بسم الله الرحمن الرحيم

العمارة التحتية

(عمارة باطن الأرض بين الأصالة والمعاصرة)

إعداد

الطالب / علي كمال علي الطوانسي

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير

في الهندسة المعمارية

كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

الجيزة ، جمهورية مصر العربية

٢٠٠٢م

العمارة التحتية

(عمارة باطن الأرض بين الأصالة والمعاصرة)

إعداد

الطالب / علي كمال علي الطوانسي

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير

في الهندسة المعمارية

تحت إشراف

أ.د. / أحمد رضا عابدين

أستاذ العمارة والتحكم البيئي – قسم الهندسة المعمارية

كلية الهندسة – جامعة القاهرة

أ.م.د. / محمد مؤمن عفيفي

قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة القاهرة

كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

الجيزة ، جمهورية مصر العربية

٢٠٠٢م

العمارة التحتية

(عمارة باطن الأرض بين الأصالة والمعاصرة)

إعداد

الطالب / علي كمال علي الطوانسي

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير

في الهندسة المعمارية

يعتمد من لجنة الممتحنين:

الأستاذ الدكتور	أحمد رضا عابدين	المشرف الرئيسي
الأستاذ الدكتور	سيد مدبولي علي حسن	عضواً
الأستاذ الدكتور	سيد محمد التوني	عضواً
أستاذ مساعد دكتور	محمد مؤمن عفيفي	مشرف

كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

الجيزة ، جمهورية مصر العربية

٢٠٠٢م

ت

جدول المحتويات ب

فهرس الجداول ز

فهرس الصور ح

تمهيد م

شكر وتقدير ن

ملخص الرسالة س

المقدمة ق

– عرض المشكلة البحثية ق

– الهدف من البحث ر

– منهجية البحث ر

١– الباب الأول : العمارة التحتية (خلفية) ١

مقدمة (تعريف وخلفية طبيعية) ٢

١–١– خلفية تاريخية ١١

١–١–١– عمارة الكهوف ١١

١–١–٢– عمارة المقابر ١٤

١–١–٣– عمارة المعابد ١٧

١–١–٤– العمارة العسكرية (قلاع، حصون، ملاجئ،) ٢١

١–١–٥– العمارة السكنية ٢٢

١–١–٥–١– نماذج سكنية في مصر– واحة سيوة – ٢٢

١–١–٥–٢– نماذج سكنية في المغرب العربي (ليبيا، تونس، الجزائر، المغرب) ٢٣

١–١–٥–٣– نماذج سكنية في الصين ٣٠

١–١–٥–٤– العمارة السكنية في تركيا ٣٢

١–١–٥–٥– نماذج سكنية أخرى (أسبانيا– إيطاليا مالطا أمريكا – الخ) ٣٣

١-٢- أمثلة ونماذج معاصرة لعمارة باطن الأرض ٣٦
١-٢-١- مباني سكنية ٣٧
١-٢-٢- مباني تعليمية وثقافية ٤٣
١-٢-٣- مباني تجارية وصناعية ٤٨
١-٢-٤- مباني ترفيهية ٤٩
١-٢-٥- مباني خدمية – محطات وشبكات مترو الأنفاق – ٥٠
١-٢-٦- منشآت عسكرية ٥٥

١-٣- دراسة مقارنة لعمارة باطن الأرض ٦١
خلاصة ٦٥

٢- الباب الثاني: الاعتبارات التصميمية لعمارة باطن الأرض ٦٦

مقدمة ٦٧
٢-١- اعتبارات تخطيطية ٦٧
٢-١-١- اختيار الموقع ٦٧
٢-١-١-١- اعتبارات جيمورفولوجية (جيولوجية، طبوغرافية،تربة) ٦٧
٢-١-١-٢- اعتبارات مناخية (حرارة،رطوبة،رياح،أمطار، الخ) ٧٣
٢-١-١-٣- اعتبارات بيئية (نباتية، حيوانية، تلوث،) ٧٤
٢-١-١-٤- إمكانية الوصول من وإلى الموقع والقرب من الموارد الطبيعية ٧٤
٢-١-٢- تشكيل الخلايا التخطيطية ٧٦
٢-١-٣- استعمالات الأراضي ٧٧
٢-١-٤- التوجيه ٨١
٢-١-٥- التشجير ٨٢

٢-٢- اعتبارات معمارية ٨٣
٢-٢-١- توزيع الفراغات ٨٣
٢-٢-٢- العلاقة بالسطح ٨٤
٢-٢-٣- الاعتبارات البيئية ٨٦
٢-٢-٣-١- شكل المبنى (الحوائط، الأسقف، المسقط الأفقي،) ٨٧

٢-٢-٣-٢- أشكال وأماكن الفتحات نوافذ، أفنية (تهوية، إضاءة، تشميس،..) ٨٧
٢-٢-٣-٣- اعتبارات الطاقة ٩١
أولا: العزل بواسطة غلاف التربة ٩٢
ثانيا: التهوية السالبة ٩٦
٢-٢-٤- اعتبارات بصرية وسمعية ٩٩
٢-٢-٥- اعتبارات إنشائية ١٠٠
٢-٢-٥-١- شكل الأسقف والحوائط ١٠٠
٢-٢-٥-٢- خصائص التربة ١٠١
٢-٢-٥-٣- العزل ١٠٣
٢-٣- اعتبارات أخرى ١٠٥
٣-٣-١- نفسية واجتماعية ١٠٥
٣-٣-٢- الأمان ١٠٥
٣-٣-٣- صحية ١٠٥
٣-٣-٤- اقتصادية ١٠٦
٣-٣-٤-١- إنشائية ١٠٦
٣-٣-٤-٢- طاقة ١٠٦
٣-٣-٤-٣- صيانة ١٠٦
٣-٣-٦- اعتبارات قانونية ١٠٦
خلاصة ١٠٧

٣- الباب الثالث: خصائص عمارة باطن الأرض ١٠٨
مقدمة ١٠٩
٣-١- أنواع الفراغات التصميمية ١٠٩
٣-١-١- طبقا للاستخدام ١٠٩
٣-١-٢- طبقا لأسلوب الإنشاء – الحفر – ١١٠
٣-١-٣- طبقا لعلاقتها بسطح الأرض ١١١
٣-١-٤- طبقا لعلاقة الفتحات بالسطح ١١٢

٣-٢- ملائمة الاستخدام ١١٤
٣-٢-١- ملائمة الفوائد الرئيسية لعمارة باطن الأرض للاستخدامات المختلفة ١١٤
٣-٢-٢- ملائمة المتطلبات التصميمية لعمارة باطن الأرض للاستخدامات المختلفة ١١٤
٣-٢-٣- ملائمة عمارة باطن الأرض لمستويات الإشغال المختلفة ١١٥
٣-٢-٤- ملائمة عمارة باطن الأرض لبعض الجوانب الاقتصادية والتنفيذية ١١٩

٣-٣- المميزات والعيوب ١٢٠
٣-٣-١- مميزات عمارة باطن الأرض ١٢١
٣-٣-٢- عيوب عمارة باطن الأرض ١٢٢
خلاصة ١٢٦

٤- الباب الرابع: دراسة ميدانية تحليلية لأنماط العمارة التحتية بمصر ١٢٧
مقدمة ١٢٨
أسس اختيار الدراسة الميدانية ١٢٨
المنهج التحليلي للدراسة الميدانية ١٢٨
٤-١- المستويات التحليلية ١٢٩
٤-١-١ -المستوى القطري – مصر – ١٢٩
٤-١-٢ -المستوى الإقليمي – الإقليم المناخي – ١٣٢
٤-١-٣ -المستوى المحلي – المدينة – ١٣٢
٤-١-٤ – المستوى الأدنى – المبنى – ١٣٥
٤-١-٤-١- توثيق النماذج محل الدراسة (بمصر) ١٣٥
(أ) العمارة التحتية التقليدية : ١٣٥
١-مقبرة أمنحتب الثاني ١٣٥
٢-مقبرة رمسيس التاسع ١٣٧
(ب) العمارة التحتية التلقائية – الشعبية – : مدينة القرنة القديمة ١٣٨
(ج) العمارة التحتية الحديثة : ١٤٣

٤-١-٤-٢- تحليل النماذج محل الدراسة ١٤٦
أولا : تأثير الاعتبارات التخطيطية على الراحة الحرارية ١٤٧
ثانيا : تأثير الاعتبارات المعمارية على الراحة الحرارية ١٤٨
ثالثا : اعتبارات أخرى ١٥٧
٤-٢- دراسة مقارنة وتقييم للعمارة التحتية بمصر ١٥٨
٤-٣- نتائج الدراسة التحليلية ١٦٢

٥- النتائج والتوصيات (اقتراح مقومات نموذج مصري معاصر) ١٦٣
مقدمة ١٦٤
٥-١- نتائج الدراسة ١٦٤
٥-٢- توصيات الدراسة ١٧٨
٦- المراجع ١٨٠
٧- الملحقات ١٨٧
٧-١- تقييم اقتصادي للعمارة التحتية ١٨٨
٧-٢- النماذج التمثيلية للحرارة وحركة الهواء وتأثيرها على الفراغات الداخلية ١٩٠
٨- ملخص الرسالة باللغة الإنجليزية ii

تمهيد :

منذ أن هبط الإنسان إلى الأرض بحث عن المأوى الأمن من السباع والوحوش فلجأ إلي الكهوف في باطن الأرض مستوحيا ذلك من الحيوانات الصغيرة في لجئها إلى الجحور. ومن هنا كان باطن الأرض هو الملاذ الأول و المأوى الآمن للإنسان من الأخطار ــ حروب، حرارة، برودة، رياح، . وإلى يومنا الحاضر حيث تطور تطوراً كبيراً وأصبحت تعوّل عليه كثير من المدن لمواجهة كثير من المشكلات المناخية ومشكلات الازدحام، ونقص الطاقة.

شكل (١): الإنسان وباطن الأرض.

ويتميز عمران باطن الأرض بالعديد من الخصائص التي تميزه عن الأنماط الأخرى للعمارة، كذلك فهناك العديد من الاعتبارات التصميمية الواجب مراعاتها في البناء تحت الأرض، وسوف نتناول هذه الخصائص والاعتبارات في ظل دراسة ميدانية لأحد أنماط هذه العمارة في مصر لاستخلاص مجموعة من النتائج والتوصيات لعمارة باطن الأرض في المناطق الحارة ومصر كحالة خاصة.

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر والتقدير لكل من أسهم معي في إعداد هذه الرسالة وأخص بالذكر:

- الأستاذ الدكتور / أحمد رضا عابدين
- أستاذ مساعد دكتور / محمد مؤمن عفيفي

على كل ما قدموه وبذلوه من جهد كبير وحلم واسع وتوجيه خالص في إعداد هذا البحث، وإسهاماتهم الجليلة في توجيهه ليخرج بهذه الصورة، والتي أتمنى أن تكون إضافة جديدة للمكتبة المعمارية العربية.

الباحث

ملخص الرسالة :

العمارة التحتية هي نمط ليس مستحدثاً في العمارة كذلك فهي ليست نمطاً منقرضاً، فهناك الكثير من المنشآت تحت الأرض لأغراض مختلفة، وقد بدأت بعمارة الكهوف الطبيعية القائمة ثم بإضافة بعض التعديلات بغرض السكن كالكهوف البيضاء في استراليا والكهوف الطبيعية بفرنسا وإنجلترا والجزيرة العربية، كذلك استخدمت لعمارة المقابر والمعابد عند الفراعنة، مدائن صالح، ،الهند، الصين، تركيا، صقلية، وسراديب وأديرة فجر المسيحية كما في سراديب كنيسة مارى جرجس بمصر القديمة، ودير المغارة بدرنكة بأسيوط بصعيد مصر، كذلك وجدت القلاع الجبلية بتركيا ومالطا كنماذج للعمارة العسكرية لباطن الأرض إضافة إلى استخدام الكهوف والمباني القائمة من مقابر ومعابد كحصون وملاجئ في أوقات الحروب.

وقد كان الاستخدام السكني لباطن الأرض هو الأوسع انتشاراً خاصة في الأقاليم المناخية القاسية، وبين الطبقات الفقيرة نسبياً، كما في إيران[1] وتركيا والصين والمغرب العربي، حيث يتقابل هذا النمط من العمارة مع احتياجات السكان في تلك المناطق من العزل الحراري، أو الحماية، أو توفير سطح الأرض لأغراض أخرى وقد غلب عليه الطابع التلقائي (Vernacular Architectural Style)، وتغلب عليه البساطة وعدم استخدام تقنيات حديثة أو أنماط ونسب محددة وتعتمد بشكل رئيسي على استخدام الفناء تحيط به الفراغات المختلفة في الأراضي المنبسطة، والاعتماد على واجهة رئيسية للإنارة والتهوية مع الأسطح المائلة حيث تتجمع المساكن بشكل هرمي مائل حيث يكون جزء من المنزل داخل الأرض والآخر خارجه، وقد تتواجد فتحات تهوية وإضاءة علوية في المناطق الباردة كبعض الأقاليم الجبلية بأسبانيا.

كذلك فهناك العديد من المباني الحديثة المبنية تحت الأرض، والتي غلب عليها في البداية الجانب الوظيفي والاعتماد بشكل كبير على الوسائل الميكانيكية والكهربية للإضاءة والتهوية كالجراجات والمخازن والملاجئ والمنشآت العسكرية، مع إغفال الاعتبارات البيئية، كمخازن(Midwest) بكانساس بولاية ميزوري، ومخزن بيل جيتس بولاية بنسلفانيا الأمريكية، وتعد النقاط الحصينة والأنفاق الأرضية لخط ماجينو بين فرنسا وألمانيا، والنقاط الحصينة للحائط الأطلنطي بأوربا، وخط برايلمونت الدفاعي ببلجيكا، وخط بارليف الذي أقامه اليهود على قناة السويس بمصر من الأمثلة الشهيرة على استخدام العمارة العسكرية لباطن الأرض.

[1] ك نحو من ٢% من الإيرانيين يعيشون تحت الأرض (Golany,1983,p44).

ثم ما لبثت أن تطورت لتشمل استعمالات أخرى خاصة الاستخدام السكني باستخدام الوسائل الطبيعية للإنارة والتهوية ومراعاة الجوانب البيئية عند تصميم المبنى والاستفادة من الخبرات والنماذج السابقة وكان العزل الحراري لتوفير الطاقة هو الدافع الرئيسي للعمارة السكنية لباطن الأرض، مما جعل هذا النمط من العمارة أوسع انتشاراً في الأقاليم ذات المناخ القاري خاصة بين الطبقات متوسطة الدخل، كما في الأقاليم الجبلية الباردة في أسبانيا، وأرمنجتون ومينيسوتا بالولايات المتحدة، وكندا، وقد استخدمت الوسائل التقليدية للإنارة والتهوية كالأفنية، والفتحات العلوية (Terra Dome) إضافة إلى الواجهة الجانبية في الأراضي المائلة .

وتعتبر العمارة التحتية كذلك نمطاً مختلفاً عن العمارة التقليدية بمفهومها المعروف، لذلك نجد العديد من الاستعمالات السياحية والترفيهية تستخدمه لتحقيق نوع من التميز كمركز (Kurhaus) الترفيهي بجنوب ألمانيا. إضافة إلى الاستخدامات التعليمية والثقافية كمبنى الهندسة المدنية والتعدين بجامعة مينيسوتا ومركز أبحاث التربة بمدينة سان باول بالولايات المتحدة، ومتحف اللوفر الشهير بفرنسا، ومتحف الأحجار الكريمة باليابان.

كذلك لا نغفل ما قدمته العمارة التحتية من حلول لمشاكل مستعصية يكاد يستحيل حلها بدون هذه الحلول، كمحطات وشبكات مترو الأنفاق كما في مترو أنفاق موسكو، طوكيو، باريس، لندن، القاهرة. والجراجات متعددة الطوابق، وغيرها لحل مشكلة الازدحام.

ولعمارة باطن الأرض اعتبارات تصميمية خاصة يجب مراعاتها، للوصول بالمبنى إلى درجة الانتفاع القصوى. فهناك الاعتبارات التخطيطية :

كاختيار الموقع جيولوجياً، جغرافياً، دراسة التربة، والمحتوى المائي، الخ . ومناخياً من درجات حرارة ورطوبة وإشعاع شمسي واتجاهات رياح، الخ . وبيئياً بالتعرف على مصادر التلوث والضوضاء ودراسة البيئة الحيوانية والنباتية للموقع، كذلك إمكانية الوصول من وإلى الموقع وتوافر شبكات المرافق والبنية الأساسية من تليفونات وكهرباء ومياه وصرف وغيرها. والقرب من الشواطئ والأنهار

ويعد شكل الخلايا التخطيطية وأسلوب تجميعها أحد العوامل المؤثرة في تخطيط الموقع ويتأثر ذلك بشكل التضاريس والبيئة المحيطة وطبيعة المناخ ، فتوزع الخلايا التخطيطية بشكل مواجه للشمس في حالة المناخ البارد للتدفئة، كذلك فالنسيج المفتوح يساعد على تخلل الهواء وعمل تيارات هوائية بينما النسيج المتضام يحول دون ذلك، خاصة في المباني الجبلية لارتفاعها وبروزها عن سطح الأرض.

يراعى كذلك الفصل بين الأنشطة والاستعمالات المختلفة، وتوفير الممرات والفراغات العمرانية المتدرجة، مع مراعاة اتجاهات الرياح وحركة الشمس ومخرات السيول في تصميم شبكات الطرق الرئيسية. كذلك فاستخدام التشجير بشكل جيد يساهم في توفير فراغات مظللة ومريحة كما يساهم في الحماية من التيارات الهوائية وتنقية وترطيب الهواء.

كما توجد اعتبارات معمارية يجب مراعاتها في تصميم المبنى:

كتوزيع الفراغات التصميمية وترتيب أولوياتها في التوجيه من حيث الإضاءة والتهوية والراحة الحرارية، وشكل وعلاقة المدخل بالسطح . والاعتبارات البيئية من حيث شكل المسقط الأفقي والحوائط والأسقف، وشكل وتوجيه ومساحة الفتحات . وتعد اعتبارات الطاقة والعزل الحراري بواسطة غلاف التربة واستخدام النظم السالبة للتحكم في درجات الحرارة، والتهوية السالبة من العوامل المهمة الواجب مراعاتها في التصميم للحد من استخدام وسائل كهروميكانيكية فيما بعد. و الاعتبارات البصرية والسمعية من حيث العزل الصوتي والبصري عن المحيط الخارجي باستخدام التشجير واختيار نوعية الفتحات وتحقيق اتصال بصري بالمحيط الخارجي. والاعتبارات الإنشائية من حيث اختيار شكل الأسقف والحوائط حيث تفضل الأشكال المقببة والمستديرة لتوزيع الأحمال، ودراسة خصائص ومكونات التربة ودرجة تحميلها والمحتوى المائي بها، إضافة إلى اختيار نوعية مواد الإنشاء والعزل والتي يفضل أن تكون من البيئة المحيطة.

كذلك هناك اعتبارات أخرى نفسية واجتماعية كمحاولة تحقيق اتصال بصري في معظم الفراغات للتغلب على الشعور بالضيق الذي يمكن أن ينشأ من العيش تحت الأرض، وأمنية وصحية بتوفير أكبر قدر ممكن من التهوية وأشعة الشمس، واقتصادية كالبناء في تربة غير مناسبة كأن يكون بها محتوي مائي كبير مما يتطلب أعمال عزل خاصة، أو تربة صخرية فتتطلب أعمال تفجير، مما يزيد من تكلفة المبنى، وقانونية بمراعاة اشتراطات الأكواد التصميمية للمناطق المختلفة.

ولعمارة باطن الأرض خصائص أساسية تميزه عن غيره من مظاهر العمران من حيث النوع وملاءمته للاستخدام ومميزاته وعيوبه.

فمن حيث النوع يمكن تصنيف عمارة باطن الأرض طبقا للاستخدام (أو الدوافع) إلى دوافع مناخية، دينية، دفاعية، اقتصادية . وطبقا لأسلوب الإنشاء إلى محفور كليا أو جزئيا أو مغطي بسطح الأرض، الخ. وطبقا لعلاقتها بسطح الأرض إلى مبني في أرض منبسطة،

ومبني في أرض مائلة. وطبقاً لعلاقة الفتحات بالسطح إلى مباني مدفونة، ذات فناء، ذات واجهة جانبية، تصميم اختراقي (أي به فتحات في أكثر من اتجاه).

وتتلاءم الفوائد الرئيسية لعمارة باطن الأرض من مرونة التصميم ، إمكانية التطوير،الإضافة، العزل الصوتي والأمان والتحكم المناخي مع الاستعمالات المختلفة. كذلك تتلاءم عمارة باطن الأرض مع المتطلبات التصميمية للاستعمالات ومستويات الإشغال المختلفة ومع الجوانب الاقتصادية والتنفيذية بنسب متفاوتة حيث يلائم بعض الاستخدامات دون بعض، كذلك يمكن تغليب بعض الاعتبارات التصميمية في المبنى لتغليب نشاط دون الأخر، ففي المباني الإدارية مثلاً يمكن تغليب اعتبارات الإضاءة والتهوية على اعتبارات العزل الحراري نظراً لأن فترة استخدام المبنى تكون قصيرة ومحددة. كذلك فلكل نشاط النمط المناسب له، فالأنشطة السكنية تناسبها الأعماق السطحية لتوفير الإضاءة والتهوية المناسبة، بينما الأنشطة التخزينية فتلائمها الأعماق الكبيرة لتوفير العزل الحراري والرطوبة المناسبة.

وتتميز عمارة باطن الأرض بالعديد من المميزات كالحماية المناخية، توفير الطاقة، توفير الأرض، تكاليف الصيانة، العزل الصوتي، الخصوصية، الحماية من الزلازل والرياح. بينما قد يعيبها تراكم الأتربة، نقص مصادر الإضاءة والتهوية، إمكانية الشعور بالضيق، زيادة التكلفة المبدئية للإنشاء وشبكات المرافق والعزل ضد المياه الجوفية. ويمكن تلافيها بمراعاة الاعتبارات التصميمية والبيئية السابقة.

وتحتوي الرسالة على دراسة ميدانية لبعض أنماط العمارة التحتية في مصر تتناولها بالرصد والتحليل ثم التقييم واستنتاج نتائج وتوصيات لعمارة باطن الأرض في المناطق الحارة ومصر كحالة خاصة. وذلك من خلال نموذج تقليدي وآخر شعبي (سكني) وأحد النماذج الحديثة.

وختاماً فبتعظيم الجوانب البيئية في التصميم تكون العمارة التحتية نمطاً جيداً ومتفوقاً ويتميز على الأنماط التقليدية في كثير من الحالات.

المقدمة

عرض المشكلة :

- في ظل تضاؤل موارد الطاقة التقليدية .
- في ظل الازدحام الشديد في العواصم والمدن الكبرى في العالم.
- في ظل الزيادة السكانية الكبيرة وزحفها على الأراضي الزراعية.
- في ظل المتطلبات المناخية والتضاريسية لبعض المدن ومناطق التعمير الجديدة في مصر والعالم[1].
- في ظل احتياج بعض مناطق التنمية السياحية وخاصة في مصر إلى نمط ومفهوم جديد من العمارة يتماشى مع البيئة المحلية للمكان مع الاستفادة من الخبرات السابقة.(كالنموذج السياحي في مطماطة بتونس، والذي يمكن تطبيقه في واحة سيوة بمصر، وكذلك النموذج الأسباني والمغربي للقرى السياحية الجبلية، والذي يمكن تطبيقه في إقليم البحر الأحمر والذي يتميز بشريط ساحلي ضيق يحد من التنمية السياحية بمفهومها الحالي).
- في ظل المتطلبات الدفاعية لبعض المدن والمناطق ذات الطبيعة الخاصة، والحاجة إلى إيجاد تجمعات سكنية آمنة نسبيا، لتشجيع العمران بها، كمدن القناة سابقا وإقليم شبه جزيرة سيناء، كحالة خاصة في مصر.

- لذا فقد اتجه العالم في الآونة الأخيرة وخاصة بعد أزمة الطاقة في أكتوبر ١٩٧٣م[2] إلى محاولة الحد من استخدام الطاقة والتقليدية منها على وجه الخصوص، وكانت أحد هذه الاتجاهات في العمارة هي عمارة باطن الأرض للاستفادة من الكتلة الحرارية للأرض في حفظ الطاقة.
- كذلك فقد ظهرت شبكات ومحطات مترو الأنفاق والجراجات والمخازن والمستودعات في باطن الأرض لتجنب الحالتين الثانية والثالثة.
- وكحالة خاصة في مصر فقد اتجهت الدولة في الآونة الأخيرة وكبقية دول العالم هذا الاتجاه ومن الأمثلة على ذلك:

---

[1] مثل توشكي في مصر، وقد كانت المشاريع الثلاثة الفائزة في المسابقة التي أقامتها وزارة التعمير لذلك مدفونة كليا، أو جزئياً تحت الأرض. (عالم البناء،عدد٢١٤ص١٥).

[2] (Golany,1983,P.ix).

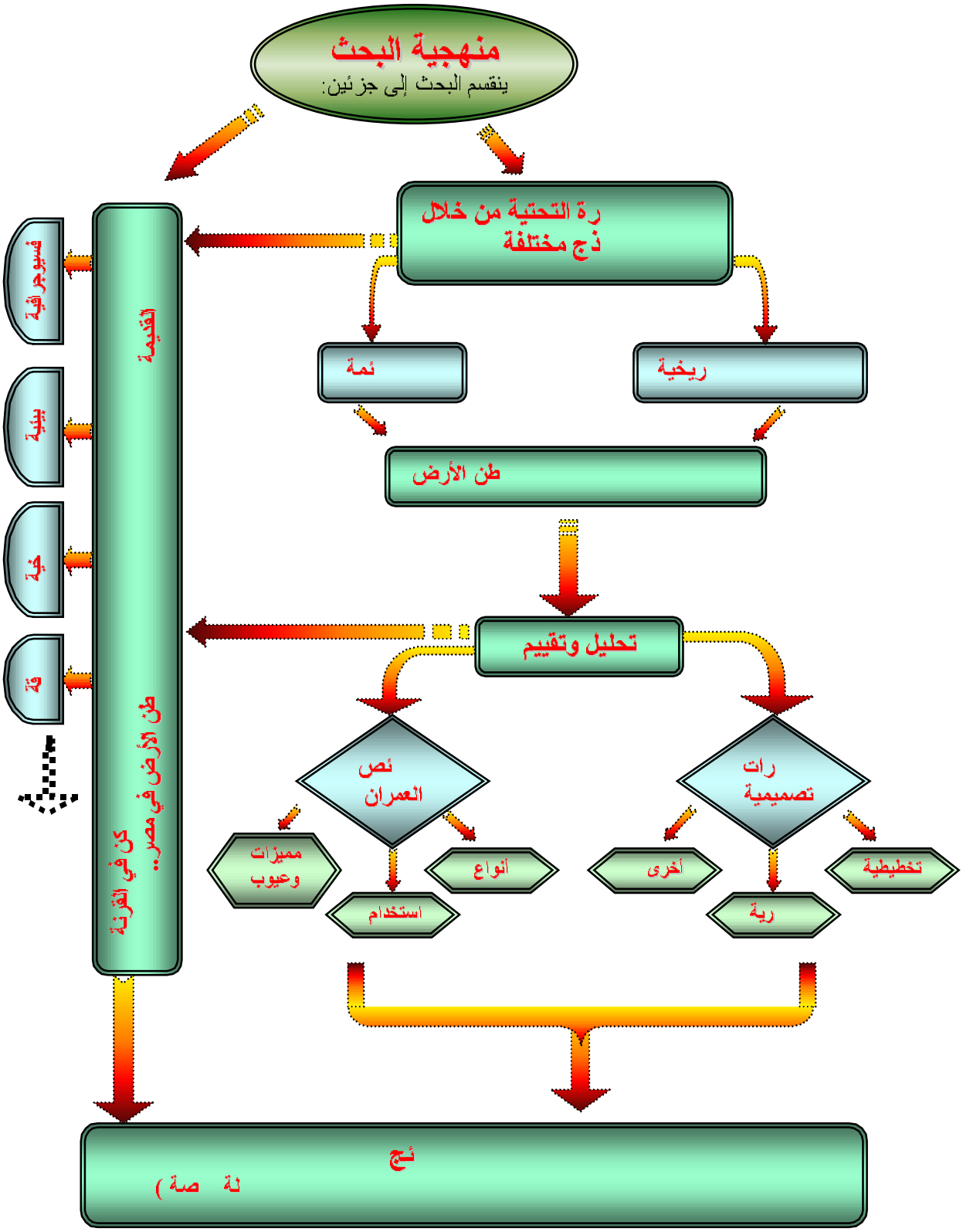
- شبكات ومحطات مترو الأنفاق والتي تحوي أنشطة مختلفة (إدارية، تجارية، خدمية ، الخ).
- الجراجات متعددة الطوابق سواء الخاصة أو العامة كالجراج متعدد الطوابق تحت الأرض بميدان التحرير.
- كذلك المساكن الجديدة المزمع إقامتها في مدينة توشكي الجديدة.

هدف الدراسة :

الاستفادة من الخبرات والنماذج السابقة والمعاصرة في مصر والعالم في عمارتها لباطن الأرض لتطوير نموذج مصري معاصر يفي بمتطلبات العصر والبيئة المحيطة، والمتطلبات الاجتماعية (نفسية،صحية، أمان،) و الإنتفاعية لمستخدميه بما يحقق أكبر وفر ممكن في الطاقة والتكلفة.

منهجية البحث :

- استنتاج مفردات العمران من البيئة المحيطة (تخطيطيا ـ عمرانيا ـ معماريا ـ تفاصيل) عن طريق:
  - دراسة لبعض البيئات الطبيعية وكيف تكيفت الكائنات الحية معها.
  - دراسة النماذج التراثية السابقة.
  - دراسة لبعض النماذج المعاصرة.
- تقييم النماذج محل الدراسة، واستنباط خصائص عمارة باطن الأرض والاعتبارات التصميمية.
- دراسة ميدانية لأحد أنماط عمارة باطن الأرض – في مصر – تشمل التوثيق والتحليل والتقييم، في ظل خصائص عمارة باطن الأرض والاعتبارات التصميمية السابقة.
- تقديم نتائج وتوصيات لعمارة باطن الأرض في المناطق الحارة و في مصر – كحالة خاصة .



شكل (٢): منهجية البحث.

١- الباب الأول :

العمارة التحتية - خلفية -

مقدمة :

يتناول هذا الباب تعريف بالعمارة التحتية، وخلفية طبيعية لهذا النمط من العمارة في الطبيعـــة، ثم يستعرض تطور عمارة باطن الأرض من خلال نماذج متعددة للاستعمالات المختلفـــة بـــداً بعمارة الكهوف، المقابر، المعابد، العمارة العسكرية، والعمارة السكنية الشعبية والتي نتناولـــها بشيء من التفصيل في مناطق وأقاليم مناخية متعددة، ثم نتنـــاول أمثلـــة ونمـــاذج معـــاصرة ظهرت بها استعمالات جديدة لباطن الأرض كالأنشطة التعليمية، الثقافية، التجارية الترفيهيـــة إضافة إلى الأنفاق ومحطات مترو الأنفاق.

يمكن تعريف العمارة التحتية كما يلي :

- بمفهومها البسيط فهي عمارة باطن الأرض.
- وغالباً ما تطلق كذلك على تغليف أسطح المبنى بغلاف من التربة[١].
- هي الفراغ الذي ينشأ نتيجة مزاولة الإنسان لأي نشـــاط عمرانـــــي تحـــت الأرض سواء أكان للســـكن أو لغيره (تعدين، أنفاق، مخازن،).
- ومن المنظور الحراري هي استعمال تربة الأرض كجزء مـــن النظـــام الحـــراري للمبنى[٢].
- هي الفن العلمي لإقامة مبنى في بـــاطن الأرض تتوافـــر فيـــه شـــروط الانتفـــاع والمتـــانة والجـــمال والاقتصاد وتفي بحاجات الناس المادية والنفســـية والروحيـــة والاجتماعية. في حدود الإمكانات المتوفرة وبأحسن الوسائل وفـــي ظـــل محـــددات المكان والبيئة المحيطة وهذا التعريف هو الأقرب إلى الدراسة– الباحث–.

---

(١) Golany,1983,p4

(٢) (http://www.greenbuilder.com/sourcebook,p2)

خلفية طبيعية :

تبني كثير من الحشرات والحيوانات بل والطيور بيوتها في باطن الأرض تحتمي بـــها من قسوة الطبيعة سواء من بطش الحيوانات الأقوى أو من شدة درجة الحرارة .

ومن أشهر الأمثلة على ذلك جحور القوارض بجميع أنواعـــها والثعـــالب و الزواحـــف كالحرباء وأبوبريص وبعض أنواع الأفاعي وغيرها من حيوانات الصحـــراء، كمـــا تكيفـــت بعض العقارب والعناكب مع الحياة في باطن الأرض إضافة إلى النمل وبعض أنواع النحـــل والدبابير وتسمح الجحور للحيوان بالظل كذلك فتشابك الأنفاق وكثرتها وتعدد المداخـــل كـــل ذلك يساعد على خلق تيارات هوائية داخلية تساعد على التهوية وبالتالي تقلـــل مـــن درجـــة الحرارة حيث غالباً ما تكون الأنفاق السطحية بغرض التهوية كما في أنفاق الخلـــد والنمـــل وأدى ذلك إلى الاختلاف الملحوظ بين درجات الحرارة والبرودة على السطح الرملي الحـــارق وتلك التي تحت الأرض، وقد دلت القياسات المأخوذة في جحور القوارض في الصحراء علي فرق في الحرارة يزيد علي (٣٥) درجة مئوية بين فتحة الجحر ونهاية النفق الذي يصل إلـــى عمق (٥٠) سم تحت الأرض[1]. كذلك فلتعدد المداخل والأنفاق كذلك ميزة أمنية للحيوان فـــي حالات الخطر أشكال (١-١ ،٦).

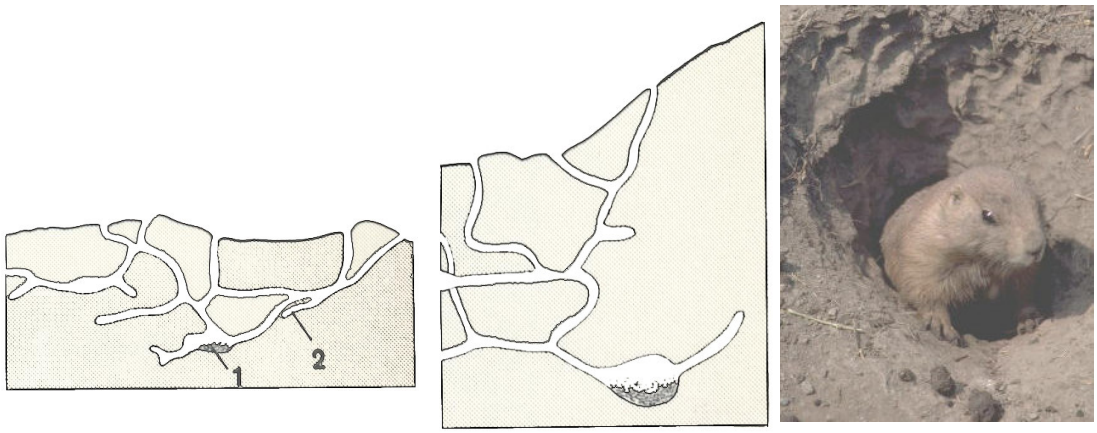
كلاب المروج أو المرموط (Marmots) :

تعيش في مستعمرات كبيرة على الأراضي العشبية في أواســـط أمريكـــا الشـــمالية وأمريكـــا الجنوبية، وتشكل جحورها شبكة معقدة تمتد أحياناً لعدة كيلومترات تحت الأرض، ولها مئـــات المداخل. ومتوسط أعماقها نحو ثلاثة أمتار. ويتكون البيت من الحجـــرة الرئيســـية تبطنـــها الحشائش الناعمة، وبعض الفراغات والنهايات التمويهية، ويخزن الحيوان في هذه الأنفاق بين ٢٠ ،٣٠ كجم من القش كغذاء لموسم الشتاء. حيث تذهب في سبات يستمر نحو ٦ أشـــهر لا تخرج منه سوى للطعام أو إخراج الفضلات وتصل درجة حرارته ما بيـــن ٥° ،٧° مئويـــة. وتبني بعضها أنفاقاً سطحية تنتقل إليها في فصل الصيف حيث تقل درجة البرودة. ويســـاعد تعدد المداخل على توفير قدر مناسب من التهوية، بينما يقل مســـتوى الإضـــاءة لـــذا يعتمـــد الحيوان في تحركه على حاسة الشم القوية.

تستخدم بعض الحيوانات الأخرى جحور هذا الحيوان مثل بعـــض أنـــواع الأفـــاعي، وبـــوم الجحور.(موسوعة الحيوان،ص٢٨١)، (Frisch,K.,1975,p263).

---

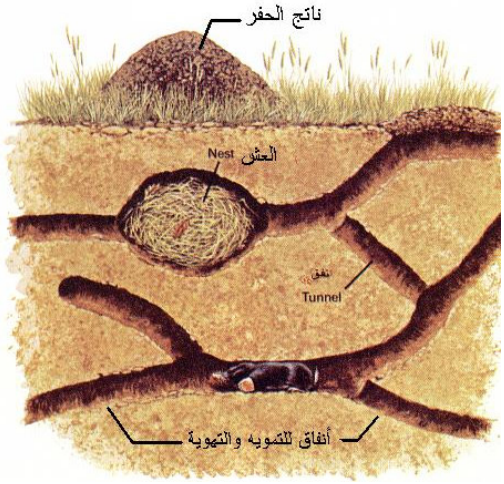
[1] فارنهام، موسوعة الحيوان،ص٣٥.



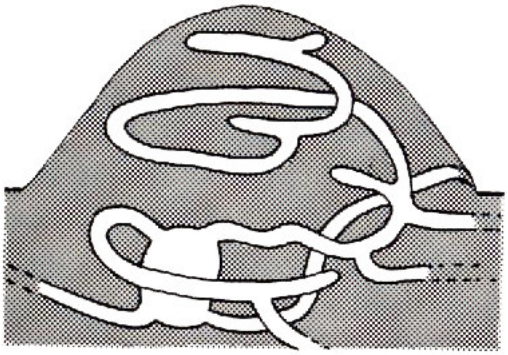
شكل(١– ٣،٢،١): صورة لأحد جحور القوارض في باطن الأرض (Marmots) ، يوضح الأوسط الجحـو الدائم والشتوي للحيوان، بينما الشكل إلى اليسار فهو جحر صيفي للحيوان ١. الحجرة الرئيســية، ٢. ممــر تمويه (Frisch,K.,1975,p263)

الخلد (Mole) :

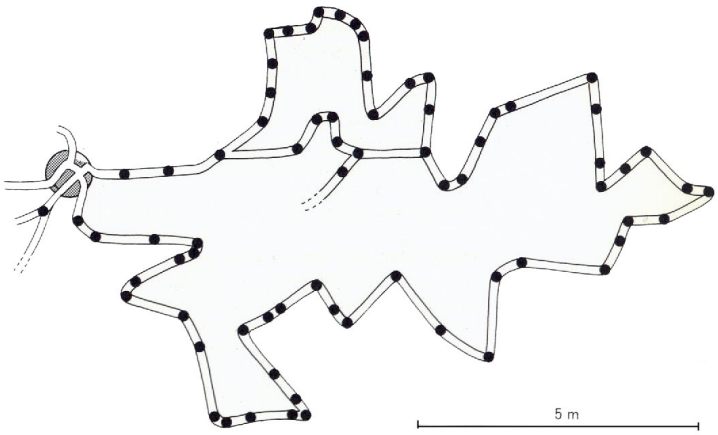
هو حيوان ثدي من آكلي الحشرات يعيش في مناطق عديدة من العـــالم كأوربـــا وأو راســيا واليابان والأمريكتين. يعيش في باطن الأرض في منطقة تتراوح بيـــن ٣٠ ٤٠٠ م حيـــث تمتلئ هذه المنطقة بالأنفاق بقطر ٢٠سم وعلى عمق يتراوح بين ١٠ إلى ٣٠ سم ويصل إلـــى ٦٠سم في مواسم الشتاء، وتظهر مخلفات الحفر على السطح في شكل كومـــات مـــن التربـــة تتخللها كذلك أنفاق للتهوية تعمل كملاقف هواء لتجديد وتحريك الهواء في الأنفـــاق الســفلية. ويتكون البيت كذلك من مجموعة من أنفاق التمويه وحجـــرات لتخزيـــن الغـــذاء، والحجـــرة الرئيسية (العش) والتي تكون غالباً تحت أكبر كومة، وتتشـــعب منـــها الأنفـــاق فـــي جميـــع الاتجاهات كعنصر أمان للهروب عند الخطر وللتهوية، ويهتدي الخلد إلى طريقـــه بواســـطة حواس استشعارية موجودة على بدنه، حيث أن عينيه صغيرتين جداً ولا يحتاجـــهما بالأســـفل نظراً لانعدام الإضاءة تقريباً.



شكل(١– ٤): مجموعة أنفاق لحيوان الخلد. (فارنـــهام، موسوعة الحيوان، ص ٢٢٩)



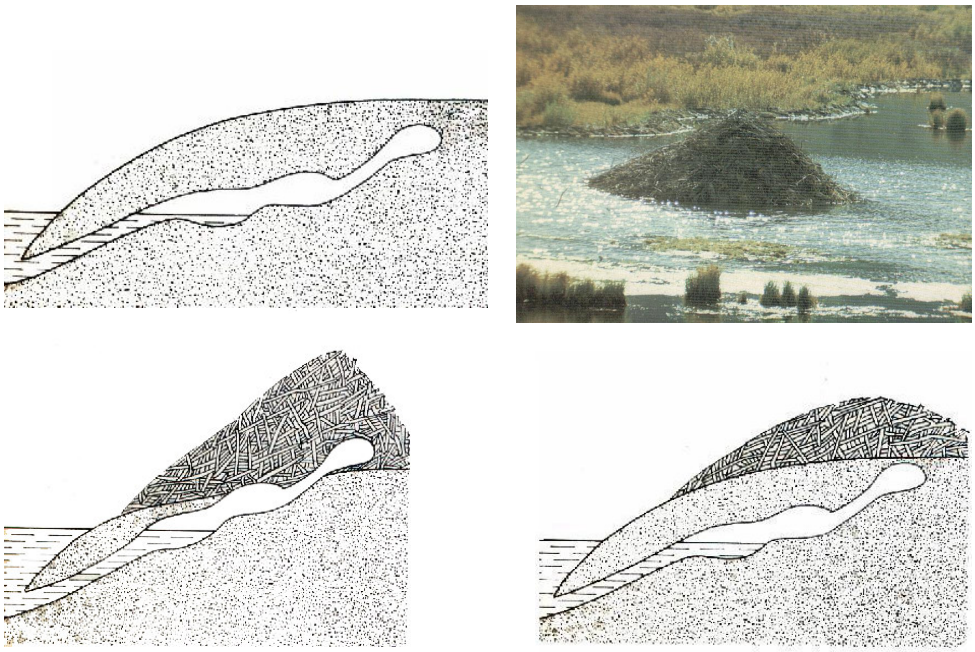
شكل(١– ٥): أنفاق التهوية في الكومـــة العلويـــة تعمل كملاقف للهواء (Frisch,K.,1975,p249)



شكل(١– ٦): مسقط أفقي لمجموعة أنفاق لحيوان الخلد – النقط السوداء تمثل تلال الركام بينما تمثل الدائرة الغرفة الرئيسية (Frisch,K.,1975,p249)

القندس (Beavers) :

يعتبر القندس أكبر أنواع القوارض، وهو بناء جيد يعيش على ضفـــاف الجـــداول والأنـــهار والبحيرات العذبة، في أوربا وأمريكا الشمالية وأسيا. ويبني بيته على ضفاف هذه المجـــاري المائية ويتكون البيت من مدخل يكون دائماً مدفوناً تحت الماء، يليه حجرة الطعام ثم الحجـــرة الرئيسية أو أكثر، قد يحتاج القندس إلى تدعيم السقف ببعض الأخشاب والطمي نتيجة لتآكلـــه وقلة سمكه بسبب نحر الماء وارتفاع منسوبه، و الذي قد يأتي على السقف تماماً حتى تصبـــح الغرفة الرئيسية بالكامل داخل هذه الكومة من الخشب والطين والتي تعـــرف ب "Lodge" أشكال(١–٧ ، ١٠).

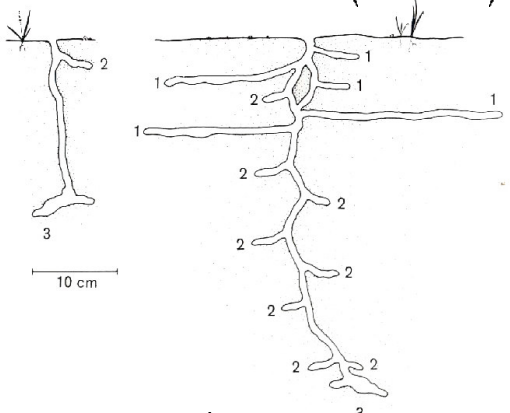


شكل(١– ٧،٨،٩،١٠): كومة (بيت) حيوان القندس وتطور شكلها تبعاً لمعدل نحر الماء (Frisch,K.,1975,p269› 277)

النمل والنمل الأبيض (Ants & Termites) :

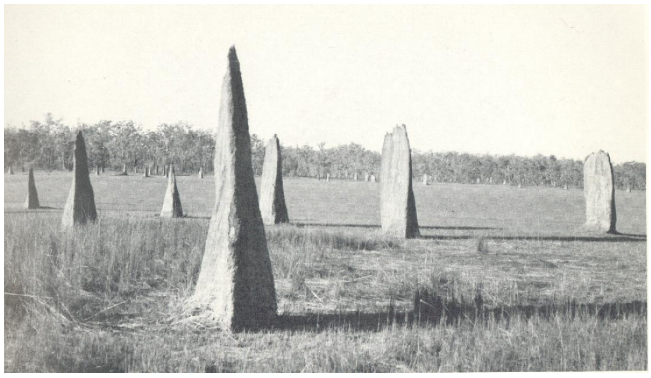
يعد النمل من اكثر الحيوانات تطوراً في البناء تحـــت الأرض، خاصـــة مســـتعمرات النمـــل الأبيض. فهناك بيوت نمل الخشب الأحمر "Red Wood Ants" فـــي أوربـــا و أســـتراليا وتكون في جذور أشجار الصنوبر الثالفة تحت الأرض وقد تظهر لها كومـــة فـــوق الأرض كامتداد للمستعمرة تتكون من مخلفات حفر التربة، وتشكل حماية مـــن الأمطـــار المباشـــرة، وتشكل نظام تهوية للمستعمرة .و تتكون المستعمرة من مستودعات علويـــة تليـــها حجـــرات المعيشة ثم حجرات البيض (الحضانات)، أشكال(١–١١،١٢).

