إقتصاديات التصميم البيئي

نموذج لتصميم بيئي إقتصادي وتأثيره على المباني

إعـــداد

المهندس / محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي
قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة ـ جامعة القاهرة

رسالـة مقدمـة إلى كليـة الهندسـة ـ جامعـة القاهرة
كجـزء من متطلبـات الحصـول على درجـة
الدكتوراه في التصـمـيم والتخطيط البيـئي

قسـم الهندسـة المعمـاريـة
كليـة الهندسـة ، جامعـة القاهـرة
نوفمبر 2007

أولا: قـــائـــمة الـــموضـــــوعـــات:

مقدمة البحث.....1
الخلفية التاريخية.....2
المشكلة البحثية.....2
هدف البحث.....3
تسلسل البحث.....3
البـــاب الأول: المناخ والتصميم المعماري.....6
1-1 تمهيد. 7
2-1 تعريف التصميم المناخي. 7
3-1 المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة.....8
1-3-1 تصنيف وأهداف المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة. 8
1-1-3-1 التكيف مع المناخ وتحقيق الراحة الحرارية للمستعمل. 9
2-1-3-1 الحفاظ على الطاقة.....11
3-1-3-1 التقليل من إستخدام الموارد الجديدة. 12
4-1-3-1 إحترام الموقع والمتعاملين مع المبنى. 12
2-3-1 المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة المحققة للراحة الحرارية.....13
1-2-3-1 استخدام الطاقات الطبيعية. 13
2-2-3-1 استخدام مواد البناء الصديقة للبيئة. 14
3-2-3-1 جودة ودراسة حركة الهواء داخل المباني. 15
3-3-1 المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة المحققة للراحة الضوئية. 15
1-3-3-1 توفير الإضاءة الملائمة داخل المباني.....15
2-3-3-1 فلسفة استعمال الألوان. 17
3-3-3-1 استخدام الطاقات الطبيعية.....17
4-3-1 المعاير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة المحققة للراحة الصوتية. 18
1-4-3-1 التصميم الصوتي وتجنب الضوضاء الداخلية. 18
2-4-3-1 التصميم الآمن للمبنى. 19
3-4-3-1 البيئة الطبيعية المحيطة بالمبنى. 20
4-1 الاتجاهات المعاصرة للتصميم المناخي. 20
1-4-1 اتجاه العمارة الايكولوجية. 21
2-4-1 اتجاه العمارة المستدامة.....28
1-2-4-1 تعريف الاستدامة. 28
2-2-4-1 المفاهيم الأساسية للهندسة المستدامة.....30
3-2-4-1 المبادئ الأساسية للتصميم المستدام.....31
4-2-4-1 دليل التصميم البيئي والطاقة (LEED). 32
5-2-4-1 دليل التصميم للمباني المستدامة بواسطة(MSDG) MINNESOTA SUSTAINABLE DESIGN GUIDE.36
3-4-1 إتجاه العمارة الإيكو-تك.....44
1-3-4-1 تمهيد.....44
2-3-4-1 المبادئ الأساسية لإتجاه العمارة الإيكو-تك.....45
4-4-1 العمارة الشمسية.....49
1-4-4-1 التعاريف الأساسية. 49
2-4-4-1 الأنظمة الشمسية السالبة للتدفئة والتبريد.....50
3-4-4-1 الخطوط الإرشادية للتطبيق المعماري للعمارة الشمسية. 55
5-1 برامج الحاسب الآلي للتصميم البيئي للمباني.....58
1-5-1 تمهيد. 58
2-5-1 المشكلات التي تواجه استخدام برامج الحاسب الآلي في التصميم المناخي.....59
1-2-5-1 صعوبة استخدام بعض البرامج.....59
2-2-5-1 إقتصار بعض البرامج على بيانات ونتائج محددة.....59

1-5-2-3 إهمال البعد الإقتصادي.....59
1-5-2-4 عدم المرونة الكافية لبعض البرامج.....59
1-5-3 أمثلة برامج الحاسب الآلي للتصميم البيئي.....60
1-5-3-1 برنامج OPAQUE.....60
1-5-3-2 برنامج CLIMATE CONSULT.....61
1-5-3-3 برنامج SOLAR 5-7.....61
1-5-3-4 برنامج SOLAR – 2.....62

الـبـــاب الثاني: الطاقة وإقتصادياتها.....65
1-2 تمهيد.....66
2-2 مصادر وأنواع الطاقة. 66
2-2-1 تمهيد. 66
2-2-2 تصنيف الطاقة. 67
2-2-2-1 مصادر الطاقة تبعا للحالة الفيزيائية. 67
2-2-2-2 مصادر الطاقة طبقا للهيئة. 67
2-2-2-3 مصادر الطاقة طبقا للعمر الزمني. 68
2-2-2-4 مصادر الطاقة طبقا للبقاء الزمني. 68
3-2 تقسيم مصادر الطاقة طبقا للبقاء الزمني. 68
2-3-1 مصادر الطاقة غير المتجددة (التقليدية). 68
2-3-3-1 تمهيد. 68
2-3-1-2 مشكلات استخدام مصادر الطاقة غير المتجددة. 70
2-3-2 الطاقة المتجددة. 72
2-3-2-1 تمهيد. 72
2-3-2-2 مصادر الطاقة المتجددة.....72
4-2 إنتاج وتطبيقات إستخدام الطاقة. 81
2-4-1 تمهيد: الطاقة وإقتصادياتها. 81
2-4-2 إنتاج وإستهلاك الطاقة. 82
2-4-3 مشكلة الطاقة في مصر.....85
5-2 الطاقة المستهلكة بالمباني. 86
2-5-1 تمهيد. 86
2-5-2 الطاقة المستهلكة أثناء مراحل المبنى.....86
2-5-2-1 مرحلة التصميم والرسومات التنفيذية. 86
2-5-2-2 مرحلة الإنشاء والتأسيس. 88
2-5-2-3 مرحلة التشغيل. 89
2-5-2-4 مرحلة الهدم أو التعديل. 91
6-2 ترشيد إستهلاك الطاقة بالمباني. 91
2-6-1 تمهيد: أهمية ومفهوم ترشيد إستهلاك الطاقة بالمبانى. 91
2-6-2 محاور وطرق ترشيد إستهلاك الطاقة بالمباني. 93
2-6-2-1 ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بالمبنى نفسه. 93
2-6-2-2 ترشيد إستهلاك الطاقة بما يتعلق بالأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المبنى. 93
2-6-2-3 ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بمستخدم المبنى. 94

الـبـــاب الثالث: دراسات الجدوى وأسس التصميم الإقتصادي بالمباني.....97
1-3 تمهيد: مفهوم وأهمية دراسات الجدوى.....98
2-3 المجالات التطبيقية لدراسات الجدوى.....100
3-2-1 إنشاء مشروعات جديدة. 100
3-2-2 التوسع الإستثماري.....100
3-2-3 الإحلال والتجديد.....100

3-2-4 التطوير التكنولوجي. 100
3-2-5 مجالات أخرى.....100
3-3 تصنيف دراسات الجدوى.....100
3-3-1 التقسيم النفعي. 101
3-3-2 التقسيم الوظيفي.....101
3-4 مبادئ الإقتصاد الهندسي بالمباني. 101
3-4-1 تمهيد: تعريف الإقتصاد. 101
3-4-1-1 الحاجة NEEDS.....102
3-4-1-2 الموارد RESOURCES.....102
3-5 الدراسات الإقتصادية للمباني. 102
3-5-1 تمهيد: مفهوم الدراسات الإقتصادية وتقييم المباني إقتصاديا.....102
3-5-2 أنواع الدراسات الإقتصادية للمباني. 103
3-5-2-1 الدراسات الإبتدائية والتسويقية وجدوى تنفيذ المشروع. 103
3-5-2-2 دراسة إقتصاديات التصميم والدراسات التكميلية للمشروع. 104
3-5-2-3 إقتصاديات التعاقد وطرح العملية للعطاء. 106
3-5-2-4 إقتصاديات التنفيذ والدراسات التنفيذية لمراحل الإنشاء. 106
3-6 المفاهيم الأساسية للتقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية.....108
3-6-1 تمهيد.....108
3-6-2 الوحدات المستخدمة للتقييم الإقتصادي.....108
3-6-2-1 النقود.....108
3-6-2-2 تكلفة الطاقة الأولية.....108
3-6-2-3 تحليل الطاقة.....108
3-7 عناصر حساب تكاليف المعالجات المناخية.....109
3-7-1 تمهيد: عناصر محاسبة التكاليف.....109
3-7-2 التكلفة المباشرة.....109
3-7-2-1 التكلفة الإبتدائية INITIAL COST.....110
3-7-2-2 التكلفة الدورية (الجارية) RUNNING COST.....112
3-7-3 التكاليف غير المباشرة INDIRECT COST.....114
3-7-3-1 التكلفة الإستثمارية لرأس المال.....114
3-7-3-2 تكلفة إهلاك الأصول.....115
3-7-3-3 تكلفة معدل التضخم.....116
3-7-3-4 الضرائب والمصاريف الإدارية.....117
3-8 نماذج التقييم الإقتصادي.....118
3-8-1 تمهيد.....118
3-8-2 أهم نماذج التقييم الإقتصادي للمنشأة.....118
3-8-2-1 نموذج مدة تعويض رأس المال.....119
3-8-2-2 نموذج التكلفة السنوية للإستخدام.....119
3-8-2-3 نموذج مقابل التكلفة الآنية.....119
3-8-2-4 نموذج التكلفة خلال دورة الحياة.....120

الـبـــاب الرابع: التصميم الإقتصادي للمعالجات المناخية.....123
4-1 تمهيد: تعريف التصميم المناخى.....124
4-2 المعلومات الأساسية للتصميم المناخي. 124
4-3 مدى التغير في المعلومات المناخية. 126
4-3-1 مدى تأثير الإرتفاع الرأسي.....126
4-3-2 تأثير المسافة عن سطح البحر.....126
4-3-3 تأثير إختلاف الريف عن الحضر.....127
4-3-4 تأثير سرعة الرياح.....127

4-4 الراحة الحرارية. 128
4-4-1 تمهيد: مفهوم الراحة الحرارية. 128
4-4-2 العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية. 128
4-4-2-1 تأثير تصميم المبنى.....129
4-4-2-2 تأثير العوامل المناخية الأساسية. 129
4-4-2-3 عوامل أخرى.....129
4-4-3 مقاييس الراحة الحرارية.....129
4-4-3-1 المعدل الحراري. 130
4-4-3-2 المنحنى البيومناخي. 130
4-4-3-3 دليل الحمل الحراري. 130
4-4-3-4 طريقة BRS METHOD. 131
4-4-3-5 المعدل المثالي الحراري. 131
4-4-3-6 طرق أخرى.....131
4-4-4 إمكانية تقييم الراحة الحرارية ماليا. 133
4-5 الإستراتيجيات العامة للتصميم المناخي المعماري. 133
4-5-1 تمهيد.....133
4-5-2 زيادة الإكتساب من الإشعاع الشمسي.....134
4-5-3 تقليل معدل الفقد الحراري. 134
4-5-4 تقليل التسريب الحراري.....135
4-5-5 تقليل الإكتساب من الإشعاع الشمسي. 135
4- 5-6 زيادة التهوية. 136
4-5-7 زيادة إشعاع التبريد. 136
4-5-8 زيادة معدل البخر. 137
4-5-9 زيادة التبريد بالتوصيل.....138
4-6 تطبيقات إستراتيجيات التصميم المناخي. 139
4-6-1 تمهيد: المبادئ الأساسية لتطبيقات التصميم المناخي. 139
4-7 وسائل وتقنيات التصميم المناخي. 140
4-7-1 تمهيد.....140
4-7-2 وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الموقع العام. 141
4-7-2-1 إستخدام الزراعات/تشكيلات الأراضي/المباني المجاورة في الحد من تأثير الرياح الشتوية الغير مرغوب فيها.....141
4-7-2-2 إستخدام الزراعات وتغطيات الأراضي لتبريد الموقع صيفا.....142
4-7-2-3 زيادة البخر ورذاذ الماء للتبريد بالبخر صيفا.....143
4-7-2-4 زيادة الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي شتاءا بجوار المبنى.....143
4-7-2-5 الحد من الأشعة الصيفية المنعكسة من الأسطح المجاورة على المبنى.....144
4-7-2-6 إستخدام تشكيلات الأراضي والمباني المجاورة في زيادة نسبة الإظلال على المبنى صيفا...144
4-7-2-7 إستخدام الزراعات وتشكيلات الأراضي والمباني المجاورة في زيادة نسيم الرياح المرغوب فيها صيفا.....145
4-7-3 وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى كتلة المبنى والمسقط الأفقي.....146
4-7-3-1 توجيه المبنى وتشكيله لتقليل تأثير رياح الشتاء غير المرغوبة.....146
4-7-3-2 إمداد المبنى بتصميم الفراغات الخارجية شبه المحمية من تأثير المناخ الضار.....147
4-7-3-3 تخصيص فراغات موجهه لإكتساب أقصى قدر من الإشعاع الشمسي.....147
4-7-3-4 تخصيص وملائمة إستخدام الفراغات الموجهة للإشعاع الشمسي. 148
4-7-3-5 الإستفادة من القشرة الأرضية وطبقات الأرض العليا لحماية المبنى.....150
4-7-3-6 إستخدام الأرضيات الخرسانية بالدور الأرضي للتخلص من الحرارة إلى باطن الأرض.....150
4-7-3-7 توجيه المبنى وتشكيله للإستفادة بأقصى قدر للإشعاع الشمسي شتاءا. 151
4-7-3-8 إستخدام مواد ذات محتوى حراري كبير لتخزين الطاقة الشمسية الحرارية.....152
4-7-3-9 التقليل من مسطح الحوائط الخارجية والأسقف نسبة إلى حجم المبنى. 153

