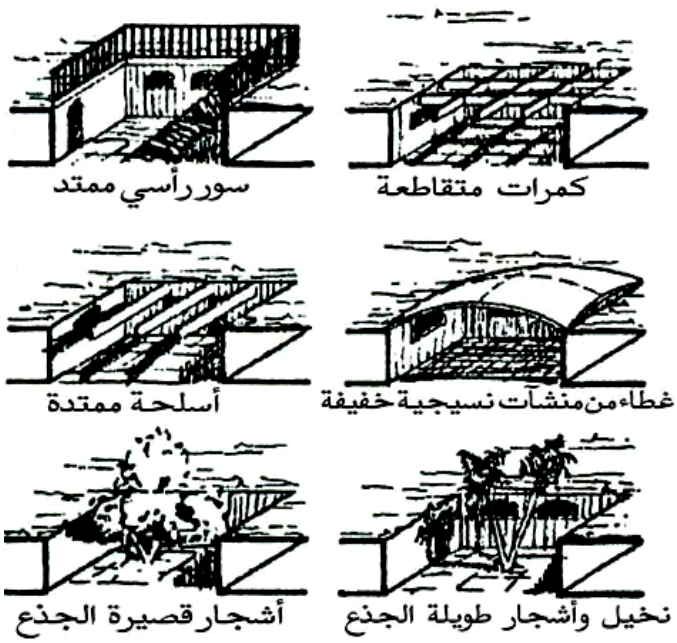
ويؤثر شكل الفناء وتوجيهه ومساحته وعمقه على التصميم، ويمكن بتوجيهه التحكم في كمية الإضاءة وأشعة الشمس والمساحات المظللة بناءاً على دراسات عن حركة وزوايا الشمس، شكل (٤-١٦)، فعند الرغبة في الحصول على أكبر قدر من الإضاءة والإشعاع الشمسي يجب ألا يكون الفناء عميقاً وتكون أبعاده متسعة، وعلى النقيض بالنسبة للفناء الصغير الأبعاد والكبير العمق يعظم مساحة الظل الواقعة على الواجهات المحيطة به.

والحالة الأولى هي المفضلة عندما يكون الفناء واسعاً فهو يحفز حركة الهواء داخل الفناء ويمكن التحكم في الإشعاع الشمسي داخله خاصة عند إمكانية تغطيته بعناصر متحركة أو ثابتة أو طبيعية مثل الأشجار والنخيل لتظليل أجزءا من الفناء، شكل (٤-١٧).

على أنه يجب الموازنة بين كمية الظل المطلوبة والتهوية المطلوبة، **فالتظليل لا يجب أن يحجب التهوية عندما تكون الحاجة إليها أكبر.**

*** والتصميم الناجح للفناء يفضل أن يتوفر به الاشتراطات التالية:**

(Carmody J. & Sterling R., 1993, P.205)-



شكل (٤-١٧): قطاعات منظورية لأساليب مختلفة للحصول على الظل في مباني محمية بالتربة ذات فناء داخلي على موقع مسطح. Golany G., 1983. P.118.

١. الحجم الملائم لتوفير الإحساس بالاتساع،

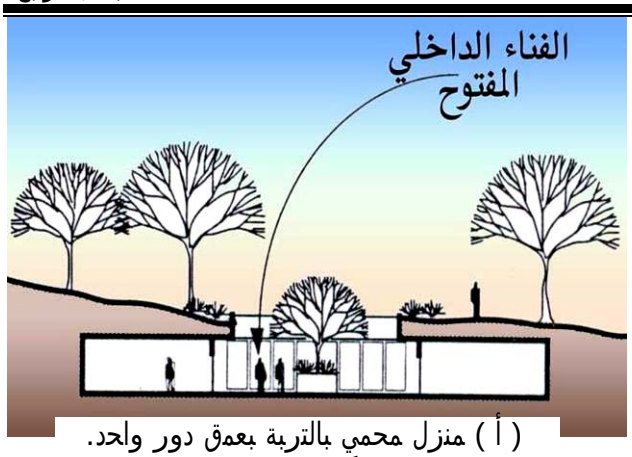
ولتحديد حجم الفناء يجب أن يفحص المصمم وظائفه المستهدفة، فإذا كان الهدف من إقامة الفناء هو:

- الراحة وإبداع صورة مميزة، يتم تعظيم حجم الفناء.
- وإذا كان الغرض هو ارتياحاً بصرياً للعيون، فيكفي العرض بحد أدنى خمسة أمتار(Mahnke, 1987).
- عند وجود علامة مميزة أو لرؤية علامة مميزة خارج المبنى، فيجب تحديد خطوط الرؤية استناداً إلى ارتفاع العلامة المميزة وبالتالي تحديد عمق وعرض الفناء.

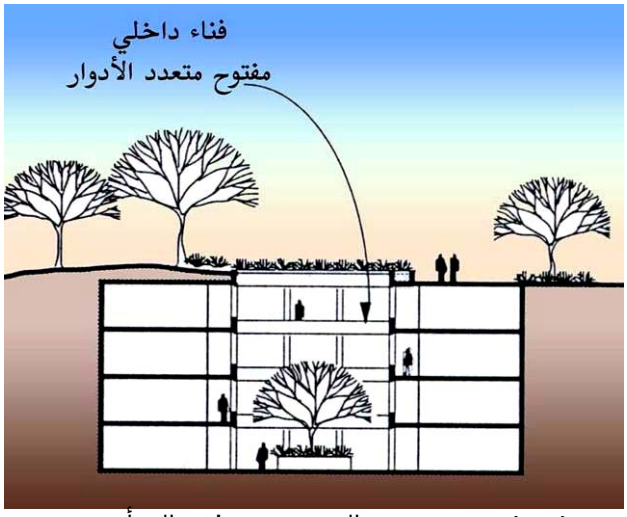
وإذا كان الغرض من الفناء هو جلب ضوء الشمس إلى المبنى، فيجب احتساب زاويا الشمس المحلية لتحديد إلى أي درجة سيخترق ضوء الشمس الفناء، ولتحقيق أفضل النتائج يجب أن يتناسب عرض وعمق الفناء مع عمق امتداد المبنى تحت الأرض، فالفناء الذي أبعاده٢٠ ×٢٠م يبدو متسعاً في فراغ يمتد عمقه٦: ١٠م، إلا أن تلك الأبعاد مع عمق ٥٠م ستؤدى إلى فناء رأسي مجوف بدلاً من الإحساس بالفراغ المفتوح، شكل (٤-١٨).

٢. يفضل إضافة العناصر المرغوبة لتعزيز المظهر الجمالي للفناء، مثل محاولة محاكاة الطبيعة لأقصى درجة ممكنة مثل النباتات وبحيرات الماء والعناصر الطبيعية مع توفير الضوء الطبيعي، لأن تلك المفردات تقدم إحساساً بالاتساع وتعمل على ربط المبنى المحمى بالتربة بالعالم الخارجي أعلى السطح.

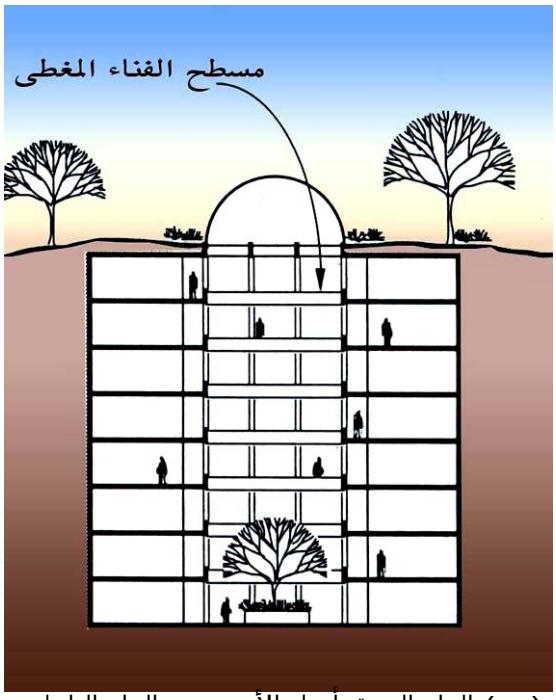
٣. الأنشطة البشرية التي تضفى على الفناء الحياة والحيوية، حيث تثير الاهتمام بالفناء للمطلين عليه أو المارين به، فهو يمثل الميدان الرئيسي للمبنى، لذلك يفضل توفير الأثاث اللازم لممارسة الأنشطة المختلفة كالجلوس والاسترخاء والطعام...الخ، أو أنشطة اجتماعية أخرى، كما يفضل مرور طرق الحركة الرئيسية به مما يتيح التفاعل البصري مع عناصر الطبيعة أو الأنشطة الموجودة، مما يساهم بشكل كبير في تقليل الصورة السلبية عن البناء المحمى بالتربة، حتى إذا كان تحت سطح الأرض.



(أ) منزل محمي بالتربة بعمق دور واحد.
يعطى شعوراً باتساع الفناء الداخلي.



(ب) مبنى محمي بالتربة بعمق ثلاثة إلى أربعة أدوار . يمكن تقيل الفناء المغلق.



(ج) البناء العميق أسفل الأرض مع الفناء الداخلي.
يمكن استخدامه في الأغراض التجارية.

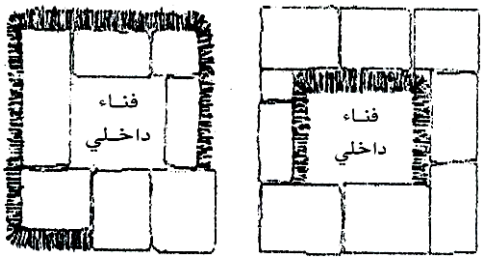
شكل (٤-١٨): علاقة عمق الفراغ مع الإحسـاس باتساع الفناء.
Carmody J& Sterling R., 1993, P.205, 207.

٤-١-٣ شكل المبنى Building Form.

يشمل شكل المبنى ثلاثة عوامل هامة يتم دراسة الاعتبارات التصميمية المرتبطة بها وهي: توزيع الفراغات، والشكل العام للمسقط الأفقي، وأشكال الأسقف. وفي هذا الجزء من البحث يتم دراسة الأسلوب التصميمي لتلك العوامل والأنماط المرتبطة بها.

٤-١-٣-١ توزيع الفراغات Zoning.

إن توزيع الاستعمالات بالمبنى يعتبر أحد العوامل الرئيسية في التصميم، بما يتماشى مع احتياجات المستعملين وبالتالي يحدد نوعية وعدد الفراغات وحجمها والعلاقة بينها وعلاقتها بالمحيط الخارجي، كما يتوقف توزيع الفراغات على أسلوب التصميم (استخدام فناء– أو واجهة في اتجاه رئيسي– أو فتحات في أكثر من اتجاه)، إضافة إلى اعتبارات توفير الطاقة بالمبنى والحاجة لاكتساب الحرارة أو فقدها.

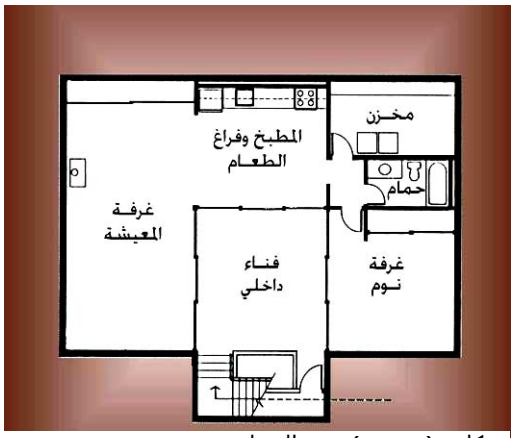


شكل (٤-١٩): توزيع الفراغات وعلاقتها بمحاور الحركة بالمنزل ذو الفناء الداخلي.
Minnesota University, 1979, P.41.

فاستخدام الفناء يجعل الفراغات كلها موزعة حوله وجميع الفتحات عليه وقد يشكل هو نفسه محور الحركة الرئيسي، كما في النماذج التقليدية في البلاد الحارة، كما يمكن أن يكون محور الحركة حول الفناء وتتوزع حوله الفراغات، إلا أن ذلك يمكن أن يتعارض مع اشتراطات التهوية والإضاءة في بعض الأحيان، أو قد تتوزع الفراغات نفسها حول الفناء وتكون محاور الحركة من الخارج إلا أنها في هذه الحالة تكون طويلة جداً ولا تتمتع بالإضاءة، شكل (٤-١٩).

وقد يكون الانتقال من خلال الفراغات نفسها كما في بعض التصميمات الحديثة، شكل (٤-٢٠).

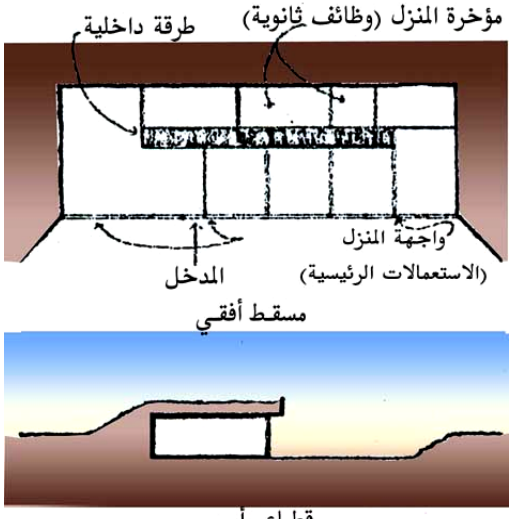
بينما في المنازل التي تعتمد على التهوية العابرة، تكون محاور الحركة أقل ما يمكن وتتمركز في وسط البيت، شكل (٤-٢١)، وقد تكون بعض الفتحات بالسقف، وفى تلك الحالة قد تكون هناك بعض الاستعمالات التي يمكن وضعها بالخلف وليس على الواجهة، وذلك حسب طبيعة الاستخدام ومدى احتياجه للضوء والتهوية الطبيعية.



شكل (٤-٢٠): مثال لتصميم حديث ومحور الحركة الرئيسي به من خلال الفناء نفسه.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P.48.

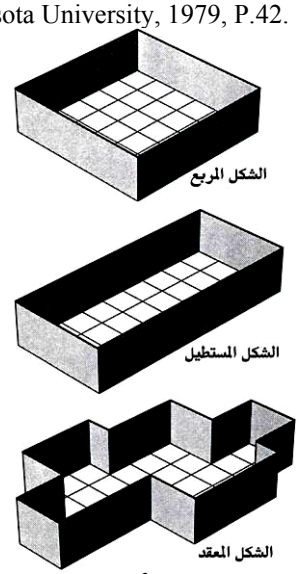
٤-١-٣-٢ شكل المسقط الأفقي Plan Form.

من المعروف أن الغرف الأكثر طولاً وعرضاً يتم إدراكها أكثر من الغرف المربعة باعتبارها أكثر اتساعاً، وفى المباني المحمية بالتربة يفضل استخدام الغرف التي تعطى الإحساس بالاتساع للتخفيف من سلبيات الفراغ تحت الأرض، إلا أنه من غير العملي إيجاد فراغات متسعة بطبيعة الحال، لذلك يجب فهم الخصائص الهندسية للفراغات التي تؤدى إلى الإحساس بالاتساع.



شكل(٤-٢١): توزيع الفراغات وعلاقته بمحاور الحركة في المباني ذات الواجهة الواحدة.
Minnesota University, 1979, P.42.

ويؤثر شكل الغرفة في إدراك حجم الفراغ، فالغرفة المستطيلة الشكل يتم إدراكها باعتبارها أكبر حجماً من الغرفة المربعة الشكل، وذلك مع تماثل الارتفاع والمساحة، ويزيد هذا التأثير عندما يصبح المستطيل مطولاً بنسبة ١ :٢، إلا أن هذه الفراغات تكون أقل اتساعاً عند مقارنتها بالفراغات الغير منتظمة مع الاحتفاظ بنفس المساحة، ومن ذلك نجد أن الحجرة ذات الأوجه المتعددة أو بمعنى آخر التعقيد في شكل الغرفة يؤدى إلى انطباع بزيادة الاتساع حيث أنها تستغرق وقتاً أطول لرؤيتها وفهمها، وذلك لعدم إمكانية رؤيتها ككيان كلى من أي نقطة للرؤية، فهي تحتاج للمعايشة الديناميكية، شكل (٤-٢٢).



شكل (٤-٢٢): الشكل الأكثر تعقيدا يتم إدراكه باعتباره أكثر اتساعا من الأشكال البسيطة أو المربعة. Carmody J. & Sterling R, 1993, P.220

وهذا يعنى ضمناً أنه إذا كونت الفراغات شكلاً غير منتظماً فإنها تنتج فراغات صغيرة تحول دون رؤية الفراغ بأكمله. ويفضل أن يسمح التصميم برؤية الفراغات فيما وراء حدودها من خلال حائط قصير لمنتصف الارتفاع أو من خلال كوبستات أو النوافذ الداخلية الزجاجية أو من خلال صف أعمدة.

جميع العناصر السابقة تعطى الإحساس بالتغليف الجزئي مع تدفق ورؤية الفراغ فيما وراء هذه الحدود، والفراغ الكبير الأساسي يفضل أن يقسم إلى فراغ مركزي مع غرف صغيرة محيطة به، أو إلى أدوار علوية لمنتصف الارتفاع إذا كان الفراغ مرتفعاً بما يكفى أو عن طريق اختلاف في مستوى الأرضيات، شكل (٤-٢٣).

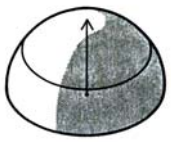
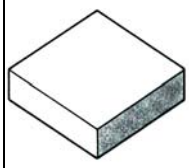
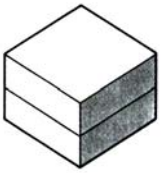
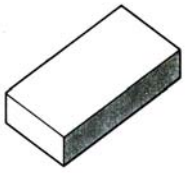
شكل (٤-٢٣): فراغ رئيسي يقسم فرعيا إلى فراغات أصغر لزيادة التنوع والإحساس بالاتساع.
Carmody J. & Sterling R., 1993, P.219.

فالارتباط الجزئي بين الفراغات بعضها وبعض أو بين فراغ الحجرة وما يحيطه يزيد الإحساس بالاتساع والتعقيد والإثارة والاهتمام أكثر بالبيئة الداخلية.

لذلك يفضل جعل الفراغات أكثر تعقيداً لزيادة إدراك الاتساع في المباني المحمية بالتربة، وذلك من خلال الفراغات المغلفة جزئياً والتي تسمح برؤية جزئية للفراغات المجاورة، مع الخصوصية.

ويؤثر الشكل العام للمبنى على الراحة الحرارية داخل المبنى، فالشكل المستدير يوفر أقل مسطح تلامس للحوائط مقارنة بالأشكال الأخرى لنفس المسطح الأفقي، وحيث أنه من غير العملي أن يكون المسقط الأفقي مستديراً بالكامل، فيمكن الاستعاضة عنه بالشكل المربع، حيث أنه أكثر انضغاطاً من الأشكال الأخرى، مما يقلل من مسطح التلامس مع التربة، لذلك فهو يعد أنسب الأشكال في الأقاليم ذات المناخ البارد، وبالتالي يقلل من فقد الحرارة الكامنة الداخلية في المبنى.

جدول (٤-٣): كلما زاد مسطح تلامس المبنى مع التربة، يمكن الحصول على أكبر قدر ممكن من الحماية المطلوبة، والجدول يوضح علاقة شكل كتلة المبنى بمساحة الأسطح الملامسة للتربة.
من إعداد الباحثة: Based on: Carmody J.& Sterling R., 1985,

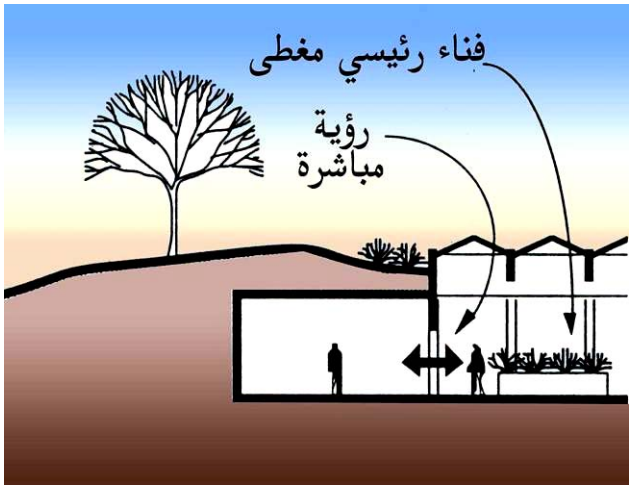
النوع	الشكـل	المسطحات والأحجام
دائري		• القطر: ١٤,٦ م. • الارتفاع: ٣ م. • مسطح الدور: ١٦٧,٣ م٢. • الحجم: ٥٠٩,٧ م٣. مسطح المحيط الخارجي: ٤٧٤,٢ م٢.
		• القطر: ١٢,٢ م. • الارتفاع: ٦ م. • مسطح الدور: ١٦٧,٣ م٢. • الحجم: ٤٧٤,٢ م٣. • مسطح المحيط الخارجي: ٣٥٠ م٢.
مربع		• طول الضلع: ١٣ م. • الارتفاع: ٣ م. • مسطح الدور: ١٦٧,٣ م٢. • الحجم: ٥٠٩,٧ م٣. • مسطح المحيط الخارجي: ٤٩٢ م٢.
		• طول الضلع: ٩ م. • الارتفاع: ٦ م. • مسطح الدور: ١٦٧,٣ م٢. • الحجم: ٥٠٩,٧ م٣. • مسطح المحيط الخارجي: ٣٩٠ م٢.
مضلعات		• الطول: ١٨,٣ م. • العرض: ٩ م. • الارتفاع: ٣ م. • مسطح الدور: ١٦٧,٣م٢. • الحجم: ٥٠٩,٧ م٣. • مسطح المحيط الخارجي: ٥٠١,٧م٢
		• الطول: ٢١,٤ م. • العرض: ١٢,٢ م. • الارتفاع: ٣ م. • مسطح الدور: ١٦٧,٣م٢. • الحجم: ٥٠٩,٧ م٣. • مسطح المحيط الخارجي: ٦٦٨,٩م٢

وكلما زاد مسطح التلامس مع التربة في الأشكال الأكثر تعقيداً مثل شبه المنحرف، كلما حصلت اكبر استفادة من خصائص تبريد التربة للكتلة المبنية، في الأقاليم ذات المناخ القاري شديد الحرارة، حيث تكون درجة حرارة التربة أبرد من المبنى، جدول (٤-٣).

وعلى ذلك يفضل استخدام المباني ذات الفناء الداخلي في المناطق الحارة الجافة، وزيادة التهوية العابرة في المناطق الحارة الرطبة، مع الوضع في الاعتبار أن البناء بعمق دورين تحت الأرض يتيح أكبر استفادة من مسطح التلامس مع التربة وبالتالي يعظم فرصة الحصول على ميزة التبريد السالب.

٤-١-٣-٣ أشكال الأسقف Roof Forms.

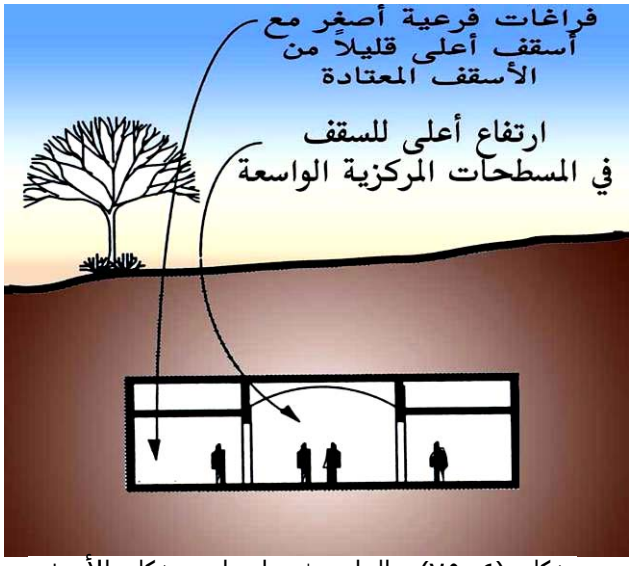
إن زيادة ارتفاع الأسقف يتم الاستفادة بها كأسلوب لتقوية شعور الاتساع في المباني المحمية بالتربة، فزيادة ارتفاع السقف في حجرة سيكون له تأثير على زيادة إدراك الاتساع أكثر من إحداث زيادة في أبعاد الحجرة، كما أن زيادة ارتفاع السقف يقلل من الشعور بالاختناق بمقارنتها مع فراغ له نفس المساحة مع ارتفاع أقل.



شكل (٤-٢٤): اختلاف ارتفاعات الأسقف بالفراغ المحمي بالتربة يثرى التشكيل المعماري ويزيد تقبل المستخدمين للفراغ. Carmody J. & Sterling R., 1993, P.218.

وبما أن الأسقف العالية تبدو مرغوبة فيفضل ألا يكون لجميع الفراغات أسقف متساوية الارتفاع، فتباين ارتفاعات الأسقف بصفة مستمرة في جميع أنحاء المبنى خاصة بين الحجرات التي تفتح على بعضها البعض يعطى شعوراً بالألفة النسبية لمختلف الفراغات، شكل (٤-٢٤) وارتفاع السقف يرتبط بعرض وطول الحجرة بالإضافة للوظيفة، فالفراغ ذو الاستخدام العام يتطلب ارتفاع أعلى للحفاظ على الراحة بداخله، أما الفراغات الصغيرة تتطلب أسقف منخفضة لتعزيز الإحساس بالخصوصية.

وأحد أهم العناصر في تصميم الأسقف هو شكلها (مسطح، مائل، مقوس... الخ) والأسقف المائلة والمقوسة تكون أكثر ملائمة من الناحية النفسية خاصة في الاستخدام السكنى من الأسقف المنبسطة، فإمكانية استخدام التباين في ارتفاع وشكل الأسقف يساعد على تقديم التعقيد والإثارة التي تحتاجها بيئة تحت الأرض وتعكس وظيفة وطابع كل فراغ في المبنى، شكل (٤-٢٥).



شكل (٤-٢٥): التباين في ارتفاع وشكل الأسقف بالمباني يعطى شعورا بالرحابة، ويقلل من انطباع الاحتباس المصاحب للمباني المحمية بالتربة.
Carmody J.& Sterling R., 1993, P.221.

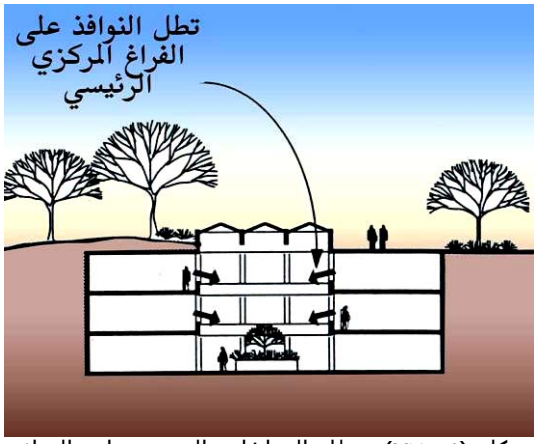
٤-١-٤ تصميم النوافذ في المباني المحمية بالتربة Windows Design.

يهدف هذا الجزء من البحث إلى التعريف بمدى أهمية النوافذ كفتحات للإضاءة والتهوية بالأخص مع أسلوب البناء المحمي بالتربة، بالإضافة إلى الوصول إلى الأسس التصميمية المثلى لفتحات التهوية والأسس التصميمية المثلى لفتحات الإضاءة.

٤-١-٤-١ أهمية النوافذ.

تشكل النوافذ عنصراً تصميمياً هاماً في المباني عامة وتزداد أهميتها في المباني المحمية بالتربة، حيث أن المستخدم للمبنى يدرك خصائص الفراغ الخارجي ومحتوياته من خلال النوافذ، فهي تقوم بتوصيل معلومات عن الأنشطة الخارجية السمعية والبصرية إلى داخل المبنى، كما أنها تمد الفراغ الداخلي بالمحفزات الحرارية والضوئية بعدة طرق مختلفة، بالإضافة إلى أنها تؤثر بشكل فعال على جودة التهوية، وربما أيضاً تستخدم كمخارج للطوارئ (Wyon, D. P. and I. Nilsson. 1980).

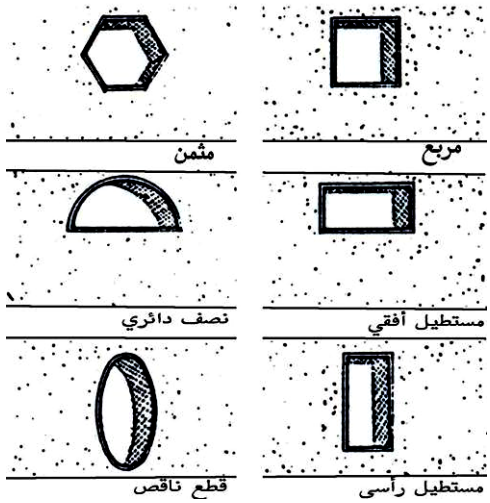
وتعتبر النوافذ عناصر مشجعة على الاتصال بالعالم الخارجي حتى لا يصاب المستخدمين بالشعور بالانغلاق أو الانحباس عن السطح العلوي، إلى جانب أنها تساعد على التجديد والاسترخاء، كما أنها غالباً ما تعطى إيحاءاً بالاتساع وتزيل الشعور بالرتابة، شكل (٤-٢٦). (Heerwagon, J. 1990).



شكل (٤-٢٦): تطل الفراغات الفرعية ذات النوافذ الداخلية على الفراغ المركزي المليء بالحركة.
Carmody J.& Sterling R.,1993,P.215.

فوجود النوافذ الملائمة في الغرفة يزيد من حجم الغرفة التي يتم إدراكها، وبالتالي فإن زيادة حجم النافذة يؤدى إلى زيادة الشعور بالاتساع.

وبالتحليل البسيط يمكن ملاحظة أن وضعية النوافذ على الحائط القصير في حجرة مستطيلة يجعلها تبدو أكثر اتساعاً من وضع نفس مساحة النافذة على الحائط الأطول، كما أن وضع النوافذ المنفردة الصغيرة تعطى الإحساس بالاتساع في حجرة مربعة الشكل، بينما حزام من النوافذ يعطى إحساساً أكبر بالاتساع في حجرة مستطيلة. (Carmody, J. & Sterling, R., 1993, P.216).



شكل (٤-٢٧): تأثير شكل الفتحة على مساحة الجزء المظلل منها..Golany G., 1983, P.125

يتوقف حجم النوافذ على وضع المناظر الخارجية وعلاقتها بالنافذة، فالمناظر البعيدة تتطلب مخروط رؤية أصغر كي تتم رؤيتها بالكامل، إلا أنه لا يتم رؤيتها بتفصيل كبير كالمناظر القريبة والتي تتطلب نوافذ داخلية أكبر، لأنها تسمح بالرؤية من نطاق أقرب، إلى جانب أن حجم النافذة يتوقف على الخصوصية المطلوب تحقيقها داخل الفراغ.

كما تؤثر أشكال الفتحات ومسطحها وأسلوب تصميمها على كمية الضوء ومساحة الأجزاء المظللة، فاستخدام الشكل المستطيل ذو النسبة الأفقية يحقق مجال رؤية أوسع بالإضافة إلى كمية اكبر من الإضاءة مع أقل قدر من اكتساب الإشعاع الشمسي مقارنة بنفس المساحة من الأشكال الأخرى، شكل (٤-٢٧).

وتؤثر كمية الفتحات على العديد من العوامل البيئية بشكل مباشر من تهوية وإضاءة واكتساب حراري... الخ، والجدول (٤-٤) يوضح مدى هذا التأثير بمقارنة الفتحات الكثيرة مع الفتحات القليلة.

جدول (٤-٤): تأثير كمية الفتحات الخارجية على الاعتبارات البيئية. Based on: Golany G., 1983. P.123

	فتحات كثيرة	فتحات قليلة
الرؤيا	• اتصال مباشر بالمحيط الخارجي. • تحتاج إلى تامين ضد اللصوص. • أكثر تعرضا للغبار والضوضاء والتلوث. • أقل خصوصية. • أكثر انفتاحا وتفاعلا مع المحيط الخارجي.	• اتصال محدود بالمحيط الخارجي(شعور بالضيق) • الحاجة إلى التأمين أقل. • أقل تعرضا لتأثيرات المحيط الخارجي. • أكثر خصوصية. • أكثر تركيزا على الداخل منه للخارج.
الإضاءة الطبيعية والإشعاع الشمس	• صحية ومتوفرة بكثيرة. • أكثر تفاعلا مع حركة الشمس (الإحساس بالوقت) • أكثر دفئاً.	• غير مباشرة ومتوفرة بالقدر المرغوب. • أقل تفاعلا مع الوقت (ضياع الإحساس بالوقت). • لا يوجد إبهار ضوئي.
التهوية	• تهوية وفيرة ومتجددة. • أكثر تفاعلا مع الطقس.	• التهوية محدودة وتتطلب نظاماً خاصاً. • أقل عرضة لتقلبات الطقس.
اعتبارات أخرى	• أكثر تفاعلا مع حركة اليوم. • تقلل الشعور بالكآبة والعزلة وتعزز التفاعل مع المحيط الخارجي.	• زيادة في الخصوصية. • أكثر عزلة عن المحيط الخارجي (الضوضاء/ التلوث).

٤-١-٤-٢ أسس تصميم فتحات التهوية.

من الأمور الأساسية عند تصميم الفتحات الاهتمام بأنظمة التهوية والتدفئة وتكييف الهواء بشكل مكثف في المباني المحمية بالتربة، لتحقيق عدة أهداف أهمها:

- الحفاظ على درجة الحرارة الداخلية في حدود مدى مريح، ويختلف مدى الارتياح طبقاً لنوع النشاط والكثافة البشرية، وطول فترة الإقامة في المكان، وبالطبع تبعاً للموقع الجغرافي للمبنى.
- تخفيض مستوى الرطوبة لتقليل التأثيرات الضارة بالصحة، حيث أن المباني المحمية بالتربة يرتفع فيها معدل الرطوبة النسبية بطبيعة الحال.
- توفير مستوى مناسب من التدفئة والتبريد لتجديد الهواء وتوفير الهواء اللازم للمعيشة لسد النقص في الأكسجين، علاوة على إزالة أي اثر للروائح والملوثات.
- وتتميز الفراغات المحمية بالتربة، بطبيعة الحال بدرجات أكثر اعتدالاً من بيئة السطح الخارجي، ويزداد هذا التأثير مع ازدياد العمق، حيث تكون درجة الحرارة تحت الأرض ثابتة تقريباً طوال العام، بالإضافة لمحدودية تسرب واكتساب الحرارة.

وبرغم تلك الخصائص الإيجابية المميزة للفراغ المحمى بالتربة، إلا أنه ترتبط به العديد من السلبيات كالبرودة والرطوبة والرائحة الغير مرغوبة، وسوء التهوية وقلة جودة الهواء.

وللتغلب على تلك السلبيات كالبرودة والرطوبة يستحب توفير أكثر من مصدر للإنارة والتهوية إذا زاد عمق الحجرة عن (٤,٣: ٥م) (Carmody, J. & R.Sterling.1985, P.43)، كما يمكن استخدام ملاقف الهواء لتحفيز حركة الهواء وخاصة التي يمكن توجيهها أو التحكم في إغلاقها لتجنب التسرب الحراري، حيث يصعد الهواء الساخن إلى منطقة ملقف الهواء مساءاً، ويدخل مكانه النسيم البارد من الفتحات السفلية مما يساهم في تجديد التهوية وزيادة معدل فقد الحرارة الداخلية الكامنة في المبنى على مدار اليوم. كما يمكن الاستعانة بأسلوب آخر للتهوية ولكن في المناطق الأكثر اعتدالاً والمناطق التي تتميز برطوبة نسبية عالية، وهو عمل فتحات للتهوية في أكثر من حائط للسماح بالتهوية العابرة، كما أنه يساهم في إيجاد حافة مرئية للمنزل من جهة أخرى مكوناً شكلاً مختلفاً للمباني المحمية بالتربة عن المدفونة بالكامل تحت السطح.

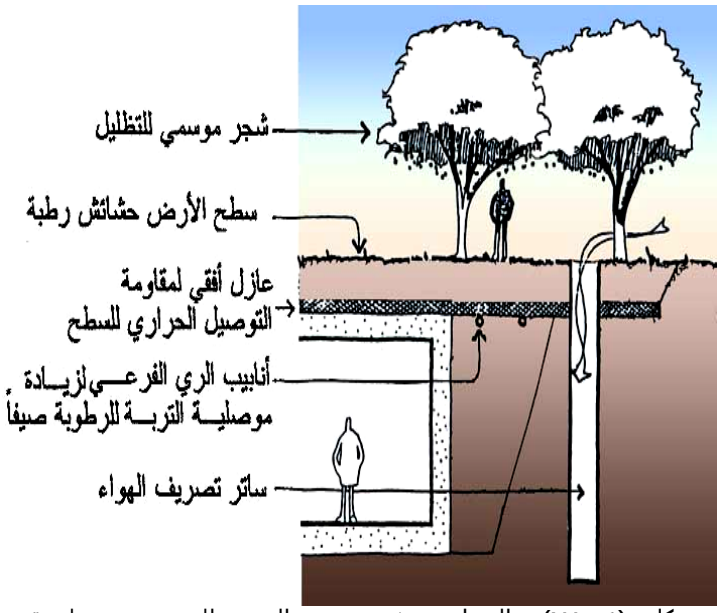
لكن عيب تلك الوضعية هو احتمال زيادة الحمل الحراري على المبنى نتيجة الفتحات الجنوبية الجديدة إذا كان التوجيه الأصلي للمبنى نحو الشمال، لذلك يجب معالجة الفتحات الجديدة سواء بالأسلحة أو المظلات أو بالنباتات والأشجار، أما إذا كان التوجيه الأصلي نحو الجنوب وتم عمل فتحات أخرى في الشمال ففي المناخات الباردة لابد من حماية تلك الفتحات الشمالية بالزراعة المكثفة لمصدات الهواء.

وفى الحالتين يجب التحكم في جميع تلك الفتحات إذا لزم الأمر إلى إغلاقها نهائياً لمنع أي تسرب حراري من المبنى إلى الخارج في المناخ البارد أو منع أي اكتساب حراري في المناخ الحار، وهو الغرض الأساسي من أسلوب حماية المباني بالتربة.

تتعدد أنظمة التهوية لفراغات باطن الأرض تبعاً لاتصالها الكامل بالأرض أو شبه الاتصال وتتم التهوية بطريقتين: (Moore F., 1993, P.217)

١. تهوية مباشرة من خلال الأفنية الغائرة المركزية أو الفتحات السقفية العلوية **Skylight** .

٢. تهوية غير مباشرة (سالبة) حيث يمكن تهوية الفراغات العميقة من خلال مد أنفاق رأسية مجوفة تقوم بإدخال الهواء من الخارج وإعادة دورانه وترشيحه ومعالجته وتدفقه من خلال الفتحات إلى الفراغات، شكل (٤-٢٨).



شكل (٤-٢٨): المساهمة في تبريد التربة للمبنى عن طريق الأنفاق الرأسية المجوفة المجاورة للمبنى. Moore F., 1993, P.217

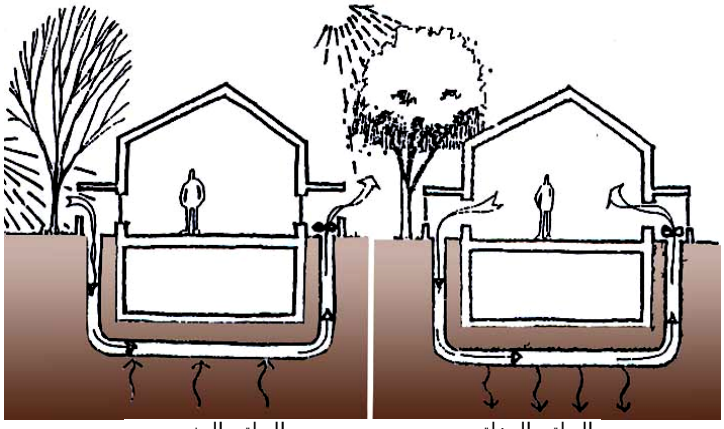
أما الفراغات القريبة من السطح فيتم تبريدها من خلال أنابيب التهوية الأفقية تحت الأرض، شكل (٤-٢٩)، وهو أسلوب يعتمد على انتقال الحرارة من خلال الهواء المتحرك داخل تلك الأنابيب تحت الأرض، وتبعاً لذلك يمكن للهواء تبريد المنشأ وتتم هذه الدورة بطريقتين:

• إما بطريقة **الحلقة المفتوحة** وهى عبارة عن سحب الهواء من الخارج عن طريق الأنابيب وتتجه بعد ذلك للمبنى.

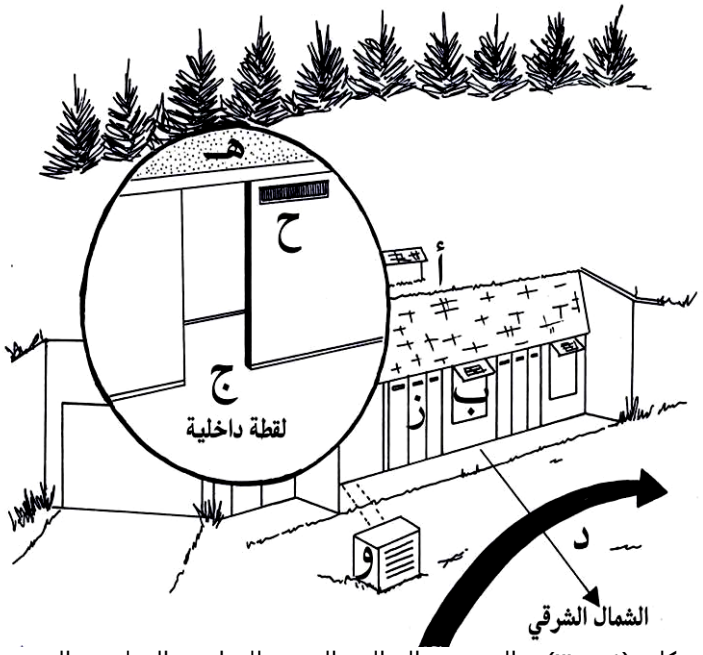
• أو بطريقة **الحلقة المغلقة** وهى عبارة عن سحب الهواء من المبنى وتبريده وإعادته ثانية إلى المبنى.

وبذلك يمكن الوصول لتهوية مثلى لفراغات باطن الأرض والمساعدة على التدفئة شتاءاً والتبريد صيفاً.

والشكل (٤-٣٠) يوضح مدخل توفيقي لأداء المبنى في المناطق الحارة، حيث يتم تزويد المبنى بالتهوية الطبيعية بالتوجيه السليم نحو الشمال وتنسيق الموقع الملائم لمناخ المبنى، وبذلك يمكن استقبال نسيم الصيف المرغوب بتوجيهه للمبنى بمساعدة المفردات الطبيعية للموقع والمفردات المعمارية من بروزات أو أسلحة لتوجيه الهواء المطلوب نحو الفتحات.



شكل (٤-٢٩): انبوب التهوية الأرضية Earth Cooling Tube يتدفق خلاله الهواء لتبريده قبل دخوله إلى الفراغ صيفا (الدائرة المغلقة)، وفى الشتاء يتحرك الهواء عبر التربة الممتصة للإشعاع الشمسي ليكتسب منها الدفء المطلوب (الدائرة المفتوحة).
Moore F., 1993, P.217.



شكل (٤-٣٠): التصميم الفعال بالنسبة للرياح والرطوبة النسبية، (يناسب المناطق الحارة– الرطبة). Max R. Terman, 1985, P.91.

أ. ملقف علوي للتهوية السالبة.
ب. شبابيك وفتحات دخول الهواء.
ج. مسقط أفقي مفتوح لتوزيع حركة الهواء.
د. التوجيه المناسب نحو النسيم المرغوب، (يتم توجيهه نحو المبني باستخدام مفردات تنسيق الموقع).
ه. عزل الهيكل الإنشائي لتجنب تكثيف بخار الماء.
و. مدخل أنبوب للتهوية الأرضية.
ز. فتحات سحب الهواء في الحائط المزدوج (مع مراعاة إزالة وسائل الإظلال).

وبالتوزيع الجيد لأماكن الفتحات (المداخل والمخارج) يمكن التحكم في اتجاه حركة الهواء داخل المبنى حيث يفضل أن يكون حجم الفتحات التي يخرج منها الهواء [تشمل المداخن ومواسير الشفاطات بالحمامات والمطابخ وفتحات التهوية بالأسقف (المخارج)]، أكبر بالمقارنة بالفتحات التي تستقبل الهواء [وتتضمن الأبواب والشبابيك وفتحات التهوية السفلية (المداخل)]، كما يفضل وضع المداخل بمناطق الضغط المرتفعة والمخارج بمناطق الضغط المنخفضة، وكلاهما يجب أن يخضع لإمكانية غلقه نهائياً، وبذلك يمكن عزل المبنى تماماً عن الطقس الخارجي. (Max. R. Terman, 1985, P.90).

وبالنسبة للرطوبة النسبية والتي غالباً تكون نسبتها مرتفعة بالمباني المحمية بالتربة حيث أنها تنتج عن تسرب بخار المياه من التربة والتي تؤدى إلى ضرر بأسطح التشطيبات الداخلية (بياض، دهان،.. الخ)، لذلك يجب إحكام عزل المبنى لأقصى درجة ممكنة من مصادر الرطوبة الأرضية المحيطة، وذلك باستخدام المادة العازلة للرطوبة التي تمنع من تكثيف بخار الماء على الأسطح النهائية، ثم يلي ذلك تصميم نظام جيد للتدفئة والتهوية. (Malcolm, W., 1977, P.78)

والفراغات التي تحظى بالنصيب الأكبر من الرطوبة النسبية والمتولدة تبعاً لطبيعة استخدام تلك الفراغات هي المطابخ والحمامات، لذلك يفضل عمل أنظمة تهوية جيدة وشفط للهواء المتراكم في تلك الأماكن مما يساهم في التقليل من الرطوبة النسبية المرتفعة.

٤-١-٤-٣ أسس تصميم فتحات الإضاءة.

تعتبر الإضاءة أحد الاعتبارات الهامة في التصميم الداخلي لأي مبنى وتزداد أهميتها في تصميم المباني المحمية بالتربة حيث يمكن أن ترتبط بها بعض السلبيات كالاظلام والانحباس والتي تؤدى إلي القلق النفسي والفسيولوجي، وتلك الآثار تنتج عن قلة كمية النوافذ ونقص الضوء الطبيعي والرؤية الخارجية أي أن السبب الرئيسي لهذه المخاوف هي انعدام ضوء الشمس (كامل، حسن محمد حسن، ورقة بحثية، أبريل ١٩٩٤، ص١٥)، الذي يفضله المستخدمين في جميع الأوقات بالرغم من المشكلات التي يسببها كالوهج والحرارة العالية والزغللة وقد لا يستفيد المستخدمين من الضوء الطبيعي وخاصة عند استخدامهم لعديد من المنشات التي لا تحتاج إلى النوافذ "الإضاءة الطبيعية" (كالمتاحف- المسارح- المباني الإدارية- المراكز التجارية- المصانع- قاعات المحاضرات- المعارض- المخازن...الخ).

إلا أن تلك الرغبة الملحة في توافر الضوء الطبيعي في الفراغات تفرض على المصمم العديد من المتطلبات لجعل الفراغ المحمي بالتربة جذاباً وذا بيئة إيجابية وصحية للمستخدمين.

وتفضيل الإضاءة الطبيعية لا يعكس تفوقها المطلق كمصدر للإنارة، لكنه يعكس مواطن قصور الإضاءة الصناعية، لذلك يجب على المصمم لهذا النوع من المباني معرفة:

١. ما هي الخصائص المحددة للضوء الطبيعي التي تجعله مفضلا عن الضوء الصناعي؟
٢. ما هي التأثيرات الفسيولوجية للضوء الطبيعي مقارنة بالضوء الصناعي؟
٣. هل يمكن للضوء الصناعي أن يكافئ أو يساوى الضوء الطبيعي؟
٤. هل يمكن نقل الضوء الطبيعي وهل ينتج مميزات مماثلة للضوء الطبيعي المباشر؟

والإجابة على الأسئلة السابقة تتضح من خلال منافشة المشكلات المرتبطة بالإضاءة التي تقابل المصمم في المباني المحمية بالتربة ومقارنتها مع الخصائص الطبيعية للضوء.

أولاً: المشكلات المرتبطة بتصميم الإضاءة.

وهي تتنوع بين مشكلات تصميمية وأخرى نفسية وفسيولوجية (Wurtman, R.1973, P. 79-81).

- **انعدام التنوع والارتباط بالطبيعة.**

حيث أن الإضاءة الصناعية السيئة تسيطر على الفراغ الداخلي ولا يوجد بها أي أنماط للضوء والظل أو التنوع وبالتالي تؤدى وظيفة سيئة للأشياء المدركة وأوجه الفراغ التي يجب رؤيتها بوضوح. وعلى النقيض فالحركة المستمرة البطيئة للشمس تكسر الرتابة وتقدم معلومات عن الطقس وأوقات النهار المختلفة فهي بذلك تجلب العالم الطبيعي للداخل مما يوفر الراحة النفسية حتى في حالة عدم رؤية النافذة.

- **الظلام والبرودة.**

حيث أن الدخول في أي مكان مظلم يؤدى إلى الخوف من المجهول والاضطراب وذلك بسبب تناقص الوضوح البصري، كما يؤدى إلي الشعور اللاإرادي بالبرودة وبالمقارنة يلاحظ أن ضوء الشمس يرتبط ذهنياً بالدفء والوضوح.

- **المشكلات الفسيولوجية.**

من خلال تأثير ضوء الشمس تتواءم وتتكيف نظم عضوية حساسة للضوء. والتأثير الصحي الأكثر أهمية هو تركيب فيتامين "د" المتواجد بالأشعة البنفسجية لما له من فائدة على الفسفور والكالسيوم، وبالتالي على تحسين القدرة على العمل، تحسين الأعضاء البصرية وتقليل الإحساس بالتعب وانخفاض حدوث المرض وزيادة الاستجابة المناعية.

يؤثر دخول الضوء الطبيعي إلي العين في وظائف بيولوجية متنوعة كإفراز الهرمونات في الغدد الذي يرتبط بتنظيم دورات النهار والليل ويساعد على نشاط بصري أفضل وتقليل التعب والإجهاد العصبي. ومن ثم فإن العلاقة بين الضوء الطبيعي والصحة العامة علاقة هامة لا يمكن تجاهلها.

ثانياً: أهداف التصميم الخاصة بالإضاءة.

وللبدء في مرحلة التصميم يجب معرفة الأهداف التي يجب تحقيقها لتفادى مشاكل التصميم المختلفة وأهداف تصميم الإضاءة هي (Carmody, J., Sterling, R., 1993, P.162):

تقديم ضوء طبيعي كلما أمكن.

تقديم نظم إضاءة مصطنعة لمحاكاة خصائص الضوء الطبيعي.

- تقديم مستويات متنوعة من الإضاءة لإيجاد بيئة مثيرة متباينة تساعد على إدراك الفراغات من خلال وضوح الرؤية وزيادة الإحساس بالاتساع لتسهيل أداء الأنشطة المختلفة.

ثالثاً: أنماط التصميم الخاصة بالإضاءة.

يمكن استخدام العديد من أساليب الإضاءة في المباني المحمية بالتربة لتشبه المباني التقليدية وذلك لتقليل المشاعر السلبية المرتبطة بالاظلام للمباني المحمية بالتربة من خلال توفير الإضاءة الطبيعية أو الصناعية ذات الخصائص المشابهة للضوء الطبيعي وسوف يقتصر البحث في هذا الجزء على التركيز على الإضاءة الطبيعية المباشرة والمنقولة، حيث لا تعتبر الإضاءة الصناعية في المباني المحمية بالتربة مقبولة نفسياً وفسيولوجياً بشكل كبير، وللمزيد من المعلومات عن الإضاءة الصناعية في المباني تحت الأرض يمكن الإطلاع على (أشرف نسيم، ماجستير، جامعة عين شمس، ٢٠٠٥).

والإضاءة الطبيعية في المباني المحمية بالتربة يمكن تقسيمها إلى:

١- إضاءة طبيعية مباشرة.

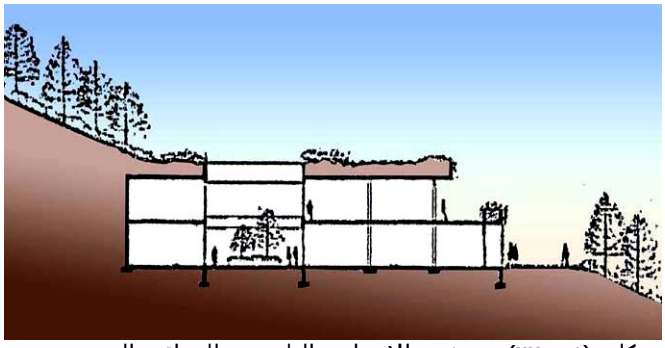
٢- إضاءة طبيعية غير مباشرة.

أ- الإضاءة الطبيعية المباشرة من خلال النوافذ والفتحات العلوية والأفنية.

يمكن اكتساب الضوء الطبيعي من خلال النوافذ والأفنية الغائرة والفتحات العلوية **Skylights**، وهذا النمط يتاح فقط للفراغات القريبة من السطح بخلاف الفراغات المنعزلة العميقة أو الفراغات قرب السطح التي تحول دون وضع هذه الفتحات لمحدودية الموقع، **(**Carmody, J. & Sterling R., 1993, P.270**)**.