شكل(١– ١١): قطاع في أحد كومات النمـــل ١.الركام، ٢.الرمل نـــاتج الحفـــر، ٣.تربـــة العـــــش، ٤.جـــــذع شـــــجرة (Frisch,K.,1975,p98)



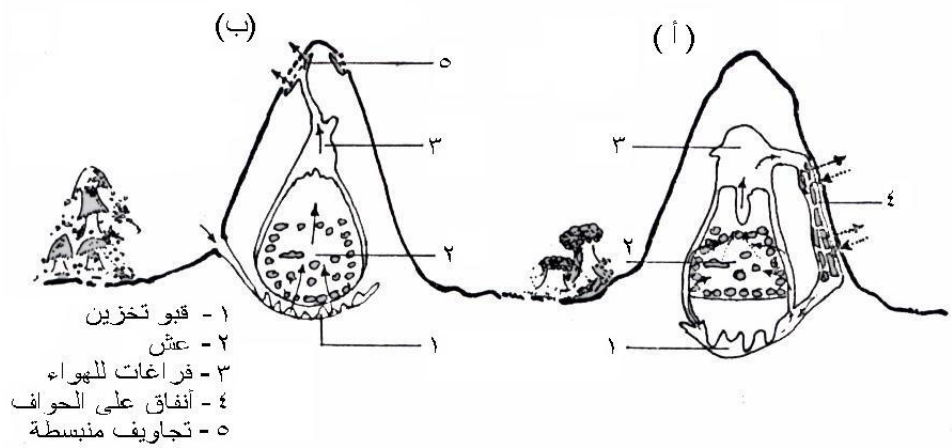
شكل(١– ١٢): رسم تجريدي لأحد مســـتعمرات نمـــل الخشب الأسترالية.إلى اليسار عش مبدئي، بينما الأيمـــن أقدم. ١.مستودعات، ٢.حجرات المعيشـــة، ٣.حجـــرات التفقيس. (Frisch,K.,1975,p106)

كما تعتبر مستعمرات النمل الأبيض في أستراليا وأفريقيا نموذجاً فريـــداً فـــي البنـــاء تحـــت الأرض لما تتمتع به من نظام ودقة في شكل وأساليب الإنشاء والتهوية والمعالجات المختلفـــة، أشكال(١-١٣ ،١٥).



شكل(١- ١٣): صورة لمستعمرات النمل الأبيض فـــي أحـــد السهول الأسترالية، ويواجه الضلع الأكبر فيها اتجاه شـــرق- غـــرب لتقليـــل الاكتســـاب الشمســـي إلـــى أدنـــى حـــد (Frisch,K.,1975,p131)

شكل(١- ١٤): أحد مستعمرات النمـــل الأبيض في أثيوبيا، وتظهر فيها مداخـــن التهوية (Frisch,K.,1975,p134)



شكل(١- ١٥): رسم تخيلي لأنفاق التهوية ببيوت النمل الأبيض (أ) في ساحل العاج، (ب) في أوغندة. (Abdin,Ph.D.,1982)

قد يتراوح ارتفاع تلال النمل الأبيض بين ثلاثة وأربعة أمتار، ويتجاوز عـــدد ســـكانها (٢) مليون.

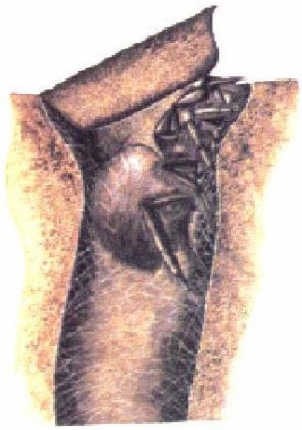
(أ) في نموذج تلال النمل بساحل العاج يعمل نظام التهوية تلقائياً. حيـــث يتـــم تســـخين الهواء في التجاويف الفطرية –الإسفنجية– بواسطة عملية التخمر ونشاطات النمل الأخـــرى. حيث يصعد الهواء الساخن ويتم التحكم به بواسطة فرق الضغط لتيار الهواء الحـــار داخـــل

نظام الأنفاق السطحي على الحواف (الرئة الميكانيكية للمبنى) حيث يتم تجديد الـــهواء. يتـم تبريد الهواء أثناء مروره بهذه الحواف، مما يولد تيارات هوائية في أقبيـة التخزيـن والتـي بمثابة نظام نفقي سفلي. ومن هناك يعود الهواء إلى العش عن طريـق الفراغـات الهوائيـة المحيطة به لتدفع الهواء الساخن إلى أعلى.

(ب) في نموذج تلال النمل بأوغندا تتواجد نفس توزيعة الفراغات، إلا أنه يوجد نقص فـي الركام بين الحدود الخارجية و أنفاق التهوية الداخلية، حيث تتم حركة الـــهواء عـن طريـق صعود الهواء الساخن في العش إلى أعلى عبر أنفاق إلى تجاويف منبسطة في قبـــة المبنـى مغطاة بحوائط مسامية تسمح بخروج الهواء الساخن. وتفتح أقبية التخزيـــن السـفلية علـى الخارج بواسطة قنوات عريضة قريبة من العش والتجاويف السكنية، كما أن أرضيـة العـش مسامية للسماح بتخلل وتجديد الهواء البارد من الأقبية السفلية.

عنكبوت الباب المسحور (Trap-Door Spider) :

يعيش في المناطق الإستوائية وشبه الاستوائية كأستراليا، ويحفر بيته في أرض مكشوفة مائلـة – حيث أنها لا تحتفظ بالماء–، يبطن حفرته بخليط من جزيئات التربة واللعاب ثـم يكسـوها بطبقة من خيوط الحرير خاصة قرب المدخل، حيث تشكل هذه الطبقات عـازلا جيـدا ضـد مصادر الرطوبة الخارجية، كذلك فالباب مخروطي الشكل لضمان إحكام القفل لعدم تسـرب الماء إلى الداخل أو حتى الضوء، وهو مربوط بخيوط حريرية تعمل كمفصلة في حالة فتـح الباب، أشكال(١-١٦،١٧).

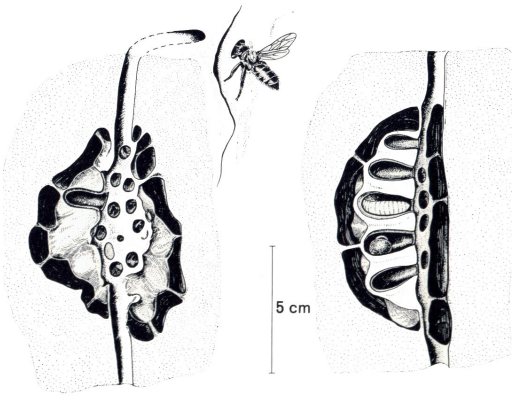


شكل(١- ١٦،١٧): عنكبوت الباب المسحور. أحد العناكب الاستوائية، وهو يبني بيته في باطن الأرض (فارنهام، موسوعة الحيوان، ص١٦)، (Frisch,K.,1975,p35,38).

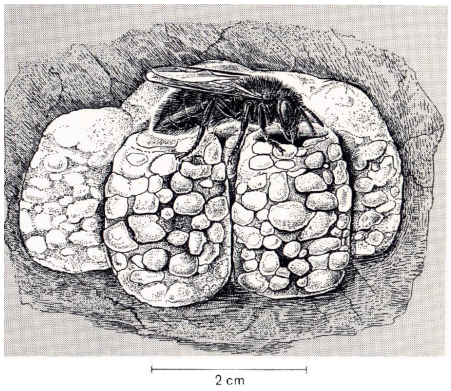
النحل (Bees) :

تتخذ بعض أنواع النحل من باطن الأرض والتجويفات الجبليـة بيوتـاً[1]. خاصـة الأنـواع المنفردة – التي لا تعيش في جماعات – ومنها النحل الحفـار (Halictus (Mining Bees، يحفر هذا النوع من النحل بيته في التربة الطفلية، ويقوم بعـزل حوائـط الغـرف الداخليـة بإفرازات شمعية تشكل طبقة عازلة للرطوبة، إضافة إلى حفر فراغات هوائيـة حـول هـذه الغرف (Gaps) تشكل عزلاً حرارياً بينما يتجدد الهواء باستمرار نتيجة فرق الضغـط بيـن فتحتي المدخل والمخرج، شكل(١-١٨).

ومن أنواع النحل الوحيد كذلك النحل البناء (Mason Bees) وهو يفضل الأحجار والصخـور لبناء بيته الذي يتكون من مجموعة من الخلايا عبارة عن كرات صغيرة من الغبار الصخـري واللعاب. قد تصل إلى ١٢ خلية تحتوي على كمية من العسل وبيضة واحدة. ثم تقـوم بغلـق الفراغات فيما بينها وتغطيتها بطبقة من الملاط، شكل(١-١٩).



شكل(١- ١٨): قطاعين رأسيين متعامدين لأحـد بيوت النحل الحفار (Frisch,K.,1975,p68)



شكل(١- ١٩): خلايا حجرية في أحد بيوت النحل البناء (Frisch,K.,1975,p71)

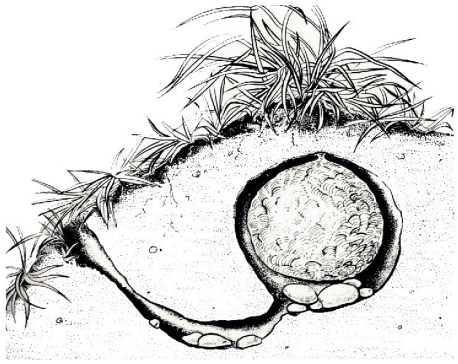
كما أن هناك نوعاً آخر يعرف بنحل الأحجار الطنان (The Stone Bumble Bees) وهـو منتشر في أجزاء عديدة من أوربا وهو يبني أعشاش أرضية في جحور الفئران أو التجويفـات الصخرية، يبطنها بطبقة عازلة من الشمع لعزل الرطوبة. وتشكل التربة عازلاً جيـداً يقـي اليرقات خطر التجمد في موسم الشتاء، شكل(١-٢٠).

[1] سورة النحل آية "٦٨"

الدبابير (Wasps) :

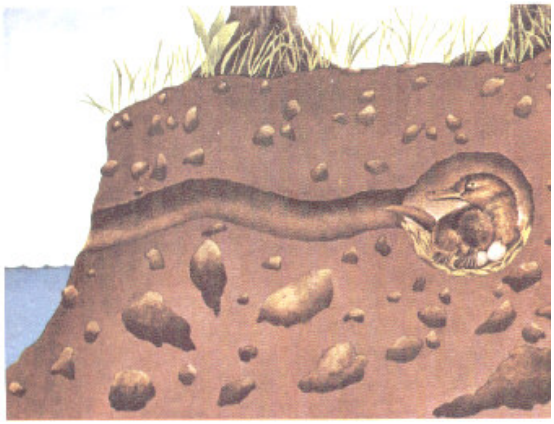
توجد كذلك بعض أنواع الدبابير تبني عشها في باطن الأرض لحمايتها من الحشرات الأخـرى ويؤدي المدخل إلى العش بشكل غير مباشر. شكل(١-٢١).

شكل(١- ٢٠): أحد الأعشـاش لنحـل الجحـور الطنـان أثنـاء فقـس البيـض (Frisch,K.,1975,p79)



شكل(١- ٢١): عش لأحد الدبـابير فـي بـاطن الأرض.(Frisch,K.,1975,p63)

بطة البلاتيوس :



شكل(١- ٢٢):

جحر لبطة البلاتيوس تختبـئ فـي سلسـلة مـن الجحور المعقدة تبـدأ مـن الجـدول أو البحـيرة (استراليا). (فارنهام، موسوعة الحيوان، ص٢١٧)

١-١- خلفية تاريخية :

سكن الإنسان الأول الكهوف الطبيعية التي ما لبثت أن ضاقت بساكنيها فبدأ يحفر كهفه بنفسه ليصطدم أثناء حفره ببعض الكتل المعدنية والتي أصبحت فيما بعد هدفا للحفر في حد ذاتها ، لتبدأ مرحلة أخرى من عمارة باطن الأرض وهي عمارة المناجم حيث وجدت أنفاق ومناجم للذهب محفورة في باطن الأرض في الصحراء الشرقية لمصر وفي أماكن كثيرة من العالم.

ارتبطت عمارة باطن الأرض بالقوة والبقاء لذا نجد أغلب الآثار المحفورة في باطن الأرض والباقية حتى الآن هي للأمم التي امتازت بالقوة كثمود كما نرى في أطلالهم في مدائن صالح بالجزيرة العربية، أو الأمم التي كانت تعتقد في الحياة الآخرة والبعث بعد الموت كالمصريين القدماء حيث أن مقابرهم وبعض معابدهم (كالدير البحري، وأبو سمبل) نجدها محفورة في باطن الأرض أو جزء منها.

١-١-١- عمارة الكهوف :

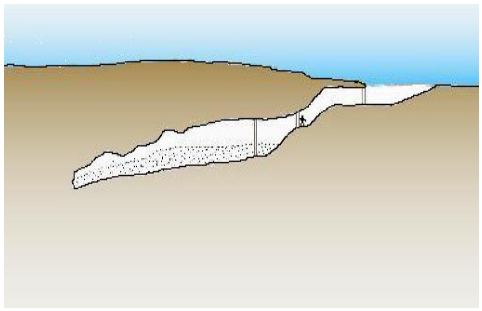
تتواجد الكهوف في مكانين :

* على الشواطئ حيث تنشأ من تلاطم الأمواج مع الجروف الصخرية على مر السنين.

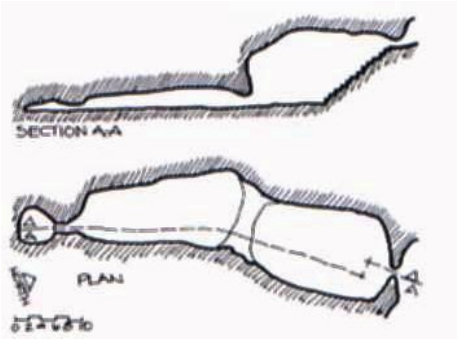
* داخلية في الأراضي الكلسية التي تنشأ من المياه الكلسية المتصببة عبر الصخور، وفي كثير من هذه السراديب بحيرات وجداول تجري عبرها.

ومن أشهر الكهوف في العالم (CHEDDAR) في بريطانيا وأجزاء من أركانساس في الولايات المتحدة، والمناطق الداخلية من يوجوسلافيا[1]، كذلك في فرنسا والجنوب و الجنوب الشرقي لأستراليا بمقاطعة فكتوريا حيث المناخ القاري وتعرف بالكهوف البيضاء وتتميز بشكل غير منتظم وقد تتوسطها دعامات حجرية وفتحات علوية للإنارة والتهوية وقد استخدمت في أغراض عديدة على مر العصور أشكال (١-٢٣ ،٢٦).

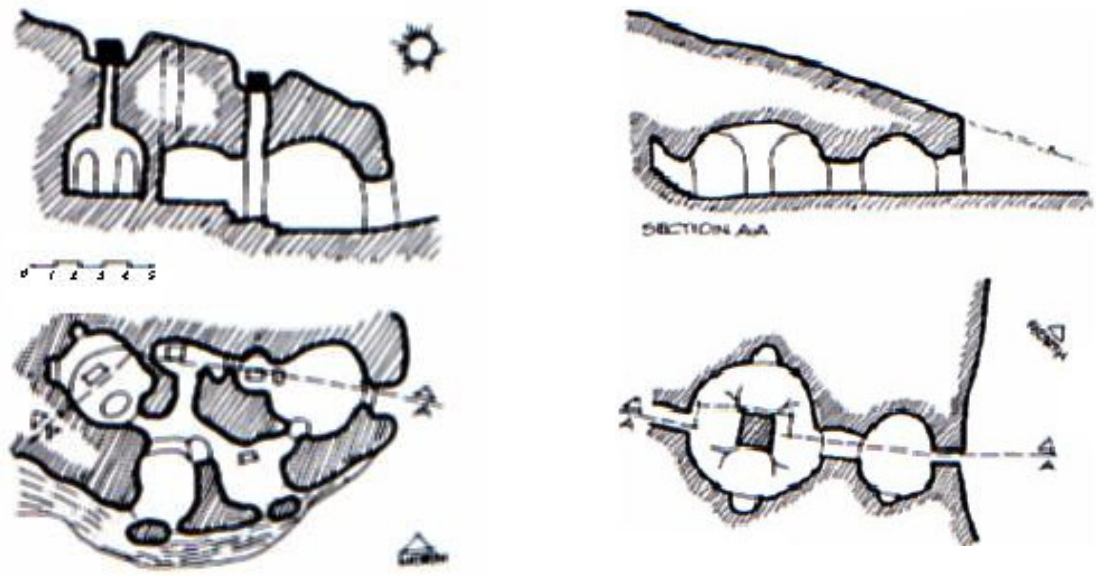
[1] فارنهام، موسوعة الحيوان،ص٣٨.



شكل(١– ٢٣): قطاع في كهف بفرنسا يرجع إلـــى ١٠٠٠٠ ســـنة قبـــل الميـــلاد. (عكرة،،١٩٩٨،ص٢٤)



شكل(١– ٢٤): مسقط أفقي وقطـــاع رأســـي لأحـــد الكهوف الأسترالية (Golany,1983,p41).



شكل(١– ٢٥،٢٦): الكهوف البيضاء بأستراليا وتظهر بها فتحات التهوية العلوية والدعامات الحجرية في المنتصف. (Golany,1983,p41).

ويوجد في سلطنة عمان أكبر كهف في العـــالم ويعرف باســـم (طيـــق) حيـــث تبلـــغ مساحته ٣٠٠مليون م٣، يليه كهـــف سيراليوك في الشرق الأقصى وتبلغ مساحته ٢٠مليـــون

م٣، ويليهم كهف مجلس الجن وهو في سلطنة عمان أيضا[1]، كذلك توجد عدة كهوف بصحراء الدهناء بالمملكة العربية السعودية، ومن أشهرها كهف القصر البلوري نظراً للتكوينات الكلسية المتدلية من سقفه والتي تشبه الكريستال شكل(١-٢٨،٢٧) ويتكون من طبقات من الحجر الجيري، كذلك غار ثور وغار حراء بمكة شكل(١-٢٩)، وفي الجزء الجنوبي الشرقي من ليبيا والتي لجأ إليها الليبيون ضد الغزو الإيطالي شكل(١-٣٠) وفي مصر وجدت كهوف مغارات جبل المقطم والتي استخدمها الجيش الفرنسي والإنجليزي والمصري لتخزين الأسلحة وكثكنات للجند في بعض الأوقات، وبعض المغارات في أماكن متفرقة من صعيد مصر.

شكل(١- ٢٧): أحد مداخل كهف القصر البلوري بالسعودية. (Sudicaves.com)

شكل(١- ٢٨): صورة لأحد فتحات الإضاءة والتهوية بالقصر البلوري (المصدر السابق).

شكل(١- ٢٩): غار حراء بجبل أبي قبيس بمكة المكرمة. (الشبكة الدولية).

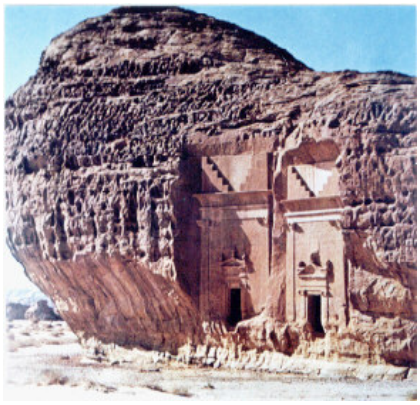
شكل(١- ٣٠): الكهوف الطبيعية في الجنوب الشرقي لليبيا. (فيلم عمر المختار).

[1] الأهرام، ١٩٩٩/٤/٩م.

١-١-٢- عمارة المقابر:

تميزت حضارات عديدة بعماراتهم للقبور وخاصة تلك الحضارات التي تعتقد في الحيـاة الأخرى والبعث بعد الموت، حتى أن بعضهم اهتم بعمارته لمقبرته أكثر من اهتمامه بتشـــييد قصره، كالحضارة المصرية القديمة،فنجد أن دورهم وقصورهم قد فنيـت وبقيـت قبورهـم شاهداً على رسوخ اعتقاد المصري القديم بعقيدته ، وكـانت الجبـال هـي المـأوى الآمـن لأجسادهم، فمقابر بني حسن بالمنيا ومقابر وادي الملوك بالأقصر، والمقابر الصخرية بأسوان من أفضل الأمثلة على ذلك.

وليس المصريون وحدهم من حذا هذا الحذو، فقد ظهرت المقابر الصخرية في الجزيـرة العربية في أكثر من مكان،ومن الأمثلة الشهيرة على ذلك "مدائن صالح" وتقع علـــى مسـافة ١٥كم شمال مدينة العلا، وقد جاء ذكـرها في القرآن باسـم الحجر، وتعود إلى القرن الثالث قبل الميلاد[١] ومدينة البتراء بالأردن أشكال (١-٣١،٣٢) ، كذلـك علـى سـبيل المثـال لا الحصر ظهرت نماذج متعددة للمقابر الجبلية والمحفورة في باطن الأرض في دبلن و إيـران وأرمينيا أشكال (١-٣٣، ٣٤) ومدينة الأموات بصقلية وهي مستعمرة سكنية قديمة بقرية أنـابو بصقلية،استخدمت كمدافن قبل الميلاد، ثم تحولت إلى سكن في العصـــور الوسـطى، ويتـم الانتقال بينها بواسطة ممرات نفقية داخلية شكل(١-٣٥) .

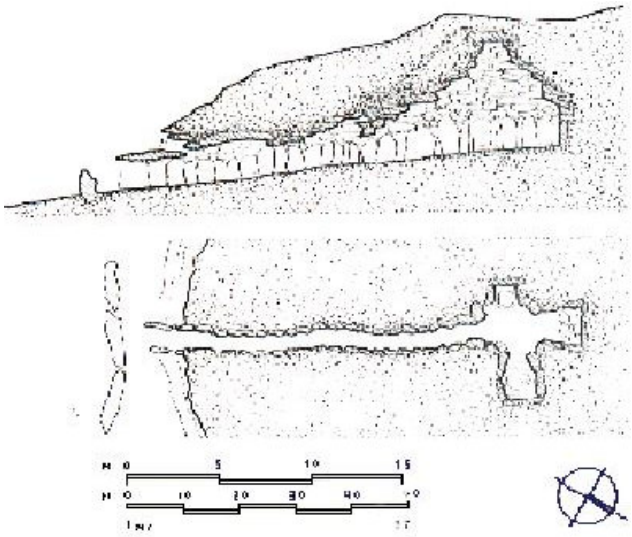


شكل(١- ٣١): أحـد مقـابر الأمـراء المنحوتة في الصخر بمدائـن صـالح ، بالمملكة العربيـة السـعودية. (Saudi

شكل(١- ٣٢): ضريح القصر بمدينـة البـتراء بـالأردن. (الشبكة الدولية)

[١] قال الله فيهم :"وتنحتون من الجبال بيوتا فارهين ". آية ١٤٩ سورة الشعراء.

(Arabian Antiquities, 1975.p88)



شكل(١– ٣٣):

(New Grange Tomb) أحـد المقـــابر المحفورة في باطن الأرض بالقرب من دبلـن وترجـــع إلـــى ســـــنة (٣١٠٠) ق.م. (Roth, 1993, P. 151).

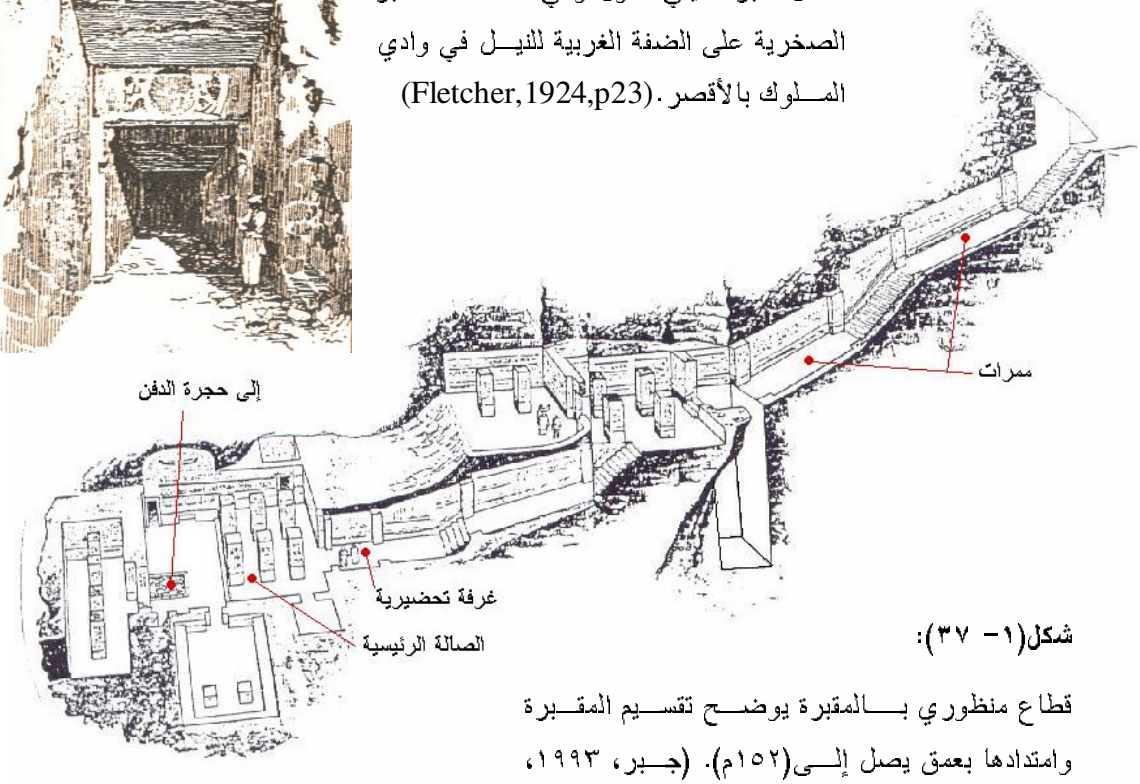
شكل(١– ٣٤): مجموعة من المقابر المحفـورة في الصخر بأرمينيا. (الشبكة الدولية).

شكل(١– ٣٥): مســـتعمرة الأمـوات بصقليـة. (الشبكة الدولية)

إلا أن مصر بلغت الذروة في عمارة باطن الأرض بمقابرهـا كما بلغت الذروة في العمـــارة على وجه الإطلاق، فنجد مقابرهم في وادي الملوك بالأقصر وأشهرها مقـــبرة ســيتي الأول أشكال (١– ٣٦ ،٣٨)، ومقابر بني حسن بالمنيا شكل(١–٣٩)، والمقابر الصخرية بأســـوان خير شاهد على ذلك شكل(١–٤٠،٤١)، وتتألف هذه المقابر غالبا من مدخل غاطس متـــــدرج شاهد تليه ممرات طويلة نسبيا متدرجة المناسيب مـــن أعلـــى لأســفل تتوســطها فراغـــات تحضيرية تقودنا إلى صالات الأعمدة ومنها إلى غرفـــة الدفن، وقد تحتوي المقبرة على أكـثر من غرفة . الفراغات ذات شكل رباعي منتظم الأضلاع، والأسقف غالباً مقببة غـــير كاملـــة الاستدارة، تتوسطها أعمدة في الفراغـــات الكبيرة نسبياً مربعة وربما مثمنـــة أو أكثر كمـــــا في بني حسن، وهى مغطاة بطبقة من الملاط ليسهل الرسم عليها حيـــث أنـــها مـــن الحجـــر الجيري.

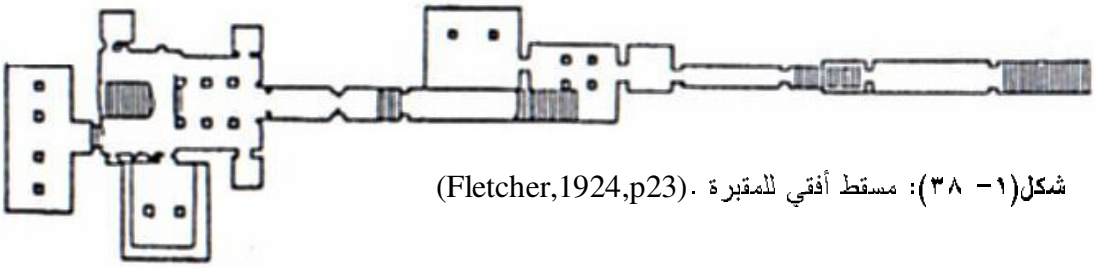
شكل(١– ٣٦):

مدخل مقبرة سيتي الأول وهي أحـــد المقـــابر الصخرية على الضفة الغربية للنيـــل في وادي المـــلوك بالأقصر .(Fletcher,1924,p23)



شكل(١– ٣٧):

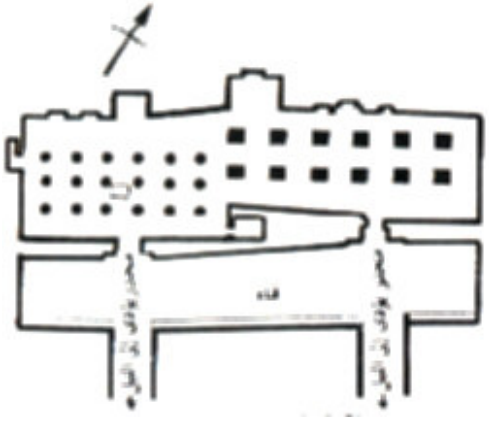
قطاع منظوري بـــالمقبرة يوضـــح تقســـيم المقـــبرة وامتدادها بعمق يصل إلـــى(١٥٢م). (جـــبر، ١٩٩٣، محاضرات تاريخ العمارة)



شكل(١– ٣٨): مسقط أفقي للمقبرة .(Fletcher,1924,p23)

شكل(١– ٣٩): صورة توضح جزء من مقـــابر بني حسن وهي مجموعة تضـــــم (٣٩) مقـــبرة نحتت في منتصف تل علـــى الضفـــة الشـــرقية للنيل–بخلاف عمارة الموتى في مصـــر والتـــي تكون دائما على الضفة الغربية – وتمتـــد هـــذه المقابر بطول(١/٢)كم تقريبا، ويعود تاريخـــها إلى ٢١٠٠ سنة ق.م. (T.V.).

شكل(١– ٤٠): صورة لصالة أعمـــدة بمقـبرة ميخو وسابني بأسوان. (عالم البناء، عـــدد ٥٥، عالم الآثار ص ٥).

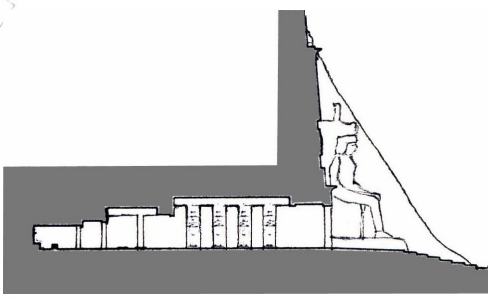


شكل(١– ٤١): مسقط أفقـــي للمقـبرة. (المصـــدر السابق، ص٦).

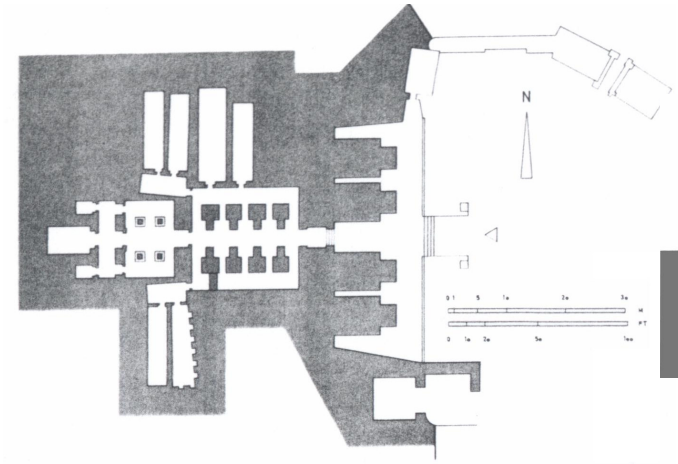
١–١–٣– عمارة المعابد :

هناك أمثلة عديدة على عمارة المصريين القدماء لمعابدهم في باطن الأرض والتي اتسمت بالفخامة والقوة كمثيلتها فوق الأرض، ولم يجد بعض الملوك بأسا في أن يدفن في معبده الذي بناه تخليدا لذكراه، ومن أشهر هذه المعابد على الإطلاق معبد رمسيس الثاني بأبوسنبل ومعبـد حتشبسوت (أو منتوحوتب) بالدير البحري، ويرجع معبد ومقبرة رمسيس الثاني بأبوسنبل إلـى (١٢٩٠–١٢٢٤)ق.م.[1]يقع جنوب مدينة أسوان بنحو (٢٨٠)كم، وقد حفر بأكمله في الصخـر وهو من الحجر الجيري ، ويتميز المعبد بارتفاع واجهتـه التي تصل إلـى (٣٣)م وعـرض (٣٨)م ويبلغ عمقه (٦٣)م أشكال (١–٤٢ ،٤٤)، بينما معبد حتشبسوت محفور جزئيا فـــي الصخر وهو كذلك من الحجر الجيري أشكال (١–٤٥ ،٤٧).

(١) من الجدير بالذكر أن أشعة الشمس تصل إلى عمق (٦١م) حيث يوجد قدس الأقداس في ٢٢فبراير،و٢٢ سـبتمبر من كل عام حيث تصل إلي تمثال رمسيس الثاني ،واله الشـــمس–رع–،و(Rae-harakhty-god of the rising sun)،ولاتصل إلى بتاح اله الظلمة،وذلك لمدة عشرين دقيقة.



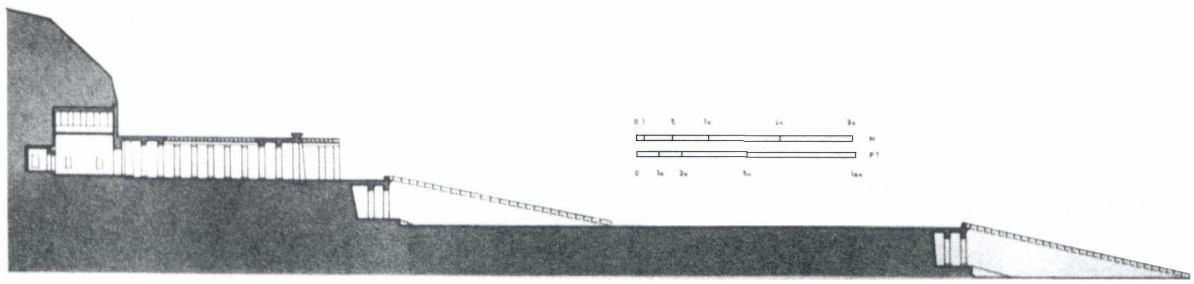
شكل(١- ٤٢): قطاع رأسي بمعبد أبو سنبل.
(Louis,1963, p.103)



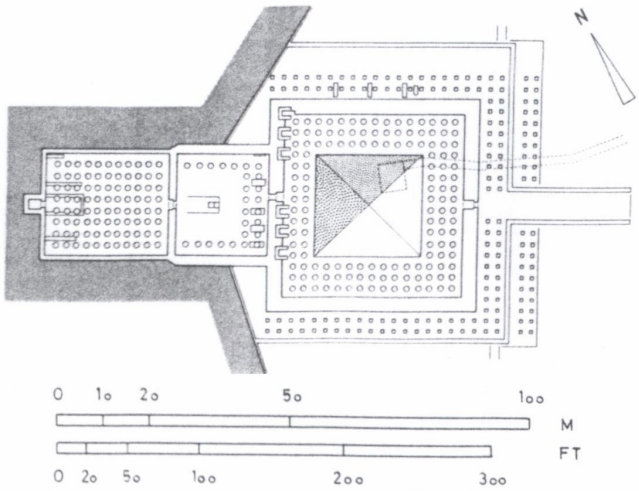
شـــكل(١- ٤٣): مســـقط أفقـــي للمعبـــد .
(Louis,1963, p.103)

شكل(١- ٤٤): معبد رمسيس الثاني بأبوســـنبل.
(Horus,January,1992,p13)

شكل(١- ٤٥): معبد حتشبسوت بالدير البحـري.
(Horus, October\December,1992,p6)



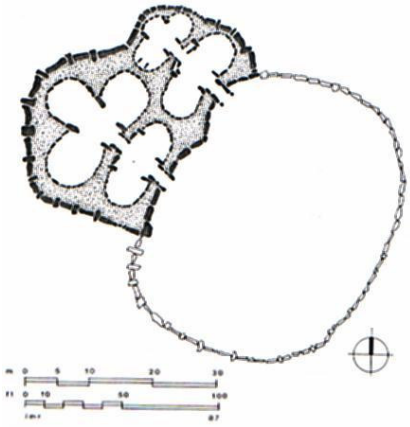
شكل(١- ٤٦): معبد حتشبسوت بالدير البحري، قطاع طولي مار بالمدخل. (Louis, 1963, p.84)



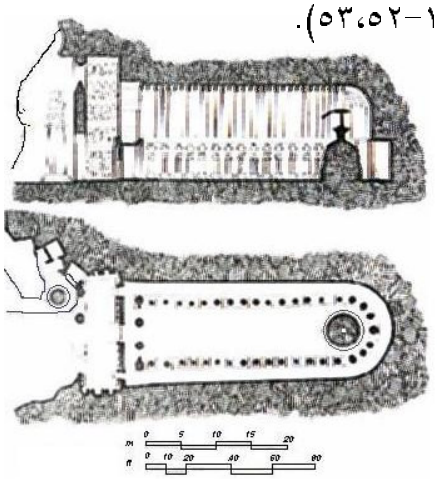
شكل(١– ٤٧):

مسقط أفقـــي لمعبـــد حتشبســـوت بـــالدير البحري.(Louis,1963, p.83)

ولم تكن مصر وحدها هي التي عمرت باطن الأرض بمعابدها فهناك نماذج أخرى فـــي الهند والصين ومالطا وغيرها من البلدان شكل(١–٤٨،٤٩). كذلك لم تقتصر هـــذه النمـــاذج علي الديانـــات الوثنية فقط، ومن أشهر الأمثلة على ذلك سراديب كنيسة مارى جر جس التـي كان يتعبد فيها المصريون الأقباط خوفا من بطش الرومان، ومغارة كنيســة أبـــو ســـرجة[1]، ومغارة (هيكل) القديس برسوم العريان بكنيسة أبي سيفين بمصر شـــكل(١–٥٠،٥١)، وديـــر المغارة بدرنكة الذي أوت إليه العائلة المقدسة بمدينة أسيوط بصعيد مصر والذي كان محجـــراً فرعونياً قديماً، وممسجد قرية بني كداش بجنوب تونس، وأنفاق المسجد الأقصى والتي يرجـح أنها كانت لتصريف المياه الزائدة إلى الوادي الجنوبي نتيجة سقوط الأمطـــار حفاظـــاً علـــى أساسات المبنى وتعود إلى العصر المملوكي شكل(١–٥٢،٥٣).



شكل(١– ٤٨): مجمع معابد يســـمى(Ggantija) في مالطا و قد بني عبرعدة قرون وهو واحد مـــن كثير من المباني الصخرية فـــي جزيـــرة مالطـــا (Roth,1993,p150).

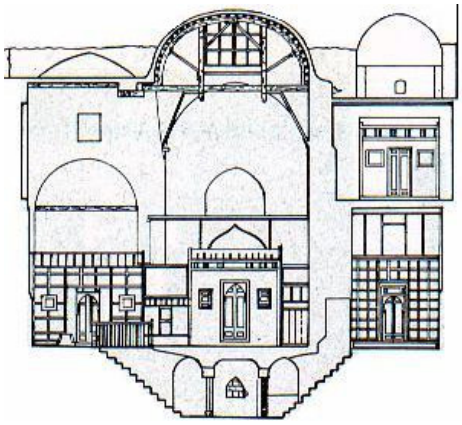


شكل(١– ٤٩): صورة لأحد المعابد المحفورة فـي الصخر، بمدينـــة كـــارلي بالـــهند وترجـــع إلـــى (C.A.D. 100). (Rudofsky,1964, p 14).

[1] أجمع الرواة على أن العائلة المقدسة اتخذت منها ملجأ أثناء هروبها إلى مصر

- **في المسيحية**

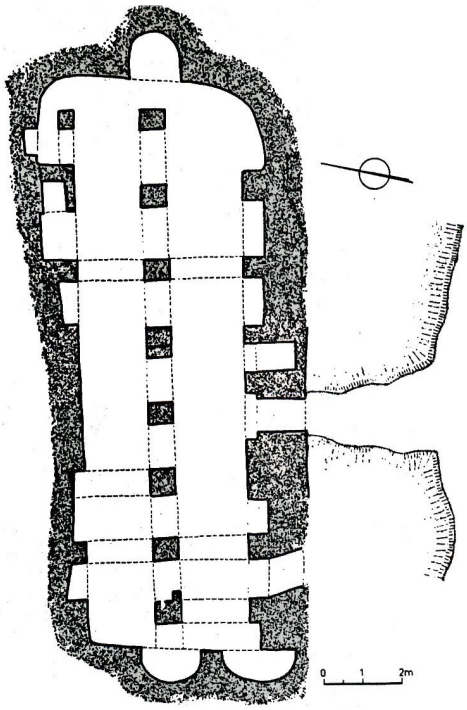
شكل(١– ٥٠): مغارة القديس برسوم العريـان بكنيسة أبي سيفيين. (الفريـد،١٩٩٣،ص٧٩) – الباحث.



شكل(١– ٥١): قطاع عرضي بمغارة كنيسـة أبـو سرجة (عالم البناء،عدد٨٥،عالم الآثار،ص٥)

- **في الإسلام** .

شكل(١– ٥٢): صـورة لأحـد أنفـاق المسـجد الأقصى (عمار،عدد٣٠،ص٦٩).

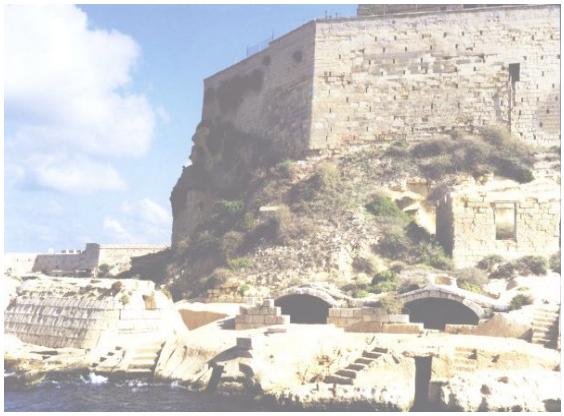


شكل(١– ٥٣): مسقط أفقي لمسجد بنـي كـداش بجنوب تونس (النحاس،١٩٨٧،ص٢٣٢)

١-١-٤- العمارة العسكرية :

لما كان الهدف الأساسي للعمارة هو إيجاد المأوى الآمن كذلك كان أحد الأهداف الأساسية لعمارة باطن الأرض هو توفير قدر أكبر من الأمان لشاغليها، لذا فقد وجدت أمثلة متعددة للعمارة العسكرية لباطن الأرض فمنها ما هو محفور أفقياً في باطن الأرض كقلعة جورمي(Goreme) الجبلية بتركيا شكل(١-٥٤) أو جزئياً كقلعة اجلوز(Igloos) بمالطا شكل(١-٥٥) .

شكل(١- ٥٤): قلعة جورمي (Goreme super-fortress)بتركيا (Understanding Architecture,p52)



شكل(١- ٥٥): قلعة اجلوز(Igloos) بمالطا. (الشبكة الدولية).

١-١-٥- العمارة السكنية (الشعبية):

هناك العديد من الأمثلة والنماذج لعمارة باطن الأرض في الاستعمالات السكنية إلا أنه لـم تحكمها أشكال أو نسب محددة يمكن أن نطلق عليـها نمـط (ARCHITECTURAL STYLE) ولكن غلب عليها الطابع الشعبي –التلقائي– (VERNACULAR ARCHITECTURE). وهـي العمارة التي نتجت عن تفاعل الإنسان مع البيئة المحيطـة لتلبيـة احتياجاتـه المختلفـة دون الحاجة إلى خبرات تصميميه متخصصة أو تقنيات متقدمة –الباحث– وهنـاك العديـد مـن الأمثلة عليها، فهنـاك نماذج في صحراء شمال إفريقيا حيث المنـاخ القاري– في مصـر وليبيا وتونس والجزائـر والمغرب.وهي كمثيلتها في صحراء الجزيرة العربيـة وصحـراء الشام، وكذلك وجدت أمثلة في الصين، تركيا، أسبانيا، إيطاليا ،مالطـا، اسـكتلندا، أمريكـا، وغيرها كثير. وهذه النماذج تغطي بيئات وأقاليم مناخية مختلفة إلا أنها تتفـق جميـعا في توفير المتطلبات البيئية والمناخية لكل إقليم، وسنركز على العمارة السكنية منها.