4-7-3-10 إستخدام الفراغات المخلقة طبيعيا وغير مستخدمة كفراغ حاجز ما بين فراغات المبنى والفراغ الخارجي المحيط.....154
4-7-3-11 إستخدام البدروم كمنطقة حاجزة ما بين الفراغ الداخلي والأرض. 155
4-7-3-12 إمداد المبنى بالقصبات الهوائية للتخلص من الزيادة الهوائية الحارة. 155
4-7-3-13 تمركز مصادر الطاقة الحرارية في وسط المبنى. 156
4-7-3-14 إستخدام المداخل المسقوفة للمبنى. 156
4-7-3-15 إستخدام الفراغات قليلة الإستخدام (مخزن-جراج-خدمات) كفراغات حاجزة ما بين الفراغات الداخلية والمناخ الخارجي.....157
4-7-3-16 تقسيم الفراغ الداخلي لمناطق حارة ومناطق باردة. 157
4-7-3-17 توجيه المبنى وتشكيله لتقليل تأثير الإشعاع الشمسي صيفا. 158
4-7-3-18 توجيه المبنى وتشكيله للإستفادة بأقصى قدر من نسيم الصيف. 159
4-7-3-19 إستخدام الفراغات شبه المفتوحة لإمداد الفراغات الداخلية بالرياح المحببة. 159
4-7-3-20 إستخدام الـ DUCTS الداخلية للمساعدة في حركة الهواء بالمبنى. 160
4-7-4 وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الغلاف الخارجي للمبنى.....160
4-7-4-1 إستخدام الزراعات والأشجار المحيطة بحوائط المبنى الخارجية. 160
4-7-4-2 إستخدام رذاذ المياه على أسقف المباني.....161
4-7-4-3 إستخدام الأسقف المزروعة.....161
4-7-4-4 إستخدام المجمعات الشمسية في الإتجاهات الجنوبية للمبنى. 162
4-7-4-5 إستخدام المواد العازلة حراريا للحد من التبادل الحراري بين المبنى والفراغ المحيط. 163
4-7-4-6 إستخدام الحواجز البخارية المائية للتحكم في الرطوبة. 164
4-7-4-7 التحكم في التفاصيل الإنشائية للحد من تسرب الهواء والحرارة. 165
4-7-4-8 إستخدام مواد ذات محتوى حراري كبير للحد من التسرب الحراري عبر الغلاف الخارجي للمبنى. 165
4-7-4-9 تظليل الحوائط الخارجية المعرضة للإشعاع الشمسي صيفا. 166
4-7-4-10 إستخدام المواد العاكسة حراريا للأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي صيفا. 167
4-7-4-11 إستخدام الحوائط والأسقف المزودجة للسماح بحركة الهواء خلالها. 168
4-7-5 وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الفتحات الخارجية بالمبنى. 169
4-7-5-1 زيادة المسطحات الزجاجية بالواجهات الجنوبية للتدفئة. 169
4-7-5-2 إستخدام الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي جوار المسطحات الزجاجية للمبنى للإستفادة بأقصى قدر من الإشعاع الشمسي.....170
4-7-5-3 إستخدام الأسقف الزجاجية SKY LIGHT للإستفادة من الإشعاع الشمسي شتاءا. 171
4-7-5-4 إستخدام العزل الحراري لزجاج الفتحات الخارجية بالمباني. 171
4-7-5-5 تقليل الفتحات الخارجية بالواجهات الشمالية/الشرقية/الغربية.....172
4-7-5-6 تقليل الكسر الحراري THERMAL BREAK للأبواب والشبابيك قدر الإمكان بالإهتمام بالتفاصيل الخاصة بها.....172
4-7-5-7 إستخدام فتحات التهوية الخاصة بمناطق معينة ذات حاجة لتهوية مستمرة مثل المطابخ .....إلخ.....173
4-7-5-8 تظليل المسطحات الزجاجية المعرضة للإشعاع الشمسي.....174
4-7-5-9 توجيه وإستخدام الفتحات الخارجية لتحقيق التهوية الطبيعية من نسيم الصيف. 175
4-7-5-10 إستخدام الحواجز الحائطية/الكوات LOUVERS ....إلخ لجذب وتوجيه الرياح صيفا للفراغ الداخلي.....176
4-7-5-11 إستخدام الحوائط المتكسرة LOUVERED WALL لتعظيم التهوية داخل المبنى.....177
4-7-5-12 إستخدام تأثير الأسقف من ضغط وخلخلة الهواء لتهوية المبنى.....177

الـبـــاب الخامس: نموذج حساب التكاليف الإقتصادية وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية.....181
5-1 تمهيد: أهمية التقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية.....182
5-2 المفاهيم الأساسية لحساب التكاليف والتقييم الإقتصادي.....182
5-2-1 الأهمية والوزن النسبي لعناصر التكلفة.....182

5-2-2 سنة الأساس.....184
5-2-3 الربح.....184
5-2-4 نقطة التعادل.....184
5-3 المبادئ الأساسية لنموذج حساب التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية.....185
5-3-1 مسطح المعالجات المناخية.....185
5-3-2 العمر الإفتراضي للمباني والمعالجات المناخية.....186
5-3-3 تأثير الغلاف الخارجي للمبنى.....186
5-3-3-1 مكونات الغلاف الخارجي للمبنى.....186
5-3-3-2 دور عناصر الغلاف الخارجي للمبنى على تشكيل المناخ الداخلي.....187
5-3-4 أهمية ودور العناصر الداخلية بالمبنى.....187
5-4 نموذج حساب تكاليف المعالجات المناخية وتحديد نقطة التعادل.....188
5-4-1 تمهيد: الأهمية الإقتصادية للمعالجات المناخية.....188
5-4-2 الفرضيات الأساسية للنموذج.....188
5-4-2-1 تصميم المعالجة المناخية الأساسية للمبنى BASE CASE.....188
5-4-2-2 بدائل المعالجات المناخية المعمارية.....189
5-4-2-3 الحسابات الأساسية للنموذج.....189
5-5 محاسبة التكاليف لنموذج المعالجات المناخية.....190
5-5-1 تمهيد.....190
5-5-2 تكلفة التصميم الإبتدائي والنهائي.....190
5-5-3 تكلفة الإنشاء والتنفيذ.....191
5-5-4 التكاليف الخاصة.....193
5-5-5 تكلفة إستهلاك الطاقة والوقود.....195
5-5-6 تكلفة العمالة اللازمة للتشغيل.....197
5-5-7 تكلفة الصيانة الدورية.....198
5-5-8 التكاليف الغير مباشرة.....199
5-5-9 خلاصة الحسابات الإقتصادية وتفصيل المعادلات.....201
5-6 المخرجات والنتائج الرئيسية لنموذج المعالجات المناخية.....204
5-6-1 إجمالي التكاليف والمقارنة الإقتصادية بين المعالجات.....204
5-6-2 التكاليف التراكمية للمعالجة مع عمر المبنى.....205
5-6-3 التكاليف التراكمية والوفر التراكمي للمعالجة مع عمر المبنى.....206
5-6-4 نقطة التعادل للمعالجة المناخية.....207

الـبـــاب السادس: النموذج التطبيقي لحساب التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية.....209
6-1 تمهيد: الفرضيات العامة والهدف الرئيسي للنموذج.....210
6-1-1 الفرضية العامة.....210
6-1-2 الهدف.....210
6-1-3 الملاحظات العامة للنموذج.....211
6-2 نموذج المبنى: مبنى إداري بنظام الفراغات المغلقة / المفتوحة.....211
6-2-1 وصف مكونات المبنى.....211
6-2-2 المساقط الأفقية للمبنى.....212
6-2-3 توصيف الغلاف الخارجي للمبنى.....213
6-3 التصميم الأساسي لمعالجة المبنى حراريا BASE CASE.....213
6-3-1 العناصر الأساسية للتصميم.....213
6-3-2 الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال كالتالي.....214

4-6 بدائل المعالجات المناخية للمبنى بإستخدام العناصر المعمارية ذات الوظائف البيئية الإيجابية لتخفيف الأحمال المطلوبة من التكييف المركزي.....214
6-4-1 البديل الأول: التصميم الأساسي BASE CASE + المعالجة المناخية نموذج (أ).....214
6-4-1-1 التصميم الأساسي للمعالجة المناخية نموذج (أ).....214
6-4-1-2 العناصر الأساسية للمعالجة نموذج (أ).....216
6-4-1-3 الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال للمعالجة المناخية نموذج (أ).....216
6-4-2 البديل الثاني: التصميم الأساسي BASE CASE + المعالجة المناخية نموذج (ب).....217
6-4-2-1 التصميم الأساسي للمعالجة المناخية نموذج (ب).....217
6-4-2-2 العناصر الأساسية للمعالجة نموذج (ب).....217
6-4-2-3 الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال للمعالجة المناخية نموذج (ب).....217
5-6 التصميم الإبتدائي للتكييف المركزي لبدائل المعالجات المناخية والتكييف المركزي.....218
6-6 خلاصة ونتائج الدراسة التطبيقية لنموذج محاسبة التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية.....220
6-6-1 بياني نقط التعادل للمعالجات المناخية.....220
6-6-2 الدراسة الإقتصادية للمعالجة المناخية بالتصميم الأساسي.....221
6-6-3 الدراسة الإقتصادية للمعالجة المناخية المعمارية نموذج (أ).....221
6-6-4 الدراسة الإقتصادية للمعالجة المناخية نموذج (ب).....223

الخلاصة والتوصيات.....225
الخلفية.....226
أهداف البحث.....226
منهج البحث.....227
مكونات البحث.....227
النتائج والتوصيات.....230

الـــمـــلـــحـــقـــات: النموذج التفصيلي للحسابات الإقتصادية من خلال نموذج محاسبة التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية.....235

قائمة المراجع.....252
المراجع العربية.....253
المراجع الأجنبية.....254
الرسائل العلمية والبحوث.....255

ثانيا: قـــائـــمة الـــجـــداول:

الـــبـــاب الأول: المناخ والتصميم المعماري:

(1-1) العوامل الفيزيائية المحددة لمجال الراحة الحرارية.....8
(1-2) العلاقات بين المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة.....10
(1-3) منطقة الراحة الحرارية لبعض الأقطار.....11
(1-4) أهم مؤشرت الإقتصاد والطاقة والبيئة في مصر.....11
(1-5) النسب المثلى لعدد مرات تغيير الهواء بالفراغات المختلفة.....15
(1-6) الحد الأدنى لحجم الهواء المطلوب تغييره للفراغات المعمارية.....15
(1-7) شدة الإضاءة الملائمة للفراغ المعماري طبقا لنوع النشاط.....16
(1-8) معامل الإضاءة الطبيعية الملائم للفراغات.....17
(1-9) معامل الإمتصاص والإنعكاس للأسطح المختلفة.....17
(1-10) معامل الحد من الضوضاء للمواد المختلفة.....18
(1-11) مستوى الصوت المقبول لفراغ سكني 19
(1-12) مقاييس الاستدامة.....29
(1-13) نقاط تقييم استدامة المباني من خلال دليل (LEED).....32
(1-14) استراتيجيات دليل التصميم المستدام LEED.....33
(1-15) المتطلبات الأساسية ونقاط التقييم لإستدامة الموقع في دليل التصميم المستدام (LEED).....34
(1-16) أهداف وإستراتيجيات عناصر دليل التصميم MSDG.....40
(1-17) النقاط الأساسية لإستراتيجية إستخدام مصادر الطاقة المتجددة داخل المباني.....42
(1-18) جدول التقييم لدليل التصميم بواسطة MSDG.....42
(1-19) أهداف وإستراتيجيات المبادئ الأساسية للتصميم الإيكو-تك.....47
(1-20) الإستراتيجيات الأساسية لظواهر الإكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي.....52
(1-21) ميكانيزم المخزن الحراري بالسقف ROOF POND.....55
(1-22) المحددات الرئيسية لتصميم المباني الشمسية.....55

الـــبـــاب الثاني:

(2-1) احتياطي مصادر الطاقة غير المتجددة في مصر 68
(2-2) الإستخدام العالمي للطاقة الأولية موزعا تبعا للمنطقة (1970 و 1992).....70
(2-3) الفترة الزمنية المتوقعة لبقاء مصادر الطاقة غير المتجددة.....71
(2-4) مؤشرات الطاقة في مصر في عامي 1999/1998 و 2000/1999.....83
(2-5) الإستهلاك القطاعي للطاقة بمصر لعامي 1999/1998 و 2000/1999.....83
(2-6) توزيع إستهلاك الطاقة الكهربائية سنويا بمصر على مختلف الخدمات.....85
(2-7) متوسط النسب المئوية لإستهلاك الطاقة على مدار العام لبعض المباني بمصر.....90
(2-8) إمكانية إستخدام أنظمة الطاقة التقليدية وأنظمة الطاقة المتجددة في المبانى لتوفير بيئة داخلية مريحة91
(2-9) معدلات إستهلاك الطاقة في المباني النوعية.....92
(2-10) تحليل إستهلاك الطاقة وإستراتيجيات ترشيدها خلال مراحل عمر المبنى.....93