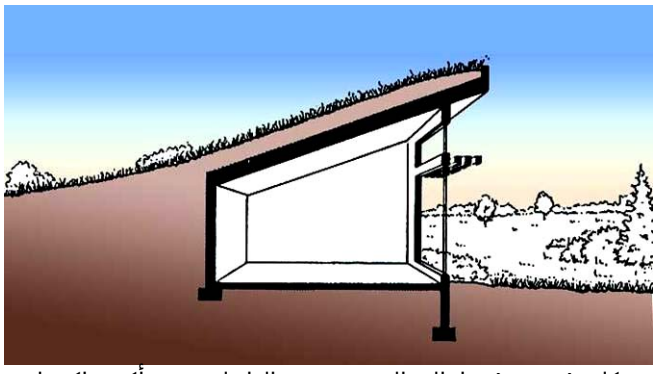
وهذا الأسلوب الذي يقدم ضوء طبيعي يكون أقوى الأساليب الجوهرية التي تخفف السلبيات المرتبطة ذهنياً بالمباني المحمية بالتربة، فالضوء الطبيعي يسمح بإمكانية الرؤية الواضحة ويقدم مصدراً ثابتاً هادئاً للإنارة كما أن ضوء الشمس يعطى الإحساس بالدفء والارتباط بالعالم الخارجي وزيادة الإحساس بالمكان (الموقع)، والزمان (أوقات الليل والنهار) والطقس بالإضافة لما يقدمه من الإثارة والتنوع من خلال تغير أنماط الضوء على مدار النهار، ولتوفير الضوء الطبيعي والرؤية الخارجية للفراغ تحت الأرض تتأثر هذه الطرق الرئيسية بطبوغرافية الموقع.

• **فالمواقع المنحدرة** توفر الفرصة للمبنى على جانب التل بتعريض واجهة واحدة على الأقل للفراغ الخارجي، ويسمح ذلك بتقديم ضوء النهار على طول الواجهة من خلال النوافذ التقليدية، أما الفراغات الداخلية الغير معرضة للواجهة المكشوفة يمكن تقديم الضوء الطبيعي لها عن طريق الفتحات العلوية أو الأفنية الداخلية، شكل (٤-٣١). **(**Carmody J. & Sterling R., 1983, P.54**)**.



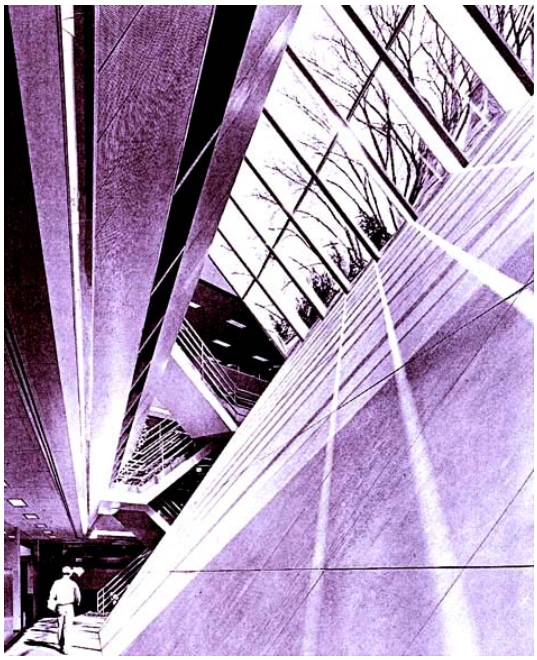
شكل (٤-٣١): توفير الإضاءة الطبيعية للمواقع المنحدرة من خلال النوافذ التقليدية والأفنية المركزية.
Carmody J. & Sterling R.,1983, P. 54.

• أما في **<u>المواقع المنبسطة</u>** تغطى المباني بالغطاء الأرض **Bermed**، ويمكن الحصول على أكبر قدر من الإضاءة في المباني ذات الواجهة الواحدة بإمالة السقف نحو الداخل فتنتج واجهة أكثر طولاً تتيح تعدد الفتحات، ومن ثم تحتاج إلى عناصر أحياناً للإظلال مثل: (البروزات والتكعيبات أو المظلات... الخ)، وذلك إذا لم تكن تلك الواجهة الوحيدة شمالية حيث أنها لا تحتاج إلى وسائل إظلال كثيرة، شكل (٤-٣٢).



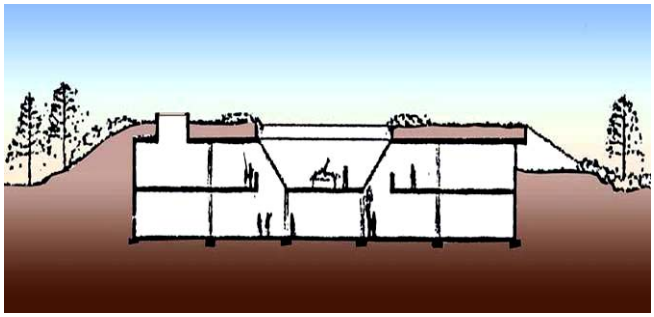
شكل (٤-٣٢): إمالة السقف نحو الداخل يتيح أكبر اكتساب ممكن من الإشعاع الشمسي، مما يتطلب أحياناً وجود وسائل إظلال. Carmody J. & Sterling R., 1985, P.43.

يمكن الحصول على الإضاءة المناسبة للأجزاء الداخلية بالفتحات السماوية **Skylight**، فتساهم في توزيع التهوية بشكل مناسب داخل البناء، ويستخدم بعض المصممين الزجاج المائل في هذه الأفنية للسماح بالرؤية الخارجية من خلال بعض الزوايا المائلة، شكل (٤-٣٣).



شكل (٤-٣٣): الفتحات العلوية المائلة إذا كانت في اتجاه الشمس تتيح أكبر اختراق للضوء إلى جانب توفير التهوية الطبيعية.
Carmody J. & Sterling R., 1993, P.270.

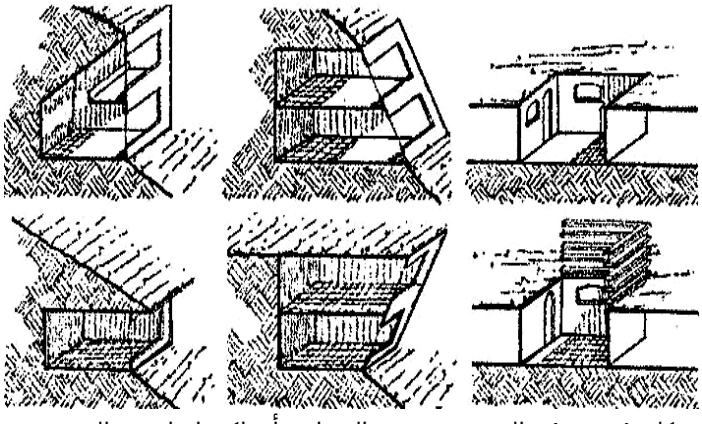
كما يمكن باستخدام الفتحات ذات الزجاج الرأسي من خلال التشكيل في كتلة التربة المحيطة بالمبنى، وذلك لتوفير الإضاءة على المحيط الخارجي، بينما الفراغات الداخلية وخاصة في الطابق العلوي من المبنى يمكن أن تتوفر لها الإضاءة الطبيعية عن طريق الفتحات المائلة نحو اتجاه الشمس، أو من خلال الأفنية السماوية، شكل (٤-٣٤).



شكل (٤-٣٤): الإضاءة الطبيعية من خلال النوافذ والفتحـات العلوية الرأسية أو المائلة والأفنيـة المركزيـة، فـي المبـاني المحمية بالتربة بالمواقع المسطحة.
Carmody J. & Sterling R., 1983, P. 54.

• أما **<u>المباني المقامة كلياً تحت الأرض</u>** يمكن توصيل الضوء الطبيعي إليها باستخدام الأفنية الداخلية التي تسمح باختراق الضوء الطبيعي إلى الغرف المحيطة والمطلة عليه من خلال النوافذ التقليدية.

ويتوقف ميل الفتحات وأسلوب معالجتها على **الرغبة في فقد أو اكتساب الحرارة**.



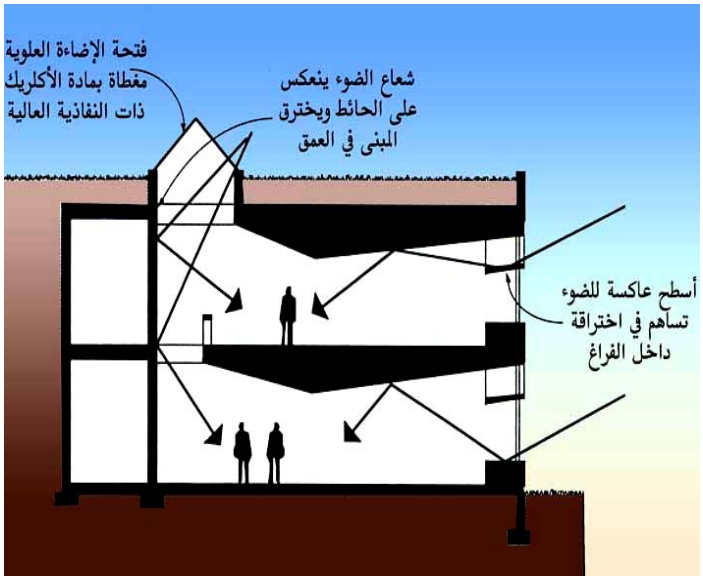
شكل (٤-٣٥): الرغبة في فقد الحرارة أو اكتسابها هي التي تحدد أسلوب تصميم فتحات الإنارة والتهوية. Golany G., 1983, P.121.

• ففي **المواقع المنحدرة** يمكن استخدام واجهة مائلة بحيث تكون عمودية على زاوية سقوط أشعة الشمس للاكتساب الحراري، وعكس اتجاه الميل عندما نريد تقليل الاكتساب الحراري.

• وفي **المواقع المنبسطة** نستخدم فتحات علوية ذات نسبة أفقية للاكتساب الحراري، بينما نستخدم فتحات رأسية ووسائل إظلال لتقليل الاكتساب الحراري، شكل (٤-٣٥).

وفى حالة **المنشآت المتعددة الطوابق** يفضل زيادة مساحة الفناء للسماح لضوء الشمس الطبيعي الوصول إلى أرضية قاع الفناء.

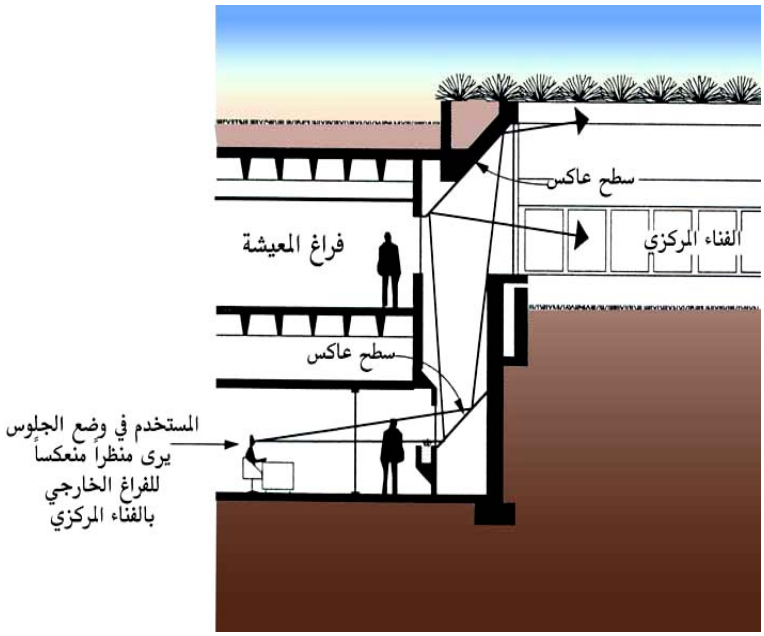
ب- الإضاءة الطبيعية غير المباشرة.



شكل (٤-٣٦): الإضاءة الطبيعية المنعكسة عن طريق الحوائط والأسقف والأرضيات، تساهم بشكل فعال في زيادة كمية الضوء النافذ إلى الفراغ. Carmody J. & Sterling R., 1993, P.272.

العديد من فراغات المباني تحت الأرض العميقة لا يتاح لها توفير الضوء الطبيعي من خلال الأساليب المباشرة، لكن يمكن الاستفادة من هذه الأساليب عن طريق زيادة كمية الضوء ونقله وتوزيعه لأقصى درجة ممكنة داخل فراغات المبنى وفى هذه الحالة يفضل أن تكون فراغات المبنى مفتوحة أو ذات قواطيع داخلية قصيرة أو تكون من الزجاج، ويتم نقل وانعكاس الضوء من خلال الحوائط والأرضيات الفاتحة اللون التي تعكس الضوء الطبيعي المخترق للآبار الضوئية المغطاة **Skylight shaft** وتنشره للفراغ، كما يمكن الاستفادة من فتحات النوافذ مع معالجتها معالجة خاصة عن طريق قاعدة النوافذ أو الأعتاب العريضة أو الإطار الداخلي العريض الذي يزيد من اختراق الضوء إلي الفراغ من خلال وصول الضوء إلى الأسقف المائلة التي تقوم بانعكاسه وتوزيعه إلى أبعد مدى في الفراغ، أو استخدام أسطح عاكسة على النوافذ تعمل على توجيه الضوء وانعكاسه إلى الفراغات (Golany G., 1983, P.118) ، شكل (٤-٣٦).

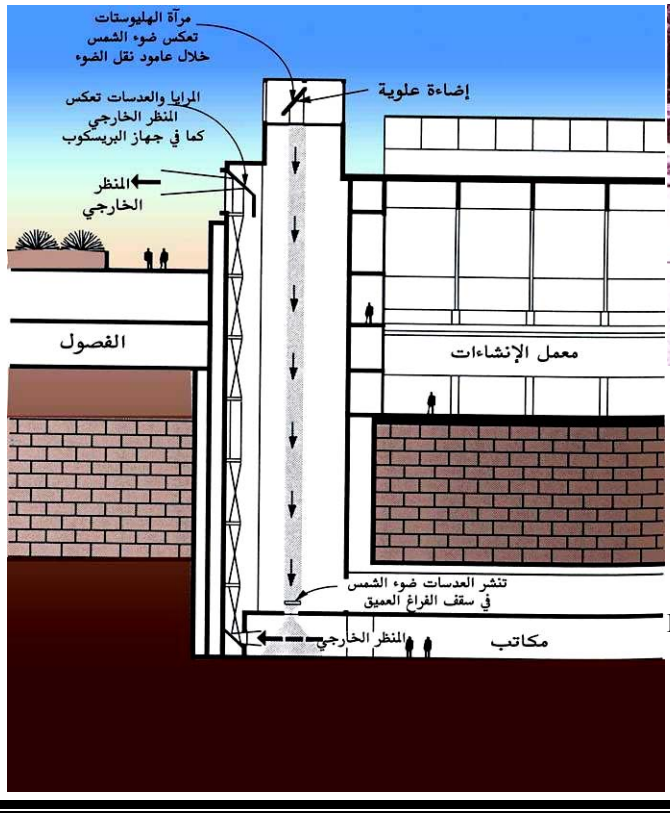
يجوز في حالة الأفنية المتعددة الطوابق وصول الضوء الطبيعي إلي لطوابق العليا حول الفناء أما الطوابق السفلى قد لا ينفذ إليها الضوء إلا عندما تكون الشمس متعامدة على الموقع برغم احتياجها لضوء النهار طوال اليوم. فتكون أحد الحلول لهذه المشكلة هو نظام البريسكوب **Periscope** الذي يحتوى على مجموعة مرايا انعكاسية ثابتة مرتبة بحيث تعمل انعكاس للضوء الطبيعي والبيئة الخارجية إلى الفراغات الداخلية من خلال النوافذ، شكل (٤-٣٧).

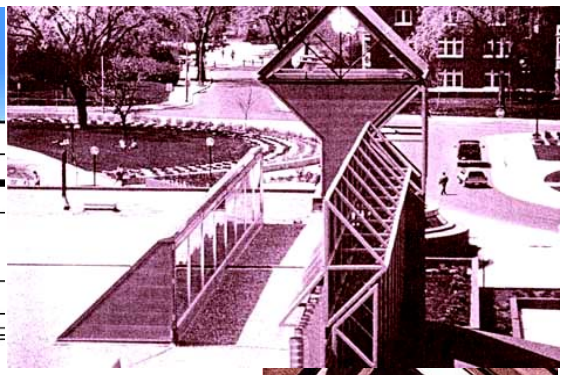


شكل (٤-٣٧): الإضاءة الطبيعية المنعكسة عن طريق نظام البريسكوب. Carmody J.& Sterling R.,1993,P.251

أو عن طريق سلسلة من المرايا المتحركة التي تتعقب الشمس لزيادة الضوء ولتقديم الأنماط المتغيرة للشمس على مدار اليوم.

وفى الفراغات المنعزلة يتم إرسال ضوء النهار ليس لتقديم إنارة وافية بل لتقديم ارتباط مع البيئة الخارجية، ويتم نقل ضوء الشمس عن طريق جهاز الهليوستات Heliostat وهو عبارة عن مرايا تدور حول محور لتعقب الشمس مغلفة بالزجاج، وتعمل على إرسال ضوء الشمس خلال عامود مجوف يمر بعدسة تعمل على انتشار الضوء في الفراغ (Golany G., 1981, P.148, 149) ، شكل (٤-٣٨).





شكل (٤-٣٨): يقوم جهاز الهليوستات بنقل الضوء الطبيعي والمناظر الخارجية إلى الفراغات العميقة. Carmody J.& Sterling R.,1993,P.273,274,252

يعتبر استعمال كابلات الألياف البصرية Fiber optic أسلوب آخر لنقل ضوء النهار إلى الفراغات المنعزلة تحت الأرض، فيدخل الضوء من خلال كبسولة أكريليك أعلى السطح تحتوي على شبكة لتجميع الضوء مكونة من عدسات صغيرة، وتنقل هذه الكابلات الضوء إلى فراغات كبيرة كقاعات الانتظار، وقاعات العرض.... الخ، شكل (٤-٣٩).

شكل (٤-٣٩): تعمل الكبسولات الأكليريك على تجميع الضوء، وينقله أنبوب من كابلات الألياف البصرية، تعمل انعكاسات متتالية للضوء حتى يصل إلى فراغات عميقة بالأرض. عن كتيب دعائي لشركة Suntec لإنتاج الألياف الضوئية.

تلك الحلول تقدم ضوء طبيعي غير متقطع، وهي بالتالي تفي بالاحتياجات السيكولوجية الهامة للمستخدمين من خلال الاحتكاك البصري المباشر مع البيئة الخارجية، وبرغم ذلك فهي لا تقدم معلومات عن الطقس وأوقات النهار باستثناء (انعدام ضوء الشمس بالكامل)، إلى جانب عدم القدرة على انتقال الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية المرغوبة من أجل الاحتياجات الصحية.

٤-١-٥ تصميم المداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة بالمباني المحمية بالتربة

إن طبيعة تصميم المبنى المحمي بالتربة تعمل على حجب المنشأ تحت الأرض كليا أو جزئيا وبالتالي يكون الفراغ الخارجي هو الجزء الوحيد المرئي الذي ينقل الانطباع الرئيسي عما بداخل المنشأ، لذلك يجب تصميمه وتخطيطه بشكل جيد ومناسب من خلال العناصر المختلفة التي تختلف من موقع لآخر، ودور المصمم هو تكامل تلك العناصر مع البيئة الخارجية واحتياجات الفراغ المفتوح، كما أن تنسيق الفراغ الخارجي أساسي في المنشآت تحت الأرض لتوفير الخصوصية التامة للمواقع، بالإضافة إلى أنه يساهم من الناحية الجمالية في تحسين صورة المبنى والبيئة الكلية المحيطة به.

يعتبر المدخل أحد أهم المكونات الرئيسية في تصميم الفراغ الخارجي، بالإضافة إلى الوحدات الملحقة بالمبنى مثل الجراجات، والمدخل هو الذي يعطى الصورة المسيطرة للمبنى المقام كليا أو جزئيا تحت الأرض، كما أنه وسيلة انتقال من العالم الخارجي إلى العالم الداخلي، فوضعية المدخل تعد أهم خطوة رئيسة يجب أخذها في الاعتبار حيث أنه يتحكم في توجيه حركة المستخدمين من وإلى المبنى من خلال رؤيته، لذلك فإن تصميم المدخل يتطلب ألا يكون عنصر معماري منعزل لكنه جزء متصل بكل من الخارج والداخل فيتم إدراكه كأحد نواحي التصميم الكلي للموقع الخارجي واعتباره كبداية للمخطط الكلي الداخلي الذي يزيد من التوجيه للداخل.

وتصميم الفراغ الخارجي والمدخل للمباني المحمية بالتربة يظهر مجموعة مشاكل أمام المصمم تنتج من طبيعة هذا الفراغ الغير مرئي.

وعليه، يهدف هذا الجزء من البحث إلى دراسة أسلوب تصميم المداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة بالمباني المحمية بالتربة من جميع الجوانب المحيطة به. وذلك من خلال دراسة المشكلات المرتبطة بتصميم تلك الفراغات، ثم دراسة الأهداف المطلوب تحقيقها والوصول إليها من خلال التصميم، ثم دراسة بعض الأنماط التصميمية الملائمة للاستخدام السكني على الأخص، موضوع البحث.

٤-١-٥-١ المشكلات الرئيسة المرتبطة بتصميم الفراغ الخارجي والمدخل والوحدات الملحقة بالمباني المحمية بالتربة.

أولاً: المشكلات المرتبطة بتصميم الفراغ الخارجي للمباني المحمية بالتربة.

- **صورة المبنى وعدم القدرة على رؤية التشكيل الكلى:**

انعدام صورة مميزة للمبني يثير الآثار السلبية المتأصلة في الأذهان المرتبطة بالموت والدفن والظلام والرطوبة بسبب الطبيعة غير التقليدية للفراغ تحت الأرض، كما أن انعدام رؤية المبني وعدم القدرة على فهم التشكيل الكلي يؤثران في تكوين صورة سلبية ويعتبران سبباً لارتباك المستخدمين.

شكل (٤-٤٠):الصورة المهيمنة للخدمات الرئيسة للمبنى يمكن أن تعطي انطباعاً سيئاً عن المبنى تحت الأرض عند الاقتراب من بعض زوايا البناء.
Carmody J.& Sterling R.,1993,P.171.

- **خدمات المبنى المكشوفة:**

نظراً لعدم وجود كتلة بناء سطحية مسيطرة على صورة المبني، يحتمل سيطرة عناصر الخدمة غير الجذابة على الصورة الخارجية للمبنى كأرصفة التحميل ومنافذ الهروب من الحريق، وأعمدة التهوية الرأسية.... الخ، شكل (٤-٤٠).

ثانياً: المشكلات المرتبطة بتصميم المدخل.

- **الخوف من النزول تحت الأرض.**

الحركة من البيئة الخارجية إلى داخل المبني عن طريق النزول تثير العديد من المخاوف السلبية التي تتضمن الخوف من الانحباس والاحتجاز وذلك لأن الحركة نزولاً تتم بالانتقال من الخارج إلى الداخل أي من الانفتاح إلى الانحباس، ومن أعلى لأسفل أي من الضوء إلى الظلام، ومن بيئة السطح ذات الصور المألوفة إلى بيئة مجهولة، وتزيد هذه الآثار السلبية بتصميم المدخل الذي يتسم بالظلام والضيق.

- **عدم الارتباط بالبيئة السطحية.**

نظرا لأن البيئة تحت الأرض أحيانا تكون غير مرتبطة بالسطح مما يؤدي إلى الشعور بمشكلات الانعزال وفقدان التوجيه أو الإحساس بالزمان، وتلك الأحاسيس تزداد في المباني ذات الاتصال المحدود بالعالم الخارجي والتي يعد المدخل بها العنصر الوحيد الذي يسمح بالارتباط ببيئة السطح وجلب الضوء وتوفير رؤية بعض العناصر الخارجية.

- **صعوبة الفصل بين وظائف المداخل.**

يصعب الفصل الواضح بين مداخل المشاة ومداخل السيارات ومداخل الخدمة الخاصة بالمبنى المحمي بالتربة، فبالمقارنة بمبنى فوق سطح الأرض يحتوى على فراغ خارجي أقل فإن كتلة البناء تقسم وتفصل فراغات السطح الخارجي والمداخل المختلفة.

- **صعوبة الوصول للمعاقين حركياً.**

وصول المعاقين حركيا إلى المباني المحمية بالتربة (إذا كانت تحت منسوب الصفر) يتطلب عناية ومعالجة خاصة في جميع المنشآت، فاستخدام السلالم العادية والكهربية للدخول إلى المبني لا تسهل وصول المعاقين حركيا وتجبرهم على استخدام مصاعد ثانوية بعيدة عن الطريق الرئيسي للمدخل، ويعتبر هذا الحل غير مرغوب بالنسبة للأفراد المعاقين الذين يفضلون استخدام المداخل الرئيسية وذلك لشعورهم بالضيق عند عدم إتاحة وسيلة دخول رئيسية.

٤-١-٥-٢ أهداف التصميم الخاصة بالفراغ الخارجي والمدخل والوحدات الملحقة.

وللبدء في مرحلة التصميم يجب معرفة الأهداف التي يجب تحقيقها لتفادى مشاكل التصميم المختلفة.

- **وأهداف التصميم الخاصة بالفراغ الخارجي:** (Carmody J. & Sterling R., 1993, P.157)

١- إبداع صورة مميزة للموقع وللعناصر المكشوفة المكونة له بما في ذلك المدخل.

تجنب الصورة المهيمنة لخدمات المبنى (الأعمدة الرأسية اللازمة للتهوية– مخارج الهروب الخاصة بالحريق-....) بالإضافة للفصل النهائي بين مدخل المشاة وجراجات السيارات ومداخل الخدمة.

٢- تقديم مداخل واضحة يمكن تمييزها من بعد مع التصميم الجيد وتنسيق المسارات المؤدية لها لتسهيل عملية الدخول.

- **أما أهداف التصميم الخاصة بالمدخل** فهي كالتالي: (Golany G., 1983, P. 131)

١- يفضل إضاءة المدخل بصورة طبيعية وتصميمه بشكل متميز معمارياً، يساعد على ذلك الألوان الفاتحة في الطلاء واستخدام مفردات وعناصر من الطبيعة مثل نباتات الزينة.

٢- جعل منطقة المدخل والحركة الرأسية المؤدية للمستوى السفلي متسعة، لتسمح بالانتقال الرشيق لتفادي مخاوف النزول لأسفل.

٣- يفضل أن تكون الحركة إلى داخل البناء صعوداً وليس هبوطاً، وذلك يكون متاحا بشكل أفضل في المباني على المواقع المصطبة.

٤- استخدام المدخل في الارتباط المرئي بين بيئة السطح الخارجي والمبني من الداخل.

٥- تقديم مدخل للأفراد المعاقين حركيا وجعل هذه المداخل جزءاً من المداخل الرئيسية وليست مسارات ثانوية منفصلة.

٤-١-٥-٣ أنماط التصميم الخاصة بالمداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة.

تم تقسيم الأنماط إلى أنماط رئيسية وفرعية بواسطة الباحثة.

Collated From: Carmody J. & Sterling R., 1993, P.178-187.

أولاً: أنماط التصميم الخاصة بالمداخل والفراغات الخارجية.

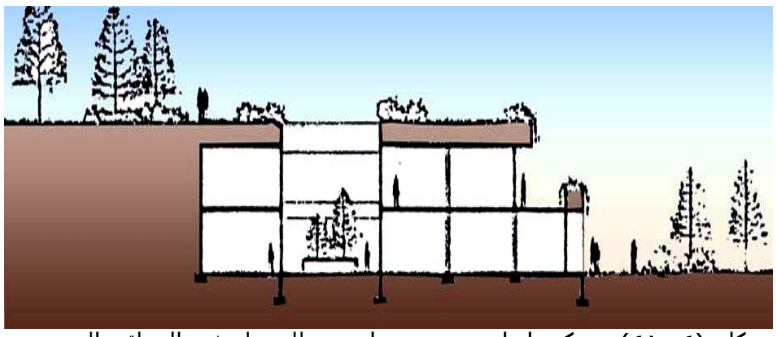
هناك العديد من الأساليب لعمل مدخل مشابه لمدخل المبنى التقليدي، بحيث تكون كتلة المدخل إما أعلى سطح الأرض، أو أسفل سطح الأرض. وفي الجزء التالي يتم دراسة كلاً منهما بالتفصيل.

أ – تصميم مدخل أعلى مستوى سطح الأرض.

وهي تنقسم إلى مداخل على أسطح منحدرة وأخرى على أسطح منبسطة، حسب طبيعة سطح الأرض.

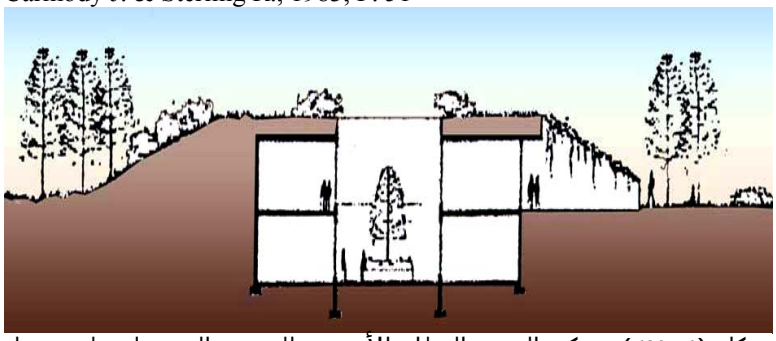
أ-١ مداخل على أسطح منحدرة.

البناء المحمي بالتربة بالمواقع ذات التضاريس المنحدرة على جوانب التل يمكن الدخول إليه أفقيا بدون الحركة الرأسية، والمبني في هذه الحالة سواء كان من مستوى واحد أو عدة مستويات يكون محفور جزئياً تحت الأرض وتكون واجهته مكشوفة، فهو بذلك يعمل على إبداع صورة خارجية مميزة مع إدراك كتلة المبني كلياً، وبالتالي يسهل تمييز المدخل، شكل (٤-٤١).



شكل (٤-٤١): يمكن إبداع صورة خارجية للمدخل في المواقع المنحدرة، بإبراز كتلة المدخل لإعطائها أهمية وسهولة تمييزها عن أرض الموقع.
Carmody J. & Sterling R., 1983, P. 51

أما في المواقع المنبسطة فيمكن تصميم المدخل بالحفر في الغطاء الأرضي للمبنى، شكل (٤-٤٢).



شكل (٤-٤٢): يمكن الحفر بالغطاء الأرضي للمبنى والحصول على مدخل أفقي مقام على موقع منبسط. Carmody J. & Sterling R., 1983, P. 51.

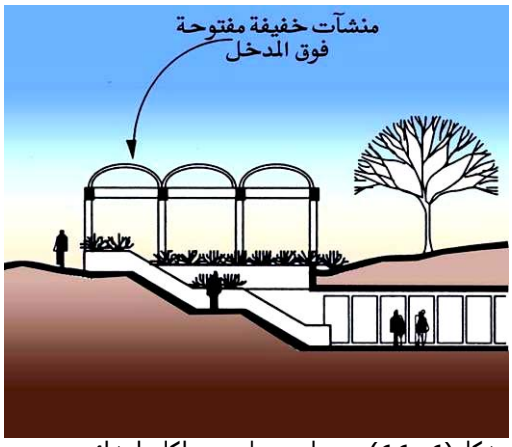
بالنسبة للكهوف الطبيعية أو الصناعية المحفورة في المواقع المنحدرة يمكن تصميمها على اعتبارها مباني منعزلة يتم الدخول إليها من خلال أنفاق أفقية وتكون كتلة المبنى وواجهته غير مرئية، وبالتالي يصمم المدخل على هيئة كتلة خارجية وهذه الكتلة مع وجود الخلفية الطبيعية تعمل على جعل المدخل بارزاً، لذلك يجب المبالغة في حجمه حتى يتم إدراكه، شكل (٤-٤٣)، ويتم الدخول للمبني عن طريق نفق ويفضل توسيعه لأقصى درجة ممكنة حتى لا يؤدي إلى وجود أثار نفسية سلبية كما يفضل استخدام الإضاءة والألوان والأعمال الفنية وعناصر النباتات الطبيعية لتزيد الشعور بالاتساع والإثارة داخل الممر ويجب أن ينتهي بمنطقة فسيحة للإحساس بالوصول.

شكل (٤-٤٣): المبالغة في حجم كتلة المدخل تجعل البناء المحفور بالجبل يبدو كأنه بناء عادي. Carmody J. & Sterling R., 93, P.179.

أ-٢ مداخل على أسطح منبسطة.

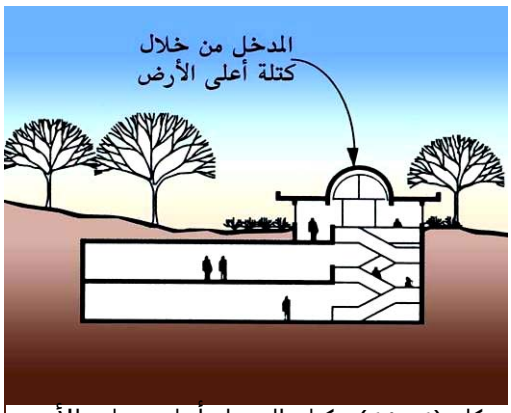
هناك عدد لا نهائي من أساليب تصميم المدخل للمباني تحت الأرض، إذا كانت على أسطح منبسطة، نستعرض منها أكثر الأنواع ملاءمة للاستخدام السكني وهما: الدخول للبناء المحمي من خلال هياكل إنشائية خفيفة مفتوحة أعلى سطح الأرض، أو الدخول من خلال كتلة بنائية منفصلة.

يمكن الدخول إلى فراغات باطن الأرض من خلال مداخل بسيطة بها عنصر الاتصال الرأسي المؤدى لأسفل إلا أن هذه المداخل الوظيفية يصعب إدراكها خاصة من بعد، لعدم بروزها وتميل لافتقاد صورة مميزة للمبنى، لذلك فإنشاء الهياكل الخفيفة المفتوحة أعلى تلك المداخل تساعد على إدراكها بسهولة وتكون لها صورة مميزة في الفراغ الخارجي وتعمل على توجيه المستخدمين، شكل (٤-٤٤)، كما أن هذه الهياكل تعمل على تمهيد الانتقال من السطح الخارجي إلى المستوى الداخلي بدلا من الدخول المفاجئ وبالتالي تستخدم في التهيئة النفسية الضرورية للانتقال بين فراغين مختلفين.



شكل(٤-٤٤):مدخل مغطى بهياكل إنشائية خفيفة مفتوحة. Carmody J.& Sterling R., 93, P.182

في المواقع المنبسطة يمكن استخدام هيكل إنشائي مغلق صغير أعلى سطح الأرض ليستخدم كمدخل إلى الفراغ تحت الأرض ويتضمن عنصر الاتصال الرأسي في المبني، شكل (٤-٤٥).



شكل (٤-٤٥): كتلة المدخل أعلى سطح الأرض لفراغ ضحل أو عميق تحت الأرض يمكنها أن تعطى انطباعا جيدا أو سيئا عما يقدم عليه الزائر للمبنى. Carmody J.& Sterling R.,93,P.183.

والكتلة الخاصة بالمدخل لها خصائص المدخل التقليدي فيمكن رؤيته من بعد، ويفضل تصميمه بعناية شديدة مع الاهتمام بالتفاصيل مما يساعد على إبراز صورة مميزة تحقق نتيجة ناجحة، إلى جانب أنه يساعد على الحماية من الطقس، بالإضافة إلى إمكانية دخول المعاقين حركياً من المدخل الرئيسي، وكمثال على ذلك مدخل التوسعة الجديدة تحت الأرض لمتحف اللوفر، الرجوع إلى شكل (٢-١٣).

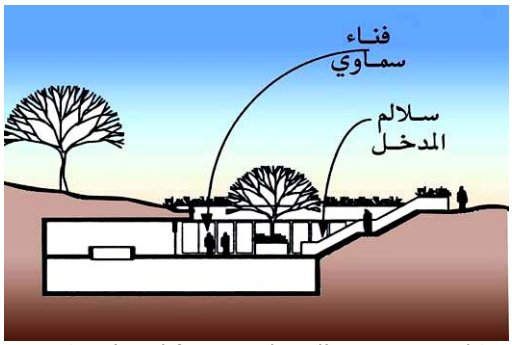
ونظراً لأن الوظيفة الأساسية لكتلة المدخل هي توجيه الأفراد للدخول والنزول أو الصعود، فهي بذلك تحسن صورة الانتقال التدريجي من الخارج للداخل وتجعلها إيجابية، ويساعد على ذلك استخدام الإضاءة الطبيعية والرؤية الخارجية أثناء الحركة، بالإضافة لعناصر التصميم الداخلي لكتلة المدخل كاستخدام الأعمال الفنية وصوت خرير الماء.... الخ.

ب – تصميم مدخل أسفل مستوى سطح الأرض.

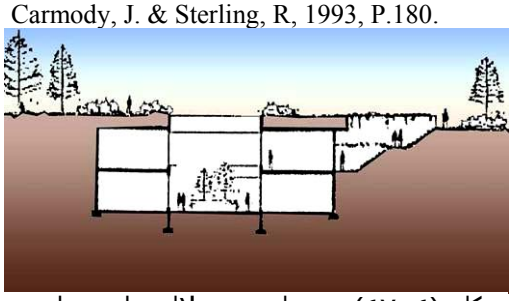
في بعض الحالات التي يقام فيها المبني على موقع منبسط لا يتاح له فرصة المدخل أعلى مستوى سطح الأرض التقليدي وذلك في محاولة للحفاظ على البيئة المحيطة به فيتم إنشاء المدخل من خلال فناء خارجي مكشوف أو من خلال الفناء الرئيسي للمبنى.

ب-١ مدخل من خلال فناء خارجي مكشوف.

يتم دخول المبني على الموقع المنبسط حيث لا توجد كتلة بناء فوق سطح الأرض، من خلال ساحة خارجية أو فناء غائر ويصبح كل منهما جزءاً هاماً من الصورة الخارجية للمبني، شكل (٤-٤٦، ٤٧).



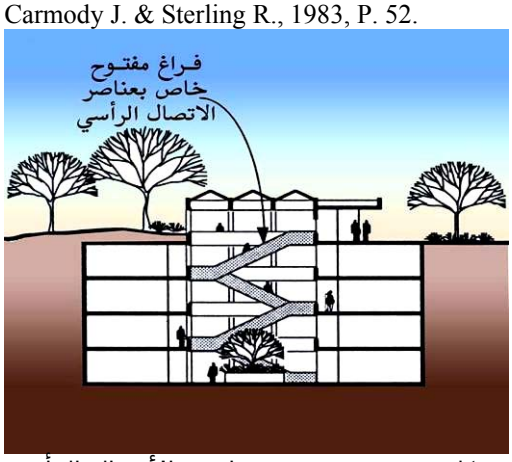
شكل (٤-٤٦): الدخول من خلال فناء مكشوف أسفل مستوى السطح يساعد على التمهيد النفسي والانتقال التدريجي من الأعلى إلى الأسفل، مع ملاحظة المدخل كجزء من الكتلة المبنية.
Carmody, J. & Sterling, R, 1993, P.180.



شكل (٤-٤٧): مدخل من خلال ساحة خارجية أسفل مستوى السطح، مع ملاحظة أن المدخل منفصل خارج الكتلة المبنية.
Carmody J. & Sterling R., 1983, P. 52.

وتساهم رؤية الواجهات الخاصة بالمبني في التعرف على المبني تحت الأرض وعلى الإحساس بصورة مميزة عن حجم وكتلة المبني، كما أن الفناء المكشوف يساهم في ربط الفراغات الداخلية بالبيئة الخارجية إلى جانب جلبه للضوء الطبيعي داخل البناء، كما يسمح الفناء الغائر أيضاً بالانتقال من مستوى سطح الأرض إلى مستوى المدخل (أرضية الفناء) برشاقة من خلال المنحدرات أو السلالم وبذلك يقلل من الآثار السلبية للنزول تحت الأرض (الظلام والانحباس)، وذلك لأن الانتقال نزولاً يحدث في فراغ خارجي مفتوح مضاء إضاءة طبيعية، وأهم خصائصه المثيرة هي حدوث الأنشطة الاجتماعية داخل هذا الفناء، بالإضافة للارتباط البصري بين الأفراد أعلى وأسفل.

وبالرغم من أن الفناء عندما ينظر إليه من أعلى يمكن أن يكون جذاباً إلا أنه يكون غير مرئياً إلى حد ما على بعد، بالإضافة إلى عوائقه حيث أن المصاعد المخصصة للأفراد المعاقين حركياً توضع بعيداً عن المدخل الرئيسي، والانتقال يحدث في الهواء الطلق وهذا غير محبب في الظروف المناخية القاسية.



شكل (٤-٤٨): وضع عناصر الأتصال الرأسي داخل الفراغ الرئيسي للمبنى وبالقرب من مسارات الحركة الرئيسية، يساهم في إزالة الشعور بالانحباس أو انعدام التوجيه.
Carmody, J. & Sterling, R, 1993, P.188.

ب-٢ مدخل من خلال الفناء الرئيسي للمبني.

في حالة الدخول من خلال الأفنية المفتوحة المتعددة الطوابق يفضل استخدام السلالم الكهربية دخولا وخروجا حيث أنها تقدم تدفق وحركة مستمرة سلسة وتقلل الجهد المبذول من جانب مستخدمين، شكل (٤-٤٨)، بالإضافة إلى أنها تخدم أعماق كبيرة وذلك بخلاف السلالم العادية التي تصبح شاقة للمستعملين في حالة زيادتها عن دورين أو ثلاثة وخاصة في حالة الصعود، كما يمكن استخدام المصاعد في الفناء الرئيسي للمبني متعدد الطوابق، شكل (٤-٤٩).

تعمل وسائل الحركة الرأسية في الفراغات المركزية الكبيرة على تقليل الشعور بالعزلة والآثار السلبية الخاصة بالانحباس، إلى جانب أنها تثير نشاطاً ديناميكياً في المبني مما يحقق هدفاً هاماً للتصميم الداخلي لتلك الفراغات، شكل (٤-٥٠).

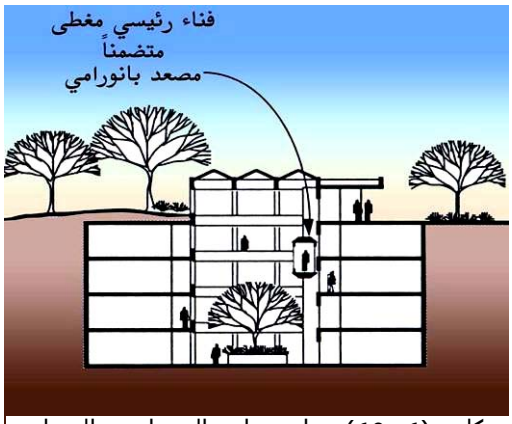
• **<u>ملحوظة:</u>** عند تصميم المداخل السابقة تراعى وظيفة المبني لمعرفة حجم المدخل حيث أن المدخل المخصص لعدد قليل من الأفراد ليس بأهمية الاحتياجات الوظيفية التي تحتاجها المباني ذات المتطلبات الكبيرة في الذهاب والإياب مثل المكتبة والمتحف وقاعة المحاضرات أو مصنع أو مبني إداري... الخ، لذلك يجب الاهتمام بتصميم المدخل حيث يعد أهم عناصر الجذب الرئيسية للفراغ تحت الأرض. (Carmody J& Sterling R., 1985, P. 52).

ولا يعني عرض هذه الأنماط المختلفة للتصميم استنساخها بنفس الطريقة المحددة لكن بالطبع يمكن تطوير العديد من أنماط التصميم بخلاف الأنماط السابقة مع مراعاة تحقيق الأهداف.

<u>ثانياً: أنماط التصميم الخاصة بالوحدات الملحقة</u>
<u>(الفراغات الخاصة، الجراجات).</u>

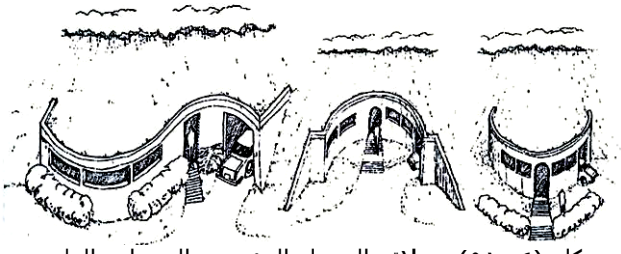
تعتبر العلاقة بمحاور الحركة الخارجية أحد مظاهر علاقة المبنى بالسطح الخارجي ويؤثر تصميمها كذلك على شكل المدخل وعلاقتها بمكان الجراج أو الفراغات الخاصة الخارجية إن وجدت.

ففي المباني المحفورة كلياً تحت سطح الأرض يفضل أن تكون الجراجات فوق السطح، بينما يمكن توفير فراغ خاص بها في الحالات الأخرى، كما يستحب توفير حيز تمهيدي للمدخل يفصله عن مكان الجراج أو الفراغات الخاصة، ويمكن استخدام النباتات والتشجير لتحقيق العزل البصري والصوتي، كما يوفر هذا الحيز خصوصية للمكان بالإضافة إلى أنه يساعد على أداء بعض الأنشطة الخاصة كحيز آمن للأطفال ومكان مشمس لتجفيف الملابس والإضاءة والتهوية أو كمدخل للجراج.... الخ، شكل (٤-٥١).



شكل (٤-٤٩): استخدام المصاعد الزجاجية داخل الأفنية الواسعة في المباني متعددة الطوابق تحت الأرض، يعمل على التخفيف من الشعور السلبي المصاحب للنزول تحت الأرض.
Carmody, J. & Sterling, R, 1993, P.189.

شكل(٤-٥٠): يساهم وضع عناصر الاتصال الرأسي داخل الفراغ الرئيسي بالقرب من مسارات الحركة في الشعور بالرحابة والاتساع.
Carmody J. & Sterling R., 1993, P. 188.


شكل (٤-٥١): علاقة المدخل الرئيسي بالوحدات الملحقة.
Golany G., 1983, P. 126.

يجب مراعاة خصوصية الفراغات المفتوحة عند اختيار مكان الجراج بالنسبة للوحدة السكنية، حيث يمكن أن يكون مدخل الجراج والمدخل الرئيسي على نفس الواجهة الرئيسية للمبنى، شكل (٤-٥٢).

لكن تلك الوضعية لا تسمح بأقصى استغلال للواجهة الوحيدة للمنزل كما أنها لا تسمح بوجود فراغ خارجي مفتوح يتمتع بالخصوصية المطلوبة.

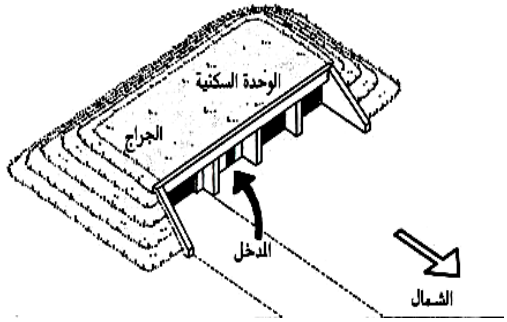
أما إذا كان الجراج منفصلاً فيمكن أن يرتبط بالمدخل عن طريق ممر وبذلك يعمل على تقسيم الواجهة الرئيسية إلى فراغين (فراغ عام وبه المدخل الرئيسي ومدخل الجراج)، وآخر خاص يستغل في الأنشطة التي تتطلب نوعاً من الخصوصية، شكل (٤-٥٣).

كما يمكن تجنيب مدخل الجراج والمدخل الرئيسي للمسكن باتجاه الشرق أو الغرب بعيداً عن الواجهة الرئيسية الشمالية ومن ثم يمكن الحصول على واجهة كاملة باتجاه الشمال، شكل (٤-٥٤).

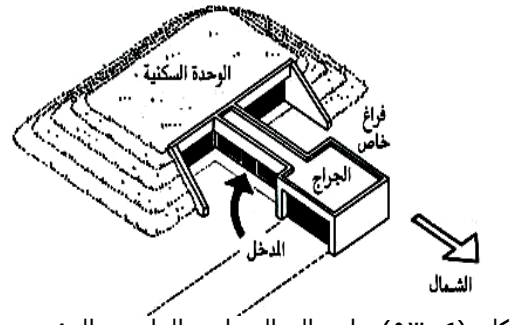
لكن هذا الحل يطيل مسارات الحركة الداخلية في المسقط الأفقي، حيث أن الدخول للوحدة السكنية من بداية الضلع الأطول، كما أنه يقلل من حماية المبنى بالتربة نتيجة فتح ما يشبه بالفناء ذو الثلاثة أضلاع من الجهة الشرقية أو الغربية للوحدة السكنية.

وضعية أخرى يمكن الاستفادة منها وهى إمكانية الدخول إلى الجراج والمدخل الرئيسي من الواجهة الجنوبية للوحدة السكنية وتكون الواجهة الشمالية خالصة بطول المبنى كله وعندئذٍ يمكن الحصول على فراغ خارجي خاص للأنشطة المختلفة، شكل (٤-٥٥).

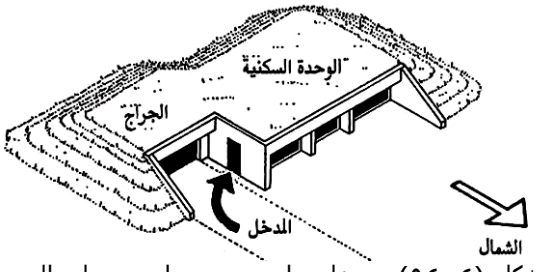
ويقترح البحث فصل الجراج تماماً في كتلة منفصلة - بالطبع إذا توافرت مساحة أرض تتسع لذلك -، والدخول للمنزل من الواجهة الجنوبية من خلال ممر يربط بين الجراج والوحدة السكنية، شكل (٤-٥٦).



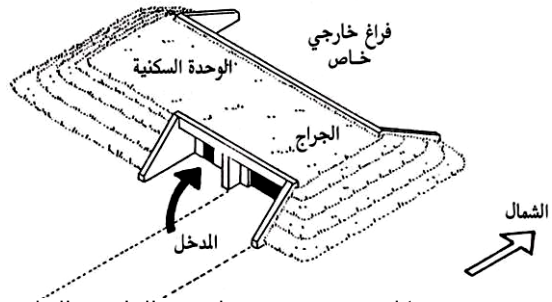
شكل (٤-٥٢): المدخل مع الجراج على الواجهة الرئيسية للمنزل. Carmody J.& sterling R., 1983, P. 45.



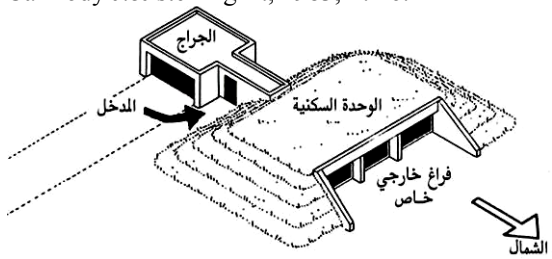
شكل (٤-٥٣): اتصال الجراج بالواجهة الرئيسية عبر ممر خارجى. Carmody J. & sterling R., 1983, P. 45.



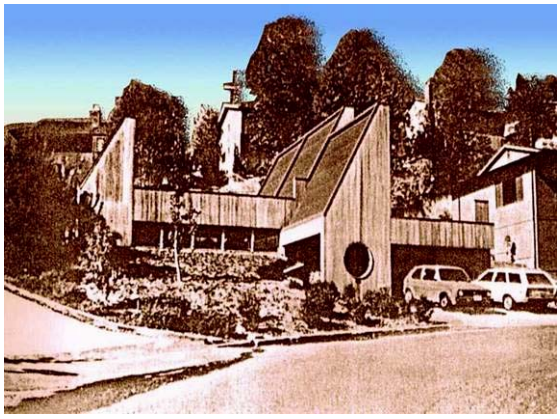
شكل (٤-٥٤): مدخل جانبي مع جراج متصل بالوحدة السكنية. Carmody J. & sterling R., 1983, P. 46.

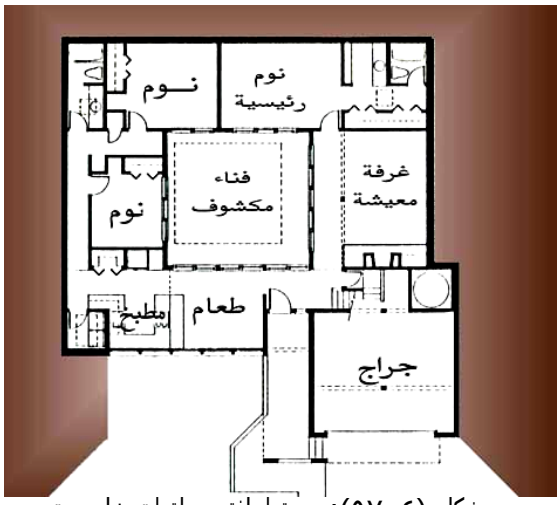


شكل (٤-٥٥): مدخل من الواجهة الخلفية للمنزل مع جراج متصل بالوحدة السكنية. Carmody J.& sterling R., 1983, P. 46.



شكل (٤-٥٦): المدخل من خلال ممر يربط بين الجراج والمنزل من الواجهة الخلفية المحمية بالتربة. Carmody J.& sterling R., 1983, P. 46.