١-١-٥-١- العمارة السكنية في مصر :

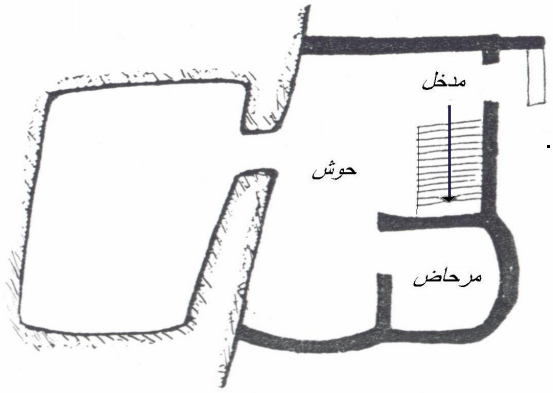
لم يكن عمران المصريين لباطن الأرض بمساكنهم غريبا عليهم فقد عمروا بها قبورهـم ومعابدهم.كما في القرنة القديمة بالأقصر وغيرها من القرى الجبلية لمـدن الصعيـد. ومـن الأمثلة القريبـة على ذلك في واحة سيوه شكل(١-٥٦،٥٧) وهى منخفض من الأرض يقـع في الشمال الغربي لمصر، ويمكن اعتبارها كذلك امتدادا طبيعيـا لعمارة المغـرب العربـي ومناخ واحة سيوة قاري شديد الحارة صيفا ومعتدل شتاء ويتميز بتفاوت شديد فـي درجـات الحرارة بين الليل والنهار. التربة هناك عبارة عن طبقات مترسـبة مـن الحجـر الجـيري والرملي، ويتكون المسكن في سيوة من جزئين أساسيين شكل(١-٥٨)هما:

الأول : الاستقبال ويشمل المدخل والحوش الخارجي وأحيانا قاعة تعرف بالمجلس.

الثاني: النوم والمعيشة وتتكون من أكثر من فراغ في أغلب الأحيان.

شكل(١-٥٦): التجميع العضوي للمساكن تحـت الأرض بسيوة (Rudofsky, 1964,p18)

شكل(١-٥٧): مدخل لأحد المساكن تحـت الأرض في سيوة. (عالم البناء،عدد١٠٠،ص٢٧).



شكل(١-٥٨):
أحد المنازل المحفورة جزئيا تحت الأرض في سيوة.
(عالم البناء،عدد١٠٠،ص٢٧).

١-١-٥-٢- العمارة السكنية في المغرب العربي(ليبيا،تونس،الجزائر،المغرب):

بحكم تجاور هذه الدول فإنها تتشابه في التكوين الجغرافي والمناخي، ففي الشمال سـهول منبسطة تمتد بمحاذاة الشواطئ ويسيطر عليها المناخ المعتدل للبحر المتوسط، وتليها سلسـلة من الجبال المرتفعة – سلسلة جبال أطلس– وتمتد من الشمـال الغربي لإفريقيا حتى تتلاشـى شرقا في تونس، وتلي هذه السلسلة الجبلية صحراء شاسعة الصحـراء الكـبرى [١] ذات مناخ قاري و تشكل هذه الصحراء نسبة كبيرة من مساحات هذه البلدان لذا ظـهرت الحاجـة للتأقلم معها وكان عمـران باطن الأرض أحد الحلول الناجحة التـي لجـأ إليـها الإنسـان والحيوان هربا من قسوة الطبيعة فيها.

ويمكن تقسيم أنماط المباني هنا إلى نوعين رئيسيين[٢]:

الأول:

مبني بالكامل تحت الأرض بما في ذلك الفناء الداخلي كما في مطماطة في تونس وغريـان في ليبيا– ويتكون من:

- مدخل منحدر – وأحيانا يكون متدرجا – بشكل منحني لتحقيق الخصوصية .
- فناء غير منتظم الأضلاع في الغالب بعمق من (١٠) إلى (١٢) متراء وعرض مـن (٥) إلى (١٠) أمتار.
- غرفة المعيشة وتوجد خلفها غرفة صغيرة للتخزين.
- غرفة رئيسية للزوجين (٥م×٧م) وتضاف غرف جديدة بزواج الأبناء. وقد تحفـر الغرف على مستويين كما في مطماطة.
- وأحيانا توجد مدخنة علوية تتصل بمخزن الغلال لتعبئة الغلال وكمصدر للتهوية.

---

[١] وتعرف بصحراء الصحاري فهي أكبر صحراء في العالم تبلغ مساحتها ٩ ملايين كم٢.

[٢] استناداً إلى (Lee Horne) بحث مقدم إلى ندوة المتغيرات المعمارية في العالم الإسلامي،بكين،١٩٨١م عالم البناء، عدد ٦٥ ، ص٨-.

الثاني:

ويتواجد دائما في المناطق الجبلية وهو مبني جزئيا فـــي بـــاطن الأرض نظـــرا لصلابـــة الصخور،ويتكون من:

- مصطبة خارجية [1]تبنى عليها الأفنية والمخازن وإسطبلات الحيوانات إن وجدت.
- غرف المعيشة والنوم ويتم حفرها بالكامل داخل الطبقات اللينة بعمق ٧ إلـــى ٨ م ، وعرض ٣ إلى ٤م، وارتفاع مترين.
- أماكن للتخزين ويتم حفرها أيضا.
- وقد تتصل الغرف فيما بينها بممرات داخلية تفصل بينها الأبواب.

وينتشر النوع الأول كلما اتجهنا شرقا حيث الأراضي المنبسطة، بينما يكثر النوع الثاني كلمـــا اتجهنا غربا حيث تكثر المرتفعات وتزداد ارتفاعا وتقل الأراضي المنبسطة.

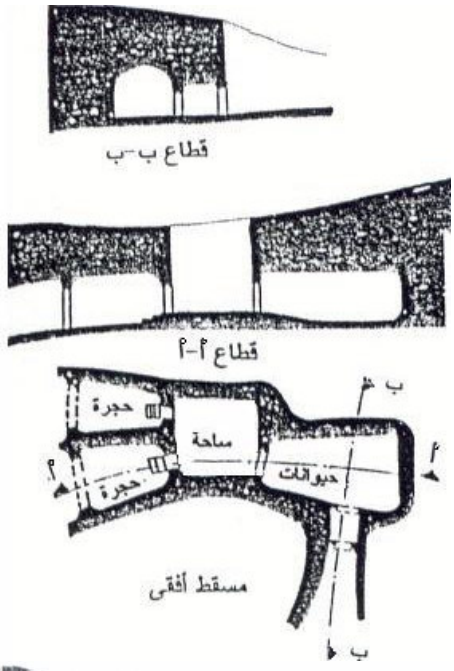
(أ) ليبيا:

توجد في الشمال الغربي لليبيا سلسلة جبلية تعرف بـــالجبل الغربـــي تتخللـــها الشـــعاب والوديان، يسودها مناخ قاري نظرا لقربها من الصحراء، بالرغم من وقوعها في نطاق منـــاخ البحر المتوسط. لذ كان أنسب الحلول للتكيف والسكن في هـــذه المنطقة هو الحفر في بـــاطن الأرض، ومن أشهر الأمثلة على ذلك غريان وهي بالكـــامل تحـــت الأرض (النـــوع الأول) والبيوت مبنية في سفح الجبل ويتكون البيت من حجرتين أو أكـــثر وفناء داخلـــي بالإضافـــة إلى حظيرة للحيوانات لها مدخل خـــلفي يختلف عن مدخل أهل البيت ، ونلاحـــظ أن الفنـــاء الداخلي يمثـــل أعلى نقطة في البيت كي لا تتجمع فيه مياه الســـيول إن وجـــدت، شـــكل(١-٥٩،٦٠)، وكذلك مدينتي الزنتان وجادو وهي مثال للنوع الثاني من المباني حيث أنها مبنيـــة جزئيا تحت الأرض، وهي عبارة عن تجمعات متصلة ومنفصلة أحيانا مع مباني من الحجـــر ومونة الجبس للضيافة وتخزين الغلال وتقع على سفوح الهضاب تجنبـــا للســـيول[2] يشـــمل الجزء الخارجي المدخل والمطبخ وحجرتين للتخزين، والحيوانات، بالإضافـــة إلـــى الســـاحة وبعض الأنشطة الأخرى – الدكان-.بينما الجزء المدفون يشتمل على حجرات النوم والمعيشـــة شكل(١-٦١).

---

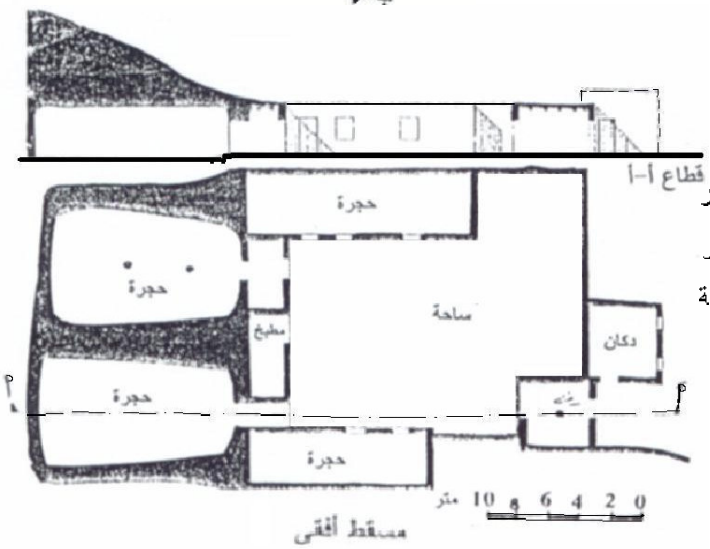
[1] جزء منبسط يتم تسويته في الجبل بشكل أفقي ليسهل البناء عليه.

[2] عكرة، البيت الجبلي،ص١٣.



شكل(١-٥٩، ٦٠):

صورة ومسقط أفقي وقطاعات رأسية لمنزل محفور كلياً في الجبل النوع الأول في مدينة الزنتان الواقعة في جبل نفوسة. (عكرة، ١٩٩٨،ص١٣، ٢٥).



شكل(١-٦١):

قطاع ومسقط أفقي لبيت محفور جزئيا تحت الأرض في مدينة جادو غرب مدينة الزنتان.(عكرة،١٩٩٨،ص١٥).

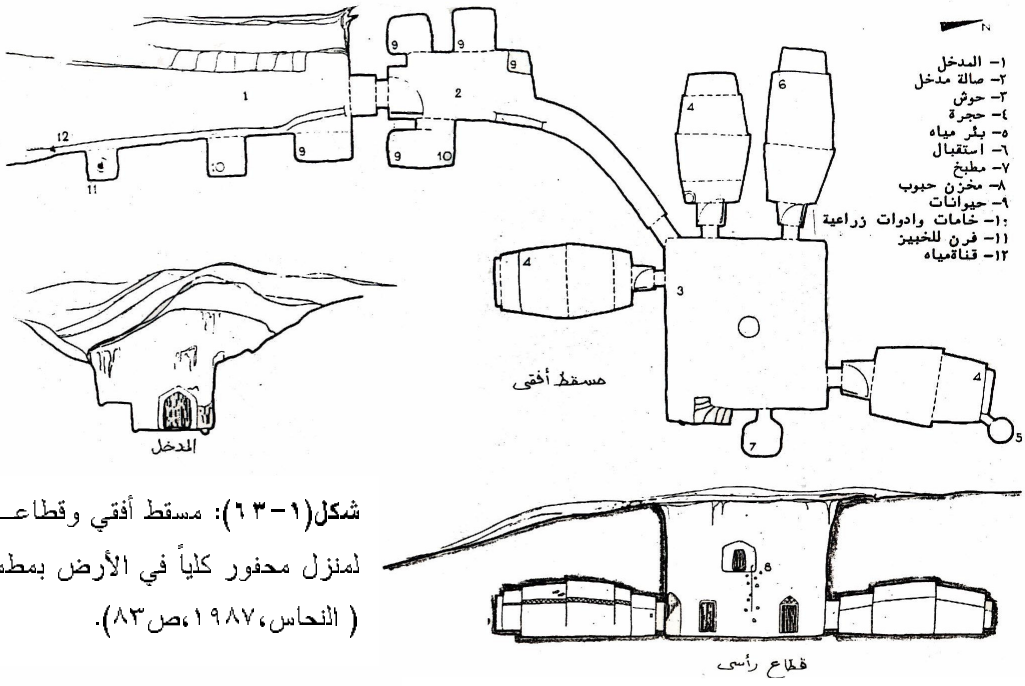
(ب) تونس:

تتوزع في تونس أكثر من (١١) قرية تحت الأرض يتركز أغلبها في الجنوب الشرقي لتونس بالقرب من الصحراء الكبرى حيث التفاوت الشديد في درجات الحرارة ، والجبال جنوب تونس تتكون من طبقات قاسية وهشة من الحجر الرملي قد يصل سمكها إلى ستة أو ثمانية أقدام ، وقد لجأ إليها السكان البربر منذ القرن السابع الميلادي وما زالت آهلة بالسكان إلى الآن، ومن أشهرها شنني والدويرات وغمرسان ومعتمر وتوجان، إلا أن أشهرها على الإطلاق هي مطماطة والتي بني فيها الآن فندق سياحي على نفس النمط[1].

[1] عالم البناء أعداد ٨٥ص١٦، ١٠٠ص٢٦، ٢٠٦ص٦.

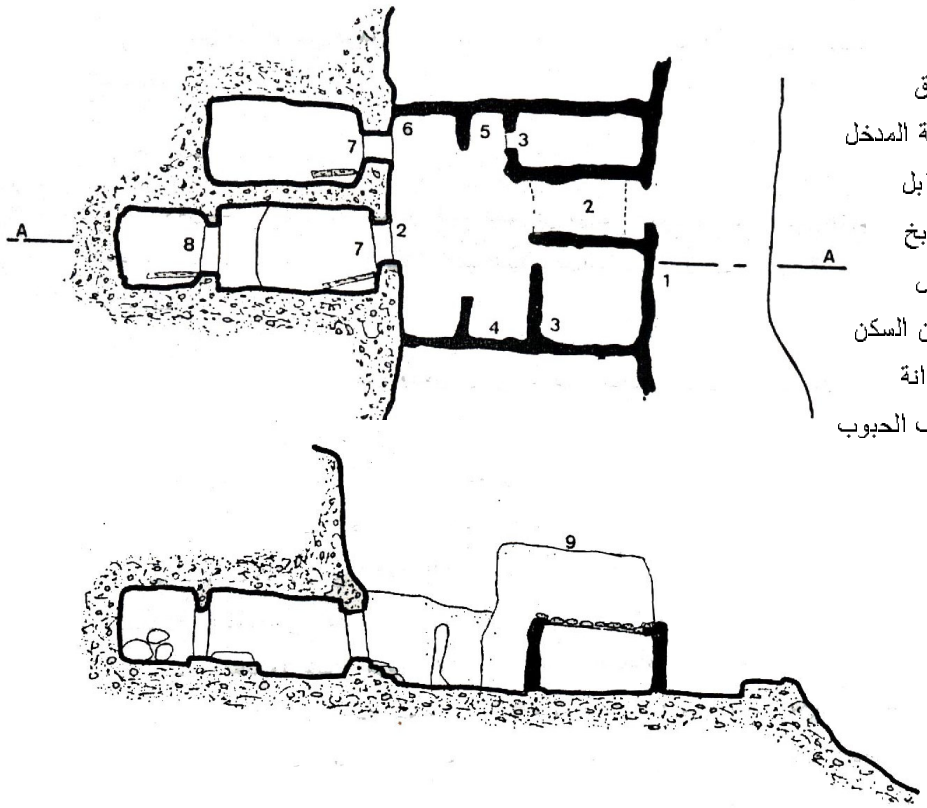
والتصميم الغالب هو فناء عميق تحيط به غرف في مستويات مختلفة سواء للســـكنى أو للتخزين والمدخل عن طريق سلالم أو منحدرات، الحجرات مستطيلة أبعادها (٢×٢م) تقريبـــا ذات حوائط مستقيمة و سقف منحنى غالبـــا وقـــد يتوسطها عمود ليدعم السقف، ومنســـوب الفناء منخفض قليلا عن منسوب الغرف التي قد تكون من مستويين، وتلحق بالغرف مخـــازن صغيرة للحبوب ويحفر تحت المخزن صهريج لتجميع المياه الجوفية لتجنب عطب الحبـــوب، وقد تحفر مخازن مجمعة كما في مدينة قرماسة ويصل عمقها إلى ٦٠٠م في بطـــن الجبـــل، بينما يتم تخزين المياه في خزان محفور في وسط الفناء وتجلب المياه عن طريق حفـــر آبـــار يصل عمقها إلى ٢٠٠قدم تحت الأرض[١] أشكال(١-٦٢ ،٦٨).

شكل(١-٦٢):
منظر عام لقرية مطماطة بواحاتها وغابات زيتونها ونخيلها المميـــز و يظـــهر فـــي الصورة النمط العضوي في تشكيل البيـوت مع بعضها. (عالم البناء،٨٥،ص١٦).

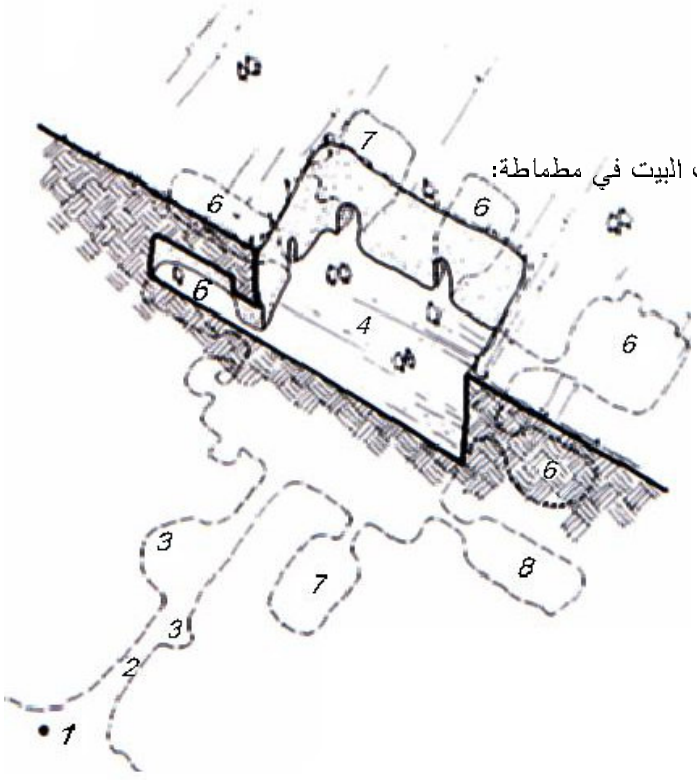


شكل(١-٦٣): مسقط أفقي وقطاعـــات لمنزل محفور كلياً في الأرض بمطماطة. (النحاس،١٩٨٧،ص٨٣).

[١] (Golany,1983,p6.).



شكل (١– ٦٤): مسقط أفقي وقطاع رأسي لمنزل محفور جزئيا في الصخر بقرية شينيني بجنوب تونس (النحاس،١٩٨٧،ص٢٠٨).

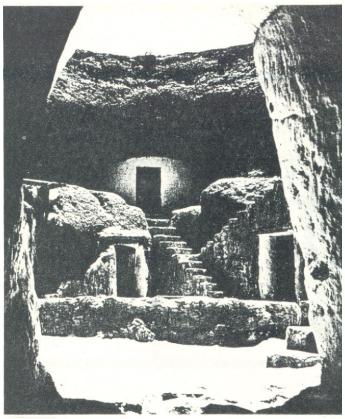
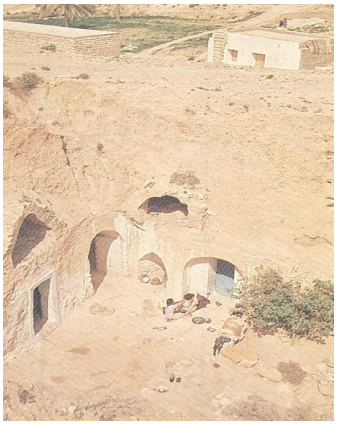
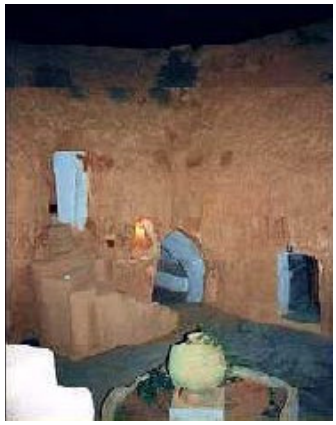


شكل(١– ٦٥):

قطاع منظوري يوضح توزيع مكونات البيت في مطماطة:

(١) حفرة الماء.
(٢) نفق المدخل المنحدر.
(٣) مسطبة.
(٤) فناء.
(٥) مطبخ.
(٦) غرف معيشة ونوم.
(٧) مخازن حبوب.

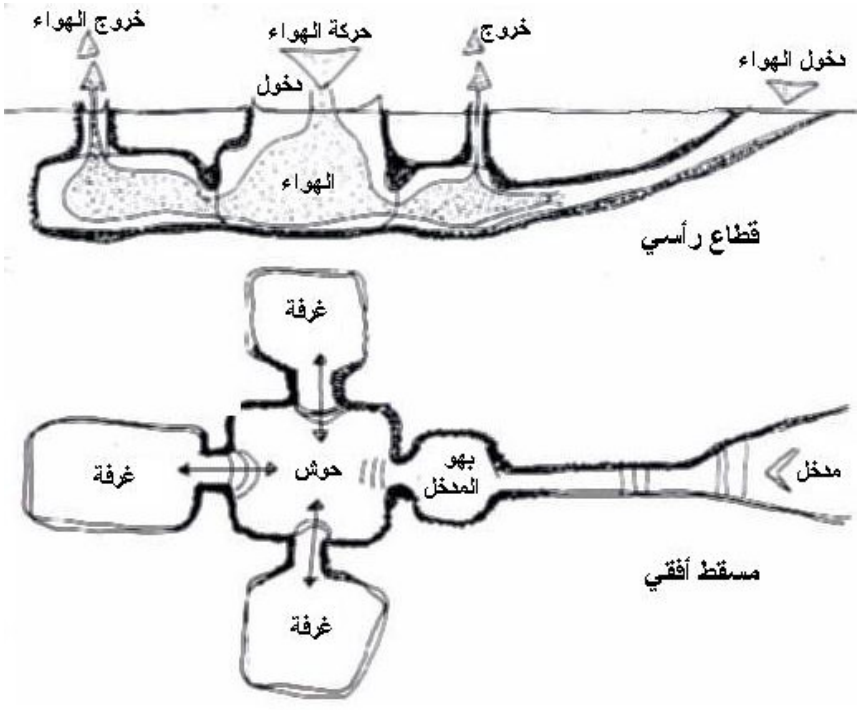
(Golany,1983,p10).

أشكال (١–٦٦،٦٧،٦٨): زوايا متعددة لأحد البيوت في مطماطة توضح شكل ومكونات الفناء والمستويات المختلفة (عالم البناء،٤٥،ص١١ – النحاس،١٩٨٣،ص٢٤٥).

(ج) الجزائر:

والعمارة هنا هي امتداد طبيعي لمثيلتها في تونس بكل خصائصها ومكوناتها ســـــابقة الذكـــر فالمنازل الجبلية في جبل نفيسة جنوب شرقي الجزائر، وهي مثـــال للنوع الأول وقد ســـكنها السكان البربر الأوائل قبل وبعد الفتح الإسلامي وإلى الآن شكل(١_٦٩).



شكل(١–٦٩): أحد المنازل الجبلية في جبل نفيسة جنوب شرقي الجزائر.(البيئة والعمارة، ص٩٦).

(د) المغرب:

تكثر هنا المرتفعات الجبلية أو ما يسمونه – بالشلوح وتبلغ جبال أطلس أعلى ارتفاعات لها هنا ونظرا لقلة الأراضي المنبسطة وخاصة الصالحة منها للزراعة ،نجد أن النموذج الثـــاني هو الغالب في هذه الحالة حيث أن المباني متدرجة ومحفورة جزئيا في الجبل، وفـــي بعـــض الأماكن يكتفي بأن تكون ملاصقة للجبل حيث تكون الصخور صلبة للحفر فيـــها. وتفـــرض الطبيعة الجبلية – التي تفصل بينها أودية وأخـــاديد عميقـــة تجمعـــات ســـكنية صغـــيرة (Hamlets) نسبيا (١٠٠-٦٠٠ شخص)[١].

ومن النماذج الشهيرة لذلك قرية سكساوا جنوب المغرب، والتي تعتبر قرية مترا بصقلية امتداداً لها ومتوسط ارتفاع المســـاكن هنا هو طابقين يضم الدور أكثر من غرفة،الدور الأرضـــي للتخزيـــن وإسطبل للحيوانات، بينما تعيش الأسرة في الدور الأول بينما السطح ويعـــرف(باللوجيـــا) فـــهو لاستقبال الضيوف، والوحدة العمرانية هنا هي مجتمع المسجد وهي عبارة عن مجموعـــة من الأسر المتقاربة تشترك في مسجد عام يؤدي الوظائف الدينيـــة والإدارية شكل(١-٧٠،٧١).

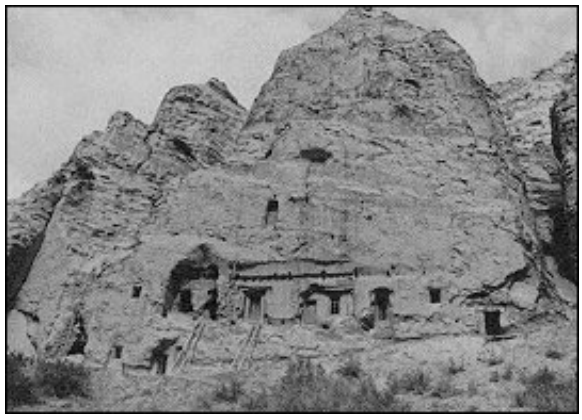
شكل(١-٧٠): قرية سكساوا جنـــوب المغرب. (الشبكة الدولية).

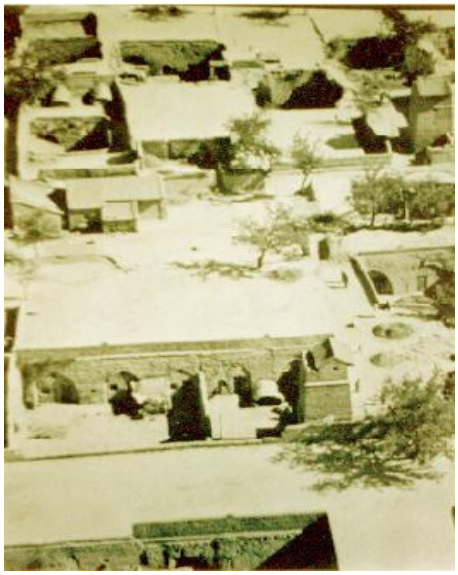
شكل(١-٧١): قرية مترا بصقلية. (الشبكة الدولية).

[١] عالم البناء،عدد ٦٥،(horne,1981)،ص٩.

١-١-٥-٣- العمارة السكنية في الصين :

في شمال الصين حيث المناخ شبه قاري سكن الصينيون باطن الأرض ويرجع ذلك إلى القرن الرابع ق.م. أو أقدم من ذلك، وشمل ذلك الأضرحة والمعابد بالإضافة للسكن،ففي مقاطعات شنزي(shensi)، شانزي(shansi)، كانزو(kansu)، وهنان(henan) وإقليم هوانجتو هناك أكثر من عشرة ملايين شخص يسكنون باطن الأرض. مناخ الصين كما أسلفنا شبه قاري في هذه المنطقة، الشتاء جاف وبارد ربما تصل درجة الحرارة إلى ما تحت الصفر،الصيف حار وقد تصل درجة الحرارة إلى ٩٠درجة فهر نهيت ، وكذلك الأرض عرضة للزلازل الأمطار محدودة وغير مؤكدة، الزراعة لذلك ٤-٦ أشهر في السنة، والتربة مفككة عالية المسامية ذات قشرة جافة مما يحتجز الرطوبة في باطن الأرض،وكل هذه الأسباب جعلت باطن الأرض هو المكان الأفضل للسكن حفاظا على الأراضي الزراعية الثمينة من جهة وتجنبا لقسوة الطبيعة من الجانب الآخر شكل(١-٧٢،٧٣)

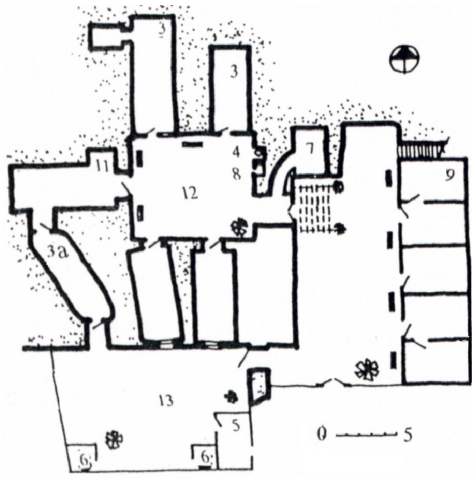




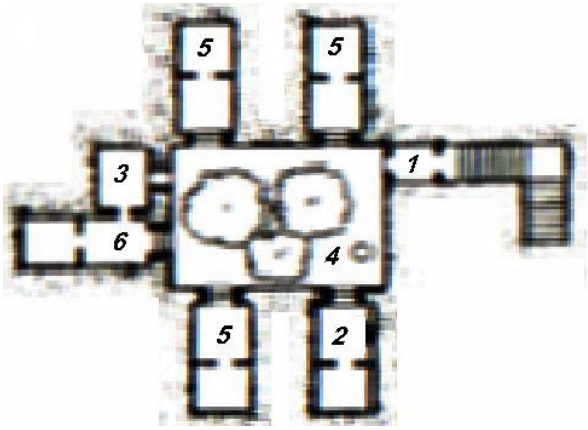
شكل(١-٧٢،٧٣):

صورتين لمجموعة من بيوت المزارعين بشمال الصين مبنية تحت الأرض الأولى في أرض مائلة بينما الثانية في أرض منبسطة ويظهر فيها التجميع الشبكي المنتظم. (الشبكة الدولية Rudofsky,1964,p19-).

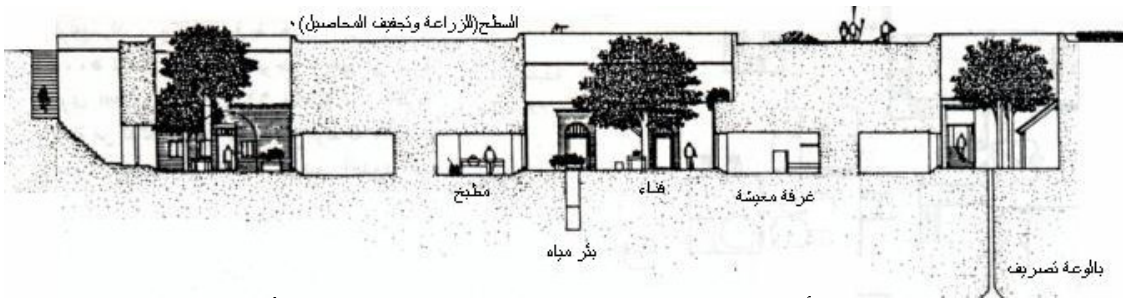
وتنقسم نماذج البيوت في الصين إلى قسمين كذلك: فهناك المحفور كليا وهناك المحفور جزئياً في الصخر، ويتكون البيت في الحالتين من مدخل يؤدي إلى الفناء الذي تتوزع حوله بقية الفراغات – ذات النسب الطولية – من غرف النوم والمعيشة والتخزين والحظيرة والمطبخ والحمام شكل(١-٧٤،٧٥).ومما تتميز به المنازل هناك تداخل العناصر المبنية من الطوب مع العناصر المحفورة بالإضافة إلى استخدام الخشب كعنصر طبيعي لإيجاد مناطق مظللة شكل(١-٧٦،٧٧)، كما تستخدم الأسقف المقببة والقواطيع الداخلية لتوزيع الأحمال وسند جوانب الغرفة أشكال(١-٧٨ ،٨١).



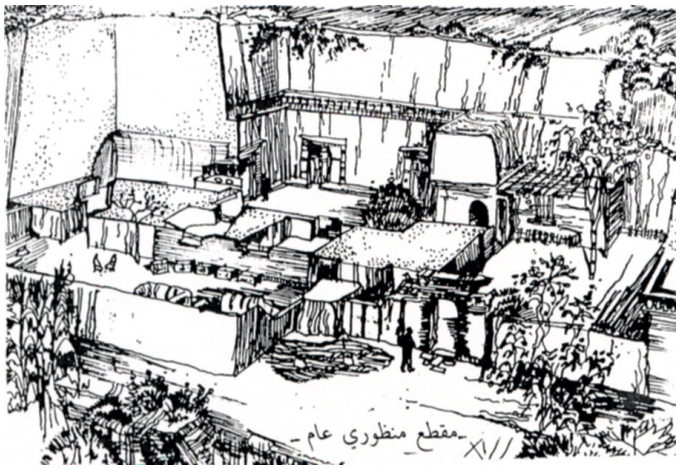
شكل(١–٧٤): مسقط أفقي لمنزل محفور جزئياً في الأرض. ١) مطبخ ٢) غرفة مفتوحة الطرفين ٣) غرفة مفتوحة من جهة واحدة ٤) خزانة جدارية ٥) حظيرة ٦) دورة مياه ٧) غرفة ٨) دجاج ٩) سكن في المستوى الأرضي ١٠) عريشة ١١) فناء خارجي ١٢) فناء داخلي محفور ١٣) ساحة . (سلقيني،١٩٩٤،ص١٣٩).



شكل(١–٧٥): مسقط أفقي لمنزل محفور كلياً في الأرض. ١) مدخل ٢) مطبخ ٣) مخزن ٤) فناء ٥) غرفة ٦) حظيرة.
(عالم البناء،عدد٦٥، ص١٥).



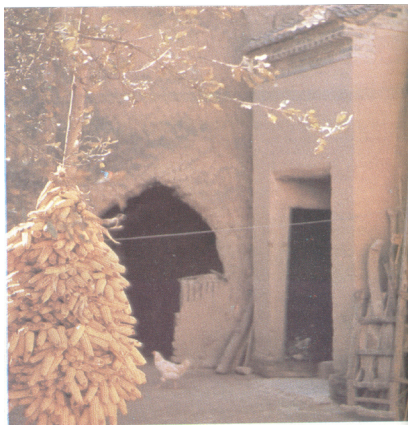
شكل(١–٧٦): قطاع رأسي يوضح مناسيب وتوزيع مكونات المنزل تحت الأرض في إحدى القرى بالصين.(عالم البناء،عدد٦٥،ص١٦).



شكل(١–٧٧):
قطاع منظوري لمجموعة من البيوت المحفورة جزئيا في الصخر (سلقيني،١٩٩٤،ص١٤٠).

شكل(١-٧٨): صورة توضح فراغ المطبـــخ ذو السقف المقبي لتوزيع الأحمال ووحدات الأثـــاث المبنية. (عالم البناء،عدد٦٥،ص١٦).

شكل(١-٧٩): إحدى غرف النوم من الداخل ويظهر فيها بعض الأثاث ويظهر بها القاطوع الداخلي لسند جوانب الحجرة. (المصدر السابق،ص١٧).

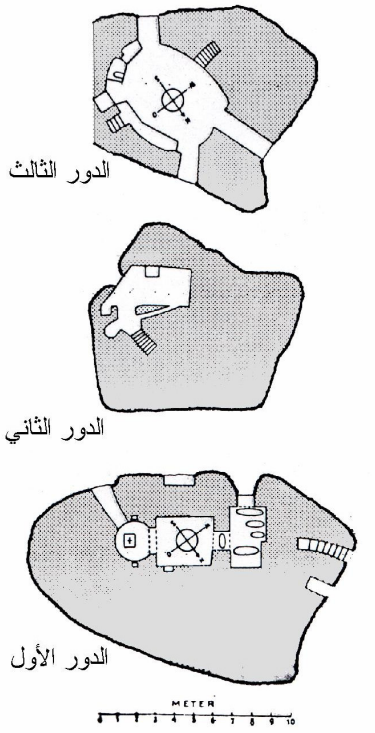


شكل(١-٨٠،٨١): صورة فناء لأحد البيوت المحفورة كلية في الأرض وتظهر فيه واجهات الفراغات المختلفة وهي عبارة عن الأبواب ونافذة رئيسية كبيرة بالإضافة إلى نافذة علوية صغيرة للتهوية والإنارة بينما الصورة الثانية للمدخل على الفناء. (المصدر السابق،ص١٥).

١-١-٥-٤- العمارة السكنية في تركيا:

توجد في وسط تركيا في إقليم كابادوكيا جنوب شرق أنقرة أكثر من مدينة ظـــهرت فيـــها مستعمرات محفورة في باطن الأرض بعضها مأهول بالسكـــان حتى الآن، وتقـــدر أعدادهـــم بعشرات الألوف، فنجد في وادي غورمي جنوب شـــرق الإقليم مدينة سيسيليا والتي تعـــرف بمدينة الكهوف وقد بنيت هذه المدينة منذ نحو ٣٠٠٠ عام لتكون مقابر ثم تحولت إلى مســـاكن في العصـــور الوســـطى،وإلـــى الجنـــوب مـــن الإقليـــم هنـــاك مدينتـــان أخريـــان همـــا قيمقلي(Kaymakli)،ودرينكيو (Derinkuyu). وأول المستعمرات ي الإقليم يعـــود تاريخـــها إلى(٢٣٠٠)ق.م. تشكل أغلبـــها بحفر الصخور على جوانب الهضاب،وقد سكن هذا الإقليـــم الفرس ثم الرومان ثم البيزنطيين وأخيرا الإسلام، وقد تحصن بها المسيحيون من الاضطـــهاد الروماني، وهذه المستعمرات تحوي أيضا كنائس وأديرة بالإضافة للسكن، كذلك تحتوي علـــى

شبكة مواصلات داخلية ، ويسكن بها الآن أكثر من (٣٠) ألف نسمة، يتكون المسكن من أكـثر من طابق وقد تحتوي الهضبة الواحدة على(١٠)طوابق بارتفاع يصل إلـــى ١٠٠م[١]. ومـــن الأمثلة الشهيرة على ذلك مسكن سيمون الناسك وهو مجموعة مساكن محفورة في إحدى تـلال وادي غورمي ويعود إلى القرن الخامس الميلادي ويتكون المسكن من ثلاثـــة طوابـق الأول استخدم كمصلى بينما الثاني والثالث يحويان بقية الفراغات شكل(١-٨٢،٨٣) .



شكل(١-٨٢،٨٣): مسكن سيمون الناسك، يتكون المنزل مـن أكثر من طابق. الأول استخدم كمصلى بينما الثاني والثـــالث يحويـــــــان بقيـــــــــة الغـــــــــرف.
(Rudofsky,1964,p24&Golany,1983,p14)

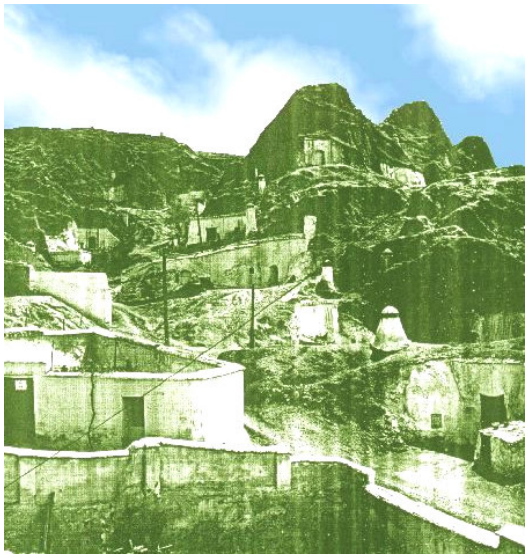
١-١-٥-٥- نماذج سكنية أخرى لعمارة باطن الأرض:

أسبانيا .

تأثرت أسبانيا كثيرا بالحضارة المغربية بحكم الجوار والتواجد العربـــي المغربـــي فيـــها والذي دام لأكثر من ثمانية قرون، وكذلك بحكم اشتراكها في الصفات التضاريسية والمناخيـــة مع دول المغرب العربي، فهي تنتمي إلى مناخ البحر المتوسط كمـــا أن معظـــم تضاريســـها عبارة عن تلال ومرتفعات، وتندر الأراضي المنبسطة سوى في الشريط الســـاحلي وبعـــض المناطق المتفرقة. ولذ فقد ظهرت هنا عمارة باطن الأرض كأحد أنمـــاط العمـــارة الجبليـــة الناجحة شكل(١-٨٤ ،٩٠).

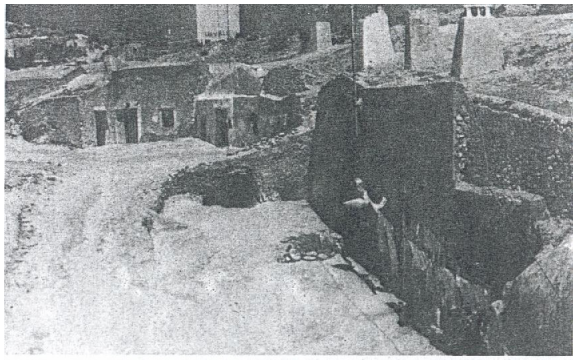
---

[١] (Rudofsky,1964,p24& Golany,1983,p14)

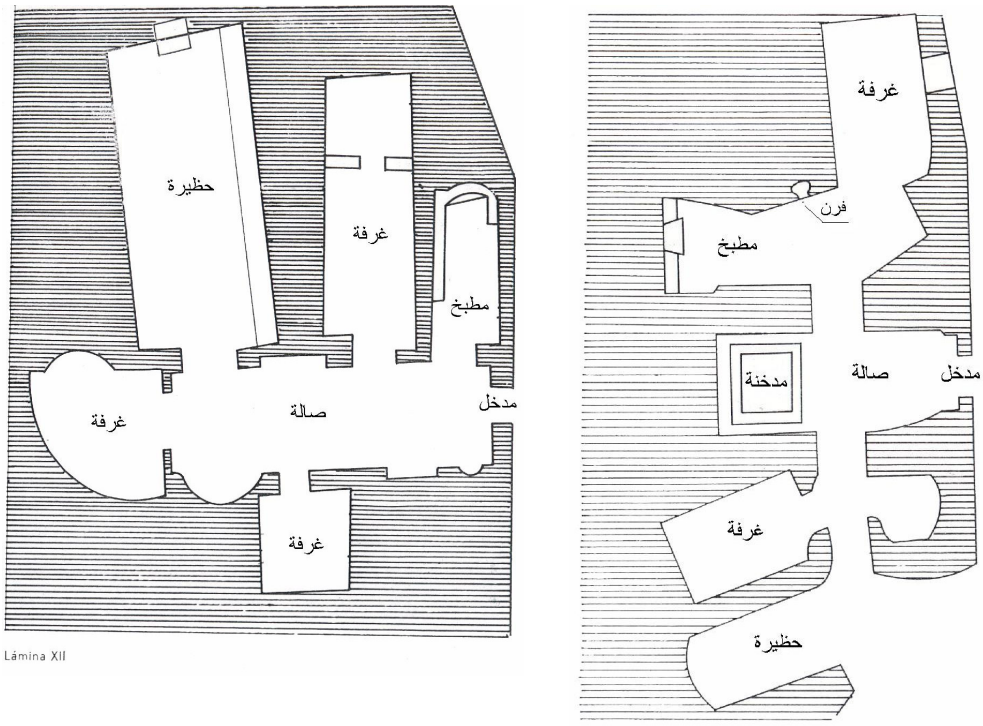


شكل(١– ٨٤،٨٥): صورتان لقرية (Holenwohnungen) بإقليم سانتيجو(Santiago) بأسبانيا وتظهر في الصور المداخن البيضاء لتهوية وإضاءة المسكن من الداخل وهي مسلوبة الشكل ذات فتحات جانبية تجنبا لمياه الأمطار.(Lander, 1980,p37,39).

شكل(١– ٨٦):
صورة لأحد القرى الصخريـــة بنفس الإقليم وتعرف بكـــهوف المنصـــورة (Cuevas del Almanzora).
(المصدر السابق،ص٤١)

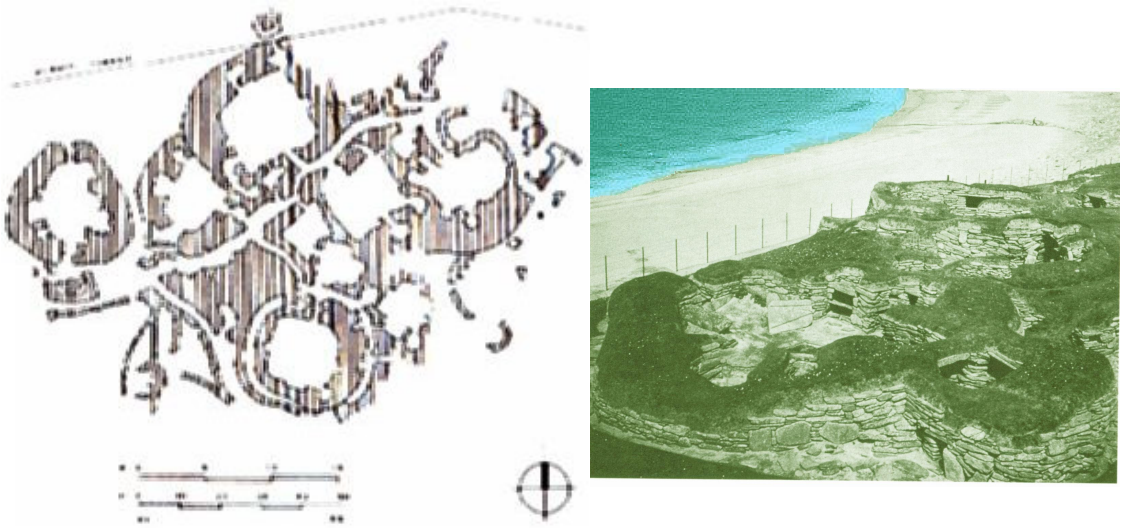


شكل(١–٨٧،٨٨): صورتين لأحد القرى الصخرية بإقليم (Crevillente) يظهر بهما التجميع العضوي غير المنتظم للقرى، والمداخن العلوية .(Alonso,1973, p76,77,78)



شكل(١-٨٩،٩٠): مسقطين أفقيين لأحد البيوت الجبلية الأول بقرية Moralet والثاني بقرية Foncalent بإقليم Alicante. (Alonso,1973, p79,80)

اسكتلندا .