الـــبـــاب الثالث:

(3-1) النقاط الأساسية لدراسات الجدوى الإبتدائية للمشروعات.....103
(3-2) نسبة أطوال الحوائط الخارجية إلى الفراغ للأشكال الهندسية.....105
(3-3) الحالات الرئيسية للفقد المنفعي.....106
(3-4) أساليب طرح العطاءات.....107
(3-5) نظم وإقتصاديات التعاقد.....107
(3-6) قيمة الإستهلاك بالشرائح التصاعدية لإستهلاك الكهرباء في منطقة المقطم بمدينة القاهرة.....113

البـــاب الرابع:

(4-1) المعلومات المناخية الأساسية المطلوبة للتصميم المناخي.....125
(4-2) مقدار التغير في المناخ بزيادة الإرتفاع الرأسي.....126
(4-3) مقدار التغير في المناخ بالبعد عن سطح البحر.....126
(4-4) مقدار التغير في المناخ نتيجة إختلاف الريف عن الحضر.....127
(4-5) معامل تصحيح سرعة الرياح للمناطق المختلفة.....127
(4-6) حدود الإحساس بالراحة الحرارية.....130
(4-7) حدود الراحة الحرارية بالبخر في المجال الدافئ الرطب.....131
(4-8) أهم مقاييس الراحة الحرارية المستخدمة.....132
(4-9) أهم التطبيقات المناخية المعمارية للتصميم البيئي للمباني.....139
(4-10) النسبة المئوية للرياح الواقعة على المبنى نتيجة الحاجز الهوائي.....142
(4-11) النسبة المئوية للإشعاع الشمسي المنعكس طبقا للمادة.....144
(4-12) الإتجاهات المقترحة للفراغات الوظيفية مع الإتجاهات البيئية المختلفة.....149
(4-13) الخواص الحرارية لمواد البناء والتشطيبات.....152
(4-14) الخواص الحرارية لمواد البناء والتشطيبات.....164
(4-15) الخصائص الحرارية لمواد البناء.....166
(4-16) قيمة SLF المستخدمة في الإظلال.....167
(4-17) النسبة المئوية لمعاملات الانعكاس لمواد البناء 168
(4-18) النسبة المئوية لإنعكاس الإشعاع الشمسي للمواد.....170
(4-19) قيمة الإنتقالية والمقاومة الحرارية للزجاج العادي الشفاف.....172
(4-20) تأثير قطاعات الزجاج على نسبة الإشعاع الشمسي المار والإضاءة الطبيعية.....174

البـــاب الخامس:

(5-1) عناصر التكلفة وتأثيرها على إقتصاديات المعالجات المناخية.....183
(5-2) الطاقة الحرارية الناتجة عن عناصر الفراغ الداخلي.....188

ثالثا: قـــائـــمة الأشـــكـــال:

البـــاب الأول:

(1-1): قطاع تخيلي للمبنى الصديق للبيئة.....9
(1-2): التبادل والأحمال الحرارية على الإنسان.....10
(1-3): النسب المئوية لإستهلاك الطاقة في مصر عام 2000-2001م.....12
(1-4): إستخدام الطاقات الطبيعية لحل المشكلات المناخية.....13
(1-5-أ): المسقط الأفقي النمطي للوحدة.....14
(1-5-ب): مقترح لإستخدام تقنية الغاز الحيوي في بعض القرى المصرية الجديدة.....14
(1-6): إستخدام مواد البناء الصديقة للبيئة.....14
(1-7): الإضاءة داخل الفراغ.....16
(1-8): السلوك الصوتي بين الفراغات.....18
(1-9): التقسيم الصوتي للمبنى.....18
(1-10): تلافي الأخطار الطبيعية المحيطة بالمبنى.....19
(1-11): ضرورة توفير الحماية داخل المبنى.....20
(1-12): مراعاة السلامة لمستعملي المبنى.....20
(1-13-أ): يرتفع الهواء الساخن بالفناء الرئيسي مصاحبا لذلك سحب الهواء البارد من قناة خاصة مبردة محققا الراحة المطلوبة.....22
(1-13-ب): تغطية مدخل المبنى الرئيسية بما يجعلها مخزن للهواء البارد الذي محل الهواء الساخن بالفناء الرئيسي للمبنى محققا الراحة الحرارية المطلوبة.....22
(1-14): الأنفجار السكاني يؤدي الى زيادة سكانية عالمية بما لا يمكن التنبؤ بعواقبه.....22
(1-15): النسب المئوية لاستهلاك الطاقة مقارنة بتعداد السكان العالمي.....22
(1-16) الزيادة المطردة والمستمرة في الكوارث الطبيعية منذ عام 1970 حتى 1993م.....23
(1-17): التغير الملحوظ في درجة حرارة الهواء مقارنة بوجود وعدم وجود CO2.....23
(1-18): ECOLOGICAL CIRCLE المحددة للعلاقات الأساسية بين عناصر المبنى وتجهيزاته والفراغ الخارجي المحيط.....24
(1-19): متوسط سرعة الرياح وذلك لإرتفاعات 12-64-153م فوق مستوى سطح البحر.....25
(1-20): متوسط سرعة الرياح وذلك طبقا للمنطقة البيئية وعلاقتها بالإرتفاع.....26
(1-21): تشكيل الرياح وعلاقتها بالمبنى في صورتها العامة.....26
(1-22): الأجزاء الرئيسية المشكلة لحركة الرياح بجوار المبنى.....26
(1-23): التشكيل الرئيسي للرياح من خلال الإشعاع الشمسي.....27
(1-24): العلاقة المباشرة بين إتجاه حركة الرياح والعناصر المحيطة بالمبنى وحركتها بالمبنى.....27
(1-25): تشكيل حركة الرياح فوق المناطق العمرانية مع الأخذ في الإعتبار درجة حرارة الهواء وتأثيرها على تشكيل حركة الرياح.....28
(1-26): منظومة الإستدامة.....29
(1-27): القائمة المرجعية لدليل التصميم البيئي والطاقة (LEED).....33
(1-28): الهيكل الأساسي لدليل (MSDG).....37
(1-29): تقسيم مراحل تصميم وتنفيذ المبنى من خلال دليل (MSDG).....38
(1-30-أ): دليل (MSDG) مرحلة ما قبل التصميم.....39
(1-30-ب): دليل (MSDG) مرحلة التصميم.....39
(1-30-جـ): دليل (MSDG) مرحلة الإنشاء والتنفيذ.....39
(1-30-د): دليل (MSDG) مرحلة الإشغال.....39
(1-31): العناصر الرئيسية لدليل MSDG.....40
(1-32): نماذج الأمثلة التطبيقية لدليل التصميم المستدام بواسطة MSDG.....44
(1-33-أ):Channel Four Headquarters, London, England, 1994.....46
(1-33-ب):Channel Four Headquarters, London, England, 1994.....46

(1-34): IGUS FACTORY, COLOGNE, GERMANY, 1992.....46
(1-35): إستغلال المفاهيم الإيكولوجية في تصميم المباني.....46
(1-36): NATIONAL GYMNASTICS, ALICANTE, SPAIN, 1993.....46
(1-37): نسب الإشعاع الشمسي الساقط.....49
(1-38): الأنظمة المباشرة (الفعالة) ACTIVE SOLAR SYSTEMS.....50
(1-39): الأنظمة الشمسية السالبة PASSIVE SOLAR SYSTEM.....50
(1-40-أ): نظام السطح الزجاجي (الشفاف) الجنوبي لتجميع الإشعاع الشمسي.....51
(1-40-ب): نظام الكتلة الحرارية لإمتصاص وتخزين وتوزيع الإشعاع الشمسي.....51
(1-41): الإكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي وظاهرة الإمتصاص والتخزين والتوزيع الحراري.....51
(1-42): العمل المستمر لنظام الإكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي من خلال الأسطح المجاورة للمبنى....52
(1-43): حركة الشمس صيفا وشتاءا.....53
(1-44): امتصاص وتخزين وتوزيع الطاقة الحرارية.....53
(1-45): تصميم الغلاف الخارجي للمبنى بما يضمن تحقيق الراحة الحرارية عن طريق زمن التأخير الملائم.53
(1-46): ميكانيزم عمل TROMBE WALL.....54
(1-47): التطبيق المعماري لظاهرة الصوبة الزجاجية.....54
(1-48): ميكانيزم المخزن الحراري بالسقف ROOF POND.....55
(1-49):(1-53): برنامج OPAQUE.....60
(1-54):(1-55): برنامج CLIMATE CONSULT.....61
(1-56):(1-58): برنامج SOLAR5-7.....61
(1-59):(1-60): برنامج SOLAR-2.....62

البـــاب الثاني:

(2-1): مصادر الطاقة.....67
(2-2): طاقةإنتاج النفط الخام العالمي و المخزون التقديري للبترول في العالم.....69
(2-3): قدرة الكهرباء العالمية المتولدة نوويا، 1960:1993م.....70
(2-4): إستخدام الطاقة الأولية في الولايات المتحدة طبقا للمصدر، 1875:1993م.....70
(2-5) تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الجو والإنبعاثات الكربونية العالمية.....71
(2-6): الشمس الأساس للبقاء والحياة على سطح الأرض.....73
(2-7): خرائط توزيع الطاقة الشمسية.....74
(2-8) الأسعار والشحنات العالمية للوحدات الفوتوفلطية.....75
(2-9): توربينات الرياح.....76
(2-10): القدرة التوليدية لطاقة الرياح في العالم، 1980:1993م.....76
(2-11): أهم مصادر طاقة الكتلة الحيوية.....78
(2-12): توزيع طاقة الحرارة الأرضية قطاعيا.....80
(2-13): توزيع طاقة الحرارة الأرضية عالميا.....80
(2-14): الإستخدام النهائي للطاقة تبعا لشكلها بالولايات المتحدة، 1900:1993م.....82
(2-15): الإستهلاك القطاعي للطاقة بمصر لعامي 1998/1999 و 1999/2000.....74
(2-16): توزيع إستهلاك الطاقة الكهربائية سنويا بمصر على مختلف الخدمات.....85
(2-17): تزايد إستهلاك الوقود في مصر.....86
(2-18): الطاقة الكهربية المولدة في مصر.....86
(2-19): الأهمية النسبية لعناصر المبنى بإستهلاك الطاقة بالمباني.....87
(2-20): العوامل المؤثرة على إستهلاك الطاقة في مرحلة إنشاء المبنى.....88
(2-21): توزيع إستهلاك الطاقة في المباني الحديثة.....90
(2-22): الطاقة المهدرة في المباني.....92
(2-23): معدلات إستهلاك الطاقة في المباني النوعية.....92

البـــاب الثالث:

(3-1): علاقة ودور دراسات الجدوى للمباني خلال مراحل التصميم المختلفة.....99
(3-2): بنود محاسبة التكاليف الإجمالية.....118

البـــاب الرابع:

(4-1): نماذج المعالجات المناخية المعمارية.....124
(4-2): نماذج المعالجات المناخية الميكانيكية.....124
(4-3): جسم الإنسان وتكيفه مع البيئة المحيطة.....128
(4-5): المنحنى البيومناخي.....130
(4-6): إستراتيجيات التحكم المناخي.....133
(4-7): مستويات التصميم المناخي للمباني.....139
(4-8): تأثير نسب الحاجز الهوائي على الحماية من الرياح.....141
(4-9): فرق درجات الحرارة للمواد.....142
(4-10): الممرات والمسارات المظللة.....142
(4-11-أ): إستخدام رذاذ الماء للتبريد صيفا.....143
(4-11-ب): إستخدام رذاذ الماء بالأفنية الداخلية.....143
(4-12): إستخدام الأسطح العاكسة للإستفادة من الإشعاع الشمسي.....143
(4-13): الإشعاع الشمسي المنعكس غير المرغوب بالواجهة الجنوبية صيفا.....144
(4-14): الحد من الإشعاع الشمسي المنعكس غير المرغوب صيفا.....144
(4-15): إستخدام الزراعات للحماية من الإشعاع الشمسي صيفا طبقا لزوايا الشمس.....145
(4-16): إستخدام البرجولات للحماية من الإشعاع الشمسي صيفا والإستفادة منها شتاءا.....145
(4-17): إستخدام الزراعات للإستفادة من نسيم الرياح المرغوبة صيفا.....146
(4-18): نسيم البر والبحر.....146
(4-19): العلاقة بين محور النوافذ وإتجاه الرياح للتهوية المتجانسة.....146
(4-20): مراعاة إتجاه الرياح وتأثيرها على تشكيل الأرض وكتلة المبنى.....147
(4-21): تأثير نسب وإتجاه المبنى على المساحة المعرضة في مواجهة الرياح.....147
(4-22): الفراغات شبه المفتوحة وتأثيرها على الإشعاع الشمسي والتي تسمح له بالمرور شتاءا وتحجبه صيفا.....147
(4-23): تصميم الفراغات الجنوبية كفراغات حاجزة للإشعاع الشمسي.....148
(4-24): تصميم المدفأة الشمسية.....148
(4-25): توزيع الفراغات والعلاقات الوظيفية مع الإتجاهات البيئية.....149
(4-26): تصنيف المباني تحت الأرض.....150
(4-27): مسارات التسريب الحراري لباطن الأرض.....151
(4-28): العلاقة بين مدى تغير درجة الحرارة والعمق تحت سطح الأرض.....151
(4-29): مسار الإشعاع الشمسي صيفا وشتاءا.....152
(4-30): تأثير التوجيه على الإكتساب الشمسي.....152
(4-31): أماكن المواد ذات السعة الحرارية للإستفادة من الطاقة الحرارية المخزنة.....153
(4-32): العلاقة بين المسطح والإرتفاع ومساحة السطح الخارجي للحجم الثابت.....154
(4-33): إستغلال الأسقف المائلة في المباني بيئيا.....154
(4-34): إستغلال دور البدروم كفراغ عازل بين الأرض والدور الأرضي.....155
(4-35): عزل حوائط البدروم وتصريف المياه المحيطة للإحتفاظ بدرجة الحرارة الداخلية.....155
(4-36): التخلص من الحرارة الزائدة عن طريق القصبات الهوائية.....155
(4-37): تمركز مصادر الطاقة الحرارية في وسط المبنى.....156
(4-38): إستخادم المداخل المسقوفة والمزدوجة للمباني.....157
(4-39): الفراغات قليلة الإستخدام كفراغات حاجزة بين الفراغ الداخلي والمناخ الخارجي.....157
(4-40): التقسيم الداخلي للفراغ لمناطق حارة وباردة.....158
(4-41): تأثير التوجيه على الأحمال الحرارية على المبنى طوال اليوم.....158