شكل (٤-٥٧): مسقط افقي ولقطة خارجية لمنزل كلارك في بورتلاند، أوريجون.
Carmody J. & sterling R., 1983, P. 52.

تلك الوضعية تجعل الواجهة الجنوبية محمية تماماً بالتربة وفى نفس الوقت يمكن الاستفادة الكاملة من الواجهة الشمالية حيث يمكن أن تكون حرة وتوفر فراغ خارجي أمامها خاص بالوحدة السكنية يمكن فيه ممارسة الأنشطة المختلفة.

وبالنسبة للمبنى ذو الفناء الداخلي فلا مفر من فتح جزء بأحد الواجهات للدخول إلى الوحدة السكنية ويفضل بالطبع أن تكون الواجهة الشمالية، فيمكن حفر جزء منها لمدخل الجراج والمدخل الرئيسي، وكمثال واضح على ذلك منزل (كلارك) في بورتلاند، شكل (٤-٥٧)، حيث يتمتع المبنى بواجهة تقليدية تزيل أي أثر للشعور بغرابة أسلوب البناء أو أي رد فعل سلبي عن الحماية بالتربة، كما يوجد فراغ مفتوح للمبني يتمتع بالخصوصية التامة وهو الفناء الداخلي.

يخلص البحث من الجزء السابق إلى وضع أسس واعتبارات تصميمية خاصة بالبناء المحمي بالتربة لمختلف العناصر التصميمية، والوصول إلى أنماط تصميمية مختلفة لهذا النوع من البناء تبعاً للعلاقة بالسطح، وتبعاً لنوع الفتحات سواء كانت للتهوية أو للإضاءة، ومدى احتياج كل نموذج للفتحات حسب تصميميه. كما تم وضع أسس تصميمية لشكل المبنى وتوزيع الفراغات الداخلية، وأشكال وأنواع الأسقف المختلفة التي تلاءم أسلوب البناء المحمي بالتربة. ثم تطرق البحث إلى حل إشكالية تصميم المداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة بالبناء المحمي بالتربة كالجراجات، بعد تحديد الأهداف المطلوب تحقيقها في بالتصميم. وعليه، يمكن من خلال الجزء السابق تكوين صورة شاملة عن تصميم بناء محمي بالتربة من جميع الجوانب.

٤-٢ اعتبارات توفير الطاقة.

السبب الرئيسي في فكرة حماية المبنى بالتربة أو وضعية المبنى تحت الأرض هو ببساطة اختلاف الخصائص المميزة للبيئة تحت الأرض عن الجو العادي الخارجي أعلى الأرض، فالبيئة تحت الأرض غالباً ما تكون أدفأ في الشتاء وأكثر برودة في الصيف من الجو الخارجي، ومن ثم يهدف هذا الجزء من البحث إلى دراسة خصائص التربة الحرارية، ثم دراسة بعض أنماط حماية البناء بالتربة وتأثيرها على التدفئة والتبريد، ثم يتطرق البحث إلى نبذة عن الأساليب السالبة المختلفة لتوفير الطاقة. وعليه، يمكن من خلال تلك الدراسة الوصول إلى مدخل توفيقي للأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة صيفاً وشتاءاً، مما يعطي أداءاً حرارياً متوازناً على مدار العام.

٤-٢-١ الخصائص الحرارية للتربة.

التأثير الناتج عن إحاطة البناء بالتربة من التبريد في الصيف والتدفئة في الشتاء لا يحدث بفضل أن التربة هي المصدر الأساسي لتلك الطاقة، حيث أن نسبة ضئيلة جداً من درجة حرارة باطن الأرض هي التي تستطيع النفاذ إلى السطح. كما أن هذا الاعتدال لدرجة الحرارة لا يحدث بسبب أن التربة تعمل كعازل حراري، حيث أن المقاومة الحرارية لها R-Value لها ضعيفة إذا ما قورنت بالمواد العازلة الحرارية المعتادة، فالمقاومة الحرارية في الظروف العادية لحوالي (٧٦سم) من سمك التربة تعادل نفس المقاومة الحرارية لحوالي (٢,٥سم) من العازل الحراري (البولي أستيرين). كما يجب الوضع في الاعتبار أن المقاومة الحرارية للتربة تختلف من مكان لآخر وحسب نوع التربة وحسب الرطوبة النسبية المتشبعة داخل التربة. **وعلى ذلك لا تعبر التربة في حد ذاتها كمادة عازلة حرارية جيدة.** (Carmody, 1985, P.67).

أما خصائص التربة التي تجعل منها بيئة أكثر اعتدالاً من السطح في كثير من الأحيان هي ارتفاع السعة الحرارية الخاصة بها (Heat Capacity)، بالإضافة إلى كتلتها الكبيرة المحيطة بالبناء، وبناءاً على ذلك فعلى الحرارة أن تعبر مساراً طويلاً نوعاً ما من داخل البناء تحت الأرض حتى تصل إلى السطح الخارجي للجو المحيط بتربة البناء، بالمقارنة بالبناء العادي حيث تمر الحرارة من داخل البناء عبر طبقة رفيعة (الحوائط والأسقف)، ثم تتبدد في الحال في الهواء المحيط، في حين أن الحرارة عندما تنتقل من داخل البناء المحمي بالتربة إلى الأرض المحيطة تنتشر ببطء ولا تتبدد بالكلية، بل تظل كامنة في التربة لحين أن يبرد الهواء داخل المنزل فتنتقل مرة أخرى إليه لتدفئته، على الرغم من أن قليلاً من تلك الطاقة أحياناً تتبدد في الهواء في طبقات التربة القريبة من السطح.

وبالمثل تنتقل الحرارة أو البرودة من الجو الخارجي المحيط بالتربة إلى داخل التربة ببطء، في عملية معقدة حيث أن صافي الحرارة أو البرودة التي تمتصها التربة تتوقف على عوامل عدة منها: درجة حرارة الهواء المحيط، الإشعاع الشمسي وتأثيره على الهواء، الإشعاع المنعكس من التربة، مقدار الفاقد الحراري المنبعث من التربة إلى الهواء المحيط مساءاً، بالإضافة إلى تأثير حركة الهواء الملاصق للتربة على التدفئة أو التبريد، كما لا يجب إغفال تأثير التبريد التبخيري من النباتات المزروعة أو التربة المبللة.

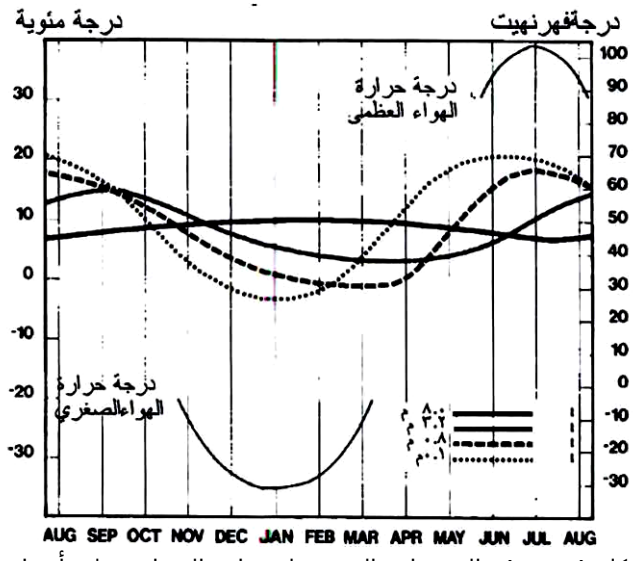
جميع العوامل السابقة تؤثر بشكل أو بآخر على التوازن الإشعاعي الصافي بين الحرارة المكتسبة والمفقودة، ومن ثم على درجة حرارة التربة القريبة من السطح.

أخيراً، تؤثر التربة بشكل ما على تقليل التغييرات السطحية لدرجات الحرارة المختلفة، وتنتج بيئة أكثر اعتدالاً تتميز بالثبات الحراري، حيث أن التغييرات السطحية للهواء الملامس للتربة تقل مع العمق حتى تصل إلى حالة شبه الثبات عند حوالي (٧,٥-٩متر) تقريباً تحت السطح. فمثلاً على عمق (٣متر) تتراوح درجة الحرارة الداخلية للتربة حول معدل ارتفاع أو انخفاض لا يتعدى (١٢°م) عن درجة الحرارة العادية أعلى السطح. (Carmody, 1985, P.69).

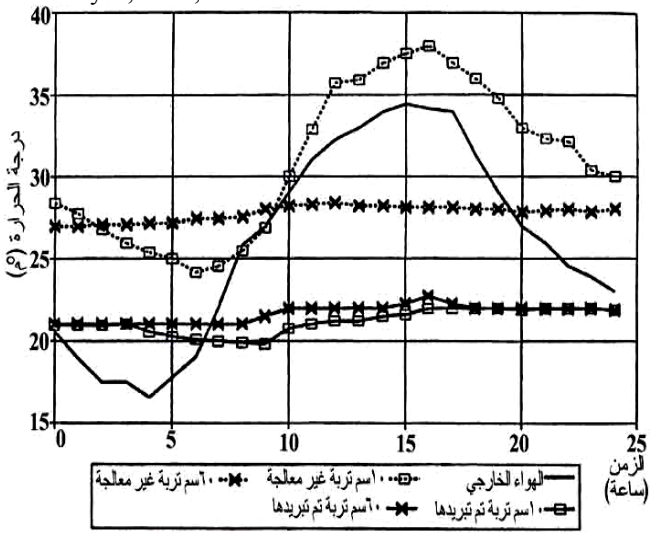
بالإضافة إلى ذلك يزداد التخلف الحراري (Time Lag) بين درجات الحرارة المختلفة – صباحاً ومساءاً أو صيفاً وشتاءاً- بازدياد العمق، ويمكن ملاحظة هذين العاملين بوضوح في المنحنى الخاص بتغييرات درجات الحرارة مع مرور الشهور المختلفة، ببلدة Minneapolis مقاطعة St. Paul، شكل (٤-٥٨).

يؤثر عمق المبنى وأسلوب معالجة سطح التربة على مستوى العزل المطلوب ودرجة الحرارة الداخلية للمبنى المحمي بالتربة. فقد أجريت تجربة مشابهة للسابقة لكن على مدار اليوم الواحد في أحد الأقاليم الصحراوية ذات المناخ القاري بفلسطين، وقد وجد بالتجربة أنه حتى عمق (٠,٩متر) تتأثر درجة حرارة التربة بالتفاوت اليومي لدرجة حرارة الهواء، بينما تتأثر الأعماق بين (٩- ١٢متر) بالتردد السنوي لدرجات الحرارة. فعلى عمق (٣متر) تحت سطح التربة يكون معدل التغير في درجات الحرارة (± ٢١°م)، بينما علي عمق (٩متر) لا يزيد عن (١٧ °م)، وتزداد درجات الحرارة مع زيادة العمق عن (٩متر) تأثراً بحرارة باطن الأرض، وقد أخذت بعض القياسات التي تثبت ذلك في أحد الأقاليم الصحراوية ذات المناخ القاري بفلسطين، (Givoni B., 1998, P. 208)، شكل (٤-٥٩).

يراعى عند تحديد معدل الراحة الحرارية المرغوبة داخل المبني، أخذ مصادر الحرارة الأخرى في الاعتبار، كالأنشطة الحياتية أو الماكينات والأجهزة المختلفة.



شكل (٤-٥٨): التغييرات السنوية لدرجات الحرارة على أعماق مختلفة من التربة بمنطقة **Minneapolis- St. Paul**، يلاحظ قلة التغييرات السنوية في درجة الحرارة بازدياد العمق تحت الأرض
Carmody J., 1985, P. 67



شكل (٤-٥٩): نتائج بعض التجارب للتبريـد بإحاطـة البنـاء بالتربة في فلسطين. Givoni B., 1998, P. 208

<u>وهناك عوامل يجب أخذها في الاعتبار لتحسين كفاءة العزل الحراري للتربة</u>: (Golany G., 1983, P.78)

١. نوعية التربة (رغوية، رملية، رسوبية، طينية، صخرية...).
٢. منسوب المياه الجوفية، ويراعى أن يكون البناء فوق منسوب المياه الجوفية لتجنب مشاكل النضـح وتسرب المياه إلى المباني وتكلفة العزل المرتفعة.
٣. مستوى رطوبة التربة السنوي والشهري.
٤. الشروخ والصدوع الموجودة في سطح التربة.
٥. مدى حساسية التربة ومقاومتها للزلازل.
٦. وجود كهوف أو مناجم أو صدوع قريبة.
٧. أشكال التعرية الخارجية.
٨. خصائص التربة من: (حرارة، رطوبة، تمدد، انكماش، مكونات، صلابة، جيولوجية، بيئة نباتية).

تعد التربة المفككة (الطينية) من أنسب الأنواع للحفر فيها واستخدامها كعازل حول البناء، حيث أن حبيباتها متماسكة، كما أنها تحتفظ بالرطوبة مدة أطول، إلا أنها تكون غير مناسبة عند زيادة المحتوى المائي لها عن الحد المقبول، بينما تعد التربة المفككة (الرملية) أقل ملائمة للحفر فيها أو استخدامها حول البناء حيث أنها لا تحتفظ بالرطوبة. (Golany G., 1983, P. 78).

٤-٢-٢ تأثير أنماط حماية البناء بالتربة على التدفئة والتبريد.

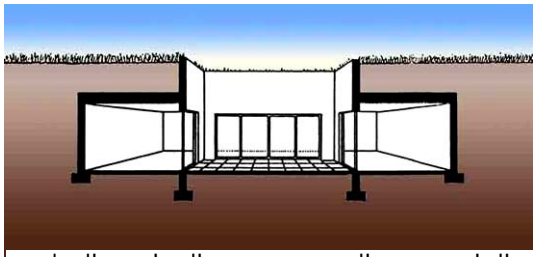
هناك العديد من مداخل حماية البناء بالتربة، واستغلال الخصائص الحرارية المعتدلة للتربة من أجل الحفاظ على الطاقة داخل المباني، في معظم الحالات يتم الاتصال المباشر بين البناء والتربة للاستفادة من خصائص التبريد السالب.

ونظرياً، إذا تم دفن البناء على عمق من (٧,٥-٩متر) تقل التغييرات في درجة الحرارة صيفاً وشتاءاً إلى أن تصل إلى حالة من الاستقرار الحراري عند هذا العمق. فعلى الرغم من أن البناء سوف يحقق أفضل استفادة من المميزات الحرارية للتربة، إلا أنه يلزم عند هذا العمق توفير فتحات كافية للمسكن من خلال أسلوب معماري أكثر تعقيداً، أو بالاستعانة بالأفنية الداخلية العميقة، كما أن التكلفة الإنشائية سوف تزداد كثيراً بزيادة العمق. إلى جانب أن البناء عند هذا العمق لا يتيح إمكانية استغلال التسخين الشمسي والذي يعتبر مكملاً للبناء المحمي بالتربة.

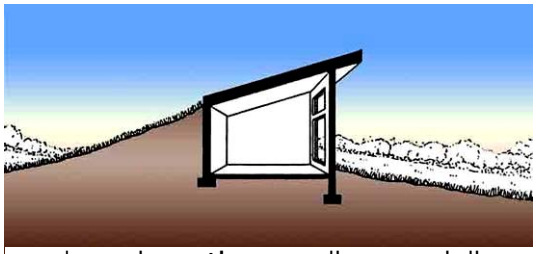
لذلك فإن الاتجاه الأكثر ملائمة هو وضع المبنى على مقربة من السطح بطريقتين مختلفتين:

الطريقة الأولى: أن يكون البناء محمياً كليةً بالتربة Earth-Covered، وبذلك يمكن أن يكون (بواجهة واحدة) أو (ذو فناء داخلي)، حيث أن حماية السطح بالتربة تخفض بدرجة كبيرة من كمية الحرارة التي تصل إلى المبنى. ويرجع ذلك إلى أن كمية الحرارة المكتسبة من خلال السطح أعلى بكثير من كمية الحرارة المكتسبة من خلال الحوائط. (أبو قرين، عنتر، ١٩٩٨)، الأمر الذي يجعل البناء المغطى بالتربة أفضل من حيث الأداء الحراري في المناخ القاسي.

والطريقة الثانية: أن يكون البناء محمياً بالتربة من الجوانب فقط Earth-Bermed، وهناك اختلاف كبير في الأداء الحراري لهاتين الطريقتين، شكل (٤-٦٠).



البناء محمي بالتربة من جميع الجوانب والسطح.



البناء محمي بالتربة من ثلاث جوانب فقط.

شكل (٤-٦٠): الأنماط المناسبة للتطبيق من الإسكان المحمي بالتربة. Carmody J., 1985, P.70

في **الطريقة الأولى** يتراوح سمك طبقة التربة التي تحمي السطح من (١-٢متر) ويصل عمق أرضيته إلى (٤-٥متر) تحت الأرض، بينما لا يتجاوز عمق أرضية **الطريقة الثانية** (٢,٥متر) تحت الأرض، فيمكن استخدامها في المناطق الصحراوية الساحلية التي تتطلب زيادة التهوية العابرة لتقليل نسبة الرطوبة العالية بتلك الأماكن، كما لا توجد اختلافات كثيرة بدرجة الحرارة بين الشتاء والصيف، ومن ثم فهي لا تحتاج إلى حماية كبيرة بالتربة.

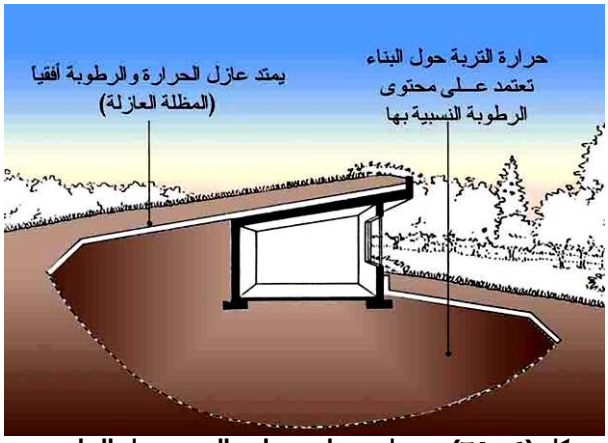
تعتمد <u>درجة عمق المبنى</u> تحت الأرض- والتي يمكن أن يحقق عندها البناء الكفاءة الحرارية المطلوبة بمناخ ما- على عدة عوامل تؤثر بدورها على الأداء الحراري للتربة المحيطة بالبناء:

(Carmody, 1985, P. 79)

أ- <u>وضعية وسمك عازل الحرارة والرطوبة حول البناء</u>.

حيث أن لها تأثيراً هاماً في الحفاظ على الطاقة داخل البناء، فيمكن معها الحفاظ على الثبات الحراري للتربة حول المبنى، وتقليل التغييرات القوية لدرجات الحرارة التي تحدث على السطح.

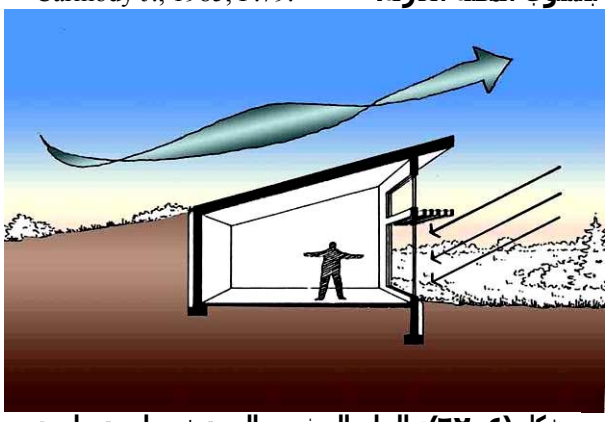
وقد اقترح بعض العلماء بأن تكون الطبقة العازلة للرطوبة والحرارة ممتدة أفقياً حول المبنى لمسافة قد تبلغ حوالي سـتة أمتـار فيما يعرف بالمظلـة العازلـة **Insulation Water-Shed Umbrella**، مما يساهم في تقليل عمق دفن المبنى في التربة بشكل ملحوظ. (Hait, J., 1983) ، شكل (٤-٦١).



شكل (٤-٦١): تعديل درجات حرارة التربة حول البناء عـن طريق التحكم في الرطوبة النسبية المتشـبعة داخـل التربـة بأسلوب المظلة العازلة. Carmody J., 1985, P.79.

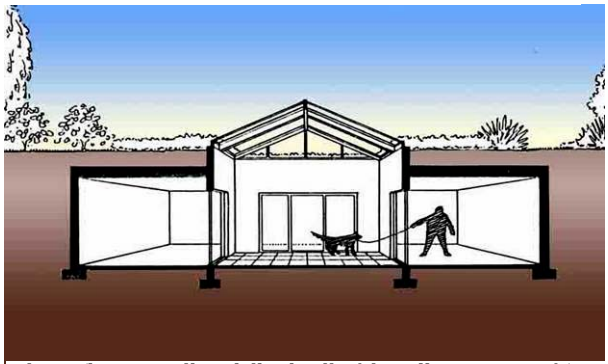
ب- <u>شكل المسقط الأفقي وأمـاكن الفتحـات</u>:

يتأثر الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة بشكل المسقط الأفقي وأمـاكن الفتحـات، حيث يفضل أن يكون المسقط الأفقي أكثر انضغاطاً ونسبة المساحة السـطحية إلـى **<u>الحجم</u>** صغيرة مما يساهم في تقليل الفاقد أو الاكتساب الحراري صيفاً وشتاءاً.



شكل (٤-٦٢): البناء المدفون بالتربة ذو واجهة واحدة.
Carmody J., 1985, P.80

ج- <u>توجيه وحجم النوافذ</u>: حيـث لا يقتصـر دورها على كميـة الاكتسـاب أو الفاقـد الحراري فقط، بل يعتبر مؤشراً علـى أي الجوانب المفترض حمايتها من الريـاح أو الشمس، وبالتالي التصاقها بالتربة.



شكل (٤-٦٣): الاحتفاظ بالهواء الدافئ الذي تـم اكتسـابه نهاراً للتدفئة في ليل الشتاء البارد عن طريق تغطيـة الفنـاء الداخلي مساءاً. Carmody J., 1985, P. 80.

د- <u>أسلوب التصميم</u>: على الرغم من انتشـار أسـلوب التصـميم **<u>للبنـاء ذو الواجهـة الواحدة</u>**، فهو يناسب منـاطق ذات منـاخ معين دون الأخرى، مثل المناطق الباردة التي تتخذ من البناء المحمي بالتربة استراتيجية للحمايـة من الرياح الباردة وتجميع أكبر قدر ممكن من الدفء المنشود، شكل (٤-٦٢).

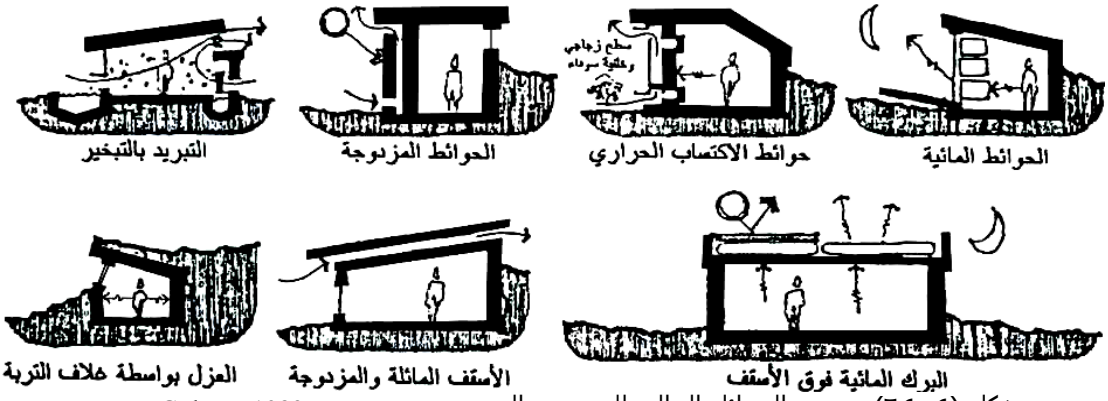
أما في المناطق الحارة- الجافة فيفضل أن يكون **البناء ذو فناء داخلي**، ويمكن اعتباره وعاءاً لتخزين الهواء الدافئ في المساء البارد والتمتع ببعض البرودة في النهار الحار، كما يقترح استخدام غطاء متحرك للحماية من الأشعة الساخنة نهاراً والسماح للهواء البارد ليحل محله في المساء وذلك في فصل الصيف، أما في فصل الشتاء فيفضل تغطيته تماماً في المساء للحماية من برودة القارصة وإزالته في النهار ليحل محله الهواء الدافئ للحصول على أكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسي، شكل (٤-٦٣).

هـ- **التفاصيل الإنشائية ومواد النهو**: يمكن للتفاصيل الإنشائية ومواد النهو المستخدمة أن تؤثر بشكل جزئي على الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة، حيـث أن الألـوان ومـود البنـاء والفـرش المستخدمة تؤثر على درجة الحرارة الداخلية للمبنى، فالألوان الناصعة تعكـس أشـعة الشـمس وبالتالي تقلل من الاكتساب الحراري، كما أن اسـتخدام مـواد بنـاء معينـة كـالحجر الرملـي والطباشيري يساهم في تقليل الاكتساب الحراري.

و- **درجة عمق المبنى:** تؤثر درجة عمق المبنى بشكل واضح على الخصائص الحرارية المطلوبـة من البناء المحمي بالتربة، وبمراعاة أن التغييرات السطحية للهواء الخارجي تقل مع العمق حتـى تصل إلى حالة شبه الثبات عند عمق حوالي (٧,٥-٩متر) تحت السطح، وعلى الرغم من صعوبة تحقيق هذا العمق فعلياً مع الاستخدام السكني، إلا أنه يعتبر مؤشراً على حالة الاستقرار الحراري المثلى، ومحاولة الاقتراب منها بقدر الإمكان حسب المتاح في التصميم المعماري والإنشائي مـع الوضع في الاعتبار العامل الاقتصادي وتكلفة الهيكل الإنشائي الذي يتغير حتماً مع العمق.

٤-٢-٣ نبذة عن الأساليب السالبة المختلفة لتوفير الطاقة.

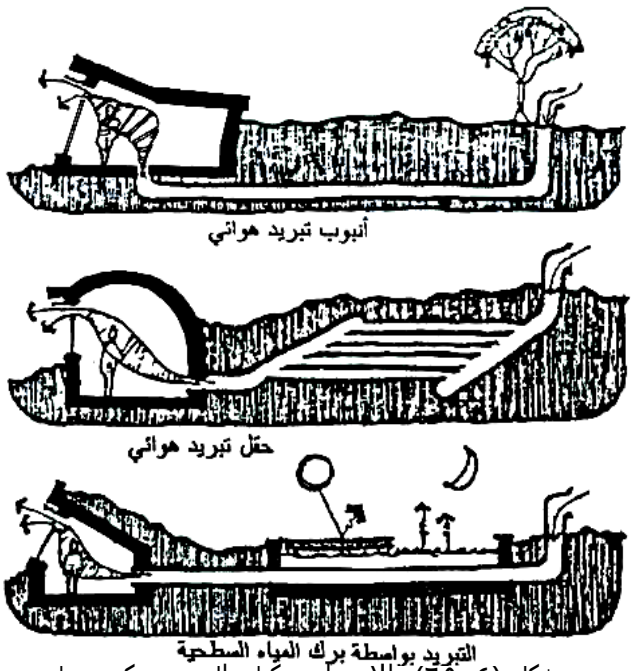
تعد الوسائل السالبة للتبريد والتسخين والتهوية **Passive Solar Ventilation for Heating & Cooling** من العوامل الأساسية التي يجب أخذها في الاعتبار لتحقيق الراحة الحرارية داخل المبنى وتزداد أهميتها في حالة البناء تحت الأرض حيث يكون الدافع بيئياً.



شكل (٤-٦٤): بعض الوسائل السالبة للتسخين والتبريد. Golany, 1983, P.7.

والوسائل السالبة لا تعتمد على مصدر للطاقة المصنعة ولا تستخدم فيها آلات أو معدات كهروميكانيكية بشكل رئيسي، بل تعتمد على وسائل فقدان واكتساب الطاقة الطبيعية المباشرة كالشمس والرياح، وهناك وسائل عديدة **للتسخين السالب** من أشهرها: (الاكتساب المباشر **Direct Gain**- حوائط التخزين الحراري **Trombe Wall**- الفراغ الشمسي **Sun Space**- الوسائد الصخرية **Rock Beds**)، أما وسائل **التبريد السالب** فهي: (ملاقف الهواء **Wind Tower**- التهوية الليلية **Night Ventilation**- الأفنية الداخلية **Internal Courts**- التبريد بواسطة تيارات الحمل الهوائية **Radiant Cooling**- العزل الحراري والترطيب بواسطة غلاف التربة **Earth Sheltered**- والتبريد بالتبخير **Evaporative Cooling**)، شكل (٤-٦٤).

قد تستخدم بعض الوسائل السابقة استخداماً مزدوجاً كحوائط التخزين الحراري والعزل بواسطة غلاف التربة، إلا أن الأكثر شيوعاً هو استخدام غلاف التربة كوسيلة تبريد، سواء بشكلها التقليدي أو بتطوير أساليب مبتكرة مباشرة، وتبرز الحاجة إلى هذه الوسائل خاصة في الأقاليم ذات المناخ القاري، وتتميز بأنها لا تلوث البيئة كما أنها أقل تكلفة على المدى البعيد ويمكن استخدامها في المناطق التي تندر فيها مصادر الطاقة التقليدية، شكل (٤-٦٥).



شكل (٤-٦٥): الاستعانة بكتلة التربـة كوسـيلة سالبة لتبريد الهواء في المباني المحمية بالتربة.
Golany, 1983, P.7

ويعد التقليل من استهلاك الطاقة في التدفئة والتبريد، من أهم الأسباب الداعية لتبني استراتيجية حماية البناء بالتربة. حيث توفر تربة باطن الأرض بإحاطتها بالمباني درجات حرارة معتدلة وفرصاً عديدة لتوفير استهلاك الطاقة في فصلي الشتاء والصيف في معظم المناطق المختلفة حول العالم.

وتعتبر عملية إحاطة البناء بالتربة محاولة جديدة تضاهي الأساليب المعروفة للمحافظة علي الطاقة داخل المبني، والهدف الأساسي من تكامل البناء مع التربة تظهر أهميته في الأجواء القاسية متطرفة المناخ، وهي الميزة الكبرى التي يوفرها العزل بواسطة غلاف التربة، ورغم ذلك لابد من الدراسة المتأنية لهذا الأسلوب حتى يمكن فهم جميع أبعاده ومميزاته وكيفية التغلب على المعوقات في سبيل تطبيقه.

ومن المعروف أن المباني التي تحافظ على الطاقة بكفاءة (**Energy Efficient Buildings**)هي عبارة عن تكامل لمراحل عملية التصميم المختلفة من: تنسيق الموقع أو شكل معين للمبنى أو توجيهٍ ما، أو التصميم المحيط للغلاف الخارجي للمبنى، أو تصميم الأجهزة الميكانيكية الملحقة بالبناء، فضلاً عن التفاصيل الإنشائية لبعض الأجزاء التي قد تؤدي وظائف خاصة داخل البناء. بالمثل تعتبر عملية حماية البناء بالتربة جزءاً من منظومة واحدة لأساليب الاحتفاظ بالطاقة السالبة في شكل مداخل متكاملة.

يتم الارتكاز على ثلاثة محاور أساسية متكاملة للوصول إلى مبنى يحافظ بكفاءة على الطاقة **Energy Efficient Building**، وهي:

- **العزل بواسطة غلاف التربة** (موضوع البحث)، ويتكامل معه محوران آخران:
- **التهوية السالبة.**
- **التبريد بواسطة التبخير.**

تعتمد المحاور الثلاثة السابقة على عدة ظواهر فيزيائية تساهم في الانتقال الحراري من وسط لآخر وهي: التوصيل Conduction، والحمل Convection، والإشعاع Radiation، ويمكن الاستعانة بأحدهم أو دمجه مع الآخر في محاولة للوصول بالمبنى إلى أفضل أداء يحقق الراحة الحرارية لساكنيه.

جدير بنا في هذا المقام ذكر لمحة بسيطة عن تلك الظواهر للمساعدة على دراسة ديناميكية المحاور الثلاثة السابقة المستخدمة في هذا البحث:

- فالحرارة تنتقل **بالتوصيل** من الأجسام الدافئة إلى الأخرى الأكثر برودة مباشرة مـن خـلال المواد الموصلة بينهما، ومن ثم يتوقف معدل انتقال الحرارة على الخصائص الحرارية للمواد البينية. ففي الأجسام الصلبة تنتقل الحرارة من الأجزاء الحارة إلى الأجزاء الباردة بالتوصيل.
- بينما **الحمل** فهو وسيلة التوصيل الرئيسية عبر السوائل والغازات (الموائع)، حيث أنها تتحرك بسهولة وحرية حاملة معها الحرارة من جسم لآخر. وهناك تأثير ناتج عـن الحمـل هـو أن الموائع الحارة- التي تكون أقل كثافة- ترتفع عن الموائع الأبرد منها، كما يظهر بوضوح في الهواء الساخن الخارج من المدخنة، وهو ما تعتمد علية نظرية ملقف الهـواء فـي محاولـة للتبريد السالب.
- أما **الإشعاع** فهو انتقال للحرارة من الأجسام الساخنة إلى الباردة عبر الفراغ عن طريق تحرك الموجات وتلك الظاهرة تحدث مستقلة عن درجة حرارة الوسط الذي ينفذ خلاله الإشعاع، مثل انتقال الحرارة بالإشعاع من الشمس أو النار في يوم بارد.

بالإضافة إلى تلك الوسائل الثلاثة توجد عملية فيزيائية يمكنها أن تؤثر على استخدام الطاقة والراحة البشرية في المباني، وهي عندما يتحول السائل إلى غاز بالتبخير فإن الحرارة يتم اختزالها في تلك العملية، وبالتالي تنخفض درجة حرارة الهواء بالقرب من موضع التبخير، فيحدث تأثير تبريدي، فيما يسمى **بالتبريد التبخيري**، وعلى النقيض عندما يتكثف الغاز إلى سائل، تنطلق الحرارة في الهواء المحيط.

وعليه، من الجزء السابق يمكن استنتاج أن الأداء الحراري المطلوب من التربة يختلف صيفاً عنه شتاءاً، كما تختلف التقنيات المساعدة والمكملة للبناء المحمي بالتربة في محاولة للوصول إلى أفضل أداء حراري على مدار العام.

٤-٢-٤ مدخل توفيقي للأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة.

تم ابتكار العديد من التقنيات التي تساعد على تحسين الأداء الحراري للتربة حول المبنى المحمي كلياً أو جزئياً بالتربة صيفاً وشتاءاً، وهي تعتبر من الاتجاهات الهامة التي يمكن تطويرها مستقبلاً للاستفادة من مميزات التقنيات الجديدة، ومحاولة تلافي بعض العيوب المتعلقة بها، ومن ثم يحاول البحث في هذا الجزء إيجاد مدخل توفيقي للأداء الحراري للتربة للوصول إلى أكبر قدر من الاستفادة من خصائص التبريد في فصل الصيف أو التدفئة في فصل الشتاء.

٤-٢-٤-١ الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة – صيفاً.

تعتبر الحماية من درجات الحرارة العالية صيفاً وتقليل الفارق الكبير بين درجات الحرارة في الليل والنهار أمراً ضرورياً، إلى جانب الحماية من البرودة القارصة في مساء فصل الشتاء.

على الرغم من ارتفاع درجة حرارة التربة في المناطق الصحراوية، إلا أنها تعتبر أقل بكثير من درجة حرارة الهواء القصوى الأمر الذي يجعل التربة رغم ذلك مصدراً لتبريد المبنى، كما أن البناء تحت الأرض لا يحمي الحوائط فقط من الاكتساب الحراري، وإنما يوفر إلى جانب ذلك حماية للسطح بطبقة سميكة من التربة. وهو ما يعتبر هاماً للغاية نظراً لأن كمية الحرارة المكتسبة صيفاً من خلال السطح أكثر من المكتسبة من جميع الحوائط في تلك المنطقة التي تتعامد فيها زاوية سقوط الشمس تقريباً على الأرض.

ومن المتوقع أن حماية البناء بالتربة سوف تقلل بدرجة كبيرة من كمية الطاقة الضرورية لتبريد المبنى صيفاً في تلك المناطق الحارة، ويرجع ذلك إلى سببين أساسيين:

الأول: عزل المبنى عن المناخ الحار فوق سطح الأرض.

الثاني: أن حماية المبنى بالتربة توفر مصدراً للتبريد من خلال ملاصقته للتربة تحت سطح الأرض، كما أن وضع المبنى محمياً بالتربة يقلل من اختراق الهواء الحار إلى داخل المبنى صيفاً من خلال الشروخ أو الفواصل الدقيقة حول الأبواب والشبابيك.

يناقش البحث في الجزء التالي بعضاً من الاستراتيجيات المكملة للبناء المحمي بالتربة في منظومة واحدة، للوصول إلى التوازن الحراري المطلوب. فالمبنى المحمي بالتربة يؤثر على الأداء الحراري الخاص به عاملان أساسيان هما: العزل بواسطة غلاف التربة، والتهوية الطبيعية التي تحمل الهواء داخل المبنى، وبالتالي تؤثر على التدفئة والتبريد للبيئة الداخلية. وعليه، يتناول البحث في الجزء التالي دراسة تأثير كلاً من هذان العاملان على تدفئة وتبريد البيئة الداخلية للمبنى.

أولاً: تأثير العزل بواسطة غلاف التربة على التدفئة والتبريد.

هناك مستويان من منسوب التربة التي تغطي المبنى، حيث أحيانا تكون طبقة التربة سطحية، أو سميكة، ويكون المبنى بالعمق داخل التربة. ولكلٍ منهما تأثير مختلف على تدفئة وتبريد المبنى. وتحتاج أسلوب مختلف لتبريدها.

أ- أساليب خفض درجة حرارة التربة السطحية.

يتحكم في درجة الحرارة الطبيعية لسطح التربة عاملان: (Carmody, 1985, P.67).

- **التوازن الإشعاعي الصافي بين الحرارة المكتسبة والمفقودة.**

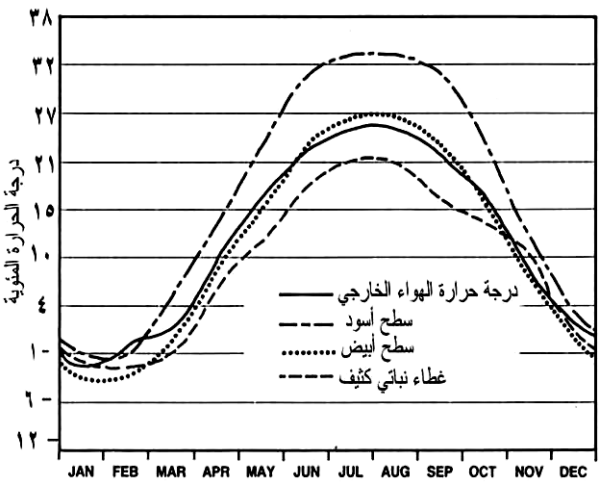
The Net Radiant Balance between Solar Gain and Loss.

- **الانتقال الحراري بالتبادل مع الهواء المحيط.** **Convective Exchange with Ambient Air.**

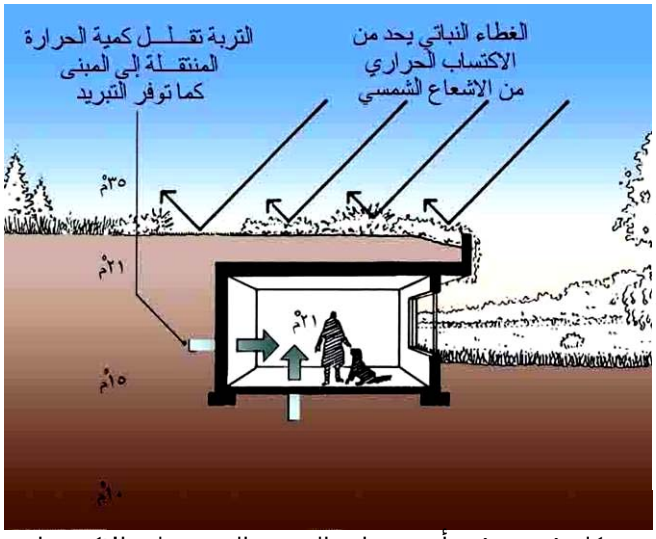
ويمكن من خلال التحكم في هذين العاملين الوصول إلى درجة حرارة مستقرة داخل التربة صيفاً وشتاءاً.

أ-١ التوازن الإشعاعي الصافي بين الحرارة المكتسبة والمفقودة (الإشعاع Radiation).

يتم معرفة متوسط درجات الحرارة لسطح التربة من خلال التوازن الإشعاعي **Radiation Balance**، وبالرغم من وصول الإشعاع الشمسي إلى التربة في فصل الصيف إلى أقصى معدل له، فإن امتصاص التربة للإشعاع يعتمد على طبيعة الطبقة التي تغطي التربة (غطاء نباتي أخضر أو وجود مظلة) مما يساعد على الإقلال من التأثير الحراري للشمس إلى حد كبير، شكل (٤-٦٦)، (٤-٦٧).



شكل (٤-٦٦): تأثير الغطاء النبـاتي للتربـة علـى المتوسط الشهري لدرجات حرارة التربة أسفل السطح.
Carmody J., 1985, P. 84



شكل (٤-٦٧): تأثير حماية المبنى بالتربة على الاكتسـاب الحراري صيفاً.
Carmody J., 1985, P. 84

يصل الإشعاع المكتسب طويل الموجه في الصيف لأعلى معدل له، ويكون التوازن الإشعاعي الصافي بين المكتسب والمفقود بالمناطق الحارة الجافة موجباً.

أما في الشتاء، فيصبح معدل الإشعاع المفقود أكثر من المكتسب نتيجة لارتفاع الشمس وقصر اليوم. ولأن التظليل التام للتربة يقلل التغييرات الإشعاعية على السطح، فقد اقترح الباحثون خفض درجة حرارة التربة **عن طريق تظليلها بالكامل في الصيف، وكشفها جزئياً للسماء في الشتاء**، (باستخدام مظلة متحركة أو الأشجار متساقطة الأوراق في فصل الشتاء)، وبذلك تنخفض درجات الحرارة إلى حد كبير، الرجوع إلى شكل (٤-١٧). (Ken Labs,1981b.,P. 131-135).

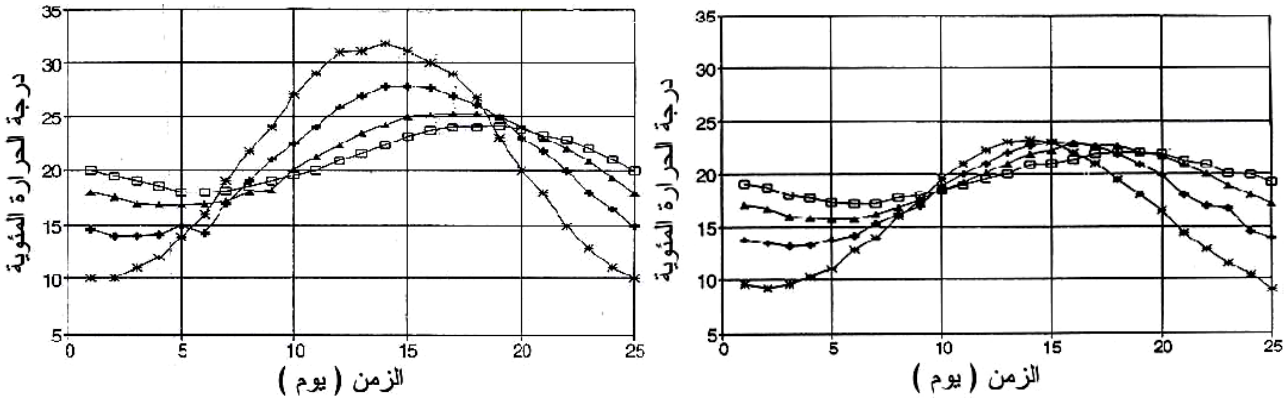
أ-٢ الانتقال الحراري بالتبادل مع الهواء المحيط (الحمل Convection).

في المناطق الحارة يكون متوسط درجة حرارة الهواء في فصل الصيف أقل من متوسط درجة حرارة سطح التربة (Givoni B., 1995)، فتفقد التربة المكشوفة حرارتها بالانتقال الحراري إلى الهواء المحيط. ويعتمد معامل الانتقال الحراري علي سرعة الرياح الملامسة لسطح الأرض.

ويمكن التحكم في هذا العامل بمعالجات لسطح التربة عن طريق:

- **التظليل والتبخير:** في حالة التربة المظللة – عندما يقل التغير الإشعاعي – خاصة مع تـوفير بعض الرطوبة التي تتبخر عن السطح، يمكن خفض درجة حرارة السطح عن درجة حـرارة الهواء المحيط في فصل الصيف فيما يعرف "**بالتبريد التبخيري**" **Evaporative Cooling**.

• **تغطية التربة بمادة منفذة للبخار**: وذلك في المناطق شديدة الجفاف حيث يكون ري السـطح بكثافة أمراً غير ممكناً، فقد اقترح (Givoni B., 1979, P.123-138) تغطية السـطح بطبقـة مـن الحصى فاتح اللون. كما يعكس الحصى الفاتح كمية كبيرة من الإشـعاع الشمسـي، ويـوفر مقاومة حرارية بين سطح الأرض والهواء المحيط الأكثر حرارة فيقل معدل الانتقال الحراري بينهما، وفي نفس الوقت يسمح للهواء البارد ليلاً أن يتخلل الحصى ويبـرد سـطح المبنـي، (Carmody J. , 1985, P. 85)، شكل (٤-٦٨).

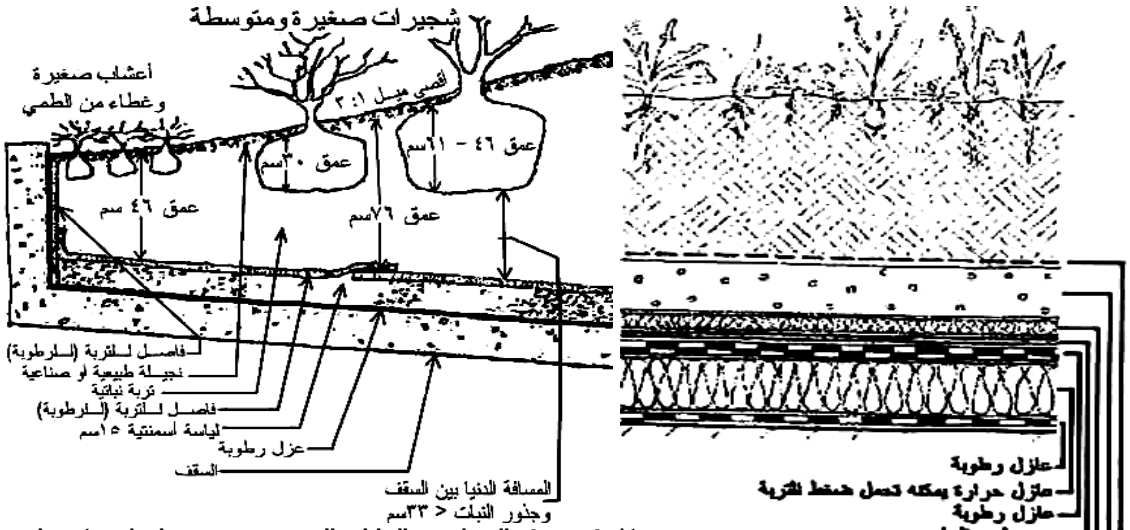


شكل (٤-٦٨): المتوسط الشهري لدرجات الحرارة في فصل الصيف في إقليم (حار جاف صحراوي) لتربة مكشـوفة وآخر لتربة مغطاة بالحصى تم حسابها في أربعة أعماق ± صفر، -١٠ سم، -٣٠ سم، -٦٠ سم.
Givoni B., 1995, Passive and Low Energy Cooling of Buildings.

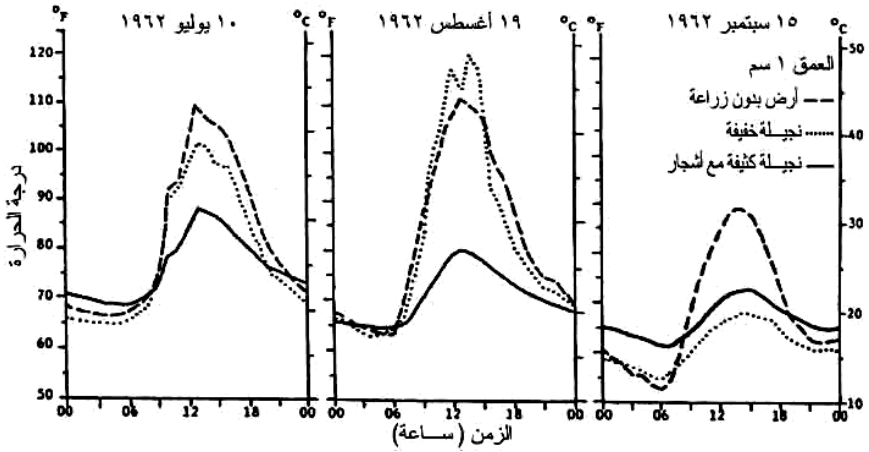
ب- أساليب خفض درجة حرارة التربة العميقة تحت السطح.

تساهم طريقة تنسيق ومعالجة سطح التربة في توفير الراحة الحرارية لباطن الأرض:

• فالتشجير وأسلوب توجيهه يساهمان في توفير أكبر مساحات مظللة ممكنه، كما أن استخدام أنواع تحتفظ بالماء في جذورها يساعد على التحكم في درجة الحرارة، شـكل (٤-٦٩)، إذ أن التربـة المغطاة بالعشب المروي يصلها من ١٠٪ إلى ٢٠٪ فقط من الإشعاع الشمسـي الكلـي، بفضـل التوازن الإشعاعي **Radiation Balance** والتوصيل الحـراري الضـعيف **Low Conduction** لغطـاء العشب أعلى التربة. (Carmody J., 1985, P. 84)، شكل (٤-٧٠).

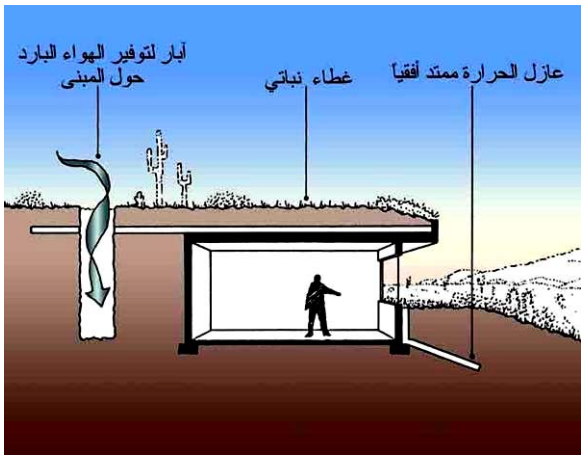


شكل (٤-٦٩): الحشائش والنباتات التي تحتوي جذورها علـى كميـات كبيرة من الماء تعتبر عازلاً جيداً للحرارة وتساعد على تبانها.
Minnesota University, 1979, P. 46 & Brenda, 1991.



شكل (٤-٧٠): تأثير تشجير السطح على عمق ١م على التردد اليومي والموسمي لدرجات الحرارة ببلدة Minnesota. Golany G., 1983, P. 82

- في حالة عدم توافر الغطاء الأخضر يمكن ري التربة خلال المساء أو في الصباح الباكر حيث تنخفض درجة الحرارة تحت السطح عن معدلاتها وذلك على عمق ٦٠ سم فأكثر. أما في الأقاليم الحارة الصحراوية ذات الصيف الجاف، يمكن الجمع بين التظليل والري، حيث تتبخر المياه عن سطح الأرض المظللة، فتنخفض درجة حرارتها عن متوسط درجة حرارة الهواء المحيط. وهذا الأسلوب قائم على ظاهرة الحمل **Convection**، حيث يستهلك البخار المتصاعد درجة الحرارة العالية للوصول إلى درجة التبخير تاركاً التربة أقل حرارة.
- كما يمكن تغطية الأرض بالحصى أو الزلط بسمك ١٠سم وتروى بالماء، فيتم امتصاص الإشعاع الشمسي خلال ٣: ٥ سم فقط من قمة طبقة الحصى وتبعاً لذلك يكون التوصيل الحراري **Conduction** إلى أسفل طبقة الحصى ضعيفاً للغاية.
- اقترح (Baruch Givoni, 1979) أسلوب آخر لخفض درجة حرارة التربة حول المبنى بعمل عدة حفر عميقة مملؤة بالحصى، تقوم بتخزين الهواء البارد ليلاً لتبريد التربة حول تلك الحفر نهاراً. (Carmody J., 1985, P. 85).
- كما اقترح وضع طبقة عازلة للحرارة ممتدة أفقياً حول المبنى لمنع حرارة سطح الأرض من الوصول إلى التربة العميقة المجاورة للمبنى، مما يساهم في الحفاظ على برودة التربة أسفل هذه الطبقة العازلة، شكل (٤-٧١).



شكل (٤-٧١): يوضح بعض التقنيات المساعدة لتحسين الخصائص الحرارية للتربة. Carmody J., 1985, P. 85

ثانياً: تأثير التهوية الطبيعية على التدفئة والتبريد.

تم تقسيم دراسة تأثير التهوية الطبيعية على التدفئة والتبريد من خلال **التهوية الطبيعية المباشرة**، أو **التهوية السالبة**.

أ- التهوية الطبيعية المباشرة.