شكل(١-٩١،٩٢): مستعمرة (Skara Bra) بجزر أو ركني ذات المناخ القاسي، وهي الآن محميـــة وتعـــود إلى سنة ١٥٠٠-٢٥٠٠ ق.م. وهي مبنية بالكامل من الحجارة حتى الأثاث الداخلي حيث تندر الأخشاب فيها وتتميز بفراغاتها غير المنتظمة وكثرة الممرات البينية. (Leland,1993,p154).

كولورادو .

شكل(١-٩٣):

قرية للهنود الحمر في ميسافيردي غرب ولاية كلورادو بالولايات المتحدة تعرف باسم(Kivas) وتتميز الفراغات بالاستدارة، مغطاة بشبه قبة، يصل عمق الغرف إلى عدة أقدام، وهناك ملاقف هواء للتهوية، وأفنية مستديرة الشكل للتهوية والإنارة.

(Golany,1983,p17&Leland,1993,p122).

الخلاصة :

تناول هذا الباب دراسة توثيقية لعمارة باطن الأرض في الطبيعة عند العديد من الحيوانات والحشرات، ثم تناول خلفية تاريخية لهذا النمط من العمارة من خلال نماذج واستعمالات متعددة، وفي أجواء وأقاليم مختلفة بيئياً ومناخياً، وتعرض كذلك للعديد من النماذج والاستعمالات المعاصرة، تبعها دراسة مقارنة لهذه الأنماط والنماذج، ويمكن أن نستخلص من ذلك أن :

- عمارة باطن الأرض ليست نمطاً مستحدثاً أو منقرضاً من العمارة بل هي نمط قائم بالفعل ومستمر إلى الآن.
- تتلائم عمارة باطن الأرض مع العديد من الظروف البيئية والمناخية القاسية والمتناقضة أحياناً. حيث تعددت الأمثلة في الأقاليم شديدة البرودة، والأقاليم شديدة الحرارة.
- استخدامات عمارة باطن الأرض تزداد يوماً بعد يوم مع ظهور أنشطة واستعمالات جديدة لم تكن موجودة من قبل كمترو الأنفاق.
- ثبات الفكر التصميمي في النماذج القديمة والحديثة خاصة فيما يتعلق بالمعالجات البيئية السالبة للإضاءة والتهوية مع تطور في التقنيات والمواد خاصة في الاستعمالات السكنية.

٢- الباب الثاني:

الاعتبارات التصميمية

مقدمة:

الاعتبارات التصميمية تشتمل على الجوانب التخطيطية والمعمارية لتصميم المبنى بما يحقق الراحة المناخية والبيئية ويفي بالاحتياجات والمتطلبات التصميمية للمستعملين.

ويتعرض هذا الباب كذلك إلى طرق ووسائل التصميم وخاصة للمنزل ومكوناته، مع الاستفادة من الخبرات السابقة وتحليلها وتطويرها في ظل الإمكانيات والتكنولوجيا الحديثة للوصول إلى صورة تخيلية للتصميم المتكامل للمنزل المعاصر مراعياً في ذلك الاعتبارات والاشتراطات التصميمية التي تنص عليها (الأكواد المختلفة).

٢ – ١ – الاعتبارات التخطيطية:

تشكل الاعتبارات التخطيطية كاختيار الموقع والمناخ والتوجيه والتشجير عوامل مهمة في عملية التصميم بوجه عام وفي حالتنا هنا تزداد أهميتها كثيراً لما يمكن أن يشكله كل عامل منها من توفير في الطاقة وزيادة في معدلات الراحة الحرارية. وسنتناولها فيما يلي بشيء من التفصيل وسنركز على الاعتبارات التخطيطية للقرى والمجاورات السكنية وخاصة الزراعية منها حيث يكون البناء تحت الأرض أكثر ملائمة .

٢ – ١ – ١ – اختيار الموقع:

هناك عوامل عدة لاختيار المواقع السكنية عموماً : اقتصادية واجتماعية وصحية وفسيوغرافية وبيئية بالإضافة لاعتبارات التوجيه والشمس والرياح الخ.تحدد المكان الأنسب لذلك، سنركز منها على النقاط التي يجب أخذ بها في الاعتبار عند الإنشاء تحت الأرض، كالإعتبارات البيئية والمناخية والصحية للوصول بالمبنى إلى أقصى درجات التكامل مع البيئة المحيطة.

٢ – ١ – ١ – ١ – الاعتبارات الجيومورفولوجية:

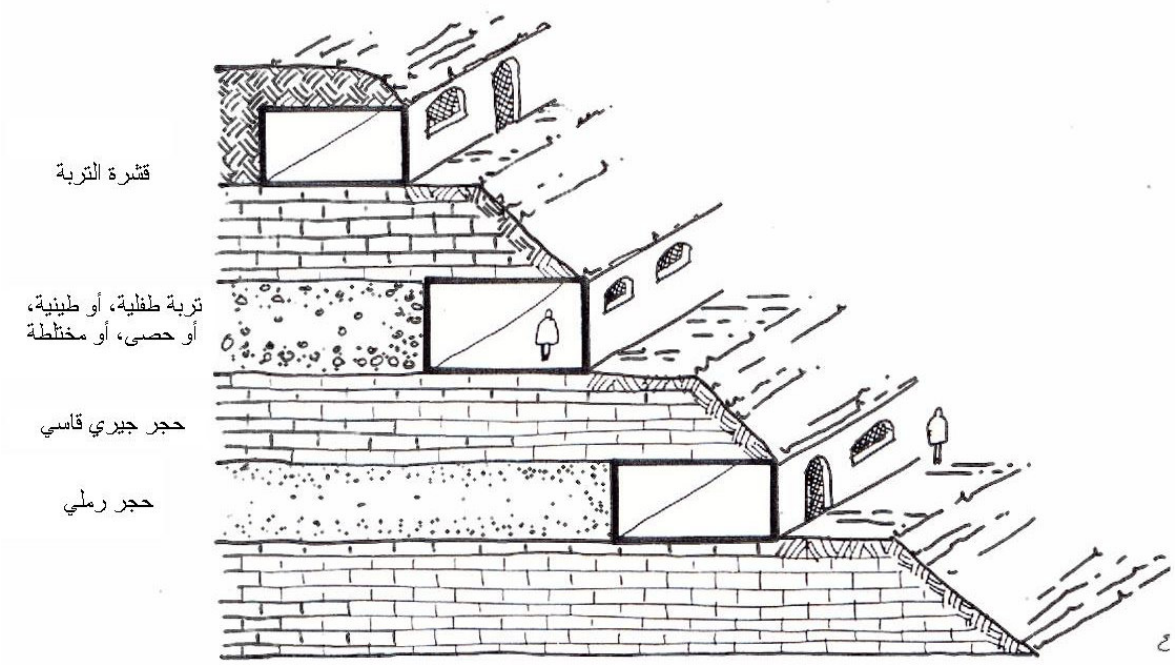
وتنقسم إلى اعتبارات جيولوجية و طبوغرافية بالإضافة للتربة

وتشتمل الاعتبارات الجيولوجية على التكوين الجيولوجي للمنطقة وطبقات التربة ونوعية الصخور الموجودة بها ومكوناتها وسمك كل طبقة، والتاريخ الجيولوجي للمنطقة،والمثروات الطبيعية في المنطقة، بالإضافة للتعرف على الأنشطة السيزمية[1]الموجودة بها، فوقوع

[1] هي الأنشطة نية .

المنطقة ضمن أحزمة زلزالية مثلاً قد يؤدي إلى ظهور شروخ وتصدعات في التربة مما يؤدي إلى تسرب المياه الجوفية للمنشأ، وكذلك فمنسوب المياه الجوفية مهم للتعرف على الحد الأدنى للحفر في المنطقة والذي يكون دائما فوق هذا المنسوب، كما أن معرفة الحفريات الموجودة في المنطقة كالكهوف والمناجم يساعد على تجنبها لما يمكن أن تسببه من احتواء للمياه وبالتالي ضعف الأساسات في حالة البناء فوقها.

كذلك يستحب أن يكون تكوين التربة من طبقات متتابعة من الصخور القاسية واللينة بأسماك تتراوح بين (٢,٥ــ٣,٥م) وخاصة في الأراضي المائلة.حيث يكون الحفر في الطبقات الهشة وتشكل الطبقات الصلبة السقف والأرضية شكل (٢-١).

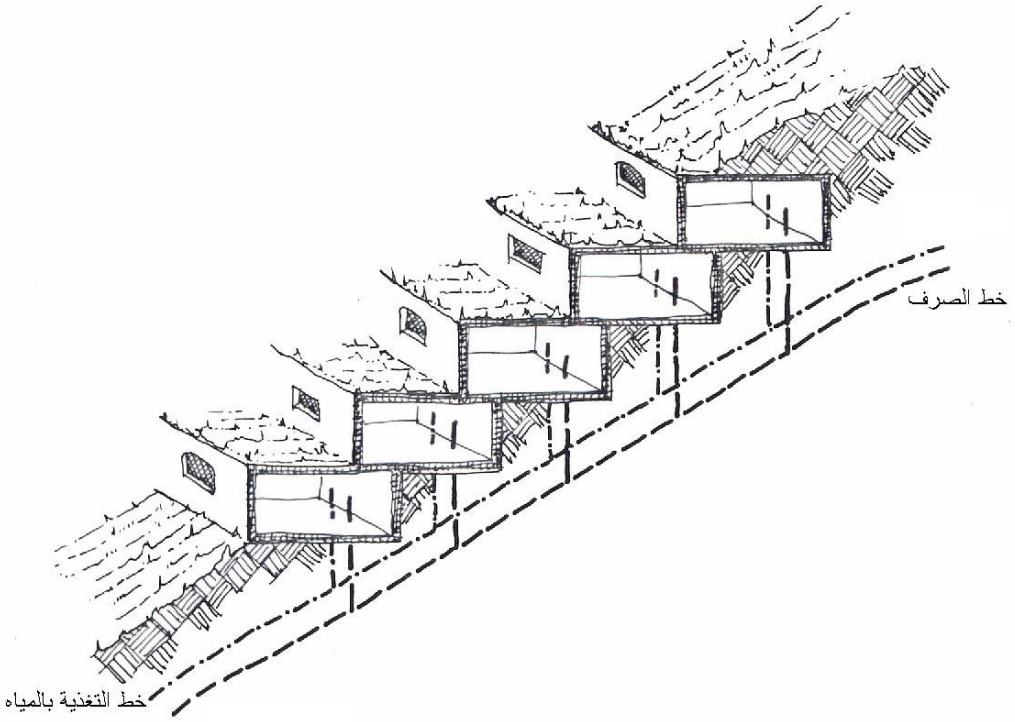


شكل(٢-١):التكوين الأمثل لطبقات التربة (Golany,1983,p150).

وتشتمل الاعتبارات الطبوغرافية على الارتفاع والانخفاض والميول والتشكيل العام للتضاريس.

فيؤثر الارتفاع والانخفاض على حرارة الهواء والتربة ومستوى الرطوبة فيهما فتتغير درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة كل مائة متر تقل بالارتفاع وتزداد بالانخفاض عن مستوى سطح البحر، بينما تزداد الرطوبة النسبية بالارتفاع وتقل درجة حرارة التربة بالارتفاع وتزداد بالانخفاض بينما يقل محتوى الرطوبة بالارتفاع ويزداد بالانخفاض عن سطح البحر. كما أن الارتفاع يوسع نطاق الرؤيا ويقلل الشعور بالضيق، ويؤثر على تصميم شبكات التغذية والصرف والطرق والكهرباء وغيرها من الخدمات.

يؤثر ميل السطح واتجاهه على التزويد بالمياه و تصريف مياه الأمطار والصـــرف لـــذا ينبغي مراعاة مخرات السيول عند التصميم شكل (٢-٢).كذلك تؤثر درجة الميل على إمكانيـــة التوسع الرأسي والأفقي وإمكانية حدوث انهيارات وعلى درجة التعرية بفعل الرياح.

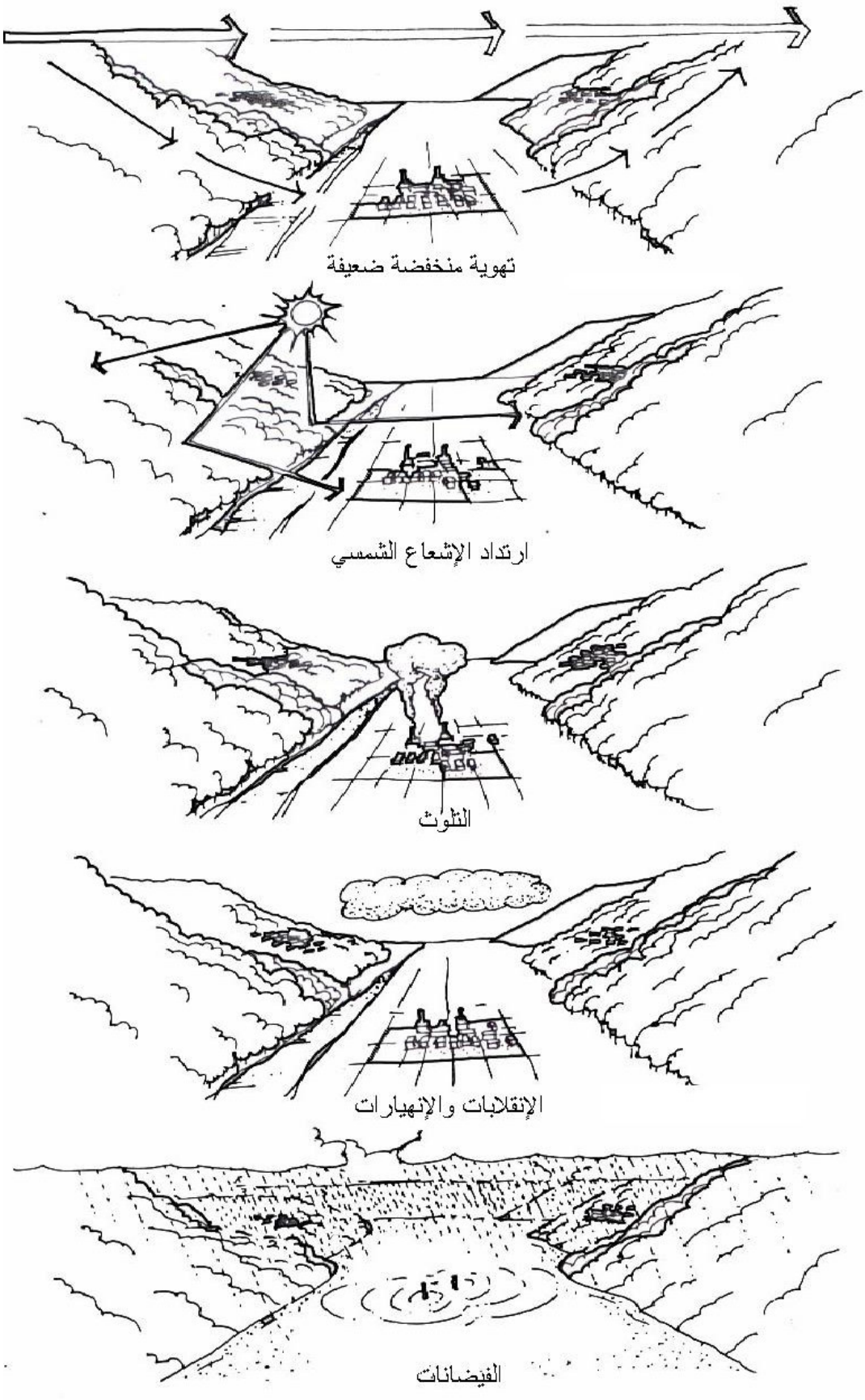


شكل(٢-٢): سهولة الصرف في الأرض المائلة (Golany,1983,p153).

يؤثر شكل التضاريس على التصميم بشكل ملحوظ ونعني بـــها التكويـــن العـــام لســـطح التربة، فهو يؤثر على الحرارة والرطوبة ونطاق الرؤيا والتهوية ودرجة التلـــوث وإمكانيـــة الوصول للموقع، كما يحدد شكل ومسار الرياح.

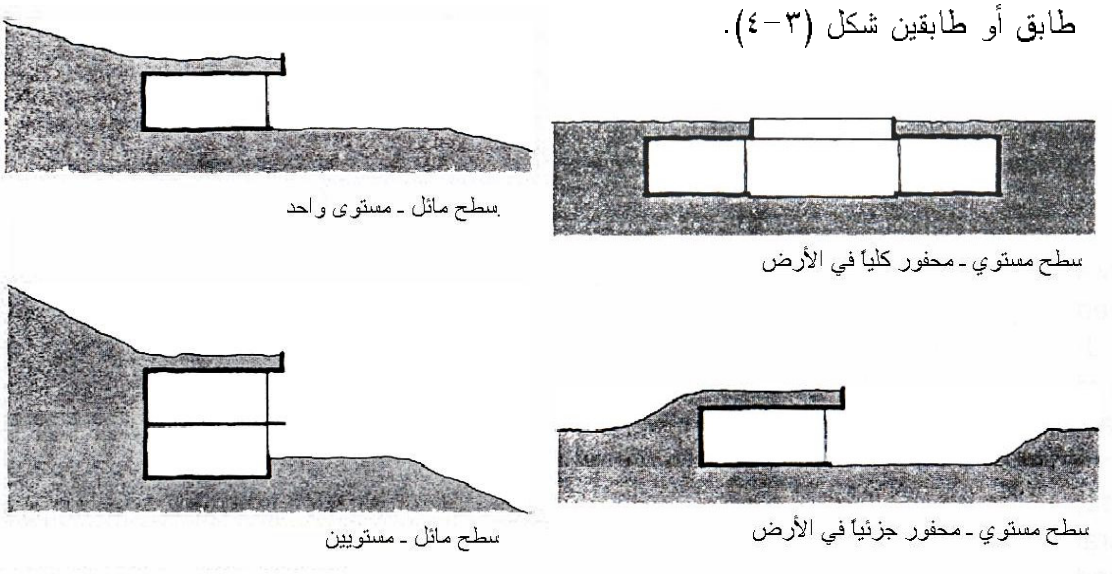
فالتشكيل المنغلق سلسلة من المرتفعات تحوى في وسطها واد أو أخـــدود – يتمـــيز بتهوية محدودة حيث يحد من حركة الهواء كما يساعد على انعكاس الإشعاع الشمســـي ممـــا يزيد من درجة الحرارة ، والشكل المنغلق يؤدي إلى الاحتواء الحراري مما يؤدي يزيد مـــن درجة الحرارة في النصف الثاني من النهار ويقللها في النصف الثاني من الليل، كمـــا يحـــد الشكل المنغلق مجال الرؤيا، واحتمال تأثير الفيضان فيه أكبر، كما أن الشكل المنغلق يســـاعد على احتواء الهواء الملوث ولا يسمح بحركته نتيجة لسكون الهواء شكل (٢-٣).

بينما يساعد التشكيل المفتوح على التهوية ويشجع التيارات الهوائية، مما يقلل من درجـــة الحرارة ويسمح بمجال رؤيا أوسع ، إلا أنه قد يؤدي إلى رياح متربة وتجريف للتربـــة فـــي عدم وجود غطاء نباتي كما في المناطق الحارة.



شكل(٢–٣): المشاكل التي قد تتعرض لها المواقع المنخفضة.(Golany,1983,151).

ويحدد كذلك شكل التضاريس أسلوب التصميم الأمثل ، فالأرض المنبسطة غالبا ما تكون محفورة كليا أو جزئياً وتتكون من طابق واحد في معظم الحالات تجنبا لمشاكل الحفر، بينما في الأرض المائلة فيفضل فيها التصميم المغطى بطبقة من التربة، ويمكن أن يتكون من طابق أو طابقين شكل (٣-٤).



شكل(٢-٤): تأثير شكل التضاريس على كيفية تصميم الموقع. (Minnesota Univer.1979,p23).

وتعد طبيعة التربة في الموقع من أكثر العوامل تأثيرا في التصميم عموما وفي الإنشاء تحت الأرض على وجه الخصوص، فالإلمام بنوعية التربة وخصائصها كالحرارة ودرجة التشبع وتماسك الحبيبات ومدى التخلف الحراري وغيرها من الخصائص يساهم في تحديد تكلفة الحفر والبنية الأساسية وأسلوب العزل ونوعيته وقابليتها لعوامل التعرية، وكذلك في أسلوب تصميم الأساسات والحوائط الساندة وبالتالي تساهم في تحديد التكلفة الكلية للمبنى.وسوف نتناولها بالتفصيل في الاعتبارات الإنشائية.

وتصنف التضاريس طبقا لشكل التصميم إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

(أ) أرض منبسطة.

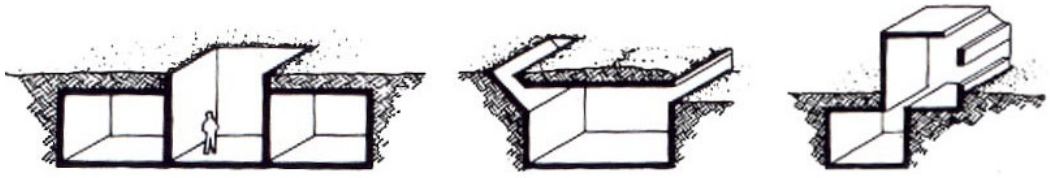
(ب) أرض مائلة.

(ج) قمة.

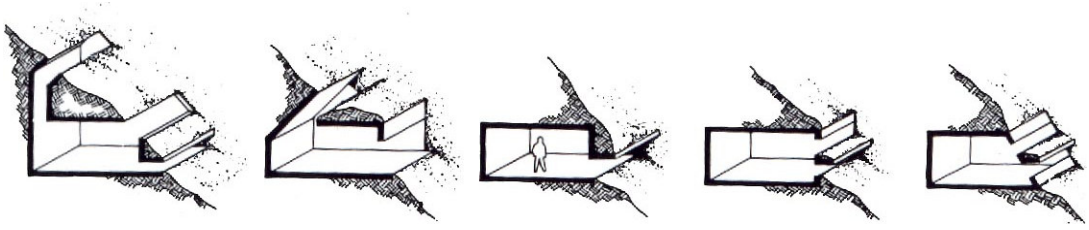
ولكل نوع من هذه الأشكال مميزات وعيوب تؤثر على اختيار الموقع وطبيعة التصميم فالأرض المنبسطة عرضة للفيضانات وتراكم الأتربة والتي يمكن تقليل أثرها بعمل ارتفاع طفيف في منسوب سطح الأرض فوق المبنى وعمل حد مرتفع عن سطح الأرض للفناء ومن المشاكل كذلك ارتفاع منسوب المياه الجوفية الذي يتطلب تكلفة عالية لعزل المبنى، وترتفع في الأراضي المنبسطة تكلفة شبكة الصرف التي تتطلب رافعات ومضخات خاصة لرفعها كما يضيق مجال الرؤيا فيها والذي يقتصر على رؤية السماء عبر الفناء إن وجد بينما يسهل فيها الإمداد بالمياه وإمكانية الحفر والوصول.

وفي الأراضي المائلة أقل عرضة للفيضانات ومياه الأمطار ويتسع فيها مجال الرؤيا ويسهل فيها الصرف ويقل تأثير المياه الجوفية، بينما قد يصعب الحفر فيها أو الوصول اليها.

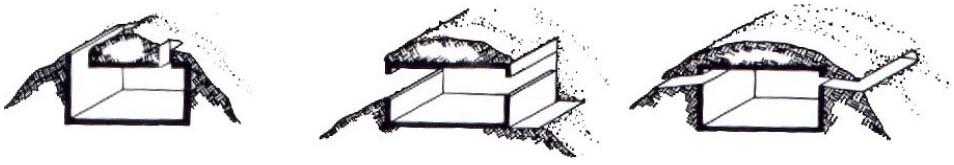
وفي الأراضي المرتفعة حيث تكون الرؤيا أفضل ما يمكن بينما تكون عرضة للتيارات الهوائية وحرارة الشمس وتقل درجة الحرارة بالارتفاع عن سطح الأرض– درجة مئوية كل مائة متر وتزداد صعوبة الوصول اليها والحفر فيها شكل(٢–٥).



[أ] الأراضي المنبسطة.



[ب] الأراضي المائلة.



[ج] القمم.

شكل(٢–٥): تأثير شكل التضاريس على أسلوب التصميم (Golany,1983,56).

جدول(٢-١-١): تأثير طبوغرافيا الموقع على الاعتبارات التصميمية.

١	العنصر	أرض منبسطة	أرض مائلة	قمـــة
٢	التغذية بالمياه	سهلة	ربما تحتاج إلى مضخة	تحتاج إلى مضخة
٣	الصرف	تحتاج إلى مضخة	بالجاذبية	بالجاذبية
٤	العرضة للفيضان	طبقـــا لاتجاهـــه والإعداد المسبق له	وضع جيد	وضع جيد جداً
٥	وضوح الرؤيا	للسماء فقط	رؤية جيدة	رؤية جيدة جداً
٦	التهوية	منخفضة	جيدة	جيدة جداً
٧	العرضة للغبار	عالية جداً	منخفضة أو منعدمة	معدومة تقريباً
٨	إمكانية الوصول	سهلة	ممكنـــة وتحتـــاج إلـــى تجهيزات بسيطة	صعبة وتحتـــاج إلـــى تجهيزات مكلفة
٩	إمكانية الحفر	بسيطة نسبياً	ربما يحتاج إلى تفجير	يحتاج إلى تفجير
١٠	التأثر بالمياه الجوفية	احتمال وارد	ضعيف جداً إن وجدت	معدوم
١١	العرضة للتعرية	معدوم	طبقا لتوجيه المبنى	كبير
١٢	إمكانية التوسع	أفقي	رأسي	شبه مستحيلة
١٣	الإضاءة والتشميس	جيدة	طبقاً لمواجهة الشمس	جيدة جدا

٢-١-١-٢- الاعتبارات المناخية:

وهي رؤية شاملة لعناصر المناخ على مستوى الموقع ومستوى الإقليـــم وتتكـــون هـــذه العناصر من درجة الحرارة اليومية والموسمية، ومعدل التردد اليومـــي والســـنوي لدرجـــة حرارة الهواء (الرطب، والجاف)، ومعدل البخر ، والرطوبة النسبية، ويتـــم تحديـــد هـــذه العناصر على مدار اليوم و السنة. ودراسة درجة الحرارة مع دراسة التربة يقودنا إلى معرفـــة معدل التردد لدرجة حرارة التربة مع تغير العمق، وفي التعرف على التخلف الزمني للتربـــة وهو الزمن اللازم لانتقال الحرارة عبر مسافة محددة ، مما يفيد فـــي تحديـــد كميـــة الطاقـــة المستهلكة للتبريد أو التدفئة، ونوعية وكيفية عزل المبنى.كما يحدد مستوى الإشعاع الشمســـي ودراسة حركة الشمس الاتجاه الأمثل لتوجيه المنازل والشوارع واتجاه الفتحات.

وحركة الهواء سرعته واتجاهه ودرجة نقاء الهواء مـــن الملوثـــات، ومصـــدر الريـــاح ونوعها هل هي رياح لطيفة مرغوبة، أو نسيم أو رياح متربة غـــير مرغوبـــة أو إعصـــار. كذلك معرفة المرتفعات والمنخفضات الجوية السائدة، تساعد هذه المعلومات كذلك في تحديـــد

اتجاه وشكل ومساحة الفتحات والمداخن والشوارع . وتفادي خطر التعرية والأعاصير و الرياح المتربة في حالة غياب الغطاء النباتي المناسب.

ومعرفة كمية ومعدل سقوط المتساقطات من مطر وثلج وبرد' وندى وضباب يساهم في تحديد التصميم الأمثل لمخرات السيول ولأماكن المعرضة للانهيارات والتعرية وخاصة الأراضي المائلة، والغطاء النباتي الملائم لتثبيت التربة ويحدد كذلك معدل زيادة مستوى المياه الجوفية ودرجة تشبع التربة مما يؤثر كذلك على درجة حرارة التربة وعلى كيفية ونوعية العزل.

٢-١-١-٣- الاعتبارات البيئية:

التعرف على النظام البيئي في الموقع وعلى مستوى الإقليم يساهم بشكل كبير في إيجاد بيئة عمرانية جيدة تتفاعل مع البيئة وتتكيف معها، فالتعرف على مصادر التلوث (سمعي ، بصري ، هوائي ،)كالمصانع القريبة والطرق الرئيسية والمطارات والموانئ القريبة والأنشطة البترولية والكيميائية في المنطقة والصرف المكشوف والروائح الكريهة سواء من التربة أو الأنشطة القريبة. وأماكن المخلفات والنفايات، ومعرفة أماكن الترسبات الهوائية والكثبان ومصادر الغبار كالمحاجر والطرق وغيرها كل هذه العوامل تؤثر تأثيرا جذريا على اختيار الموقع من عدمه ثم على أسلوب تصميمه وتوزيع الاستعمالات به .

كذلك فالتعرف على البيئة النباتية والحيوانية في الموقع يسهم في توقع الأنشطة الزراعية والحيوانية الممكن قيامها في الموقع وخاصة في التجمعات الزراعية.

٢-١-١-٤- إمكانية الوصول من وإلى الموقع والقرب من الموارد الطبيعية :

ونعني بها توافر شبكات البنية الأساسية من وإلى الموقع من طرق وكهرباء وتليفونات وغاز ومياه وصرف ، كذلك قرب الموقع من المدن والمراكز الخدمية المحيطة، وكذلك مدى توافر مواد وخامات البناء وسهولة الحصول عليها، بالإضافة إلى بعض الظواهر الطبيعية الأخرى كالأنهار والقرب من شواطئ البحار والمحيطات والبحيرات إن وجدت جدول (٢-٢-٢).

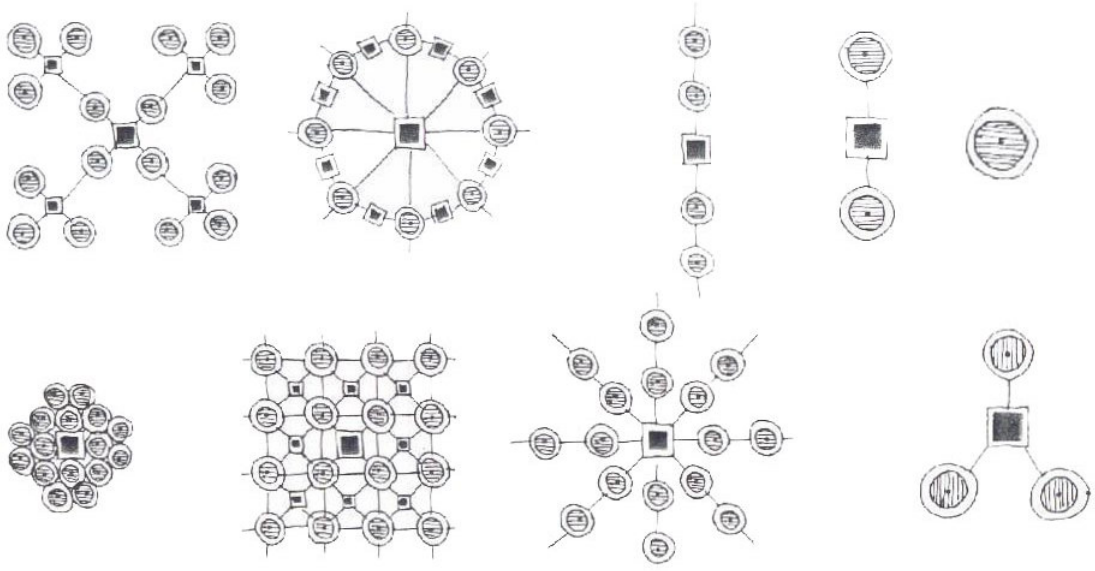
جدول(٢-١-٢): جدول يوضح الاعتبارات الأساسية لاختيار المواقع السكنية تحت الأرض:

المعيار الرئيسي	اعتبارات فرعية
جيومورفولوجية	• محددات جيولوجية: الصدوع والشروخ – حركة القشرة الأرضية – الأنشطة البركانية والزلزالية – التجاويف الأرضية الطبيعية والصناعية. • خصائص الطبوغرافيا: – الارتفاع والانخفاض تكوين مفتوح أو مغلق الميل مجال الرؤيا . • ملائمة التربة: – مكونات، قدرة تحميل – زاوية الانزلاق – درجة الثبات – درجة الحرارة على أعماق مختلفة – الخصائص الحرارية – الرطوبة ودرجة التشبع – منسوب المياه الجوفية – درجة الملوحة – مقاومة عناصر التعرية.
حالة المناخ	• درجة الحرارة: – اليومية والموسمية التردد اليومي والسنوي لدرجة حرارة الهواء (الرطب،والجاف) البخر دورة الشمس اليومية والسنوية شدة الاستضاءة الإشعاع الشمسي –). • الرطوبة النسبية. • حركة الهواء: – سرعة اتجاه نوع (نسيم، إعصار، رياح متربة،)، نقاء الهواء المرتفعات والمنخفضات الجوية. • المتساقطات: – مطر ثلج ندى ضباب بَرَدْ .
الاعتبارات البيئية	• 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. • البيئة النباتية والحيوانية.
إمكانية الوصول من وإلى الموقع والقرب من الموارد الطبيعية	• القرب من: – البحر أو مجرى مائي الموارد الطبيعية الخدمات الرئيسية (طرق مياه صرف تليفون كهرباء غاز طبيعي–). • خامات و مواد البناء.
أخرى	قانونية نفسية طبيعية ثقافية – .

٢ – ١ – ٢ – تشكيل الخلايا التخطيطية :

يقصد بالخلية التخطيطية هي مجموعة من الوحدات المستقلة عن بعضها ولكن تربطها علاقة ما.

هي حيز يكون السيد فيه هو الإنسان وليس السيارة –دوكسيادس–[1] و يؤثر تشكيل الخلايا التخطيطية على شكل شبكة الطرق والخدمات الداخلية كما يؤثر على كمية استهلاك الطاقة ودرجة الإزدحام والبيئة المحيطة شكل(٢–٦).



شكل(٢–٦): أنماط مختلفة لتجميع الخلايا التخطيطية (Golany,1983,p167).

وفي المناطق ذات المناخ القاري يفضل التشكيل المتضام لهذه الوحدات لتقليل المسافات بين الاستخدامات المختلفة وتعظيم مساحة الظل وتقليل تأثير الرياح غير المرغوبة ليلا ونهارا ، كذلك لزيادة مساحة المناطق المنزرعة وخاصة في التجمعات الزراعية ، كما يساعد ذلك على تقليل استخدام العربات وبالتالي تقليل التلوث وتوفير بيئة صحية وتقليل الإزعاج وتحقيق نوع من الخصوصية وتنمية الروابط الاجتماعية .

ويفضل كذلك قرب الاستعمالات من بعضها البعض لتقليل مسافة الانتقال ومساحة الشوارع وبالتالي تقليل تأثير المناخ.

ويراعى كذلك في تشكيل الوحدات وتوزيع الاستعمالات اتجاه التوسع المستقبلي لها وتعد المواقع المائلة من أنسب المواقع لذلك .

---

(١) ن،١٩٩٥/١٩٩٦).

٢-١-٣- استعمالات الأراضي :

توزيع أماكن الاستعمالات المختلفة التوزيع الأمثل يعد أحد العوامل التخطيطية وتزداد أهميته في حالة الإنشاء تحت الأرض. وهناك اعتبارات أساسية يجب الأخذ بها في المناطق ذات المناخ القاري[1]:

١-الدمج، حيث تدمج كل الاستعمالات ذات الطبيعة الواحدة في مكان واحد.

٢-التكامل بين شكل الوحدة التخطيطية مع الخدمات.

٣-توفير وسائل الراحة، السكن، الخدمات، ، وتوفير حيز للامتداد المستقبلي .

٤-الفصل الكلى بين شبكة الطرق للسيارات وبين الاستعمالات الأخرى، والتأكيد على تكامل شبكة طرق المشاة مع كافة الاستعمالات الأخرى.

٥-أخذ المدخل التاريخي والخبرات السابقة في الاعتبار بالاضافة إلى المدخل التكنولوجي الحديث في الفصل بين الاستعمالات.

وهناك شكلان رئيسيان لتوزيع استعمالات الأراضي في المدن والتجمعات ذات النسيج المتضام، وكلاهما قائم كذلك على تكامل الاستعمالات مع الفصل بينها:

الأول : هوالنموذج التاريخي التقليدي القائم على علاقات اجتماعية وطبيعية، حيث توجد محاور حركة للخدمات اليومية ومكان العمل تتميز بالمقياس الإنساني وتتكامل مع بقية الاستعمالات ومع الشكل العام للمدينة أو التجمع.

الثاني : وهو من النماذج التقليدية كذلك إلا أنها تختلف في أن المدينة أو التجمع له وظيفة أساسية يكون شكل طرق نقل البضائع وتصميمه تبعاً لهذه الوظيفة ، وتتركز الخدمات وبيوت المسئولين في قلب المدينة، وهذا النوع هو الأنسب لنا في الوقت المعاصر.

ونظرا لما تشكله محاور الحركة من أهمية كبيرة في تخطيط المدن والتجمعات السكنية تزداد أهميتها هنا بشكل كبير نظرا لتداخل عوامل كثيرة مها تؤثر فيها وتتطلب التكامل معها، لذا فهناك عدد من المتطلبات والاعتبارات يجب الأخذ بها عند تصميم هذه الشبكات :

١-تخلل شبكة المواصلات إلى جميع الاستعمالات وانتهائها بنهايات مغلقة في الأنشطة التي لا تتطلب حركة عابرة وذلك لتوفير خصوصية المكان ومنع الحركة العابرة وخاصة في الأنشطة السكنية.

٢-ويفضل أن تحيط شبكة السيارات بالمجاورة السكنية من الخارج وألا تقطعها، كذلك الفصل التام بين شبكة مرور السيارات وبين ممرات المشاة.

---

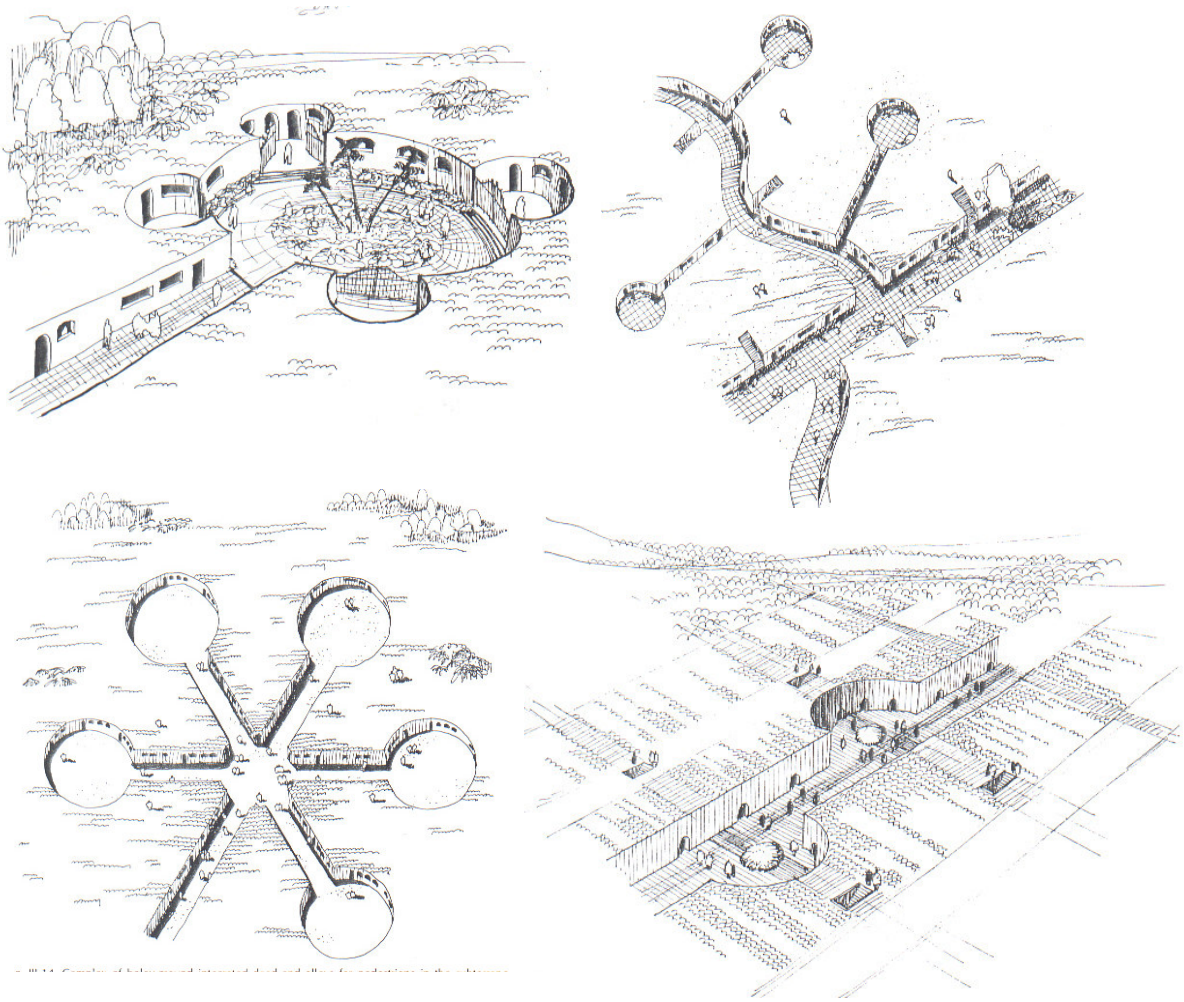
[1] (GOLANY,1983,P170)

٣-إذا كان جزء من الشبكة فوق الأرض يفضل أن يكون فوق ممرات المشـــاة لمنـــع الإزعاج.

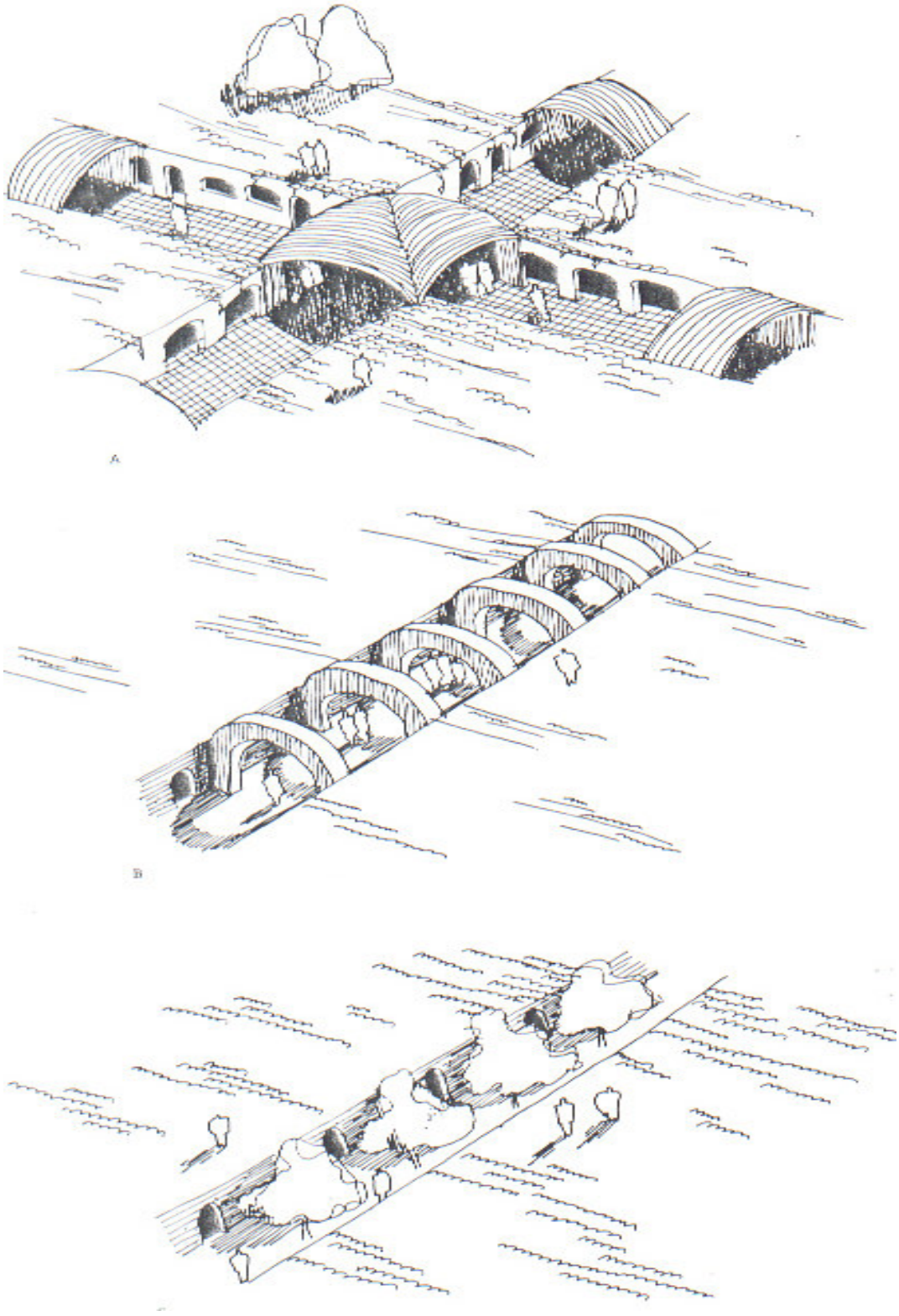
٤-ويجب أن يكون منسوب الطرق والممرات أقل من منسوب الاستخدامات الأخـــرى لمنع دخول الأتربة والمياه ، وأن يشمل نظاما لتصريف مياه الأمطار .

٥-كذلك فعلاقة الطرق والممرات بحركة واتجاه الشمس يعد أمراً ضروريا في حالتنـــا هذه، ويفضل توفير مساحات مظللة سواء بالتشجير أو بتغطيتها.