(4-42): تأثير ميول السقف على الإكتساب الحراري للمبنى.....158
(4-43): إستغلال أكبر فتحات لتحقيق التهوية بالفراغات الداخلية.....159
(4-44): تحقيق التهوية الطبيعية وتخلخل الهواء للفراغات الداخلية على مستوى القطاع.....159
(4-45): بؤر ركود الرياح بالفراغات الداخلية.....159
(4-46): إستخدام LOUVERED WALL لتهوية الفراغات الداخلية.....160
(4-47): إستخدام DUCTS الداخلية للحصول على التهوية المطلوبة للفراغات الداخلية.....160
(4-48): إستخدام الزراعات لإظلال المباني.....161
(4-49): إستخدام رذاذ المياه بأسقف المباني لتخفيف الأحمال الحرارية.....161
(4-50): المدى الحراري لتوزيع درجة الحرارة للأسقف المزروعة عبر طبقات التربة.....162
(4-51): وضع المجمعات الشمسية بالإتجاه الجنوبي للمبنى.....162
(4-52): العلاقة بين زاوية إنحراف المبنى عن الجنوب والنسبة المئوية المستقبلة من الإشعاع الشمسي.....162
(4-53): أماكن التبادل الحراري بين الفراغ الداخلي والفراغ الخارجي.....163
(4-54): إستخدام المواد العازلة حراريا بالحائط الخارجية للمباني.....163
(4-55): التكثيف بالحوائط والأسقف بالمباني.....164
(4-56): إستخدام حاجز التبخير بأماكن التكثيف.....164
(4-57): الكسر الحراري بإطار النوافذ والأبواب.....165
(4-58): شدة الإشعاع الشمسي لخط عرض 535 شمالا طوال اليوم.....166
(4-59): نموذج إظلال الحوائط والفتحات الخارجية.....167
(4-60): إستخدام وسائل الإظلال LOUVERED للحوائط والفتحات الخارجية.....167
(4-61): تأثير معامل الإمتصاص على الطاقة الحرارية المكتسبة للغلاف الخارجي للمباني.....168
(4-62): نظام CAVITY WALL COLLECTOR 169
(4-63): نظام CAVITY SHELL CONVECTOR 169
(4-64): تصميم الفتحات الزجاجية جنوبا للإكتساب من الإشعاع الشمسي.....169
(4-65): إستغلال فتحات السقف جهة الجنوب للإكتساب من الإشعاع الشمسي.....169
(4-66): إستخدام المواد العاكسة للإكتساب من الإشعاع الشمسي.....170
(4-67): حساب المسطح المثالي للمواد العاكسة جوار المباني.....170
(4-68): إستخدام الزجاج المزدوج بالأسقف للإضاءة الطبيعية بالفراغات الداخلية.....171
(4-69): إستخدام المواد المتحركة العازلة للحرارة صيفا بالفتحات العلوية الزجاجية بالأسقف.....171
(4-70): إستخدام الستائر الخارجية العازلة للحرارة لحماية الفتحات الخارجية.....171
(4-71): تقليل مسطح الفتحات الخارجية بالواجهات الجنوبية.....172
(4-72): الكسر الحراري بالفتحات الخارجية.....173
(4-73): إستخدام فتحات تهوية خاصة لمصادر الإشعاع الحراري صيفا.....173
(4-74): وسائل إظلال المسطحات الخارجية.....174
(4-75): تأثير الرياح على الضغط الخارجي على المبنى.....175
(4-76): تحديد أفضل مقترح لمدخل ومخرج الرياح بالحوائط الخارجية للمباني طبقا لإتجاه الرياح.....175
(4-77): التحكم في قطاع الشبابيك الخارجية لتحقيق التهوية المتجانسة للفراغ الداخلي.....175
(4-78): زيادة تدفق معدل الهواء الساقط مباشرة على المبنى.....176
(4-79): زيادة كمية الهواء الداخلة إلى المبنى فى الإتجاه المائل.....176
(4-80): توليد ممرات هوائية لتيارات الهواء الساقطة على المبنى.....176
(4-81): زيادة معدل التهوية الطبيعية بالفراغات الداخلية.....176
(4-82): إستخدام الحوائط المتكسرة LOUVERED WALL لتهوية الفراغات الداخلية.....177
(4-83): تأثير الرياح على جذب وخلخلة الهواء بجوار الحوائط الخارجية للمبنى.....177
(4-84): إستخدام الفتحات العلوية لتهوية الفراغات الداخلية بالمباني.....177

البـــاب الخامس:

(5-1): تحديد نقطة التعادل للعناصر.....185
(5-2): الإنتقال الحراري عبر الغلاف الخارجي للمبنى.....186
(5-3): تكلفة التصميم الإبتدائي والنهائي بالنموذج.....191
(5-4): تكلفة الإنشاء والتنفيذ بالنموذج.....193
(5-5): قيمة التكاليف الخاصة بالنموذج.....195
(5-7): حساب إستهلاك الكهرباء بنظام الشرائح التصاعدية.....196
(5-6): تكلفة إستهلاك الطاقة والوقود بالنموذج.....197
(5-8): تكلفة العمالة اللازمة للتشغيل بالنموذج.....198
(5-9): تكلفة الصيانة الدورية بالنموذج.....199
(5-10): التكاليف غير المباشرة بالنموذج.....201
(5-11): إجمالي التكاليف والمقارنة الإقتصادية بين المعالجات المناخية.....205
(5-12): محاسبة التكاليف التراكمية للمعالجة المناخية مع عمر المبنى.....206
(5-13): التكاليف التراكمية والوفر التراكمي للمعالجة المناخية مع عمر المبنى.....207
(5-14): النتائج التطبيقية لنموذج حساب التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية.....208

البـــاب السادس:

(6-1): المعالجة المناخية بالمبنى في صورتها العامة بالنموذج.....201
(6-2): المسقط الأفقي لدور البدروم السفلي.....212
(6-3): المسقط الأفقي لدور البدروم العلوي.....212
(6-4): المسقط الأفقي للدور الأرضي.....212
(6-5): المسقط الأفقي للدور الأول.....212
(6-6): المسقط الأفقي للدور المتكرر.....212
(6-7): المسقط الأفقي لدور البدروم السفلي.....212
(6-8): المسقط الأفقي لدور البدروم العلوي.....213
(6-9): المسقط الأفقي للدور الإداري.....213
(6-10): بياني نقطة التعادل للمعالجة المناخية نموذج (أ).....220
(6-11): بياني نقطة التعادل للمعالجة المناخية نموذج (ب).....220
(6-12): بياني نسب تكاليف المعالجة بالتصميم الأساسي.....221
(6-13): بياني نسب تكاليف المعالجة المناخية نموذج (أ).....222
(6-14): بياني نسب تكاليف المعالجة المناخية نموذج (ب).....223

التصميم الإقتصادي للمعالجات المناخية
منهج لدراسة أثر المعالجات المناخية على إقتصاديات المبنى

مـــقـــدمـــة الـــبـــحـــث:
أولا: الخلفية التاريخية:

تتناول الدراسة البحثية التصميم البيئي للمباني من المنظور الإقتصادي، وأثره على إقتصاديات التصميم المعماري في مصر، حيث تنتمي هذه الدراسة إلى مجموعة الدراسات الإقتصادية للمباني معتمدة على تحقيق الراحة الحرارية لمستعملي الفراغات المعمارية من وجهة النظر الإقتصادية.
فقد ارتبطت العمارة منذ خلق الإنسان كأداة يمكن من خلالها تحقيق وتوفير الحيز الملائم لإحتياجاته، ومن الجدير بالذكر أنه كان وما زال أهم احتياجات الإنسان هو توفير الحماية اللازمة له من كافة العوامل والظروف المحيطة به والتي لا يمكنه التكيف معها وتمثل خطرا مباشرا على حياته.
وتمثل العوامل والعناصر المناخية المحيطة بالإنسان أهم هذه الظروف المحيطة والتي طالما لجأ الإنسان دوما بكافة الوسائل الممكنة لتهيئة الجو المناخي الآمن داخل حيز عمراني محدد. ومع تطور أنماط الحياة والتطور التكنولوجي والمعلوماتي تطورت بالتبعية معها الوسائل التي تمكن الإنسان من تحقيق الجو المناخي الآمن فيما عرف بالتصميم البيئي والمناخي، فبدأت عن طريق التجربة باستخدام العناصر المحيطة والتقنيات البسيطة والتي تحقق الراحة الحرارية بإستخدامها وتطورت بالتبعية مع التطور التكنولوجي والمعلوماتي المستمر.
ويمكن بصورة عامة تقسيم هذه الوسائل المحققة للراحة الحرارية للمستعمل تحت بندين أساسيين وهما:

- **المعالجات المناخية المعمارية.**
- **المعالجات المناخية الميكانيكية.**

وعلى مر الزمن فقد كان هناك إطارا حاكما بين الإنسان والعمارة بدءا من توفير المأوى له مرورا بظهور المباني النوعية وتعدد أنشطة الانسان اليومية، وذلك مع مرور الزمن وتغير المفاهيم العامة للحياة.

ثانيا: المشكلة البحثية:

مع الطلب الدائم للمستعمل بتحقيق الراحة الحرارية للفراغات وما صاحب ذلك من تطور تكنولوجي على مر الزمن، لجأ الإنسان لتحقيق الراحة الحرارية عن طريق عدة عوامل مختلفة بدءا من المعالجات المناخية المعمارية البسيطة بالمواد المتاحة في البيئة المحيطة، وحتى تطورها وتنفيذها على أسس ومفاهيم مدروسة.
ومع التطور التكنولوجي الهائل والمستمر وتغير مفاهيم الحياة لجأ أغلب المستعملين لتحقيق الراحة الحرارية للمباني بإستخدام الوسائل الميكانيكية، الأمر الذي وصل في فترة من الفترات إلى حد إهمال المصمم تماما لأية معالجات مناخية معمارية بالمباني، مما أدى بالتبعية إلى الزيادة الإقتصادية المستمرة في تكلفة تشغيل المباني إضافة إلى كونها عبئا ثقيلا على استهلاك مصادر الطاقة الغير متجددة، فعلى سبيل المثال يتضح من التطور التكنولوجي الحادث في الفتحات الخارجية بالمباني التحول من النوافذ الضيقة المحددة بالعوامل الإنشائية والتكنولوجية البسيطة إلى الواجهات الزجاجية بكامل مسطح المبنى كتطور طبيعي مصاحب للتطور التكنولوجي والإنشائي المستمر، الأمر الذي صاحب ذلك التأثير المباشر على مناخ الفراغات الداخلية من خلال الواجهات الزجاجية الرقيقة السماكة، الأمر الذي أدى لوجود عبء مناخي على الفراغات الداخلية.

ورغم أنه بعد أزمة الطاقة الحادثة عام 1973م وبداية العالم في إعادة حساباته الخاصة بالطاقة ومصادرها والإهتمام بمصادر الطاقة المتجددة (الشمس – الرياح – المياه - .....إلخ) وما شمل ذلك من تأثير مباشر على بداية الإهتمام بالمعالجات المناخية المعمارية بالمباني لما تمثله من إرتباط مباشر بكفاءة إستغلال الطاقة المتجددة، فإنه ما زالت لنا الحاجة بزيادة الإهتمام بتلك الإتجاهات والتي ما زال العامل الإقتصادي يمثل محددا رئيسيا لها لما تمثله من تكلفة إبتدائية مرتفعة في بداية المشروع، وخاصة في المشاريع الإستثمارية والتي يمثل الربح المادي بها الهدف الرئيسي في المقام الأول.

والآن وبعد أن أصبح العالم يعيش حالة من الصراع على موارد الطاقة كان لابد من زيادة الإهتمام بهذه الإتجاهات الحديثة للتصميم المناخي المعماري ولكن من خلال منظور إقتصادي شامل، حيث أصبح الإقتصاد والمادة من أكبر العناصر الحاكمة في عصرنا الحالي وخاصة في المشاريع الإستثمارية.