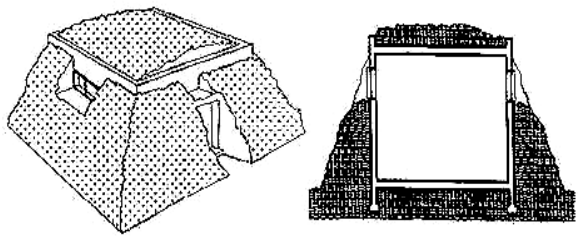
- في **المناطق الحارة الرطبة** يفضل تغطية سقف المبنى وإحاطة الحوائط بالتربة تماماً من جهتي الشرق والغرب وإحاطتها جزئياً من الشمال والجنوب حتى ارتفاع ١,٥متر، مما يتيح توفير تيارات هواء عابرة **Cross-Ventilation** خلال الفتحات المتقابلة، لتقليل نسبة الرطوبة، شكل (٤-٧٢).

- في **<u>المناطق الحارة – الجافة</u>** يفضل تغطية سقف المبنى وكلاً مـن الحـوائط الشـرقية والغربية والجنوبية بالتربة، وترك الفتحـات من جهة واحدة فقط (الشمالية) حيـث يقـل الإشعاع الشمسي السـاقط علـى الواجهـة، ويمكن عمل فناء داخلي لإثـراء التصـميم المعماري والمساهمة في الإضاءة والتهويـة من الناحية الوظيفية، شكل (٤-٧٣).

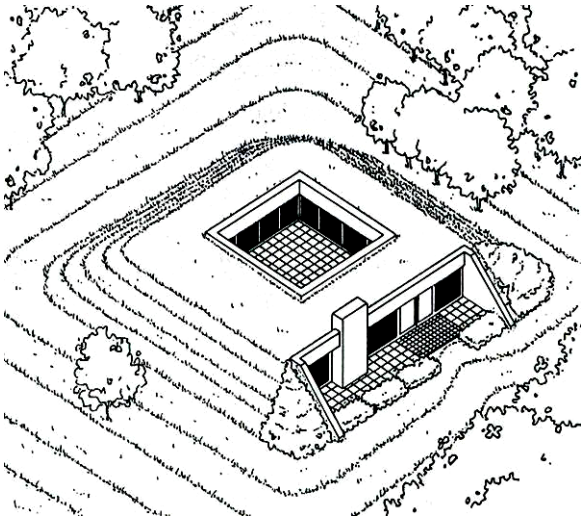
<u>ب- التهوية السالبة.</u>

تشمل التهوية السالبة للمبنى استخدام ملاقف الهواء والأفنية الداخلية، وتيارات الحمل الهوائية، وغالباً ما تقترن التهوية السالبة بوسائل التبريد بالتبخير وترطيب الهواء خاصة بالأقاليم الحارة الجافة، فستخدم ملاقف الهواء في اتجاه الرياح المرغوبة وقد تستقبل من أكثر من اتجاه أو تكون متحركة ليسهل توجيهها باتجاه الرياح المرغوبة، عن طريق استخدام ملقف هواء ذاتي الدوران على شكل نصف قبة متحركة ليساعد الهواء على النفاذ إلى البئر، شكل (٤-٧٤). وينصح بدمج وسائل لترشيح وتنقية الهواء أو وسائل للترطيب مع ملقف الهواء في المناخ الجاف.

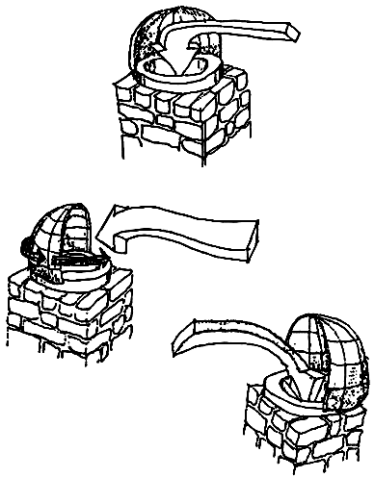
كما يفضل استخدام أساليب التهوية السالبة في الفراغات التي لا تتوافر فيها واجهة مباشرة على المحيط الخارجي، ويستخدم هذا النظام بشكل فعال **<u>في المباني ذات الامتداد الرأسي</u>**، شكل (٤-٧٥).



شكل (٤-٧٢): منافـذ الإضـاءة والتهويـة الطبيعيـة المباشرة، لمبنى مغطى جزئياً بالتربة..Givoni B., 1995

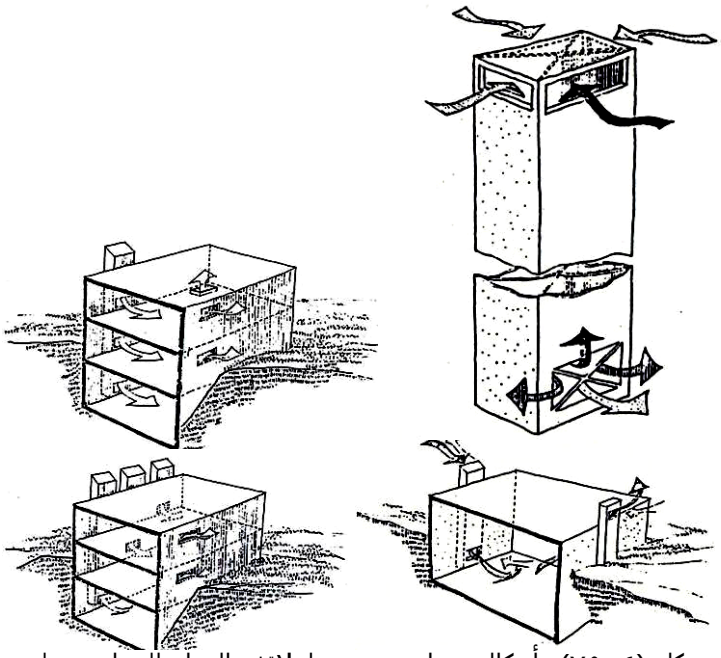


شكل (٤-٧٣): مبنى محمي بالتربة ذو فناء داخلي مع ترك واجهة واحدة (الشمالية) بدون ردم بالتربة.
Carmody J., 1985, P. 51



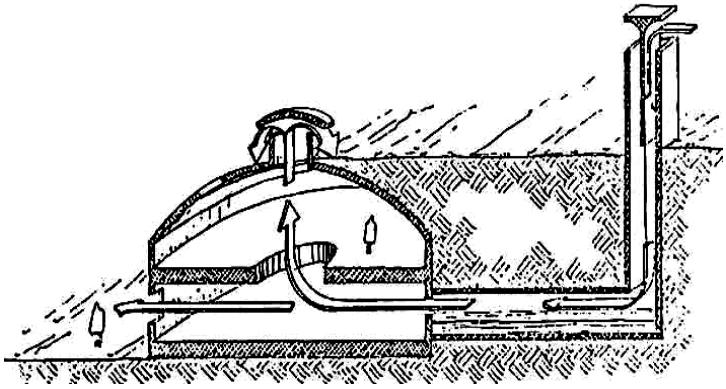
شكل (٤-٧٤): ملقف هواء ذاتي الـدوران علي شكل نصف قبة، حيث يتحـرك تبعـاً لاتجاه الرياح والفكرة مقتبسة مـن أسـلوب متشابه تم استخدامه في اسـتراليا لتهويـة بعض المناجم. Golany G., 1983, P. 90

أما أسلوب تيارات الحمل الهوائية فيستخدم بشكل فعال لتهوية الفراغات الكبيرة نسبياً، وتعتمد فكرتها على وجود مأخذ للهواء يمثل اتجاه الضغط الموجب ومخرج يمثل اتجاه السحب السالب، وقد تستخدم وسائل ميكانيكية بسيطة لسحب وتحريك الهواء كالشفاطات والمراوح، ويفضل توجيه فتحات دخول الهواء في اتجاه الرياح المرغوبة لزيادة معدل التهوية، وغالباً ما يستخدم هذا الأسلوب **في الفراغات ذات الامتداد الأفقي**. شكل (٤-٧٦).



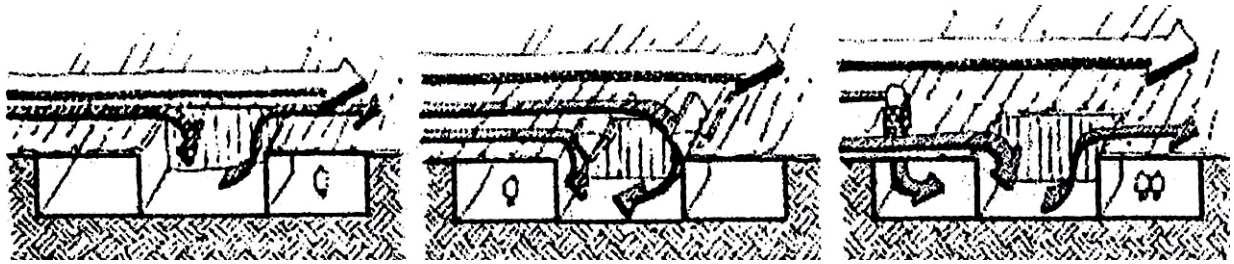
شكل (٤-٧٥): أشكال ونماذج متعددة لملاقف الهواء للمساعدة علـي تهوية الفراغات ذات الامتداد الرأسي. Golany G., 1983, P. 88, 89.

كما يساهم الفناء الداخلي وخاصة في المباني المحفورة كلياً تحت سطح الأرض في إيجاد تيارات حمل هوائية داخل فراغات المبنى، شكل (٤-٧٧).



شكل (٤-٧٦): استخدام تيارات الحمل الهوائية لتهوية الفراغات ذات الامتداد الأفقي، ويمكن أن يدمج معها وسائل لترطيب الهواء في المناطق ذات المناخ الجاف. Golany G., 1983, P. 96

ويمكن أن يدمج مع الفناء الداخلي نظام لملاقف الهواء حيث يتم تحريك الهواء عن طريق بناء بئر رأسي **Shaft** يصل فوق سطح الأرض ويمتد تحته لينتهي في فتحه بأقصى الفراغ من الداخل ملاصقاً لمستوى الأرض، شكل (٤-٧٨)، فينزل الهواء من الفتحة العلوية إلى المبنى من خلال البئر ومنه إلى الفناء، ثم يصعد مرة أخرى إلى أعلى فيحدث تبادل حراري بين البئر والفناء.



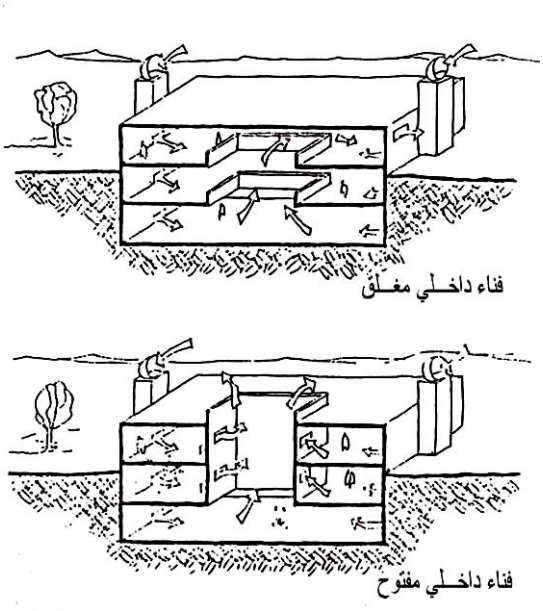
شكل (٤-٧٧): استخدام معالجات مختلفة للمنزل ذو الفناء الـداخلي لعمل تيارات هوائية مساعدة. Golany G., 1983, P. 91

٤-٢-٤-٢ الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة- شتاءاً.

تتميز الأجواء الصحراوية بدرجات حرارة منخفضة جداً مساءاً خاصة في فصل الشتاء، الأمر الذي يتطلب استخدام أجهزة التدفئة الصناعية المستهلكة للطاقة والمكلفة للغاية، كما أن التدفئة الناتجة عنها لا يدوم أثرها طويلاً حيث سرعان ما تنتشر في المبنى وتفقد من خلال الحوائط بطريقتين:

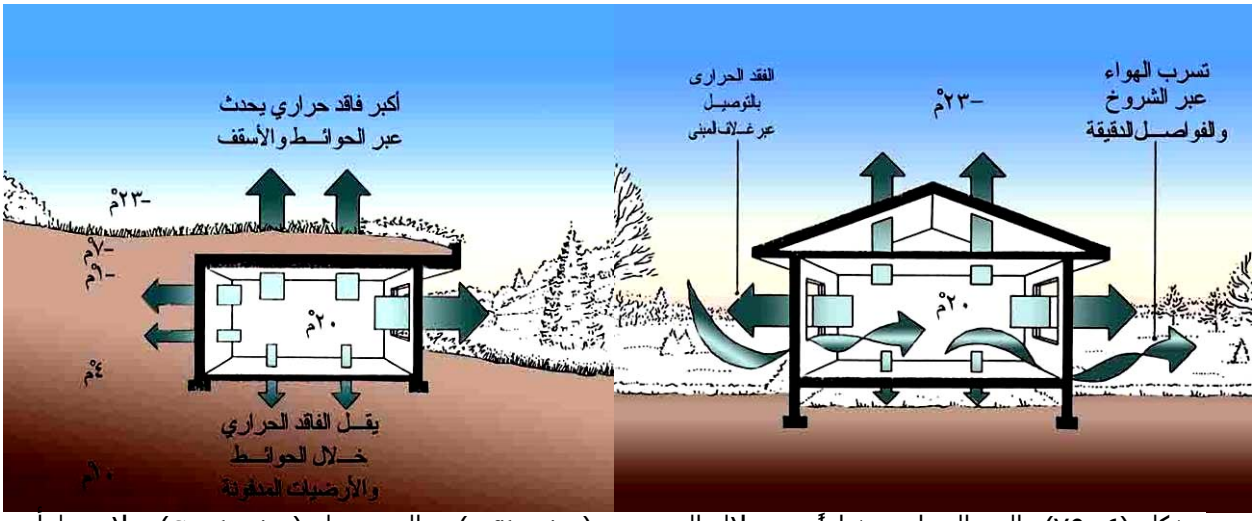
الأولى: تسرب الحرارة من خلال الشروخ الموجودة في غلاف المبنى.

الثانية: فقد الحرارة بالتوصيل من السطح والحوائط والشبابيك والأرضيات.



شكل (٤-٧٨): تطبيق متكامل للحصول علي التبريد السالب عن طريـق: (الحمايـة بالتربـة، التهويـة السالبة، التبريد بواسطة التبخير) لبنـاء مـدفون ذو فناء داخلى مغلق أو مفتوح. Golany G.,1983 ,P. 99

وتزداد كمية الطاقة المتسربة من الشروخ بزيادة سرعة الرياح والمساحة المعرضة من المبنى للجو الخارجي، وتتوقف كمية الحرارة التي يفقدها المبنى من خلال التسرب أو التوصيل على الفارق الحراري بين داخل المبني وخارجه. أما حماية المبنى بالتربة تقلل ذلك الفارق بدرجة كبيرة، إذ أنها تعمل بكفاءة على تجميع الحرارة وحفظها شتاءاً، ويوضح الشكل (٤-٧٩) الفرق بين الفاقد الحراري لمبنى فوق الأرض وآخر محمي بالتربة.



شكل (٤-٧٩): الفقد الحراري شتاءاً من خلال التسـرب (Infiltration)، والتوصـيل (Conduction). يلاحـظ أن عرض السهم يعبر عن مقدار الفاقد الحراري، ويتضح الفارق في الفقد الحراري بين البناء العادي والمحمي بالتربة. Carmody J., 1985, P. 73, 76.

وتعتمد كفاءة الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة على تقليل الفاقد من الحرارة الداخلية واستغلال الطاقة الشمسية وحرارة التربة، شكل (٤-٨٠)، ولتقليل الفاقد من الحرارة الداخلية يلزم زيادة المقاومة الحرارية لغلاف المبنى بالإضافة إلى حشو الشروخ ويتوفر هذا الحال بقدر لا بأس به عند تغطية البناء بالتربة وحمايته من الرياح الباردة التي تعتبر أكبر عامل يزيد الفقد الحراري من البناء.

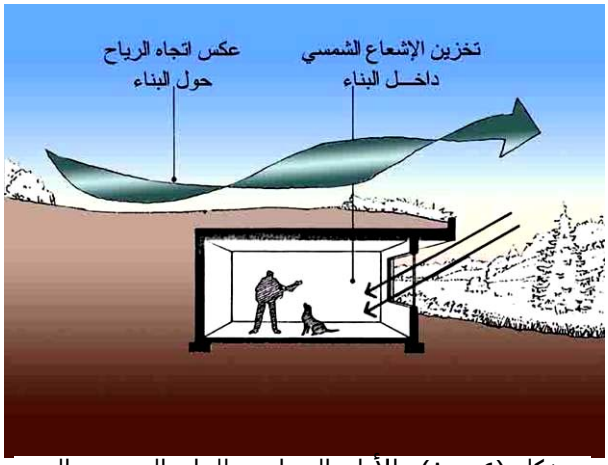
ومن حيث الاستفادة من الطاقة الشمسية فهناك طريقتين أساسيتين: النظم الفعالة، والنظم السالبة.

- وتعتمد **النظم الفعالـة** علـى اسـتخدام مصدراً مساعداً لتشغيل وحدات استقبال الطاقة الشمسية واستغلالها في تسـخين سوائل يتم توزيعها خلال المبنى لتدفئة فراغاته المختلفة، أو استخدام الخلايـا الضوئية لتوليد الطاقة الكهربائية التـي تستغل في أعمـال التدفئـة والتبريـد والأعمال المنزلية المختلفة.

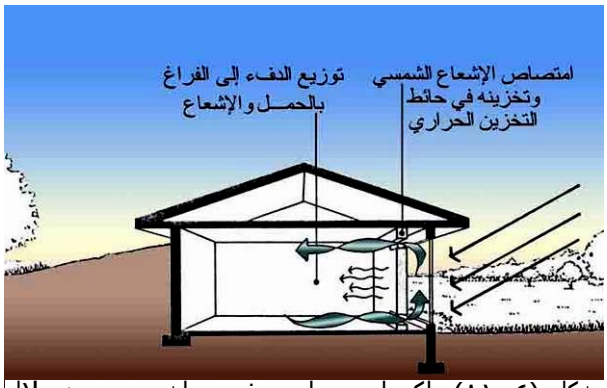
ونظراً لما تتطلبه هذه النظم من تقنية عالية في التشغيل والصيانة فيلزم استخدامها على المستوى العام كوحدات لتوليد الطاقة تديرها المحليات لتوفير الطاقة للتجمع ككل.

- أما **النظم السالبة** فتتميز بعدم اسـتخدام أجزاء متحركة أو مصـادر مسـاعدة للطاقة ذات تقنيات معينة لتشغيلها، فهي تعتمد في الأساس على أجزاء غـلاف المبنى في تجميع الحرارة وتخزينها.

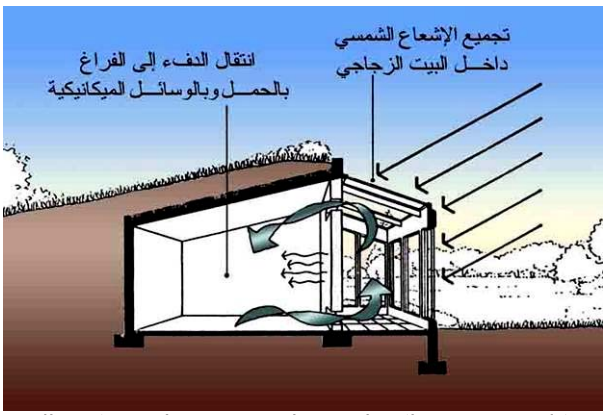
* فيمكن توجيه الفتحات نحو الجنوب مع زيادة مسطح الزجاج لاكتساب أكبر قدر من الإشعاع الشمسي وبالتالي الطاقة الحرارية المرغوبة في الشتاء، لكن هذا الاتجاه لن يتناسب مع الصحارى المصرية حيث أنه يساعد على الفقد السريع للحرارة ليلاً كما أن التوجيه المفضل نحو الشمال لأن فترات الصيف الحار أطول من الشتاء.



شكل (٤-٨٠): الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة شتاءاً. Carmody J., 1985, P. 76



شكل (٤-٨١): اكتساب حراري غير مباشر مـن خـلال عمل حائط سميك بالقرب من الزجـاج يعمـل كمخـزن حراري ينقل الحرارة فيما بعد وبـبطء إلـي الفراغـات الداخلية. Carmody J., 1985, P. 75.



شكل (٤-٨٢): اكتساب حراري غير مباشر بفكرة البيت الزجاجي، حيث تنتقل الحرارة بالحمل والإشعاع من خلال حائط سميك أو من خلال وسائل ميكانيكية بالفتحات أعلي وأسفل الحائط. Carmody J., 1985, P. 75

* زيادة القطاع الإنشائي للسقف والحوائط وبناء حائط الحراري خلف الواجهة الزجاجية، مما يعمل على تخزين الحرارة نهاراً وبثها مساءاً حيث الحاجة إلي الدفء، شكل (٤-٨١).

* أسلوب آخر يمكن استخدامه لتخزين الحرارة من ساعات النهار وهي فكرة البيت الزجاجي حيث يختزن الحرارة خلال النهار ثم يتم بثها إلى داخل البناء عبر الحائط الحراري السميك عن طريق ظاهرتي الإشعاع والحمل **Convection & Radiation** أو عن طريق بعض الوسائل الميكانيكية الخفيفة، شكل (٤-٨٢).

* أما عن استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة ذو الفناء الداخلي يجدر ملاحظة أن مسطح قليل من النوافذ موجهة نحو الجنوب، لكن مع فكرة استخدام غطاء زجاجي للفناء قابل للحركة يوفر حماية أكبر من الرياح كما يساعد على احتجاز الحرارة ويحول الفناء الداخلي إلى ما يشبه فكرة البيت الزجاجي السابقة، والميزة في الفناء الداخلي أنه يمكن إزالة الغطاء نهاراً للحصول على أكبر قدر من الدفء، وتغطيته ليلاً للاحتفاظ بالهواء الدافئ ومنعه من التصاعد لأعلى حتى لا يحل محله الهواء البارد في المساء، الرجوع إلى شكل (٤-٦٣).

* هناك بعض المناطق التي ترتفع فيها نسبة رطوبة التربة نتيجة لزيادة معدل سقوط الأمطار، مما يتطلب عمل إجراءات عزل تتضمن خفض نسبة الرطوبة في التربة المجاورة للمبنى للمساعدة على زيادة قدرتها على تخزين الحرارة، وكما ذكر سابقاً فقد اقترح **Hait J, 1983** بأن تمتد الطبقة العازلة للرطوبة والحرارة أفقياً حول المبنى لمسافة حوالي ٦ أمتار مما يساهم في التقليل نسبة الرطوبة في التربة بشكل ملحوظ، الرجوع إلى شكل (٤-٦١).

وعليه، تعتبر النظم السالبة أكثر ملائمة للمساكن إذ أنها لا تتطلب مهارة فنية في أعمال التشغيل والصيانة إلى جانب أدائها المرضي في الحفاظ على الطاقة داخل المباني بالأجواء القاسية المناخ.

- **<u>خلاصة المدخل التوفيقي للأداء الحراري المتوازن للبناء المحمي بالتربة صيفاً وشتاءاً.</u>**

يتميز المناخ القاسي بالحرارة الشديدة صيفاً والبرودة القارصة شتاءاً، كما أنه يعاني من الفارق الكبير بين درجات الحرارة ليلاً ونهاراً وصيفاً وشتاءاً، إلى جانب الجفاف الشديد والسماء الصـافية طـوال العام. هذا التطرف المناخي يتطلب نظام إنشائي مناسب، الأمر الذي يجعل البناء المحمي بالتربة بديلاً معمارياً ملائماً من الناحية المناخية. فعلى الرغم من ارتفاع درجة حرارة التربة صيفاً، إلا أنها تعتبر أقل بكثير من درجة حرارة الهواء القصوى، الأمر الذي يجعلها رغم ذلك مصدراً للتبريد.

كما أن البناء المحمي بالتربة لا يحمي الحوائط فقط من الاكتساب الحراري وإنما يوفر أيضاً الحمايـة المطلوبة للسطح عن طريق طبقة سميكة من التربة، مما يعتبر هاماً للغاية نظراً لأن كميـة الحـرارة المكتسبة صيفاً خلال السطح تبلغ أكثر من تلك المكتسبة من جميع الحوائط، حيـث تكـون الشـمس عمودية تقريباً على الأرض. **<u>وقد توصل هذا الجزء من البحث إلى بعض التوصيات أهمها:</u>**

١- من المفضل زراعة تربة السطح وما حول المبنى بالعشب أو تغطيتهما بالحصى فاتح اللـون لتقليل الاكتساب الحراري النافذ داخل التربة المحيطة بالبناء.

٢- نظراً لأن الرياح السائدة في الصحراء غالباً ما تكون باردة شتاءاً وحارة جداً صيفاً، فإنه من الضروري حماية المباني من هذه الرياح عن طريق التوجيه الملائم بعيداً عن اتجـاه الريـاح غير المرغوبة وحماية باقي الواجهات بالتربة.

٣- تعتبر فكرة الفناء المفتوح Atrium داخل المسكن في الصحراء مناسبة للغايـة فـي محاولـة للاستفادة من الفارق الكبير بين درجات الحرارة ليلاً ونهاراً، إذ أنها تسمح بتخـزين الهـواء البارد الذي يهبط ليملأ هذا الفراغ ليلاً طارداً الهواء الساخن إلى أعلى، وهو ما يساعد علـى تبريد المبنى أثناء النهار، وذلك في فصل الصيف، أما في فصل الشتاء فيفضل استخدام غطاء متحرك يتم كشفه نهاراً للحصول على أكبر قدر من الدفء المنشود وتغطيته مساءاً للاحتفاظ به فترات الليل البارد.

٤- يناسب البناء حول الفناء الداخلي أداء الأنشطة المنزليـة علـى مـدار العـام مـع تـوفير الخصوصية.

٥- تؤدي الحفر العميقة المملوءة بالحصى حول المبنى وظيفة مساعدة لتبريد التربة المحيطة به.

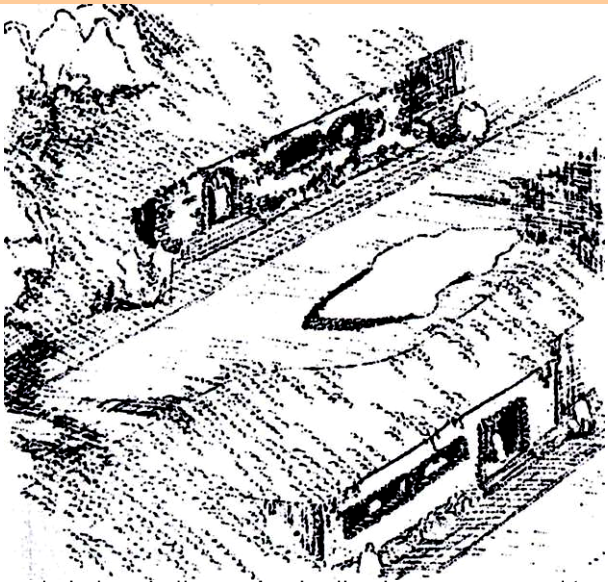
٦- يوصى باستعمال النافورات في الفناء الداخلي أو حول البناء حيث أنها تسـاعد كثيـراً فـي ترطيب الهواء الجاف بالمناطق قاسية المناخ، مما يلطف بالتالي من درجة الحرارة المرتفعة.

٤-٣ اعتبارات سمعية وبصرية.

ونعنى بها العزل البصري والصوتي عن المحيط الخارجي وتشمل البعد عـن الضوضـاء الخارجيـة، ومعالجة مشكلة تعظيم الضوضاء الداخلية بالإضافة إلى تمتع الوحدة السكنية بالخصوصية المطلوبة.

٤-٣-١ اعتبارات سمعية.

تقل بوجه عام مشاكل الضوضاء والتلـوث السمعي الخارجي بالمباني المحميـة بالتربـة مقارنة بالمباني التقليدية، ويستحب أن تكـون المباني بعيدة عن المطارات والطرق الرئيسة مع عمل حرم كاف إن وجدت بالقرب منهـا، كما يمكن استخدام وسائل العـزل الصـوتي المختلفة للحوائط المتصلة بالمحيط الخـارجي مثل: (الحـوائط المفرغـة، ومـواد العـزل الصوتي...الخ)، ويفضل أن تكـون ممـرات المشاة ملاصقة للمباني ثـم تليهـا شـوارع المرور الآلي لتقليل الضوضاء الناجمة عنها، شكل (٤-٨٣) (Gideon S. Golany, 1983, P. 133)



شكل (٤-٨٣): ممرات المشاة ملاصقة للمباني تليها طرق المرور الآلي للمساعدة على التقليل من حدة الضوضاء الناتجة عن المركبات. Golany G., 1983, P.133.

أما بالنسبة للضوضاء الداخلية ففي الغالب نتيجة انغلاق المبنى المحمي بالتربة يتم تعظيم الأصـوات الداخلية مثل (الغسالات أو المكانس الكهربائية أو مجفف الشعر.... الخ).

تعتبر مسألة الإحساس بالضوضاء مسألة نسبية تتعلق بالثقافات الخاصة بكل مجتمـع، فالأصـوات الموسيقية في مجتمع ما يمكن لمجتمع آخر أن يعتبرها ضوضاء، كما تتعلق بالفراغ نفسـه (واسـعاً أو ضيقاً)، بالإضافة إلى مواد التشطيب النهائية الخاصة بكل فراغ، إلى جانب كمية الأثاث الموجودة بالفراغ ونوعيتها، فأحيانا تساعد مواد التشطيب والأثاث على امتصاص الصوت ومنع انتقاله للفراغات المجاورة.

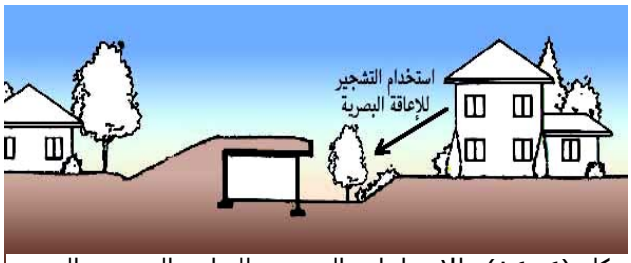
أو على النقيض تساعد على وجود صدى للصوت وانتقاله بشكل مبالغ فيه إلى الفراغات المجاورة، كما تتعلق مسألة الضوضاء بالمتلقي نفسه وحالته النفسية والصحية والوقت الذي يستقبل فيه الأصوات.

وعليه، يمكن القول أن توقع تأثير الأصوات على الفراغ المحمي بالتربة يعني (R. Nicolas, 1999, P. 188):

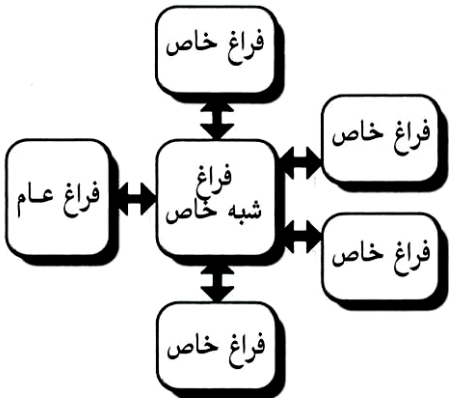
١. دراسة علم الصوتيات وسلوك الأصوات في الفراغات المحمية بالتربة.
٢. توقع مدى الترحيب باستقبال تلك الأصوات.
٣. دراسة ثقافة ومفهوم الضوضاء الخاص بكل مجتمع.

٤-٣-٢ اعتبارات بصرية.

تظهر الحاجة إلى العزل البصري بقدر أكبر بالأراضي المنبسطة، إذا كان الموقع يحتوى مباني تقليدية قريبة (أعلـى سـطح الأرض)، ويمكـن التغلب على ضعف الخصوصـية باتخـاذ مسافات بينية كحرم للموقع حالـة تـوافر مساحة تسمح بذلك وتتحدد طبقاً لارتفاعات المباني المجاورة. ويمكن بناء جـزء مـن المبني فوق الأرض واسـتخدام التشـجير كعائق بصري. وفي الأراضي المائلـة لا تظهر تلك المشكلة إلا إذا كانـت المبـاني موازية لمسارات الحركة، ويمكن التغلـب على ذلك بعمل حـرم للطريـق أو عمـل أسوار بالإضافة للتشجير، شكل (٤-٨٤).



شكل (٤-٨٤): الاعتبارات البصرية للمباني المحمية بالتربة.
Carmody J.& Sterling R., 1985, P. 24.

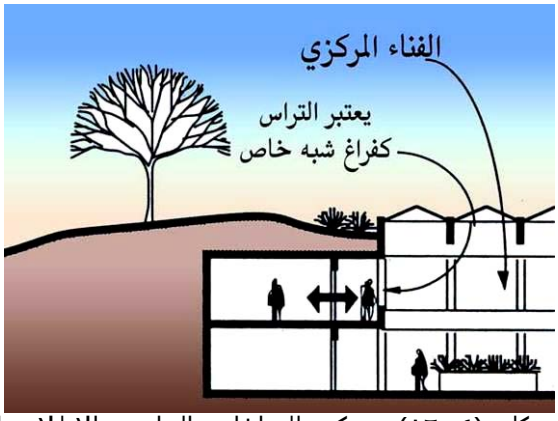


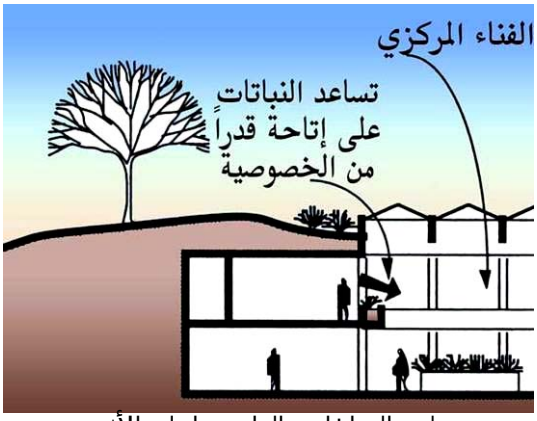
شكل (٤-٨٥): مخطط لترتيب العلاقات بين الفراغات، مما يحافظ على تدرج الخصوصية عند استخدام النوافذ الداخلية.
Carmody J.& Sterling R., 1993, P.217.

وعلى مستوى تخطـيط المسـقط الأفقـي وأسـلوب توزيـع الفراغـات وعلاقـة الاستعمالات ببعضها، يراعـى التنسـيق المعمـاري المناسـب لتحقيـق تـدرج الخصوصية بالمباني المحمية ذات الطابق الواحد، فالتعرض المباشر من الفراغـات الخاصة إلى العامة، قد لا يكون مقبولاً بالأغراض السكنية.

أحد الحلول لتحقيق الخصوصية هو التدرج، ويتضمن فراغات خاصة جداً (غرف النوم والحمامات) ثم فراغات شبه خاصة (صالة الطعام، استراحة، استقبال... الخ) ثم فراغات عامة (ممرات وأفنية)، وطبقـاً لذلك يتم وضع النوافذ الداخلية بين المناطق الخاصة وشبه الخاصة، وبين المناطق شبه الخاصة والمناطق العامة، لذلك يجب تحديد إمكانية قبول ضعف الخصوصية، ويحدد المخطط (٤-٨٥) العلاقة البصرية بين مجموعة فراغات خاصة صغيرة حول فراغ مشترك مركزي شبه خاص يتم الدخول إليه من الفراغ العام.

من المميزات التي تقدمها الأفنية متعددة المستويات لتحقيق الخصوصية السماح للفراغات الخاصـة أن تطل على المناطق العامة بطريقة غير مباشرة، حيث يمكن النظر لأسفل للإطلاع على مساحة كبيـرة نسبياً، لكن لا يمكن ذلك من أسفل، ويتم ذلك باستخدام بعض عناصر الحجب كالنباتات وعدم وضع النافذة على حافة الحائط لتحقيق المزيد من الرؤية الخارجية بدون التضحية بالخصوصية، شكل (٤-٨٦).





شكل (٤-٨٦): يمكن للفراغات الخاصة الإطلاع البصري على الفراغات العامة داخل الأفنية متعددة المستويات، مع تحقيق القدر المناسب من الخصوصية المطلوبة، بفضل استخدام بعض عناصر الحجب البصري، كالنباتات، أو الفراغات شبه الخاصة كالتراسات. Carmody J. & Sterling R., 1993, P.218.

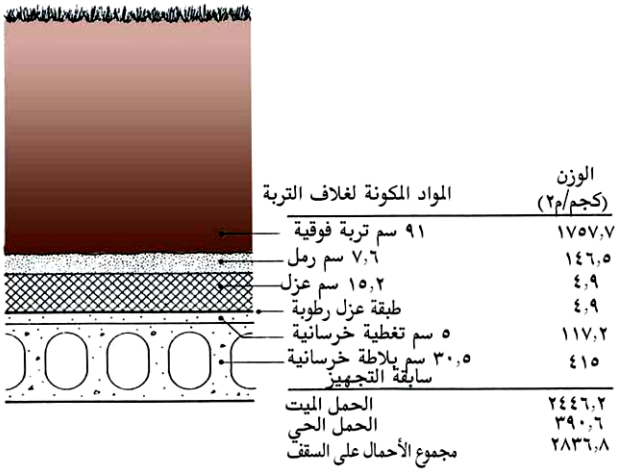
بعد دراسة الجزء السابق من البحث يمكن استنتاج أن المباني المحمية بالتربـة لهـا اعتبـارات سـمعية وبصرية خاصة بها، وتلك الاعتبارات تؤثر بشكل أو بآخر على أسلوب التصميم وتوزيع الفراغات داخل البنـاء المحمي للوصول إلى المتطلبات الأساسية في الاستخدام السكني من خصوصية بصرية وعزل صوتي بما لهمـا من اعتبارات خاصة مع البناء المحمي بالتربة.

٤-٤ اعتبارات إنشائية.

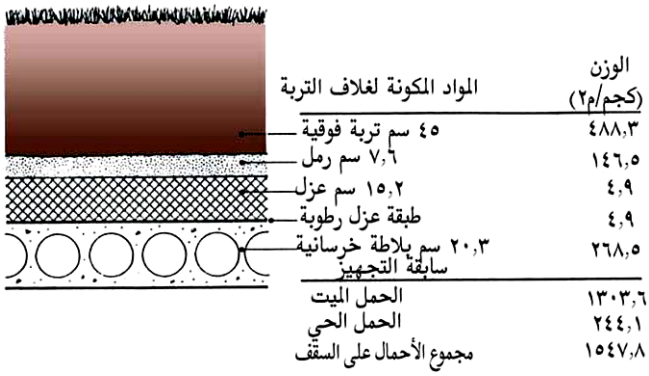
يهدف هذا الجزء من البحث الوصول إلى الاعتبارات الإنشائية المؤثرة في تصميم المبنى من حيث: شكل الحوائط والأسقف، ونوعية خامات البناء بالإضافة إلى نوعية التربـة وخصائصـها، وأسـاليب العـزل والصرف الصحي المستخدمة في المباني المحمية بالتربة.

٤-٤-١ تصميم الأسقف والحوائط.

يحدد شكل السقف وأسلوب تصميمه الحمل الذي يمكن أن يتحمله وبالتالي عمق الحفر الذي يمكـن أن يصل إليه، كما يتأثر أيضاً بطبيعة التربة، شكل (٤-٨٧).



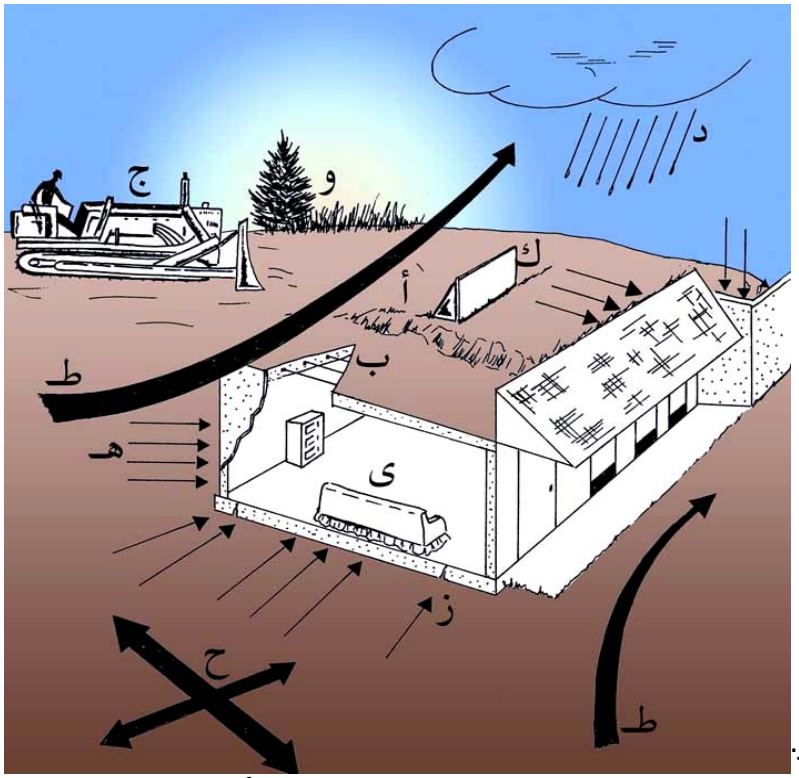
مجموع الاحمال على سقف مغطي بتربة سمكها ٩١ سم.



مجموع الأحمال على سقف مغطي بتربة سمكها ٤٥ سم.

شكل (٤-٨٧):تزداد الأحمال تبعاً لزيادة سمك طبقة التربة على السقف. Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 167.

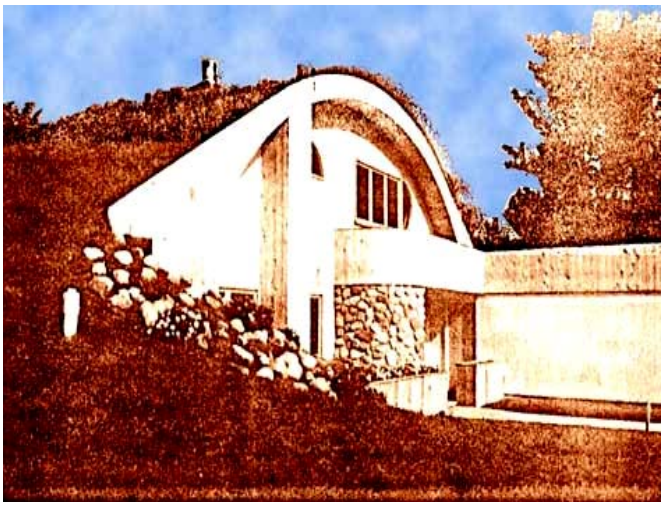
تراعى الدراسة المتعمقة للأحمال المتوقعة على الحوائط والأسقف وردود الأفعال المتكونة في العناصر الإنشائية واعتبارها كخطوط إرشادية يتم على أساسها تصميم العناصر الإنشائية، ويوضح الشكل (٤-٨٨) الأحمال المتوقعة على البناء المحمي بالتربة.



شكل (٤-٨٨): الأحمال المتعددة المتوقع حدوثها على المبني المحمي بالتربة.
Max R. Terman, 1985, P. 95.

أ- وزن التربة على السقف.
ب- وزن المنشأ نفسه.
ج- الحمل الناتج عن معدات الإنشاء.
د- أحمال المطر أو الثلوج.
ه- الضغط الناتج عن المياه الجوفية.
و- الأحمال الناتجة عن النباتات والأشجار.
ز- أو التربة القابلة للانتفاش وقوى القص.
ح- القوى الناتجة عن التعرض لأحمال الزلازل.
ط- أحمال الرياح (وإن كان تأثيرها ضعيفا نظرا لحماية المبني بالتربة).
ي- الأحمال الداخلية في المبني.
ك- الأجهزة الميكانيكية الملحقة بالسقف:(أنظر سحب الهواء، الخلايا الشمسية وما شابه).

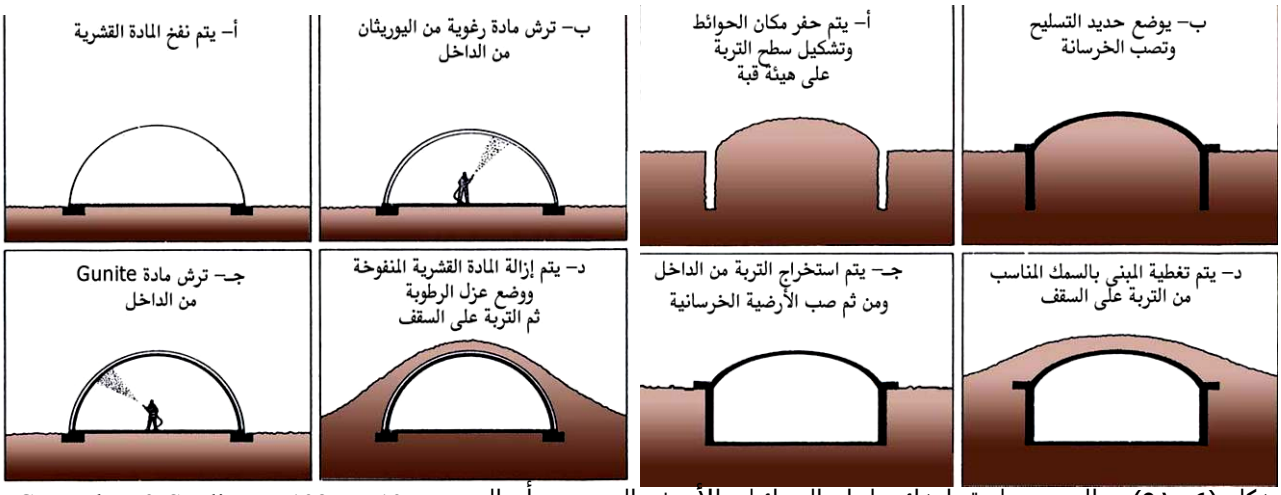
<u>وبالنسبة للسقف</u> يمكن تصنيف أنواعه إلى ثلاثة أنواع رئيسة: مائلة ومنحنية سواء مقببة أو مقببة، كما يمكن الدمج بينهما في مسقط أفقي واحد، شكل (٤-٨٩)، (٤-٩٠).



شكل (٤-٨٩): نظام مترابط من الكمرات الخشبية تشكل القبو المتوازي في منزل محمى بالتربة بارتفاع دورين.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 195.

شكل (٤-٩٠): نظام إنشائي سابق التجهيز لقبة مدمجة مع السقف المائل لمبني محمى بالتربة من دور واحد.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 196.

ويعد الشكل المستدير هو الأنسب لتوزيع الأحمال فوق المبني كما أنه يحول دون تأثير المياه الجوفية وتسربها إلى المبني وتتعدد طرق وأشكال استخدام القبب والقبوات في البناء، الرجوع إلى شكل (٢-٢٦). إلا أن تلك الطرق أصعب وأكثر تكلفة في الإنشاء كما أنها تحتاج إلى حيز أكبر للتنفيذ، شكل (٤-٩١).



شكل (٤-٩١):هناك عدة طرق إنشائية لبناء الحوائط والأسقف المستديرة أو المنحنية.Carmody J.& Sterling R.,1985 ,P.197

وقد تم تنفيذ العديد من المباني المحمية بالتربة على مستوى العالم مع اختلاف طرق التنفيـذ مـن مكـان لآخر، شكل (٤-٩٢).

١- توقيع المحاور والأعمدة استعداداً لبدء الحفر.

٢- ملاحظة أن الحفر لنصف الارتفاع مع الاحتفاظ بالتربة لاستخدامها لاحقاً في ردم الحوائط والأسقف.

٣- تسليح القواعد والميد.

٤- صب الأساسات وترك الأشاير لربطها بالحوائط.

٥- ضـبط فـرم الحوائط ووضع التسليح استعداداً للصب.

٦- صب الحوائط رأسياً بالموقع.

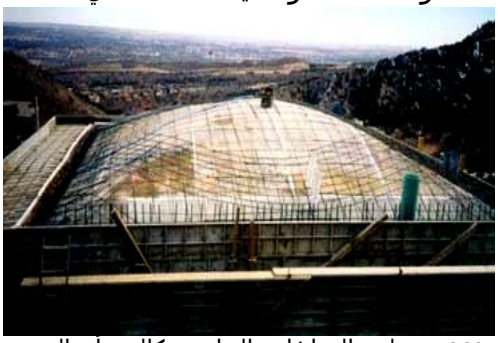
٧- رش الحوائط بالمادة العازلة من الداخل والخارج.

٨- وضع البلاطات الخرسانية سابقة التجهيز **Hollow Core**.

٩- إقامة القواطيع الداخلية بعد السقف إذا كانت غير حاملة

١٠- بناء الحوائط الساندة وتغطية الفناء الداخلي **Space Truss**.

١١- تسليح السقف ووضع الكهرباء والتجهيزات.



١٢- تسليح الفراغات الخاصة كالقبة أو القبو.

١٣- صـــــب الخرســـانة فـــي الأجزاء التي تـم تسليحها بعيداً عن البلاطـــــات الخرسانية ســابقة التجهيز.

١٤- تجربة التحميل على السقف للتأكد من قوته.

١٦- تغطية السقف والجدران الثلاثة بالتربة، بعد العزل الجيد.

١٥- الهيكل الإنشائي جاهز لتغطيته بالتربة.

١٧- معالجة النقاط الخاصة بمناطق الالتقاءات قبل ردمها.

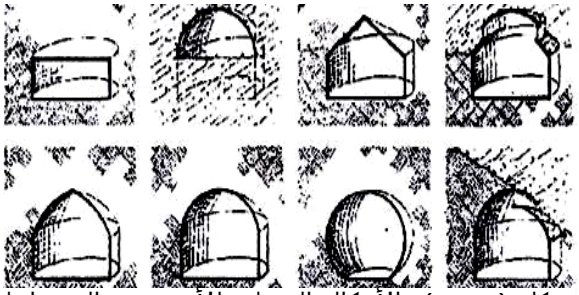
١٨- يفتخر **Stieger** بوجود الأوناش واللوادر بالإضافة إلى كتلة التربة فوق منزله وكل شيء ثابت في مكانه.

شكل (٤-٩٢): الأعمال الإنشائية المطلوبة للبناء المحمى بالتربة. http://www.earthshelteredtech.com

وفى جميع الأحوال يفضل استخدام الأسقف المائلة لتوزيع الأحمال وتجنب تراكم المياه الجوفية فوق السقف، كما أنها تسمح بتخلل الإشعاع الشمسي بصورة أفضل، شكل (٤-٩٣)

أما استخدام **الحوائط** المستديرة في المسقط الأفقي فيقلل من تأثير تحميل التربة على الحوائط، كما يحد من التأثير المباشر لتسرب المياه.

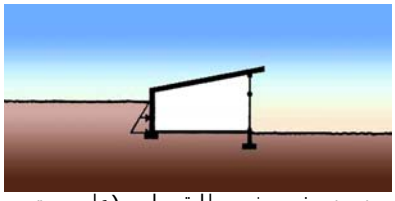
شكل (٤-٩٣): الأسقف المائلة تعطي مظهراً كالمباني أعلى الأرض. http://www.ucsinet.com



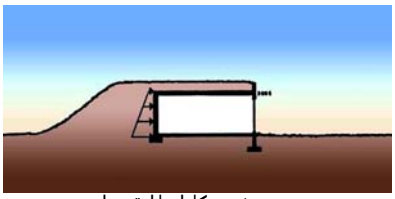
شكل (٤-٩٤): الأشكال المختلفة للأسـقف والحـوائط المستديرة. Gideon S. Golany, 1983, P.130.

تعتبر الأشكال المستديرة سواء بالحوائط أو الأسقف، هي الأنسب إنشائياً إلا أنهـا أكبـر تكلفـة ولا تحقـق الاستغلال الأمثل للفراغات، شكل (٤-٩٤).

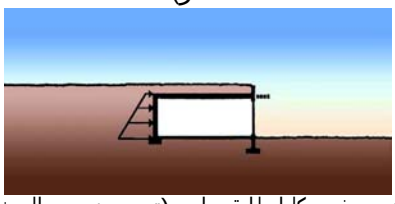
ويتناسب الحمل الواقع على الحائط طردياً مع كتلة التربة الموجـودة خلفهـا، ومـع وضـعية المبنـي بالنسـبة لمنسـوب سـطح الأرض، شكل (٤-٩٥)، يتضح أنـه كلما زادت كتلة التربة على الحوائط والأسـقف تـزداد الأحمال الأفقية عليها.



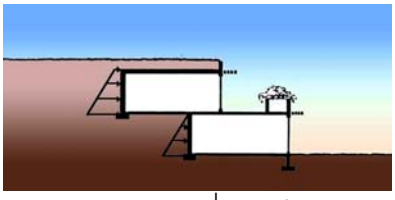
مبنى نصف مدفون طابق واحد (على مستوى الصفر).



مبنى مدفون كليا طابق واحد

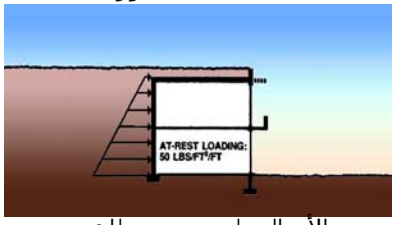


مبنى مدفون كليا طابق واحد (تحت منسوب الصفر)



مبنى مصطب من دورين.