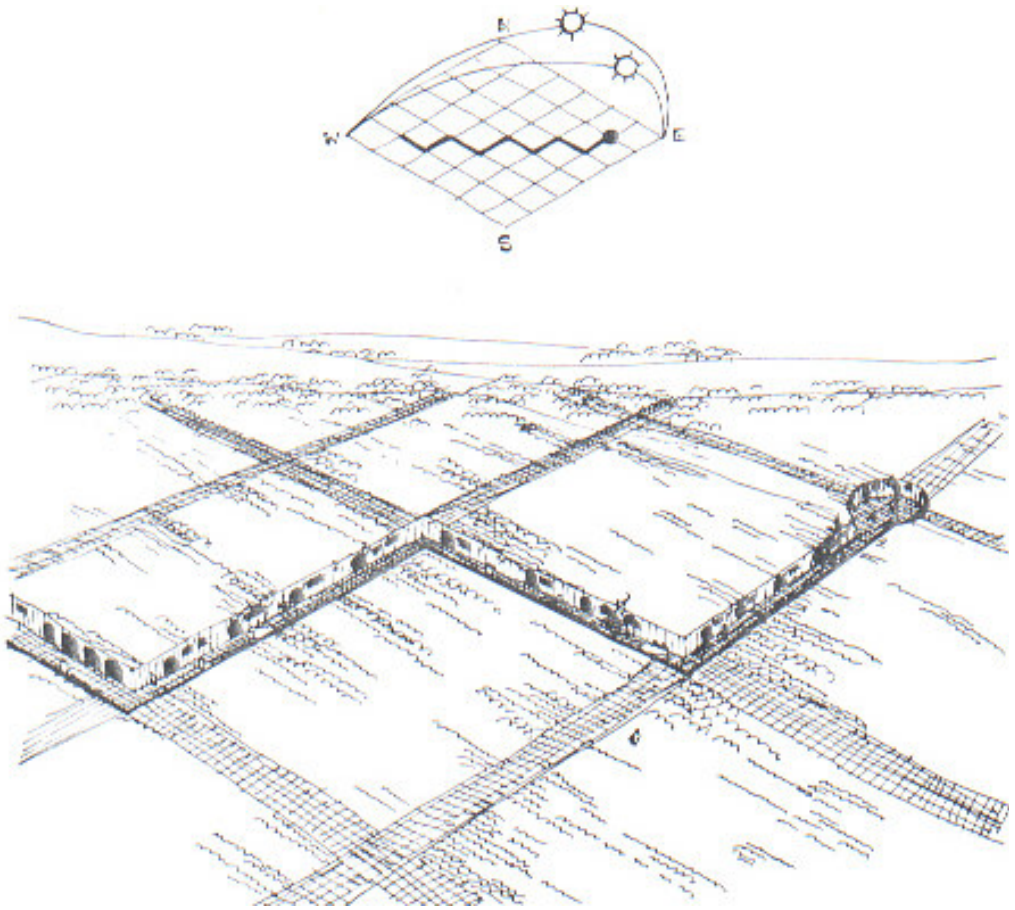
كذلك يراعى توفير فراغات عمرانية مناسبة وخاصة في الاستعمالات السكنية لما تحققه مـــن سهولة في الحركة وربط اجتماعي وتفاعل ومتعة بصرية كذلك تعبيراً عن تميز وخصوصيـــة المكان. وتتدرج هذه الفراغات تخطيطياً من المدينـــة ككـــل مـــروراً بالمجـــاورة الســـكنية والمجموعة السكنية وحتى الوحدة السكنية شكل (٢-٧،٨،٩).



شكل(٢-٧): تدرج وتنوع شبكة الطرق والفراغات العمرانية (Golany,1983,p175,176).



شكل(٢-٨): معالجات مختلفة للممرات لتوفير مساحات مظللة مع الاحتفاظ بالإضاءة الطبيعية (Golany,1983,p177).



شكل(٢-٩): توجيه الممرات تبعاً لحركة الشمس لتوفير أكبر حيز مظلل (Golany,1983,p178).

جدول(٢-١-٣): تصور لتوزيع الاستعمالات لمدينة ذات تشكيل متضام جزء منها تحت الأرض والجزء الأخر فوق الأرض مقارنة بمدينة حديثة.(GOLANY,1983, P171).

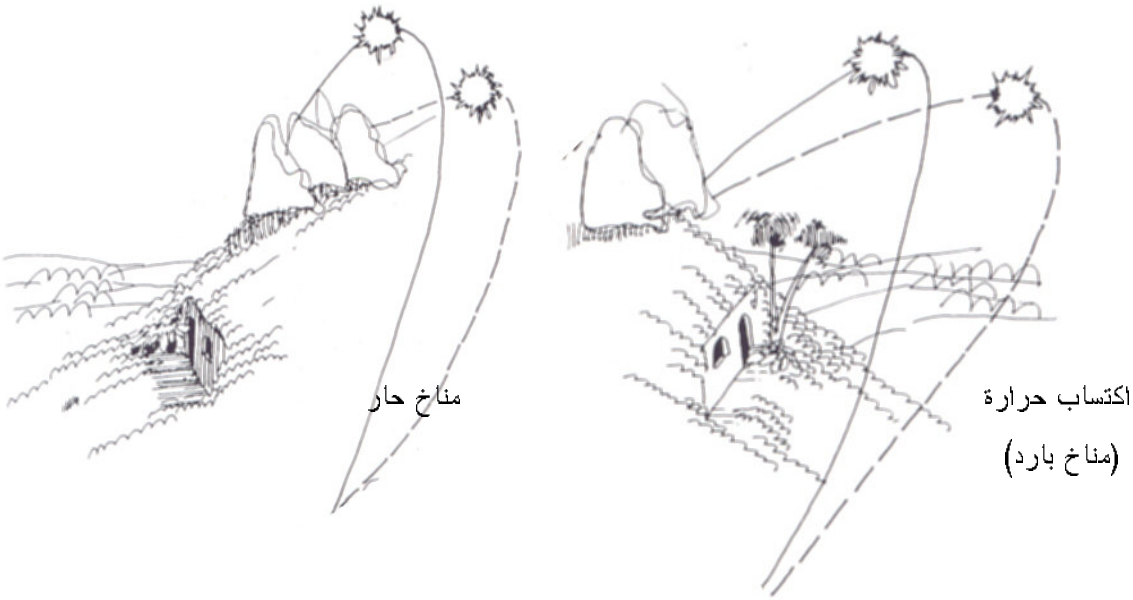
الاستخدام	المدن المدمجة			مدينة حديثة (بريطانيا)
	فوق الأرض	تحت الأرض	الإجمالي	
سكني	%٣٠	%٣٠	%٦٠	%٤٣
صناعي	%٢	%١٠	%١٢	%١٢
فراغات مفتوحة	%١٤	%٠	%١٤	%٢٢
أنشطة ثقافية وصحية	%٢	%٢	%٤	%٤
تجاري	%٠	%٢	%٢	%٢
طرق	%٤	%٤	%٨	%١٧
الإجمالي	%٥٢	%٤٨	%١٠٠	%١٠٠

٢ – ١ – ٤ – التوجيه :

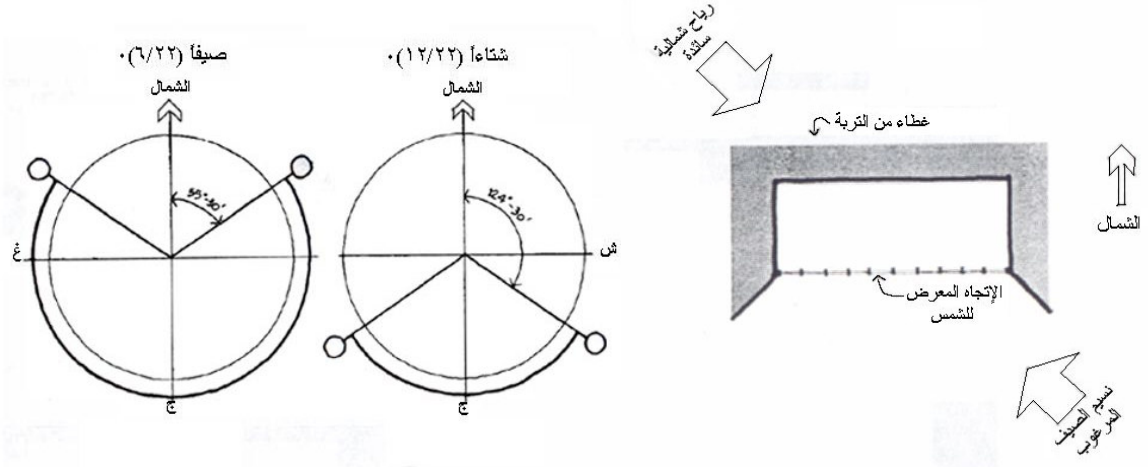
ونعني به هنا علاقة المبنى بزاوية سقوط الشمس واتجاهات الرياح السائدة والاعتبارات البصرية(الرؤية).

تشكل زاويتي سقوط الشمس الرأسية والأفقية عاملا مهما في اختيار مكان المبنى تبعا للرغبة في تفادي أو اكتساب الطاقة شكل(٢–١٠).

- ففي المناخ البارد يكون الموقع مواجها للشمس لتحقيق أقصى اكتساب ممكن للطاقة الحرارية وأقل فقد ممكن للطاقة.وتتركز أغلب الفتحات في الواجهة المواجهة للشمس.
- بينما على العكس تماما في المناخ الحار.



شكل(٢–١٠): الرغبة في فقد الحرارة أو اكتسابها هي التي تحدد علاقة المبنى بالشمس (Golany,1983,p54)



شكل(٢–١١): توجيه المبنى يتوقف على اتجاه الرياح المرغوبة وزاوية سقوط الشمس.

(Minnesota Univer.1979,p20).

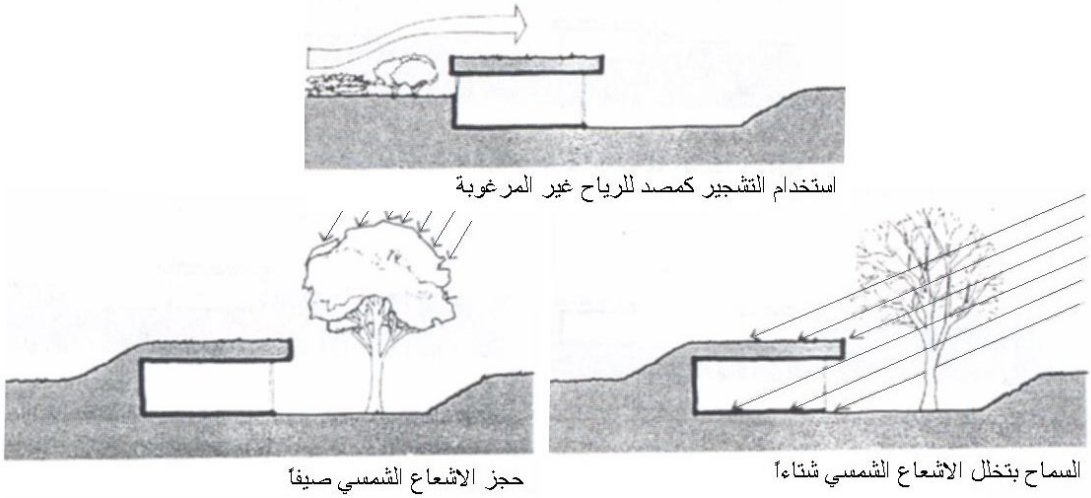
تؤثر نوعية الرياح في اختيار موقع المبنى وتوجيهه :

- ففي حالة الرياح المرغوبة يكون توجيه المبنى عكس اتجاه الرياح السائد ويسمح بالتهوية العابرة ويمكن تعظيمها عن طريق عمل أكثر من اتجاه للفتحات أو بعمل فناء داخلي.
- وفي حالة الرياح غير المرغوبة يكون توجيه المبنى عكس اتجاه الرياح.

وتشكل الاعتبارات البصرية من مناظر طبيعية وغيرها كذلك عاملاً مهماً في توجيه المبنى وخاصة في الأراضي المائلة حيث لا توجد حواجز بصرية للرؤيا إلا أنها تأتي في المرتبة الثالثة بعد اعتباري الشمس والرياح .

٢ – ١ – ٥ – التشجير:

وجود الأشجار والشجيرات والأعشاب الصغير يعد أحد أهم العوامل التخطيطية لما يمثله من فوائد جمالية وانتفاعية فهي تثبت التربة وتقاوم عوامل التعرية، وتمنع زحف الرمال لها كما أنها تحد من الملوثات السمعية كالضوضاء والبصرية وكذلك في الهواء، بالإضافة إلى المساحات المظللة التي توفرها كذلك فهي مصد طبيعي للرياح غير المرغوبة، كما أنها تساهم في الحفاظ على الطاقة حيث تتحكم في نسبة مرور الاشعاع الشمسي، ويمكن ذلك بإستخدام أشجار تتساقط أوراقها شتاءاً للسماح بمرور أشعة الشمس فى الاتجاه المطلوب، وقد وجد بالتجربة أن التشجير يقلل استهلاك الطاقة بنسبة قد تصل إلى ٤٠%[1].



شكل(٢–١٢): التشجير يتحكم في الإشعاع الشمسي وحركة الرياح ويلطف درجة الحرارة.
(Minnesota Univer.1979,p24).

---

[1] (Minnesota Univer.,1979,p24).

٢-٢- الاعتبارات المعمارية :

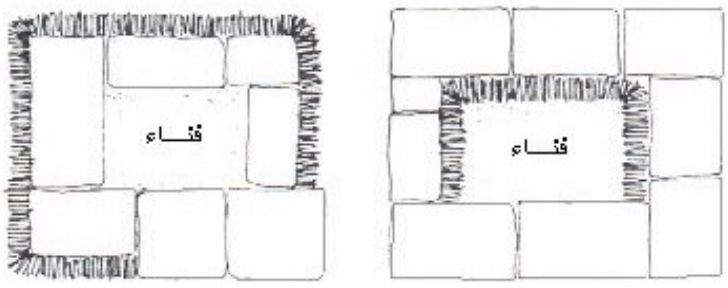
تشمل الاعتبارات المعمارية على الاعتبارات المتعلقة بتصميم المبنى من الداخل كتوزيع الفراغات والاستعمالات داخل المبنى وعلاقة المبنى بالسطح وتفاصيل الإضاءة والتهوية والتشميس واعتبارات الطاقة والتشجير والعزل الصوتي والبصري بالإضافة لاعتبارات توفير الطاقة والعزل الحراري للمبنى.

٢-٢-١- توزيع الفراغات:

توزيع الاستعمالات في المبنى يعتبر أحد العوامل الرئيسية في التصميم وذلك بما يتماشى مع احتياجات المستعملين وبالتالي يحدد نوعية وعدد الفراغات وحجمها ونوعية العلاقة بينها وعلاقتها بالمحيط الخارجي، ويتوقف توزيع الفراغات كذلك على أسلوب التصميم (استخدام فناء – واجهة في اتجاه رئيسي – فتحات في أكثر من اتجاه)، بالإضافة إلى اعتبارات الطاقة في المبنى والحاجة إلى اكتساب الحرارة أو فقدها.

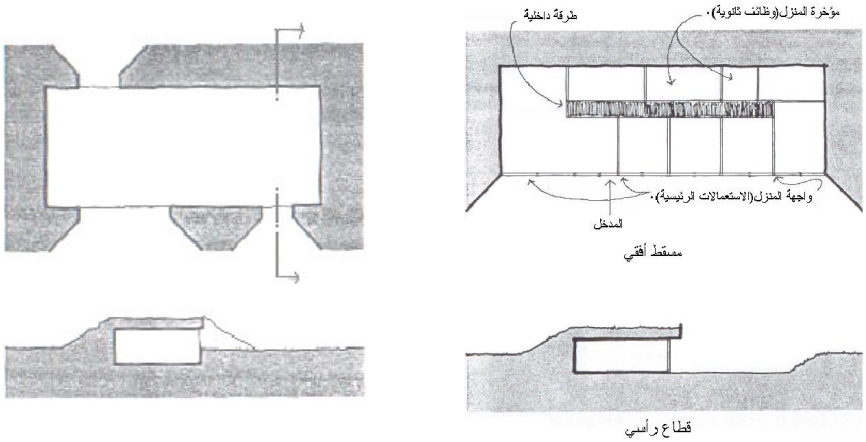
فاستخدام الفناء يجعل الفراغات كلها موزعة حوله وجميع الفتحات عليه وقد يشكل هو محور الحركة الرئيسي كما في النماذج التقليدية في البلاد الحارة كما يمكن أن يكون محور الحركة حول الفناء وتتوزع حوله الفراغات إلا أن ذلك يتعارض مع اشتراطات التهوية والإضاءة في بعض البلاد، قد تتوزع الفراغات حول الفناء وتكون محاور الحركة من الخارج إلا أنها في هذه الحالة تكون طويلة جداً ، وقد يكون الانتقال من خلال الفراغات نفسها كما في بعض التصميمات الحديثة.

بينما في المنازل التي تعتمد على التهوية من أكثر من اتجاه (التهوية الإعتراضية) تكون محاور الحركة أقل ما يمكن وتتمركز في وسط البيت، والفتحات هنا قد تكون في السقف أيضاً شكل(٢-١٣،١٤،١٥).



شكل(٢-١٣): توزيع الفراغات وعلاقته بمحاور الحركة في البيت ذو الفناء.

(Minnesota Univer.1979,p41).

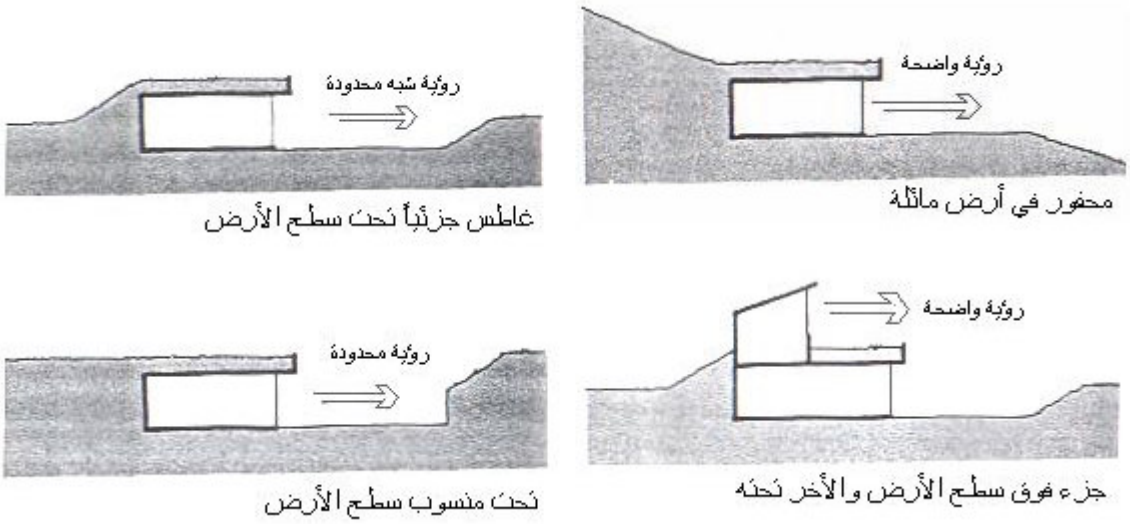


شكل(٢–١٥،١٤): توزيع الفراغات وعلاقته بمحاور الحركة في المباني ذات الواجهة الواحدة أو أكثر .(Minnesota Univer.1979,p39,42)

٢–٢–٢– العلاقة بالسطح:

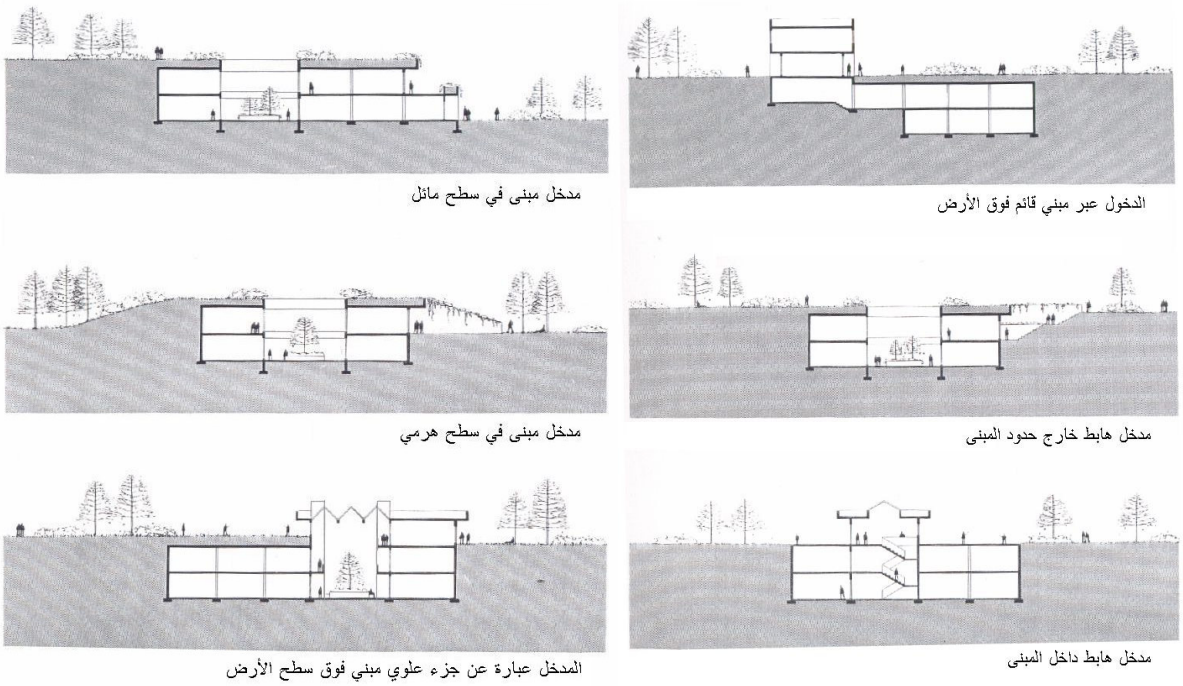
نعني بعلاقة المبنى بالسطح عمق المبنى، هل هو محفور كلياً أم جزئياً، وعلاقته بمنسوب سطح الأرض وتأثير شكل المبنى على السطح، ومجال الرؤيا، وعلاقة المدخل بالسطح.

فالمبنى المحفور كليا تحت منسوب سطح الأرض يمتاز بمجال رؤية محدود في الأرض المنبسطة بينما تكون أفضل في المنازل المحفورة جزئياً، وتتضح تماماً في الأراضي المائلة.كذلك فإن طبيعة استخدام السطح الخارجي تؤثر على أسلوب تصميم المبنى فقد يكون الارتفاع فوق منسوب السطح غير مرغوباً كما في الصين حيث تستخدم الأراضي للزراعة، أو لأغراض أخرى شكل(٢–١٦).



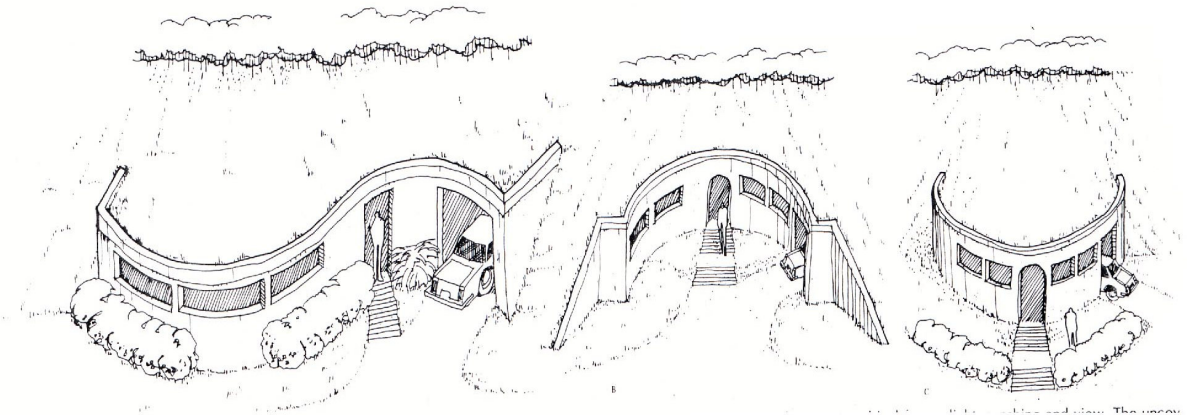
شكل(٢–١٦): علاقة المبنى بالسطح وتأثيره على مجال الرؤيا.(Minnesota Univer.1979,p38).

وتؤثر العلاقة بالسطح وطبيعة استخدام المبنى والسطح على تصميم المدخل، فالمدخل هو أحد أهم العناصر في المبنى للربط بين الخارج والداخل ويساهم اختيار الشكل والتوجيه الأمثل له في تقليل الشعور بالضيق وجذب الناس إليه. ففي المباني المحفورة كلياً تحت سطح الأرض يمكن الدخول عن طريق مبني قائم فوق الأرض، ويمكن النزول إليه عبر مدخل خارجي أو داخلي، وفي الأرض المائلة يكون الدخول من أحد جوانب المبنى، كما يستحب في المدخل أن يكون مميزاً عما حوله جيد الإضاءة والتهوية،وفي المباني السكنية ذات الفناء لا يفضل أن يفتح المدخل مباشرة على الفناء لتحقيق الخصوصية شكل (٢-١٧).



شكل(٢-١٧): علاقة المدخل بالسطح وتأثيره على التصميم.(Carmody,J,1983,p51,52).

وتعتبر العلاقة بمحاور الحركة الخارجية أحد مظاهر علاقة المبنى بالسطح الخارجي ويؤثر تصميمها كذلك على شكل المدخل، ومكان الجراج إن وجد ففي المباني المحفور كلياً تحت سطح الأرض يفضل أن تكون الجراجات فوق سطح الأرض بينما يمكن توفير فراغ خاص بها في الحالات الأخرى. ويستحب كذلك توفير حيز تمهيدي للمدخل يفصله عن محاور الحركة ويمكن استخدام النباتات والتشجير لتحقيق العزل البصري والصوتي كما يوفر هذا الحيز خصوصية للمكان ويساعد على أداء بعض الأنشطة الخاصة كحيز آمن للأطفال ومكان مشمس لتجفيف الملابس والإضاءة والتهوية ويمكن استخدامه كجراج ،.. الخ شكل(٢-١٨).



شكل(٢-١٨): علاقة المدخل بمحاور الحركة الخارجية (Golany,1983,p126).

٢-٢-٣- الاعتبارات البيئية:

تتناول الاعتبارات البيئية كل ما له علاقة بالبيئة الخارجية والداخلية للمبنى كمجال الرؤيا الخارجية والإضاءة والتهوية ودرجة الحرارة والتشميس والإظلال وعلاقة ذلك كله بمساحة وشكل الفتحات وأسلوب التهوية والإضاءة في المبنى.وتتفاوت حاجة المبنى لكلٍ من هذه الاعتبارات طبقاً لنوعية الاستخدام.

تعتمد الإضاءة والتهوية الطبيعية في المبنى على شكل ونوعية الفتحات وتوجيهها وطبيعة الأرض، وأسلوب التصميم، ففي الأراضي المنبسطة يعتمد أسلوب التهوية غالباً على وجود الأفنية الداخلية حيث تفتح عليها النوافذ ويتم توجيهها طبقاً لحاجة المبنى لاكتساب أو فقد الحرارة، وطبقاً لاتجاه الرياح المرغوبة.

وعموماً فهناك اعتبارات بيئية يجب توفيرها في المباني بصفة عامة وفي حالتنا بصفة خاصة:

(١)تعظيم مستوى الإضاءة وتخلل أشعة الشمس مع الأخذ في الاعتبار حاجة المبنى إلى فقد أو اكتساب الحرارة.

(٢)عمل أكثر من مدخل للمبنى لتوفير مستويات الصحة والأمان المطلوبة.

(٣)ضمان سهولة الحركة لمستخدمي المبنى

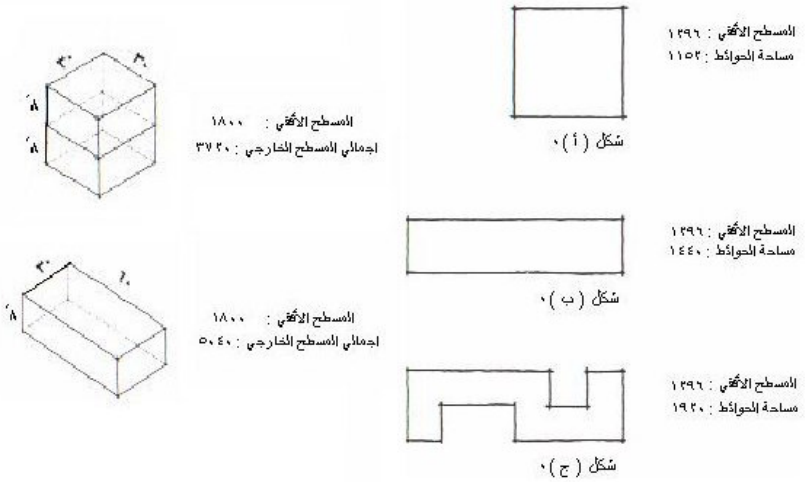
(٤)يمكن عمل فتحات بينية في القواطيع الداخلية كما يمكن ألا تصل إلى السقف للسماح بالتهوية والإضاءة العابرة.

(٥)الفراغ الداخلي يمكن أن يشمل أكثر من طابق للتهوية والإنارة.

(٦)تكامل استخدام التشجير مع التصميم.

٢-٢-٣-١- شكل المبنى :

ويؤثر الشكل العام للمبنى على الراحة الحرارية داخل المبنى فالشكل المستدير يوفر أقل مسطح للحوائط مقارنة بالأشكال الأخرى لنفس المسطح الأفقي، لذا فهو يعد أنسب الأشكال في الأقاليم ذات المناخ غير القاري مما يقلل من مسطح التلامس مع التربة مما يقلل من فقد أو اكتساب الحرارة، بينما يعد شبه المنحرف من أنسب الأشكال خاصة في الأقاليم ذات المناخ القاري حيث تكون درجة حرارة التربة أبرد من المبنى، وحيث يحقق أكبر مسطح تلامس مع التربة.

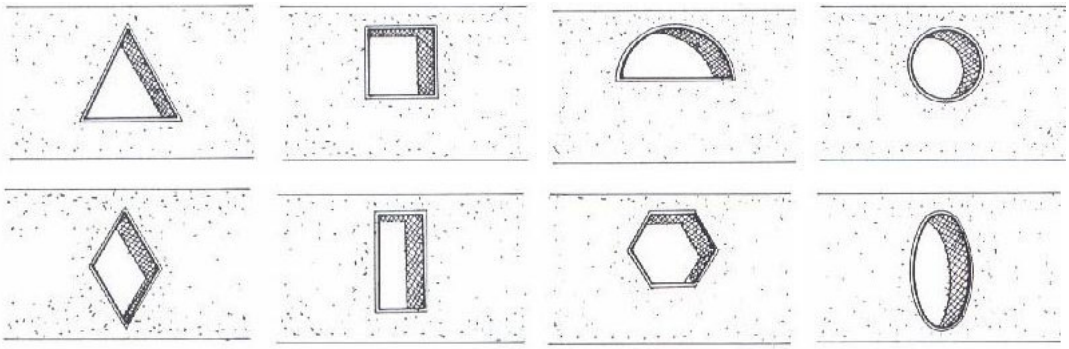


شكل(٢-١٩): علاقة شكل كتلة المبنى بمساحة الأسطح الملامسة للتربة.(Minnesota Univer.1979,p35).

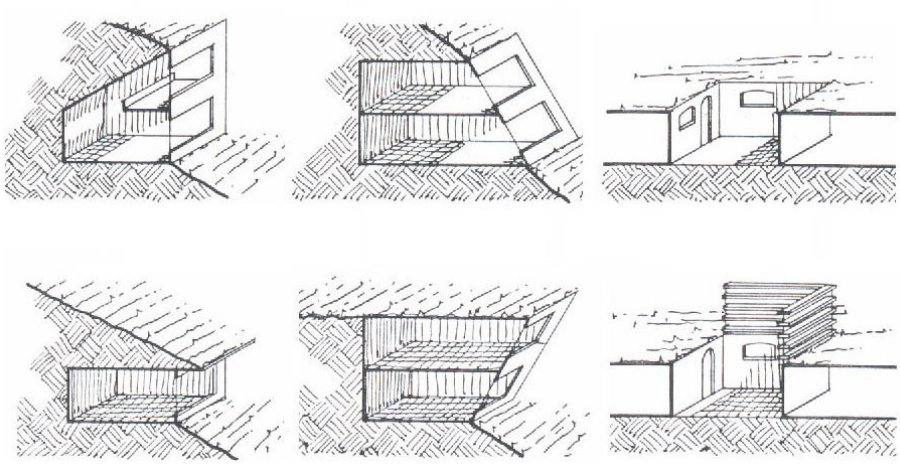
٢-٢-٣-٢- أشكال وأماكن الفتحات :

تؤثر أشكال الفتحات و مسطحها وأسلوب تصميمها على كمية الضوء ومساحة الأجزاء المظللة فاستخدام الشكل المستطيل ذو النسبة الأفقية يحقق مجال رؤيا أوسع بالإضافة إلى قدر أكبر من الإضاءة مع أقل قدر من الاكتساب للإشعاع الشمسي مقارنة بنفس المساحة من الأشكال الأخرى شكل(٢-٢٠)، كذلك ميل الفتحات وأسلوب معالجتها يتوقف على الرغبة في فقد أو اكتساب الحرارة ففي الأسطح المائلة يمكن استخدام واجهة مائلة بحيث تكون عمودية على زاوية سقوط أشعة الشمس أو استخدام سقف داخلي مائل مع واجهة رأسية للاكتساب الحراري، وعكس اتجاه الميل لتقليل الاكتساب الحراري، وفي الأسطح الأفقية نستخدم فتحات علوية ذات نسبة أفقية للاكتساب الحراري، بينما نستخدم فتحات رأسية ووسائل إظلال لتقليل الاكتساب الحراري شكل(٢-٢١)، ويستحب توفير أكثر من مصدر للإنارة والتهوية إذا زاد عمق الحجرة عن ١٦ قدم [1] ويمكن استخدام ملاقف الهواء لذلك وخاصة التي يمكن توجيهها أو التحكم في إغلاقها لتجنب التسرب الحراري شكل(٢-٢٢).

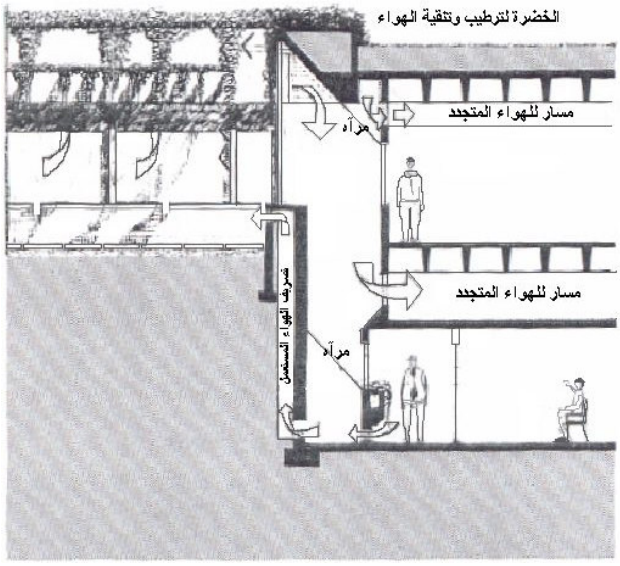
[1] (Minnesota Univer.1979,p44)



شكل(٢-٢٠): تأثير شكل الفتحة على مساحة الجزء المظلل منها (Golany,1983,p125).



شكل(٢-٢١): الرغبة في فقد الحرارة أو اكتسابها هي التي تحدد أسلوب تصميم فتحات الإنارة والتهوية (Golany,1983,p121).



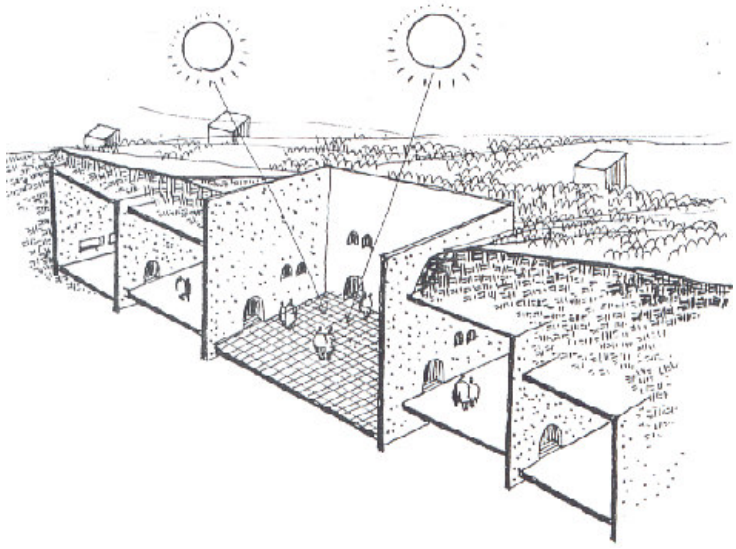
شكل(٢-٢٢): استخدام الأسطح العاكسة في ملاقف الهواء كوسيلة إنارة، واستخدام الزرع لتنقية وترطيب الهواء الداخل (Carmody,J,1983,p51,56).

جدول(٢-٢-١): تأثر الاعتبارات البيئية بكمية الفتحات الخارجية (Based on: Golany,1983,p123).

	فتحات كثيرة	فتحات قليلة
١- الرؤيا	• اتصال مباشر بالمحيط الخارجي • تحتاج إلى تأمين ضد اللصوص • أكثر تعرضاً للغبار والضوضاء والتلوث • أقل خصوصية • أكثر انفتاحا وتفاعلاً مع المحيط الخارجي	• اتصال محدود بالمحيط الخارجي(شعور باالضيق). • الحاجة إلى التأمين أقل • أقل تعرضاً لتأثيرات المحيط الخارجي • أكثر خصوصية • أكثر تركيزاً على الداخل منه للخارج
٢-الإضاءة الطبيعية	• صحية ومتوفرة بكثرة • أكثر تفاعلاً مع حركة الشمس (الإحساس بالوقت) •	• غير مباشرة ومتوفرة بالقدر المرغوب • أقل تفاعلاً مع الوقت • لا يوجد إبهار ضوئي
٣- الإشعاع الشمسي	• صحي • أكثر دفئاً • أكثر تفاعلاً مع حركة الشمس	• • • ضياع الإحساس بالوقت
٤- التهوية	• تهوية وفيرة ومتجددة • أكثر تفاعلاً مع الطقس	• التهوية محدودة وتتطلب نظاماً خاصاً • أقل عرضة لتقلبات الطقس
اعتبارات أخرى	• أكثر تفاعلاً مع حركة اليوم • تقلل الشعور بالكآبة والعزلة وتعزز التفاعل مع المحيط الخارجي	• زيادة في الخصوصية • أكثر عزلة عن المحيط الخارجي (الضوضاء، التلوث،)

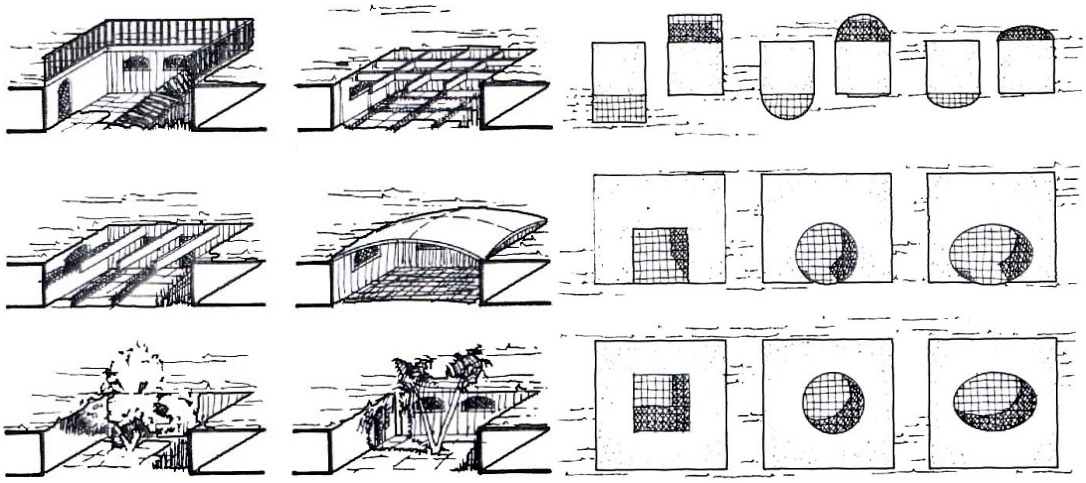
ويعد استخدام الفناء الداخلي أحد أهم عناصر التصميم للتغلب على مشاكل البيئة الخارجية للمبنى وخاصة في المناطق ذات المناخ القاري وقد استخدم الفرس والآشوريين الشكل المربع في منتصف المبنى، ثم طوره الإغريق ليتناسب مع مناخ البحر المتوسط باستخدام الشكل المستطيل ثم قام الرومان بتغطيته[٢] شكل (٢-٢٣).

[٢] (Golany,1983,p115)



شكل(٢-٢٣): استخدام الفناء للإنارة والتهوية (Golany,1983,p101).

ويؤثر شكل الفناء وتوجيهه ومساحته وعمقه على التصميم، وتوفير أكبر قدر ممكن من الإضاءة وأشعة الشمس والمساحات المظللة، فاستخدام الشكل المستطيل يوفر أكبر مساحة مظللة، كم يمكن استخدام الأسقف المتحركة والكاسرات الأفقية والرأسية الثابتة والمتحركة والتشجير لتعظيم المساحة المظللة في المناطق الحارة شكل(٢-٢٤،٢٥).

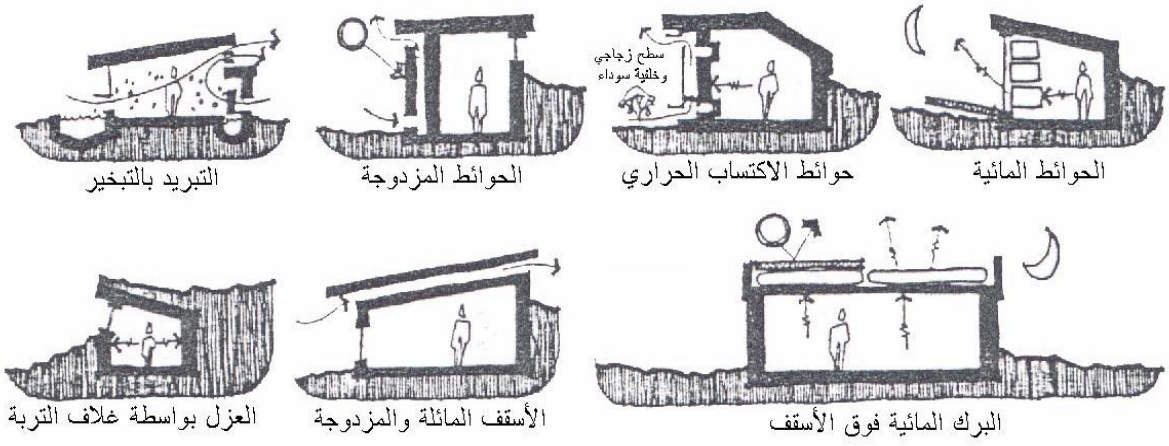


شكل(٢-٢٤،٢٥): تأثير شكل الفناء وأسلوب الإظلال على كمية الظل (Golany,1983,p116,118).

٢-٢-٣-٣- اعتبارات الطاقة :

وتعد الوسائل السالبة للتبريد والتسخين والتهوية (Passive Solar Ventelation, heating,&cooling) عوامل أساسية يجب أخذها في الاعتبار لتحقيق الراحة الحرارية داخل المبنى وتزداد أهميتها في حالة البناء تحت الأرض حيث غالباً ما يكون الدافع له بيئياً.

وتعرف الوسائل السالبة بأنها الوسائل التي 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] ، وكذلك للتبريد [كملاقف الهواء Wind Tower – التهوية الليلية Night Ventilation الأفنية الداخلية Internal Courts – التبريد بواسطة تيارات الحمل الهوائية Radiant Cooling – العزل الحراري و الترطيب بواسطة غلاف التربة Earth Sheltered كذلك التبريد بالتبخير Evaporative Cooling]، وقد تستخدم بعض الوسائل استخداماً مزدوجاً كحوائط التخزين الحراري والعزل بواسطة غلاف التربة شكل(٢-٢٦)، و تبرز الحاجة إلى هذه الوسائل خاصة في الأقاليم ذات المناخ القاري، تتميز هذه الوسائل بأنها لا تلوث البيئة كما أنها أقل تكلفة على المدى البعيد ويمكن استخدامها في المناطق التي تندر فيها مصادر الطاقة التقليدية .



شكل(٢-٢٦): بعض الوسائل السالبة للتسخين والتبريد (David, Passive Cooling,p7).

أولاً: العزل بواسطة غلاف التربة:

حيث يعتبر غلاف التربة عازلاً جيداً للحرارة وخاصة في المناطق ذات المناخ القاري، كما أن مستوى الرطوبة بها يساهم كذلك في تلطيف درجة الحرارة، ويتحكم في مستوى العزل الحراري، ومن الأمثلة على استخدامه كوسيلة تدفئة بيت الإسكيمو حيث أنه استخدم الغلاف الثلجي للتربة في شكل شبه كروي لتشتيت الرياح ومنع تراكم الثلوج ولتحقيق أقل سطح تلامس ممكن مع البيئة المحيطة، ويغطى السطح الداخلي بفراء حيوان الرنة السميك كوسيلة مساعدة للعزل الحراري، وتوجد فتحة تهوية علوية عكس اتجاه الرياح السائدة ومدخل أنبوبي طويل عكس اتجاه الرياح شكل(٢-٢٨،٢٧)، إلا أن الأكثر شيوعاً وخاصة في منطقتنا هو استخدام غلاف التربة كوسيلة تبريد، سواء بشكلها التقليدي في استخدام غلاف التربة أو بتطوير أساليب مبتكرة شكل(٢-٢٩) مباشرة وهناك عوامل يجب أخذها في الاعتبار لتحسين كفاءة العزل الحراري:

١-نوعية التربة (رغوية، رملية، رسوبية، طينية، صخرية، .).