وفي النهاية فإنه يمكن تلخيص المشكلة البحثية للدراسة فيما يلي:

"الحاجة لزيادة الإهتمام بالإتجاهات الحديثة للتصميم المناخي المعماري في ظل منظور مقبول إجتماعيا وتكنولوجيا وملائم إقتصاديا"

ثالثا: هدف البحث:

يمكن تحديد عدة أهداف للدراسة البحثية أحدها يمثل الهدف الرئيسي وينبع من خلاله عدة أهداف ثانوية، فيتمثل الهدف الرئيسي كالتالي:

"الوصول لنموذج يمكن من خلاله إختيار الحل الأمثل لتحقيق الراحة الحرارية للمستعمل سواء بالطرق المناخية المعمارية أو الميكانيكية في إطار مقبول وملائم إقتصاديا لكافة أطراف العملية التصميمية للمباني بمصر"

الأهداف الثانوية:

- حساب التكاليف الإقتصادية الإجمالية للمعالجات المناخية المعمارية والميكانيكية.
- حساب الوفر الإقتصادي الناتج عن إستخدام معالجات مناخية عن معالجات أخرى لنفس المبنى.
- حساب التكاليف السنوية الجارية التفصيلية للمعالجات المناخية مع عمر المبنى.
- إستخلاص أهم المشكلات التي تواجه التصميم البيئي بمصر ومواجهتها للوصول لأنسب حلولها.
- دراسة العلاقة ما بين التصميم ومدى تحقيقه للراحة الحرارية بالمباني بمصر على مستوى: التشكيل / المعالجات / الطابع / .....إلخ.
- التعرف على أمثل بدائل المعالجات المناخية المعمارية الملائمة لتدفئة وتبريد المباني بمصر.
- دراسة العلاقة ما بين الجانب الإقتصادي للمباني وتحقيق الراحة الحرارية بالمعالجات المناخية والمعالجات الميكانيكية للوصول لمدى الوفر الإقتصادي لكل بديل عن الآخر.

رابعا: تسلسل البحث:

إعتمدت منهجية الدراسة على الجمع ما بين **التصميم والتخطيط البيئي من جهة، وإقتصاد المباني بمصر** من جهة أخرى. ودراسة مدى تأثير كلا منهما على الآخر داخل المنظومة المعمارية، ومن

ثم الوصول للعوامل والسبل التي من خلالها نصل إلى تحقيق العلاقة المثلى بينهم للمباني بمصر بما يعود بالنفع على كل من المستثمر والمستعمل.
وللوصول إلى تلك الدراسة السابقة تم الإعتماد على إطارين متتاليين أساسيين وهما:

- الإطار النظري التحليلي.
- الإطار التطبيقي.

ويمكن إستعراض كلا من الإطارين السابقين على النحو التالي:

أولا: الإطار النظري التحليلي:
ويتناول عرض المفاهيم العامة للدراسة النظرية شاملة 3 محاور أساسية في الدراسة البحثية وهي:

- العمارة والتصميم البيئي.
- المنظور الإقتصادي والطاقة.
- التقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية.

المحور الأول: العمارة والتصميم البيئي:
يتناول عرض مجموعة المفاهيم الخاصة بالمناخ وأهم عناصره ذات التأثير المباشر على المباني بمصر، بإعتبار أن العناصر المناخية من أهم المؤثرات الخارجية على المستعمل وتصميم المباني، كما يتناول المفهوم الشامل للتصميم المناخي وأهم أهدافه، ومعايير تصميم المباني الصديقة للبيئة، كما يتم دراسة أهم الإتجاهات المعاصرة للتصميم المناخي بإعتبار ملائمتها التكنولوجية والمعمارية للمباني، إضافة إلى إستخلاص وتصميم أهم المعالجات المناخية المعمارية الملائمة للمباني بمصر طبقا للظروف المناخية المحيطة.
المحور الثاني: الطاقة وإقتصاديات أداء المنظمات:
وهو يتناول عرض الطاقة كمصدر رئيسي لتحقيق الراحة الحرارية بواسطة المعالجات المناخية الميكانيكية بالمبنى والآثار السلبية الناتجة من الإعتماد عليها بصورة كلية في تحقيق الراحة الحرارية، وكذلك دراسة التقييم الإقتصادي لإستخدام الطاقة بالمباني بمصر والعالم بعد أزمة الطاقة عام 1973م والإتجاه السائد في العالم نحو الإستدامة.
كما يتطرق لإقتصاديات الموارد والبيئة وذلك لتوضيح أكثر تفصيلا لمشكلة إقتصاديات الطاقة في العالم ومدى تأثر السوق بهذه المشكلة بما كان له أكبر الأثر على العمارة في ظهور الإتجاهات الحديثة للتصميم المناخي بإعتمادها الأساسي على موارد الطاقة المتجددة.
المحور الثالث: التقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية:
حيث يتناول الربط ما بين المعالجات المناخية المعمارية والميكانيكية والجدوى الإقتصادية للمباني من خلال دراسة الأهمية الإقتصادية للمعالجات المناخية المعمارية ومقارنتها بالمعالجات المناخية الميكانيكية للوصول لأمثل المعالجات محققا الراحة الحرارية المطلوبة للفراغ الداخلي والوفر الإقتصادي الملائم، وذلك عن طريق محاسبة التكاليف الإقتصادية التي يمكن إعتبارها المحدد الأساسي لدراسة وتحديد أنسب الوسائل لتحقيق الراحة الحرارية للمستعمل في ظل أزمة الطاقة وإقتصاديات المبنى.

ثانيا: الإطار التطبيقي:
ويتمثل في بلورة وصياغة مفاهيم الدراسة تطبيقيا للوصول للمنهج المقترح للدراسة التطبيقية وأسلوب التقييم الإقتصادي للتصميم البيئي للمباني في مصر، متطرقة لدراسة أحد حالات المباني الإدارية القائمة في مصر كمثال عام عن نوعية المباني الإستثمارية والمستهلكة للطاقة بمصر،

والتي يجب توفير الراحة الحرارية بها لمستعملي الفراغات الداخلية، وتتمثل الدراسة التطبيقية في محورين أساسيين وهما:

- نموذج التصميم البيئي الإقتصادي للمباني بمصر.
- الدراسة التطبيقية للمباني الإدارية بمصر.

المحور الأول: نموذج التصميم البيئي الإقتصادي للمباني بمصر:

حيث يتم فيه الوصول لمنهج مقترح للتقييم الإقتصادي وإختيار البديل الأنسب من البدائل التصميمية المناخية المعمارية والميكانيكية للمباني بمصر تبعا للظروف المناخية المحيطة، وذلك بدراسة العناصر المناخية وتأثيرها على السلوك الحراري للمباني، وبتقييم الإحتياجات الحرارية للمباني في مصر تبعا لتقسيمها المناخي، وعن طريق تصميم نموذج محاسبة التكاليف الإقتصادية للمعالجات المناخية المعمارية والميكانيكية يمكن الوصول لأنسب البدائل التصميمية المناخية سواء المعمارية والميكانيكية وذلك لتحقيق الراحة داخل المباني.

المحور الثاني: دراسة حالة أحد المباني الإدارية بمصر:

ويتم فيها الوصول للنسبة المئوية للوفر الإقتصادي للمبنى من الناحية البيئية عن طريق:

- حساب التكلفة الإقتصادية الفعلية للمبنى لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة لمستعملي الفراغات الداخلية عن طريق المعالجات الميكانيكية.
- حساب التكلفة الإقتصادية للمبنى عند إختيار أنسب البدائل التصميمية المناخية التي تحقق الراحة الحرارية.

وعن طريق الحسابات الإقتصادية ودراسات الجدوى يمكن الوصول للنسبة المئوية للوفر الإقتصادي للمبنى والتي يمكن إعتبارها المؤشر الأولي لتأثير تطبيق النموذج السابق، والتي تمثل أنسب البدائل لتحقيق الراحة الحرارية بالمباني، وقد تم إختيار المباني الإدارية بمصر في الدراسة التطبيقية نظرا لما تمثله من نوعية المباني التي يجب فيها تحقيق الراحة داخل المبنى لتأثيرها المباشر على كفاءة أداء الأنشطة الداخلية علاوة على الأهمية الإقتصادية للمبنى، وبذلك يمثل المبنى حلقة الوصل بين المستثمر والمستعمل طبقا لفرضيات الدراسة.

ثالثا: النتائج والتوصيات:

للوصول لمدى أهمية التصميم المناخي المعماري ودراسة آثاره الإقتصادية على المباني بمصر ومن ثم المستعمل بصفة خاصة والمجتمع بصفة عامة، ووضع الخطوط الإرشادية للنموذج المقترح والذي يمكن المصمم من الوصول لأنسب البدائل التصميمية المناخية لتحقيق الراحة داخل المباني دون إغفال الأهمية الإقتصادية وتشغيل المبنى، كما يتم من خلال الدراسة الوصول لمشاكل التصميم البيئي بمصر وأهم معالجاتها لتمكن المصمم من تفاديها وإعادة الإهتمام بالمستعمل دون إغفال متطلباته الأساسية.

وتوجه النتائج والتوصيات الخاصة بالدراسة إلى كافة أطراف العملية التصميمية، والمهتمين بالدراسة والمجال البحثي البيئي الإقتصادي.

الباب الأول: المناخ والتصميم المعماري:

١-١ تمهيد:

مما لاشك فيه أن للمناخ الخارجي والعناصر المناخية تأثيرها الأساسي على حياة وأنشطة الانسان. فمنذ بدء الخليقة والإنسان يبحث عن توفير المأوى اللازم الذي يوفر له الحماية التي يحتاجها من كافة الظروف والأخطار المحيطة به.

وبمرور الزمن تطورت أنماط ونظم الحياة وظهرت التقنيات الحديثة في نظم ومواد الإنشاء والتشطيبات والتي كان لها أثرها الرئيسي في تشكيل السلوك الحراري للمبنى، الأمر الذي أدى إلى إعتماد أغلب المباني إعتمادا كليا على الحلول الميكانيكية للحصول على بيئة حرارية داخلية مريحة للإنسان، واقتصر دور المهندس المعماري على التصميم المعماري فقط للعناصر المشكلة للمبنى (حوائط – أسقف – فتحات خارجية - ....إلخ) بالرغم من أن هذه العناصر تلعب الدور الرئيسي بتشكيل البيئة الداخلية للمبنى بتفاعلها مع المناخ الخارجي المحيط.

وتوازيا مع تلك التطورات والتغيرات لا يمكن إغفال دور مجموعة من المهندسين المعماريين والذين قاموا بتوفير بيئة داخلية مريحة للمستعمل عن طريق التشكيلات والعناصر المعمارية فيما عرف بالتصميم المناخي المعماري للمباني، والذي يمكن تعريفه كالآتي:

١-٢ تعريف التصميم المناخي:

يعرف بالعملية التصميمية التي يمكن من خلالها توفير ظروف مناخية آمنة للمستعمل بأقل قدر من التكاليف. حيث يمكننا من التعريف السابق تحديد أهم أهداف التصميم المناخي والتى يمكن إيجازها فيما يلي:

١- توفير ظروف مناخية آمنة لمستعملي الفراغات الداخلية.
٢- تحقيق الراحة الحرارية للمستعمل.
٣- تحقيق هذه الأهداف بأقل قدر من التكاليف.

وقد قامت العديد من الجهات والمختصين بدراسة هذا المجال بتحديد الإحتياجات الحرارية المناسبة للمستعمل والعوامل الفيزيائية المؤثرة عليها والتى يمكن تحديدها في الآتي:

- درجة الحرارة.
- الإضاءة الطبيعية والصناعية.
- البيئة الصوتية.
- الرطوبة النسبية.

ويوضح جدول (١-١) تحديد هذه العوامل لمجال الراحة الحرارية الملائم للمستعمل والذي يمكن تحقيقه من خلال التصميم المناخي وتفاعل عناصره مع هذه العوامل الفيزيائية.

ومما سبق يمكن إستخلاص محور أساسي من خلاله قام العديد من المصممين في العمل في مجال التصميم المناخي بما كان له أكبر الأثر في ظهور اتجاهات التصميم المناخي وهو كالتالي:

"هناك دائما علاقة تأثير تبادلي بين المبنى ومحيطه الخارجي. فهناك تأثير للعناصر المحيطة بالمبنى على تشكيل مناخ الفراغات الداخلية، وعلى العكس فهناك تأثير من تشغيل المبنى على البيئة المحيطة".

جدول (١-١)[1]: العوامل الفيزيائية المحددة لمجال الراحة الحرارية:

الراحة الحرارية	درجة الحرارة	الرطوبة النسبية	الصوت	الإضاءة
	١٠٠ م° **نقطة غليان الماء**	١٠٠% **هواء مشبع بالرطوبة**	١٤٠ ديسبل	٥٠٠٠٠ لوكس **إضاءة الشمس**
مجال الراحة الحرارية	٢٧ م°	٧٠ %	٧٥ ديسبل	١٠٠٠٠ لوكس
	↕	↕	↕	↕
	٢٣ م°	٤٠ %	٣٠ ديسبل	٥٠ لوكس
	صفر م° **نقطة تجمد المياه**	صفر % **هواء جاف تماما**	صفر ديسبل	صفر لوكس **ظلام تمام**

ومن هذا المنطلق ظهرت عدة معايير اتخذها المصممون كمداخل أساسية للتصميم المناخي بإختلاف اتجاهاته والتي تم صياغتها في المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة، والتى يمكن تناولها في الدراسة كما سيلي:

١-٣ المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة:

إن التأثيرات السيئة للمباني على البيئة المحيطة بصورها المختلفة كإستزاف مواردها أو تأثيرها الملوث .....إلخ، إلى جانب التأثيرات السيئة (في بعض المباني) على المستعمل، كان له أكبر الأثر إلى الدعوة إلى فكر وأسلوب جديد لتصميم المباني، مما دفع الكثير من الخبراء في مجال البيئة والتصميم المعماري إلى وضع الأسس والمعايير الأساسية التي يمكن من خلالها تلافي تلك الآثار السيئة من المباني وذلك فيما يعرف بالمعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة.