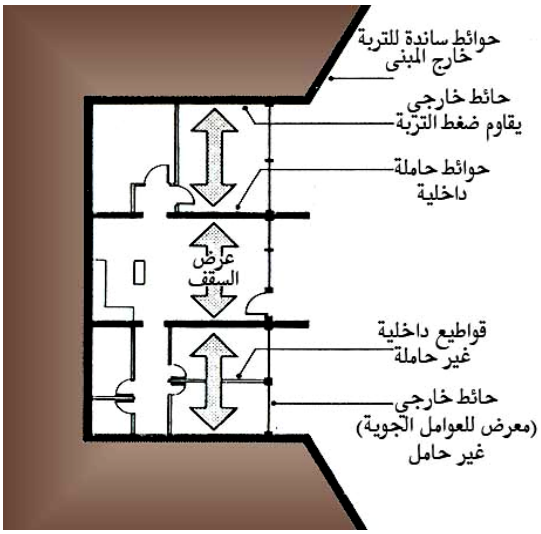
الأحمال على مبنى من طابقين، في حالة استجابة الحائط لضغط التربة.



الأحمال على مبنى من طابقين، في حالة مقاومة الحائط لقوى ضغط التربة.

شكل (٤-٩٥): يتناسب الحمل الأفقي على الحوائط مع كتلة التربة الضاغطة.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 168, 169.

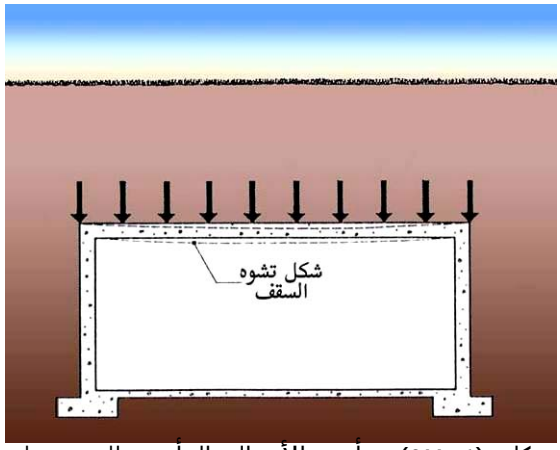
وتوزيع الأحمال يعتمد بشكل أساسي على وجود حوائط داخلية أساسية في التدعيم من عدمه، شـكل (٤-٩٦)، حيث أن الحوائط التدعيمية الداخلية لها دور في توزيع الأحمال بشكل مختلف وتقسيم السـقف إلى عدد من البحور بدلاً من بحر واحد.



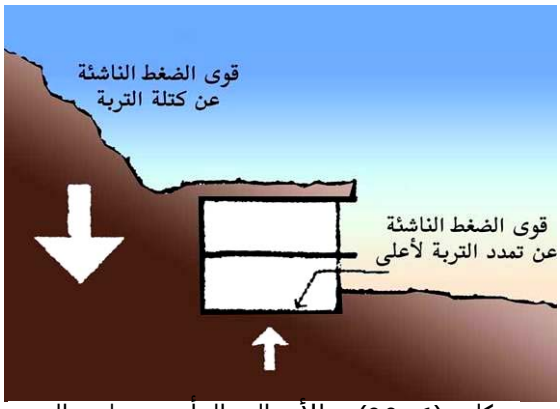
شكل (٤-٩٦): الفرق بين وجود حوائط داخلية حاملـة مـن عدمه في المباني المحمية بالتربة.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 187.

٤-٤-٢ أنواع التربة الملائمة للبناء المحمي بالتربة.

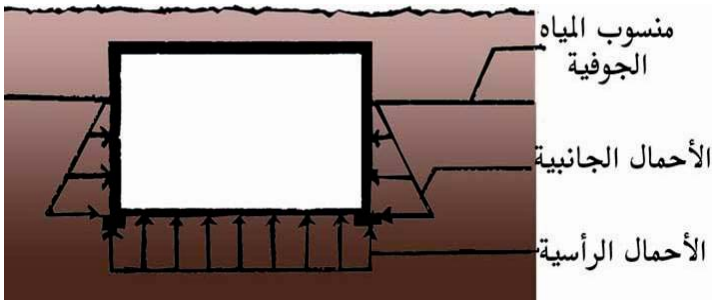
تمثل التربة عاملا إنشائيا مهماً بالإضافة لتأثيرها على مستوى الراحة الحرارية داخل المبني، فمكونات التربة، وكثافتها، والمحتوى المائي لها، وخصائصها الكيميائية والفيزيائية والجيولوجية، تحدد اتجاه ومقدار الأحمال المتوقعة على المنشأ فالتربة الطفليـة مـثلاً ذات معامل تمدد كبير نسبياً فـي حالـة تعرضـها للرطوبة، كما أن العوامل البكتيريـة والفطريـة قـد تساهم في تمدد التربة وانتفاشها، وتحدد الخصـائص الجيولوجية اتجـاه ومقـدار الحركـات الأرضـية المتوقعة، كما يجب دراسة مكونات التربـة كحجـم الحبيبات ونوعيتها وكثافتها وزاوية الانزلاق، وأحمال الضغط والقص وغيرها. والتي تسهم بتحديد أسـلوب وشكل الحفر والأسلوب الأمثـل للإنشـاء، وشـكل ونوعية الحوائط والأسقف، شكل (٤-٩٧، ٩٨، ٩٩)



شكل (٤-٩٧): تأثير الأحمال الرأسية للتربة على حدوث تغييرات غير مرغوبة في شكل السقف.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 176.



شكل (٤-٩٩): الأحمال الرأسية على المبنى نتيجة قوى الضغط الناشئة عن كتلة التربة وتمددها. Minnesota University, 1979, P.103.

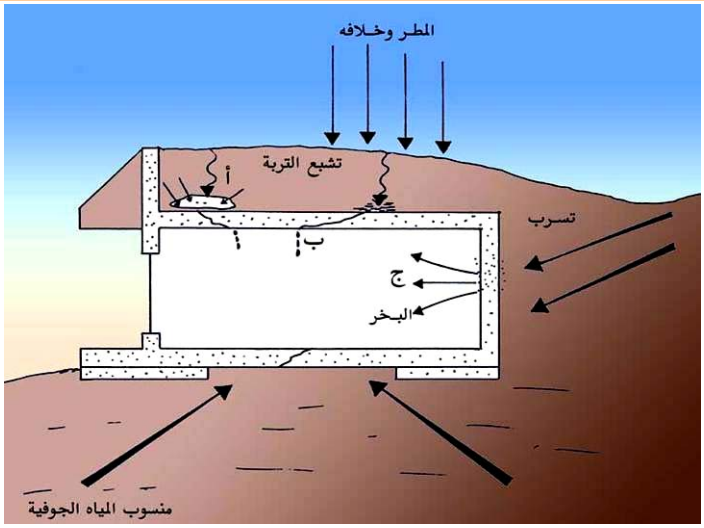


شكل (٤-٩٨): الأحمال الناتجة عن زيادة المحتوى المائي للتربة.
Gideon G., Golany, 1983, P. 133.

وتجدر الإشارة إلى أن أنواع التربة السالفة الذكر هي الأنواع الأكثر ملائمة للحفر والبناء تحـت الأرض وليست كل أنواع التربة على الإطلاق.

٤-٤-٣ أساليب العزل والصرف الصحي المستخدمة في المباني المحمية بالتربة.

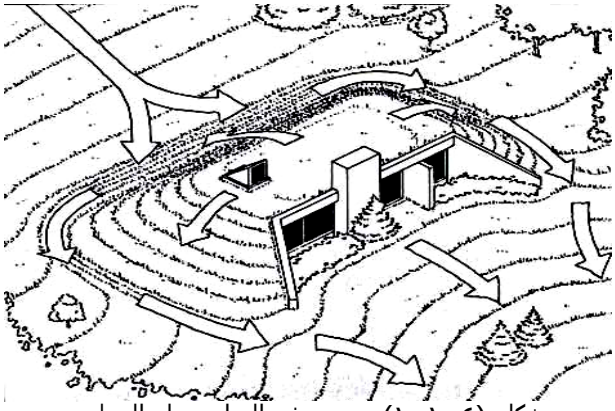
يعتبر العزل ضد الرطوبـة أحـد المشكلات الرئيسية المصـاحبة للإنشـاء المحمي بالتربة، والخطوة الأولـى هـي اختيار موقع يكون منسوب المياه الجوفية فيه عميقاً وتفضل أنواع التربة التـي لا تحتفظ بالمياه، كما يفضـل البنـاء فـي المواقع المائلة حيث أنها أقل تأثراً بميـاه الأمطار والفيضانات، كما يفضل تجنـب مخرات السـيول والأوديـة، والأمـاكن القريبة مـن التجمعـات المائيـة كـالبرك والمستنقعات.



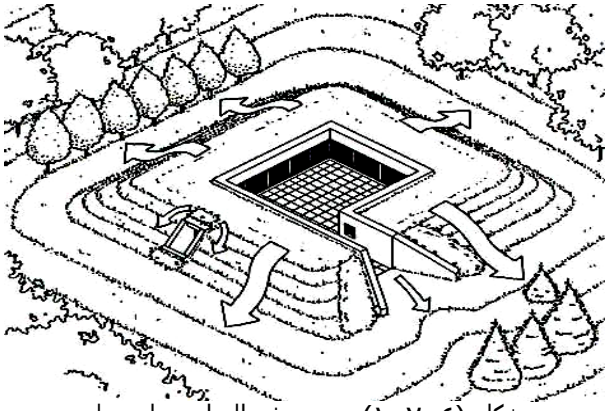
شكل (٤-١٠٠): مشاكل المياه المتوقع حدوثها للمبـاني المحمية بالتربة. Max R. Terman, 1985, P. 93.
أ- ضغط هيدروستاتيكي. ب- خاصية النفاذية الشعرية.
ج- ضغط البخار يرفع مستويات الرطوبة.

وتتنوع المشاكل المتوقعة حدوثها من الرطوبة فهـي إما نتيجة مياه الأمطار أو المياه الجوفية أو زيادة المحتوى المائي داخل التربة، شكل (٤-١٠٠).

وهناك وسائل مختلفة يمكن إتباعها في التنسيق العام حول المبني لتخفيف أثر المياه السطحية على المبني، كاستخدام قناة أو أخدود علوي حول المبني لتحويل مسار المياه، شكل (٤-١٠١، ٤-١٠٢).

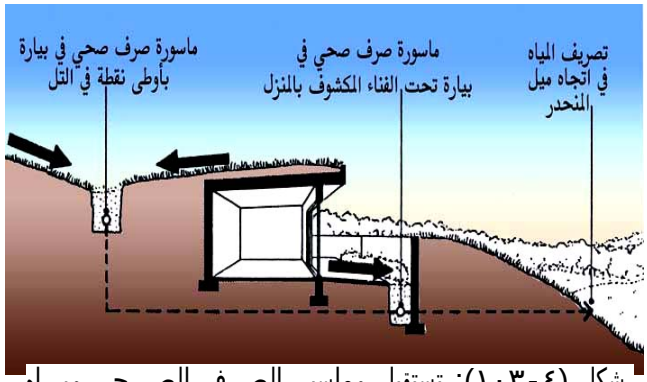


شكل (٤-١٠١): تصريف المياه حول السطح لبناء محمى بالتربة على موقع منحدر. Carmody J.& Sterling R., 1985, P. 202.

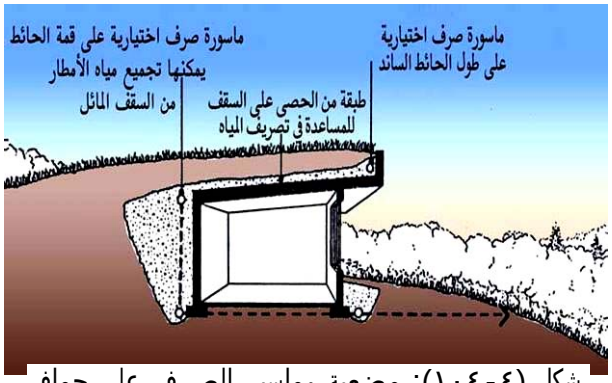


شكل (٤-١٠٢): تصريف المياه حول سطح مبني محمى بالتربة على موقع مستوى. Carmody J.& Sterling R., 1985, P. 202.

أو استخدام بيارة من الحصى بعيدة عن المبنى تحتوى على أنبوب لجمع وتصريف المياه بأسـفلها، مـع إمكانية وضع مواسير للصرف عند نهايات وحواف المبنى والسقف، شكل (٤-١٠٣)، (٤-١٠٤).



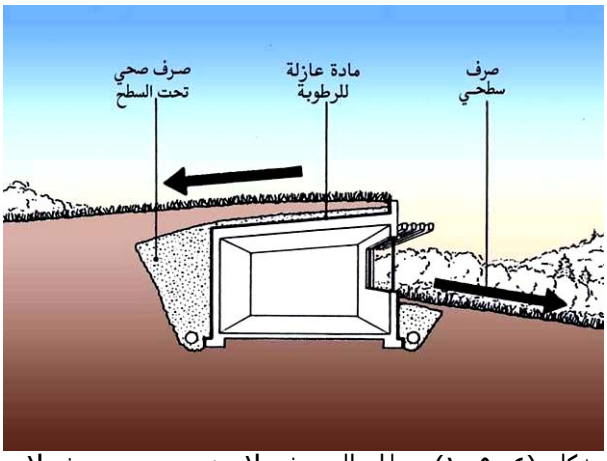
شكل (٤-١٠٣): تستقبل مواسير الصرف الصـحي ميـاه الأمطار بالإضافة إلى عملها الأساسي، عن طريق بيارات من الحصى بعيدة عن جسم المبني.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 205.



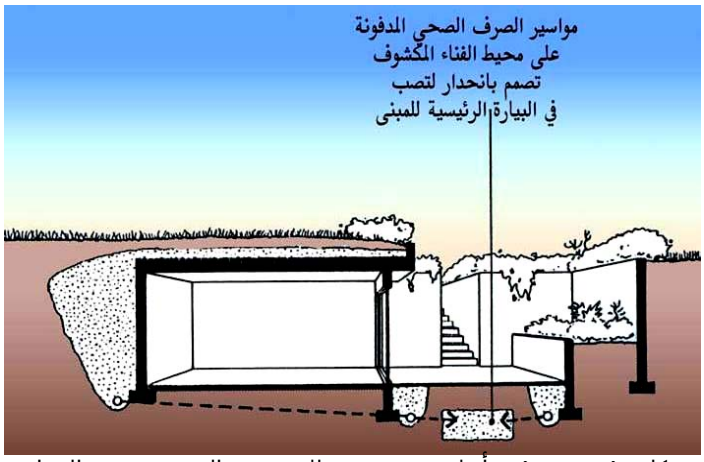
شكل (٤-١٠٤): وضعية مواسير الصرف على حواف السقف، تتيح أقصى تحكم في عملية حركة المياه حول المبني. Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 206.

كما يمكن عمل ميل خفيف حول المبني في الأراضي المنبسطة حيث لابد مـن احتواءهـا علـى نظـام للصرف لتيسير صرف المياه إلى أسفل، شكل (٤-١٠٥).

إن لم يتوفر في الموقع الظروف الملائمة لعمل ميل في الأراضي المنبسطة، يمكن عمل ميول في خطوط مواسير الصرف نفسها وتجميعها في منطقة البيارة والتي يمكن وضعها في صحن المبنـي علـى سـبيل المثال، شكل (٤-١٠٦).

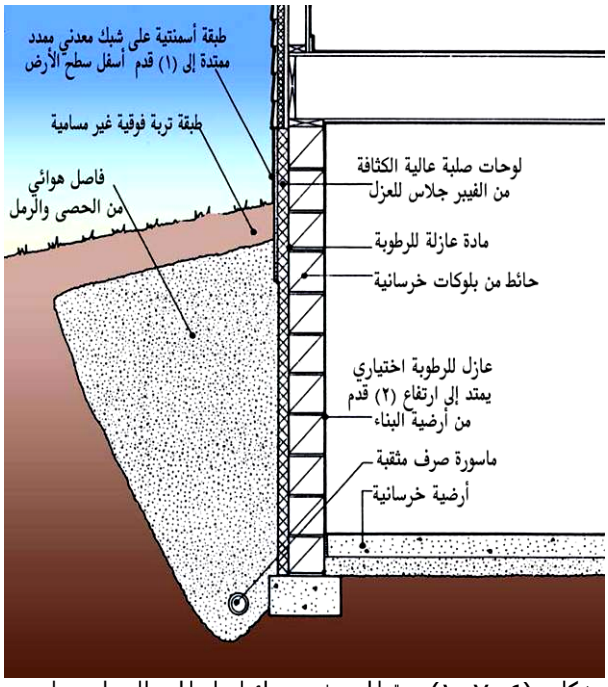


شكل (٤-١٠٥): نظام الصرف لا يخـرج عـن ثـلاث مكونات أساسية، سواء في المواقع المائلة أو المنبسطة.
Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 201.



شكل (٤-١٠٦): أسلوب مقترح للصرف الصحي في المواقع المستوية، (مواسير الصرف الصحي المدفونة على محيط الفناء المكشوف، تصمم بانحدار لتصب في البيارة الرئيسية للمبني).
Carmody J. & Sterling R., 1985, P. 209.

كما يمكن استخدام فواصل من الحصى والرمل حول جدران المبني لتقليل أثر المحتوى المائي للتربة على جدران المبنى، حيث أنها تعمل على تجميع المياه المتسربة وتصريفها من خلال أنبـوب (قنـاة) سـفلى، ويفضل أن يتكون العازل للمبنى المحمي بالتربة من غشاء عازل للرطوبة يحول دون نفاذية الميـاه إلـى الجدران يسبقه فاصل هوائي من الحصى والرمل، وهو يشكل منطقة ذات ضغط سالب لاجتذاب الميـاه، شكل (٤-١٠٧).



شكل (٤-١٠٧): قطاع في حائط لنظام للعزل بطريقة الضغط السالب. Carmody J.& Sterling R., 1985, P. 208.

من الجزء السابق (الاعتبارات الإنشائية للبناء المحمي بالتربة) يمكن استنتاج أن: تصميم الأسقف والحوائط للبناء المحمي بالتربة له اعتبارات خاصة، حيث يقع عليهما أحمال غير عادية تتمثل في ضغوط التربة أو بعض الأحمال الحية فوق السطح إن وجدت، مما يؤثر بالتالي على تصميم الهيكل الإنشائي لتحمل تلك الضغوط. كما خلص البحث في هذا الجزء أن هناك أنواعاً معينة من التربة هي التي تلاءم أسلوب البناء المحمي بالتربة عن غيرها، حيث يؤثر نوع التربة على الأحمال الجانبية والرأسية الواقعة على الأسقف والحوائط. من جهة أخرى تمت دراسة أساليب العزل والصرف الصحي المختلفة المستخدمة في البناء المحمي بالتربة، وكيفية تصريف مياه الأمطار إن وجدت، حتى يمكن التحكم في جميع العوامل عند تصميم مبنى متكامل محمي بالتربة.

❑ خلاصة الباب الرابع:

من خلال الباب الرابع من البحث يمكن استنتاج أن البناء المحمي بالتربة له اعتبارات تصميمية خاصة به وتختلف من مكان لآخر حسب ظروف الموقع والمناخ والطبوغرافية المحيطة، مما يؤثر بالتالي على أسلوب تصميم البناء المحمي وعلاقته بالسطح أو نوعية الفتحات، أو حتى شكل المبنى ككل، وتوزيع الفراغات الداخلية وعلاقتها معاً. ومن جهة أخرى يستأثر البناء المحمي بالتربة بأسلوب فريد في تصميم وتوزيع فتحات الإضاءة والتهوية حسب الغرض المطلوب منها. إلى جانب أن تصميم المداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة بالمبنى يختلف بشكل كبير عن التصميم مع البناء العادي، تبعاً لاختلاف المشكلات التصميمية والأهداف المطلوب تحقيقها الخاصة بالبناء المحمي بالتربة.

كما تطرق البحث إلى دراسة اعتبارات توفير الطاقة، وكيف أن البناء المحمي بالتربة يوفر الطاقة المستهلكة على المدى البعيد، ووضع أسس تصميمية محددة تبعاً لظروف الموقع والمناخ. ومن ثم محاولة الوصول إلى مدخل توفيقي للأداء الحراري المتوازن للبناء المحمي بالتربة صيفاً وشتاءاً من خلال التحكم في العوامل المحيطة بالمبنى وأهمها التحكم في حرارة التربة الملاصقة للبناء والتحكم في التهوية النافذة داخل البناء سواء مباشرة أو سالبة.

كما تم استنتاج أن البناء المحمي بالتربة له اعتبارات سمعية وبصرية خاصة مؤثرة على أسلوب التصميم وشكل المبنى ككل وتوزيع الفراغات الداخلية. وتلك الاعتبارات تختلف عنها في المباني العادية أعلى الأرض، حيث أن البناء المحمي بالتربة له أسلوب فريد في معالجة تصميم الفراغات.

ومن الاعتبارات الإنشائية للبناء المحمي بالتربة يمكن استنتاج أن أسلوب تصميم الحوائط والأسقف والعزل يختلف إلى حد كبير عنه في البناء العادي، كما أن نوع التربة يؤثر على الأحمال الواقعة على البناء، وأن البناء المحمي له أساليب تصميمية خاصة بأنواع الصرف الصحي على الأخص.

محتويات الباب الرابع:

الباب الرابع: الاعتبارات التصميمية للبناء المحمي بالتربة..... ١٢٣

٤-١ اعتبارات التصميم المعماري للبناء المحمي بالتربة DESIGNING AN EARTH SHELTER..... ١٢٣

٤-١-١ العلاقة بالسطح..... ١٢٤

٤-١-٢ نوعية الفتحات..... ١٢٥

٤-١-٢-١ المباني المحمية بالتربة ذات الواجهة الواحدة (Elevational Type). ١٢٦

٤-١-٢-٢ المباني المحمية بالتربة ذات الفناء الداخلي The Patio & Atrium Type..... ١٣١

٤-١-٣ شكل المبنى Building Form. ١٣٤

٤-١-٣-١ توزيع الفراغات Zoning..... ١٣٤

٤-١-٣-٢ شكل المسقط الأفقي Plan Form..... ١٣٥

٤-١-٣-٣ أشكال الأسقف Roof Forms..... ١٣٧

٤-١-٤ تصميم النوافذ في المباني المحمية بالتربة Windows Design..... ١٣٨

٤-١-٤-١ أهمية النوافذ..... ١٣٨

٤-١-٤-٢ أسس تصميم فتحات التهوية. ١٣٩

٤-١-٤-٣ أسس تصميم فتحات الإضاءة..... ١٤٢

٤-١-٥ تصميم المداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة بالمباني المحمية بالتربة ١٤٨

٤-١-٥-١ المشكلات الرئيسة المرتبطة بتصميم الفراغ الخارجي والمدخل والوحدات الملحقة بالمباني المحمية بالتربة..... ١٤٩

٤-١-٥-٢ أهداف التصميم الخاصة بالفراغ الخارجي والمدخل والوحدات الملحقة..... ١٥٠

٤-١-٥-٣ أنماط التصميم الخاصة بالمداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة. ١٥٠

٤-٢ اعتبارات توفير الطاقة. ١٥٦

٤-٢-١ الخصائص الحرارية للتربة..... ١٥٧

٤-٢-٢ تأثير أنماط حماية البناء بالتربة على التدفئة والتبريد. ١٥٩

٤-٢-٣ نبذة عن الأساليب السالبة المختلفة لتوفير الطاقة. ١٦١

٤-٢-٤ مدخل توفيقي للأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة. ١٦٣

٤-٢-٤-١ الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة – صيفاً. ١٦٤

٤-٢-٤-٢ الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة– شتاءاً. ١٧٠

٤-٣ اعتبارات سمعية وبصرية. ١٧٣

٤-٣-١ اعتبارات سمعية..... ١٧٣

٤-٣-٢ اعتبارات بصرية..... ١٧٤

٤-٤ اعتبارات إنشائية..... ١٧٥

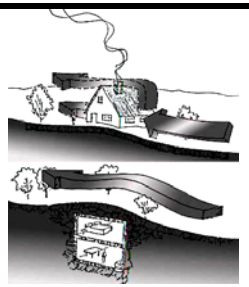
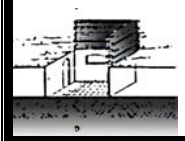
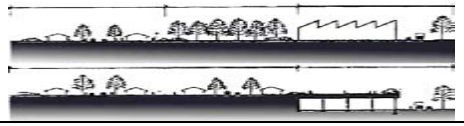
٤-٤-١ تصميم الأسقف والحوائط. ١٧٥

٤-٤-٢ أنواع التربة الملائمة للبناء المحمي بالتربة..... ١٨٠

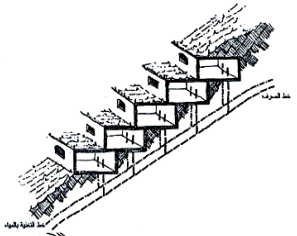
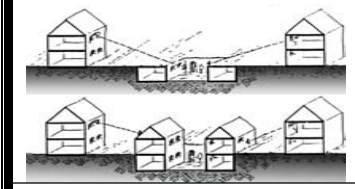
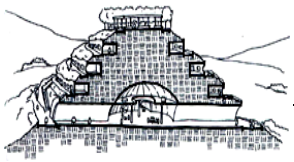
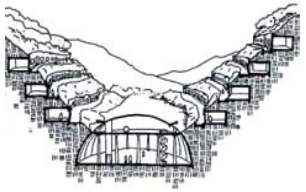
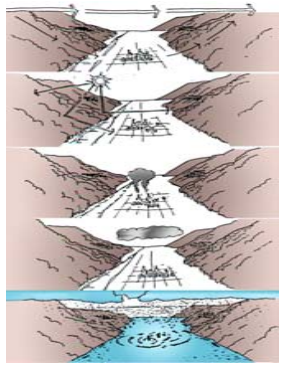
٤-٤-٣ أساليب العزل والصرف الصحي المستخدمة في المباني المحمية بالتربة. ١٨١

٧-٢ خلاصة الباب الثاني: تقسيم لأداء البناء المحمي بالتربة. (دراسة مقارنة للإمكانات والمحددات).

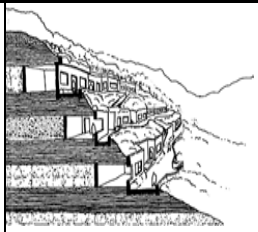
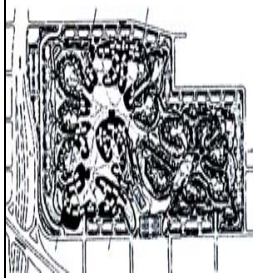
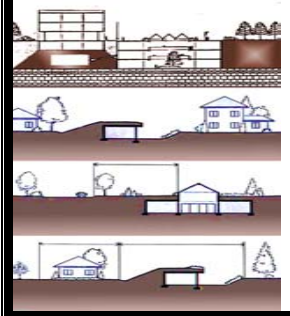
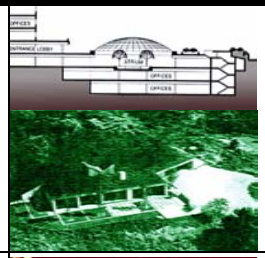
جدول (٣-٣): دراسة تحليلية للإمكانات والمحددات المتوقعة للبناء المحمي بالتربة.

وجه المقارنة			الإمكانات المتوقعة	المحددات المتوقعة
تأثير الانعزال على:	الحماية من: المناخ	العزل الحراري	تقليل الفاقد الحراري عن طريق التوصيل، بالمناطق الباردة تقليل اكتساب الحرارة بالإشعاع والتوصيل، للمناطق الحارة التبريد باستخدام الاتصال الأرضي. تقليل المعدل اليومي للتردد الحراري. تقليل الطاقة المطلوبة للوصول إلى حدود الراحة، على المستوى الفردي والقومي. تقليل الحمل الحراري للتدفئة والتبريد بفضل السعة الحرارية الكبيرة للتربة. 	ضعف التهوية الطبيعية، تؤدي إلى عدم وجود توازن حراري. ارتفاع نسبة الرطوبة، نظراً لنقص معدل التهوية.
		فسوة الطقس	توفير أقصى حماية من التقلبات الجوية والعواصف الرعدية والانهيارات الأرضية، والفيضانات والسيول والأعاصير	إذا لم يتم التأمين التام لجميع نقاط الاتصال بالسطح تصبح جميع المميزات السابقة عيوباً، وهناك حلول تصميمية لتجنب تلك المشاكل 
	الحماية من:	انتشار الحرائق	يمكن الحد من انتشار الحرائق من خلال المباني المحمية بالتربة، بفضل خصائص العزل الحراري العالية للتربة.	إمكانية الاختناق وقلة فرص الهروب، لقلة الفتحات.
		الـ زلازل	تنعدم فرصة التذبذب الهيكلي للمنشأ، لأن سعة الموجة تقل مع العمق والابتعاد عن مركز الزلزال.	يفضل تجنب البناء تحت الأرض في أماكن التصدعات الجيولوجية، وتدعيم الهياكل المبنية من الصخور المسامية.
		الضوضاء	منع الضوضاء من الانتشار إلى البيئة المحيطة به، بفضل غلاف التربة. 	انعكاسات الموجات الصوتية في الفراغات المقفلة تتسبب في تضخيم الضوضاء بعكس الحال عند وجود نوافذ على الخارج.
		الاهتزازات	يمكن تفاديها بالابتعاد بمسافة عن الطريق، وزيادة العمق.	
		التـلوث	وتكون إما: ١- بالابتعاد في باطن الأرض عن مصدر التلوث في أعلى السطح. ٢-عزل مصدر التلوث كالنفايات الذرية والكيماويات الخطيرة، بعيداً عن السطح.	قد يزيد تلوث البيئة الداخلية والمياه الجوفية، من الصرف الصحي أو المخلفات الكيميائية أو خزانات التحليل، عند اختيار موقعاً غير ملائم.
		الأمـن	١- على المستوى الفردي: المداخل قليلة وغير مباشرة وصعبة الاختراق. ٢- على المستوى القومي: الاستعداد للكوارث باتخاذها كملاجئ في حالات الحرب.	ربما يعوق أداء الشبكات اللاسلكية أو استقبال البث الهوائي.

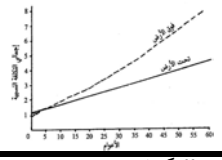
تابع جدول(٣-٣): دراسة تحليلية للإمكانات والمحددات المتوقعة للبناء المحمي بالتربة.

وجـه المقارنة			الإمكـانـات المـتوقعـة	المحـددات المـتوقعـة
اختيار الموقع الطوبوغرافي الـمـوقـع	المواقع المستوية		مؤهلة لشق الطرق وسهولة الوصول إليها. سهولة توصيل المرافق. سهولة انتشار النمو الحضري وإقامة تجمعات عمرانية جديدة.	البناء على الأراضي الزراعية المستوية، يساهم في تجريفها. المدن المستوية تعاني من الازدحام والاختناقات المرورية. ترتفع درجات الحرارة في النصف الثاني من اليوم،بسبب ظاهرة الاحتواء الحراري
	المواقع المائلة		التهوية الجيدة، مع أبسط أنواع التصميم. قلة الأتربة المحملة من الرياح. قلة المياه الجوفية، وتوفير العزل. الصرف الصحي بفعل الجاذبية. توفير إطلالة على منظر مفتوح. توفر أكبر قدر من الخصوصية المطلوبة. دخول كمية أكبر من الضوء والإشعاع الشمسي. تقدم الحل الأمثل لإمكانيات التوسع المستقبلي. ترك الأراضي المستوية للمشاريع ذات القيمة. درجات الحرارة تميل للبرودة، تلائم الأجواء الحارة	صعوبة الصرف الصحي والحاجة إلى مضخات. تراكم الأتربة المحملة مع الرياح. ضعف الخصوصية.  يتطلب عمليات الضخ للتغذية بالمياه. ضرورة التفجير لإقامة الطرق. شدة الرياح في بعض المناطق. تؤثر فيها عوامل التآكل والنحر والتعرية.
	المواقع المفتوحة		١- التهوية الجيدة. ٢- توفر أكبر قدر من الخصوصية ٣- مجال رؤية أوسع. ٤- سهولة الوصول إليها ٥- تقلل تيارات الهواء من درجة الحرارة.	شدة الرياح تجلب الأتربة إلى المباني. معرضة للتجريف والتآكل، في حالة عدم وجود غطاء نباتي.
	المواقع المنغلقة		تقريباً لا توجد مميزات ملموسة للمواقع المنغلقة.	التشكيل المنغلق يحد حركة الهواء المتجددة. يحد التشكيل المنغلق من مجال الرؤية. ندرة المناطق الخضراء والمفتوحة. تزداد نسبة تلوث الهواء لعدم تجدده. زيادة درجة الحرارة نتيجة الانعكاس الشمسي. زيادة ظاهرة الاحتواء الحراري. زيادة فرص الانهيار والانجراف بفعل التآكل والنحر. 

تابع جدول(٣-٣): دراسة تحليلية للإمكانات والمحددات المتوقعة للبناء المحمي بالتربة.

وجـه المقارنة		الإمكـانـات المـتوقعـة	المحـددات المـتوقعـة
(تابع): المـوقـع	اختيار الموقع الجيولوجي	إذا كانت طبقات متراصة من الحجر الجيري توفر استخدام مواد البناء من أرضية وسقف، ويمكن استخدام الفراغ بين الطبقات الصلبة بعد استخراج الطبقات الناعمة. الطبقات الجرانيتية تتيح إنشاء فراغات واسعة بدون أعمدة أو حوائط ودعامات. التربة الرسوبية التي كونتها الرياح أفضل الأنواع فهي صلبة وقوية وسهلة الاستخدام عند الجفاف وليس بها أحجار. 	المواقع ذات المياه الجوفية المرتفعة تزيد من تكاليف العزل وأحياناً لا تصلح إطلاقاً. التربة بجانب مصبات الأنهار تكون ضعيفة ومفتتة وقابلة للانهيار بشكل سريع. التربة القابلة للانتفاش، تضيف أحمالاً إضافية على الهيكل الإنشائي. المواقع التي بها صخور صلدة كالجرانيت تحتاج لتفجير، وهي عملية غير اقتصادية. التربة المكونة من طبقات متراصة من الحجر الجيري أو الرسوبية، تمليان قيوداً على أبعاد البحور والارتفاعات التي لا تزيد عن ٢,٥-٣م، وحد أدنى لسمك الغطاء ٣,٥م. مناطق الصدوع وتلاقي الشقوق، يجب تجنبها كموقع لأي نوع من البناء.
	تخطيط الموقع	يساهم في توفير الخدمات وسط المدينة المزدحمة، بالتوسع في العمق تحت الأرض، مع الاحتفاظ بالوضع الحالي. حرية وسهولة البناء في المواقع شديدة الطبوغرافية، وإمكانية شق شبكات طرق منفصلة تحت الأرض. البناء تحت الأرض يحافظ على المساحة والرقعة الزراعية. 	يجب مراعاة الحد الأدنى عن المباني المجاورة القائمة بالفعل، حتى لا يتسبب في مشاكل إنشائية في الأساسات. لتوفير الخصوصية يتطلب الابتعاد مسافة أكبر عن المباني السطحية. لحماية المبنى من الاهتزازات والضوضاء، يراعى الابتعاد بمسافة كافية عن الطريق. مساحة أكبر مطلوبة للبناء المحمي بالتربة، من المساحة التي يتطلبها البناء العادي. 
جوانب تصميمية وجمالية	خـارجـية	الحفاظ على الطابع العام للمنطقة تخطيطياً ومعمارياً. تساهم في الحفاظ على المميزات الطبيعية للموقع. الحفاظ على المسطحات الزراعية. عزل الاستخدامات الغير مرغوب فيها أسفل الأرض. 	يفضل التصميم الجيد للمداخل، فلا تعطي انطباعاً سيئاً للمبنى ككل. يفضل عمل تصميم متقن للمبنى ومراعاة التهوية الجيدة والفتحات.
	داخـليـة	تأثيرات جمالية وروحية فريدة للموقع تحت الأرض.	مراعاة الديكور الداخلي الجيد، فلا يعطي المبنى شعوراً بالاقتضاب أو الاختناق. صعوبة تصميم مساحات واسعة بدون أعمدة، فهي تتطلب هيكل إنشائي قوي، يساهم في رفع التكلفة. تتحكم العوامل الإنشائية في عدد وأماكن واتساع الفتحات. صعوبة التوسع المستقبلي أو محاولة التغيير في التصميم.
قوانين تنظيمية		لم يتحدد بعد مدى ملائمة هذا النوع من البناء للقوانين التنظيمية المحلية.	إذا كان المشروع عميقاً، يحتاج لأخذ تصاريح من ملاك الأراضي السطحية بحق الانتفاع بباطن الأرض، مما يرفع من تكلفة المشروع.

تابع جدول(٣-٣): دراسة تحليلية للإمكانات والمحددات المتوقعة للبناء المحمي بالتربة.

وجـه المقارنة		الإمكـانـات المـتوقعـة	المحـددات المـتوقعـة
جوانب اقتصادية	التكاليف المبدئية للإنشاء	التوفير في تكلفة سعر الأرض، لإمكانية إنشائه في أراضـي منخفضة السعر نسـبياً، رغـم ظروفهـا القاسـية مناخيـاً وجيولوجياً، أو تقسيم سعر الأرض بين أكثر من منشأ، ممـا يقلل من نصيب سعر الأرض للمبنى الواحد. تقليل تكلفة الإنشاءات، بتوفير المواد الخام للهيكل الإنشائي. الاستفادة من بيع مواد الحفر، إذا كانت ذات قيمة. التوفير في بعض العناصر التصميمية: أ- قلة النوافذ وتخفيض مساحتها. ب-تقليل استخدام التشطيبات الخارجية. ج-توفير العزل الحراري. د- توفير الهيكل الإنشائي الثقيل للسقف، باستخدام القبب والقبوات. سهولة بنائها من الأشخاص العاديين وتوفير العمالة ذات الخبرة عالية الأجور والتكلفة.	زيادة كمية الحفر عن المنشأ السطحي، وارتفاع تكاليف التفجير. تحتاج لهيكل إنشائي ثقيل، عالي التكلفة لتحمل ضغوط التربة. تحتاج لنظام عزل عالي الجودة وبكميات كبيرة، طبقاً لنوع التربة، مما يرفع التكلفة كلما زاد عمق المبنى تحت الأرض، تزداد تكاليف الحفر والإنشاء والعزل.
	تكاليف التشغيل على المدى البعيد	حماية المبنى من عوامل التآكل، تقلل الصيانة الخارجية للواجهات والأسقف. تقليل استخدام أجهزة التبريد والتدفئة، مما يقلل من استهلاك الطاقة في التدفئة والتبريد الحفاظ على الهيكل الإنشائي وزيادة العمر الافتراضي، لقلة تأثير عوامل التعرية.	صيانة الأجزاء المختفية من خطوط الخدمات والمرافق والطبقات العازلة، صعب ومكلف. 
جوانب نفسية وفسيولوجية	عوامل نفسية	الهدوء الذي يوفره البناء المحمي بالتربة يساعد على الأنشطة التي تتطلب السكون، كالكتابة والاطلاع والفنون بأنواعها، إلى جانب الاستخدام السكني. الجمال الطبيعي للبيئة الداخلية، فإذا تم استغلاله بشكل جيد فإنه يعطي أفضل انطباع عن الطبيعة ويقلل من الغموض الذي يكتنف البيئة تحت الأرض. الطاقة الروحية الكامنة للبناء تحت الأرض، وما لها من تأثير نفسي يوحي بالسكينة والشفافية.	ضعف رؤيتها من الخارج، حيث أن الحركة عبر المدخل غالباً تكون لأسفل وأحياناً صعوبة العثور عليه مما يثير ردود أفعال سلبية قلة النوافذ مما يسبب الشعور بالضيق، أو الاحتباس أو عقدة الخوف من الأماكن المظلمة، نظراً لمحدودية مجال الرؤية، وقلة نقاط الاتصال بالخارج، ويمكن التغلب عليها بإيجاد اتصال بصري مباشر بالبيئة المحيطة، باستخدام وسائل التصميم المختلفة كالأفنية. مجرد الشعور بالتواجد تحت الأرض خاصة عند الأعماق الكبيرة نسبياً، تولد الإحساس بالخطر وتزيد من القلق النفسي.
	عوامل فسيولوجية	تقليل التلوث والغبار ودرجة الحرارة الثابتة، يوفران بيئة فسيولوجية صحية جداً للسكن الراحة الحرارية والعزل الصوتي، يوفران جواً صحياً يساعد على الاسترخاء.	تهوية وإضاءة محدودة يمكن التغلب عليها باستخدام الوسائل السالبة للتهوية والإضاءة ارتفاع الرطوبة النسبية، تسبب الشعور بالاختناق، ويمكن التغلب عليها بالعزل الجيد.
عوامل اجتماعية		غالباً ما يثير المكان تحت الأرض مشاعر السرية والأمان والهدوء، فيساعد على زيادة التركيز وعدم تشتيت الانتباه، كما يقوي من روابط التواصل الاجتماعي للمتواجدين بالمكان، وأحياناً يكون غامضاً يثير لديهم مشاعر المغامرة.	توحي المعيشة تحت الأرض بمستوى بدائي منخفض، لكنها بدأت تدخل في قائمة اختيارات الأسر ذوي الدخل المتوسط، بسبب ارتفاع نسبة الوعي بمميزاته المناخية. يتسم بقلة الإثارة، ويعادلها درجات من النشاط الاجتماعي والديناميكي حسب الاستخدام

٥- الباب الخامس: مناقشة إمكانية الاستفادة من البناء المحمي بالتربة في الصحارى المصرية.

بعد أن تناول البحث بالتفصيل في الأبواب السابقة دراسة مختلف الجوانب والعوامل المؤثرة على تخطيط وتصميم المباني المحمية بالتربة، يناقش البحث في هذا الباب دراسة إمكانية الاستفادة من البناء المحمي بالتربة للاستخدام السكني بالصحارى المصرية.

فعلى الرغم من المزايا العديدة لهذا النظام- وخاصة المناخية- إلا أنه مازال هناك كثير من المشكلات التي تعترض التطبيق الفعال لهذا الأسلوب من الإنشاء في الصحارى المصرية، لذا كان من الضروري التعرض بالدراسة للنقاط التالية:

١- دوافع التفكير في تطبيق هذا النمط بالصحارى المصرية، وأسباب التركيز على الاستخدام السكني.
٢- المحددات التي تعترض تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة للإسكان في الصحارى المصرية.
٣- مقترحات تخطيطية عند تبني هذا الاتجاه من البناء ليكون أكثر ملائمة للصحارى المصرية.
٤- مقترحات تصميمية لبناء مسكن محمي بالتربة يلائم طبيعة الصحارى المصرية.

٥-١ دوافع التفكير في تطبيق هذا النمط بالصحارى المصرية، والتركيز على الاستخدام السكني بها.

يناقش البحث في هذا الجزء دوافع التفكير في إمكانية تطبيق البناء المحمي بالتربة في الصحارى المصرية، ومن جهة أخرى دوافع التركيز على الاستخدام السكني في تطبيق هذا النمط من البناء.

فبالنسبة لدوافع التركيز على الصحارى المصرية يتضح من خلال البحث الآتي:

١- تتجه سياسات الدولة التنموية حالياً إلى غزو الصحراء، مما يدعونا للتفكير في أسلوب ملائم مناخياً للبناء في تلك المناطق قاسية المناخ، والتي تشكل أكثر من ٩٠٪ من مساحة الدولة، ومن البحث يتضح أن المناطق الصحراوية ذات الأولوية في تطبيق هذا النمط تتمثل في بعض مناطق الصحراء الغربية ذات البيئة الملائمة بعيداً عن مناطق الرمال السافية حسب اتجاهات الرياح السائدة، إلى جانب بعض المناطق المناسبة ذات الطبيعة الجبلية بالصحراء الشرقية.

٢- يعتبر أسلوب الإنشاء المحمي بالتربة أكثر ملاءمة للبناء في المناطق الصحراوية لعدة أسباب نذكر منها ما يلي:

أ- **فمن الناحية المناخية:** اتضح من خلال البحث أن البناء المحمي بالتربة يعتبر ذو أداء حراري أفضل في المناطق قاسية المناخ عن الأخرى المعتدلة، حيث تتميز الأولى بالجفاف النسبي، فلا توجد مشكلة ارتفاع الرطوبة النسبية داخل البناء. ذلك بالإضافة إلى الفارق الكبير في درجات الحرارة الذي يتيحه البناء المحمي بالتربة بين داخل وخارج البناء، كما أنه يحافظ على المناخ الداخلي المصغر في حالة من التوازن الحراري، مما يميزه عن البناء غير المحمي بالتربة.

وعلى ذلك، لا يفضل تطبيق البناء المحمي بالتربة في المناطق ذات الرطوبة النسبية المرتفعة، حيث اتضح بالبحث قصور الأداء بمفرده بتلك الأجواء، حيث أنه يحتاج لأساليب تكميلية سالبة للحصول على الهواء المتجدد لتقليل الرطوبة النسبية داخل البناء.

ب- **أما من الناحية الاقتصادية:** يعتبر توافر مواد البناء الخام المناسبة، والتوفير في أساليب التكييف الصناعية من أهم العوامل المؤثرة على التكلفة المبدئية للإنشاء.

يعطي البناء المحمي بالتربة أداءاً أفضل عند استخدامه في المناطق قاسية المناخ، حيث يقلل استخدام أساليب التكييف الصناعية المكلفة للغاية والتي تحتاجها حتماً المباني غير المحمية بالتربة للوصول إلى الراحة الحرارية في تلك الأجواء.

ومن جهة أخرى، يعتبر البناء المحمي بالتربة مندمجاً مع الطبيعة، فيمكن بناؤه باستخدام مواد البناء الخام المحلية المتوافرة بالموقع، حيث يتوافر بالصحارى المصرية الحجر الجيري الذي يمكن البناء به والاستغناء عن الخرسانة المكلفة عند بناء الهيكل الإنشائي، مما يساهم بقدر معقول في خفض تكلفة الإنشاء المبدئية عند تطبيق البناء المحمي بالتربة بالصحارى المصرية.

يمكن استغلال التضاريس المنحدرة والتجاويف الطبيعية بالجبال المنتشرة بالصحارى المصرية – سواء بمرتفعات البحر الأحمر ومرتفعات وسط وجنوب سيناء وبعض المرتفعات المتناثرة على الساحل الشمالي – في تدعيم الهيكل الإنشائي للبناء، مما يساهم في خفض تكلفة الإنشاء المبدئية.

وفي حالة استخدام مواد البناء المحلية أو استغلال التضاريس والتجاويف في تشكيل الهيكل الإنشائي نفسه، يمكن أن يصبح البناء المحمي بالتربة في الصحارى المصرية على المدى الطويل اقتصادياً عن المباني غير المحمية بالتربة.

ج- **أما من ناحية التشكيل العمراني:** يقترح البحث أفضلية استخدام البناء المحمي بالتربة على المنحدرات الجبلية المنتشرة بالصحارى المصرية، حيث اتضح من خلال البحث:

أ- أن تلك الوضعية تساهم بشكل كبير في تحسين الخصائص البصرية لهذا الأسلوب من البناء.

ب- إلى جانب أنها تتيح استغلال المنحدرات الجبلية الوعرة- على سبيل المثال في جبال البحر الأحمر ووسط وجنوب سيناء- والتي لا يمكن استغلالها في عملية التنمية باستخدام المباني العادية للإسكان بدون تكلفة عالية والحاجة إلى التفجير بالموقع للتسوية والتمهيد للطرق والمباني.

ج- من جهة أخرى، يتوافق الاندماج مع الطبيعة الجبلية مع مبادئ العمارة الخضراء أو ما يطلق عليه مصطلح "العمارة المؤدبة"[1] والتي تنادي باحترام الطبيعة المحيطة وعدم تشويشها، فالمباني المحفورة بهذا الأسلوب تتماشى مع هذا المبدأ والذي يتجه إليه العالم هذه الأيام نتيجة ما حدث من فساد للقشرة الأرضية بسبب التوسع العمراني الغير مدروس والغير متوافق مع الطبيعة المحيطة.

لذا، يوصي البحث باستخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة في عمليات التنمية بالمناطق الجبلية بالصحارى المصرية، وبشكل جمالي مميز معمارياً يجذب التنمية العمرانية نحو تعمير تلك المناطق الغير مأهولة.

---

1 أ. د. **على رأفت**، برنامج **"موعد مع قلم"**، ق٢، ٢٠٠٥/٥/١١، عن **الطوانسي**، على كمال، ٢٠٠٢، ص١٦٥

د- **أما عن النواحي النفسية:** يحسن البناء على المنحدرات التقبل النفسي لأسلوب البناء المحمي بالتربة لدى الساكن المصري المعاصر، فمع الوضع في الاعتبار الخلفية الذهنية والثقافية المتوارثة عبر الأجيال عن مفهوم الدفن بالتربة وارتباطه بالموت عند معظم الشعب المصري، وأن شيئاً من هذا القبيل لن يكون مقبول نفسياً بسهولة إلا إذا تم تعديله بشكل مناسب، بحيث يشبه في تشكيله المباني العادية الغير محمية بالتربة، ولا يوحي بأي شكل من مظهره الخارجي بارتباطه بالمقابر أو الظلام.

لذا يقترح البحث تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة على المنحدرات بالصحارى المصرية، حيث يجعل الواجهات والمداخل شبيهة بالمباني العادية، إلى جانب الحصول على المميزات المناخية التي يوفرها البناء المحمي بالتربة في الأجواء الجبلية القاسية.

كما يمكن استخدام البناء المحمي بالتربة في المواقع المستوية مع الوضع في الاعتبار رفعه فوق منسوب الصفر والاحتفاظ بواجهة أمامية تشبه المباني العادية، ومحاولة تصميم المدخل صعوداً وليس هبوطاً. كما اتضح من خلال البحث، في محاولة لتجنب الصورة النفسية السيئة التي تتوارد للأذهان وارتباطها بالموت والدفن لدى الشعب المصري عند ذكر البناء المحمي بالتربة.

ه- **ومن ناحية الصرف الصحي:** يتيح البناء على المنحدرات الجبلية تحسين أداء الصرف الصحي، حيث تساهم الميول الطبيعية بالموقع في سهولة الصرف بطبيعة الحال. وكما اتضح من خلال البحث يمكن دفن مواسير الصرف الصحي داخل التربة بالميول ليكون الصرف طبيعياً وميسراً. ومن جهة أخرى، عند البناء بالمناطق الصحراوية الرملية المستوية كالمناطق الواسعة بالصحراء الغربية ومع الوضع في الاعتبار الجفاف التام بالتربة التحتية، وعمق منسوب المياه الجوفية، مما يجعل التربة شرهة لامتصاص المياه بفضل الجفاف الشديد الذي توفره الطبيعة الصحراوية بتلك الأماكن، وذلك كما اتضح من خلال البحث بالجزء الخاص بالاعتبارات الإنشائية للمباني المحمية بالتربة. يكون الصرف متاحاً على بيارات داخل التربة.

أما عن دوافع التركيز على الاستخدام السكني للمباني المحمية بالتربة:

١- نظراً لتركيز البحث على المناطق الصحراوية المصرية، وفي ضوء تركيز غالبية أنشطة التنمية العمرانية الجديدة بتلك المناطق على التجمعات العمرانية الصغرى والقرى الجديدة متوسطة الحجم، يقترح البحث إمكانية البدء في تطبيق هذا النوع من الإنشاء على هذه التجمعات الجديدة وقرى الخريجين وسكن العاملين بالمشروعات الكبيرة. حيث يشكل الاستخدام السكني القاعدة العريضة لعمليات التنمية العمرانية التي تتم بالمناطق الصحراوية الجديدة، حتى تحقق عملية التنمية أهدافها المرجوة. كما أن تلك التجمعات الجديدة يكون لها نفس النمط المعماري والعمراني فيمكن أن يتقبلها السكان الجدد، حيث يمكن أن يكون للتجمع المحمي بالتربة نمطاً موحداً على مستوى التجمع السكني الواحد. ويشجع هذا الاتجاه أن الخريجين الجدد والعاملين بالمشروعات الكبيرة أكثر قدرة على تقبل الأشكال العمرانية الجديدة مثل الإسكان المحمي بالتربة عن الأجيال السابقة التي لا تفضل التغيير.

٢- يعتبر الاستعمال السكني هو الاستعمال المباشر الذي يستخدمه جميع الأفراد معظم الوقت، بخلاف الاستخدامات الأخرى التي يكون استخدامها لعدة ساعات فقط خلال اليوم، ونظراً للطبيعة الاجتماعية المعروفة عن الشعب المصري من خلوده إلى الاستكانة والراحة في منزله بعد مجهود يوم عمل شاق، فهو يحاول قدر المستطاع أن يكون منزله على أفضل وجه من تحقيق جميع متطلبات الراحة الحرارية والاجتماعية والنفسية، لذلك يطرح البحث مقترحات تخطيطية وأخرى تصميمية لتطبيق الإسكان المحمي بالتربة في المناطق الصحراوية الجديدة لتشجيع التنمية العمرانية.

٣- يدعم هذا الاتجاه، أن التجارب العالمية المعاصرة الناجحة للبناء المحمي بالتربة تركز في معظم الأحيان على الاستخدام السكني، وذلك كما اتضح من العرض للتجارب المعاصرة بالباب الأول من البحث. مما يعطي مؤشراً على نجاح أسلوب البناء المحمي بالتربة وظيفياً ونفسياً في الاستخدام السكني خاصة دون الاستخدامات الأخرى، لذلك تم التركيز عليه عالمياً عند استخدام هذا النمط من البناء. لذا يحاول البحث دراسة إمكانية تطبيق الاستخدام السكني المحمي بالتربة في مصر، وخاصة بالمناطق الصحراوية بها.