٢- منسوب المياه الجوفية ويراعى أن يكون البناء فوق منسوب المياه الجوفية لتجنب مشاكل النضح وتسرب المياه إلى المبنى وتكلفة العزل.

٣- مستوى رطوبة التربة السنوي والشهري.

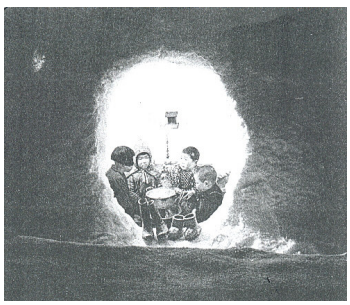
٤-الشروخ والصدوع الموجودة في سطح التربة.

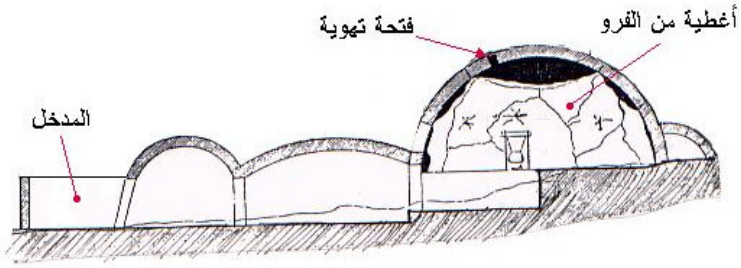
٥-مدى حساسية التربة ومقاومتها للزلازل.

٦-وجود كهوف أو مناجم أو صدوع قريبة.

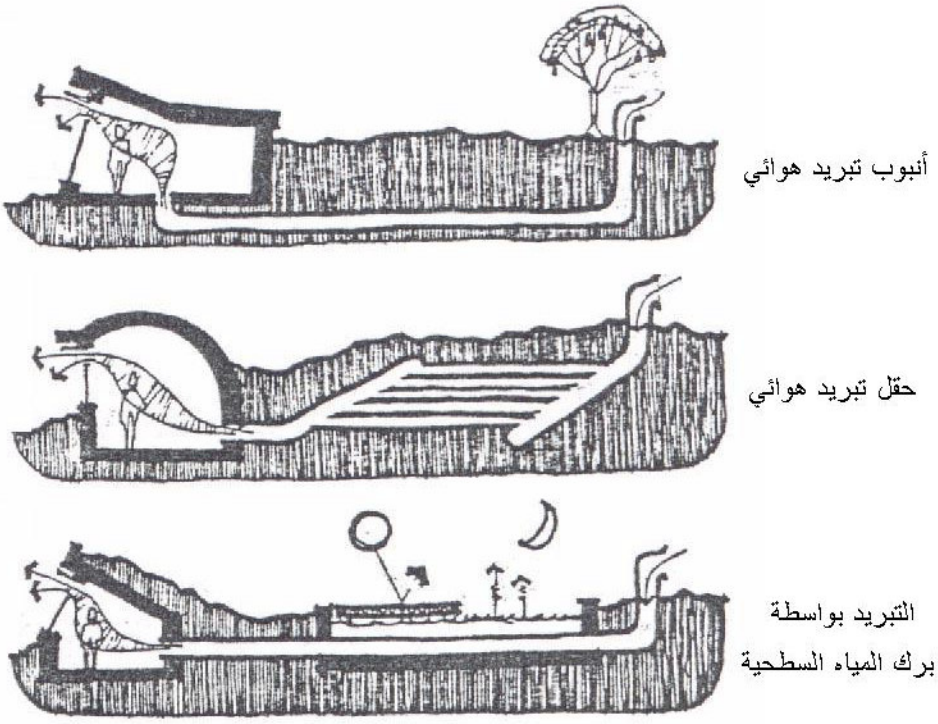
٧-أشكال التعرية الخارجية.

٨-خصائص التربة (حرارة ، رطوبة، تمدد، انكماش، مكونات، صلابة، جيولوجية، نباتية، حيوانية، جيولوجية، ..الخ).





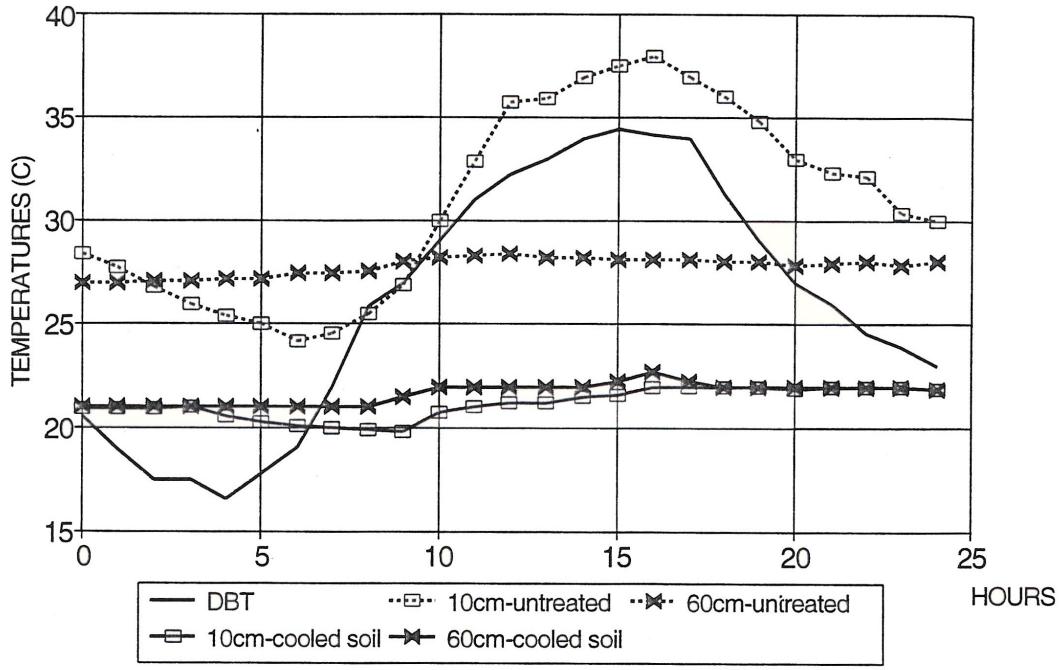
شكل(٢-٢٨،٢٧): قطاع في بيت الإسكيمو وصورة للفراغ الداخلي (Arnion,1953,p252).



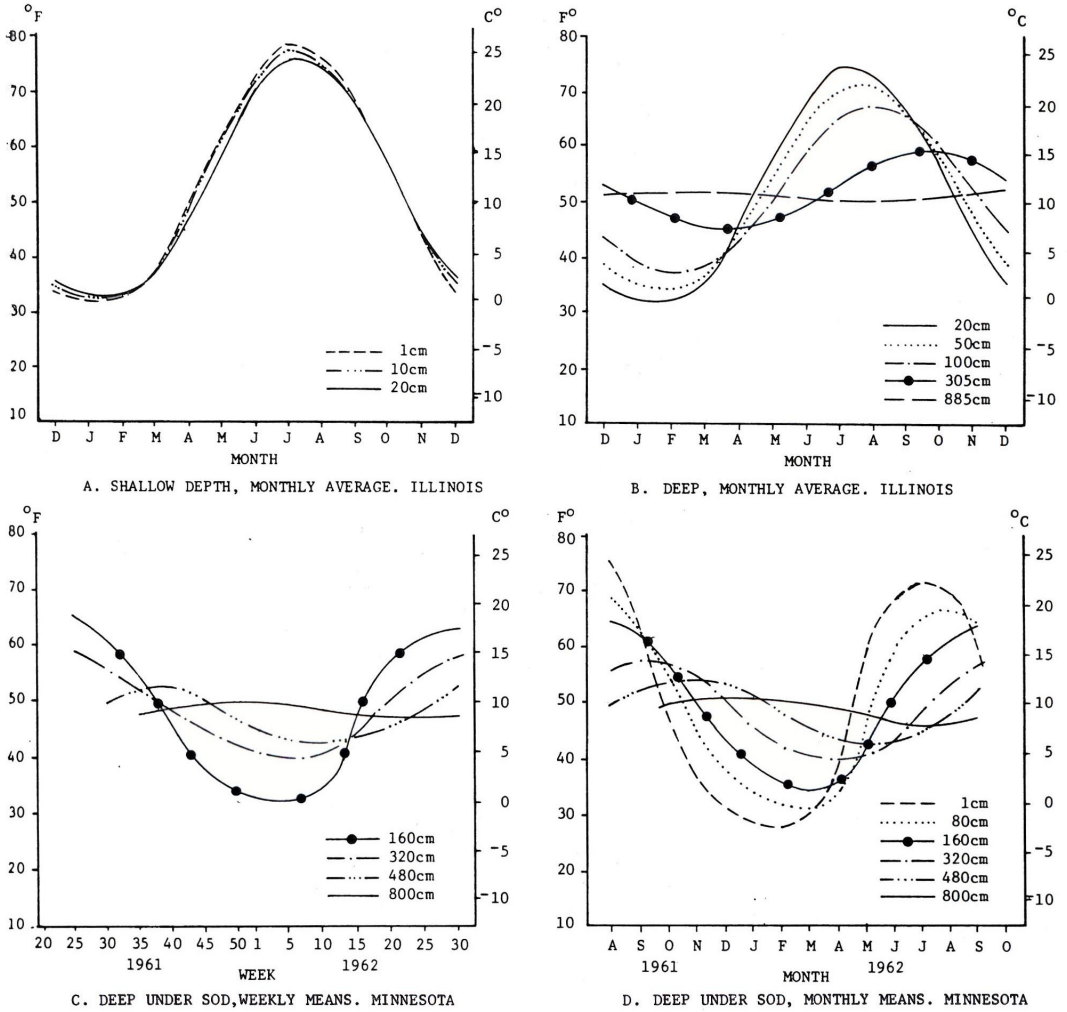
شكل(٢–٢٩): بعض الوسائل السالبة لتبريد الهواء بواسطة غلاف التربة (David, Passive Cooling,p7).

وتعد التربة المفككة– كالتربة الطينية– من أنسب أنواع التربة للحفر فيها وكذلك للزراعة حيث أن حبيباتها متماسكة كما أنها تحتفظ بالرطوبة مدة أطول، إلا أنها تكون غير مناسبة بزيادة المحتوى المائي لها عن الحد المقبول بينما تعد التربة المفككة كالتربة الرملية أقل ملائمة للحفر فيها أو استخدامها للزراعة حيث أنها لا تحتفظ بالرطوبة.

ويحدد كذلك عمق المبنى وأسلوب معالجة سطح التربة مستوى العزل المطلوب ودرجة الحرارة الداخلية للمبنى تحت الأرض. فقد وجد بالتجربة أنه حتى عمق ٣ َ تتأثر درجة حرارة التربة بالتفاوت اليومي لدرجة حرارة الهواء، بينما تتأثر الأعماق بين ٣٠ َ–٤٠ َ بالتردد السنوي لدرجات الحرارة فعل عمق ١٠ َ قدم تحت سطح التربة يكون معدل التغير في درجة الحرارة +أو– ٦ْف بينما على عمق ٣٠ َ لا يزيد عن١ ْف ، وتزداد درجات الحرارة كلما زاد العمق عن ٣٠ َ تأثراً بحرارة باطن الأرض، كما وجد بالقياسات التي أخذت في أحد الأقاليم الصحراوية ذات المناخ القاري بإسرائيل شكل(٢–٣٠) وأماكن مختلفة من الولايات المتحدة تمتاز بمناخ بارد مثلج شتاءاً دافئ ممطر صيفاً أشكال(٢–٣١ ،٣٤) حيث يوضح الشكل الأول التردد الشهري لدرجات الحرارة السطحية والثاني على أعماق أكبر بمقاطعة (Illinois) بينما يوضح الشكلان الثالث والرابع التردد الأسبوعي والسنوي لدرجات الحرارة على أعماق مختلفة بمقاطعة (Minnesota) بالولايات المتحدة.



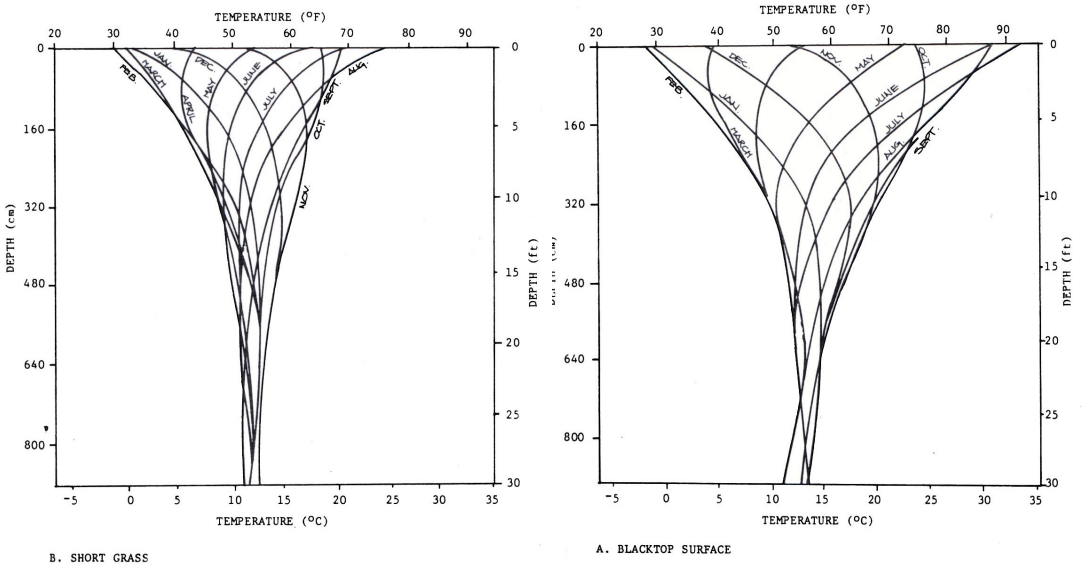
شكل(٢–٣٠): نتائج بعض التجارب للتبريد بواسطة غلاف التربة في إسرائيل (Givoni,1998,p208).



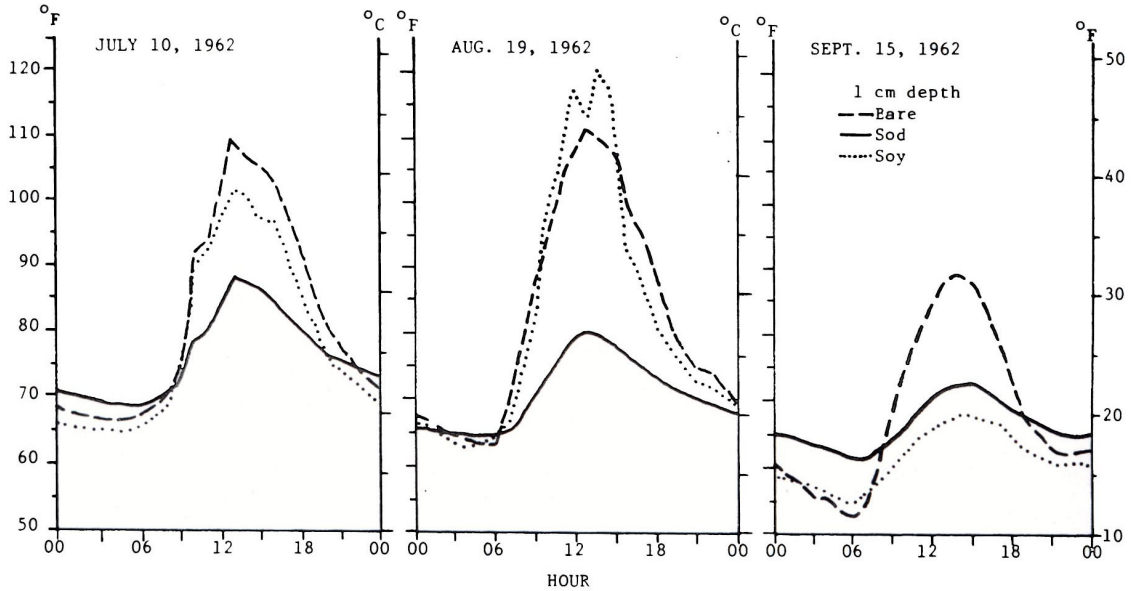
شكل(٢–٣١ ، ٣٤): نتائج بعض التجارب للعزل بواسطة غلاف التربة في الولايات المتحدة (Golany,1983,p79)

ويراعى عند تحديد معدل الراحة الحرارية المرغوبة داخل المبنى، أخذ مصادر الحـــرارة الأخرى للأنشطة المختلفة في الاعتبار، كالناتجـــة عـــن الإنســـان أو الماكينـــات والأجـــهزة المختلفة.

وتساهم طريقة تنسيق ومعالجة سطح التربة في توفير الراحـــة الحراريـــة فـــي بـــاطن الأرض، فالتشجير وأسلوب توجيهه يساهم في توفير أكبر مساحات مظللة ممكنة شـــكل (٢-٣٥ ،٣٧)، كذلك استخدام أنواع تحتفظ بالماء في جذورها كما سبق ذكره يتحكم كذلك في درجة الحرارة .



شكل(٢-٣٥، ٣٦): التردد الحراري عند أعماق مختلفة.الشكل الأول لسطح أسود مصمت والثاني مغطى بطبقة من العشب (Golany,1983,p81).

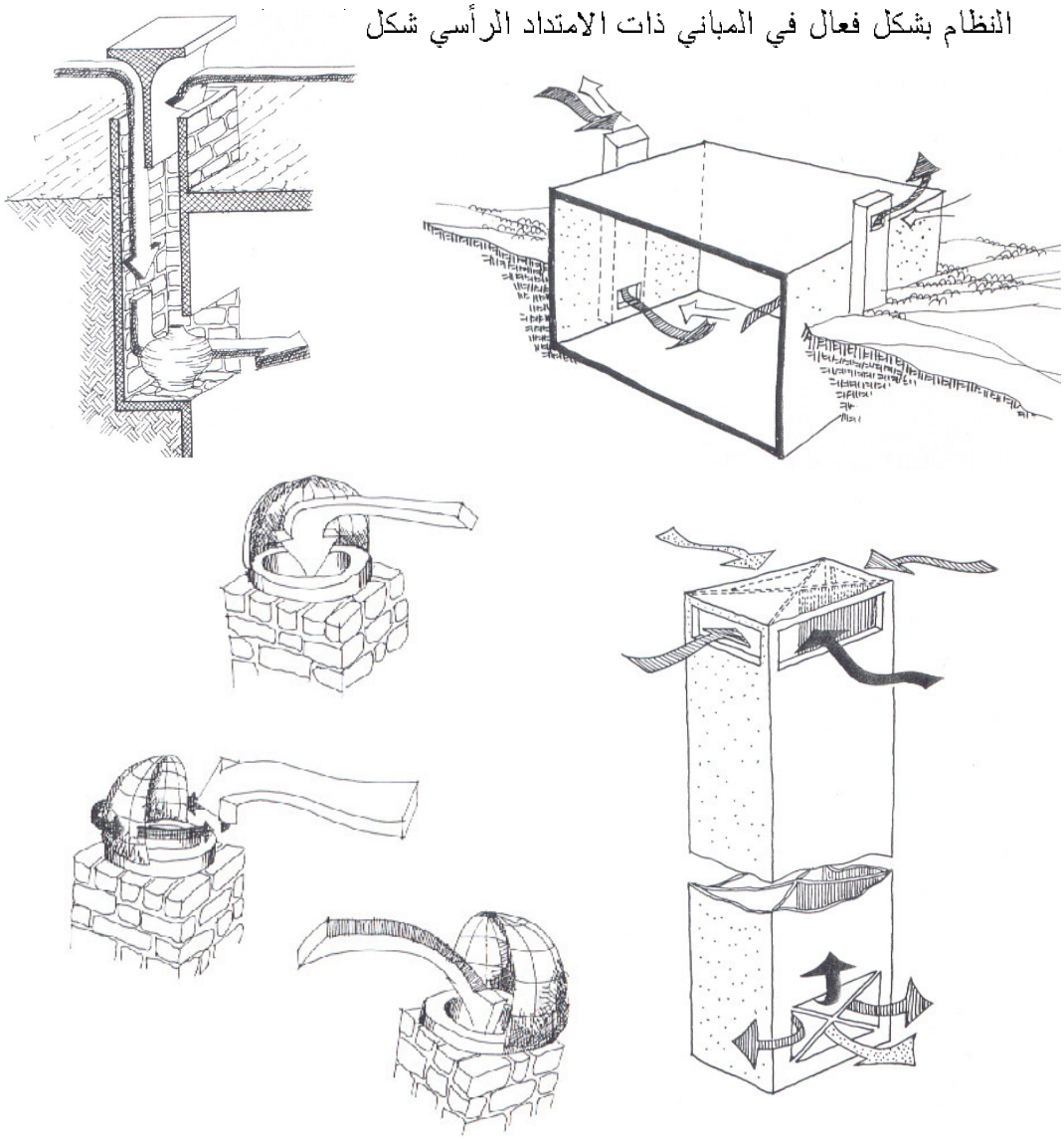


شكل(٢-٣٧): تأثير تشجير السطح على التردد اليومي والموسمي لدرجات الحرارة(Golany,1983,p82).

ثانياً: التهوية السالبة:

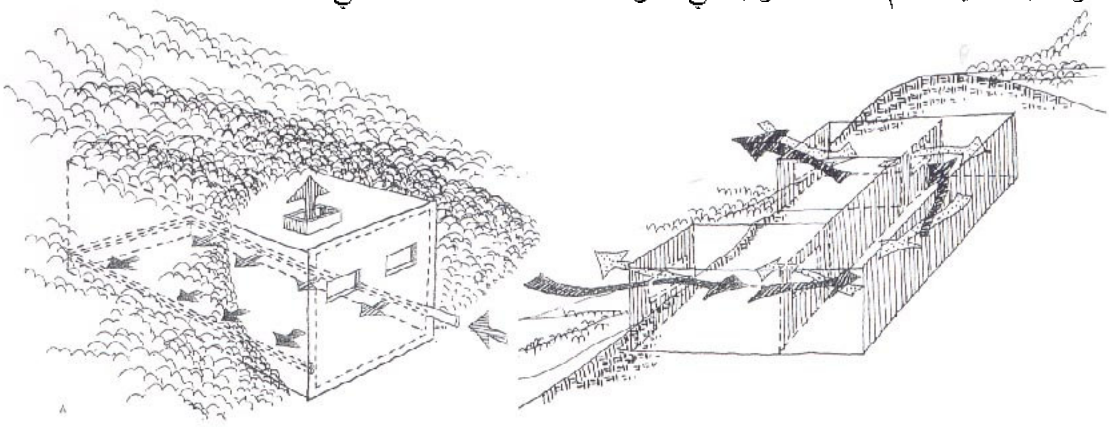
وتشمل التهوية السالبة للمبنى استخدام ملاقف الهواء والأفنية الداخلية ، وتيارات الحمل الهوائية وغالباً ما تقترن بوسائل التبريد بالتبخير ووسائل ترطيب الهواء خاصة في الأقاليم الحارة الجافة.

فتستخدم ملاقف الهواء في اتجاهات الرياح المرغوبة وقد تستقبل من أكثر من اتجاه كذلك قد تكون متحركة ليسهل توجيهها حيث اتجاه الرياح المرغوبة، وغالباً ما تقترن بوسائل لترشيح وتنقية الهواء الداخل ووسيلة أو أكثر للترطيب في المناخ الجاف، وتستخدم غالبا هذه الوسيلة في الفراغات التي لاتتوافر فيها واجهة مباشرة على المحيط الخارجي، ويستخدم هذا النظام بشكل فعال في المباني ذات الامتداد الرأسي شكل

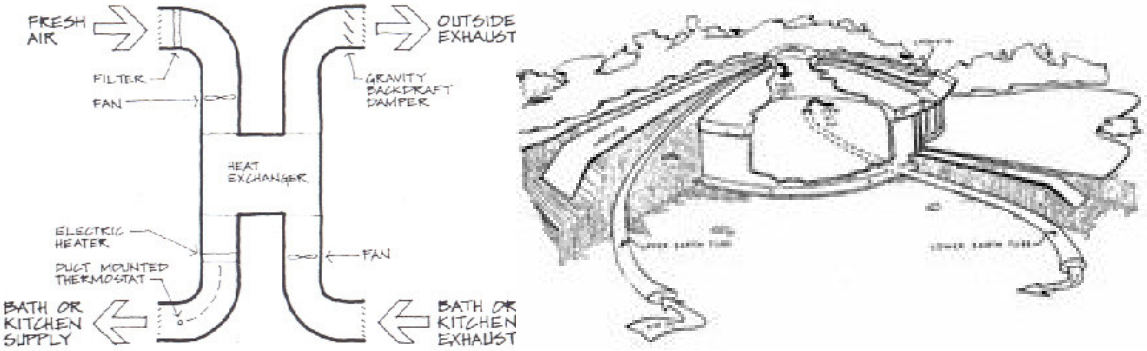


شكل(٢-٣٨): أشكال ونماذج متعددة لملاقف الهواء (Golany,1983,p88-92).

بينما تستخدم تيارات الحمل الهوائية بشكل فعال لتهوية الفراغات الكبيرة نسبيا وتعتمد 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، أشكال(٢-٣٩ ،٤١) وغالبا ما يستخدم هذا الأسلوب في الفراغات ذات الامتداد الأفقي.



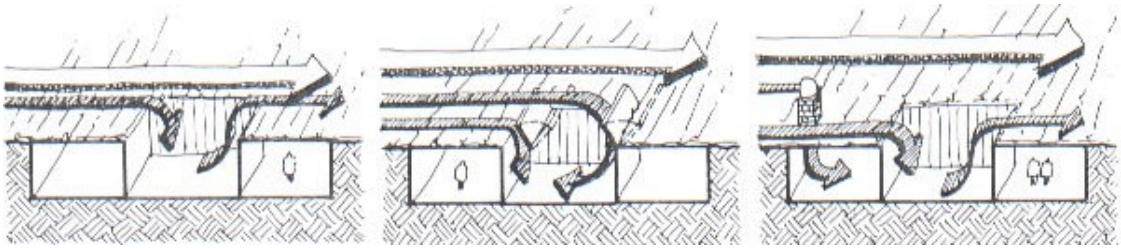
(Golany,1983,p86)



(www. Members.aol.com/Mraichyk/Outer Space/CulvrtHs.html) .(Minnesota Univer.,1979,p82)

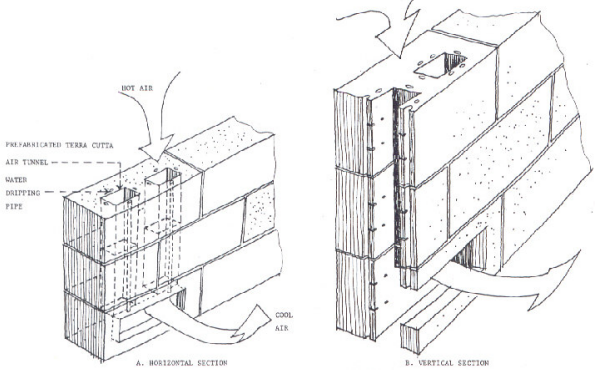
شكل(٢-٣٩ ،٤١): استخدام تيارات الحمل الهوائية لتهوية الفراغات ذات الامتداد الأفقي.

كذلك يساهم الفناء الداخلي وخاصة في المباني المحفورة كليا تحت سطح الأرض في عمل تيارات حمل هوائية داخل فراغات المبنى.



شكل(٢-٤٢): استخدام معالجات مختلفة للبيت ذو الفناء لخلق تيارات هوائية (Golany,1983,p91).

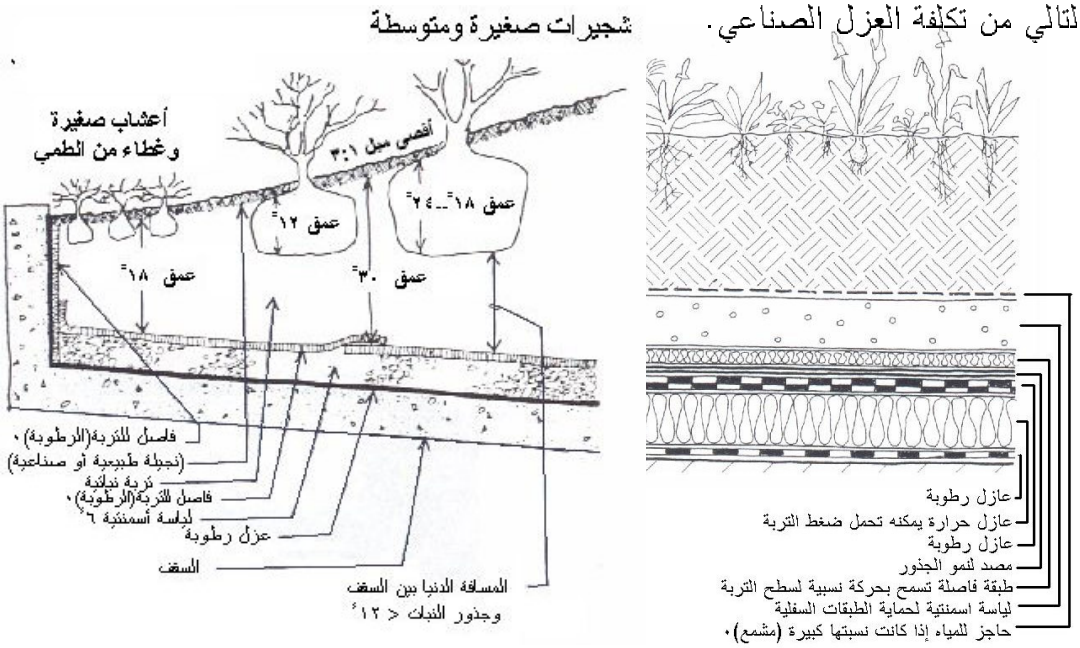
وتستخدم المواني المائية Roof Ponds – والكتلة الحرارية للحوائط والأسقف كوسيلة للتحكم في ثبات درجة الحرارة الداخلية للفراغ والعمل على خفضها في حالة استخدام وسائل ترطيب ميكانيكية للحوائط والأسقف شكل(٢-٤٣).



شكل(٢-٤٣): استخدام أنابيب المياه داخل الحوائط كوسيلة لترطيب الهواء الداخل.(Golany,1983,p95).

كذلك فالألوان ومواد البناء والفرش المستخدمة تؤثر على تصميم المبنى وتؤثر على درجة الحرارة الداخلية للمبنى، فالألوان الناصعة تعكس أشعة الشمس وتقلل من الاكتساب الحراري كما أن استخدام مواد بناء كالحجر الرملي والطباشيري يساهم كذلك في تقليل الاكتساب الحراري.

ويساهم التشجير في تلطيف درجة الحرارة كذلك على المستوى الداخلي للمبنى فاستخدامه كذلك في الطبقة السطحية فوق أسطح المباني يساعد على ثبات درجة الحرارة حيث يفضل استخدام شجيرات ونباتات تحتفظ بأكبر قدر ممكن من المياه في جذورها ويقلل ذلك بالتالي من تكلفة العزل الصناعي.

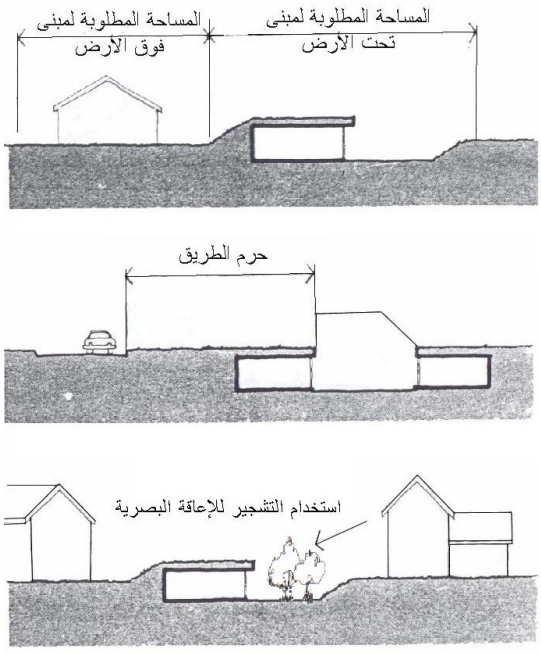


شكل(٢-٤٤،٤٥): الحشائش والنباتات التي تحتوي جذورها على كميات كبيرة من الماء عازل جيد للحرارة وتساعد على ثباتها. (Brenda,1991,p148)،(Minnesota Univer.1979,p46).

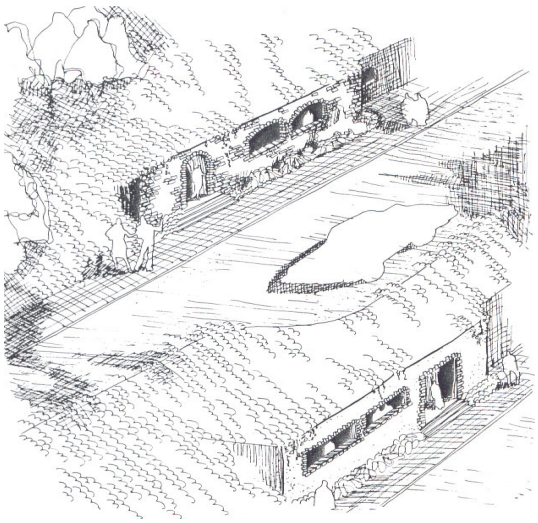
٢-٢-٤- اعتبارات بصرية وسمعية :

ونعني به العزل البصري والصوتي للمبنى عن المحيط الخارجي، وتظهر الحاجة إلى عزل بصري في الأرض المنبسطة إذا كان الموقع يحتوي على مباني تقليدية قريبة- فوق الأرض – ويمكن التغلب على ذلك باتخاذ مسافات بينية كحرم للموقع في حالة توفر مساحة تسمح بذلك، وتتحدد طبقاً لارتفاعات المباني المجاورة ويمكن بناء جزء فوق الأرض كعائق للرؤيا،بالإضافة إلى استخدام التشجير كعائق بصري، بينما في الأراضي المائلة فلا تظهر المشكلة سوى في حالة إذا ما كانت المباني موازية لمسارات الحركة، ويمكن التغلب على ذلك بعمل حرم للطريق أو استخدام أسوار بالإضافة للتشجير شكل(٢-٤٦)، ويفضل كذلك أن تكون ممرات المشاة موازية للمباني تليها السيارات لتقليل الضوضاء شكل(٢-٤٧).

وتقل كثيرا مشاكل الضوضاء والتلوث السمعي في المباني تحت الأرض عن المباني التقليدية ويستحب أن تكون المباني بعيدة عن المطارات والطرق الرئيسية مع عمل حرم كافي إن وجدت، ويمكن استخدام وسائل العزل الصوتي المختلفة للحوائط التي تتصل بالمحيط الخارجي (كاستخدام الحوائط المفرغة، ومواد العزل الصوتي،).



شكل(٢-٤٦): الاعتبارات البصرية والسمعية للبناء تحت الأرض. (MinnesotaUniversity.1979,p25--Golany,1983,p59)



شكل(٢-٤٧): ممرات المشاة تليها ممرات السيارات للعزل الصوتي.(Golany,1983,p133).

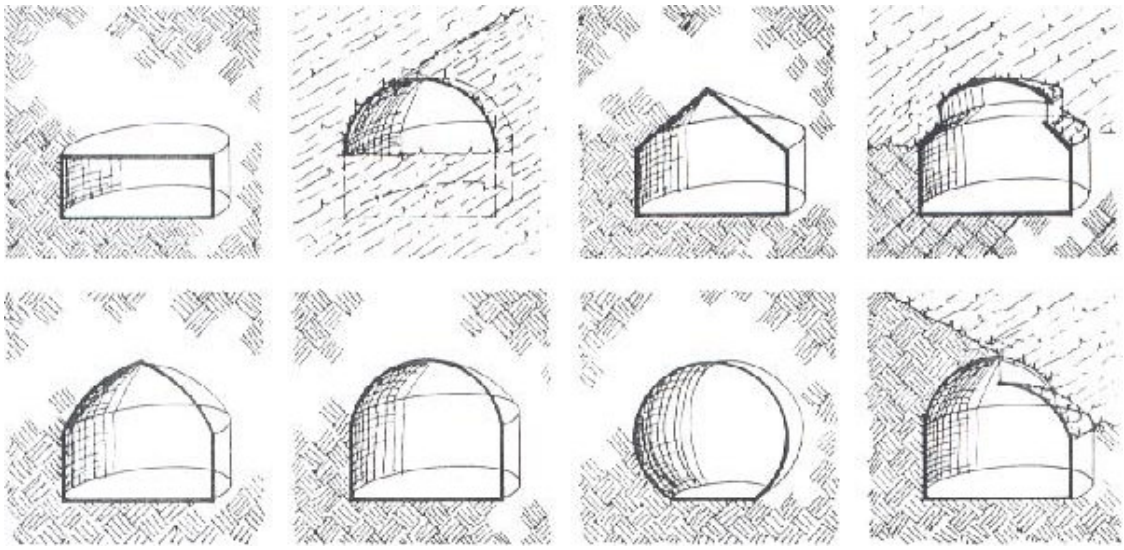
٢-٢-٥- الاعتبارات الإنشائية :

وتشمل الاعتبارات الإنشائية المؤثرة في تصميم المبنى كشكل الحوائط والأسقف ونوعية الخامات وأساليب العزل للحرارة والرطوبة والاعتبار الأهم وهو نوعية التربة وخصائصها.

٢-٢-٥-١- الأسقف والحوائط :

يحدد شكل السقف وأسلوب تصميمه الحمل الذي يمكن أن يتحمله وبالتالي عمق الحفر الذي يمكن أن نصل إليه، ويتأثر ذلك بطبيعة التربة كذلك،ويمكن تصنيف السقف إلى ثلاثة أنواع: مستوية، ومائلة، ومنحنية سواء مقببة أو مقببة شكل(٢-٤٨)، ويعد الشكل المستدير هو الأنسب لتوزيع الأحمال فوق المبنى كما أنه يحول دون تأثير المياه الجوفية وتسربها إلى المبنى، إلا أنه أصعب وأكثر تكلفة في الإنشاء كما انه يحتاج إلى حيز أكبر إلا أنه في جميع الأحوال يجب استخدام الأسقف المائلة لتوزيع الأحمال وتجنب تراكم المياه الجوفية فوق السقف، كما أنها تسمح بتخلل الإشعاع الشمسي بصورة أفضل.

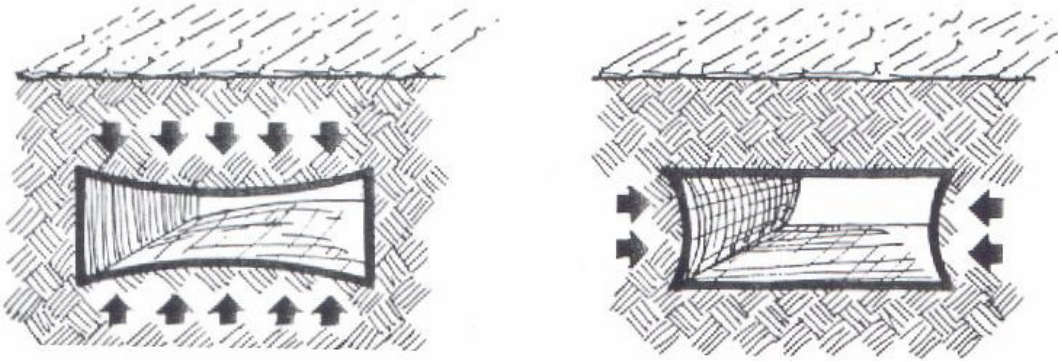
كذلك فاستخدام الحوائط المستديرة يقلل من تأثير تحميل التربة على الحوائط كما يحد من التأثير المباشر لتسرب المياه وعموماً فالشكل الكروي هو الأنسب إنشائياً إلا أنه أكبر تكلفة ولا يحقق الاستغلال الأمثل للفراغات.



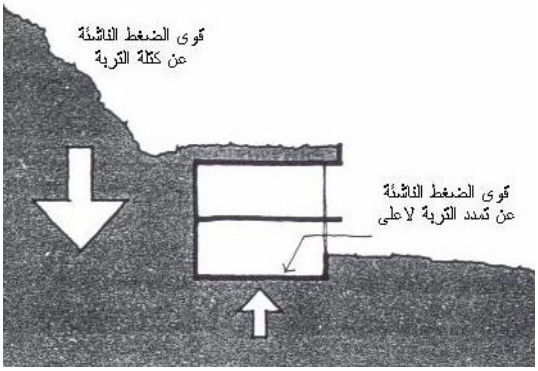
شكل(٢-٤٨): أشكال الأسقف والحوائط وعلاقتها بتوزيع الأحمال (Golany,1983,p130).

٢-٢-٥-٢- التربة :

تمثل التربة كذلك عاملاً إنشائيا مهماً بالإضافة لتأثيرها على مستوى الراحة الحرارية داخل المبنى، فمكونات التربة، وكثافتها، والمحتوى المائي لها، وخصائصها الكيميائية والفيزيائية والجيولوجية، تحدد اتجاه ومقدار الأحمال المتوقعة على المنشأ، فالتربة الطفلية مثلاً ذات معامل تمدد كبير نسبياً في حالة تعرضها للرطوبة، كما أن العوامل البكتيرية والفطرية والتي قد تساهم في تمدد التربة وانتفاشها، وتحدد الخصائص الجيولوجية اتجاه ومقدار الحركات الأرضية المتوقعة، وتجب كذلك دراسة مكونات وخصائص التربة كحجم الحبيبات ونوعيتها وكثافتها وزاوية الانزلاق، وأحمال الضغط والقص شكل(٢-٤٩ ،٥١)، وغيرها من الخصائص. و التي تسهم جميعها في تحديد أسلوب وشكل الحفر والأسلوب الأمثل للإنشاء، وشكل ونوعية الحوائط والأسقف جدول (٢-٢-١).

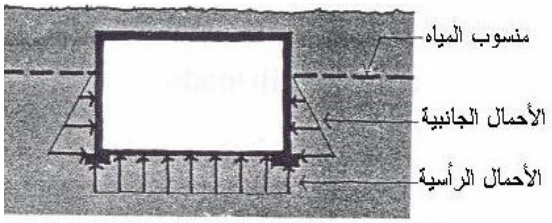


شكل(٢-٤٩): تأثير الحركة الأفقية والرأسية للتربة على الحوائط والأسقف (Golany,1983,p111).



شكل(٢-٥٠): الأحمال الرأسية نتيجة كتلة التربة وتمددها.

(MinnesotaUniversity.1979,p103)



شكل(٢-٥١): الأحمال الناتجة عن المحتوى المائي للتربة. (Golany,1983,p133).

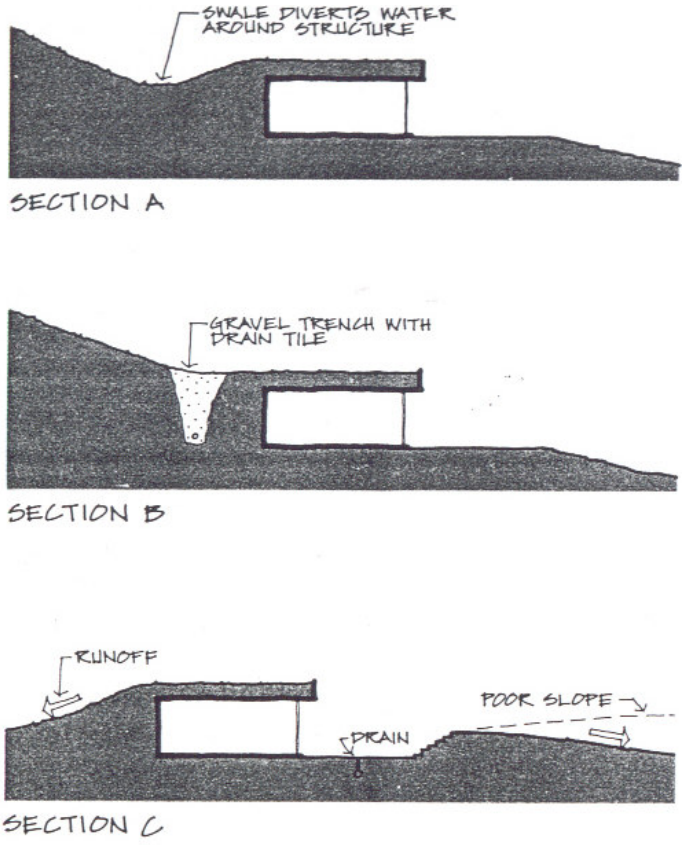
جدول(٢-٢-٢): ملائمة أنواع التربة للبناء تحت الأرض (Minnesota Univ..,1979,p103).

الشريحة	النوع	التوصيف	الملائمة
غير متماسكة	حبيبيه رملية	مفككة جداً مفككة	تدرج جيد لكن قد 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. قابل للتشكيل غالباً ما لم تغلب عليه خصائص التربة المفككة أو اللينة.
متماسكة	طينية طفلة	لينة جداً لينة	تحتاج إلى تقييم ودراسة متانية.
		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
		متمددة	مستبعدة
	تربة عضوية	أنسجة نباتية وحيوانية متفحمة. أرض سبخة (مستنقعات)	قد تحتاج إلى إحلال شامل. وقد تحتاج إلى تقنيات خاصة للتأسيس.

وتجدر الملاحظة إلى أن أنواع التربة السالفة الذكر هي الأنواع الأكثر ملائمة للحفر والبناء تحت الأرض وليست كل أنواع التربة حيث ليس هنا مجال ذكرها.