١-٣-١ تصنيف وأهداف المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة:

تهدف المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة إلى إحداث التوازن في البيئة المحيطة وبما يسمح لنظم المبنى أن تعمل بكفاءة عالية بحيث يكون تأثيرها السلبي أو التدميري على النظام البيئي في أقل حدود ممكنة[2]. ويمكن تحقيق هذه المعايير الأساسية عن طريق التصميم الشامل بإستخدام كافة العناصر والوسائل الصديقة للبيئة والتي تحقق الهدف الأساسي للمباني الصديقة للبيئة، فعلى سبيل المثال يوضح شكل رقم (١-١) قطاع تخيلي بمبنى يوضح كيفية إستخدام عدة عناصر ومعالجات يمكن أن تطبق على المبنى الصديق للبئية.

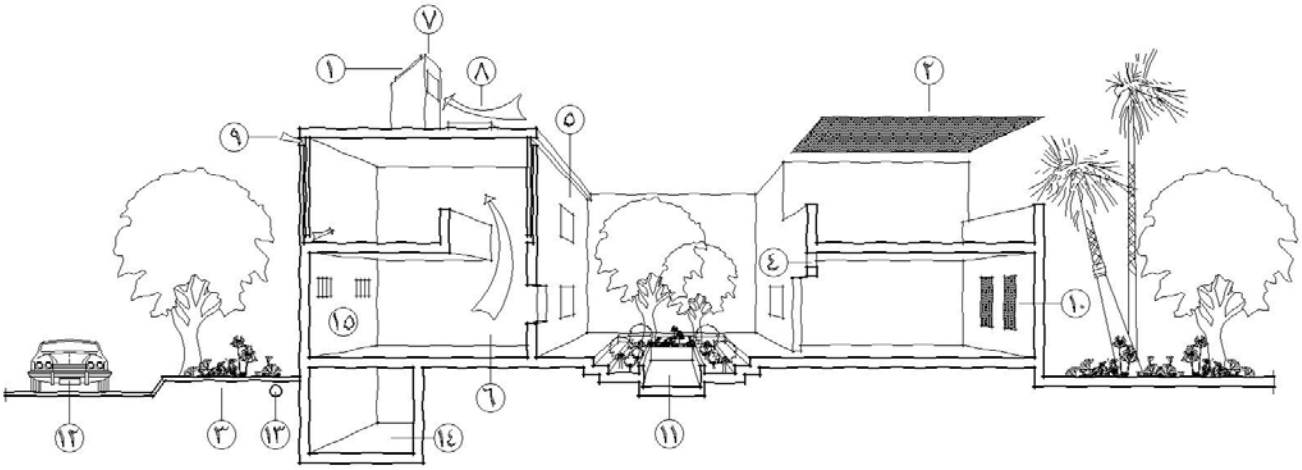
ومما سبق يمكن الوصول لتصنيف رئيسي للمعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة، حيث يمكن ذكرها كما يلي:

- معايير تحقيق الراحة الحرارية.
- معايير تحقيق الراحة الضوئية.
- معايير تحقيق الراحة الصوتية.
- معايير تحقيق الراحة البصرية.

حيث يندرج تحت كل بند من البنود السابقة عدة معايير أساسية متداخلة تساهم في تصميم مبنى صديق للبيئة كما يتضح من جدول رقم (١-٢).

[1] Randall Mcmullan, environmental science in building, ashford colour press ltd, gospot, great britain, 2002.

[2] يحيى وزيري، التصميم المعماري الصديق للبيئة – نحو عمارة خضراء، مكتبة مدبولي، ٢٠٠٢.



١	مجمعات شمسية لتوفير المياه الساخنة.	٦	الأسقف المرتفعة تسمح بحركة الهواء البارد.	١١	المياه والخضرة في الأفنية الخاصة تساعد على تبريد الهواء وترشيحه من الأتربة.
٢	التراسات المكشوفة للإستخدام في الليالي الحارة.	٧	ملاقف الهواء لتجميع الرياح المفضلة.	١٢	حظر حركة السيارات في المناطق السكنية للحد من التلوث والضوضاء.
٣	طرق المشاه الضيقة المظللة.	٨	مسطحات المياه لتبريد الهواء الداخل إلى الملاقف.	١٣	مجاري مياه الصرف توجه لأحواض لإعادة الإستخدام.
٤	الفتحات العلوية وبلاطات السقف السميكة تحافظ على برودة السقف.	٩	في المناطق الرطبة يمكن أن يمر الهواء خلال مجاري في الحوائط مزودة بالمواد ماصة للرطوبة.	١٤	الأدوار المدفونة تحت الأرض تستفيد من ثبات درجة الحرارة.
٥	وضع نوافذ مطلة على الأفنية المظللة يقلل من إكتساب الحرارة.	١٠	المشربيات والمخرمات ترشح الإضاءة وتوفر الخصوصية.	١٥	الحوائط الخارجية سميكة وذات فتحات محدودة لتقليل الكسب الحراري.

شكل رقم (١-١): قطاع تخيلي للمبنى الصديق للبيئة[1].

الأهداف الرئيسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة:

١-٣-١-١ التكيف مع المناخ وتحقيق الراحة الحرارية للمستعمل:

إن الحمل الحراري على الإنسان يكون نتيجة عاملين أساسيين:

أ- العمليات الحيوية بجسم الإنسان، شكل رقم (١-٢-أ).

ب- التبادل الحراري بين الإنسان والمناخ المحيط، شكل رقم (١-٢-ب).

وتعتبر كفاءة جسم الإنسان في حدود ٢٠%، وهذا يعنى أن جسم الإنسان يستغل فقط ما يعادل ٢٠% من الطاقة التى ينتجها من أجل أداء نشاطاته المختلفة. بينما تتحول النسبة الباقية في حدود ٨٠ % إلى حرارة يتوجب على الجسم التخلص منها.

ومن أجل أن يظل الإنسان على قيد الحياه يجب عليه أن يحتفظ بدرجة حرارة أنسجته الداخلية في حدود ٣٧,٢°م من خلال الإتزان الحراري مع المناخ المحيط[2].

والجدير بالذكر أن جسم الإنسان يستطيع أن يكون في حالة إتزان حراري مع المناخ المحيط ولكن بشئ من الإجهاد لبعض عناصر الجسم وذلك في حالة عدم وقوع الإنسان في مجال الراحة الحرارية. ولقد قام العديد من الباحثين والخبراء بالعديد من الأبحاث والدراسات وذلك لتحديد فيزيائي لمنطقة الراحة الحرارية، فعلى سبيل المثال قام درايزديل Drysdale عام ١٩٩٠ بإجراء بعض الدراسات في استراليا خلص منها إلى أن درجة الحرارة المثالية للراحة الحرارية

[1] مجلة عالم البناء، عدد (٨٤)، مدخل إلى تصميم المستوطنات البشرية الجديدة في المناطق الصحراوية، القاهرة، ١٩٨٧.

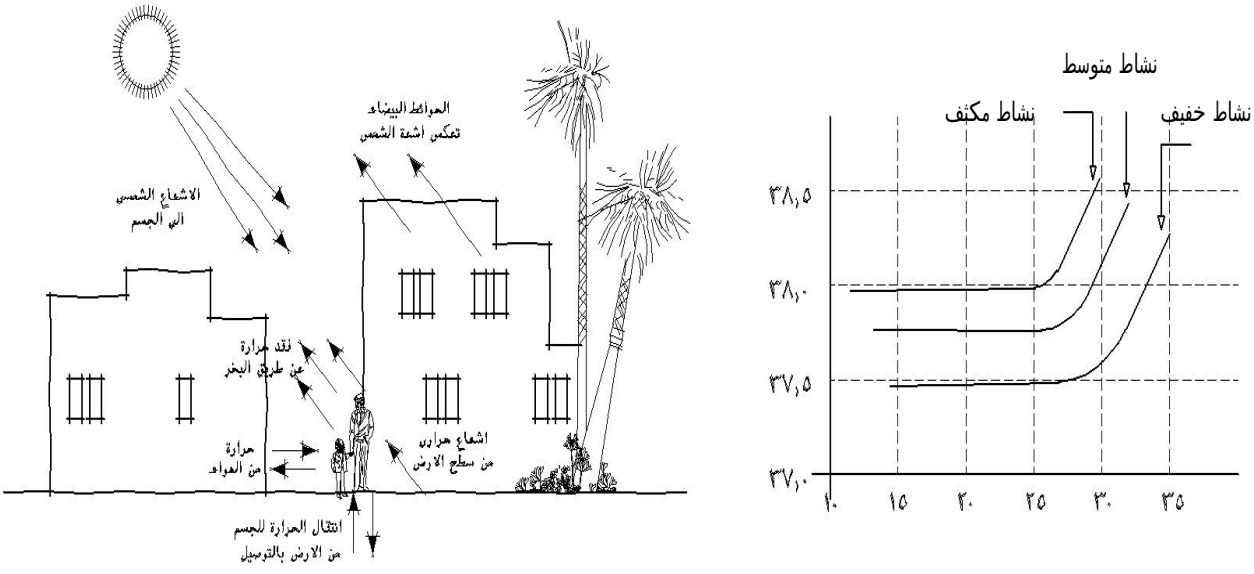
[2] سعيد عبد الرحيم سعيد، العناصر المناخية والتصميم المعماري، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٩٤.

للإنسان هي ٢٣,٧°م وأن الحد الأعلى لمنطقة الراحة الحرارية هو ٢٨,٩°م، كما قام ويس Weiss بعمل دراسة في سيدنى بأستراليا توصل فيها إلى أن درجة الحرارة المثلى للراحة الحرارية هي ٢٢°م وأن الحد الأعلى لمنطقة الراحة الحرارية هو ٢٤°م، وكذلك قام العديد غيرهم بتجارب وأبحاث أخرى لتحديد منطقة الراحة الحرارية والتى لها نطاقات مختلفة طبقا للموقع الجغرافي، جدول رقم (١-٣)[1].

فعلى المصمم إستخدام وتصميم العناصر التى تحقق فراغا أقرب ما يكون لنطاق الراحة الحرارية بإستخدام التقنيات والخصائص المختلفة للمواد والعناصر المعمارية.

جدول رقم (١-٢): العلاقات بين المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة:

	الراحة الحرارية	الراحة الضوئية	الراحة الصوتية	الراحة البصرية
استخدام الطاقات الطبيعية	●	●		
مواد البناء الصديقة للبيئة	●			●
أساليب الحفاظ على الماء داخل المباني				
جودة الهواء داخل المباني	●			
توفير الإضاءة داخل المباني		●		
فلسفة استعمال الألوان		●		●
التصمم الصوتي وتجنب الضوضاء			●	
التصميم الآمن للمبنى			●	
الطابع المعماري المتوافق مع البيئة				●
البيئة الطبيعية المحيطة بالمبنى			●	●



(أ) (ب)

شكل رقم (١-٢): التبادل والأحمال الحرارية على الإنسان[2].

[1] المرجع السابق.

[2] المرجع السابق.

جدول رقم (١-٣): منطقة الراحة الحرارية لبعض الأقطار:

القطر	درجة الحرارة المنفصلة	الوحدة	القطر	درجة الحرارة المنفصلة	الوحدة
بريطانيا	١٧ – ٢٠°م	درجة الحرارة الفعالة	الولايات المتحدة	٢٠ – ٢٣°م	درجة الحرارة الفعالة
كندا	١٩°م	درجة الحرارة الفعالة	المناطق الإستوائية	٢٢ – ٢٧°م	درجة الحرارة الفعالة المصححة
الشرق الأقصى	٢٢ – ٢٣°م	درجة الحرارة الفعالة	سنغافوره	٢٥ – ٢٧°م	درجة الحرارة الفعالة
إيران	٢٥°م	درجة الحرارة الفعالة	استراليا	١٩ – ٢٧°م	درجة الحرارة الجافة
جنوب أفريقيا	١٩ – ٢٢°م	درجة الحرارة الفعالة	نيجيريا	٢٣ – ٢٦,٥°م	درجة الحرارة الفعالة

١-٣-١-٢ الحفاظ على الطاقة:

من المعلوم أن الطاقة بإختلاف مصادرها وأنواعها هي المحرك والدافع الرئيسي على عمليات تنمية وتقدم الشعوب مصاحبا ذلك للتطور التكنولوجي للدول، ومع هذا التقدم التكنولوجي ازداد الطلب على مصادر الطاقة بكافة أنواعها الأمر الذي أدى الى بداية نضوب مصادر الطاقة غير المتجددة خاصة بعد أزمة الطاقة عام ١٩٧٣ م، فيلاحظ الإزدياد الكبير على الطاقة مقارنة بإنتاجها، فعلى سبيل المثال يوضح جدول رقم (١-٤)[١] أهم مؤشرات الإقتصاد والطاقة والبيئة في مصر، في الوقت الذي يمثل فيه القطاع المنزلي والتجاري بخلاف القطاع الصناعي ما يقرب من ٢٠% من إجمالي إستهلاك الطاقة في مصر، شكل رقم (١-٣)[٢]، وذلك لإعتماد المباني إعتمادا كليا على تحقيق الراحة الحرارية بواسطة الوسائل الميكانيكية المستهلكة للطاقة.