٤- يقدم البناء المحمي بالتربة أداءاً ضعيفاً -كما اتضح من البحث- بالمباني العامة، في حالة عدم مراعاة أساليب التهوية الطبيعية، ومراعاة تقليل نسبة الرطوبة المرتفعة بها، نظراً لزيادة عدد المستخدمين داخل البناء والذي يساهم بدوره في رفع الرطوبة النسبية وعدم جودة الهواء. وقد اتضح ذلك من خلال ردود أفعال المستخدمين للأماكن العامة المحمية بالتربة على مستوى العالم، وكيف أنها جاءت في معظمها سلبية استناداً إلى السبب السابق من عدم جودة الهواء بسبب كثرة عدد المستخدمين، إلى جانب الشعور بالاحتباس نظراً لكبر حجم البناء وعدم وضوح المداخل والمخارج وعدم وجود اتصال بصري بالبيئة الخارجية. وقد تم التغلب في معظم الأحيان على تلك المشكلات بالاستعانة بالوسائل الميكانيكية للتكييف أو استخدام أساليب المحاكاة الصناعية لمحاكاة البيئة الطبيعية الخارجية. ولا يخفى أن تلك الحلول مكلفة للغاية ولا تناسب بحال التطبيق في مصر إلا مع وجود دعم مادي كبير، وهو ما لا يتوقعه البحث.

وعليه، يفضل استخدام البناء المحمي بالتربة في الاستعمال السكني في الصحراء المصرية كبداية للتعامل مع هذا الأسلوب في مصر، مما يساهم في التأقلم مع المناخ القاسي المعروف عن الصحارى المصرية. بالإضافة إلى تفضيل البناء على المنحدرات الجبلية المنتشرة على سواحل البحر الأحمر أو وسط وجنوب سيناء أو بعض مرتفعات الساحل الشمالي، مما يعطي اتصال بصري مناسب بالبيئة الخارجية، وتحسين الخصائص البصرية للتجمع الحضري ككل بما فيه من مباني محمية بالتربة وأخرى غير محمية بالتربة.

وفي هذا الإطار يناقش البحث في الجزء التالي إمكانية تطبيق هذا النمط المعماري والعمراني على الاستخدام السكني في الصحارى المصرية. وذلك من خلال مناقشة العقبات التطبيقية التي قد تعترض الأداء الأمثل للبناء المحمي بالتربة في الصحارى المصرية، ثم اقتراح بعض الأسس التخطيطية والتصميمية لضمان كفاءة تطبيق هذا الأسلوب من البناء في الصحارى المصرية.

٥-٢ المحددات التي تعترض تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة بالصحارى المصرية.

يعتبر تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة نوعاً من إحياء نمط قديم من العمارة في الصحارى المصرية ولكن بأسلوب حديث جذاب معمارياً وملائم وظيفياً لطبيعة الصحارى المصرية المعروفة بتطرفها المناخي. فعلى الرغم من أنه ليس أسلوباً جديداً بالكلية، إلا أن تطبيقه في الوقت الحالي يتطلب من المعماري والمخطط وصانع القرار محاولة إيجاد أساليب توفيقية للتغلب على مشكلات تطبيق هذا الأسلوب في الصحارى المصرية.

وعليه، كان لابد أولاً من دراسة تلك المشكلات بعين متخصصة، ثم محاولة طرح بعض المقترحات للتغلب على العقبات. والبحث هنا بصدد إلقاء لمحة سريعة عن بعض **العقبات التي يمكن أن تعترض التطبيق الفعال لأسلوب البناء المحمي بالتربة للإسكان في البيئة الصحراوية المصرية، مع وضع مقترحات للتغلب على تلك المشكلات.** حيث ناقش البحث بعضاً منها بالباب الثاني.

وتنقسم المحددات إلى عدة نواحي منها:

١-محددات تصميمية تعترض الأداء.
٢-محددات اقتصادية.
٣-محددات نفسية وفسيولوجية واجتماعية.
٤-محددات خاصة بالقوانين التنظيمية.

٥-٢-١ محددات تصميمية تعترض الأداء.

بالنسبة للمناطق الصحراوية المصرية هناك عدة معوقات تعترض الأداء الفعال للبناء المحمي بالتربة، يمكن إجمالها في النقاط التالية:

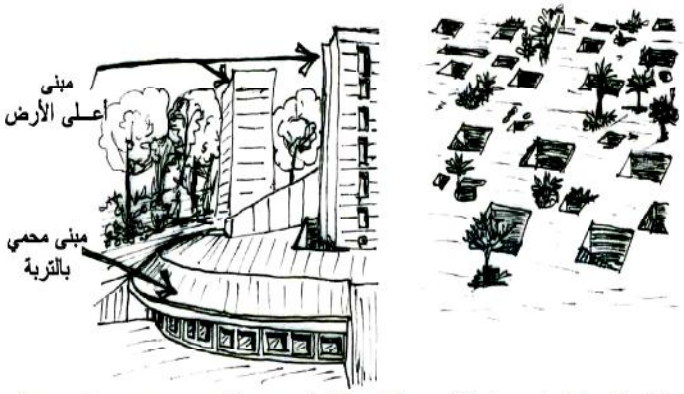
شكل (٥-١): سلوك الرياح مع البناء المحمي بالتربة ذو الفناء الداخلي.

١-التعرض لتراكم الرمال والأتربة والسيول: عند إقامة تجمعات مباني محمية بالتربة بالصحراء المصرية في مواقع مستوية مثل الصحراء الغربية، ونظراً لطبيعة تلك المناطق الصحراوية يمكن أن تتعرض تلك المباني لتراكم الرمال والأتربة- المحمولة عبر الرياح الموسمية- في الفناء الداخلي للمبنى.

حيث تعتبر الرمال السافية من أهم المظاهر السائدة في الصحراء المصرية، ومن جهة أخرى يمكن أن يصبح الفناء الداخلي وعاءاً لاستقبال مياه السيول المتراكمة من الأمطار الشتوية الغزيرة والتي تتميز بها بعض المناطق المعروف عنها استقبال السيول، مما يحتمل أن يؤدي إلى أضرار جسيمة بالهيكل الإنشائي، إن لم يتسبب في أضرار بشرية، شكل (٥-١)، لذلك يفضل الأخذ في الاعتبار تصميم الفناء الداخلي بحيث يكون مفتوحاً ذو ثلاثة أضلاع فقط، ويكون منسوب سطح الفناء الداخلي فوق منسوب الصفر، أو تصميم البناء بواجهة واحدة وتوجيهها بعيداً عن الرياح.

وقد تم التوافق مع تلك المشكلة في تجربة الأحواش المحفورة بمنطقة غريان- ليبيا، حيث ابتكر السكان طريقة بدائية للتغلب على تلك المشكلة. حيث يحفر جزء دائري بمنتصف الفناء قطره ٢م وبعمق ١,٥م تقريباً ومغطى بأغصان الزيتون وتم ملؤه بطبقة من الملح بسمك نصف متر تقريباً لجعل التربة شرهة لامتصاص الماء وبالتالي المحافظة على الفناء في صورة جافة أثناء سقوط المطر. (عبد اللطيف، محمد إسماعيل، أكتوبر، ٢٠٠٧، ص ٦).

٢-ملامح الرؤية البصرية للتجمع الحضري: عند استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة المدفون بالكامل تحت سطح الأرض في البيئة الصحراوية المصرية، يمكن أن يؤدي إلى عدم وجود خط للسماء مناسب بصرياً ومعمارياً بالمواقع المستوية مثل مناطق الصحراء الغربية، كما هو الحال في قرى الصين، حيث شيدت قرى بالكامل تحت الأرض، مع عدم وجود أية معالم بارزة أو علامات أرضية تميز منطقة عن الأخرى، شكل (٥-٢).



شكل (٥-٢): استخدام أسلوب الدفن الكامل تحت الأرض غير محبذ بصريا. يفضل التكامل بين المباني أعلى وأسفل الأرض، مما يضفي روحا من الواقعية والتداخل مع الموقع.

كما هو الحال في قرية مطماطة بتونس، حيث تعتبر الأنفاق هي وسيلة الاتصال بين الوحدات السكنية وبعضها، مما يساهم في زيادة الشعور بفقدان الاتجاه والإحساس بالاحتجاز.

ويمكن معالجة تلك المشكلة بإيجاد تكامل بين البناء أعلى وأسفل الأرض بحيث لا يكون بالكامل تحت منسوب الصفر، فيكون جزءاً منه أعلى الأرض وآخر أسفل الأرض. أو محاولة عمل ميول بسيطة في الموقع المستوي قبل البناء عليه في محاولة للحصول على واجهة خارجية معتادة للمبنى بخلاف الفناء الخارجي. أو أن تكون هناك مباني موجودة بالكامل تحت سطح الأرض وأخرى عادية على السطح في محاولة للحصول على علامات أرضية مميزة وإيجاد ملامح بصرية للتجمع الحضري ككل.

٣-التعرض لاستيطان الحشرات والزواحف: احتمال استيطان بعض الحشرات والزواحف في أماكن آبار التهوية السالبة إذا استخدمت في المناطق الحارة- الجافة من الصحراء المصرية، أو نمو بعض الطحالب في المناطق الرطبة نوعاً، نظراً لصعوبة الاهتمام بنظافة وصيانة تلك الأماكن، وللحد من ذلك يمكن إغلاق فتحات آبار التهوية السالبة بسلك من الشبك الممدد، لترشيح الهواء الداخل من الأجسام الغريبة.

أما اتصال الفراغات الداخلية بالطبيعة اتصالاً مباشراً مثل التهوية العلوية مع زراعة السقف، فسيكون له تبعات لا تختلف كثيراً عن الإسكان في المناطق الزراعية والمفتوحة، وتتطلب إجراءات وقائية كاستعمال المبيدات ووسائل المكافحة الأخرى.

٤-ضعف الخصوصية: كما هو معروف عن طبيعة الشعب المصري من تفضيله للخصوصية بالاستخدام السكني، لذا عند استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة ذو الفناء الداخلي ويكون موجوداً بالكامل تحت سطح الأرض بالمناطق الصحراوية المستوية مثل الصحراء الغربية، بذلك يصبح الفناء - الذي فيه المعيشة وممر الحركة الرئيسية للمبنى- مكشوفاً. إلى جانب قلة الشعور بالأمان ضد السرقة، شكل (٥-٣)، إذا لم يتم حماية الملكية بسور، أو التشجير الملائم حول المبنى للحصول على الخصوصية المطلوبة. كما يمكن مراعاة الابتعاد عن الطريق بمسافة كحرم للطريق بحيث لا يصبح الفناء الرئيسي للمبنى معرضاً لإلقاء الأغراض، واستقبال الأتربة الناتجة عن الحركة الطبيعية بالطريق.

شكل (٥-٣): عند إقامة البيوت بجانب الطريق العام لا بد من مراعاة وجود سور لتحديد الملكية والخصوصية ومنع سقوط الأشياء داخل الفناء الخاص بالمنزل.

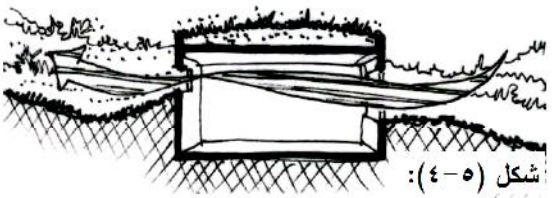
٥-الصرف الصحي: لا يمثل الصرف الصحي بالنسبة للمواقع المستوية بالصحراء المصرية مشكلة كبرى كما هو متوقع، بل على العكس يمكن أن يعتبر ذلك ميزة حيث أن تلك المناطق ذات تربة رملية جافة شرهة للمياه، تتميز بمنسوب مياه جوفية بعيد، مما يقلل الحاجة إلى عمل شبكات صرف صحي من الأساس.

وبالنظر إلى معظم القرى في وادي النيل يلاحظ أنها مقامة بدون شبكات صرف صحي، ففي هذه الحالة يمكن أن نتبع نفس الأسلوب المتبع في القرى العادية مثل بيارات الصرف أو أسلوب الخزانات أو أحياناً يتم الاستعانة بماسورة كبيرة تصل إلى أعماق كبيرة بالتربة، ولكن ذلك في حالة ضمان شراهة التربة الرملية.

وفي محاولة إنشاء شبكات للصرف الصحي يتم البحث عن حلول بديلة أو مكملة للحصول على شبكة صرف صحى تشبه الوضع المعتاد، فمثلاً يمكن استخدام بيارات للصرف فى داخل التربة باستخدام طريقة الضغط السالب، كما تم عرضه بالبحث في جزء الاعتبارات الإنشائية الخاصة بالبناء المحمي بالتربة. وكما هو معروف عن المناطق الصحراوية من الجفاف الشديد للتربة فتصبح شرهة لامتصاص المياه، أو يمكن استخدام حل أكثر بدائية مثل خزانات التحليل.

وعلى ذلك، يفضل البناء بالمواقع المنحدرة أو مراعاة عمل ميول بسيط بالمواقع المستوية، أو البناء على مرتفعات ذات ميول طبيعية، مثل المناطق الجبلية المنتشرة بالصحاري المصرية، في محاولة للحصول على أسلوب للصرف الصحي الطبيعي باستغلال الميول الجبلية ثم إقامة شبكات للصرف الصحي بالتجمع المحمي بالتربة في المناطق الجبلية بالصحارى المصرية، مع الرجوع إلى شكل (٢-١٠).

٦-ارتفاع منسوب المياه الجوفية: يعتبر ارتفاع منسوب المياه الجوفية من أخطر العوامل التي تؤثر بالضرر البالغ على المنشأ الهيكلي للبناء المحمي بالتربة، خاصة إذا كان جزءاً كبيراً منه مدفوناً تحت الصفر. ولا تمثل تلك المشكلة عائقاً قوياً عند استخدام البناء المحمي بالتربة في الصحاري المصرية المستوية، لما هو معروف عنها من انخفاض منسوب المياه الجوفية بقدر كافي لإنشاء هذا الأسلوب من البناء، كما أن المناطق الجبلية المنتشرة في الصحارى المصرية بطبيعة الحال لا تعاني بأي شكل من تلك المشكلة. وتظهر تلك المشكلة عند محاولة استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة في غير المناطق الصحراوية المصرية، حيث من المعروف ارتفاع منسوب المياه الجوفية بالوادي والدلتا، مما يجعله غير ملائماً للتطبيق في تلك المناطق.



شكل (٥-٤):
التهوية العابرة مطلوبة في المناخ الرطب عن طريق فتحات متقابلة بأكثر من حائط

٧-البناء بالسواحل الصحراوية: يتطلب أسلوب البناء المحمي بالتربة في السواحل الصحراوية مزيداً من العناية التصميمية خاصة فيما يتعلق بالتهوية، حيث ترتفع نسبة الرطوبة بتلك المناطق، وتزداد الحاجة إلى التهوية العابرة، شكل (٥-٤)، أو الاستعانة بالوسائل الميكانيكية الخفيفة كالمراوح والشفاطات للمساهمة في زيادة حركة الهواء لتقليل نسبة الرطوبة داخل المبنى.

٨-البناء بالمناطق الجبلية: وهي توجد منتشرة بالصحارى المصرية بمختلف الأنحاء، مثل مرتفعات البحر الأحمر وأخرى بوسط وجنوب سيناء وامتداد هضبة المقطم إلى جانب بعض المرتفعات المتناثرة بالساحل الشمالي. واستخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة بالمناطق الجبلية له العديد من المميزات التي تمت مناقشتها خلال البحث.

لكن البناء على مواقع شديدة الانحدار له بعض العيوب التطبيقيـة، إلا أنـه يمكـن تلافيهـا بالتصميم والتخطيط الجيد للموقع، نذكر منها على سبيل المثال:

أ- كلما زاد الارتفاع، كلما تطلب ذلك عملية ضخ أقوى للتغذية بالمياه، خاصـة بمرتفعـات وسط وجنوب سيناء والمعروف عنها الارتفاعات الكبيرة، وكما فـي بعـض المنـاطق بسلاسل جبال البحر الأحمر.

ب- الحاجة إلى التفجير لإقامة الطرق للوصول إلى الموقع، مما يرفع التكلفة المبدئية للإنشـاء بشكل كبير ويجعل هذا الأسلوب غير اقتصادي عند محاولة تمهيد الموقع بشكل مبالغ فيه، إلا أن يتم استخدام هذا الأسلوب عن طريق الاستخدام المكثـف **Mass Population** والـذي يساهم في خفض تكلفة الطرق والتمهيدات التي أجريت بالموقع.

ج- بعض التشكيلات الجيومورفولوجية المفتوحة، مثل مرتفعات البحـر الأحمـر أو وسـط وجنوب سيناء قد تعاني في بعض الأحيان من الرياح الشديدة، مما قد يؤدي أحيانـاً إلـى التعرض للتآكل والانجرافات بفعل عوامل التعرية من رياح قوية أو سـيول شـديدة. أو أماكن أخرى قد تعاني من وجود صدوع داخلية في التربة، لذلك يجب تجنب هذه المناطق أو تلك بعد الدراسة الجيولوجية الجيدة للموقع قبل البناء فيه.

٥-٢-٢ محددات اقتصادية.

هناك عدة عوامل ترفع التكلفة الاقتصادية للبناء المحمي بالتربة خاصة عند استخدامه بالبيئة الصحراوية المصرية، أهمها:

١- **تكاليف الحفر:** تعتمد تكلفة الحفر على **نوع التربة ومنسوب التأسيس**، وبما أن الاستخدام المراد تطبيقه في الصحارى المصرية هو الاستخدام السكني، فإن الحفر لن يكون عميقاً بالدرجة التي ترفع كثيراً من التكلفة المبدئية للإنشاء.

وعلى ذلك، يعتبر **نوع التربة** هو العامل الأساسي في رفع تكلفة الحفر بالصحارى المصرية. فإذا كانت التربة رملية بالمواقع المستوية مثل مناطق الصحراء الغربية، فإنها تحتاج إلى سند لجوانب الحفر بسبب قلة قوة التحمل. كما أن التربة القابلة للانتفاش مع ارتفاع معدل الرطوبة بها تضيف أحمالاً إضافية على الهيكل الإنشائي مما يرفع التكلفة المبدئية للإنشاء.

أما الحفر في بعض أنواع التربة الصخرية والأحجار الثقيلة كالجرانيت- كما في بعض مناطق جبال البحر الأحمر- قد يكون غير ملائماً لهذا النوع من الإنشاء، كما أن تفجير أي صخور صلدة قد توجد بالموقع، ترفع تلقائياً من تكاليف الحفر إذا كان المسطح المطلوب بناؤه صغيراً. ولكن يوضع في الاعتبار أن الحفر قد يكون اقتصادياً في ظروف بيئية أخرى.

ويقترح البحث اختيار المواقع ذات التكوينات الرسوبية حيث يسهل الحفر بها ويكون غير مكلفاً، كما هو الحال في بعض مرتفعات الساحل الشمالي وبعض مرتفعات جنوب سيناء، ومع الاستفادة بتجربة مطماطة، حيث حفر السكان بيوتهم بأنفسهم، وبدون الاحتياج إلى معدات حفر ثقيلة أو تكلفة عالية، يمكن الاستفادة من تلك التجربة وتطويرها لإنشاء تجمعات سكنية اقتصادية.

ومن جهة أخرى، يفضل نوعية التربة التي كونتها الرياح حيث أثبتت أنها الأصلح للإنشاء المحمي بالتربة، كما في تجربة الصين، وذلك لخلوها من الأحجار بالإضافة إلى أنها صلبة وقوية عندما تكون جافة، كما أنها سهلة القطع والاستخدام ولا تحتاج إلى مواد بناء لتدعيمها، وهي موجودة بالصحارى المصرية ببعض مناطق الصحراء الغربية (الصحراء البيضاء)، وبعض مرتفعات البحر الأحمر، وأخرى بجنوب سيناء (بمناطق رأس سدر ورأس محمد).

فيمكن الاستفادة من تجربة الصين وتطويرها للوصول إلى تصميم ملائم للمسكن المحمي بالتربة واقتصادي في تلك المناطق.

٢- **تكاليف الإنشاء:** تزداد تكلفة إنشاء مبنى محمي بالتربة عن المبنى العادي بطبيعة الحال؛ حيث أن النظام الإنشائي للبناء المحمي بالتربة يتحمل ضغوطاً أعلى بكثير من النظام الإنشائي للمبنى السطحي، وتتمثل تلك الضغوط في ضغط التربة الواقع على السقف والجدران، إلى جانب الأحمال الحية فوق الأرض، مما يتطلب نظام إنشائي ثقيل يتحمل تلك الضغوط الزائدة، وتزداد تلك التكلفة في حالة التربة الفقيرة أو المفتتة (كما في بعض المناطق الرملية بالصحراء الغربية)، حيث أنها تحتاج لتدعيم أكبر ونظم إنشائية ثقيلة عالية التكلفة، وقد تم تناول تلك النقطة بالتفصيل بالباب الرابع في الجزء الخاص بالاعتبارات الإنشائية.

وعلى الرغم من أن التكلفة المبدئية لإنشاء البناء المحمي بالتربة تعد أعلى نسبياً من مثيله فوق الأرض، إلا أنه عند مراعاة اختيار مواد البناء، إذا كانت الخامات البناء متوفرة بالموقع بشكل جيد، فإنها تساهم بشكل كبير في خفض تكلفة الإنشاء المبدئية من حيث اختيار المواد الخام.

ففي حالة البناء داخل كهف صخري مثلاً (مثل بعض المرتفعات المنتشرة بالساحل الشمالي والتي تحتوي على كهوف طبيعية)، لا يعد الهيكل الإنشائي ضرورياً لأن الصخور تعتبر في الأصل دعائم ذاتية. وفي الصحاري المصرية يلاحظ أن الحجر الجيري والطفلة يعتبران من أكثر مواد البناء توافراً كما أن لها قدرة عالية على العزل الحراري، ويوضح جدول (٥-١) توزيع وكميات الخامات في جنوب الوادي. وبالتالي يمكن التقليل من استخدام الطوب أو الخرسانات في الهيكل الإنشائي للمبنى واللذان يعتبران من أكثر المواد التي تساهم بشكل ملحوظ في رفع التكلفة المبدئية للمبنى. (أبو قرين، عنتر عبد العال، ١٩٩٩، ورقة بحثية، ص١١).

جدول (٥-١): توزيع وكميات الحجر الجيري والطفلة في جنوب الوادي. (المصدر: وزارة التخطيط، ١٩٩٦، المشروع القومي لتنمية جنوب مصر).

	الوادي الجديد	أسيوط	سوهاج	قنا	أسوان
الحجر الجيري	جنوب الخارجة	منقباد (٥٠ مليون طن)	العيسوية وسيدي صالح، شرق وغرب النيل	٥٨ موقع شرق وغرب المحافظة	٤٨ محجر
الطفلة	الداخلة والخارجة (٥٠مليون طن)	منقباد (٦٠ مليون طن)	العيسوية وسيدي صالح، شرق وغرب النيل (٤٢٠ مليون طن)	٤٦ موقع	١٢٥ محجر على جانبي بحيرة السد العالي، (١٦٠ مليون طن)

ومن جهة أخرى فإن بيع ناتج مواد الحفر يمكن أن يساهم في استعادة نسبة من التكلفة المبدئية للإنشاء، وإذا وضعنا في الاعتبار أن معظم الأراضي بالمناطق الصحراوية المصرية غنية بالأحجار الجيولوجية ذات القيمة العالية، فإن العائد من بيعها سوف يوفر نسبة لا بأس بها من تكاليف الإنشاء.

٣- **تكاليف التشغيل على المدى البعيد:** على الرغم من الوفر الكبير في تكاليف التشغيل على المدى البعيد الذي تتميز به المباني المحمية بالتربة عن البناء غير المحمي، إلا أنه أحياناً يتطلب طاقة إضافية للحصول على الإضاءة والتهوية المناسبتين، لكن بالتصميم الجيد واتباع أساليب الإضاءة والتهوية السالبة يمكن الحد من كمية الطاقة المطلوبة لهذا الغرض.

هناك نقاط ضعف أخرى صغيرة ترفع من التكلفة، تتمثل في ارتفاع تكلفة إصلاح وصيانة أجزاء المبنى المدفونة، فوضعية تلك المرافق من مواسير صرف وتغذية وكهرباء وتكييف وتليفونات، حتى نقاط ارتشاح المياه في الطبقة العازلة.....الخ، يصعب الوصول إليها دون مشقة، مما يرفع تكلفة تلك الصيانة ما لم تؤخذ في الحسبان منذ البداية.

٥-٢-٣ محددات نفسية وفسيولوجية واجتماعية.

تعتبر المعوقات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية من أكبر المشكلات التي تعوق استخدام البناء المحمي بالتربة في مصر عامة وفي الصحارى المصرية خاصة. بالإضافة إلى ارتباط صورته في الأذهان عادة بالمدافن، بالإضافة لسوء التصميم المعماري للتجارب السابقة، وأنتجت المعايشة لتجربة البناء المحمي على مر العصور خبرات سالبة متراكمة. مما ساهم في عدم تقبل الفكرة لدى العامة.

وتتلخص المشكلات النفسية المتوقع حدوثها عند استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة في الصحارى المصرية في النقاط التالية:

- اعتاد السكان في المناطق الصحراوية المصرية على السكن في مناطق مفتوحة واسعة، لذلك من الصعب التأقلم النفسي مع بناء مغلق لا يراعي الاتصال البصري المباشر بالبيئة الخارجية الممتدة، مما يوحي بالشعور بالتواجد داخل المدافن وهي الصورة التي تتبادر للأذهان بمجرد ذكر أسلوب البناء المحمي بالتربة.

ويمكن التغلب على ذلك بالتصميم الجيد للوحدة السكنية بحيث تراعي الاتصال البصري المباشر بالبيئة الخارجية عن طريق وجود واجهة أمامية كالبناء العادي ويكون البناء فوق منسوب الصفر بقدر الإمكان مع الحفاظ على ردم الجوانب الثلاث والسطح. أو كما يقترح البحث من البناء على المنحدرات الجبلية حيث يساعد على إيجاد رؤية مفتوحة أمام الوحدة السكنية، بالإضافة إلى الحصول على واجهة كالبناء العادي، مما يساهم في التقبل النفسي لدى سكان المناطق الصحراوية لهذا الأسلوب من البناء.

- تعتبر الخلفية الذهنية المتوارثة لدى الشعب المصري من الصفات السلبية المصاحبة للتواجد تحت الأرض مثل: الظلام والبرودة والكآبة والموت، وارتباط تلك الصفات بالموروث الثقافي.

- الخوف من الانهيار أو الاحتجاز داخل حريق أو الخوف من الأداء السيئ في حالة الفيضانات أو الزلازل.

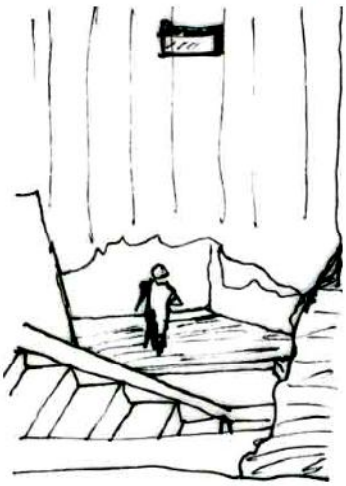
ويقترح البحث للتغلب على ذلك معايشة هؤلاء السكان لتجربة أو لنموذج تجريبي لمسكن محمي بالتربة جيد التصميم ويتلافى جميع العيوب السابقة، مما يساعد على تقبل الفكرة وإزالة تلك الصورة السلبية المترسخة في الأذهان.

ومن أسس التصميم الجيد للوصول إلى التقبل النفسي للبناء ما ناقشه البحث بالبابين الثاني والرابع، ومن أهمها:

- مراعاة تحديد الكتلة المبنية بصريا من أعلى الأرض، مما يعطي صورة محددة له في الأذهان تعطي انطباعاً جيداً عما بداخله.

- مراعاة إبراز كتلة المدخل، بحيث لا يكون العثور عليه أمراً صعباً أو محيراً، ومراعاة أن يكون مدخل الوحدة السكنية صعوداً وليس هبوطاً، شكل (٥-٥).

- مراعاة الحصول على واجهة واحدة على الأقل للوحدة السكنية تشبه الواجهات المعتادة، مما يساهم في تقبل السكن بمثل هذا البناء.



شكل (٥-٥): المدخل السيئ يقلل من درجة تقبل المبنى.

❁ مراعاة إيجاد نقاط اتصال مرجعية بين خارج وداخل البناء يمكن التوجه إليها، حتى لا يحدث انفصال بصري عن البيئة الخارجية، مما يقلل من الشعور بالاحتباس أو فقد الاتجاه أو تكون عقدة الخوف من الأماكن المظلمة، شكل (٥-٦).

شكل (٥-٦): الاتصال البصري بين المبنى والبيئة الخارجية، يحسِّن من قابلية استخدامه كمسكن ملائم.

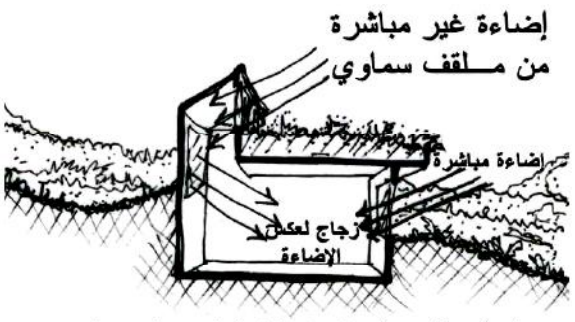
وعلى ذلك، يمكن القول أن معظم هذه المشكلات النفسية التي يحتمل أن تصاحب البناء المحمي بالتربة، يمكن تلافيها عن طريق الوفاء بالاحتياجات الإنسانية الأساسية التي توفر حياة كريمة تصلح للاستخدام السكني من خلال التصميم المعماري الجيد للوحدة السكنية.

أما عن المعوقات الفسيولوجية والمحتمل أن تصاحب البناء المحمي بالتربة عند تطبيقها في الصحارى المصرية فهي تتلخص في النقاط التالية:

❁ نظراً لافتقار الإضاءة الصناعية إلى خواص الضوء الطبيعي، ينتج عن ذلك تأثير سلبي بمرور الوقت على صحة المستخدمين داخل الفراغ، حيث أنه من المعروف عن المناخ المصري وجود الشمس المشرقة طوال العام نتيجة لصفاء السماء التي تتميز بها مصر وخاصة المناطق الصحراوية منها. فاعتاد السكان في مصر وخاصة بالمناطق الصحراوية على التعامل مع ضوء الشمس الطبيعي في جميع أنشطة الحياة، إلى جانب استغلاله في تطهير المسكن وبعض الأنشطة الخاصة مثل تجفيف الملابس، إلى جانب احتياج الإنسان فسيولوجياً وفيزيائياً إلى ضوء الشمس الطبيعي، حيث أن الحرمان من ضوء الشمس في المسكن يؤدي إلى الإصابة ببعض الأمراض العضوية والتي تتطلب التعرض لضوء الشمس المباشر للشفاء منها.

وعلى ذلك، لا بد من مراعاة وصول ضوء الشمس الطبيعي إلى جميع أرجاء المسكن المحمي بالتربة وحل تلك المعادلة الصعبة تصميمياً حتى تحصل جميع الفراغات الداخلية بالمسكن على الإضاءة والتهوية الطبيعية، سواء بشكل مباشر وهو الأفضل أو بشكل غير مباشر.

❁ في بعض مناطق الصحارى المصرية مثل السواحل الصحراوية والمعروف عنها ارتفاع نسبة الرطوبة بالهواء ومع التصميم المحمي بالتربة، تزداد احتمالية سوء التهوية العابرة أو عدم جودة الهواء، لذلك لا بد من مراعاة تلك النقطة تصميمياً وخاصة في السواحل الصحراوية، ومحاولة الحصول على تكامل لأنظمة التهوية العابرة أو التهوية السالبة مع أسلوب البناء المحمي بالتربة، شكل (٥-٧).



شكل (٥-٧): ملاقف الهواء العلوية لتزويد المبنى المحمي بالتهوية السالبة إلى جانب الإضاءة العلوية الطبيعية.

وبالنسبة للمعوقات الاجتماعية المحتمل أن تصاحب السكن المحمي بالتربة في الصحارى المصرية فيمكن إجمالها في الآتي:

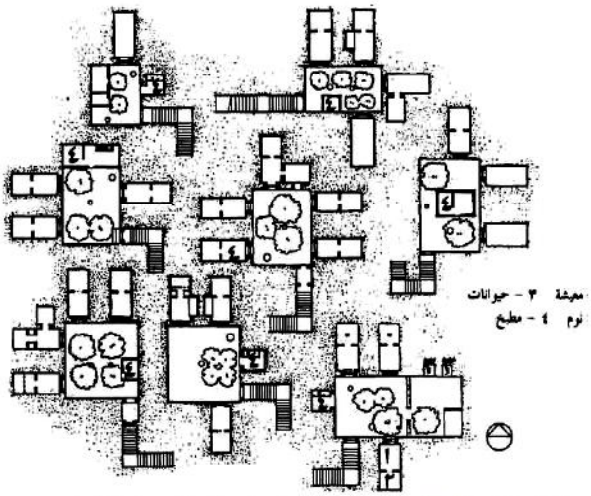
❁ يعتبر الاعتقاد السائد أن المعيشة تحت الأرض توحي بمستوى بدائي منخفض أو غير نظيف، حيث أنها ظاهرة اجتماعية اقتصادية متعلقة بالثقافة والموروثات المصرية، لكن اليوم أصبح المحدد الأساسي لتقبل الفراغ كمسكن من عدمه هو تحقيقه للمتطلبات الإنسانية الأساسية للمعيشة، كما اتضح من خلال الباب الأول من البحث.

وعلى ذلك، يمكن أن يدخل البناء المحمي بالتربة في قائمة اختيارات الأسر ذوي الدخل المتوسط إذا تم دعمها من قبل الدولة. ولكنها قد تكون إجبارية في بعض المناطق الصحراوية بالنسبة للطبقات ذات المستوى الاجتماعي والاقتصادي المنخفض، حيث قد تتوافر ببعض المناطق الصحراوية المصرية مواد البناء الخام مثل الأحجار الجيرية التي تقلل من تكلفة الإنشاء، أو بعض المواقع الجبلية التي بها كهوف طبيعية قد تستخدم في حد ذاتها كهيكل إنشائي، مما يخفض من تكلفة الإنشاء وسهولة البناء كما حدث في تجربة مطماطة بتونس أو قرى الصين. فقد اقتصر استخدام هذا الأسلوب على الطبقات الاجتماعية ذات المستوى الاقتصادي المنخفض.

وعليه، يقترح البحث في البلدان النامية مثل مصر أن تتبنى الحكومات هذه النوعية من الإنشاء خاصة بمشاريع التنمية الجديدة بالمناطق الصحراوية كالتجمعات العمرانية الصغرى ومتوسطة الحجم المقترحة في مشروع جنوب الوادي (توشكا) أو قرى الخريجين، مما يوسع دائرة انتشاره ويساهم في الاقتناع بمميزاته المناخية والمعمارية، وذلك بالطبع في حال التصميم الجيد لهذا التجمع، مما يشجع الطبقات ذات المستوى الاقتصادي المرتفع لتبني هذا الاتجاه واستخدامه كبديل متاح يمكن دعمه مادياً والتعايش معه كمسكن على المدى الطويل. كما يشجع على تنفيذ سياسة الدولة في غزو الصحراء إذا كان التصميم ملائماً والسعر مناسباً من الناحية الاقتصادية.

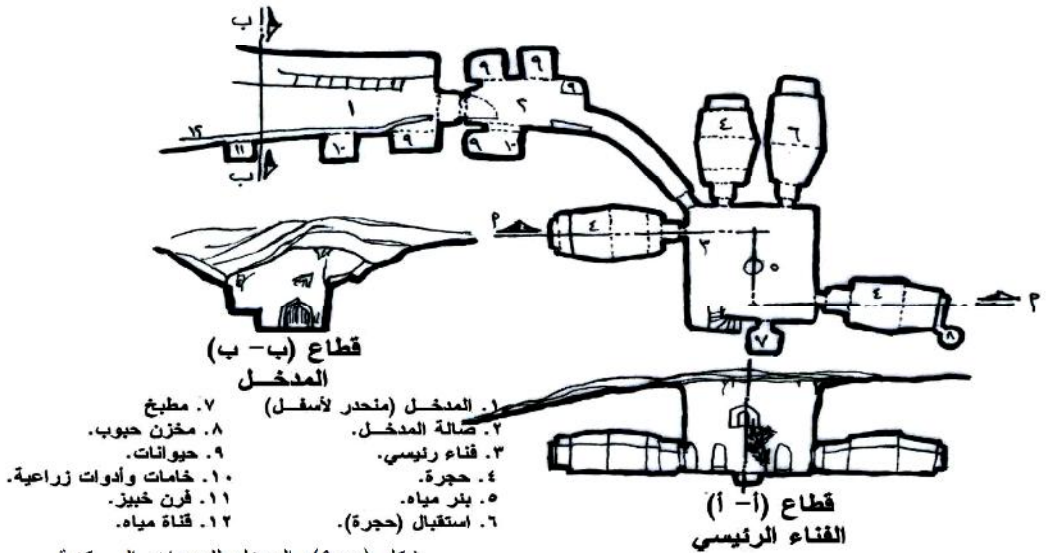
❁ تفرض طبيعة الحياة الاجتماعية في بعض المناطق البدائية بالصحارى المصرية تواجد الأسرة الأم وحولها يكون الامتداد للأسر المنبثقة منها، كما في بعض قرى البدو الذين يقطنون الجبال في سيناء أو الصحارى الغربية. حيث تنمو الأسرة الأصلية لتكون قبيلة تكبر أو تصغر حسب الحال. فعند البناء تحت الأرض بالكامل قد يكون هذا الهدف (إمكانية التوسع المستقبلي للقبيلة) غير موجوداً في بعض المواقع حسب نوع التربة وحسب التصميم المتاح للمبنى.

أو قد يكون التوسع المستقبلي متاحاً لكنه غير ملائماً نفسياً كما حدث في قرية مطماطة بتونس حيث تغلّب السكان على مشكلة التوسع المستقبلي بإنشاء أنفاق سفلية– قد تكون محمية تماماً أو مكشوفة للسطح– تربط بين الوحدات السكنية للقبيلة الواحدة وتتيح التوسع المستقبلي للوحدات السكنية المتجاورة تحت الأرض، شكل (٥–٨)، (٥–٩).



شكل (٥–٨): التوسع المستقبلي لمجتمعات تحت الأرض عن طريق أنفاق سفلية، مكلفة وتساهم في زيادة الشعور بفقد الاتجاه.
عالم البناء ٦٥، يناير ١٩٨٦، ص١٥.

ويوفر البناء المحمي بالتربة المحفور في الجبال هذه الميزة من حيث إمكانية التوسع المستقبلي للوحدات السكنية المتلاصقة بشكل سهل ومناسب وغير مكلف وبطريقة عملية مقبولة وآمنة، (الرجوع إلى شكل (٣-٢٥)، وشكل (٣-٥٣) بالباب الثالث).



شكل (٥-٩): المدخل للوحدات السكنية تحت الأرض عبارة عن نفق طويل ومنكسر للحفاظ على الخصوصية.

٥-٢-٤ محددات خاصة بالقوانين التنظيمية.

قد يتطلب تطبيق هذا النوع من الإنشاء إضافة بعض البنود في قوانين التخطيط العمراني وقانون تنظيم البناء، خاصة فيما يتعلق بتصميم شبكة الطرق وما يختص بعمليات الإضاءة والتهوية وعوامل الأمان والدراسات الجيوتقنيقية وغيرها.

ما ذكر سابقاً ليس حصراً لكل المشكلات المتوقع حدوثها عند استخدام المباني المحمية بالتربة في الصحارى المصرية، إلا أنها من أهم هذه المشكلات وأن الموضوع مازال يحتاج المزيد من البحث والدراسة ومحاولة الوصول إلى حلول لأغلب هذه العقبات المتوقعة، ومحاولة وضع استراتيجيات وحلول لها على الأقل نظرياً، كخطوة أساسية لتطبيق هذا النظام على الاستخدام السكني في الصحارى المصرية.

بعد العرض السابق لأهم العقبات التي تواجه البناء المحمي بالتربة في مصر، يتطرق البحث إلى مناقشة بعض المقترحات التخطيطية والتصميمية لتطبيق هذا الأسلوب من البناء في محاولة لدراسة إمكانية تطبيقه في مجال الإسكان بالصحارى المصرية.

٥-٣ مقترحات تخطيطية لموقع سكني به مباني محمية بالتربة بالصحاري المصرية.

يطرح البحث في هذا الجزء بعض التصورات المقترحة لتخطيط موقع لتجمع يحتوي مباني سكنية محمية بالتربة في الصحاري المصرية. وبالنسبة لظروف البيئة الصحراوية المصرية يرى البحث أن أفضل المواقع التي تناسب البناء المحمي بالتربة هي المنحدرات الجبلية على ساحل البحر الأحمر أو المواقع المنحدرة بجنوب سيناء، حيث اتضح من خلال البحث أفضلية هذه المواقع للبناء المحمي بالتربة لما لها من مميزات عديدة تم مناقشتها في الباب الثاني من البحث.

ويتميز التجمع العمراني المقترح باستخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة بتطبيق أسس العمارة الخضراء من احترام للبيئة الطبيعية والطبوغرافية والتلاؤم المناخي مع البيئة الطبيعية حوله، حيث انه الحل الأنسب لهذه المنطقة من حيث المناخ المتطرف وفقر الموارد.

ويقترح البحث أن يكون التجمع العمراني بموقع جديد تماما، لكن يعتبر هذا المقترح من الناحية النظرية فقط، إذ أنه من الصعب إنشاء مثل هذا التجمع الحضري في وقت قصير، وتقبل هذا الأسلوب الجديد في البناء. على أنه يعتبر تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة في موقع جديد أكثر سهوله من جميع وجهات النظر التخطيطية والمعمارية والاقتصادية. لكن يطرح البحث هذا الأسلوب من البناء على سبيل محاولة الاستفادة من الخبرات السابقة، والتي استفاد منها حالياً العالم الغربي بعد تطويرها بشكل يناسب احتياجات العصر الحالي.

ومن ثم يتم في هذا الجزء من البحث طرح بعض **المقترحات التخطيطية** للوصول إلي الهدف الأساسي من التجمع السكني المقترح، مع الاستفادة من الخبرات السابقة والتصورات البحثية في هذا المجال. وتم مناقشة المقترح من حيث: **كيفية تشكيل الخلايا التخطيطية، والكثافات البنائية المقترحة، وتوزيع استعمالات الأراضي وشبكة الطرق.**

٥-٣-١ تشكيل الخلايا التخطيطية.

بعد أن تم مناقشة طبيعة تشكيل الخلايا التخطيطية في الباب الثالث من البحث ودراسة أسس ومعايير عامة يجب مراعاتها مع البناء المحمي بالتربة، يحاول البحث في هذا الجزء تحديد التوصيات والمقترحات لجعل تلك الأسس أكثر ملاءمة لطبيعة وخصائص الصحارى المصرية.

وفي إطار هذه المقترحات التخطيطية يتم التركيز على بعض الأسس التي تم التوصل إليها من خلال البحث كأهداف نسعى للوصول إليها بما يتلاءم مع طبيعة الصحارى المصرية، وذلك من حيث:

١- التكامل بين المباني المحمية بالتربة والأخرى العادية أعلى السطح، حيث يوفر الاستخدام المزدوج للأرض أفضل النتائج الاقتصادية، خاصة بالمناطق التي تتميز بارتفاع الأسعار.

٢- اختصار واختزال أية مساحات مهدرة قد تنشأ من سوء التخطيط، أو السعي وراء تشكيل جمالي فقط دون مراعاة النواحي الوظيفية، ومراعاة تقليل مسافات السير بين الاستعمالات المختلفة لتقليل المساحات المستغلة كشوارع، ومراعاة تظليلها ما أمكن ذلك.

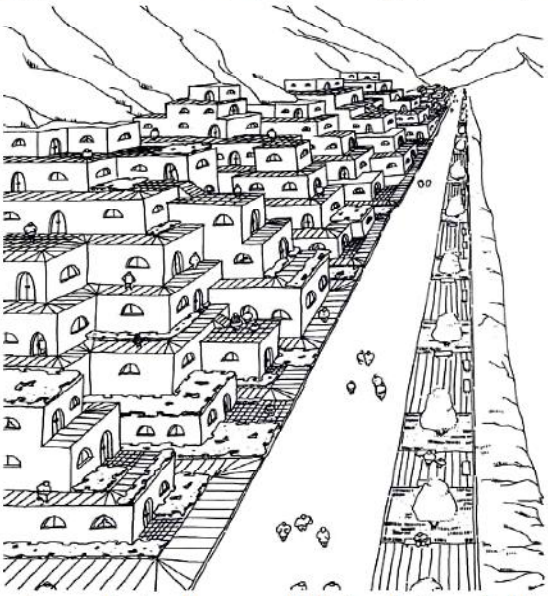
٣- التركيز الشديد في المساحات للوصول إلى التشكيل المتضام الذي يناسب طبيعة الصحارى المصرية المتميزة بقسوة المناخ، ومحاولة الوصول إلى شكل هندسي يناسب ويراعي حركة الرياح والعواصف، لتقليل تأثيرها على الوحدات السكنية والفراغات العمرانية.

٤- مراعاة اتجاه التوسع المستقبلي لتشكيل الوحدات، بشكل لا يتعارض مع المخطط الأساسي.

ولتعظيم الاستفادة من الأهداف السابقة يحاول البحث الوصول إلى شكل تخطيطي يحقق معظم الأهداف أو يساعد على الحد من المساوئ التخطيطية الممكنة الحدوث، وعلى ذلك يمكن تقسيم تشكيل الخلايا التخطيطية المقترحة للتطبيق في المواقع المائلة، وأخرى للتطبيق بالمواقع المستوية.

أ- مقترحات تخطيطية للتطبيق بالمواقع المائلة:

بالرجوع إلى الباب الثالث من البحث، وفي محاولة للجمع بين المداخل الثلاثة لتشكيل الخلايا التخطيطية من: التشكيل المتضام **Compact Form**، وأسلوب الخلايا التخطيطية **Urban Cell Concept**، والبناء بالفراغ الأرضي بالمواقع المائلة **Geo-Space**، يقترح البحث مدخل تخطيطي يمكن أن يطلق عليه اسم "**المدخل الثلاثي لتخطيط الموقع**" (**The Trinity City Concept for Urban Design & Construction**)، وهذا المدخل يحقق معظم الأهداف السابقة، حيث أنه ذو ثلاثة أبعاد فهو يضم: البناء على المنحدرات المائلة، والتشكيل التخطيطي المتضام، واستعمال الفراغ الأرضي لحماية المباني من التربة.



شكل (٥-١٠): المدخل الثلاثي يضم البناء بالمنحدرات والتشكيل المتضام للمباني، والبناء بالفراغ الأرضي، ما يتيح الاستفادة من الموقع والاستجابة لضغوط النمو العمراني.

هذا الأسلوب الثلاثي يضمن تحقيق معظم الأهداف السابقة، حيث أنه يتضمن التكامل بين العناصر الثلاثة التي ينادي بها البحث من: حماية البناء بالتربة لتحقيق العزل الحراري للتلاؤم مع مناخ الصحراء المصرية القاسي، إلى جانب اختيار الموقع المائل والاستفادة القصوى من المرتفعات المنتشرة بالصحارى المصرية والتي يصعب الاستفادة منها بالأسلوب المعتاد للبناء والتخطيط، بالإضافة إلى التخطيط المتضام للمساعدة على الحماية من التقلبات المناخية القاسية بالصحارى المصرية.

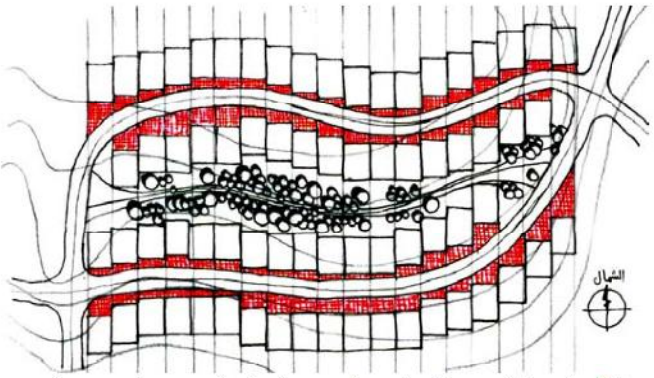
التكامل بين الثلاث عناصر سيتم توجيهه للارتقاء بمستوى معيشة المجتمع والوفاء بالاحتياجات الإنسانية الحديثة والاستفادة من أساليب التصميم المتعارف عليها، شكل(٥-١٠).

مع الوضع في الاعتبار أن اندماج أي عنصرين معا يحسن بشكل ملحوظ من مستوى معيشة الأفراد، حيث يمكن استخدام المدخل السابق في المواقع المستوية أو المواقع ذات الميل البسيط مع الاحتفاظ بمبدأ حماية البناء بالتربة.

وعلى ذلك، يقترح البحث استخدام مبدأ التخطيط المتضام للخلايا السكنية، ومراعاة التشجير المناسب للتحكم بحركة الهواء، (مع الرجوع إلى شكل (٣-٣٤) بالباب الثالث)، مما يقلل التأثير الغير مرغوب للأتربة والرمال المنتشرة بمعظم مناطق الصحارى المصرية، وبالتالي يوفر بيئة صحية نظيفة.

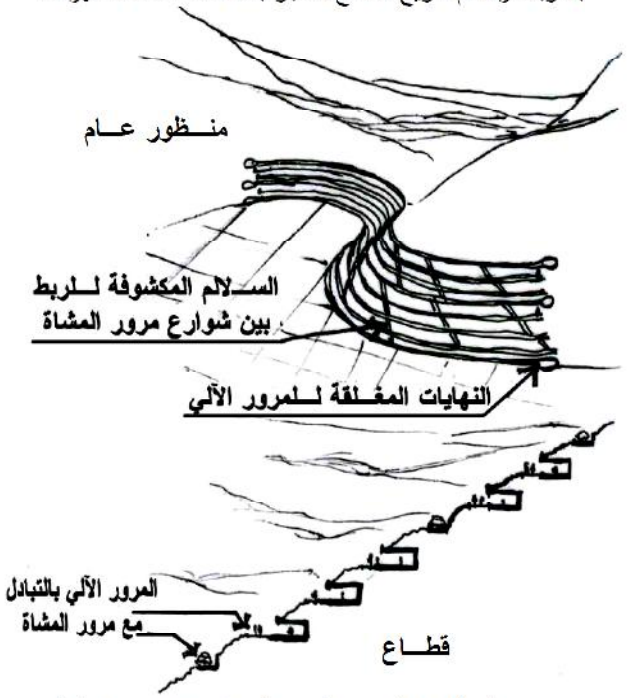
وبالإشارة إلى أن التجمع المقترح يعتبر صغير أو متوسط الحجم، حيث يقترح البحث أن تحتوي المجموعة السكنية على ٥٠ وحدة تقريباً وبالتالي فهي تحتاج إلى مناطق مفتوحة ومظللة لإيجاد بيئة مناسبة لتجمع السكان ولعب الأطفال، كما يمكن الاستفادة من فكرة محاولة إيجاد منطقة ضغط مرتفع بوسط المجموعة السكنية، يساعد على ذلك وجود منطقة مركزية ذات أشجار كثيفة، مما يحقق فائدة اجتماعية وفائدة مناخية. حيث أن الظل الناتج من الأشجار الكثيفة وبخار الماء المنبعث نتيجة عملية النتح، يساهم في خفض درجة حرارة المنطقة.

وفي المقابل تكون الفراغات المفتوحة بين الوحدات والمكونة للشوارع المرصوفة ذات درجة حرارة عالية وضغط منخفض، ويعمل هذا التباين على تحريك الهواء من المناطق ذات الضغط المرتفع إلى الأخرى ذات الضغط المنخفض والتشجير الكثيف. شكل (٥-١١).



شكل (٥-١١): مخطط مقترح لمجموعة سكنية تضم مباني محمية بالتربة، وقد تم تفريغ مسطح مشجر بالمنتصف لخلخلة الهواء.

وقد يكون تحقيق هدف إمكانية التوسع المستقبلي هو الأهم من حيث الأفضلية، وفي هذه الحالة يفضل البناء على المنحدرات مع مراعاة فصل حركة المشاة عن المرور الآلي، بحيث تكون النهايات المغلقة لطرق المرور الآلي بالتبادل مع طرق المشاة، شكل (٥-١٢)، في سبيل الوصول بالمخطط الحضري إلي الاستجابة لضغوط التوسعات الحالية والمستقبلية للنمو العمراني.