٢-٢-٥-٣- العزل:

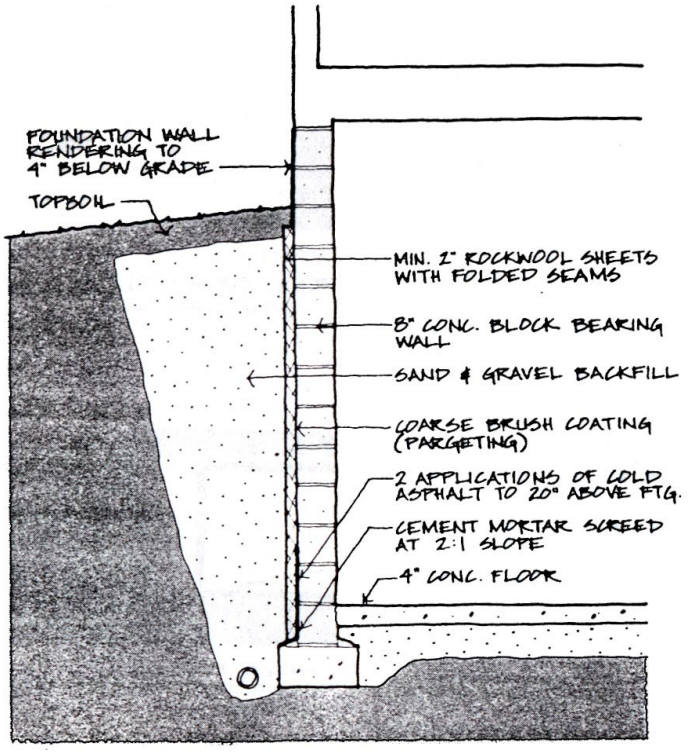
يشكل العزل أحد العوامل الرئيسية للإنشاء تحت الأرض ونعني بالعزل هنا العزل ضد الرطوبة وتعد الخطوة الأولى في ذلك هي اختيار موقع يكون منسوب المياه الجوفية فيه عميقاً وتفضل أنواع التربة التي لا تحتفظ بالمياه، كذلك يفضل البناء في التربة المائلة حيث أنها أقل تأثراً بمياه الأمطار والفيضانات، كما يفضل تجنب مخرات السيول والأودية، والأماكن القريبة من التجمعات المائية كالبرك والمستنقعات والبحيرات، كذلك هناك وسائل يمكن اتباعها في التنسيق العام حول المبنى لتخفيف أثر المياه السطحية على المبنى، كاستخدام قناة أو أخدود علوي حول المبنى لتحويل مسار المياه، أو استخدام بيارة من الحصى بعيدة عن جسم المبنى تحتوي على أنبوب لجمع وتصريف المياه بأسفلها،أو عمل ميل خفيف حول المبنى في الأراضي المنبسطة والتي لابد من احتوائها على نظام لصرف المياه إلى أعلى شكل(٢-٥٢).



شكل(٢-٥٢): أساليب مختلفة لعزل المياه وتصريفها .(MinnesotaUniversity.1979,p133)

ويمكن استخدام فواصل من الحصى والرمل حول جدران المبنى لتقليل أثر المحتوى المائي للتربة على جدران المبنى، فهي تعمل على جمع المياه المتسربة وتصريفها عبر أنبوب

قناة سفلي.ويفضل أن يتكون العازل للمبنى تحت الأرض من غشـــاء عـــازل للرطوبـــة يحول دون نفاذية المياه إلى الجدران تسبقه فاصل هوائي من الحصى والرمل وهـــو يشـــكل منطقة ذات ضغط سالب لاجتذاب المياه، ويعرف هذا النظام بالنظـــام الســـويدي للعـــزل[1] شكل(٢-٥٣).



شكل(٢-٥٣): النظام السويدي للعزل .(MinnesotaUniversity.1979,p136)

(1) **(Minnesota unv.,p136)**

٢-٣- اعتبارات أخرى

٢-٣-١- نفسية واجتماعية:

قد تتواجد بعض العوامل النفسية والاجتماعية التي تحول دون استخدام المباني في باطن الأرض وخاصة السكنية، منها ما قد يكون ناتجاً عن خلفيات مسبقة لمباني أو منشآت تحت الأرض أو تجنب الشعور بالضيق نتيجة للإضاءة والتهوية المحدودة والرغبة في الانفتاح على البيئة المحيطة، كما أن المستوى الاجتماعي للفرد قد يثنيه أحياناً عن السكن في باطن الأرض.ويمكن التغلب على ذلك بالتصميم المبتكر الجيد، وإيجاد علاقة بصرية مباشرة بالبيئة المحيطة.

٢-٣-٢- الأمان:

تعتبر المنشآت تحت الأرض أكثر أماناً من البناء فوق سطح الأرض من جوانب عديدة : فهي أكثر مقاومة لانتشار الحرائق أكثر من مثيلتها فوق الأرض وخاصة إذا استخدمت مواد بناء أكثر مقاومة للحرائق. كما أنها أكثر مقاومة للزلازل والانهيارات بفضل الكتلة المصمتة التي تحيط به وذلك إذا تم اختيار الموقع بدقة منذ البداية بحيث يكون بعيداً عن الفوالق والصدوع في التربة والأماكن الضعيفة والتي تشكل خطورة على المنشآت بصفة عامة . كذلك فهي أقل تأثراً بالأعاصير، وآمن لدفن النفايات النووية والمنشآت النووية، والمنشآت الدفاعية عموماً، هذا بالإضافة للأمن الحراري ضد التجمد أو في درجات الحرارة العالية.

إلا أنه يجب كذلك تأمينها ضد السرقة خاصة في المباني ذات الفناء في الأرض المنبسطة باستخدام الأسوار، مدخل غير مباشر إلى الفناء، استخدام الكواسر والحواجز والبرجولات المعدنية أو الخشبية، والتي يمكن أن تشكل أيضاً عائقاً بصرياً ووسيلة إظلال، كما يمكن التحكم فيها كهربياً أو ميكانيكياً، لمزيد من الأمان عند الحاجة.

٢-٣-٣- الجوانب الصحية:

كذلك يراعى العزل الجيد للمبنى عن مصادر الضوضاء والتلوث، بالاضافة للتهوية والإضاءة الطبيعية ومعالجات الرطوبة لتجنب الشعور بالضيق وتوفير بيئة صحية مناسبة.

٢-٣-٤- الجوانب الاقتصادية:

(أ) تكاليف الإنشاء :

بالرغم مما يوفره البناء تحت الأرض من مواد النهو الخارجي للحوائط والأسقف والفتحات فقد تكون تكلفة الإنشاء المبدئية للمبنى أغلى نسبياً من مثيله فوق الأرض والتي تتمثل غالباً في تكلفة الحفر والعزل للمبنى، إلا أنه يمكن تقليل التكلفة بالاختيار الجيد لقطعة الأرض، والتصميم المبسط البعيد عن التعقيد، واستخدام مواد البناء المتاحة في المنطقة.

(ب) تكاليف الطاقة :

كذلك بالرغم ما يوفره البناء تحت الأرض من عزل حراري وبالتالي توفير في الطاقة المطلوبة للتدفئة أو التبريد إلا أنه قد يتطلب طاقة لتوفير قدر مناسب من الإضاءة والتهوية، ويمكن الحد من كمية هذه الطاقة باتباع الأساليب البيئية السالبة للإنارة والتهوية في التصميم.

(ج) تكاليف الصيانة :

لا تشكل تكاليف الصيانة الدورية للمرافق والشبكات والحوائط الخارجية والداخلية للمبنى عبئاً كبيراً مقارنة بمثيلتها فوق الأرض إلا أنه يجب تصميمها بطريقة تسمح بالوصول إليها وصيانتها، والعزل الجيد للحوائط والأسقف ضد عوامل الرطوبة الخارجية، ويفضل عزل الأماكن الرطبة في المبنى وتأمينها ضد تسرب المياه أو الرطوبة منها إلى بقية المبنى.

٢-٣-٥- الاعتبارات القانونية :

وتتمثل في توفير اشتراطات البناء التي تنص عليها اللوائح والقوانين المنظمة لأعمال البناء (Building Codes) من إضاءة وتهوية وصرف وغيرها من البنود التي تختلف من بلد لآخر ومن بيئة لأخرى .

الخلاصة :

هناك العديد من الاعتبارات التصميمية الخاصة التي يجب مراعاتها لعمارة باطن الأرض منها اعتبارات تخطيطية كاختيار الموقع جيمورفولوجياً، مناخياً، بيئياً، . واعتبارات معمارية كتوزيع الفراغات، العلاقة بالسطح، الاعتبارات البيئية، العلاقة بالسطح، والاعتبارات الإنشائية، وبعض الاعتبارات الأخرى، صحية، نفسية، .الخ. ونستخلص من هذا الباب أن :

- الاعتبارات التصميمية هي أداة للوصول بالتصميم إلى أقصى درجات الراحة والكفاءة الوظيفية. ويقلل من نفقات التشغيل والصيانة.ويساعد على الحد من سلبيات البناء تحت الأرض.
- قد تتعارض بعض هذه الاعتبارات مع بعضها كالإضاءة والحماية من أشعة الشمس في المناطق الحارة. لذا يجب المفاضلة بينهما طبقا لنوع النشاط دون الإخلال الكلي بالاعتبار الآخر.

٣- الباب الثالث:

خصائص عمارة باطن الأرض

مقدمة:

يتناول هذا الباب الخصائص الأساسية لعمران باطن الأرض ، من حيث أنواع الفراغات التصميمية والطرق المختلفة لتصنيفها طبقاً للمنفعة– الاستخدام أو علاقتها بسطح الأرض وتصنيفات أخرى ، ثم ملاءمتها للاستخدام طبقاً لمتطلبات المبنى ومدة الإشغال واحتياجات المستعملين. ثم نلخص المميزات والعيوب لهذا النوع من العمران مقارنة بالبناء فوق الأرض وكيفية التغلب على هذه العيوب أو الحد من تأثيرها.

٣– ١– أنواع الفراغات التصميمية

٣– ١– ١– طبقاً للاستخدام (الدافع) :

تتعدد الدوافع التي أدت إلى استخدام عمارة باطن الأرض وبالتالي تعددت أشكالها و يمكن تلخيصها في النقاط التالية [1]:

أ – لخلق مناخ سكني مريح وخاصة في الأقاليم المناخية القاسية شديدة البرودة كما في بيت الإسكيمو ، أو شديدة الحرارة كما في مطماطة بتونس.

ب – لخدمة بعض الطقوس الدينية ككهوف الهنود الحمر في جنوب غرب الولايات المتحدة حيث تحقق العزلة عن المحيط الخارجي وتساعد على التأمل ، وكمقابر الفراعنة المحفورة في الصخور وغيرها.

ت – لتحقيق بعض المتطلبات الدفاعية ومن أشهر الأمثلة على ذلك خط ماجينو بين فرنسا وألمانيا وخط بارليف في سيناء.

ث – لتوفير مسطحات مستوية فوق سطح الأرض لأغراض أخرى كالزراعة كما في الصين.

ج – أغراض أخرى كتخزين الغلال والحبوب ، كراجات ، الخ.

---

[1] Golany,1983,p3

٣-١-٢- طبقاً لأسلوب الإنشاء :

ويهتم هذا التصنيف بأسلوب إنشاء المبنى وشكل الحفر هل هو محفور كلياً أم جزئياً وأسلوب تغطية سطح المبنى والمادة المستخدمة لذلك وهناك مصطلحات وتعبيرات عديدة لهذا التصنيف[١] :

جدول(٣-١-١): أنواع الفراغات التصميمية تحت الأرض طبقاً لأسلوب الإنشاء

المصطلح	التعبير
Subterranean	مبنى محفور كلياً تحت سطح الأرض.
Semi Subterranean	نعني بها المبنى المحفور جزء منه تحت الأرض وجزء منه خارجه
Geotectural	يطلق على البناء تحت الأرض من أي نوع وعند أى عمق لتوفير الخدمات ووسائل الراحة لأغراض أخرى[٢]
Petratectural	مغطى بالصخور
Psammotectural	مغطي بالرمال
Argillatectural	مغطى بالطين
Terratectural	مغطى بالآجر
Earth sheltered or (Earth covered)	مغطى بالتربة وهو مصطلح عام لأي وسيلة للتغطية باستخدام التربة و يشمل أنواع التغطية السابقة

كما يمكن تصنيفها بصورة أشمل إلى [٣]:

(أ) – محفور داخل الأرض:

ونعني به الفراغ المحفور خلال نقطة محددة في باطن الأرض سواء رأسياً أو أفقياً وغالبا ما يكون في أنواع خاصة من التربة لا تحتاج إلى تدعيم كالتربة الصخرية ، ويكثر استخدامه في الأغراض الدفاعية والمدنية كالأنفاق والمخازن وغالباً ما تكون نسبتها طولية ولا تتمتع بمسطحات اتصال كبيرة بالمحيط الخارجي، ومن الأمثلة على ذلك المستعمرات السكنية شمال الصين المحفورة في تربة رسوبية متماسكة وتكون الفراغات السكنية هي الأقرب

---

(٢) Based on: Golany,1983,p4

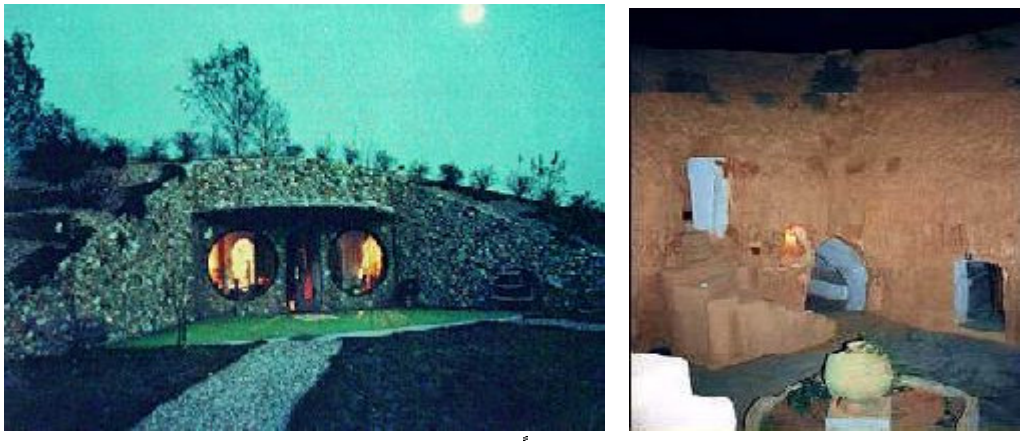
(٣) Based on: Golany,1983,p49

(٣) Based on: Carmody,191983,p11

للخارج تليها المخازن ، ومن الأمثلة الحديثة على ذلك مجمع مخازن ضخم بالقرب من مدينة كانساس في الولايات المتحدة وهو محفور في الحجر الجيري ، ومباني المختبرات والمكاتب في جامعة مينيسوتا بالولايات المتحدة أيضاً والمحفورة في الحجر الرملي الناعم.

(ب) – مغطى بسطح الأرض:

ويشمل المباني التي تبنى في بطن الأرض بالقرب من السطح أو فوقها وتغطى بطبقة من غلاف التربة لتشكل امتداداً طبيعياً للبيئة المحيطة، وهي الأوسع انتشاراً وأكثر ملائمة للتطبيق لما تتميز به من مسطحات اتصال كبيرة مع المحيط الخارجي كما أنها أسهل في التنفيذ



شكل(٣-١،٢): تصنيف عمارة باطن الأرض طبقاً لأسلوب الإنشاء ، والصورة اليمنى لفناء أحد منازل قرية مطماطة بتونس محفور كلياً ، بينما اليسرى فهي لأحد البيوت الحديثة المغطى بالتربة بأمريكا . (الشبكة الدولية).

٣-١-٣- طبقاً لعلاقتها بسطح الأرض[١] :

ويهتم هذا التصنيف بعلاقة المبنى بشكل تضاريس سطح الأرض فالمبنى إما أن يكون محفوراً في أرض منبسطة أو أرض مائلة .

(أ) أرض منبسطة :

ويمكن تقسيم المباني في الأرض المنبسطة إلى :

أولاً : هرمية وتتميز بأن منسوب أرضية المبنى يكون في منسوب سطح الأرض تقريباً وغالباً ما يتم استخدام ناتج الحفر في تغطية سقف وحوائط المبنى وتتميز بمحور مباشر على المحيط الخارجي.

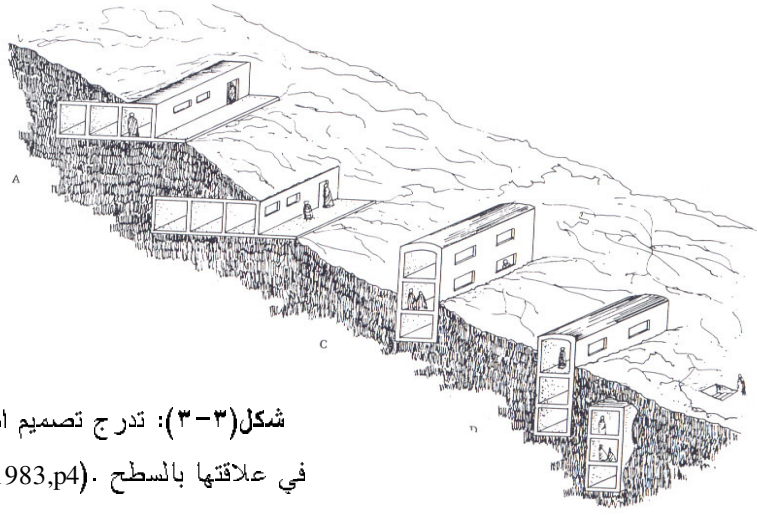
---

[١] Ken labs Classification ,Carmody,1983 ,p12

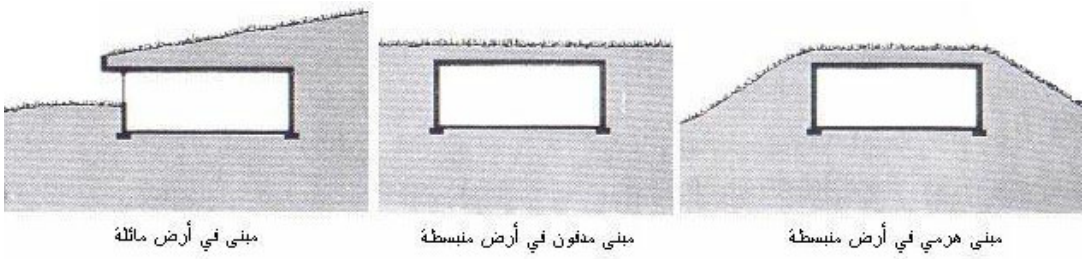
ثانياً : تحت منسوب سطح الأرض مما يتيح استمرارية مستوى سطح الأرض بينما يكون المبنى مختفياً تحت سطح الأرض.

(ب) محفور في أرض مائلة :

وقد يكون محفوراً كلياً أو جزئياً كذلك ، وقد يكون سقفه مغطى بطبقة من التربة بعد بناءه فوق السطح المائل ، وهو يوفر مجال رؤيا أفضل.



شكل(٣-٣): تدرج تصميم المباني تحت الأرض في علاقتها بالسطح .(Golany,1983,p4).



شكل(٣-٤): تصنيف عمارة باطن الأرض طبقاً لعلاقة المبنى بالسطح .(Carmody,J,1983,p13).

٣-١-٤- طبقاً لعلاقة الفتحات بالسطح :

ويهتم هذا التصنيف بنوعية وشكل الفتحات على المحيط الخارجي والتي يمكن دمجها في أربع فئات رئيسية[1]:

أ - مباني مدفونة :

وتكون مدفونة بالكامل تحت مستوى سطح الأرض وغالباً ما تعتمد على ملاقف الهواء والفتحات الرأسية غير المباشرة للتهوية والإنارة

(1) Golany,1983,p4.

ب – مباني ذات فناء داخلي :

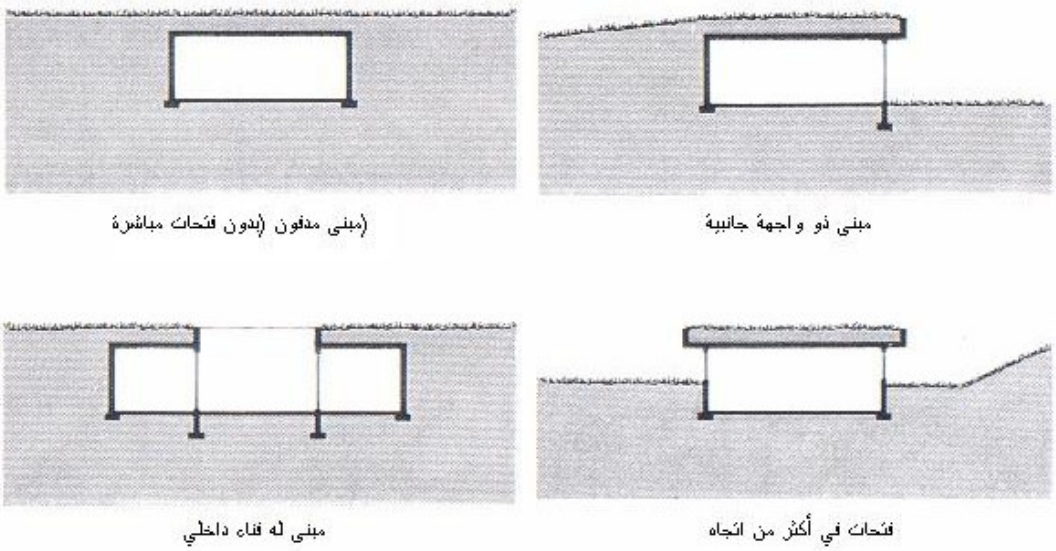
وغالباً ما تستخدم في الأراضي المنبسطة ، حيث تشرف الفتحات على فناء داخلي في المبنى وهي محدودة الرؤيا .

ج – مباني ذات واجهة جانبية :

تستخدم في الأراضي المائلة حيث تشكل أحد جوانب المبنى واجهته على المحيط الخارجي وتتميز بمجال رؤيا كبير .

د – **مباني ذات تصميم اختراقي :**

وتتميز بوجود فتحات في أكثر من اتجاه تسمح باختراق وتخلل الهواء .



شكل(٣-٥): تصنيف عمارة باطن الأرض طبقاً لعلاقة الفتحات بالسطح.(Carmody,J,1983,p13).

كما يمكن تصنيف عمارة باطن الأرض تصنيفات أخرى طبقاً للمناخ ونوعية التربة ومواد الإنشاء ، الخ .

٣-٢- ملاءمة الاستخدام

مقدمة:

يتناول هذا الباب تحديد ملاءمة عمران باطن الأرض للاستخدامات المختلفة للوقوف على مدى نجاح التصميم وخاصة في الأغراض غير السكنية والتي تغلب عليها المنفعة – الوظيفة فيتناول ملاءمة الفوائد الرئيسية لعمارة باطن الأرض وعلاقتها بالاستخدامات المختلفة، كذلك ملاءمة المتطلبات التصميمية ومستويات الإشغال للاستخدامات المختلفة، وقد يتطلب هذا الجزء دراسة مستفيضة إلا أنها ليست مجال البحث الآن لذا سنكتفي بالإشارة إلى بعض النتائج السابقة.

٣-٢-١- ملاءمة الفوائد الرئيسية لعمارة باطن الأرض للاستخدامات المختلفة :

هناك العديد من المميزات التي توفرها عمارة باطن الأرض أغلبها قد لا يرتبط ارتباطاً مباشراً بالوظيفة الرئيسية للمبنى، إلا أن هناك أربع فوائد رئيسية تتفاوت الحاجة إليها من مبنى لآخر وهي مرونة التصميم إمكانية التحسين والإضافة – ،العزل الصوتي، الأمان، دقة التحكم في المناخ ، وتتفاوت الحاجة إلى كل فائدة طبقاً للوظيفة (جدول ٣-٢-١) ، ففي الأنشطة العامة كالخدمات والمرافق والأنشطة الصناعية والترفيهية والمخازن تتطلب مرونة التصميم لتفي بالتغييرات التي تطرأ عليها من فترة إلى أخرى ، بينما تكون الحاجة أكثر إلى الحماية والعزل الصوتي والتحكم المناخي في الأنشطة ذات الطبيعة الخاصة وظيفة محددة – .

٣-٢-٢- ملاءمة المتطلبات التصميمية لعمارة باطن الأرض للاستخدامات المختلفة :

ونعني بها مدى إمكانية تحقيق هذه المتطلبات في ظل المحددات الرئيسية للتصميم ، وتفاوت الحاجة إليها من نشاط لآخر (جدول ٣-٢-٢) ، وتتعدد المتطلبات التصميمية لكل نشاط إلا أن هناك متطلبات تكون أكثر صعوبة في البناء تحت الأرض ، كتوفير إضاءة طبيعية ومجال للرؤيا، محاور وممرات المشاة، محاور السيارات، إمكانية الاستخدام العام، اتساع الفراغات أفقيا ورأسيا، تهوية جيدة، الاكتساب أو الفقدان الحراري طبقا للمناخ ، وتتفاوت الحاجة إلى هذه المتطلبات بتفاوت الأنشطة ، فتكثر مثلا الحاجة إلى التهوية والإضاءة الجيدة في الأنشطة السياحية والترفيهية بينما تقل في الأنشطة الصناعية والتخزينية .

٣-٢-٣- ملاءمة عمارة باطن الأرض لمستويات الإشغال للأنشطة المختلفة :

وتظهر أهمية هذا التصنيف في تحديد أولويات المتطلبات التصميمية طبقاً لمدة ونوعية الاستخدام ، حيث يمكن أن نلخص المتطلبات التصميمية للمباني تحت الأرض إلى شريحتين رئيسيتين :

الأولى : متطلبات الطاقة والعزل الحراري للمبنى لتوفير الراحة الحرارية داخل المبنى .

الثانية : المتطلبات معيشية وتشمل الإنارة والتهوية وتوفير مجال رؤيا وغيرها والتي تعتبر عقبة البناء تحت الأرض وغالباً ما تتعارض مع متطلبات العزل والطاقة .

فعلى سبيل المثال وطبقاً للجدول (جدول ٣-٢-٣) ففي المباني ذات ساعات الإشغال المحدودة كالمسارح يمكن تغليب متطلبات العزل والطاقة على المتطلبات الأخرى، كذلك في المباني الصناعية والتخزينية حيث يكون إشغال المبنى بكامل طاقته لفترة محدودة من اليوم لا تتجاوز ٢٥% بينما في المباني ذات نسبة الإشغال العالية كالمنازل والمستشفيات والفنادق والسجون وغيرها من الأنشطة التي تتميز بنسبة إشغال تصل إلى ١٠٠% فيجب تغليب الشريحة الثانية من المتطلبات التصميمية.

وخلاصة القول في هذا الفصل هو أن عمارة باطن الأرض بمختلف أنواعها تلائم بعض الاستعمالات أكثر من البعض الآخر، كما أن كل نوع من أنواع العمران له الاستعمال الذي يناسبه، فمثلاً لا تصلح الفراغات العميقة تحت الأرض للأنشطة التي ترتبط بحركة السيارات، أو الفراغات العامة، أو الأنشطة السكنية والتي تتطلب قدراً مناسباً من الإضاءة والتهوية، بينما تناسب أغراضاً أخرى كالمعامل والأرشيف والمخازن والجراجات -إذا توفر لها مدخل أفقي- والأنشطة الانتقالية التي لا يمكث الناس فيها فترات كبيرة – كمحطات مترو الأنفاق والمراكز التجارية كذلك الأنشطة الدفاعية، بينما الفراغات السطحية فتكون أكثر ملائمة للأنشطة السكنية و الخدمية والترفيهية والأنشطة الجماهيرية، حيث يسهل توفير قدر مناسب من الإضاءة والتهوية وأشعة الشمس.

جدول(٣-٢-١): ملاءمة الفوائد الرئيسية لعمارة باطن الأرض للاستخدامات المختلفة (Based on: Carmody,1983,p35).

أنواع المباني		الفوائد			
		مرونة التصميم	العزل الصوتي	الحماية (الأمان)	التحكم المناخي الدقيق
تجاري	مكاتب إدارية	◎	◍	◍	◍
	محلات ومطاعم	◎	◎	◍	◍
تعليمي	فصول دراسية	◎	●	◎	◍
	معامل	◎	◍	◍	◍
	مكتبات	◎	●	◍	◍
عرض	متاحف	◎	◍	●	◍
	مراكز المعلومات	◎	◎	◎	◎
ترفيهي	مسارح	◎	●	◎	◍
	قاعات وصالات الحفلات	◍	●	◎	◎
	الملاعب الرياضية	◍	◎	◎	◎
استجمام	حمامات السباحة	◎	◎	◎	◍
	صالات الألعاب	◍	◎	◎	◎
ديني	مساجد، كنائس ، معابد	◎	●	◎	◎
طبي	مستشفيات	◎	●	◎	◍
	عيادات	◎	◍	◍	◍
سكني	منازل	◍	●	●	●
صناعي	مصانع وورش	●	●	◍	◍
تخزيني	مخازن	●	◎	◍	◎
	غرف تبريد	●	◎	◍	●
	أرشيف	●	◎	●	◍
	جراج سيارات	●	◎	◍	◎
عامة	أماكن وفراغات وسائل النقل العام	●	●	◍	◎
	المرافق العامة	●	◎	●	◎
	المباني الخدمية	●	◎	◍	◎

● ملائمة تماماً ◍ ملائمة نسبياً ◎ ملاءمة ضعيفة

جدول(٣-٢-٢): ملاءمة عمارة باطن الأرض للاستخدامات المختلفة طبقاً لاحتياجات المستعملين (Based on: Carmody,1983,p36).

أنواع المباني		الاحتياجات						
		الإضاءة الطبيعية ومجال الرؤيا	مسارات المشاة	مسارات السيارات	إمكانية الاستخدام العام (للجمهور)	اتساع الفراغ أفقياً ورأسياً	نسبة تهوية عالية	الحاجة للفقد أو الاكتساب الحراري
تجاري	مكاتب إدارية	●	◍	◍	◍	◎	◍	◍
	محلات ومطاعم	◍	●	◍	●	◎	●	●
تعليمي	فصول دراسية	◍	●	◍	◎	◎	●	●
	معامل	◎	◍	◍	◎	◍	◍	◎
	مكتبات	◍	●	◍	◎	◍	◍	◍
عرض	متاحف	◍	●	◍	◍	◍	◍	◍
	مراكز المعلومات	◎	●	◍	◎	◎	◍	◎
ترفيهي	مسارح	◎	●	◍	◎	●	●	●
	قاعات وصالات الحفلات	◎	●	◍	◍	●	●	●
	الملاعب الرياضية	◎	●	◍	◍	●	●	●
استجمام	حمامات السباحة	◎	◍	◍	◎	●	◎	◍
	صالات الألعاب	◎	◍	◍	◎	●	◎	◎
ديني	مساجد، كنائس ، معابد	◍	●	◍	◍	◍	●	◍
طبي	مستشفيات	◍	◍	◍	◎	●	◍	◎
	عيادات	◎	◍	◍	◎	◍	◍	◎
سكني	منازل	◍	◍	◍	◍	◍	◍	●
صناعي	مصانع وورش	◎	◍	●	◍	◍	◍	◍
تخزيني	مخازن	◎	◍	●	◎	◍	◎	◎
	غرف تبريد	◎	◍	●	◎	◍	◎	◎
	أرشيف	◎	◍	◍	◎	◎	◎	◎
	جراج سيارات	◎	◍	●	◎	◎	●	◎
عامة	أماكن وفراغات وسائل النقل العام	◎	●	◎	◍	◍	●	◍
	المرافق العامة	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◍
	المباني الخدمية	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎

● ملائمة تماماً ◍ ملائمة نسبياً ◎ ملاءمة ضعيفة

جدول(٣-٢-٢): ملائمة عمارة باطن الأرض لمستويات الإشغال المختلفة للمباني

(Based on: Carmody,1983,p37).

أنواع المباني		عدد ساعات الإشغال الأسبوعية للمبنى				
		صفر (٠ %)	٤٢ (٢٥%)	٨٤ (٥٠%)	١٢٦ (٧٥%)	١٦٨ (١٠٠%)
تجاري	مكاتب إدارية					
	محلات ومطاعم					
تعليمي	فصول دراسية					
	معامل					
	مكتبات					
عرض	متاحف					
	مراكز المعلومات					
ترفيهي	مسارح					
	قاعات وصالات الحفلات					
	الملاعب الرياضية					
استجمام	حمامات السباحة					
	صالات الألعاب					
ديني	مساجد، كنائس ، معابد					
طبي	مستشفيات					
	عيادات					
سكني	منازل					
صناعي	مصانع وورش					
تخزيني	مخازن					
	غرف تبريد					
	أرشيف					
	جراج سيارات					
عامة	أماكن وفراغات وسائل النقل العام					
	المرافق العامة					
	المباني الخدمية					

٣-٢-٤- ملاءمة عمارة باطن الأرض لبعض الجوانب الاقتصادية والتنفيذية :

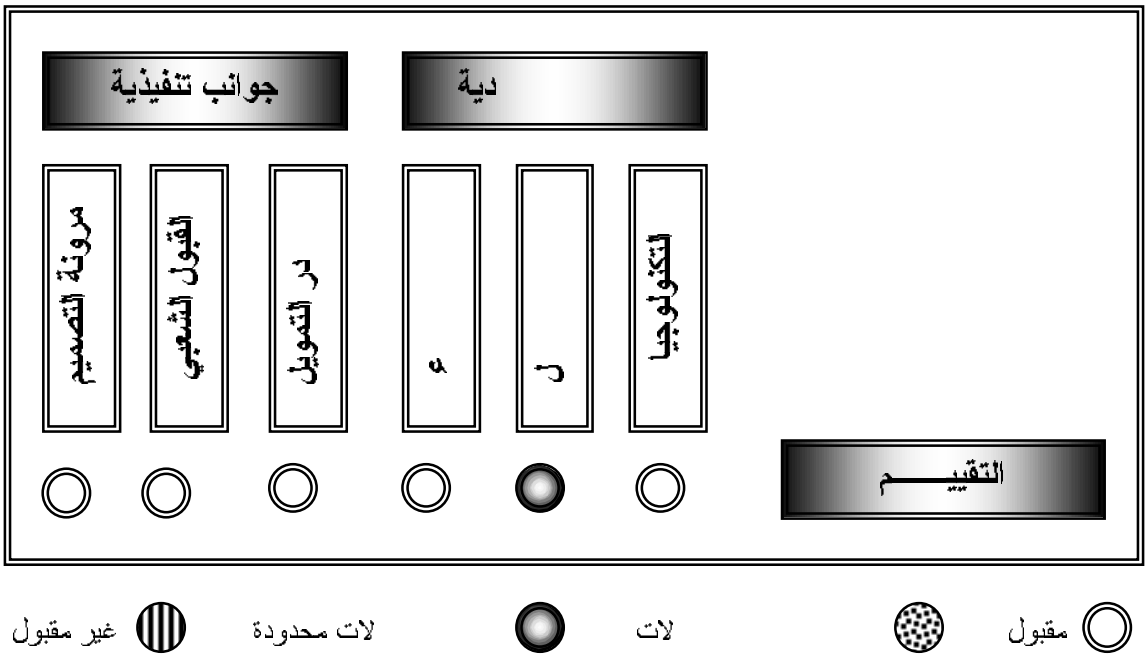
ونتناول من الجوانب الاقتصادية:

توافر التقنيات اللازمة للتصميم والتنفيذ حيث تحتاج إلى مزيد من الأبحاث والقياسات وتوحيد المصطلحات والقياسات للأبحاث القائمة، خاصة في مجال الإسكان وفي المناطق المناخية المتطرفة،و مستوى الإقبال ويتسم بأنه محدود بل ومعدوم في كثير من البلدان، وتكلفة الإنشاء حيث أنها تزيد في المتوسط عن مثيلتها التقليدية بنسبة ١٠% .

بينما تتناول الجوانب التنفيذية:

مصادر التمويل والتي تحتاج إلى دعم أكبر من مصادر الإقراض والمستثمرين، والقبول الشعبي لهذه المباني والذي يحتاج إلى المجهود الأكبر لتحسين الصورة التقليدية للبناء تحت الأرض، وأخيراً مرونة التصميم ويمكن تحقيقها بتوفير أكبر قدر ممكن من مصادر التهوية والإضاءة.

جدول(٣-٢-٤): ملاءمة عمارة باطن الأرض لبعض الجوانب الاقتصادية والتنفيذية.[١]

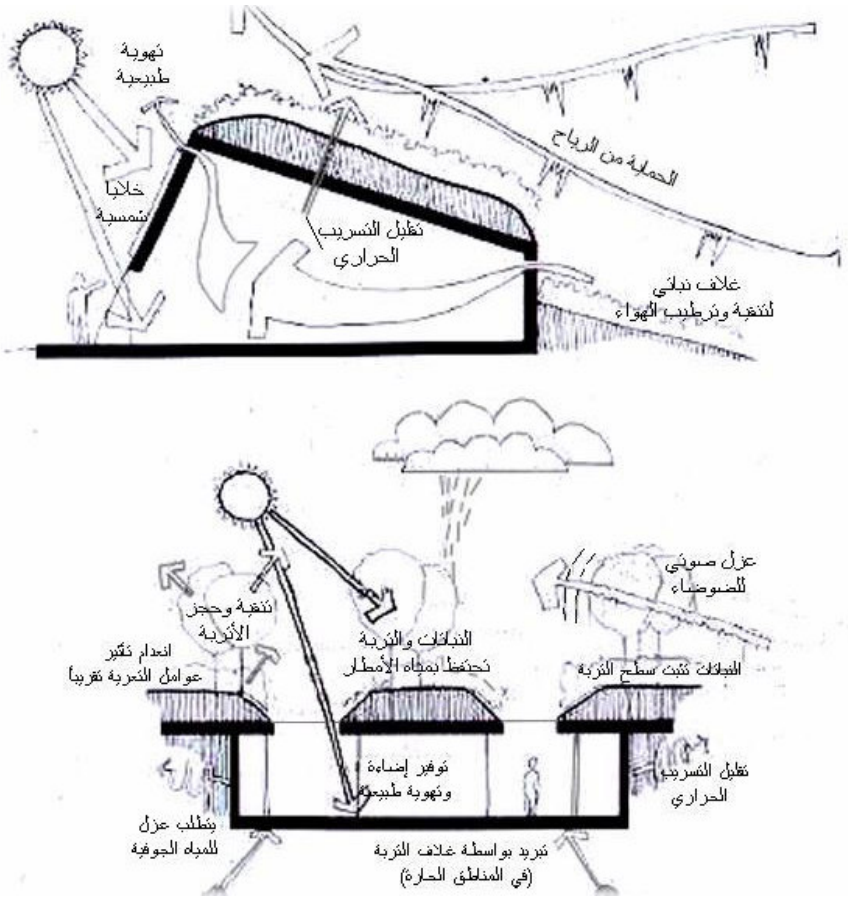


(١) Eco-Wise(http;//www.greenbuilder.com/sourcebook,22/10/2001)

٣-٣- المميزات والعيوب لعمارة باطن الأرض

مقدمة:

يتناول هذا الفصل المميزات والعيوب لعمارة باطن الأرض وبعض الوسائل والمقترحـــات الممكنة لتلافي العيوب أو الحد منها .



شكل(٣-٦): المميزات والعيوب لعمارة باطن الأرض .(الباحث).

٣-٣-١- مميزات عمارة باطن الأرض :

٣-٣-١-١- الحماية والعزل :

يوفر غطاء التربة المحيط بالمبنى تحت الأرض عازلاً جيداً يحول دون تسرب الحرارة من وإلى المبنى مما يساعد على ثبات درجة الحرارة الداخلية للمبنى ويوفر مجال من الراحة الحرارية.

كذلك يكون المبنى تحت الأرض أكثر أماناً من أخطار الزلازل والأعاصير والقصف عند الحروب، حيث يساعد غلاف التربة على امتصاص الصدمة ويحول دون وصولها إلى المبنى بشكل مباشر، كما يقلل من احتمالات السرقة نظراً لقلة عدد الفتحات في المبنى.

٣-٣-١-٢- توفير الطاقة :

يساهم العزل الحراري الذي يحققه غلاف التربة في توفير أكبر قدر ممكن من الطاقة اللازمة للوصول بالمبنى إلى مجال الراحة الحرارية، بالوسائل الكهروميكانيكية، بنسبة تتراوح بين ٥٠% إلى ٨٠% [1].مما يوفر في مصادر الطاقة التقليدية، ويساعد على تجنب آثارها البيئية الضارة.

٣-٣-١-٣- تقليل تكلفة الصيانة والتشغيل :

الوفر الكبير في الطاقة الذي يوفره البناء تحت الأرض يحقق وفراً أيضاً في تكلفة الطاقة المستخدمة لتشغيل المبنى .

كما أن انعدام مواد النهو الخارجية للحوائط والسقف وقلة الفتحات يوفر تكاليف الصيانة الدورية لها، إضافة إلى تكلفتها.

كذلك فالبناء تحت الأرض يحول دون تأثر مواد البناء بعوامل التعرية الخارجية مما يزيد من العمر الافتراضي للمنشأ، وكذلك الأثاث الداخلي.

٣-٣-١-٤- تحقيق أقصى استغلال لمسطح الأرض :

يوفر البناء تحت الأرض سطحها لاستغلاله في أغرض أخرى، مما يوفر تبعاً من تكلفة قطعة الأرض.

---

[1] http://www.earth sheltered technology.ink

كما أن المباني تحت الأرض لا تحتاج إلى مسافات بينية كبيرة مما يقل من تكلفة شبكات المرافق حيث تقل أطوالها، وتقل كذلك تكلفة الانتقال من وحدة إلى أخرى نظراً لتقارب الوحدات.

٣-٣-١-٥- جوانب بيئية أخرى :

يحقق البناء تحت الأرض نوعاً من الخصوصية والتميز، خاصة إذا روعيت النواحي البيئية في التصميم. كما أنه يوفر عازلاً صوتياً لمصادر الضوضاء المعتادة فوق الأرض . كذلك يقلل من التأثر المباشر بالعوامل الجوية والتلوث كالرياح المتربة والغبار.

٣-٣-٢- عيوب عمارة باطن الأرض :

٣-٣-٢-١- الفيضانات والسيول والاعتبارات الأرضية :

إذا لم يتم اختيار موقع المبنى جيداً ومراعاة الاعتبارات التخطيطية وعمل الدراسات الجغرافية والجيولوجية له، فإنه يكون مهدداً بالغرق بفعل الفيضانات والسيول، كذلك بفعل الصدوع التي تكون أضعف أماكن القشرة الأرضية في حالة حدوث الزلازل ، إضافة إلى تأثير المحتوى المائي والفطريات والبكتريا الموجودة في التربة على سقف وجدران المبنى، لذا يفضل البعد عن مخرات السيول وأماكن البراكين والصدوع في القشرة الأرضية الأماكن ذات المحتوى المائي المرتفع، واستخدام مواد عزل جيدة للرطوبة والفطريات.

٣-٣-٢-٢- تراكم الأتربة والثلوج :

يتسبب البناء تحت الأرض في تراكم الأتربة والغبار بفعل الجاذبية، خاصة في المناطق الصحراوية، ويمكن التغلب عليها بالتشجير، وبعض المعالجات التصميمية – أشكال وتوجيه الفتحات، تفاصيل نهايات أسطح المبنى–

٣-٣-٢-٣- التهوية والإضاءة :

يمكن أن يتسبب البناء تحت الأرض في نقص كمية الإضاءة والهواء الداخلين إلى المبنى في حالة إغفال الجوانب البيئية في التصميم، أو في بعض المباني الكبيرة والمعقدة، مما يؤدي إلى اللجوء إلى الوسائل الكهروميكانيكية لتعويض هذا النقص.

٣-٣-٢-٤- زيادة تكلفة الإنشاء :

قد تزيد تكلفة المبنى تحت الأرض عن مثيله فوق الأرض نظراً لما قد يتطلبه من دراسات مسبقة للتربة خاصة في المنشآت الصغيرة، وتكلفة أعمال الحفر خاصة إذا تطلب الأمر بعض عمليات التفجير في الأراضي الصلبة، كذلك أعمال العزل للحوائط والأسقف وإعادة الردم مرة أخرى. والتسليح الإضافي نتيجة الأحمال الإضافية للتربة على الحوائط والأسقف، إضافة إلى تكلفة شبكات المرافق إذا لم يتم صيانتها جيداً ومراعاة الاعتبارات التصميمية لسهولة الكشف عنها واستبدالها عند الحاجة، نظراً للأعماق الكبيرة التي قد تصل إليها شبكات الصرف، وما قد تتطلبه من وجود وحدات رفع في المناسيب الأقل وفي الأراضي المائلة، وكذلك وحدات الضخ لمياه التغذية.

٣-٣-٢-٥- نواحي نفسية :

قد يتسبب البناء تحت الأرض ونقص الفتحات وما يتبعه من عزلة عن المحيط الخارجي في توليد الشعور بالضيق عند بعض الناس، ويمكن التغلب على ذلك بزيادة الفتحات ومحاولة خلق اتصال بصري بالمحيط الخارجي عن طريق الأفنية أو الواجهات الجانبية، كذلك استخدام التشجير وغيرها من الوسائل البيئية، إضافة إلى كفاءة توزيع الفراغات – فراغ النوم معزول وله قدر من الخصوصية بينما فراغ المعيشة مفتوح على المحيط الخارجي –

٣-٣-٢-٦- بعض الجوانب الأخرى (اعتبارات بصرية، صحية،) :

قد يؤدي البناء تحت الأرض بجوار مباني أكثر ارتفاعاً إلى جرح بصري لخصوصية المبني، ويمكن استخدام التشجير والكاسرات وغيرها من الوسائل لمنع ذلك، إضافة إلى التلوث السمعي والاهتزازات الناتجة عن البناء بالقرب من طريق إقليمي، لذ يجب عمل حرم للطريق يزيد قليلاً في حالة البناء تحت الأرض.

قد توجد في المباني تحت الأرض فراغات تقل فيها نسبة الإضاءة والتهوية عن النسبة الصحية لذا يمكن استخدامها في أنشطة أخرى – تخزينية، دورات مياه، .).