فكان لزاما على المصمم إختيار البدائل المختلفة لتحقيق الراحة الحرارية بالإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في تصميم المباني الصديقة للبيئة كأحد أهم أهدافها للحفاظ على الطاقة.

جدول رقم (١-٤): أهم مؤشرت الإقتصاد والطاقة والبيئة في مصر:

البيان	٢٠٠١/٢٠٠٠	٢٠٠٠/١٩٩٩	معدل النمو (%)
الناتج المحلي الإجمالي (بليون جنيه)			
الزراعة والري	٤٨,٧٣٩٩	٤٧,٠٨٢٦	٣,٥٢
الصناعة والتعدين	٥٩,٦٧٤	٥٥,٣٣٥٧	٧,٨٤
البترول ومنتجاته	١٥,٦٥	١٥,٨٥٨	١,٣١ -
التشييد	١٧,٦٦٣٢	١٦,٥٥٤١	٦,٧٠
الكهرباء	٥,٥١٣٩	٥,١٧٠١	٦,٦٥
إنتاج واستهلاك الطاقة			
إنتاج الزيت الخام (مليون طن)	٣٢,٢٧٦	٣٦,٥٨٥	١١,٧٨ -
إنتاج الغاز الطبيعي (مليون طن)	١٨,٣٥٣	١٤,٦	٢٥,٧١
إنتاج الطاقة الكهربائية (مليار كيلو وات/ساعة)	٧٨,١٤٣	٧٣,٦٤٣	٦,١١
إجمالي إنتاج الطاقة الأولية (مليون طن بترول مكافئ)	٦٠,٤٩	٥٩,٦٩	١,٣٤
إجمالي إستهلاك الطاقة الأولية (مليون طن بترول مكافئ)	٤٦,٦٦	٤٤,٠٥	٥,٩٣
الإستهلاك النهائي للطاقة			
صناعة	١٤,٩١	١٤,٠١٦	١,٩٨
نقل	٩,٩٠	٩,٦٥٤	٥,٩٣
منزلي وتجاري	٦,٢٣	٦,٠٢٤	٦,٥٦
زراعة	٠,٣٤	٠,٣٢٩	٢,٩٤
حكومة مرافق	١,٠٧	٠,٨٢٥	١٥,٥٤
إجمالي الإنبعاثات من ثاني أكسيد الكربون (مليون طن)	**١١٠**	**١٠٢**	**٧,٨٤**

[١] جهاز تخطيط الطاقة، الطاقة في مصر ٢٠٠٠ – ٢٠٠١، جهاز تخطيط الطاقة – وزارة الكهرباء، القاهرة، ٢٠٠١.

[٢] المرجع السابق.

شكل رقم (١-٣): النسب المئوية لإستهلاك الطاقة في مصر عام ٢٠٠٠-٢٠٠١م، حيث يتضح أن القطاع المنزلي والتجاري يمثل نسبة ١٩% بخلاف القطاع الإقتصادي وهي نسبة لا يمكن إغفالها أو تجاوزها.

١-٣-١-٣ التقليل من إستخدام الموارد الجديدة:

لم تحظ الطاقة ومصادرها فقط بإهتمام الباحثين في مجال تصميم المباني الصديقة للبيئة، بل شملت أيضا مصادر وموارد وخامات البناء والتي تتعرض أيضا للنضوب، فعلى سبيل المثال إن لم يكن أشهر الأمثلة لنضوب مواد البناء في مصر ظاهرة تجريف الأرض الزراعية لإنتاج طوب البناء المحروق (الطوب الأحمر المحروق)، مما أدى إلى نضوب مصدر هام وحيوي من مصادر المعيشة وهي الأرض الزراعية. فلذلك كان لزاما على المصمم التقليل من إستخدام الموارد الجديدة وتصميم وإنشاء المباني بأسلوب يجعلها في نهاية عمرها الإفتراضي مصدرا للموارد يصلح للمباني الأخرى، والجدير بالذكر أن هذه المسألة قديمة وتاريخية ولها عدة أمثلة في التاريخ نذكر منها ظاهرة إستخدام الأعمدة الرومانية كأعمدة إنشائية للعديد من المساجد الأثرية بمصر بعد فكها ونقلها من المعابد الرومانية[١]، وكذلك في أوروبا في كنيسة سانت ألباني Sant Albans بجنوب إنجلترا والتي أعيد بناؤها بطوب تم الحصول عليه من حطام أبنية رومانية[٢]. فظهر الهدف الرئيسي للتقليل من إستخدام الموارد والمواد الجديدة بإعادة تدوير المواد والفضلات وبقايا المباني.

١-٣-١-٤ إحترام الموقع والمتعاملين مع المبنى:

من أحد أهم أهداف المباني الصديقة للبيئة هي توافق المبنى مع البيئة دون أن يحدث ذلك تغييرات جوهرية في البيئة المحيطة. وخاصة في الأماكن السياحية أوذات الطابع الخاص، فعلى سبيل المثال خيام إيواء الحجاج في مكة في وادي منى، وهي تعتبر من المنشآت المؤقتة المتكررة كل عام تم تصميمها من خيام هيكلية منطبقة يمكن فكها في أوقات عدم إستخدامها وذلك للحفاظ على الطبيعة الجبلية لهذه البيئة بمشاعرها المقدسة.

ولا يمكننا إغفال الذكر عن أنه إذا كانت أحد أهداف عمارة المباني الصديقة للبيئة تحترم الموقع والمحيط، فهي بالتالي يجب أن توفي إحترامها كذلك للمستعملين والمتعاملين مع المبنى، فسلامة الإنسان والحفاظ عليه أثناء إشغاله للمبنى هو الهدف الأكبر لهذه العمارة، فعلى سبيل المثال لا يمكن إهمال السلامة الإنشائية للمباني خاصة في المناطق المعرضة للكوارث الطبيعية كالأعاصير والزلازل، وغير ذلك من العديد من أمثلة المباني التى تحترم المستعمل.

وختاما فإنه من الجدير بالذكر أنه يمكن تحقيق ومراعاة كل الأهداف السابقة مع الدراسة الواعية للمصمم إلى جانب اقتناع المالك والمستعمل بجدوى تلك الأهداف والمبادئ. وانطلاقا من أهداف

[١] يحيى وزيري، التصميم المعماري الصديق للبيئة – نحو عمارة خضراء، مكتبة مدبولي، ٢٠٠٢.

[٢] رودمان، دافيد مالين ولينسن، نيكولاس، ترجمة: شويكار زكي، ثورة في عالم البناء، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٧.

وتصنيف المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة، يمكننا تناول هذه المعايير بصورة مبسطة كمدخل أساسي لفهم الإتجاهات الحديثة للتصميم المناخي والتي سيرد ذكرها في هذا الباب.

١-٣-٢ المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة المحققة للراحة الحرارية:

كما سبق ذكره من جدول رقم (١-٢) فإن هذه المعايير على سبيل المثال:

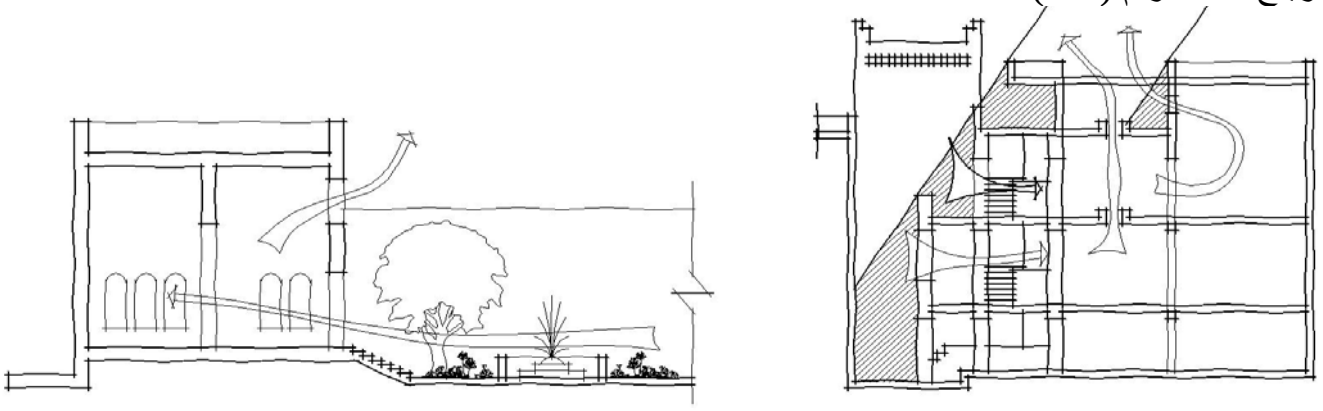
- استخدام الطاقات الطبيعية.
- استخدام مواد البناء الصديقة للبيئة.
- جودة ودراسة حركة الهواء داخل المباني.

وسيتم تناول تلك المعايير بإيجاز كمدخل لأساسيات الإتجاهات الحديثة للتصميم المناخي التي سيرد ذكرها في هذا الباب، فتعتمد هذه المعايير على عدة مبادئ أساسية تظهر عند دراستها كالتالي:

١-٣-٢-١ استخدام الطاقات الطبيعية:

يعتمد المبنى اعتمادا أساسيا على استخدام الطاقة بكافة أنواعها لتحقيق الراحة الحرارية للفراغات الداخلية. فبخلاف العوامل الشخصية للمستعمل توجد العوامل البيئية التى تتفاعل مع المبنى وتشكل المناخ الداخلي، للوصول لمجال الراحة الحرارية والذي سبق تحديده في النقاط السابقة أنه يقع بين ٢٢ْم : ٢٥ْم مع رطوبه نسبية ٥٠ : ٦٠ %[1].

وبالتركيز على الفراغات المعمارية في مصر نجد أن أغلبها يتبع استراتيجية تصميم مناخي تعتمد على الإكتساب الحراري شتاءا وتخفيف الأحمال الحرارية صيفا، معتمدا على إستخدام الطاقة لتحقيق ذلك[٢]، وبخاصة الإعتماد على الطاقات المتجددة، والتي من أشهرها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، شكل رقم (١-٤).



شكل رقم (١-٤): إستخدام الطاقات الطبيعية لحل المشكلات المناخية.

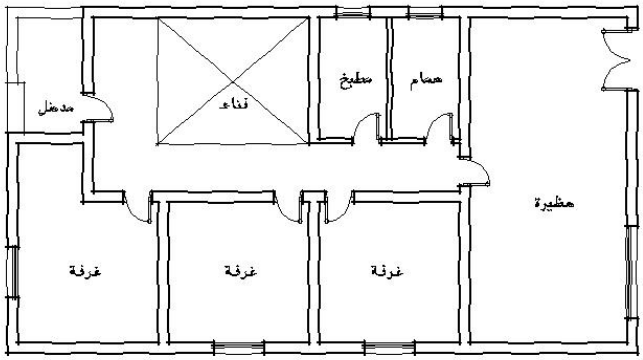
كما تعتبر طاقة الكتلة الحيوية من المخلفات العضوية الزراعية والحيوانية من أحد أهم المصادر الجديدة للطاقة النظيفة في مصر والتى زاد الإهتمام بها في الآونه الأخيرة لإنتاج البيوجاز والكحول، كما أوضحت ذلك دراسة أجريت عام ١٩٨١م إلى إمكانية نشر أنظمة الغاز الحيوي بالريف المصري، شكل رقم (١-٥-أ)، شكل رقم (١-٥-ب)[٣].

---

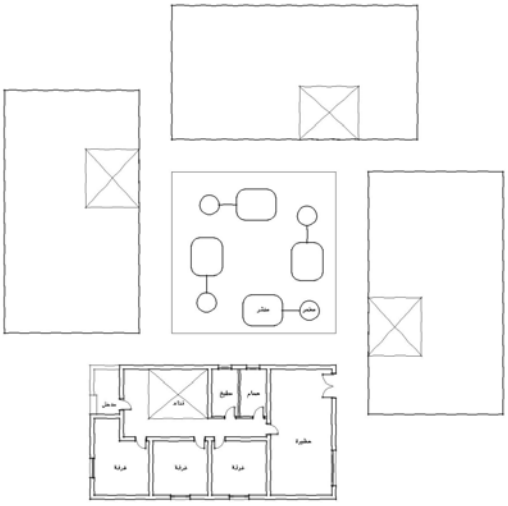
[1] De Carmona, L.S. (1986). Human comfort in the urban tropics. Proceeding of the technical conference: "Urban climatology and its application with special regard to tropical areas", Mexico, 1984, World Meteorological Organization (WMO), Geneva – Switzerland.

[٢] سيلي ذكر أزمة الطاقة في العالم بصفة عامة وفي مصر بصفة خاصة فيما بعد.

[٣] النحاس، مجدي، التقييم البيئي للمشروعات المستخدمة لتقنيات التنمية المحلية في عمارة التمعات غير الحضرية (رسالة دكتوراه)، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ٢٠٠١.



شكل رقم (١-٥-أ): المسقط الأفقي النمطي للوحدة.



شكل رقم (١-٥-ب): مقترح لإستخدام تقنية الغاز الحيوي في بعض القرى المصرية الجديدة.