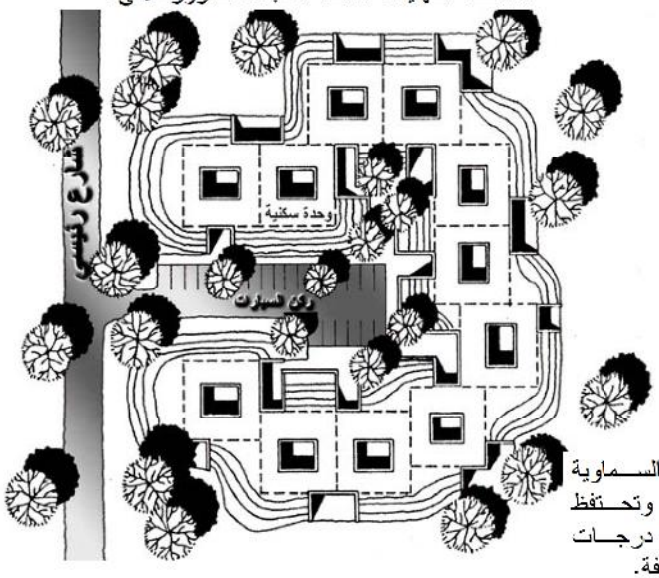


شكل (٥-١٢): يتيح البناء على المنحدرات إمكانية التوسع المستقبلي الرأسي والأفقي وعدم التغيير الشديد بالطبوغرافية، مع ملاحظة النهايات المغلقة المتبادلة للمرور الآلي.

ب- مقترحات تخطيطية للتطبيق بالمواقع المستوية:

كما ذكر سابقاً بالباب الثالث من البحث أن تشكيل الخلايا التخطيطية يعتمد على: أسلوب الخلايا التخطيطية والتشكيل المتضام. ويمكن تحقيق تلك الأهداف في حالة المواقع المستوية بتشكيل الخلايا التخطيطية عن طريق وحدات مستقلة في ذاتها **Clusters** ولكنها مترابطة معاً عن طريق الشوارع الرئيسة، مع الحفاظ على التشكيل المتضام داخل كل وحدة **Cluster** على حدة، إلى جانب الاحتفاظ بمبدأ حماية البناء بالتربة، وهو ما يسعى إليه البحث للوصول إلى الحماية القصوى من جو الصحراء المصرية القاسي.

وعليه، يقترح البحث استخدام الأسلوب المتضام مع المباني ذات الأفنية الداخلية لتشكيل وحدات سكنية **Clusters** منفصلة، مع ربطها بالوحدات الأخرى بشكل أو بآخر حسب ظروف كل موقع، شكل (٥-١٣).



شكل (٥-١٣): التشكيل المتضام والأفنية السماوية بالوحدات متوسطة الارتفاع تزيد مساحة الظل وتحتفظ بالهواء البارد وتحرك الهواء بفعل اختلاف درجات الحرارة والضغط، وتقلل من تأثير الرياح العاصفة.

٥-٣-٢ الكثافات البنائية.

بعد أن تم مناقشة توزيع الكثافات البنائية بالباب الثالث، خلص البحث إلى أسس هامة يجب مراعاتها للكثافات البنائية الخاصة بالتجمعات السكنية المحمية بالتربة، نذكر منها ما يلي:

- تتطلب المواقع التي تحتوي على مباني محمية بالتربة متطلبات تخطيطية وتصميمية خاصة، من حيث أبعاد الوحدات السكنية وأشكالها وأحجامها أو الفراغات المحيطة بها والتي يشغلها حيز الدفن الأرضي حول البناء، ويترتب على هذه المتطلبات اختلافات في الكثافات البنائية للمباني المحمية بالتربة، كما أنها تختلف من موقع لآخر وتتغير بشكل واضح حسب **ميل الموقع** أو **توجيه المبنى**.
- يعتبر توجيه الموقع المرغوب بالنسبة للشمس أو الابتعاد عنها أحد المؤثرات الهامة على الكثافة البنائية.

وبالنسبة للبناء بالصحارى المصرية المتميزة بسطوع دائم للشمس، فيفضل التوجيه نحو الشمال، حيث تؤثر المساحات المطلوبة لدخول ضوء الشمس والتهوية الجيدة على المساحات المطلوب تركها بين الوحدات وبعضها لهذا الغرض وبالتالي تؤثر بشكل أساسي على الكثافة البنائية بالموقع. والتوجيه نحو الشمال يقلل نوعاً من الكثافة البنائية حيث يتطلب مسطحات أكبر أمام الوحدات السكنية لوصول الإضاءة والتهوية الطبيعية داخل كل وحدة، كما اتضح من البحث (الرجوع إلى أشكال (٣-٣٠، ٣١) ص٩٥).

ومن جهة أخرى فالبناء على المواقع المنحدرة الذي ينادي به البحث يوفر التوجيه المرغوب (نحو الشمال) مع الاحتفاظ بكثافة بنائية مناسبة تختلف باختلاف ميل الموقع.

والهدف الأساسي المطلوب تحقيقه لتطبيق هذا الأسلوب في الصحارى المصرية هو الحصول على أعلى كثافة بنائية ممكنة بالموقع، حيث أن استراتيجية التنمية العمرانية الحالية بمصر تتجه إلى الاستفادة من المواقع الجديدة بالصحراء بأكبر قدر ممكن ومحاولة الوصول إلى أقصى استغلال من الموقع الذي تتم تنميته، ويدعم هذا الاتجاه أسلوب التخطيط المتضام الذي يقترحه البحث وتجميع الخلايا التخطيطية بشكل مركز، إلى جانب استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة في المنحدرات الجبلية المنتشرة بالصحارى المصرية، مما يساهم بشكل تلقائي في رفع الكثافة البنائية بالموقع، والوصول إلى تحقيق أسلوب **Mass Population** الذي يخفض من التكلفة المبدئية المرتفعة للإنشاء.

والمقترح للحصول على أعلى كثافة بنائية ممكنة هو البناء بالمواقع المنحدرة أو شبه المسطحة، حيث لا يفضل كثيراً البناء على المواقع المسطحة تماماً لأنها تعطي كثافات بنائية قليلة جداً مما يصبح معه البناء المحمي غير اقتصادي للتنمية العمرانية بالمقارنة مع نظيره فوق الأرض.

وعلى ذلك، يفضل البناء بالمرتفعات المنتشرة بالصحارى المصرية، أو عمل ميول بالموقع المسطح ولو بسيط واستغلال ناتج الحفر في الردم فوق البناء، كما اتضح بالباب الثالث من البحث.

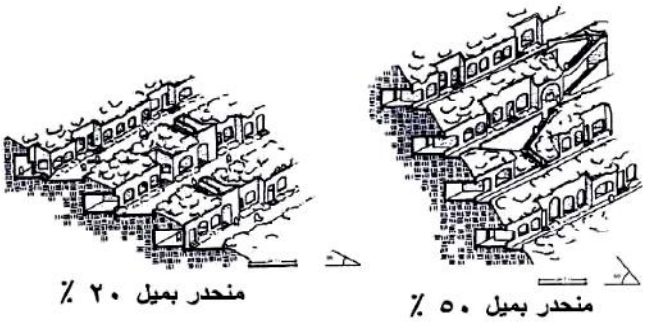
مع الوضع في الاعتبار أنه كلما زاد الميل كلما زادت الكثافة البنائية بالموقع، لكن يصعب الوصول إلى مناطق المرتفعات العالية والوحدات المبنية بمنتصف المنحدر، وبدلاً من الحصول على توفير اقتصادي بزيادة الكثافة، تزداد التكلفة بسبب الحاجة إلى التفجير لإقامة الطرق والبناء بالموقع.

وكلما قلّ الميل بالموقع تقل الكثافة البنائية ويسهل استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة لكن يكون البناء غير اقتصادي لارتفاع التكلفة مع قلة الكثافة.

أ- الكثافات البنائية المقترحة بالنسبة للمواقع المائلة:

لحل الإشكالية السابقة وتحقيق التوازن يقترح البحث أن يتراوح الميل بالموقع من ٢٠-٥٠٪ للبناء بالأسلوب المحمي بالتربة، وذلك للحصول على أفضل كثافة بنائية بالموقع، تتراوح بين (١٠: ٣٠ وحدة/ فدان).

تعتبر الكثافة السابقة مرتفعة بالنسبة لأسلوب البناء المحمي بالتربة الذي يتطلب اشتراطات خاصة بالإضاءة والتهوية والمسطحات المطلوبة أمام كل وحدة، خاصة مع التوجيه نحو الشمال المرغوب في الصحراء المصرية والذي يتطلب ترك مساحات أكبر أمام الوحدات السكنية لوصول الإضاءة والتهوية.



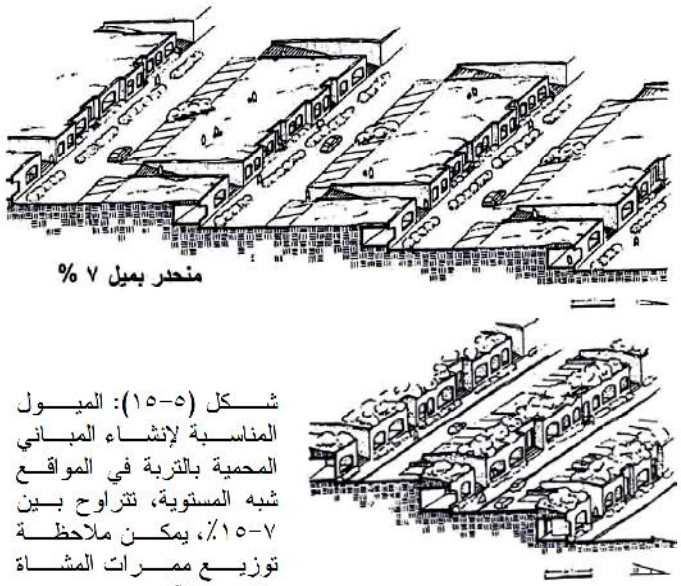
شكل (٥-١٤): الميول المناسبة لإنشاء المباني المحمية بالتربة تتراوح بين ٢٠-٥٠٪، للوصول إلى الأداء الأفضل ومراعاة الجوانب الاقتصادية.

والميل بنسبة ٢٠-٥٠٪ يجعل البناء المحمي بالتربة اقتصادياً ويتيح التنقل وسهولة الوصول لجميع أجزاء الموقع، شكل (٥-١٤).

ب- الكثافات البنائية المقترحة بالنسبة للمواقع المستوية:

بالنسبة للبناء والتخطيط بالمواقع المستوية بالصحراء المصرية، يمكن الرجوع إلى الجزء الخاص بالكثافات البنائية بالباب الثالث، (الرجوع إلى المقترح بشكل (٣-٢٩) بالباب الثالث).

ويقترح البحث- مع مراعاة الظروف البيئية الخاصة بالصحراء المصرية، وخاصة المناطق المستوية منها- البناء على ميل يتراوح بين (٧-١٥ ٪)، شكل (٥-١٥). حيث يفضل التوجيه نحو الشمال أو الشمال الشرقي أو الشمال الغربي وترك مساحات واسعة نوعاً أمام الوحدات السكنية لمراعاة دخول الضوء والتهوية المطلوبة للوحدات السكنية، وتخطيط ممرات المشاة والمرور الآلي بشكل مناسب بالتبادل مع صفوف الوحدات السكنية.



شكل (٥-١٥): الميول المناسبة لإنشاء المباني المحمية بالتربة في المواقع شبه المستوية، تتراوح بين ٧-١٥٪، يمكن ملاحظة توزيع ممرات المشاة والمرور الآلي.

ويفضل البحث البناء على الميل المقترح، خاصة مع وجود هذا الميل ببعض مناطق الصحراء الغربية بمصر، مما يعطي كثافات بنائية تتراوح بين (١,٥- ٣,٧ وحدة/فدان)، وهذه الكثافة لا تعتبر قليلة بالنسبة لوضعها بالمواقع المسطحة، حيث لا يمكن زيادة الكثافة إلا على حساب الإضاءة والتهوية المطلوبة لكل وحدة.

هناك نقاط هامة يجب عدم إغفالها عند تخطيط الكثافات البنائية بالمواقع المنحدرة ذات المباني المحمية بالتربة بشكل عام وهي:

- **أن زيادة مسطح المناطق المفتوحة يؤدى إلى عدم الشعور بالكثافة البنائية الحقيقية للتجمع الحضري، حيث لا يقطع النظر مباني مرتفعة والمناطق المزروعة تزيد من الإحساس بالاتساع ولا تعطى شعوراً بالكثافة البنائية المرتفعة.**
- **لكل موقع توجيه وتصميم خاص بالمباني يؤدى إلى كثافات بنائية مختلفة نوعاً، وهذه الدراسة تعتبر مقترحات نظرية للكثافات البنائية يمكن الاستفادة بها عند استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة في الصحارى المصرية، حيث أن الكثافات تتغير بالمواقع البنائية تبعاً للعوامل المختلفة.**

٥-٣-٣ توزيع استعمالات الأراضي.

للوصول إلى أفضل توزيع لاستعمالات الأراضي في المواقع التي تحتوي على مباني محمية بالتربة في الصحارى المصرية، ونظراً لطبيعة تلك المناطق التي تتميز بضعف تواجد الخدمات الحضرية كما في المدن الكبرى. فإن المقترح هو إنشاء تجمعات عمرانية صغرى أو متوسطة الحجم تحتوي على الخدمات الأساسية إلى جانب الاستخدام السكني.

وهناك عدة أهداف أساسية يحاول البحث مراعاتها عند وضع المقترحات لتوزيع استعمالات الأراضي بالمواقع الجديدة تماماً التي تحتوي على مباني محمية بالتربة عند تطبيقها بالصحارى المصرية، يمكن تلخيصها في النقاط التالية:

١- يقترح البحث تركيز الاستعمال السكني بالمناطق المنحدرة أو المرتفعات وليس بالوادي المنخفض أو الأراضي المسطحة، وهذا المبدأ لا يتعارض مع إمكانية وجود بعضاً من الاستخدام السكني التقليدي غير المحمي بالتربة بالأراضي المسطحة المجاورة.

٢- يفضل توزيع الاستعمالات غير السكنية - بشكل مبتكر ومتكامل مع طبيعة الاستخدام- بالتبادل، سواء أعلى أو أسفل سطح الأرض وسواء على الأراضي المسطحة أو المنحدرات.

٣- يفضل التداخل والتكامل بين الاستعمالات المختلفة، التي لا يؤثر تواجدها وسط المنطقة السكنية بشكل سلبي على السكان، وتوزيعها بشكل مناسب أعلى وأسفل الأرض، وهي تعتبر علامات أرضية تميز منطقة عن الأخرى بصرياً ووظيفياً، مثل الاستعمالات: التعليمية، الثقافية، والاستعمالات التجارية البسيطة... الخ.

هذا التكامل يؤثر بشكل ملحوظ على الكثافة السكانية صباحاً ومساءاً، مما يعطي توزيعاً جيداً للكثافات المرورية في الطرق على مدار اليوم.

٤- الاستعمالات الغير سكنية مثل: فراغات التجمعات العامة، وجراجات السيارات، والأماكن التي بها حركة مشاة مكثفة، لا بد لها من مخارج ومداخل آمنة وطرق عمومية للتوزيع على الفراغات المختلفة. وجميع تلك الاستعمالات التي تتطلب فراغات خاصة أو تمثل علامات أرضية يفضل دمجها بشكل منسق حسب نوع الاستعمال مع التوزيع المتداخل للمباني أعلى وأسفل الأرض. وهذا التداخل من الممكن حدوثه، لكنه يتطلب دعم اقتصادي وتنسيق معماري وتخطيطي مبتكر.

٥- بالنسبة لشبكة الطرق، ونظراً إلى أن التجمعات المقترحة تعتبر تجمعات صغرى، يتوقع أن تكون ملكية السيارة منخفضة بتلك المناطق الصحراوية. لذلك فمن المقترح أن تكون شبكة الطرق على المحيط الخارجي بحيث لا تقطع التجمع الداخلي، وتقليل أطوالها بقدر الإمكان، مما يساهم في زيادة الكثافة البنائية للتجمع الجديد.

أما في حالة استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة في المواقع العمرانية القائمة، فيقترح البحث مراعاة تحقيق الأهداف التالية:

١- دمج جميع الاستعمالات ذات الطبيعة الواحدة في المكان الواحد.

٢- الترابط الجيد بين الخدمات المختلفة داخل الخلايا التخطيطية.

٣- توفير المسطحات المناسبة للاستعمالات الحالية: السكني، الخدمي، الترفيهي..الخ، مع وضع تصور لحيز الامتداد المستقبلي، بالتكامل مع البناء المحمي بالتربة.

٤- الفصل التام بين شبكة المرور الآلي والاستعمالات الأخرى، بينما يراعى تكامل شبكة طرق المشاة مع الاستعمالات الأخرى.

٥- التكامل بين الخبرات التاريخية التي تنادي بالترابط والتداخل بين الاستخدامات المختلفة من

جهة، وبين المدخل التخطيطي الحديث من مراعاة الفصل التام بين الأنشطة المختلفة.

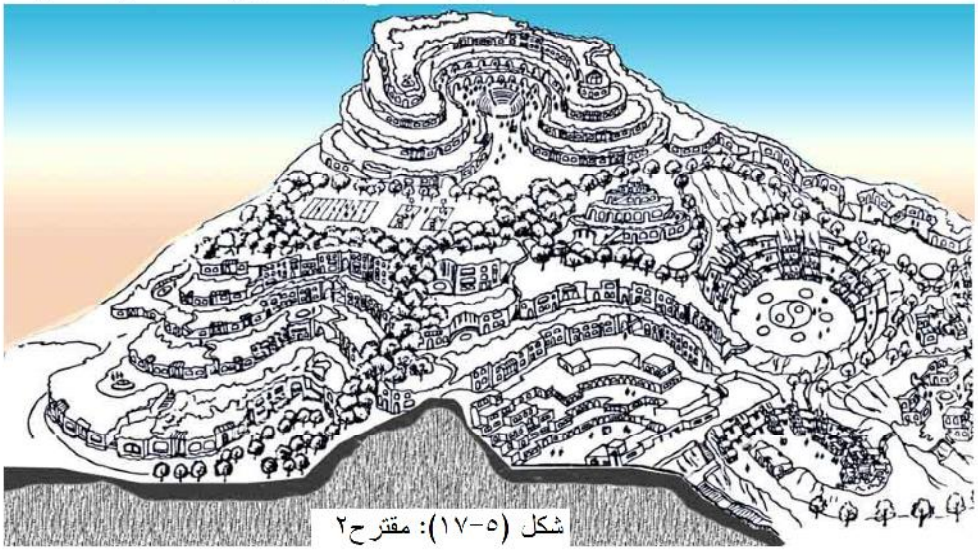
٦- محاولة الدمج بين أسلوب الإنشاء التقليدي أعلى سطح الأرض والإنشاء المحمي بالتربة الموجود أعلى أو أسفل سطح الأرض.

وللوصول إلى الأهداف السابقة من توزيع لاستعمالات الأراضي وشبكة الطرق، تم وضع بعض المقترحات التخطيطية لاستخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة على المنحدرات بالصحراء المصرية:

١. قطاع يوضح إمكانية استغلال التكوين الجيولوجي الطبيعي بالمنحدر في تشكيل الهيكل الإنشائي للوحدات السكنية بداخل المنحدر، كما يظهر إمكانية استغلال خلفية المنحدر في استعمال مميز معمارياً ووظيفياً كالمسرح المكشوف أو استخدام تجاري أو تعليمي، حسب الحاجة بالموقع. كما يمكن أن يحفر بداخل المنحدر للحصول على المميزات المناخية للبناء بباطن الأرض، أو العكس فيكون جزءاً منه أعلى الأرض والآخر محفور بالداخل ليساهم في إيجاد علامات أرضية مميزة للتجمع العمراني المقترح. مقترح١، شكل (٥-١٦).

شكل (٥-١٦): مقترح١

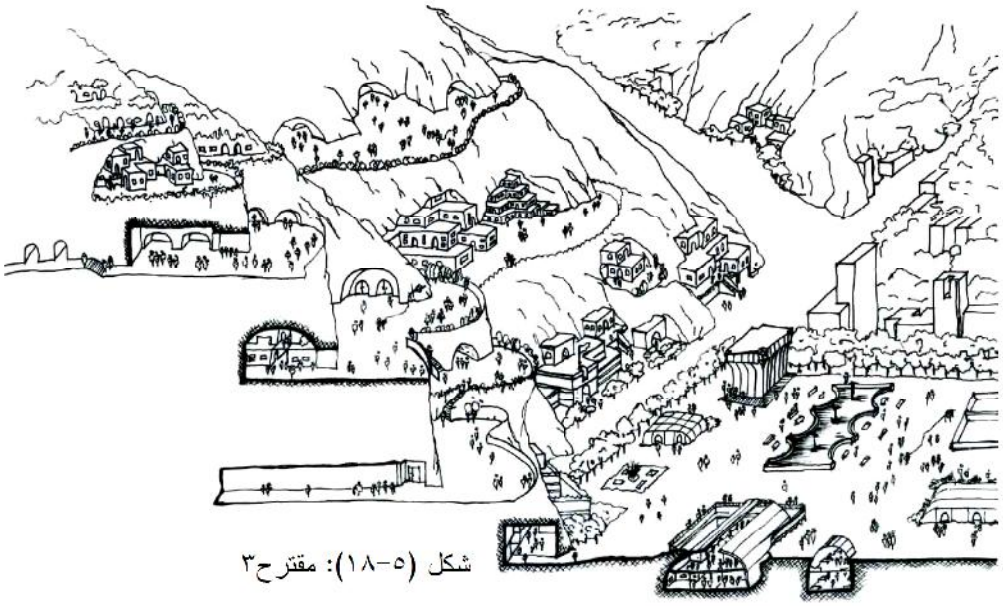
٢. مقترح لمجاورة سكنية، يوضح احترام التجمع العمراني لجيومورفولوجية المنطقة وكيفية توظيف نوع الاستعمال حسب التشكيل الموجود بالموقع. كما يلاحظ توزيع أماكن التجمعات الترفيهية بشكل متداخل وظيفياً وسط التجمعات السكنية حسب طبيعة الاستعمال مع مراعاة تنسيق الاستخدامات الأخرى بداخل التربة على المنحدر، ودراسة نقاط الالتقاء الرأسي بينهما بعناية لتحديد علاقتها بالاستخدامات الموجودة بالسطح. مقترح٢، شكل (٥-١٧).



شكل (٥-١٧): مقترح٢

٣. مقترح تخطيطي لتجمع سكني علي المنحدرات، مع وضع بعض الاستخدامات الخدمية المكملة مثل الخدمات التجارية أو أماكن ركن السيارات بالمستوي تحت الأرض في الوادي المنخفض، ومراعاة التوزيع المناسب لأماكن التجمعات العامة ونقاط الاتصال بينهما.

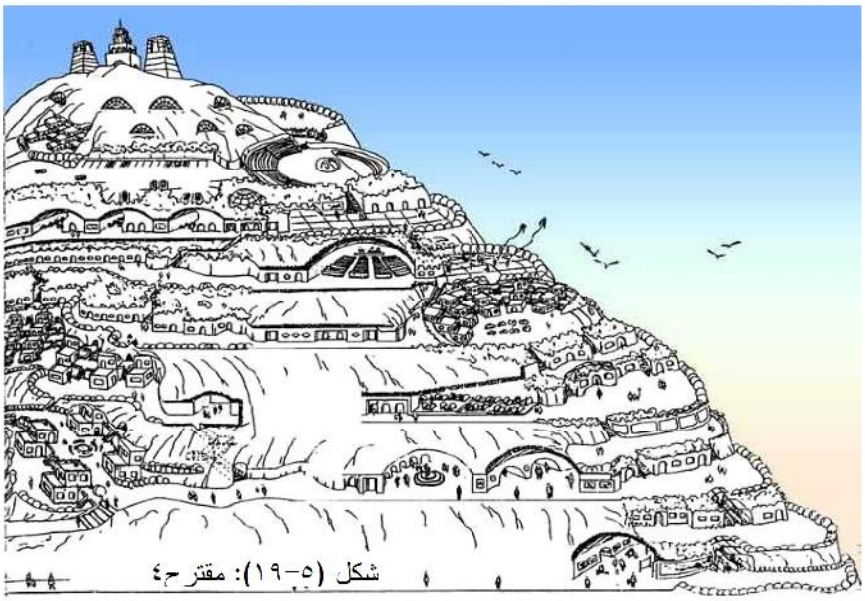
مع مراعاة أنه في المسطح المائل يكون الحفر بالعمق أفقياً داخل الميل، أما في المسطح الأفقي يكون الحفر رأسياً. وعلى ذلك يلاحظ أن كثافة استخدام الفراغ الأرضي تقل كلما زاد العمق وبعد الاتصال عن السطح. مقترح٣، شكل (٥-١٨).



شكل (٥-١٨): مقترح٣

٤. مقترح لمجاورة سكنية متكاملة مقامة على مبدأ الاستخدام المكثف للأرض، حيث به الاستخدام السكني بالتداخل مع الاستخدامات الأخرى المكملة مثل: المراكز التجارية، والثقافية، والخدمية بالجزء المائل من المجاورة. أما قمة التجمع فيمكن استغلالها كحرم جامعي له مكان متميز وإطلالة على المنحدر.

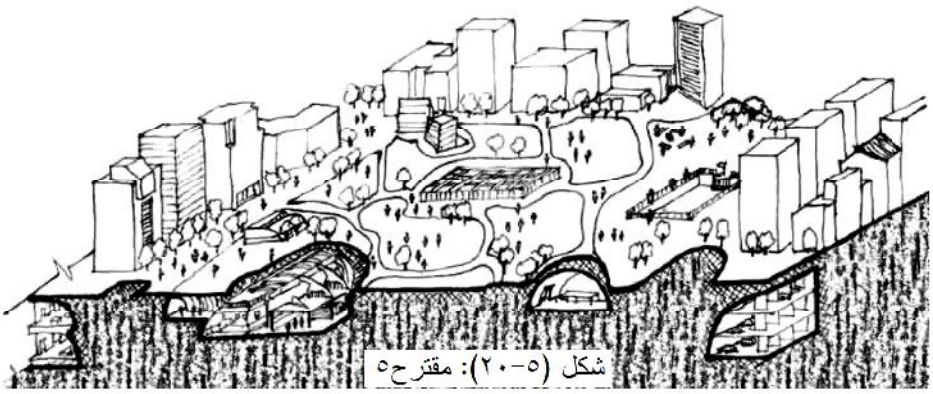
كما أن الاستخدامات الأخرى تتمتع بالإطلالة المميزة على الوادي وبالمميزات الفريدة للحماية بالتربة مع الإضاءة والتهوية الطبيعية وتتحاشى الانطباع السلبي الذي يتركه المبنى المحمي بالتربة عند المستخدم الجديد. مقترح٤، شكل (٥-١٩).



شكل (٥-١٩): مقترح٤

٥. يمكن استخدام الفراغ الأرضي بالمواقع المسطحة بدمج المباني المحمية بالتربة تحت الأرض مع الاستخدامات العادية فوق الأرض، وفي هذه الحالة لا يفضل وجود الاستخدام السكني تحت الأرض، حيث يمكن استخدام الفراغ تحت الأرض في الموقع المسطح في استعمالات أخرى غير سكنية: تجارية، خدمية، ثقافية...الخ.

في المستوى أسفل سطح الأرض مباشرة يمكن وضع الاستخدامات المرتبطة بالاستعمال اليومي المكثف مثل: التجمعات التجارية وأماكن الجراجات والأماكن المفرغة بالأفنية الداخلية المستخدمة لدخول الضوء الطبيعي أسفل الفراغ الأرضي. يراعى مع ذلك كله وجود نقاط اتصال خاصة بكل استعمال مع السطح. مقترح ٥، شكل (٥-٢٠).



شكل (٥-٢٠): مقترح٥

٥-٤ مقترحات تصميمية لبناء مسكن محمي بالتربة في الصحارى المصرية.

في ظل السياسات التي تنتهجها الدولة من غزو الصحراء، وفي ظل مبادئ العمارة الخضراء كمنهج للفكر التصميمي ومدخل لنجاحه. يقترح البحث استخدام أسلوب الإسكان المحمي بالتربة في الصحاري المصرية. ويتحقق البعد الوظيفي للمسكن المحمي بالتربة عن طريق الحرص على سلامة العلاقات الوظيفية والملائمة المناخية لموقع البناء.

ومن جهة أخرى، يتوقع من المسكن تأدية الوظائف الخاصة من حيث مرونة النمو المستقبلي، بحيث يسهل تطبيع كل وحدة سكنية حسب متطلبات المالك، وذلك بفتح مساحة بنائية تسمح للمالك القيام بها بنفسه، من تفاعل المسكن مع قاطنيه على مختلف طبائعهم ووظائفهم. حيث أن الطبيب يحتاج إلى عيادة والمزارع يحتاج إلى مخزن للغلال والحرفي يحتاج إلى مشغل.... وما إلى ذلك من الحرف التي قد تتواجد ضمن مستخدمي المشروع من شباب الخريجين، وهذا يعني أن أصبح هناك ازدواجية في المسكن، حيث يؤدي وظيفته السكنية إلى جانب وظيفة أخرى مهنية أو حرفية، مع الاحتفاظ بخصوصية وانفصال كل وحدة عن الأخرى، ومن جهة أخرى تجميعهم على مجموعات سكنية مترابطة يمكن من خلالها أن يجمعهم نفس النشاط والمستوى الاقتصادي للأسرة.

ويقترح البحث أن تتكون الوحدة السكنية من: غرفتي نوم، وغرفة للمعيشة الداخلية والطعام وأخرى للاستقبال أو للاستخدام المتنوع حسب طبيعة كل أسرة، بالإضافة إلى الخدمات الأساسية من مطبخ وحمام ودورة مياه. هذا المقترح يناسب أسرة صغيرة مكونة من أربعة أفراد (أب وأم وطفلين)، وهو التركيب الاجتماعي المتوقع لمثل هذه المناطق الجديدة.

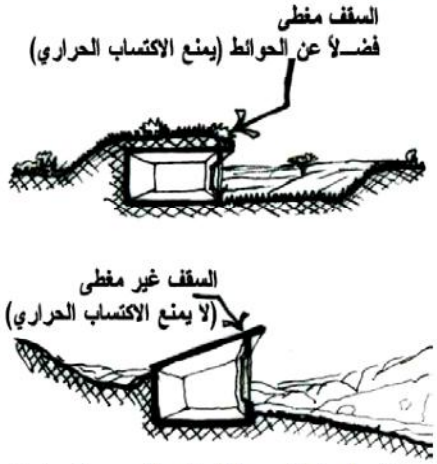
ويناقش البحث في هذا الجزء بعض الحلول التصميمية المقترحة لبناء هذا المسكن بالصحارى المصرية، وذلك من خلال مدخلان رئيسان يمكن على أساسهما بدء العملية التصميمية واختيار نوعية البناء المحمي بالتربة الملائمة للإنشاء حسب ظروف الموقع، وهما: العلاقة بالسطح، ونوعية الفتحات. وقد تمت مناقشة هذان المدخلان بالتفصيل بالباب الرابع، لكن يتم التركيز هنا على ما يخص إمكانية التطبيق للاستخدام السكني مع ملائمة الظروف المناخية للصحارى المصرية.

٥-٤-١ العلاقة بالسطح.

يراعى في الاستخدام السكني ألا يزيد العمق على دورين لملائمة طبيعة الاستخدام ولصعوبة الحفر أكثر من ذلك، كما أنه يكون غير اقتصادياً إذا أمكن الحفر. شكل (٥-٢١).

كما يفضل استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة المدفون (المغطى السقف)، وليس المردوم (المغطى الحوائط فقط)، حيث تعمل التربة كعازل جيد يحمي سقف المبنى من التقلبات الجوية الشديدة بالصحارى المصرية، كما يمكن استخدام السقف كحديقة خاصة بالمنزل، حيث أن زراعته تزيد من الحماية الحرارية للمبنى، مع مراعاة العزل الجيد للرطوبة الناتجة من ري تربة السقف المزروع. شكل (٥-٢٢).

شكل (٥-٢١): يراعى ألا يزيد ارتفاع البناء عن دورين، مع ملاحظة دخول الوحدة السكنية صعوداً.



شكل (٥-٢٢): تغطية سقف المبنى بالتربة، فضلا عن حماية الحوائط، يحسن الأداء الحراري للبناء.

٥-٤-٢ نوعية الفتحات.

تعطي نوعية الفتحات مؤشرات واضحة عن أسلوب تصميم البناء، والمقترح للتطبيق في الصحارى المصرية، إما فتحات مجمعة على حوش أو فناء داخلي، وإما بناء بواجهة واحدة أو متعدد الفتحات وكأنه مخترقاً للتربة. والمفاضلة بينهما تكون تبعاً للإقليم المناخي والموقع الجغرافي والظروف المناخية المحيطة بموقع البناء.

٥-٤-٢-١ البناء على فناء داخلي.

يعد التوجيه على فناء داخلي هو الأفضل بالنسبة للمناطق الحارة- الجافة، كما في معظم مناطق الصحارى المصرية. ويمكن أن يكون الفناء مفتوحاً من جهة واحدة بحيث تكون واجهات المبنى ثلاثة أضلاع فقط. أو أن يكون مغلقاً بأربعة واجهات داخلية وإضافة واجهة خارجية رئيسية للمبنى يكون بها المدخل وتوجيهها هو التوجيه الرئيسي المستحب (شمالاً مثلاً)، (الرجوع إلى شكل (٤-٨٣) بالباب الرابع).

ومبدأ التوجيه للداخل هو المفضل غالبا في المناطق الحارة- الجافة متطرفة المناخ، حيث يوفر الفناء الداخلي الحماية من الرياح الساخنة نهاراً ويسمح بتراكم الهواء البارد ليلاً، كما أنه يقلل من كمية الإشعاع الشمسي الساقط على الواجهات نظراً للظلال التي يكونها من خلال الواجهات الأربعة حسب حركة الشمس. والفناء المغلق يساهم في تكوين دوامات هوائية داخلية مساءاً، للحصول على النسيم البارد المحبب بتلك المناطق الصحراوية، كما يمكن استخدام بعض العناصر المعمارية المكملة مثل التبريد التبخيري باستخدام نافورة وسط الفناء الداخلي، أو الاستعانة ببعض الحفر حول البناء وملئها بالحصى لعمل نوع من خلخلة الهواء في محاولة لتبريد التربة حول المبنى، بالإضافة إلى زراعة السطح. جميع تلك المعالجات تتكامل في منظومة واحدة للحصول على شكل توفيقي للفناء الداخلي يناسب الطبيعة الصحراوية المصرية، شكل (٥-٢٣). كما يراعى رفع منسوب سطح الفناء الداخلي، نظراً لطبيعة الصحراء التي تتميز بالرياح المحملة بالرمال، حتى لا يصبح الفناء الداخلي وعاءاً لاستقبال الأتربة والعواصف الرملية والسيول.

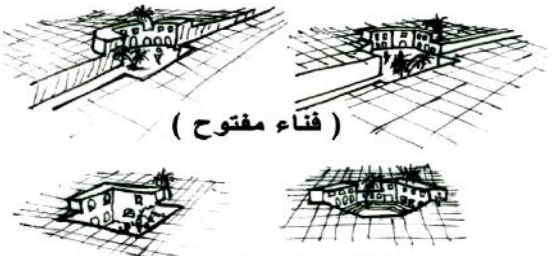
وتعتبر هذه الوضعية جيدة بالنسبة للصرف الصحي، حيث يساهم رفع منسوب البناء عن مستوى الصفر في سهولة نظام الصرف الصحي.

كما ينصح بتغطية الفناء أو جزءاً منه نهاراً بعناصر متحركة للحماية من الإشعاع الشمسي القوي والهواء الساخن، وإزالتها مساءاً للسماح بتكوين دوامات هوائية باردة ملطفة للمكان أو زراعة الأشجار متساقطة الأوراق فتضفى بظلالها على المكان صيفاً وتسمح بدخول الشمس شتاءاً.

شكل (٥-٢٣): مقترح لأداء حراري أفضل للبناء المحمي بالتربة في المناطق الحارة- الجافة.

وبالنسبة للعلاقة بالسطح، يوصى بتكوين علاقة جيدة بالسطح لتقليل الشعور بالضيق وتحقيق نوع من التميز والجذب مع توفير وسائل الحماية اللازمة، كما لا يفضل أن تفتح الفراغات على الفناء مباشرة، فيمكن أن توجد منطقة نصف مظللة تعتبر هي مسار الحركة الرئيسي لتوفير قدر من الأمان والعزل البصري. كما يوصى بتصميم حيز تمهيدي قبل المدخل يفصله عن ممرات الحركة ويحقق عزلاً بصرياً وصوتياً، إضافة إلى إمكانية استخدامه في أغراض أخرى.

والشكل (٥-٢٤) يوضح وضعيات مختلفة للفناء الداخلي سواء مفتوح أو مغلق وإمكانية الدمج بين الأجزاء فوق وتحت الأرض. وفي ضوء البيئة الصحراوية والعوامل الاجتماعية والسيكولوجية والرمال التي تتميز بها تلك المناطق والعوامل الطبيعية، لا يشجع البحث البناء كلياً أسفل الأرض. ويفضل أسلوب البناء المركب أعلى وأسفل الأرض حيث يبدو أنه الأكثر ملائمة لتلك المناطق.



شكل (٥-٢٤): بدائل تصميمية مقترحة لوحدات محمية بالتربة تحت الأرض أو مدمجة أعلى وأسفل الأرض.

أما عن شكل الفتحات في حد ذاتها فيوصى أن تكون رأسية وضيقة مع وجود وسائل حماية (كاسرات شمس أفقية) على الواجهات الجنوبية، ورأسية على الواجهتين الشرقية والغربية.

٥-٤-٢-٢ البناء المخترق للتربة ذو واجهة واحدة أو متعدد الفتحات.

يمثل البناء المخترق للتربة ذو واجهة واحدة أو متعدد الفتحات على منحدرات في مواجهة الشمال الحل الأمثل بالنسبة للأجواء شديدة الحرارة، حيث تكتسب المباني بتلك الوضعية مميزات حرارية عديدة، حيث يقل الاكتساب الحراري إلى أقل درجة ممكنة من الفتحات الشمالية، بالإضافة إلى أنه يتيح استقبال القدر المناسب من الرياح الشمالية المحببة لتلك الأجواء، ومن ثم يساهم في تحديد حركة الهواء داخل المنزل وإزالة أي أثر للهواء الساخن والرطوبة المتراكمة بالداخل.

من جهة أخرى يساهم التصاق المبنى بكتلة التربة من الواجهات الثلاث الأخرى في تبريد كتلة المبنى من خلال انتقال الحرارة عبر الهيكل الإنشائي للتربة الملاصقة.

والتصميم المفضل للبناء المخترق للتربة على المنحدرات أن يكون متعدد الفتحات، حيث يقترح البحث استخدام هذا الأسلوب من البناء في السواحل الصحراوية بالمناطق الحارة- الرطبة، والمناطق الباردة- الرطبة. ولكل منطقة أسلوب مختلف في معالجة تصميم الفتحات تبعاً للمناخ الخاص بها.

أ- معالجة فتحات البناء المحمي بالتربة في الأجواء (الحارة- الرطبة).

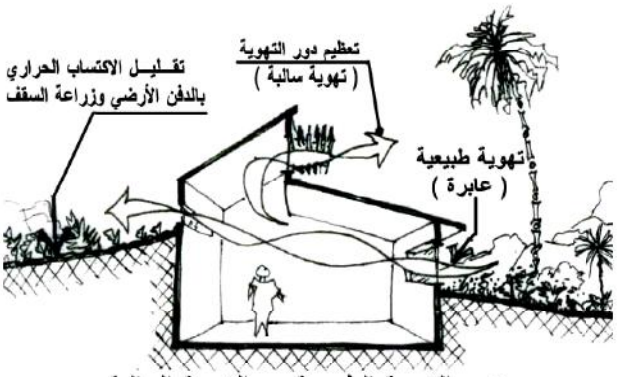
للحصول على مبنى محمي بالتربة يحافظ بكفاءة على الطاقة ويناسب تلك الأجواء، لا بد أن يحدث تكامل لمراحل عملية التصميم المختلفة من: العزل بواسطة غلاف التربة (موضوع البحث)، ويتكامل معه التهوية السالبة، حيث تزداد الحاجة إلى تحريك الهواء وتشجيع تيارات الحمل الهوائية، خاصة في فصل الصيف كملاقف الهواء والتي تساهم أيضاً في تهوية الفراغات الداخلية، إضافة إلى وسائل تقليل الرطوبة، (كالحواجز الكربونية... الخ)، ويقترح وضعها في الأماكن التي يمر عليها الهواء لتبريده قبل دخوله إلى المبنى فيتم ترشيحه من الرطوبة العالقة به في صورة أنابيب تبريد هوائية تمر داخل التربة لتبريدها، وتعمل الحواجز الكربونية على امتصاص الرطوبة فيدخل الهواء نقياً للمبنى، كما أن التوجيه الشمالي يساعد على استقبال الرياح الشمالية المحببة. (الرجوع إلى شكل (٤-٧٥)).

لكن هناك بعض الانتقادات لهذا الحل التصميمي حيث يمكن أن تنمو به بعض الطحالب أو احتمال استيطان الحشرات نظراً للرطوبة داخل التربة، فيمكن غلق الفتحات بسلك معدني من الشبك المدد لترشيح الهواء الداخل من أي أجسام غريبة.

مقترح آخر، البناء على المنحدرات في مواجهة الشمال للابتعاد عن الشمس، وعمل فتحة خلفية جنوبية بسقف المنزل كملقف للهواء، تساهم في دخول الإضاءة الطبيعية عند الحاجة إليها في فصل الشتاء، بحيث تكون قابلة للفتح والغلق. تساعد على تحريك الهواء لتقليل نسبة الرطوبة، وتساهم في دخول الدفء عند الحاجة إليه، شكل(٥-٢٥).

شكل (٥-٢٥): منزل محمي بالتربة يحتوى على إضاءة علوية من الواجهة الجنوبية للمنحدر المواجه للشمال.

يمكن الوصول إلى حل تصميمي مقترح، بأن يكون التوجيه الرئيسي لواجهة البناء نحو الشمال ويتم عمل ملقف للهواء شمالي، وعمل فتحة جنوبية صغيرة بأعلى الحائط الجنوبي لتشجيع تيارات الهواء العابرة، ويمكن الاستعانة بزراعة السقف بالنباتات البسيطة لتبريد كتلة التربة الملاصقة للمنزل، مع مراعاة العزل المائي حول الهيكل الإنشائي، ومعالجة الفتحات بكاسرات الشمس الأفقية فوق السقف لتكوين منطقة شبه مظللة تساهم نوعاً في التقليل من الإشعاع الشمسي الساقط على الفتحات، شكل (٥-٢٦).



دمج التهوية الطبيعية مع التهوية السالبة بالإضافة إلى مبدأ الدفن الأرضي

شكل (٥-٢٦): مقترح لمعالجة ارتفاع نسبة الرطوبة داخل المباني المحمية بالتربة في المناطق الحارة الرطبة.

كما يوصى أن يكون شكل الفتحات مستطيلة أفقية لتحقيق أكبر اتصال بصري مع الوسط المحيط وتوفير قدر مناسب من الإضاءة والتهوية، مع حماية الفتحات الجنوبية بكاسرات الشمس الأفقية.

ب-معالجة فتحات البناء المحمي بالتربة في الأجواء (الباردة- الرطبة).

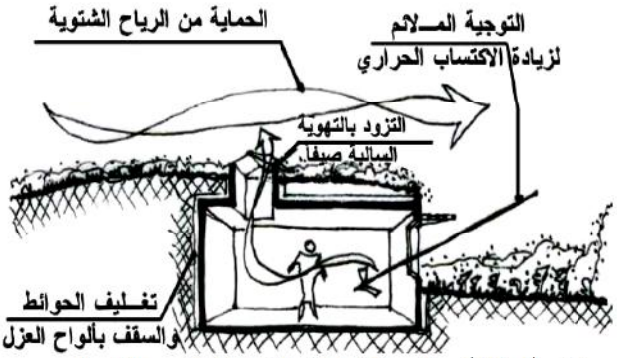
يقتصر تواجد الأجواء (الباردة- الرطبة) في الصحارى المصرية على أماكن قليلة موزعة بأنحاء الجمهورية. وهذه الأجواء تحتاج معالجات خاصة في البناء، ويمثل البناء المحمي بالتربة الحل الأمثل بالنسبة لها، وهو ما استفادت به التجربة الأوروبية في هذا المجال.

طورت التجارب الأوروبية من الخبرات التاريخية للبناء المحمي بالتربة وأضافت إليها تكنولوجيا حديثة متوافقة ساهمت في الوصول إلى منظومة متكاملة من الوسائل السالبة للحصول على الطاقة المطلوبة لتدفئة المنزل.

والتحدي الأكبر في هذا الوضع هو كيفية تجميع أكبر قدر من الطاقة الشمسية والدفء، وفي الوقت نفسه تشجيع التهوية العابرة لتقليل نسبة الرطوبة المرتفعة.

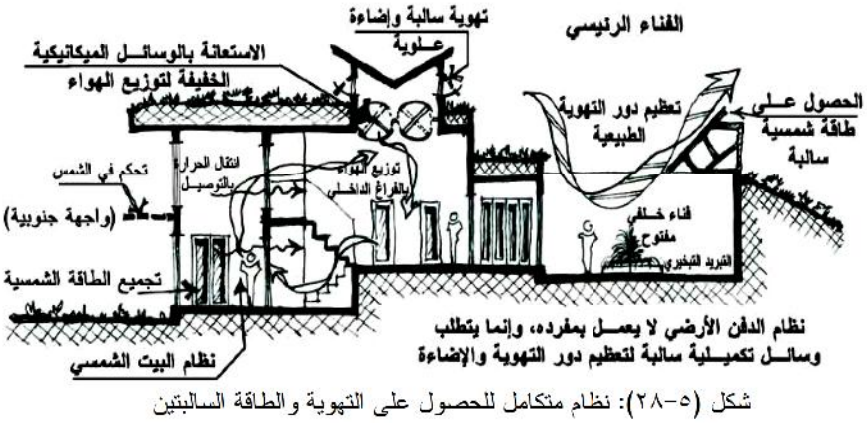
وهناك عدة وسائل للتسخين السالب من أشهرها: (حوائط التخزين الحراري Trombe Wall، أو فراغ البيت الشمسي Sun Space، أو الوسائد الصخرية Rock Beds، أو الاكتساب المباشر Direct Gain)، (الرجوع إلى شكل (٤-٧٤) بالباب الرابع). يمكن استخدام أحدها أو الدمج بين أي وسيلة وأخرى في محاولة للوصول للحل الأفضل حسب طبيعة كل موقع، كما يمكن الاستعانة بأسلوب الاكتساب المباشر من خلال التوجيه نحو الجنوب، وتوسيع الفتحات بحيث تكون أفقية لاكتساب أكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسي، مع توفير الحماية اللازمة في فصل الصيف بوضع كاسرات أفقية متحركة على فتحات الواجهة الجنوبية.

وللحصول على قدر مناسب من تحريك الهواء لتقليل نسبة الرطوبة المرتفعة نستعين بملقف الهواء في سقف المنزل لإيجاد نوع من سحب الهواء من خلاله فيشجع التهوية السالبة، مع نفس المبدأ المستخدم في الكاسرات الأفقية، وهو إمكانية غلق ملقف الهواء للاحتفاظ بالدفء وفتحه حين الحاجة إليه عند ارتفاع الرطوبة النسبية بالداخل. كما يفضل عزل الهيكل الإنشائي جيداً للحفاظ على الطاقة داخل المنزل، شكل(٥-٢٧).



شكل (٥-٢٧): مقترح للطرق السالبة المتكاملة مع البناء المحمي بالتربة للحصول على أفضل أداء بالمناطق الباردة- الرطبة.

هناك مقترح آخر لتلك الأجواء وهو التصميم السائد نوعاً في التجربة الأوروبية، وهي فكرة الاستعانة بالبيت الشمسي أو حائط التخزين الحراري لتجميع أكبر قدر من الدفء الناتج من الإشعاع الشمسي والاحتفاظ به أطول فترة ممكنة، بالإضافة إلى وجود ملقف للهواء للمساعدة على تجديد الهواء الداخلي، كما يمكن الاستعانة بمراوح وشفاطات للمساهمة في تحريك الهواء للصعود إلى الملقف ويحل محله كمية أخرى متجددة من فتحات الشبابيك الجنوبية مما يحد بشكل نسبي من مشكلة الرطوبة المرتفعة داخل البناء، شكل (٥-٢٨).



شكل (٥-٢٨): نظام متكامل للحصول على التهوية والطاقة السالبتين

وعليه، يقترح البحث من العرض السابق استغلال الأداء الحراري المتوازن للتربة في حماية المساكن بالصحارى المصرية، ومحاولة طرح أسلوب البناء المحمي بالتربة كمدخل مساعد لإيجاد التوازن الحراري داخل المساكن بتلك المناطق متطرفة المناخ، وأسلوب البناء المحمي بالتربة حالياً على مستوى العالم لا يتم تطبيقه بمفرده، نظراً لأن التربة لا توفر دائماً التأثير التبريدي المرغوب، وإنما يدمج معه استراتيجيات مكملة تساعد في الوصول إلى الأداء الحراري الأمثل للبناء.

محتويات الباب الخامس:

٥- الباب الخامس: مناقشة إمكانية الاستفادة من البناء المحمي بالتربة في الصحارى المصرية. ١٨٤
٥-١ دوافع التفكير في تطبيق هذا النمط بالصحارى المصرية، والتركيز على الاستخدام السكني بها ١٨٤
٥-٢ المحددات التي تعترض تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة بالصحارى المصرية ١٨٧
٥-٢-١ *محددات تصميمية تعترض الأداء* *١٨٨*
٥-٢-٢ *محددات اقتصادية* *١٩١*
٥-٢-٣ *محددات نفسية وفسيولوجية واجتماعية* *١٩٣*
٥-٢-٤ *محددات خاصة بالقوانين التنظيمية* *١٩٦*
٥-٣ مقترحات تخطيطية لموقع سكني به مباني محمية بالتربة في بالصحاري المصرية ١٩٧
٥-٣-١ *تشكيل الخلايا التخطيطية* *١٩٧*
٥-٣-٢ *الكثافات البنائية* ٢٠٠
٥-٣-٣ *توزيع استعمالات الأراضي* ٢٠٢
٥-٤ مقترحات تصميمية لبناء مسكن محمي بالتربة في الصحارى المصرية ٢٠٥
٥-٤-١ *العلاقة بالسطح* ٢٠٦
٥-٤-٢ *نوعية الفتحات* ٢٠٦
٥-٤-٢-١ البناء على فناء داخلي ٢٠٦
٥-٤-٢-٢ البناء المخترق للتربة ذو واجهة واحدة أو متعدد الفتحات ٢٠٧

شكراً وتقديراً

بعد مرور رحلة طويلة من الجهد الذي بذلته لإخراج هذا البحث إلى النور، أود أن أحمد الله عز وجل الذي وفقني وهداني إلى طريق العلم وأعانني على اجتياز صعوباته بتوفيقه وفضله، وأن يحتسبه في إطار الحديث:

"إذا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث: صدقة جارية، **أو علمٌ ينتفع به**، أو ولد صالح يدعو له".

وقبل أي حديث أقول: **"الحمد للّه الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا اللّه".**

وأود في سطور قليلة أن أعبر عن عظيم شكري وامتناني لكل من ساندني بعلمه أو مجهوده أو دعواته، حتى أتممت بعون الله هذا البحث.

أولاً، أود أن أشكر أساتذتي الذين لولاهم بعد الله عز وجل لما وصلت لهذه المرحلة من النجاح، فأتقدم بخالص شكري

لأستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور/ **مهند محمد العجمي** الأستاذ بقسم العمارة- جامعة المنيا، وأستاذي الفاضل الدكتور/ **عنتر عبد العال أبو قرين** الأستاذ المساعد بقسم العمارة- جامعة المنيا، وأستاذي الفاضل الدكتور/ **علي الحسيني** الأستاذ المساعد بقسم العمارة- جامعة المنيا، والذين وجهوني خلال مراحل البحث المختلفة وطالما أمدوني بالمراجع من مكتباتهم الخاصة، والتي كانت نعم العون لي، كما أود أن أسجل شكري لهم جميعاً على متابعتهم ونصحهم المستمر والدائب خلال مراحل البحث المختلفة، والتي كان لها أكبر الأثر في إتمام هذا البحث وإخراجه في صورته النهائية. كما أشكر لهم تكوين شخصيتي العلمية. وإمدادي بالمعلومات القيمة والمفيدة في إنتاج هذا البحث العلمي على مدى الأعوام السابقة.

ولا أنسى في هذا المقام إهداء الشكر لأساتذتي من الأقسام المختلفة بكلية الهندسة، لما كان لتشجيعهم ومساندتهم بإرشاداتهم ونصحهم المستمر أكبر الأثر على استمراري بالبحث الدءوب حتى اللحظة الأخيرة.

وفي الختام، أنحني شكراً وتقديراً لوالدي ووالدتي اللذان لم يألوا جهداً في حثي وإرشادي والدعاء لي، وكانا بالنسبة لي القوة الدافعة لإتمام هذا البحث، ولن تفِ الكلمات حقيهما علي مهما كتبت، فجزاهما الله عني كل خير، فإليهما أهدي هذا العمل عسى أن أوفيهم بعض حقهم عليّ.