جدول(٣-٣-١): المميزات والعيوب لعمران باطن الأرض (Based on: Golany,1983,p47).

وجه رنة	المميزات	العيوب
الحماية المناخية	**خي:** عزل المبنى عن عوامل الطقس ا ح وأشعة الشمس صير، .الخ. **التردد الحراري:** تقليل المعدل اليومي للتردد الحراري. **ء:** خ مريح علـى در سية.	**تراكم الأتربة:** لات طق الصحراوية يعرض المبنى لتراكم لتشـجير ت التصميمية المختلفة.
الطاقة	**ة** قة اللازمة للتكييف بنسبة تصـل إلـى ٥٠%-٨٠% أو أكثر نظراً لتدني مستوى التسرب الحراري.	**ءة** ءة فـوق لتصميم الجيـد، رة.
تكلفة الإنشاء	**تكلفة الأرض**: يقل نصيب الأرض من تكلفة المبنى نظراً للاستخدام المكثف لها. **تكلفة التصميم** طته حيث لا ت معقدة. **ء**: أقل نظراً لقلة النوافذ ومواد النهو رجي.	**التفجير**: قد تتطلبه بعض أنواع التربة وهو مكلف إذا استخ ق ضيق. **لجة السطح**: قد تزيـد بشـكل ملحـوظ فـي ريع الكبيرة وعند الرغبة في استخدام السطح. **ت التربة** ئية قد تزيد قليلاً ريع صغيرة الحجم. **فية** ً لنوعية التربة والعمق.
تكلفة الصيانة	**نة** ت أو الأسقف. **نة** ء والعمر الافتراضي لـها نظراً لتدني تأثير عوامل التعرية. **ث**: أقل نظرا لانعدام تأثير الأتربة والعوامـل .	**المرافق**: قد تزيد تكلفة صيـ ة ذلـك جيداً عند التصميم.
استغلال الأرض	**حفظ الأرض** ت مفتوحة أو لأغراض أخرى. **الدمج** يقلـل مـن ل كذلك. **المرافق** ريع الكبيرة. **رب**: بين المستخدمين نظراً لأن التصميم منغلـق صة.	**فة** ريع داخل المدن.
الجوانب البيئية	**الخصوصية**: متوفرة. **ء** در ة البعـد عـن الطـرق الرئيسية لتجنـب درة عن ت. **لبيئة المحيطة** صـة سية. **ح** صـة غـير المتربة. **بيئـة خصبـة** جيـة والترفيهية.	**ئي** صـة فـي ع نسبته. **الاهتزازات** لقرب مـن طـرق رئيسية.

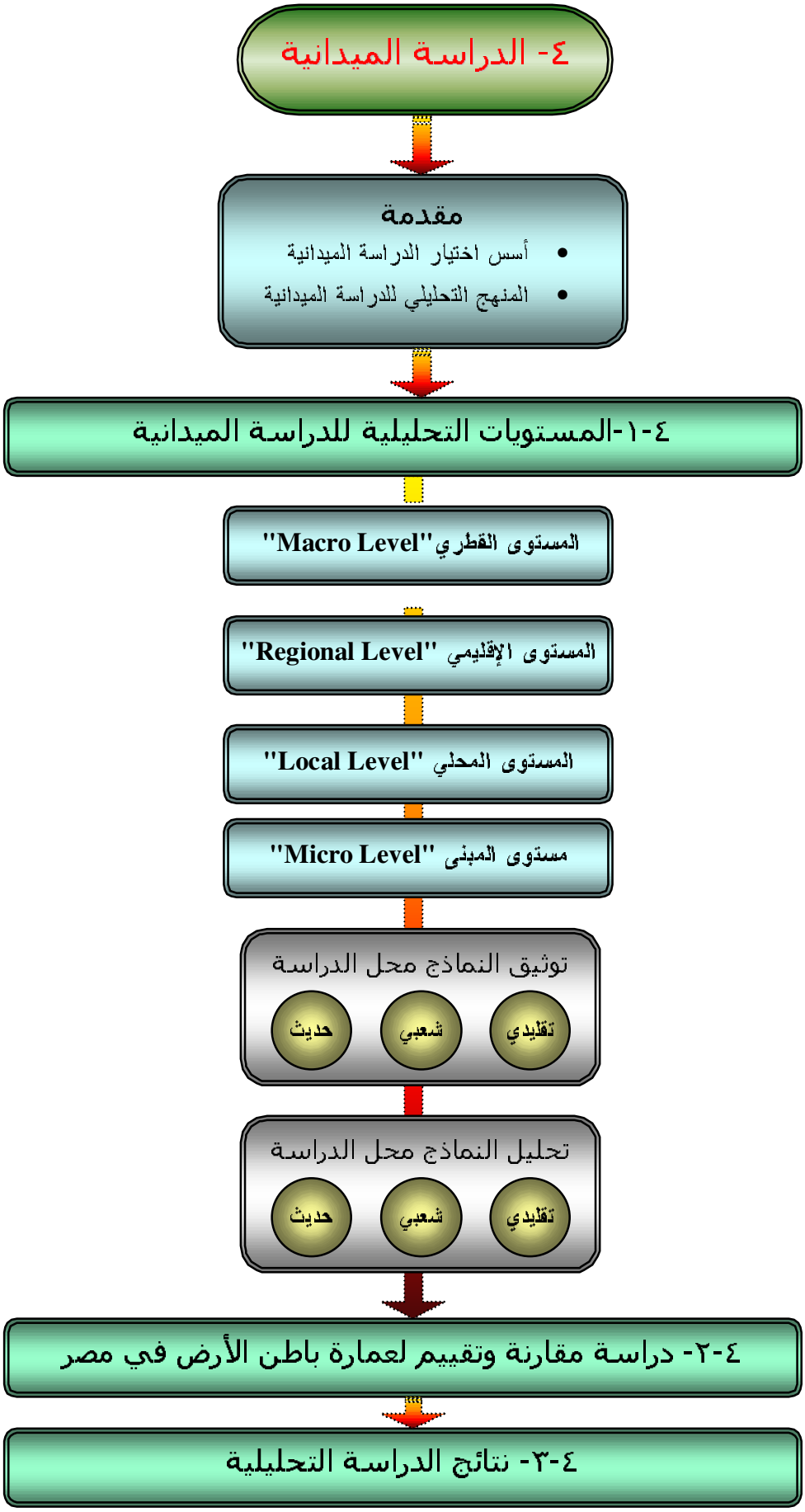
الأمن	**ية** ء والأشعة سي. صة عن الكوارث والحروب. **ت النووية** ً تحت الأرض. **الحريق** ر الحرائق ومقاومة لها بسبب غلاف التربة. **الزلازل** ر الموقع بدقة.	**إخلاء النيران**: قد تحدث مشكلة عند إخلاء المبنى من النيران إذا لم يراعى ذلك عند التصميم. **ت** ر الموقع بشكل صحيح. **الصدوع**: قد تشكل خطورة كذلك إذا لم يتم دراسة التربة بشكل جيد.
الصحة	**ء**: الراحة الحرارية والعزل الصوتي يوفر جواً ء. **الهدوع** عد على الأنشطة التي تتطلبه بة والاطلاع والفنون بأنواعها. **التلوث**: تقليل التلوث والغبر.	**عة محدودة**: ويمكن التغلب عليها رة. **دة مستوى الرطوبة** طق ويمكن لعزل الجيد. **لضيق** ل الرؤيا شر لبيئة المح تل التصميم المختلفة لأفنية.

الخلاصة :

- هناك العديد من الطرق لتصنيف عمارة باطن الأرض طبقاً لأسلوب الإنشاء، علاقتها بالسطح، وطبقاً لعلاقة الفتحات بالسطح.

- تلائم عمارة باطن الأرض بعض الاستعمالات عن البعض الآخر، وذلك طبقاً لفوائده التصميمية، احتياجات المستعملين، نسبة الإشغال اليومي، وبعض الجوانب الاقتصادية والتنفيذية. فهي تلائم الاستعمالات السكنية مثلاً أكثر من التجارية حيث أن الراحة الحرارية هي المعيار الأول في الأولى كما أن نسبة الإشغال بها تصل إلى ١٠٠%، كما أنها أوفر اقتصادياً على المدى الطويل للمستخدم، بينما تختلف هذه المعايير للنشاط التجاري حيث أن لفت الإنتباه وجذب الأنظار قد يكون هو المعيار الرئيسي، بينما ساعات الإشغال محددة بوقت معين، وقد تقل أهمية التكلفة الاقتصادية فيها مقارنة بالعائد المادي والمعنوي.

هناك العديد من المميزات والعيوب لعمارة باطن الأرض، ولكن بالتصميم الجيد ومراعاة الاعتبارات التصميمية، يمكن الحد من هذه العيوب – التي قد تظهر نتيجة تضارب الاحتياجات – إلى أدنى حد ممكن.


٤- الدراسة الميدانية
مقدمة
أسس اختيار الدراسة الميدانية
المنهج التحليلي للدراسة الميدانية
٤-١-المستويات التحليلية للدراسة الميدانية
المستوى القطري "Macro Level"
المستوى الإقليمي "Regional Level"
المستوى المحلي "Local Level"
مستوى المبنى "Micro Level"
توثيق النماذج محل الدراسة
تقليدي
شعبي
حديث
تحليل النماذج محل الدراسة
تقليدي
شعبي
حديث
٤-٢- دراسة مقارنة وتقييم لعمارة باطن الأرض في مصر
٤-٣- نتائج الدراسة التحليلية

٥ - النتائج والتوصيات

(لعمارة باطن الأرض في المناطق الحارة - و مصر كحالة خاصة)

مقدمة:

يتناول هذا الجزء نتائج الدراسة والتوصيات المقترحة لإنشاء نموذج مصري معاصر، بتقسيم مصر إلى ستة أقاليم مناخية، جداول (٦-١-١ ،٦). وبيان التوصيات الخاصة بكل إقليم بناءاً على :

(أ) الاعتبارات التصميمية العامة لعمران باطن الأرض – الباب الثاني –

(ب) الاعتبارات التصميمية الخاصة بتعمير المناطق الصحراوية، ذات المناخ القاري – الباب الثاني–

(ج) الاستفادة من التجارب السابقة والوسائل والمعالجات المعمارية المستخدمة في مصر وتطويرها لتفي بمتطلبات العصر– نتائج وتوصيات الدراسة الحقلية–

٥–١– نتائج الدراسة :

ويمكن إجمال النتائج العامة للدراسة في النقاط التالية :

١. عمارة باطن الأرض كما سبق فهي نمط قديم وقائم بالفعل من العمارة وليست مستحدثاً سواء التقليدية أو الشعبية أو الحديثة ، وللعديد من الاستخدامات خاصة الأماكن ذات المناخ القاسي في العالم ومنها مصر. لما يوفره من حماية وراحة حرارية.

٢. هناك العديد من الاعتبارات التصميمية العامة – تخطيطية، معمارية، نفسية واجتماعية، صحية، اقتصادية، .الخ – الواجب مراعاتها للبناء تحت الأرض، وتختلف هذه الاعتبارات باختلاف المكان والبيئة المحيطة وطبيعة الأرض والإمكانيات المتاحة وغيرها من العوامل التي تميز هذا النمط من العمارة من مكان لآخر.

٣. كذلك فلعمارة باطن الأرض خصائص مميزة، من حيث إمكانية تصنيفها إلى أنواع مختلفة، إضافة إلى درجة ملاءمتها، ومميزاتها وعيوبها.

٤. زيادة استعمالات باطن الأرض يوماً بعد يوم، خاصة مع ظهور أنشطة مستحدثة لم تكن موجودة من قبل.

٥. ثبات الفكر التصميمي في النماذج القديمة والحديثة مع تطور التقنيات والمواد المستخدمة.

٦. تلائم عمارة باطن الأرض كذلك بعض التضاريس عن البعض الآخر، فهي تعد نموذجاً جيداً لاستغلال الأسطح والأراضي المائلة ذات الطبيعة الجبلية والتي يصعب البناء فيها بالطرق التقليدية.

٧. تلائم عمارة باطن الأرض بعض الاستعمالات عن البعض الآخر، وذلك طبقاً لفوائده التصميمية، احتياجات المستعملين، نسبة الإشغال اليومي، وبعض الجوانب الاقتصادية والتنفيذية.

٨. هناك العديد من المميزات والعيوب لعمارة باطن الأرض، ولكن بالتصميم الجيد ومراعاة الاعتبارات التصميمية، يمكن الحد من هذه العيوب – التي قد تظهر نتيجة تضارب الاحتياجات – إلى أدنى حد ممكن.

٩. إن عمارة باطن الأرض إضافة إلى مميزاتها العديدة من راحة حرارية وتوفير للطاقة تعد أحد أنماط "العمارة المؤدبة"[1]، والتي يمكن استخدامها في بلد كمصر يحوي هذا الكم الهائل من الآثار والمعالم السياحية، بما لا يشوه هذه الأماكن، حيث لا يظهر سوى الأثر أو المعلم السياحي بينما تكون الخدمات والأنشطة الأخرى تحت الأرض، مما يوفر عنصر جذب و نمطاً جيداً من التنمية السياحية والعمرانية كبوابة مدخل منطقة الأهرامات من طريق الفيوم.

(1) مج "موعد مع قلم"، ق٢، ٢٠٠٢/٥/١١.

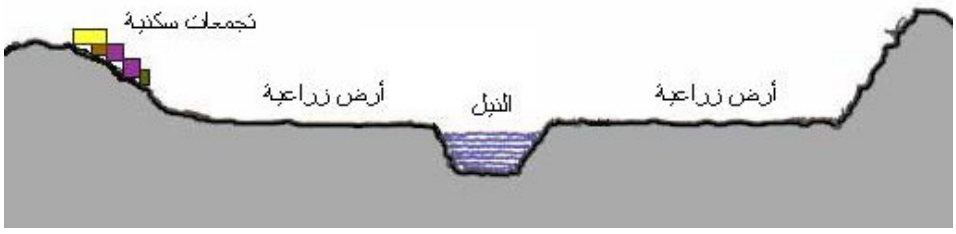
٥-٢- توصيات الدراسة :

ويمكن إجمال التوصيات العامة للدراسة في النقاط التالية :

١. يوصى بتطوير النماذج القائمة وتشجيع البناء في هذه البيئات – حيث يكون البناء تحت الأرض أكثر قبولا – خاصة للاستعمال السكني، مع الاستفادة من الخبرات والمعالجات السابقة وتطويرها. كما في واحة سيوة و القرى الجبلية بصعيد مصر وقرية القرنة القديمة بالأقصر.

٢. يوصى بتوسيع استخدامها في الاستعمالات القائمة خاصة التي أثبتت نجاحا في هذا المجال كالاستعمالات السكنية والخدمية، قبل غيرها من الاستعمالات الأخرى.

٣. يوصى باستخدام النموذج ذو الواجهة الواحدة على جانبي التلال بالوادي الضيق لخلق تجمعات عمرانية وسياحية متدرجة كمدينة القرنة القديمة، وتوفير الأرض المنبسطة في الوادي الضيق للزراعة أو لأغراض أخرى مع البعد عن المناطق الأثرية، في ظل الاحتياجات والمتطلبات التكنولوجية للعصر الحديث شكل(٥-١). كذلك استغلال الشريط الجبلي الساحلي الضيق على البحر الأحمر في خلق تجمعات عمرانية وسياحية متدرجة على الجبال – والذي لم يستغل معظمه حتى الآن – حيث يستحيل إعماره واستغلاله بالطرق التقليدية. مع تجنب الحفر فيها حيث أن اغلبها صخور نارية ومتحولة. لكن باستخدام التغطية بسطح التربة (Earth sheltered) – كما في النموذج الأسباني –.



شكل(٥-١) توفير المسطحات المنبسطة للأغراض الزراعية بصعيد وادي النيل –الباحث–

٤. يوصى باستخدام النموذج المحفور كليا في الأراضي الصحراوية المنبسطة وفي الوادي والدلتا عند الضرورة لتوفير الأرض الزراعية.

٥. كذلك يوصى باستخدامها كملاجئ ومستودعات وثكنات للجند في الوحدات العسكرية المختلفة، لما توفره من راحة حرارية وحماية، خاصة في مناطق المواجهة كسيناء، وعلى الحدود، ومعظمها مناطق قارية ذات مناخ قاس. كذلك كتجمعات عمرانية في هذه المناطق.

٦. تعويض نقص الخبرات التصميمية بتعظيم دور العمارة البيئية لباطن الأرض وتناولها بمزيد من الاهتمام في المناهج الدراسية في الجامعات والمعاهد المتخصصة.

٦- قائمة المراجع

ئمة المراجع
(العربية)

كتب:

(١) إبراهيم، محمد عبد ل، **البيئة رة** معة الإسكندرية[١].

(٢) إبراهيم، محمد عبد ل، **الع رة والعمران في الوطن العربي** معية، بيروت، ١٩٨٦.

(٣) أط لم العربي ن، بيروت.

(٤) بتلر، أ.، ترجمة إبراهيم سلامة، **ئس القبطية القديمة في مصر** مة هرة، ١٩٩٣.

(٥) سلقيني، محي الدين، **رة والبيئة**، دار بس ، ١٩٩٤.

(٦) م، اينجل. وآخرين، **موسوعة الحيوان**، دار قتيبة عة والنشر، دمشق.

(٧) فرج، عز الدين، **ئية** ن والمرافق[٢].

(٨) مة، **رة الصحراء**، مكتبة الأنجلو هرة، ١٩٨٧.

(٩) الوكيل، شفق العوضي، **المنـ رة** هرة، ١٩٨٩.

ر ث:

(١٠) أحمد، أحمد رفعت، **تنمية وتخطيط الصحراء المصرية** هرة، ١٩٨٥.

(١١) ب، عمر محمد، **لبيئة العمرانية لواحة سيوة** جستير، معة الإسكندرية، ١٩٩٠.

(١٢) س محمد، **خي للمنشآت ا رية** - مدخل كمي لتقييم الأداء معة هرة، ٢٠٠٠.

(١٣) ذلي، ب، **استـ ني حية** هرة، ١٩٩٤.

---

(١) سنة النشر والناشر غير مدون، مصدر الطبعة: مكتبة قسم الهندسة المعمارية، جامعة الإسكندرية.

(٢) الناشر وسنة النشر غير مدونة، مصدر الطبعة: مكتبة قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

(١٤) عبد د، **ت هيم والواقع العملي** هرة، ١٩٩٥.

(١٥) عبد العزيز، ميرفت، **التنمية ت مستدامة** لة هرة، ٢٠٠٠.

(١٦) م خيري، **رة** معة هرة، ١٩٩٤.

(١٧) عفيفى، أيمن محمود، وآخرين، **ت البحرية**- ويط، وزارة هرة، ١٩٩٥.

(١٨) عفيفي، عماد، **طق الصحـ فة في مصر** لة هرة،١٩٨٥.

(١٩) عكرة، رجب بشير، **البيت الجبلي** معة الإسكندرية، ١٩٩٨.

(٢٠) علي،محمود أمين، **طق الصحراوية المستصلحة بين النظرية والتطبيق** معة هرة، ١٩٩٠.

(٢١) ب محمد، **رة العسكرية** جستير، كلية معة الإسكندرية، ١٩٩٢.

(٢٢) قدري، أحمد، **المؤسسة العسكرية المصرية في عصر الإمبراطورية** ١٥٧٠ق.م.- ١٠٨٧ق.م.، ترجمة: ر و العزب، موسى،الهيئة المصري مة ب،١٩٨٥.

(٢٣) محمد، علي لبيب، **رة الصحراء** جستير، معة عين شمس، ١٩٨٧.

(٢٤) ميشيل، سوزان، **ت السكنية في مصر** لة هرة، ١٩٨٨.

(٢٥) وفيق، رق، **ري** هرة، ١٩٨٠.

ضرات:

(٢٦) بدين، د.مؤمن عفيفي، **ضرات التصميم البيئي** ، كلية هرة، ١٩٩٩.

(٢٧) ء بكري،وآخرين، **ضرات التصميم و التحكم البيئي**، كلية الهندسة معة هرة،١٩٩٤،١٩٩٥.
(٢٨) جبر،ع.، **رة**، السنة الأولى،١٩٩٣.

ت:
(٢٩) حة، **حية**، مطبعة الغرافيك عية،١٩٩٩.

(٣٠) جريدة الأهرام، ٥ يو ٢٠٠١، ص٨، **كنز القرن المدفون**.
(٣١) جريدة الأهرام، ٩ أبريل،١٩٩٩، **لم**.
(٣٢) جريدة الأهرام، ٣٠ ديسمبر ٢٠٠٠.

(٣٣) عفيفي، أحمد، وآخرين، **ت البحرية** - ويط-وزارة هرة - يونيو ١٩٩٥.

(٣٤) ء، عدد ٣٩، نوفمبر ١٩٨٣، ص ٤٠.
(٣٥) ء، عدد ٤٢ يو، ١٩٨٤، ص ٣٥-٣٧.
(٣٦) ء، عدد٤٥ يو، ١٩٨٤، ص٨،١٢.
(٣٧) ء، عدد ٥٥ رس،١٩٨٥،ص ٤،٧.
(٣٨) ء، عدد ٦٥ ير، ١٩٨٦،ص١٥-١٧.
(٣٩) ء، عدد ٦٩ يو، ١٩٨٦، ص٢٣.
(٤٠) ء، عدد ٧٣، سبتمبر، ١٩٨٦ ر، ص٦.
(٤١) ء، عدد ٨٢، يوليو/أغسطس، ١٩٨٧ ر، ص٤.
(٤٢) ء، عدد ٨٥، نوفمبر ١٩٨٧،ص٨-١٦.
(٤٣) ء، عدد ١٠٠، ١٩٨٩، ،ص٢٥-٢٧.
(٤٤) ء، عدد ١٤٢ يو، ١٩٩٣، ص١٧.
(٤٥) ء، عدد ٢٠٦، يوليو/أغسطس، ١٩٩٧، P.6.
(٤٦) ء، عدد ٢١٤، أغسطس، ١٩٩٩، ص١٥.
(٤٧) ر، عدد ٣٠، ص٦٩.
(٤٨) مجلة المهندسين، عدد٥٠٠، نوفمبر،١٩٩٧، ص ١٤.
(٤٩) مجلة المهندسين، عدد٥١١، أكتوبر،١٩٩٨، ص غلاف.
(٥٠) مجلة المهندسين، عدد٥٣٥، أكتوبر،٢٠٠٠، ص ٣٧.
(٥١) مجلة المهندسين، عدد٥٤٢ يو، ٢٠٠١، ص٧٦.
(٥٢) مجلة المهندسين، عدد٥٥٤ يو ٢٠٠٢، ص٥٨.

(٥٣) هيئة البحوث العسكرية ق.م.، **تطور الـ ريخ** بع رية.

(٥٤) هيئة الشئون المعنوية ق.م.، **نشرات عن حرب ١٩٧٣** ت والنشر.

(٥٥) ر، **دية**، منطقة الأقصر.

(٥٦) ق، الإدارة الهندسية، **مشروع مترو أ هرة الكبرى**.

ئمة المراجع
(الأجنبية)

Books:

(1) Abdallah, H., **The Handbook of Egypt**, National Publication & Printing House, Cairo, 1966.

(2) Alonso, F., Arguitectura Alicantina - **La Vivienda Popular** - Tomo Primero, Ediciones Biblioteca, Alicante, 1973.

(3) Aronion, J., **Climate & Architecture**, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1953.

(4) Brenda and Vale, R., **Green Architecture** , Design for a sustainable future, Thames & Hudson, London,1991.

(5) Carmody, J. and Sterling, R., **Underground Building Design**, Van Nostrand Reinold Company Ink, USA.,1983.

(6) Crowther, I. **Ecologic Architecture**, a division of Reed Publishing CUSA by Butterworth_Heinenann, 1992.

(7) Evans, M., **Housing, Climate and Comfort**, Halsted Press, New York, 1980.

(8) Fitch, J., **American Building**, Houghton Mifflin Company, USA. , 1972.

(9) Fletcher, B., **History of Architecture**, B.T. Batsford, Ltd., High Holborn, London, 1924.

(10) Frish, K., **Animal Architecture**, Hutchinson & co (Publishers) Ltd., London,1975.

(11) Garagonne,A., The Texas Rangers: **Notes from an Architectural Underground**, Cambridge, Mass.:M.I.T. Press, London, 1995.

(12) Gideon S. Golany, editor**. Design for arid regions**, New York : Van Nostrand Reinhold, 1983.

(13) Givoni, B., **Climate Considerations in Building and Urban Design**, A Division of International Thomson Publishing Inc., New York, 1998.

(14) Gollany, G., **Earth -Sheltered Habitat**, Van Nostrand Reinold Company Ink, USA.,1983.

(15) Green, O., **Underground Art**, Transports, London, Laurence King Publishing 1990.

(16) Hosni, S., **Climate & Architecture**, A Rational Evaluation about Egypt, University Publishing House, Beirut, Lebanon,1980.

(17) Lander, H., Niermann, M., **LEHM.(Architektur in Spanien und Afika)**, 1980.

(18) Louis, J., **Egypt**, Benedikt Taschen, London, 1963.

(19) Mallory, K.and Ottar, A., **The Architecture of War**, Pantheon Books A Division of Random House, New York, 1973.

(20) Mcharg, I., **Design with Nature**, John Wiley & Sons Ink, New York, 1992.

(21) Ministry of Education - Kingdom of Saudi Arabia, **Saudi Arabian Antiquities**, 1975.

(22) Olgyay, V., **Design with Climate**, Princeton University Press, Princeton, New York, 1967.

(23) Rudofsky B., **Architecture Without Architects**, Doubleday & Company, Ink., Garden City, New York,1964.

(24) Romero, O. & Larkin, D., **Adobe Building and Living with Earth**, Houghton Mifflin Company, Boston New York, 1994.

(25) Roth, L., **Understanding Architecture**, Icon editions, Harper, USA., 1993.

(26) Smith,R., **Elements of Ecology**, HarperCollins Publishers Inc, third edition,1992.

(27) Strahler, A. & Strahler, H., **Introduction to Environment Scince**, Hamliton Publishing Company, Santa Burbara, California, 1974.

(28) Turan, M., **Vernacular Architecture**, Billing & Sons Ltd., Ink., Worcester, G. Britain , 1990.

(29) University of Minnesota, The Underground Space Center, **Earth Sheltered Housing Design**, University of Minnesota, USA.,1979

Theses & Searches:

(30) Abdin, A., **Bioclimatic Approach to Housing Design in Hot Arid Climates**, Ph.D., Strathclyde University, Glasgow, UK., 1982.

(31) Afify, M., **Passively Integrated Heating & Cooling Systems**, Ph.D., Cairo University, 1992.

(32) El-Khawas,I., **Approach to A Climatic Design Criteria** , Theses, Alex. University, 1992.

(33) Shaaban, S., **Environmental Studies in Architecture**, Ph.D., Alex. University, 1997.

(34) Shazly,E., and others, **Bahary Oasis**, Center of Construction Research, Cairo, 19

Editions & Others:

(35) **Architectural Review**, August, 1999.

(36) **Horus**, January -March, 1992.

(37) **Horus**, October - December, 1992.

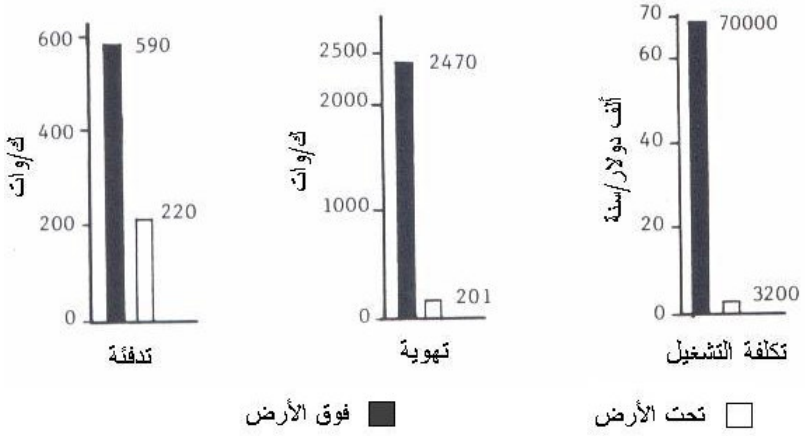
(38) Campbell, R., Wilkins, B., ED.,**22nd National Passive Solar Conference Proceedings** , Washington, April 25-30, 1997

٧- الملحقـــــات

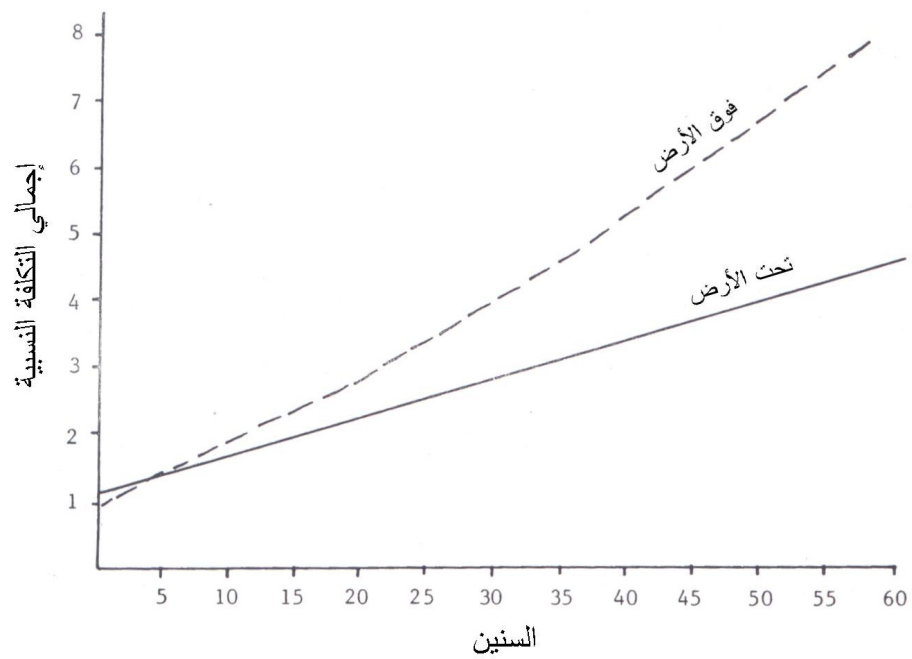
٧–١– رة التحتية :

العمارة التحتية في مجملها هي أحد الأنماط والحلـــول المعماريـــة المتمـــيزة خاصـــة فـــي الاستخدامات التي يغلب عليها الطابع الوظيفي، كذلك فهي أحد الأنماط البيئية الناجحة للعمـارة خاصة في الاستخدامات السكنية، وهي كأي نمط من أنماط العمارة لها مميزاتها ولها عيوبـها، إلا أن هذه العيوب يمكن تلافيها أو الحد منها بمراعاة الجوانب البيئية في التصميم، كـم أنـها مقارنة بما تقدمه العمارة التحتية من مزايا كبيرة – كالعزل الحـراري، والحمايـة، وتوفـير الأرض، – يمكن التجاوز عنها.

وحيث أن النواحي الاقتصادية هي أحد المحددات الأساســية فـي العمـارة، والمحـدد الرئيسي في كثير من الدول النامية خاصة في المشاريع السكنية، فإن العمارة التحتية بما لـها من مقومات بيئية تتمتع بميزة كبيرة عن العمارة التقليدية خاصة في تكلفة التشغيل (O peration Cost)، حيث ترتفع التكلفة المبدئية للإنشاء (Intial or Construction Cost) تحت الأرض في أغلب الأحيان عن مثيلاتها فوق سطح الأرض، إلا أن هذا الفرق يتلاشى مع مـا يحققـه اسـتخدام باطن الأرض من توفير في تكاليف الطاقة، والحد من استخدام الوسائل الميكانيكية في التـبريد أو التدفئة، كذلك في تكاليف صيانة الأسطح الخارجية للمبنى، إضافة إلى تكلفة سـطح الأرض الذي يمكن استغلاله في أنشطة أخرى أشكال (٧–١،٢).



شكل(٧–١): مقارنة بين تكلفة التبريد/التسخين والتهوية وتكلفة التشغيل لأحد المصانع تحت الأرض ومثيله فوق سطح الأرض (Golany,1983,p45)



شكل(٧-٢): مقارنة للتكلفة النسبية للتشغيل مع السنين لمبنى تحت الأرض ومثيله فوق سطح الأرض (Golany,1983,p46)

كذلك فالحماية من أخطار الحريق والزلازل والأعاصير والأتربة والرياح والضوضـــاء والأشعة الضارة كل هذه المميزات تجعل من عمارة باطن الأرض نمطاً وحلاً بيئيـــاً متمـــيزاً لكثير من المشكلات المعمارية والتخطيطية.

٧–٢– النماذج التمثيلية للحرارة وحركة الهواء وتأثيرها على الفراغات الداخلية[١]:

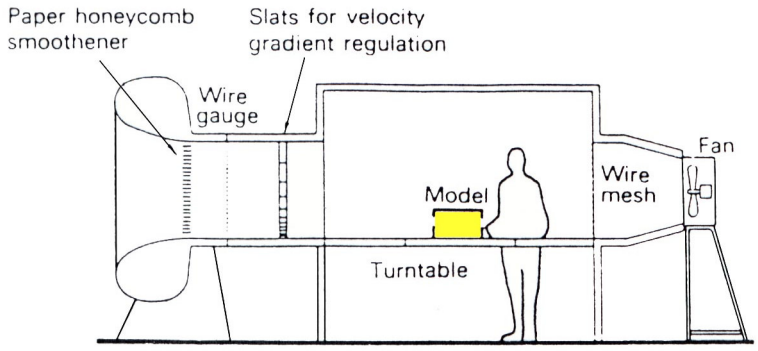
هناك العديد من النماذج التمثيلية لرصد السلوك الحراري وحركة الهواء وتأثيرها على الراحة الحرارية داخل الفراغات المختلفة للمبنى، تمكننا من توقع درجات الحرارة وحركة الهواء المطلوبة خاصة في الفراغات الداخلية، وبالتالي تساعدنا في تحديد السمك المطلوب لغلاف التربة، والحوائط، كذلك كمية ومسطحات الفتحات وأسلوب التهوية المناسب، وتقدير مبدئي للتكلفة. وتوفر هذه النماذج إجراء التجارب على مباني حقيقية. ومن هذه النماذج:

(أ) نماذج تمثيلية ميكانيكية : حيث تتم دراسة تأثير العوامل المناخية المختلفة على نموذج مصغر للمبنى. كالتمثيل الميكانيكي لحركة الشمس أو الهواء حيث يتم وضع النموذج المصغر في أو أمام نفق هوائي (Wind Tunnel) عبارة عن أنبوب متسع مثبت في أحد طرفيه مروحة لتحريك الهواء، إضافة إلى بعض الشبكات لضمان انتظام حركة الهواء شكل (٧–٣). ويمكن بهذه الطريقة رصد :

١– اتجاهات حركة الهواء داخل وحول المبنى.

٢– سرعات الرياح داخل وحول المبنى.

٣– قياس الضغط الجوي عند نقاط معينة.



شكل(٧– ٣): النفق الهوائي (الزعفراني،١٩٩٥،ص١٥٥)

(ب) نماذج تمثيلية كهربية : بتمثيل انتقال الحرارة وحركة الهواء عبر الأجسام بانتقال الكهرباء عبر الموصلات.

١– التمثيل الكهربي لسريان الحرارة.

هناك تشابه كبير بين قوانين سريان الحرارة وسريان التيار الكهربي جدول (٧–١)، لذا يمكن استخدام هذا التناظر لتمثيل سلوك المبنى أو العنصر

[١] جستير،١٩٩٥،ص١٥١ ،١٦١.

المعماري الحراري بمكونات كهربية (مقاومات ومكثفات الخ) للتنبـــوء بالسلوك الحراري للمبنى.

جدول(٧– ١): تناظر الكميات الفيزيائية بين انتقال الحرارة وسريان التيار الكهربي

(الزعفراني، ١٩٩٥، ص١٥٧)

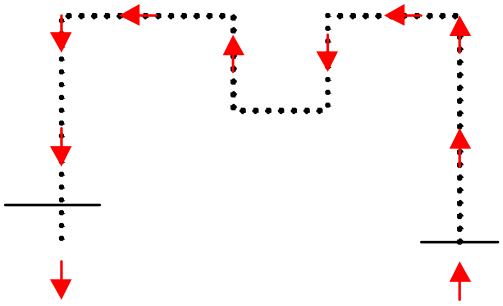
إنتقال الحرارة		سريان الكهرباء	
كمية الحرارة (جول)	Joul	الشحنة الكهربية (كولوم)	Colomb
فرق درجة الحرارة م°	°C	فرق الجهد (فولت)	Voult
معدل سريان الحرارة (وات)	watt	شدة التيار (أمبير)	Amper
المقاومة الحرارية م°/وات	°C/W	المقاومة الكهربية (أوم)	Ohm Ω
السعة الحرارية جول/م°	Joul / °C	السعة الكهربية فاراد	Farad F
الوقت	sec	الوقت	sec

٢– التمثيل الكهربي لحركة الهواء.

- كما يمكن التعامل مع التيار الهوائي الداخل إلى المبنـــى علـــى غـــرار التيار الكهربي شكل (٧–٤):

فالتيار الكهربي = فرق الجهد الكهربي بين طرفي الموصل ÷ مقاومة الموصل

كذلك فتيار الهواء = فرق الضغط بين المدخل والمخرج ÷ مقاومة المسار



شكل(٧– ٤): التمثيل الكهربي لحركة الهواء (الباحث)

(وتتوقف مقاومة المسار على شكل وأسلوب التهوية فقد يكون ملقف هـــواء أو أنبوباً وبالتالي تكون المقاومة متوقفة علـــى مـــادة التشـــطيب للســـطح الداخلي، كذلك تتمثل المقاومة في الفاقد في تيار الهواء عبر المنـــافذ إلـــى الفراغات المختلفة).

وقد ظهرت محاولات عديدة لحساب وتحديد فرق الضغط المطلوب للتهوية ومنها المعادلة التي تعرف بالقانون العام للغازات[1]:

$$P1V1/T1 = P2V2/T2$$

حيث : (P) الضغط النسبي كجم/م٢

(V) حجم النوعي م٣/كجم

(T) درجة الحرارة المطلقة للهواء $^{\circ}K$

(R) ثابت للغاز كجم.م/كجم.$^{\circ}K$

وهناك معادلة تعرف بمعادلة (Atkinson Equation) لحساب الفاقد في تيار الهواء الناتج عن الاحتكاك :

حيث : (H) الفاقد نتيجة الاحتكاك باسكال

(P) محيط مسار الهواء م

(Q) معدل التهوية م٣/ث

(A) مساحة مقطع المسار م٢

(L) طول المسار م

(K) معامل الاحتكاك (جداول للمواد المختلفة)

(ج) نماذج تمثيلية هيدروليكية : تمثل انتقال الحرارة عبر الأجسام بانتقال السوائل عبر الأنابيب. فيمكن تمثيل:

جدول(٧– ٢): التمثيل الهيدروليكي لانتقال الحرارة (الزعفراني، ١٩٩٥، ص١٦٠)

انتقال الحرارة	سريان السوائل
فرق درجات الحرارة	فرق المنسوب بين السائل في وعائين (فرق الضغط)
المقاومة الحرارية	مقاومة الأنابيب الرفيعة الموصلة بين الأوعية
السعة الحرارية	مساحة مقطع الأوعية
كمية الحرارة المنتقلة	كمية السائل المنتقلة عبر الأنابيب

(د) نماذج تمثيلية رقمية : يعتمد معادلات وقوانين رياضية، وتعد أقل الطرق احتياجاً لمعدات، إلا أن صعوبتها تكمن في تعقيد النموذج وزيادة عدد المتغيرات. والتي يمكن التغلب عليها بواسطة برمجتها على الحاسب الآلي[1].

---

[1] Asuit University,Ventilation course,Pr, N.Salamah

[1] الزعفراني،١٩٩٥،ص١٦١.

8 - Abstract:

The Underground (or Subterranean) Architecture is not a new style in Architecture Science and not extinct too. There are many underground buildings built for various purposes. It started with living in the existing and excavated caves in the ancient eras, as an example: the White Caves in Austria, the Organic caves in England, Caves in France & Gulf countries. Also, It had been used as Temples and Tombs in many ancient civilizations such as Pharaohnic Tombs in the Valley of the Kings & Queens, Temple of Abu Simbel, Hatshepsut Temple in Luxor, Egypt. City of The Dead in Sicily , Indian, Chinese, Turkish and other civilizations. It had been used also for the early Christian monasteries, such as the secret tunnels under the old churches in Old Egypt, Monastery Cave in Drunka, Asiut, Egypt, and Oratory & home of Simon the Stylite in Goreme Valley, Cappadocia, Turkey. They have other uses as Defense constructions as well, that has been used in Goreme super-fortress in Turkey, and Igloos citadel in Malta. Old tombs and underground Temples had also been used as shelters & storage areas during wars.

The Underground usage for housing purposes has been considered the most Common especially in harsh climates and relatively among the poor class of people in order to save the land surface for other purposes, or more protection from the harsh climate and for the security reasons. There are many vernacular samples in China, Turkey, Iran, and North Africa, and many others. Generally, they have been classified into two major categories: (1) Subterranean, which is completely excavated under the ground, surface level, and the activities, are usually arranged around open court, and usually used in flat topography. (2) Semi subterranean, which uses the side elevations for lighting and ventilation, and may has an earth-sheltered extension or an additional part with open court, which had been used usually in the sloped land.

The modern samples of underground architecture started with more functionally purposes & depend on electromechanical tools for lighting &

ventilation, such as garages, warehouses, shelters, military constructions, slightly the environmental considerations. Such as The Midwest storehouse in Kansas, USA, Bill gates storehouse in Benselvania, USA, Defense construction points in Maginot line between France - Germany, Atlantic Wall in Europe, Brilmont line in Belgium, Barleaf line on Sewis Canal in Egypt.

The Modern Underground Architecture developed later to include other uses, especially housing. The main objective to use this style is saving energy by the isolation of earth cover & other environmental passive solar cooling -or heating -, passive ventilation systems & the study of the previous experience. The modern samples use the same concepts in the traditional, vernacular architecture but with more development & technology. Such as the houses in Spain, Armington &

There are many other problems couldn't be solved without Underground Architecture. So there are many uses appear as modern samples, such as underground Metro stations, tunnels to solve traffic problems in the crowded regions, "Moscow, England, France, Cairo", or as an extension to an important monument, like the extension of Louver Museum. Sometimes we need a new tourist's style for more attention, creativity & entertainment, so the underground presents a good alternative, such as Kurhouse Healthy Center in south Germany. In addition to the ordinary uses such as Garages, Bedrooms,

To optimize the Underground Architecture use we must follow some Design considerations to build underground, which classified to two major categories & other additional considerations:

1- Urban considerations: they include the Site selection - Physiography, Climate, Soil, Hydrology, Environmental quality, Accessibility & proximity to resources, Utilities -, Shape of Urban Cells - Distribution,

Composition, Direction relation to the sun & wind -, Uses Distribution - Classified, Separation, Direction -, Vegetation - positions, kinds-.

2- Architectural considerations: included Zoning program- Distribution, Direction Priority of various spaces -, Entrance Design & it's relation to the surface, Environmental considerations - planning, walls, roof shape, Direction, Optimum opening areas-. Energy Considerations - earth coating isolating, frequency of soil temperature, passive solar tools & it's suitability -, Visual & Sound considerations - Visual Privacy, Visual Contact with outside, Noise Isolation -, Construction considerations - Soil bearing, Water content, materials, walls, roof shapes -.

3- Other considerations: Socially, Physiology - like direct visual contact with outside to prevent claustrophobia feeling, but with Privacy considerations. Security, Healthy, Economical - Constructional, Energy, Duration Cost, codes & legality considerations.

The Underground Architecture has some especial Basic Characters (its Classification, Appropriate of use, Advantage & disadvantages)

1-Classification: There are deferent classifications of Underground Architecture depending on many characters (Use or Purpose - Construction System - Relation to the Surface - Opening Relation with Surface.

2-Appropriate of Use: is important for successful design & to examine the basic characteristics of underground space. By determining the appropriate of some important characters, considerations (Benefits, Limitation of Underground Space - Occupancy Levels - Economical, Construction factors) related to the previous studying functions (uses).

3-Advantages & Disadvantages: treat most of the direct & indirect Advantages & Disadvantages, which we can avoid with good design.

This research treat as well a Field Analyses Study through various selected samples of Underground Architecture in Egypt (Traditional, Vernacular, and Modern), by documentation, measurements, analysis, evaluations then results & recommendations to build underground in hot regions & Egypt as a special case.

Finally we can optimize the benefits of the underground Architecture by following the previous mentioned considerations in design to present a good environmental solution for many Purposes in our life.

Underground Architecture

(Underground Architecture between Traditions & Modernism)

By

Ali Kamal Ali El-Tawansy

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
MASTER OF SCIENCE
In
Architectural Design

Under the Supervision of:

Prof. Dr. Ahmed Reda Abdin
Prof. of Architecture & Environmental studies,
Architecture Department,
Faculty of Engineering, Cairo University

Dr. Mohamed Momen Afify
Dr. of Architecture, Architecture Department,
Faculty of Engineering, Cairo University

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2002

Underground Architecture

(Underground Architecture between Traditions & Modernism)

By

Ali Kamal Ali El-Tawansy

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
MASTER OF SCIENCE
In
Architectural Design

Approved by the
Examining Committee

Prof. Dr. Ahmed Reda Abdin,	**Thesis Main Advisor**
Prof. Dr. Said Madbuli Ali	**Member**
Prof. Dr. Said Mohamed El-Touny	**Member**
Dr. Mohamed Momen Afify	**Advisor**

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2002

Underground Architecture

(Underground Architecture between Traditions & Modernism)

By

Ali Kamal Ali El-Tawansy

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
MASTER OF SCIENCE
In
Architectural Design

Under the Supervision of:

Prof. Dr. Ahmed Reda Abdin
Prof. of Architecture & Environmental studies,
Architecture Department,
Faculty of Engineering, Cairo University

Dr. Mohamed Momen Afify
Dr. of Architecture, Architecture Department,
Faculty of Engineering, Cairo University

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2002