محتويات البـحـث:

- شكر وتقدير..... أ
- محتويات البحث..... ب
- تقديم..... هـ
- مشكلة البحث..... هـ
- أهداف الدراسة..... ز
- مجال البحث..... ز
- منهجية وأجزاء البحث..... ح
- هيكل الدراسة..... ك

١- الباب الأول: الإطار النظري لأسلوب البناء المحمي بالتربة. ١

١-١ تعريف بالبناء المحمي بالتربة..... ١

١-٢ تصنيف البناء المحمي بالتربة..... ٢

١-٢-١ التقسيم الوظيفي..... ٣

١-٢-٢ التقسيم حسب التشكيل الهندسي..... ٤

١-٢-١-١ التصنيف في المناطق المفتوحة..... ٤

١-٢-١-٢ تصنيف البناء المحمي بالتربة في البيئة الحضرية القائمة..... ١٠

١-٣ البناء المحمي بالتربة قديماً وحديثاً..... ١٢

١-٣-١ نماذج تاريخية..... ١٢

١-٣-٢ نماذج حديثة..... ١٨

١-٣-٢-١ مساكن خاصة..... ١٨

١-٣-٢-٢ تجمعات سكنية..... ٢١

١-٤ التجربة المصرية في مجال البناء المحمي بالتربة (دراسة للوضع الحالي). ٢٤

٢- الباب الثاني: إمكانات ومحددات البناء المحمي بالتربة ٢٨

٢-١ تأثير وضعية المباني تحت الأرض. ٢٩

٢-١-١ الإمكانات والمحددات بالنسبة لعوامل المناخ. ٢٩

٢-١-١-١ العزل الحراري..... ٢٩

٢-١-١-٢ قسوة الطقس..... ٣١

٢-١-٢ إمكانات ومحددات أداء البناء المحمي بالتربة عند الحماية من الكوارث. ٣٢

٢-١-٣ الإمكانات والمحددات الأمنية..... ٣٥

٢-٢ الإمكانات والمحددات بالنسبة لاختيار وتخطيط الموقع. ٣٥

٢-٢-١ الإمكانات والمحددات المرتبطة باختيار الموقع..... ٣٥

٢-٢-١-١ إمكانات ومحددات بعض المواقع طوبوغرافيا..... ٣٦

٢-٢-١-٢ إمكانات ومحددات بعض المواقع جيولوجياً..... ٣٩

٢-٢-٢ الإمكانات والمحددات المرتبطة بتخطيط الموقع. ٤١

٢-٣ إمكانات ومحددات بعض الجوانب التصميمية والجمالية. ٤٢

٢-٣-١ جوانب البيئة الخارجية..... ٤٢

٢-٣-٢ إمكانات ومحددات تصميم البيئة الداخلية. ٤٥

٢-٤ الإمكانات والمحددات الاقتصادية..... ٤٦

٢-٤-١ التكاليف المبدئية للإنشاء..... ٤٦

٢-٤-٢ تكاليف التشغيل على المدى البعيد. ٥٠

٢-٥ إمكانات ومحددات بعض الجوانب القانونية. ٥١

٢-٦ إمكانات ومحددات نفسيـة وفسيولوجية واجتماعية. ٥٢

٢-٦-١ المحددات النفسية والفسيولوجية والاجتماعية المصاحبة للأماكن تحت الأرض. ٥٢

٢-٦-١-١ الصورة الذهنية لما تحت الأرض..... ٥٣

٢-٦-١-٢ ردود الأفعال عن بعض التجارب المعاصرة..... ٥٧

٢-٦-٢ الإمكانات الإيجابية المصاحبة للأماكن تحت الأرض. ٦٥
٢-٦-٣ بعض الأسس التصميمية للتغلب على المحددات المصاحبة للأماكن تحت الأرض. ٦٨
٢-٧ خلاصة الباب الثاني: تقييم لأداء البناء المحمي بالتربة. (دراسة مقارنة للإمكانات والمحددات)..... ٧٠
٣- الباب الثالث: اعتبارات اختيار وتخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة. ٧٤
٣-١ العوامل المؤثرة على اختيار الموقع. ٧٤
٣-١-١ عوامل جيومورفولوجية مؤثرة على اختيار الموقع. ٧٥
٣-١-١-١ اختيار الموقع تبعاً للتركيب الجيولوجي للتربة..... ٧٥
٣-١-١-٢ تأثير مكونات التربة والمياه الجوفية على البناء المحمي بالتربة..... ٧٨
٣-١-١-٣ اختيار الموقع تبعاً للطبوغرافية..... ٧٩
٣-١-٢ عوامل مناخية مؤثرة على اختيار الموقع..... ٨١
٣-١-٢-١ اختيار الموقع بالنسبة للشمس واتجاهاتها..... ٨١
٣-١-٢-٢ اختيار الموقع بالنسبة للرياح والرمال السافية..... ٨٥
٣-١-٢-٣ اختيار الموقع بالنسبة للأداء الحراري والرطوبة النسبية..... ٨٧
٣-١-٣ عوامل بيئية مؤثرة على اختيار الموقع..... ٨٧
٣-١-٣-١ تأثير الهيدرولوجيا (الأمطار ومصادر المياه) على اختيار الموقع..... ٨٨
٣-١-٣-٢ أثر الزراعات الطبيعية على اختيار الموقع..... ٨٩
٣-١-٣-٣ عوامل بيئية أخرى مؤثرة على اختيار الموقع (ثروات حيوانية - تلوث)..... ٨٩
٣-١-٤ إمكانية الوصول للموقع..... ٩١
٣-٢ أسس واعتبارات تخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة..... ٩٣
٣-٢-١ تشكيل الخلايا التخطيطية. ٩٣
٣-٢-٢ الكثافات البنائية..... ٩٥
٣-٢-٢-١ الكثافات البنائية لموقع به مباني محمية بالتربة ذو واجهة واحدة..... ٩٦
٣-٢-٢-٢ الكثافات البنائية لموقع به مباني محمية بالتربة ذات فناء داخلي..... ٩٨
٣-٢-٣ استعمالات الأراضي وشبكة الطرق..... ١٠٠
٣-٢-٣-١ التنسيق بين التداخل والفصل التام في استعمالات الأراضي..... ١٠٠
٣-٢-٣-٢ أسس واعتبارات تصميم شبكة الطرق بالموقع ذات المباني المحمية بالتربة..... ١٠١
٣-٢-٤ توجيه تخطيط الكتل البنائية بالموقع..... ١٠٥
٣-٢-٤-١ توجيه المخطط بالنسبة للشمس واتجاهاتها..... ١٠٥
٣-٢-٤-٢ توجيه المخطط بالنسبة للرياح واتجاهاتها..... ١٠٥
٣-٢-٤-٣ الاعتبارات البصرية وتأثيرها على تخطيط الموقع..... ١٠٦
٣-٢-٥ التشجير الملائم حول وداخل الموقع..... ١٠٦
٣-٢-٥-١ التشجير والإشعاع الشمسي..... ١٠٦
٣-٢-٥-٢ التشجير للتحكم في الرياح..... ١٠٨
٣-٣ البناء على مواقع منحدرة (كحالة خاصة). ١١١
٣-٣-١ العوامل المؤثرة على اختيار المواقع المنحدرة..... ١١١
٣-٣-١-١ درجة ميل الموقع..... ١١٢
٣-٣-١-٢ توجيه الموقع بالنسبة للميل..... ١١٢
٣-٣-٢ العوامل المؤثرة على تخطيط موقع مائل به مباني محمية بالتربة. ١١٣
٣-٣-٢-١ تأثير درجة ميل الموقع على التخطيط..... ١١٣
٣-٣-٢-٢ بعض الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تخطيط المواقع المائلة..... ١١٤
٣-٣-٢-٣ أسس تخطيط شبكة المرور في المواقع المائلة..... ١١٧
٤- الباب الرابع: الاعتبارات التصميمية للبناء المحمي بالتربة. ١٢٣
٤-١ اعتبارات التصميم المعماري للبناء المحمي بالتربة Designing an Earth Shelter..... ١٢٣
٤-١-١ العلاقة بالسطح..... ١٢٤
٤-١-٢ نوعية الفتحات..... ١٢٥
٤-١-٢-١ المباني المحمية بالتربة ذات الواجهة الواحدة (Elevational Type)..... ١٢٦
٤-١-٢-٢ المباني المحمية بالتربة ذات الفناء الداخلي The Patio & Atrium Type..... ١٣١
٤-١-٣ شكل المبنى Building Form. ١٣٤
٤-١-٣-١ توزيع الفراغات Zoning..... ١٣٤

٤-١-٣-٢ شكل المسقط الأفقي Plan Form.....١٣٥
٤-١-٣-٣ أشكال الأسقف Roof Forms.....١٣٧
٤-١-٤ تصميم النوافذ في المباني المحمية بالتربة Windows Design.....١٣٨
٤-١-٤-١ أهمية النوافذ.....١٣٨
٤-١-٤-٢ أسس تصميم فتحات التهوية.....١٣٩
٤-١-٤-٣ أسس تصميم فتحات الإضاءة.....١٤٢
٤-١-٥ تصميم المداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة بالمباني المحمية بالتربة.....١٤٨
٤-١-٥-١ المشكلات الرئيسة المرتبطة بتصميم الفراغ الخارجي والمدخل والوحدات الملحقة بالمباني المحمية بالتربة.....١٤٩
٤-١-٥-٢ أهداف التصميم الخاصة بالفراغ الخارجي والمدخل والوحدات الملحقة.....١٥٠
٤-١-٥-٣ أنماط التصميم الخاصة بالمداخل والفراغات الخارجية والوحدات الملحقة.....١٥٠
٤-٢ اعتبارات توفير الطاقة. ١٥٦
٤-٢-١ الخصائص الحرارية للتربة. ١٥٧
٤-٢-٢ تأثير أنماط حماية البناء بالتربة على التدفئة والتبريد. ١٥٩
٤-٢-٣ نبذة عن الأساليب السالبة المختلفة لتوفير الطاقة. ١٦١
٤-٢-٤ مدخل توفيقي للأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة. ١٦٣
٤-٢-٤-١ الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة – صيفاً.....١٦٤
٤-٢-٤-٢ الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة– شتاءاً.....١٧٠
٤-٣ اعتبارات سمعية وبصرية. ١٧٣
٤-٣-١ اعتبارات سمعية. ١٧٣
٤-٣-٢ اعتبارات بصرية. ١٧٤
٤-٤ اعتبارات إنشائية. ١٧٥
٤-٤-١ تصميم الأسقف والحوائط. ١٧٥
٤-٤-٢ أنواع التربة الملائمة للبناء المحمي بالتربة. ١٨٠
٤-٤-٣ أساليب العزل والصرف الصحي المستخدمة في المباني المحمية بالتربة. ١٨١
٥- الباب الخامس: مناقشة إمكانية الاستفادة من البناء المحمي بالتربة في الصحارى المصرية. ١٨٤
٥-١ دوافع التفكير في تطبيق هذا النمط بالصحارى المصرية، والتركيز على الاستخدام السكني بها. ١٨٤
٥-٢ المحددات التي تعترض تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة بالصحارى المصرية ١٨٧
٥-٢-١ محددات تصميمية تعترض الأداء. ١٨٨
٥-٢-٢ محددات اقتصادية. ١٩١
٥-٢-٣ محددات نفسية وفسيولوجية واجتماعية. ١٩٣
٥-٢-٤ محددات خاصة بالقوانين التنظيمية. ١٩٦
٥-٣ مقترحات تخطيطية لموقع سكني به مباني محمية بالتربة في بالصحاري المصرية. ١٩٧
٥-٣-١ تشكيل الخلايا التخطيطية. ١٩٧
٥-٣-٢ الكثافات البنائية. ٢٠٠
٥-٣-٣ توزيع استعمالات الأراضي. ٢٠٢
٥-٤ مقترحات تصميمية لبناء مسكن محمي بالتربة في الصحارى المصرية. ٢٠٥
٥-٤-١ العلاقة بالسطح. ٢٠٦
٥-٤-٢ نوعية الفتحات. ٢٠٦
٥-٤-٢-١ البناء على فناء داخلي.....٢٠٦
٥-٤-٢-٢ البناء المخترق للتربة ذو واجهة واحدة أو متعدد الفتحات.....٢٠٧
النتائج والتوصيات. ٢١٠
١- نتائج البحث. ٢١٠
٢- توصيات البحث. ٢١٢
الخاتمة.....٢١٤
– المراجع.....III
– الملخص باللغة الإنجليزية.....I

Very Important Tip:

1- Lock or unlock a field

Do one of the following:

- **To lock a field and prevent changes to the current field results, click the field, and then press CTRL+F11.**
- **To unlock a field and allow updates, click the field, and then press CTRL+SHIFT+F11.**

اللهُمَّ

إنـا نستغفرك من كل ما زلـت به القدم، أو طغى به القلم، ونستغفرك من أقوالنا التي لا توافق أفعالنا....
ونستغفرك من كل ما ادعيناه من العلم بدينك مع التقصير فيه، ونستغفرك من كل خطرة دعتنا إلى تصنع وتزين، في كتاب سطرناه أو كلام نظمناه، أو علم أفدناه....
اللّهُم اجعلنا بما علمناه عاملين، ولوجهك به مريدين، ولا تجعله وبالاً علينا، وضعه في ميزان الصالحات إذا ردت إليك أعمالنا يا أكرم الأكرمين.....

الباحثة،

هبه حسن أحمد كامل

المنيا، في: فبراير ٢٠٠٩

الباب الأول

- التعريف بالبناء المحمي بالتربة.
- أنواعه وتصنيفاته.
- البناء المحمي بالتربة قديماً.
- البناء المحمي بالتربة حديثاً.
- التجربة المصرية مع البناء المحمي بالتربة.

الباب الثاني

- إمكانات ومحددات وضعية البناء تحت الأرض على عدة عوامل.
- الإمكانات والمحددات بالنسبة لاختيار وتخطيط الموقع.
- إمكانات ومحددات الجوانب التصميمية والجمالية.
- إمكانات ومحددات الجوانب الاقتصادية.
- إمكانات ومحددات الجوانب القانونية.
- إمكانات ومحددات نفسيـة وفسيولوجية واجتماعية.

الباب الثالث

اعتبارات اختيار وتخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة

- العوامل المؤثرة على اختيار الموقع.
- أسس واعتبارات تخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة.
- البناء على مواقع منحدرة (كحالة خاصة).

الباب الرابع

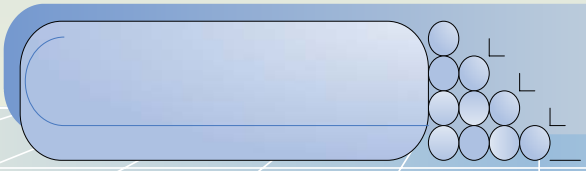
- اعتبارات التصميم المعماري للبناء المحمي بالتربة.
- اعتبارات توفير الطاقة.
- اعتبارات سمعية وبصرية.
- اعتبارات إنشائية.

الباب الخامس

دراسة إمكانية تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة للإسكان في الصحارى المصرية

- دوافع التفكير في التطبيق بالصحارى المصرية، والتركيز على الاستخدام السكني.
- العقبات التي تعترض التطبيق للإسكان في الصحارى المصرية.
- مقترحات تخطيطية لتجمع حضري يلاءم طبيعة الصحارى المصرية.
- مقترحات تصميمية لبناء مسكن محمي بالتربة يلائم طبيعة الصحارى المصرية.

الخاتمة



- النتائج.
- التوصيات.

النتائج والتوصيات

يمكن تقسيم البحث إلى جزأين: الجزء الأول يعبر عن الدراسة النظرية التحليلية وهي تتمثل في الأبواب من الأول حتى الرابع، والجزء الثاني يتمثل في الباب الخامس باعتبارها دراسة استكشافية عن إمكانية تطبيق هذا النمط للإسكان بالصحراء المصرية.

وعلى ذلك، أمكن استخلاص بعض النتائج من خلال الجزأين الأول والثاني من البحث، والتـي يمكن إيجازها في النقاط التالية:

١- نتائج البحث.

١- أن البناء المحمي بالتربة يتوافق مع مفهوم التنمية المستدامة، حيث أن هذا الأسلوب من البنـاء يتطلب قدراً أقل من الطاقة وأعمال الصيانة، ولا يهدد البيئة الطبيعية من حوله بـأي صـوره. وتعتبر تجربة قرى الصين وقرية مطماطة بتونس واستدامتهم وتلائمهم مع البيئة المحيطة هـي أفضل مثال على ذلك.

٢- على الرغم من أن البناء المحمي بالتربة ليس أسلوباً جديداً، حيث قد طُبق في بعض الحضارات القديمة، إلا أن بعض الشعوب قد طورته ليصبح بديلاً بالعديد من الاستخدامات، خاصةً المناطق ذات المناخ القاسي، لما يوفره من حماية وراحة حرارية. ويعتبر أحد البدائل الهامة التي يمكـن استغلالها لإعادة تشكيل منطقتنا الحضرية لمقابلة تحديات المستقبل بدون تدمير البيئة السطحية.

٣- أن الأفكار التصميمية للبناء المحمي بالتربة ظلت ثابتة في النماذج القديمة والحديثة مـع تطـور الزمن، على الرغم من تطور تقنيات البناء والمواد المستخدمة.

٤- أن البناء المحمي بالتربة يمكن تطبيقه على نطاق واسع من المواقع المختلفة، إذ أن تعدد النماذج التصميمية وأنواعه المختلفة وتنوع أساليب التطبيق، يجعله ملائمـاً للعديـد مـن المواقـع ذات الظروف الاجتماعية والاقتصادية المختلفة.

٥- يوفر البناء المحمي بالتربة العديد من الإمكانات المميزة والتي تعتبر سمة أساسية فيه، أهمها:

أ- استقرار في درجة الحرارة على مدى اليوم، وثبات نسبي في الحرارة والرطوبة علـى مدى فصول العام المختلفة.

ب- ثبت بالبحث ارتفاع كفاءة الأداء في الأعمال التي تتم داخل الأبنية المحميـة بالتربـة، خاصة الأنشطة التي تتطلب الهدوء، حيث زاد تركيز وأداء العاملين بالمكتبات والمباني الإدارية، وفي نفس الوقت لم يؤثر تواجدهم تحت الأرض سيكولوجياً عليهم بالسلب.

ج- ظهر بالبحث أنه عند استخدام بعض الشعوب المتقدمة كالولايـات المتحـدة (خاصـة الطبقات الاجتماعية المرتفعة منها) لهذا الأسلوب من البناء في السكنى، فإنه يحسن من الصورة المرتبطة في الأذهان عن المباني المحمية بالتربة وارتباطها بانخفاض مستوى المعيشة.

د- تقليل درجات التلوث بأشكاله المختلفة.

ه- ملائمة بعض التضاريس عن البعض الآخر، فهي تعد نموذجاً جيداً لاستغلال الأسـطح والأراضي المائلة ذات الطبيعة الجبلية، والتي يصعب البناء فيها بالطرق التقليدية.

٦- إن الاستفادة من أسلوب البناء المحمي بالتربة في مجال الإسكان يتطلب التغلـب علـى بعـض المحددات التي تواجه هذا الأسلوب من البناء، أهمها: المحددات النفسية، والمحددات الاقتصادية، والمحددات التقنية، وبعض المحددات الأخرى المرتبطة ببعض المواقع.

أ- تتمثل المحددات النفسية في عدم تقبل المجتمع لفكرة السكن في بناء محمي بالتربة- حتى لو كان فوق الأرض-، وذلك نتيجة الخلفية الذهنية المتوارثة وارتباطه بمفهوم الدفن والمقابر، إضافة إلى أن التجارب التاريخية للسكن المحمي بالتربة تفتقر إلى روح التصميم المعماري المعاصر واستيعابها لمعطيات التكنولوجيا الحديثة.

ب- وتتمثل المحددات التقنية في نقص خبرة المطورين والمخططين والمصممين المعماريين بسبب نقص الوعي بإمكانات الفراغ الأرضي وما يقدمه من مزايا هامة.

ج- أما المحددات الاقتصادية فتتجلى في ارتفاع التكلفة المبدئية لهذا النوع من البناء. على الرغم من انخفاض تكلفة التشغيل على المدى البعيد، إذ انه يقلل الاحتياج إلى استهلاك الطاقة للوصول بالمبنى إلى حدود الراحة الحرارية.

د- اتضح بالبحث قصور أداء البناء المحمي بالتربة بمفرده في المناطق ذات الرطوبة النسبية المرتفعة، حيث أنه يحتاج حتماً إلى أساليب تهوية سالبة تكميلية للحصول على الهواء المتجدد للتقليل من ارتفاع الرطوبة النسبية داخل البناء. وبالقياس على ذلك يتضح عدم ملاءمة البناء المحمي بالتربة للمباني ذات الاستخدام العام عالية الكثافة من المستخدمين إلا في حالة الاستعانة الجبرية بوسائل التكييف الميكانيكية وأساليب المحاكاة الصناعية للبيئة الخارجية، والمعروف عنها ارتفاع التكلفة، وهو ما لا يتوافق مع المجتمع المصري بحال.

٧- تختلف الاعتبارات العامة للتطبيق (التخطيطية والتصميمية)، والاعتبارات الخاصة (نفسية أو اجتماعية أو صحية أو اقتصادية...الخ)، باختلاف المكان والبيئة المحيطة وطبيعة الأرض والإمكانيات المتاحة وغيرها من العوامل التي تميز هذا النمط من العمارة من مكان لآخر.

٨- ثبت بالبحث أن هناك أنواعا معينة من التركيب الجيولوجي للتربة تلائم البناء المحمي أكثر من غيرها، وهي التربة الرسوبية الطفلية التي كونتها الرياح، أو التربة المركبة من طبقات متبادلة من الحجر الجيري. فيتم استخراج الطبقات الناعمة بالطرق اليدوية البسيطة والغير مكلفة، والإبقاء على الطبقات الصلبة كأسقف وأرضيات. مثل المتواجد حالياً بالتجربة الصينية والتونسية في هذا المجال.

٩- التعامل مع المنحدرات له عدة اعتبارات تم استنتاجها من خلال البحث، منها:

أ- يعتبر البناء على قمم التلال من أفضل الأماكن بالنسبة للمناطق الرطبة- مثل الساحل الصحراوية-، حيث يقل الاحتياج إلى التدفئة في الشتاء، وتتوفر تهوية جيدة صيفاً تعمل على تقليل الرطوبة.

ب- أما في المناطق الجافة- شديدة الحرارة (وهي تمثل حوالي ٩٠٪ من الصحارى المصرية)، حيث الرغبة في الاحتماء من الرياح الجافة الساخنة، يعتبر الحفر بباطن الجبال من أنسب الأماكن للإنشاء المحمي بالتربة.

ج- كلما اشتد الانحدار كلما قلت المساحة المتاحة للبناء والتصطيب، مما يؤثر بالتالي على الكثافة البنائية المتاحة. وأفضل ميل يتراوح بين (١٥ :٣٠٪) حيث يحدث التوازن بين الكثافة البنائية المتوسطة والاعتبارات الاقتصادية الناتجة عن عمليات الحفر والتصطيب.

١٠- اتضح من خلال البحث أنه يمكن استخدام التخطيط المتضام مع البناء المحمي بالتربة، من خلال: دمج الوحدات وتلاصقها بدلاً من فصلها، أو استخدام أسلوب التجمعات الصغيرة Clusters، أو البناء بداخل الفراغ الأرضي بالمنحدرات. للاستفادة من المميزات الهائلة التي يوفرها البناء المحمي بالتربة في الأجواء القاسية. وهو ما خلص إليه البحث تحت مسمى "المبدأ الثلاثي للتخطيط"، والذي يتمثل في: (البناء على المنحدرات وبداخل الفراغ الأرضي مع الاحتفاظ بالتشكيل المتضام).

١١- يؤثر التواجد سواء فوق أو تحت الأرض على طبيعة النشاط الاجتماعي سواء الفردي أو الجماعي، وقد اتضح من خلال البحث أن البناء المحمي بالتربة يلائم بعض الاستخدامات أكثر من البعض الآخر طبقاً لمميزاته التصميمية، واحتياجات المستخدمين، ونسبة الإشغال اليومي، وبعض الجوانب الأخرى الاقتصادية والتنفيذية. فالبناء المحمي بالتربة يلائم الأنشطة التي تتطلب الهدوء والتركيز، كالكتابة أو الرسم والنحت، فضلاً عن الاستخدام السكني الذي يعتبر من أكثرهم احتياجاً للهدوء الذي يوفره البناء المحمي بالتربة.

١٢- أكد البحث على أفضلية استخدام أسلوب البناء المحمي بالتربة من حيث الأداء في المباني التي لا يتعدى عمقها دورين إلى ثلاثة على الأكثر، وهو ما يلائم الاستخدام السكني. بالإضافة إلى أدائه الأفضل بالمناخ القاسي كالمناطق الصحراوية متطرفة المناخ مثل الصحارى المصرية. ومن جانب آخر التأكيد على أفضلية هذا الاختيار من الناحية الاقتصادية بالنسبة للاستخدام السكني وبالنسبة للمناطق متطرفة المناخ، حيث يوفر في استهلاك الطاقة على المدى الطويل.

١٣- إمكانية تطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة للاستخدام السكني بالصحارى المصرية، على أن يتم مراعاة بعض الاعتبارات (التخطيطية والتصميمية)، وبعض الجوانب الأخرى (النفسية والاجتماعية)، والتي تم مناقشتها بالباب الخامس من البحث.

٢- توصيات البحث.

١- يوصي البحث بضرورة نشر أسلوب البناء المحمي بالتربة على المستوى المحلي من حيث الدراسة أو التطبيق. فمن حيث الدراسة، يوصي البحث بنشر فكر حماية البناء بالتربة- ودراسة المحددات والإمكانات المتعلقة به، إلى جانب أسس اختيار وتخطيط المواقع ذات المباني المحمية بالتربة وأسس التصميم الخاصة بالبناء- في أقسام العمارة للطلاب والدراسات العليا، وتوفير المراجع اللازمة لذلك من خلال تجميعها وترجمتها ونشرها.
أما فيما يختص بالتطبيق، فيرى البحث بدء تطبيق مفهوم البناء المحمي بالتربة جنباً إلى جنب مع الأساليب الإنشائية الأخرى، في مشروعات التنمية والتعمير الجديدة، مثل: توشكي والمشروعات متوسطة وصغيرة الحجم.
وفي هذا الصدد يوصي البحث بالاهتمام بالجوانب التقنية، عن طريق توفير الخبرات التصميمية والتخطيطية، والكوادر الفنية اللازمة لعمليات التخطيط والتصميم والتنفيذ.

٢- طرح تطبيق هذا النمط على المنشآت السياحية والمباني السكنية الحكومية بمناطق التنمية الجديدة، حيث أن الاستخدام السياحي يجمع بين كونه مبنى عام إلى جانب أنه الأقرب إلى الاستخدام السكني للمبيت به. بالإضافة إلى الاهتمام الملحوظ بالمنشآت السياحية من حيث النظافة والإضاءة الطبيعية والتهوية وجمال التصميم المعماري والتنسيق الملائم للموقع والإعلان عنه بطريقة جذابة عن طريق وسائل الإعلام. حيث أن تلك العوامل السابقة تعتبر عوامل محفزة ومقنعة للأفراد للتفكير في تطبيق هذا النظام عند بناء وحدات سكنية على الأراضي الخاصة بهم، كبديل معماري يحقق الراحة الحرارية والجمال التصميمي والتكامل البيئي للمبنى.

٣- يوصي البحث أن توفي النماذج التصميمية الحديثة بمتطلبات الحياة العصرية الأساسية، حيث أن عدم الراحة النفسية يعتبر من أهم المحددات التي تعترض تطبيق وانتشار هذا النوع من البناء، ويطرح البحث في هذا الصدد بعض التوصيات التصميمية للتغلب على بعض تلك المحددات:

أ- يفضل أن يقتصر وضع الاستخدام السكني على المنحدرات بشكل مدرج **Stepped**.

ب- يفضل أن يكون التوجيه نحو الشمال أو الشمال الشرقي أو الشمال الغربي، تجنباً لأشعة الشمس القوية من الجنوب في صحارى مصر، وللسماح بدخول اكبر قدر من التهوية المفضلة من الشمال. بالطبع يختلف التوجيه المفضل باختلاف الموقع وخط العرض وظروف الموقع المناخية.

ج- يفضل أن يكون الدخول للوحدة السكنية صعوداً لأعلى وليس العكس.
د- يفضل أن يكون هناك اتصالاً بصرياً بين البيئة الداخلية والخارجية، حتى يمكن للأفراد من الإدراك البصري للتغير الزمني على مدار اليوم، والتواصل مع البيئة الخارجية.
ه- يفضل أن يتم توفير أكبر قدر من العناصر الطبيعية الخارجية في البيئة الداخلية، يعطي شعوراً بالراحة النفسية ويزيد من تقبل المكان بالداخل.

٤- يوصى باستخدام البناء المحمي بالتربة على جانبي التلال بوادي النيل الضيق لبناء تجمعات عمرانية متدرجة كمدينة القرنة القديمة، وتوفير الأراضي المنبسطة لأغراض الزراعة مع التوصية بالابتعاد عن المناطق الأثرية والمناطق ذات الفوالق والصدوع.
وفي هذا السياق يوصى بتطبيق النماذج التي توفر واجهة للبناء على الفراغ الخارجي، لتحقيق رؤية أفضل وانفتاح على الطبيعة، وتحقيق التواصل بالبيئة الخارجية وتقليل الإحساس بالعزلة.
ومن جانب آخر يوصى باستغلال الشريط الجبلي الساحلي على البحر الأحمر لتكوين تجمعات عمرانية وسياحية متدرجة على الجبال- والذي لم يستغل معظمه حتى الآن- حيث يصعب إعماره واستغلاله بالطرق التقليدية، ولكن يمكن ذلك مع استخدام النموذج المحفور Geo-Space أو المدرج مثل النموذج الأسباني.

٥- يوصى بإعداد سياسات للتنمية العمرانية وتشريعات لتقديم الإرشادات ووضع المعايير، وتفعيل عملية إعادة صياغة قوانين المباني والتخطيط العمراني، بما يسمح بتطبيق هذا النوع من الإنشاء المحمي بالتربة واختيار التصنيفات الملاءمة للاستعمالات المختلفة للفراغ تحت الأرض، مما يستلزم إعداد قوانين البناء والمعايير الخاصة بتوفير الراحة للمستخدمين داخل الفراغ من: (درجة الحرارة والرطوبة الملاءمة- الإضاءة- التهوية.....الخ)، مما ييسر انتشار هذا الأسلوب وقبول المجتمع له.

٦- يؤكد البحث على أهمية مراعاة المحددات الاجتماعية والاقتصادية والنفسية والفسيولوجية عند تطبيق هذا النمط من البناء، وأن كل تطور اجتماعي أو رفع لمستوى المعيشة له ثمن اقتصادي.

٧- وأخيراً، يطرح البحث بعض التوصيات عن أولويات مستقبل البحث العلمي في هذا المجال لتطبيق أسلوب البناء المحمي بالتربة:

أ- يوصى بالتعمق في الأبحاث التي تخدم الأساليب التصميمية التي تساعد على تحسين الأداء الحراري للبناء المحمي بالتربة، مثل: تفعيل أساليب التهوية الطبيعية، خاصة في الأجواء (الحارة- الرطبة)، في محاولة للوصول إلى جودة الهواء والراحة الحرارية.

ب- يوصى بمزيد من الدراسات التي تعمل على تحسين الصورة البصرية العامة للتجمعات العمرانية بالمواقع التي تضم مباني محمية بالتربة، لتقبل الفكرة لدى الأفراد.

ج- من الأهمية بمكان زيادة البحث في النقاط التي تختص بتنسيق المواقع، وتوزيع استعمالات الأراضي فوق أو تحت الأرض، ودمج المباني المحمية بالتربة بالأخرى العادية، وتخطيطها بشكل متكامل مع التجمع العمراني ككل.

د- توجيه الأبحاث إلى دراسة التأثير السيكولوجي على الأفراد بالسكن المحمي بالتربة، والاستفادة من تجارب الشعوب الأخرى في هذا المجال.

ه- الدراسة الاقتصادية المتعمقة للمباني المحفورة داخل الفراغ الأرضي من حيث التكلفة المبدئية والتكلفة على المدى البعيد. نظراً لعدم كفاية ودقة الدراسات السابقة.

و- دراسة التأثير الفسيولوجي للإقامة في المساكن المشيدة بأسلوب البناء المحمي بالتربة، وتأثيرها بالسلب أو بالإيجاب على صحة الأفراد، خاصةً فترات النوم.

النتائج والتوصيات ٢١٠

١- نتائج البحث..... ٢١٠

٢- توصيات البحث..... ٢١٢

المراجع العربية:

١. الكتب:

إبراهيم، محمد عبد العال، **العمارة العربية (٥)، البيئة والعمارة**[1].

سلقيني، د. محي الدين، ١٩٩٤، **العمارة البيئية**، دار قابس، سوريا.

فتحي، حسن، ٢٠٠١، **عمارة الفقراء: *الأعمال الفكرية***، مهرجان القراءة للجميع، مكتبة الأسرة، الهيئة العامة المصرية للكتاب.

فجال، خالد سليم، ٢٠٠٢، **العمارة والبيئة في المناطق الصحراوية**. الدار الثقافية للنشر.

قدري، أحمد، ١٩٩٦، ترجمة: **الحضارة المصرية من عصور ما قبل التاريخ حتى نهاية الدولة القديمة**، الدار الثقافية للنشر.

موسى، محمد العزب، ١٩٩٦. ترجمة: **وادي الملوك:أفق الأبدية، العالم الآخر لدى قدماء المصريين**، الدار الثقافية للنشر.

النحاس، أسامة، ١٩٨٧، **عمارة الصحراء**، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

نوبي، محمد حسن، ٢٠٠٢. **العمران الرأسي وأمراض الإنسان**. دار نهضة الشرق، القاهرة.

الوكيل، شفق العوضي، ١٩٨٩، **المناخ وعمارة المناطق الحارة**، عالم الكتاب، القاهرة.

٢. الدوريات والمجلات:

عالم البناء، العدد ٢١٤ أغسطس ١٩٩٩، **مسابقة العمارة الخضراء نموذج تطبيقي للعمارة الخضراء في التصـميم**، نظمهـا جهـاز تخطيط الطاقة بالتعاون مع وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة.

عالم البناء، العدد ٤٥ مايو ١٩٨٤، **مشروع العدد، مسكن خاص بمينسونا ونيو مكسيكو**، المعماريون Froehle, Saphin, Joes.

عالم البناء، العدد ٦٥ يناير ١٩٨٦، **تقنيات البناء في قرى الصين العتيقة والدروس المستفادة.** عن مجلة معمار.

٣. الأبحاث المنشورة:

المعماري Lee Horne، ١٩٨١. **أنماط الإسكان الريفي في العالم الإسلامي**، بحث مقدم إلى ندوة المتغيرات المعماريـة فـي العـالم الإسلامي، بكين، عن مجلة عالم البناء العدد ٦٥ يناير ١٩٨٦.

صادق أحمد صادق، سعد، الفترة من ١/٣٠ : ١٩٩٩/٢/٣. **التشكيل الفراغي وتأثيره على علاقة المسجد ببيئتـه العمرانيـة**، نـدوة عمارة المساجد، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض، المجلد الثالث.

عبد العال أبو قرين، د. عنتر،

أ. ١٩٩٨، **خصائص التكوين العمراني الملائم للمواقع السكنية في المناطق الصحراوية الجافة**، بحـث ماجسـتير، قسـم العمارة، كلية الهندسة، جامعة المنيا.

ب. ١٩٩٩، **البناء المحمي بالتربة كاتجاه معماري مناسب للتجمعات العمرانية الجديدة في الأقاليم الصـحراوية المصـرية**، ورقة بحثية، كلية الهندسة، جامعة المنيا.

كامل، حسن محمد حسن، أبريل ١٩٩٤، **العمران تحت الأرض: الأسباب والاعتبارات الفنية**، ورقة بحثية، نشرة البحوث.

مختار، أحمد، سبتمبر ٢٠٠١، أستاذ مساعد كلية العمارة والتصميم بالجامعة الأمريكية، **ترشيد الاستهلاك: الدافع الاستراتيجي لتنظيم الطاقة في المباني**، عن مجلة البناء السعودي.

عبد اللطيف، محمد إسماعيل، والملوشي، عادل الطيب، أكتوبر ٢٠٠٧.**الأحواش (المساكن) المحفورة تحت التربة كأسـلوب تلقـائي للإعمار بالمناطق الجبلية: *تقييم التجربة بمنطقة غريان- الجماهيرية الليبية***، إسكان الفقراء (المشـكلات والحلـول)، المـؤتمر المعماري الدولي السابع، قسم العمارة- جامعة أسيوط.

٤. الرسائل العلمية:

حنا، هالة أديب فهمي، ٢٠٠٢، **عمارة المستقبل ما بين الرؤى والحقيقة: *دراسة تحليلية للبناء في بـاطن الأرض***، ماجستير، هندسة المطرية، جامعة حلوان، القاهرة.

خليل، أسامة سعد، ١٩٩٠، **دراسة تحليلية لاستخدامات الطاقة الشمسية في المباني: تأثير تشكيل الغلاف الخـارجي للمبـاني علـى الأداء الحراري لها**، ماجستير، هندسة الزقازيق، جامعة بنها.

الدبركي، آمال عبد الحليم محمد، مارس ١٩٩٩، **التهوية الطبيعية كمدخل تصميمي في العمارة السالبة**، ماجستير، جامعة عين شمس.

الزعفراني، عباس محمد، ٢٠٠٠، **التصميم المناخي للمنشآت المعمارية:" *مدخل كمي لتقييم الأداء المناخي للغلاف الخارجي للمبنى وتفاعله مع محيطه العمراني*،** دكتوراة، جامعة القاهرة.

سالم، رماح إبراهيم محمد، ١٩٨٤، **تصميم الفراغات العمرانية في المناطق الحارة: أثر المناخ على تصميم الفراغات العمرانية فـي البيئة المصرية**، ماجستير، جامعة القاهرة.

الشاذلي، إيهاب محمد، ١٩٩٤، **استخدام النظم السالبة لتشيد استهلاك الطاقة في تبريد المباني السياحية**، دكتوراه، جامعة القاهرة.

[1] سنة النشر والناشر غير مدون، مصدر الطبعة: مكتبة أكاديمية البحث العلمي، القاهرة.

الطوانسي، علي كمال علي، ٢٠٠٢، **العمارة التحتية: *عمارة باطن الأرض بين الأصالة والمعاصرة*** ماجستير، جامعة القاهرة.

عبد الكريم، نادي مصطفى، ١٩٩٨. **استخدام التكنولوجيا المتوافقة في إنشاء الإسكان منخفض التكاليف في مصر**، دكتوراه، جامعة أسيوط.

فهمي، غادة ممدوح محمد، ٢٠٠٠، **استخدام تقنيات المعلومات في صياغة أسس العمارة الخضراء**، دكتوراه، جامعة القاهرة.

قاسم، مجدي محمد، **تأثير التكنولوجيا وتطور أساليب ومواد البناء والمعالجات المناخية على العمارة، دراسة مقارنة بين مصر ودول المشرق العربي**، ماجستير، هندسة عين شمس.

قنصوة، أحمد، ٢٠٠٤، **عمارة المباني تحت الأرض: *دراسة تحليلية للمباني تحت الأرض، وإمكانية استخدامها في مصر***، ماجستير، قسم العمارة، الكلية الفنية العسكرية.

مختار، إيمان مختار عمر، ١٩٩٨، **نحو عمارة خضراء: مفاهيم وركائز**، ماجستير، جامعة القاهرة.

المنصوري، عائشة عمار، ١٩٩٩، **تأثير مواد البناء وطرق الإنشاء على التعمير المعماري في العمارة المحلية في ليبيا**، ماجستير، جامعة عين شمس.

المهيلمي، محمود ثروت، ١٩٩٠، **تصميم وتوقع أداء بعض وسائل التحكم في الاكتساب الحراري على أغلفة المباني: دراسة باستخدام الحاسب الآلي**، ماجستير، جامعة أسيوط.

٥. أخرى.

وزارة التخطيط، ١٩٩٦، **المشروع القومي لتنمية جنوب مصر حتى عام ٢٠١٧**، ج. م. ع.

كتيب دعائي لشركة Suntec لإنتاج الألياف الضوئية.

References:

1. Books:

Behling, Sophia, 1996, **Sol Power:** ***The Evolution of Solar Architecture,*** New York: Prestel.

Bobrick, B.1981. **Labyrinths of Iron.** New York: William Morrow & Company, Inc.

Carmody J. & Sterling R.,

i. 1981, **Earth Sheltered Housing,** Van Nostrand Reinhold Company, New York.
ii. 1982, **Earth Sheltered Residential Design Manual,** Van Nostrand Reinhold, New York.
iii. 1983**, Underground Building Design*: Commercial and Institutional Structures,*** Van Nostrand Reinhold Company, New York.
iv. 1985**, Earth Sheltered Housing Design,** The Underground Space Center, University of Minnesota, Van Nostrand Reinhold. New York.
v. 1990, **Underground Space on Earth:** ***Analog for a Lunar Base.*** Proc., Space 90,Engineering, Construction, and Operations in Space, Albuquerque, N. Mex.
vi. 1993**, Underground Space Design*: A Guide to Subsurface Utilization & Design for People in Underground Spaces***. Van Nostrand Reinhold. New York.

Charles, G. Woods,

i. 1984, **Natural Architecture,** ***40 Earth-Sheltered House Design,*** Van Nostrand Reinhold Company, New York.
ii. 2000, **A Natural System of House Design,** *An Architect's Way,* MC. Graw-Hill, New York.

Collins, B. 1975. **Windows and People:** ***A Literature Survey***. Washington, D. C.: NBS Building Science Series.

Crosbie M., 1994, **Green Architecture:** ***Design for a sustainable future,*** Rockport publisher, Inc., Rockport, Massachusetts.

Douglas, D. & Thomas, R. Dumbar 1985**. Earth-Sheltered Landscapes,** Van Nostrand Reinhold. New York.

Etta Schneider, Ress, 1954, **Shelter,** ***Living Together In the Modern World,*** Creative Education Society INC., U. S. A.

Frizzle **,C.** & U.Ranhagen.1980. **Human Beings Underground.** ***Subsurface Space ,****Vol*. I. Proc, Rock Store 80 Stockholm.

Givoni B.,

i. 1979, **Modifying The Ambient Temperature of Underground Buildings,** ***Earth Covered Buildings:*** Technical Notes Vol. 1. Proceedings of the conference, The Use of Earth Covered Settlements, U. S. DOE CONF-78-05138-P1.
ii. 1995, **Passive and Low Energy Cooling of Buildings**, Van Nostrand Reinhold, Chicago.
iii. 1998, **Climate Considerations in Building and Urban Design,** *A Division of Thomson Publishing Inc.,* New York.

Golany G.,

i. 1981, **Housing In Arid Lands:** ***Design and Planning.*** The Architectural Press, London.
ii. 1983a, **Earth Sheltered Habitat:** ***History, Architecture & Urban Design.*** Van-Nostrand Reinhold Company. New York.
iii. 1983b, **Design for Arid Regions,** Van Nostrand Reinhold**.** New York.
iv. 1988, **Earth Sheltered Dwellings in Tunisia:** ***Ancient Lessons for Modern Design***, University of Delware Press, New York.
v. 1992, **Chinese Earth Sheltered Dwellings*, Indigenous Lessons for Modern Urban Design,*** University of Hawaii Press, Honolulu.
vi. 1996, **Geo- Space Urban Design,** John wiilly & Sons Inc., New York.

Hait J. N., 1983**, Passive Annual Heat Storage**, Rocky Mountain Research Center, Missoula, MT.

Hasting, S. R. & R. W. Crenshaw, 1977, **Window Design Strategies to Conserve Energy,** U. S. Government printing office, Washington, D. C.

Herzog, Tomas & Kaiser N. & Volz M., 1998, **Solar energy in architecture and urban planning** = *Solarenergie in Architektur und Stadtplanung = Energia solare in architettura e pianificazione urbana*. Renewable Energy in Architecture and Design (READ). Munich, London, Prestel, New York.

Holm, W. & G. Roessler Oct. 1972. **Sunlight in Dwellings**. Proc.CIE. Study Group Symposium, Varna, Bulgaria,Oct.

Hugo H., 1989, **Earth construction:** ***A comprehensive guide,*** London: Intermediate Technology Publications.

James Steel, 1977, **Sustainable Architecture,** ***Principles, Paradigms, Case Studies,*** John wiilly & Sons Inc., New York.

Jones, Lioyd D., 1998, **Architecture and the Environment*, Bio-Climatic Building Design,*** Van Nostrand Reinhold, New York.

Kenneth, N. Clark & Patricia Paylore.1980. **Desert Housing**. Arizona Board of Regents.

Konya A., 1984, **Design Primer for Hot Climate,** the Architectural Press LTD., London.

Laura C. Zeiher, 1999, **The Ecology of Architecture,** ***A Complete Guide to Creating the Environmentally Conscious Building,*** Mc. Grow-Hill Book Company.

Lesser, W. 1987. **The Life below the Ground: A** ***Study of the Subterranean in Literature & History*****.** Faber & Faber. Boston.

Lynch, K., 1960**, Image Of The City**, Massachusetts Institute of Technology: The MIT Press. U. S. A.

Mahnke, F. & R. Mahnke, 1987, **Golorand Light in Manmade Environments,** Van Nostrand Reinhold. New York.

Max R. Terman, 1985. **Earth Sheltered Housing*, Principles in Practice,*** Van Nostrand Reinhold. New York.

Moore, F. 1993. **Environmental Control Systems:** ***Heating, Cooling, Lighting.*** Mc. Grow-Hill Book Company.

Muro, K., H. Sawada, & T. Hane. 1990. **Psychological Issues on Utilization of Underground Spaces**. Tokyo: Institute of Technology, Shimizu Corp.

Olgay V., 1967, **Design With Climate,** Princeton University Press, Princeton, New York.

Passini R., 1984, **Way Finding in Architecture,** Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Paulus, P.B., 1976.**On the Psychology of Earth Covered Buildings.** ***Underground Space 1***(2): Pergamon Press.

Richardson K., Farmer J., 1999, **Green Shift:** ***Changing attitudes in architecture to the natural world.*** Boston: Architectural Press.

Romero, O., & Larkin D., 1994, **Adobe Building and Living with Earth,** Houghton Mifflin Company, Boston, U. S. A.

Roy, Robert L. March 1979. **How to Build an Underground Home.** Farmstead.

Rudofsky B., 1969, **Architecture without Architects,** University of Mexico Press.

Salmon, Cleveland, 1986,**Architecture Design for Tropical Regions,**John Willy& Sons INC.,New York

Sterling R. L., J. Carmody & G. Elnicky, 1981, **Earth Sheltered Community Design,** Underground Space Center, University of Minnesota, Van Nostrand Reinhold, Minneapolis, New York,

Talib, K., 1984, **Shelter in Saudi Arabia**, London: Academy Editions; New York: St. Martin's Press.

Turan M., 1990, **Vernacular Architecture,** Billing & Sons Ltd., Inc., Worcester, G. Britain.

Wells, M.

i. 1977, **Underground Designs**. An Dover, Mass.
ii. 1981, **Gentle Architecture,** MC Graw- Hill Book, Company.

William F., 1997, **Back to earth:** ***Adobe building in Saudi Arabia,*** Riyadh; London: Al-Turath in association with the London Centre of Arab Studies.

Williams, R.1990. **Notes on the Underground**. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Wines, James, 2000. **Green Architecture.** Taschen. London. New York.

2. Magazines & Periodicals:

Charles, W., Talcatt & Chairman, Rickard Baily, 1989, **Home plans for solar living,** Farmington Hills, Mich.: Home Planners.

Larson, C. T. (ed.) 1967. **The Effect of Windowless Classrooms on Elementary School Children**. Architectural Research Laboratory, Dept. of Architecture, Univ. of Michigan.

Minnesota University, The Underground Space Center, 1979. **Earth Sheltered Housing Design,** University Of Minnesota, USA.

Mulvin P., 1991.**One story homes:** ***470 designs for all lifestyles, 860 to 5,400 square feet,*** Tucson, Ariz.: Home Planners, Inc.

Ohio Magazine Vol. Nov. 1981. at *www.undergroundhomes.com.*

Ojeda O. R., 1998, **Ten houses:** Eduardo Souto Moura, Rockport, Mass.: Rockport Publishers.

Reyner, J. F. Jan. 1960. **Analysis of Several Surveys Relative to Problems of Shelter Habitability.** Washington, D. C.: National Academy of Sciences**.**

Roy, Robert L. 1981**. A Log- End Cave.** ***The Mother Earth News*** .67.

Sunset, November 1982. Home owner's guide to: **Solar Heating and Cooling,** Sixth printing. New York

Sydney A. Baggs, 1978**, The Dugout Dwellings of an Outback Opal Mining Town in Australia,** ***In Underground Utilization:*** a Reference Manual of Selected Works, 8 Vols., Truman Stauffer, Ed. Vol. IV: ***Human Response & Social Acceptance of Underground Space*** (Kansas City: University of Missouri, Department of Geo-Sciences).

Turman Stauffer, ed., 1978, **Underground Utilization:** ***A Reference Manual of Selected Works,*** Vols. I-VIII, Kansas City, MO: A Geographic Publication, Department of Geo-Sciences, University of Missouri.

World Future Society. **The World of Tomorrow:** ***Selection From The Futurist,*** a Journal of Forecast, Trends & Ideas about the Future.

Wotton, E., 1981, **Windows and well-being in the Workplace.** Prepared for Health and Welfare Canada, Health Facilities Design, Ottawa, Ontario.

3. Published Papers:

Brain Brace Taylor, 1982, **The Changing Rural Habitat,** ***Vol. 1, Case Studies,*** Proceedings of Seminar Six in the series, ***Architectural Transformations in the Islamic World,*** Held in Beijing, People's Republic of China, Oct. 19-22, 1981, By: Concept Media PTE. LTD., Singapore.

Brent Anderson, 1984, **Waterproofing Materials and Techniques for Cut-and-Cover Structure,** *Underground Space, Vol8, No. 2.*

Cuttle, K. 1983. **People and Windows in Work Places.** Proc. Conf., People and the Physical Environment Research. New Zealand: Ministry of Works and Development.

Demos, G. D., S. Davis, and F. F. Zuwaylif. 1967. **Controlled Physical Environments**. Building Research 4

Hane, T., K. Muro & H. Sawada. 1991. **Psychological Factors involved in Establishing Comfortable Underground Environments**. ***Urban Underground Utilization*** '91, Pro. 4 Th. Int. Conf. On Underground Space and Earth Sheltered Buildings, Tokyo, Japan.

Heerwagon, J. 1990. **Windows, Windowlessness and Simulated View.** ***Coming of Age.*** Proc., Environmental Design Research Association Annual Conf., EDRA 21, Univ. of Illinois of Urbana-Champaign.

Holister, F. D. 1968. **A Report on the Problems of Windowless environments** *Report to the Greater London Council*. London: Hobbs the Printers, Ltd.

Labs K., 1981b, **Direct-Coupled Ground Cooling: Issues and Opportunities,** Passive Cooling '81., International Technical Conference (Miami Beach), AS/ISES, University of Delaware, Newark.

Moreland, F. et al. 1981. **Earth-Covered Buildings:** ***An Exploratory Analysis for Hazard & Energy Performance.*** Final Report, FEMA 441E.

Nicolas R., 1999. **Coming in and Coming out Underground Space,** 8_th International Conference of The ACCUS, China.

Nishi, J., F. Kamo, and K. Ozawa. 1990. **Rational Use of Urban Underground Space for Surface and Subsurface Activities in Japan.** ***Tunneling and Underground Space Technology 5*** (1-2): Pergamon Press.

Satoshi Immamura, Shuji Tanaka & Kuniaki Sato, 1991, **Technology as Assessment Technique on Ground Water and Land Environment Conservation,** ***Concerning Underground Space Development in Urban Area,*** *Urban Underground Utilization '91, Proceedings*, Tokyo: Urban Underground Space Center of Japan.

Sawada, H., and T. Hane.1991. **Comparison between Japanese & American Word Imagery used to describe** Underground Space. A Paper presented at the Symposium. For Utilization of Underground Spaces.

Shapira, H.B. et al., 1983. **Cost & Energy Comparison Study of above & below ground Dwellings**. ORNL/Con-91. NTIS, Springfield, VA.

Wada, Y., and H. Sakugawa. 1990**. Psychological Effects of Working Underground.** ***Tunneling and Underground Space Technology 5*** (1-2): Pergamon Press

Wise, J. A., and B. K. Wise. 1984. **Humanizing the Underground Work Place:** ***Environmental Problems & Design Solutions.*** First Int. Symposium. On Human Factors in Organizational Design & Management, Eds. O. Brown & H. O. Hendricks. North-Holland: Elsevier Science Publishers BV.

Wurtman R.,1973.**Biological Considerations in the Lighting Environment.***Progressive Architecture*[1]

Wyon, D. P. and I. Nilsson. 1980**. Human Experience of Windowless Environments,** ***In Factories, Offices, Shops and Colleges in Sweden.*** Proceedings of the Eighth CIB Triennial Congress, Oslo, Norway.

4. Thesis:

Ruys, T. 1970. **Windowless Offices.** M. A. Theses, Univ. of Washington.

5. Web Sites:

www.alriyadh.com/2005

www.antonio-corredera.com/tunez.htm

www.bibalex.org/arabic/gallery

www.earthshelteredhomes.com

www.earthshelteredtech.com

www.greenbuilder.com

www.horizonsunlimited.com/tstories/duval/cat_turkey.php

www.insecula.com

www.newzealandz.co.nz/photography/turkey/tranportation.html

www.siciliatourist.tv/pantalica/pantalica.htm

www.ucsinet.com

www.undergroundhomes.com

http://lexiocoient.com/egypt/siwa05.htm

http://members.tripod.com/ellerman79

6. Others:

Roberts, A. 1981. **Applied Geo-Technology***: A Text for Students & Engineers on Rock Excavation & Related Subjects.* Elmsford, N. Y. Pergamon Press.

[1] As cited in Carmody J., & Sterling R., 1993.