١-٣-٢-٢ استخدام مواد البناء الصديقة للبيئة:

يجب الإهتمام بإستخدام مواد البناء والتشطيبات الصديقة للبيئة، شكل رقم (١-٦)، والتي تتميز بعدة خصائص، منها على سبيل المثال:

١- ألا يتسبب من استخدام هذه المواد ضررا أودمارا للثروة البيئية بأي صورة من الصور، على سبيل المثال الدمار الناتج عن تجريف الأرض الزراعية لتصنيع مادة الطوب الأحمر المحروق في مصر قديما.
٢- ألا تشوه الطابع البيئي، مثل تشويه منطقة طبيعية بإستخدام هياكل منشآت حديدية .....إلخ.
٣- ألا تسبب ضررا على الصحة العامة، مثل المواد المحرم استعمالها دوليا كالسلاقون، الإسبستوس .....إلخ.
٤- البعد قدر الإمكان عن استخدام المواد عالية الإستهلاك للطاقة سواء في مرحلة التصنيع أو التركيب أو الصيانة.

شكل رقم (١-٦): إستخدام مواد البناء الصديقة للبيئة.

١-٣-٢-٣ جودة ودراسة حركة الهواء داخل المباني:

تعرف عملية التهوية في المباني بأنها العملية التي يجرى من خلالها استبدال الهواء بالفراغ الداخلي بهواء مأخوذ من مصدر نظيف، وهذه العملية في المباني ضرورة حتمية لحياتنا الصحية داخل الفراغات ولا يقتصر دورها على هذا فقط بل يشمل عدة فوائد منها على سبيل المثال:

- إمداد الفراغات الداخلية بالأوكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون.
- التحكم في مقدار الرطوبة النسبية للفراغات.
- التخلص المستمر من: الراوائح غير المرغوبة – العوالق بالهواء – الفطريات .....إلخ.
- تقليل الأحمال الحرارية على المباني.

إلى غير ذلك من الفوائد المختلفة للتهوية الداخلية للفراغات، ويتوقف عدد مرات تغيير الهواء بهواء نظيف طبقا لإستخدام الفراغ وعدد المستعملين به، فكما يتضح من جدول رقم (١-٥)[1] النسب الأفضل لعدد مرات تغيير الهواء بالفراغات الداخلية طبقا لنوع النشاط، وتختلف الوسائل التى يمكن بها تغيير الهواء بفراغ معين بدءا من النافذة وحتى استخدام الوسائل الميكانيكية، وكل وسيلة لها مقياس حد أدنى للفراغ كما يتضح ذلك من جدول (١-٦)[2].

جدول رقم (١-٥): النسب المثلى لعدد مرات تغيير الهواء بالفراغات المختلفة:

العنصر المعماري	عدد مرات تغيير الهواء	العنصر المعماري	عدد مرات تغيير الهواء
مطبخ تجاري	٢٠ – ٤٠ مرة/ساعة	مكاتب إدارية	٢ – ٦ مرة/ساعة
مطعم	١٠ – ١٥ مرة/ساعة	غرف خاصة	١ مرة/ساعة
فصل دراسي	٣ – ٤ مرة/ساعة	فراغات عامة مشغولة	٨ ليتر/ثانية لكل مستعمل

جدول رقم (١-٦): الحد الأدنى لحجم الهواء المطلوب تغييره للفراغات المعمارية:

العنصر المعماري	تهوية سريعة (النافذة)	تهوية خلفية	تهوية مستقطعة
غرفة سكنية	١/٢٠ من مساحة الفراغ	٨٠٠٠ مم٢	---
مطبخ	نافذة مفتوحة باستمرار	٤٠٠٠ مم٢	٦٠ ليتر/ثانية
غرفة كهرباء	نافذة مفتوحة باستمرار	٤٠٠٠ مم٢	٣٠ ليتر/ثانية
حمام	نافذة مفتوحة باستمرار	٤٠٠٠ مم٢	١٥ ليتر/ثانية
تواليت	١/٢٠ من مساحة الفراغ	٤٠٠٠ مم٢	---

١-٣-٣ المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة المحققة للراحة الضوئية:

١-٣-٣-١ توفير الإضاءة الملائمة داخل المباني.

١-٣-٣-٢ فلسفة استعمال الألوان.

١-٣-٣-٣ استخدام الطاقات الطبيعية (كما سبق شرحه).

١-٣-٣-١ توفير الإضاءة الطبيعية والصناعية الملائمة داخل المباني:

إن عملية الرؤية بالنسبة للإنسان هي العامل الرئيسي والهام لكي يتمكن من ممارسة أنشطة حياته اليومية، لذا فإن توفير الإضاءة الملائمة للنشاط بالفراغ الداخلي من أهم مقومات المبنى الناجح، ومع اختلاف مصادر الإضاءة الطبيعية والصناعية فأنه لكل مصدر كمية إجمالية تخرج منه تعرف بالقوة الضوئية للمصدر (لومن)، يصل جزء منها خلال الفراغ إلى سطح العمل حيث يقاس كمية الإضاءة على وحدة المساحات بالشدة الضوئية (لومن/م٢ = لوكس)، شكل رقم (١-٧)، كما يوضح جدول رقم (١-٧) شدة الإضاءة الملائمة للفراغ المعماري طبقا لنوع النشاط فيه.

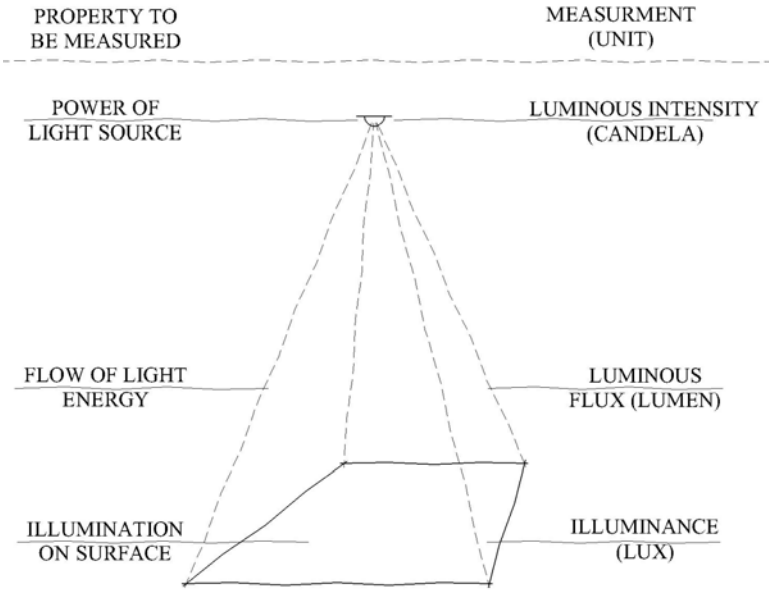
[1] Randall Mcmullan, environmental science in building, ashford colour press ltd, gospot, great britain, 2002.
[2] Ibid.

وتنقسم الإضاءة داخل أي مبنى إلى قسمين رئيسيين:
أ- الإضاءة الطبيعية.
ب- الإضاءة الصناعية.

أ- الإضاءة الطبيعية:

مصدرها الأساسي الشمس، وتنحصر أشكالها في ثلاث حالات رئيسية:

- الضوء المباشر من الشمس على مستوى العمل مباشرة.
- الإضاءة المشتتة المارة من خلال جسم شفاف أو شبه شفاف.
- الإضاءة المنعكسة من الأجسام المحيطة العاكسة للضوء بنسب مختلفة.



شكل رقم (١-٧): الإضاءة داخل الفراغ.

جدول رقم (١-٧): شدة الإضاءة الملائمة للفراغ المعماري طبقا لنوع النشاط:

الفراغ المعماري	شدة الإضاءة الملائمة (لوكس)	الموقع المحدد	الفراغ المعماري	شدة الإضاءة الملائمة (لوكس)	الموقع المحدد
الفراغات العامة			**المكاتب**		
المداخل الرئيسية	١٥٠	١,٢٠ م	المكاتب العامة	٥٠٠	المنضدة
السلالم	١٥٠	---	فراغات الكتابة	٧٥٠	المنضدة
المسارات والممرات	١٠٠	١,٢٠ م	فراغات الرسم	٧٥٠	المنضدة
المداخل الخارجية	٣٠	الأرض	فراغات الإجتماعات	٣٠٠	المنضدة
الفراغات التعليمية			**الفنادق**		
قاعات المحاضرات	٥٠٠	رأسي	بار التخديم	١٥٠	المنضدة
الفصول	٣٠٠	المنضدة	المطعم	١٠٠	المنضدة
المعامل	٥٠٠	المنضدة	المطبخ	٥٠٠	سطح العمل
المنازل					
غرفة المعيشة	٥٠	سطح العمل	المطبخ	٣٠٠	سطح العمل
غرفة القراءة	١٥٠	المنضدة	غرفة النوم	٥٠	الأرض
غرفة المذاكرة	٣٠٠	المنضدة	الصالة والمداخل	١٥٠	الأرض

ويمكن تحديد شدة الإضاءة الطبيعية اللازمة للفراغ الداخلى طبقا لنوع النشاط فيه من خلال "معامل الإضاءة الطبيعية" وهو يعرف بأنه النسبة المئوية لشدة الإضاءة داخل الفراغ إلى شدة الإضاءة خارج الفراغ في حالة السماء الصافية. ويختلف هذا المعامل طبقا لنوعية النشاط داخل الفراغ، جدول رقم (١-٨)[١].

[١] Ibid.

جدول رقم (١-٨): معامل الإضاءة الطبيعية الملائم للفراغات:

الفراغ المعماري	متوسط معامل الإضاءة	الحد الأدنى لمعامل الإضاءة	الموقع
فراغات إدارية	٥	٢	المكتب
فصول تعليمية	٥	٢	المكتب
مداخل عامة	٢	٠,٦	سطح العمل
مكتبات	٥	١,٥	المكتب
صالات رسم	٥	٢,٥	اللوحة
صالات رياضية	٥	٣,٥	سطح العمل

ب- الإضاءة الصناعية:

وتستدعى الحاجة إليها في حالة عدم إمكانية توافر الإضاءة الطبيعية الكافية في أحد أجزاء الفراغ أو عند حلول الظلام، وتختلف وحدات الإضاءة الصناعية اختلافا متفاوتا في كمية الإضاءة الصادرة منها أو في كمية الوات المستهلكة لها.

وكما سبق شرحه فإن وحدة الإضاءة تخرج منها كمية إضاءة كلية (لومن) يصل منها جزء يوزع على سطح العمل حيث تقاس كمية الإضاءة على وحدة المساحات بشدة الإضاءة (لوكس)، ويمكن تحديد عدد وحدات الإضاءة الصناعية اللازمة من خلال معرفة شدة الإضاءة الملائمة لكل فراغ، جدول رقم (١-٧)، وذلك مع مراعاة معامل الإنعكاس والإمتصاص داخل الفراغ.

١-٣-٣-٢ فلسفة استعمال الالوان:

ان اختيار الألوان بجانب أن له نواحي جمالية وديكورية، فإن له تأثيرات مناخية هامة جدا تنقسم إلى جزئين:

أ- مدى درجة إنعكاس أو إمتصاص اللون للأشعة الحرارية الساقطة عليه وتأثيرها على الإكتساب الحراري.

ب- درجة عكس المستوى للإضاءة الساقطة عليه وتأثيرها على توزيع الإضاءة داخل الفراغ.

فلكل لون من الألوان معامل إمتصاص للإشعاع الشمسي ودرجة انعكاس مجموعهم يساوي الوحدة، جدول رقم (١-٩)[١].

جدول رقم (١-٩): معامل الإمتصاص والإنعكاس للأسطح المختلفة:

اللون	معامل الإنعكاس	معامل الإمتصاص	اللون	معامل الإنعكاس	معامل الإمتصاص
أسود تماما	--	١,٠٠	رمادي	٠,٣٠	٠,٧٠
أسود عادي	٠,١٥	٠,٨٥	دهان زيت أبيض	٠,٨٠	٠,٢٠
أخضر	٠,٣٠	٠,٧٠	دهان أبيض جديد	٠,٨٨	٠,١٢

أما بالنسبة للتأثير الفسيولوجي للألوان على الإنسان نذكر منها على سبيل المثال:

- **اللون الأخضر**: لون مسكن ومهدئ بصورة عامة.
- **اللون الأزرق**: لون مسكن غير أن كثرة التعرض له يسبب الوهن.
- **اللون الأصفر**: لون منشط لخلايا الفكر (يفضل في الفراغات الإدارية).
- **اللون البنفسجي**: له تأثير جيد على صحة القلب والأوعية الدمويه.
- **اللون الأحمر**: يزيد الميل إلى الإثارة والغضب والتوتر العصبي.

[١] يحيى وزيري، التصميم المعماري الصديق للبيئة – نحو عمارة خضراء، مكتبة مدبولي، ٢٠٠٢.

١-٣-٤ المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة المحققة للراحة الصوتية:

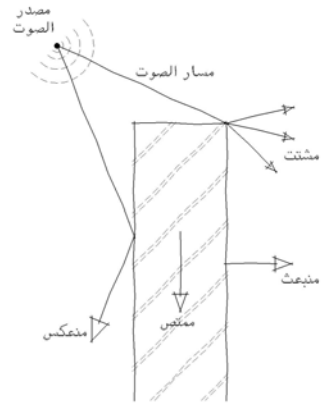
١-٣-٤-١ التصميم الصوتي وتجنب الضوضاء الداخلية.
١-٣-٤-٢ التصميم الآمن للمبنى.
١-٣-٤-٣ البيئة الطبيعية المحيطة بالمبنى.

فالراحة الصوتية لا تقل أهميتها عن أهمية كلا من الراحة الحرارية والضوئية بالمباني، خاصة مع تزايد التلوث الضوضائي وتركزه في عدة مناطق بالمدن، ويمكن تناول المعايير الأساسية الخاصة بالراحة الصوتية بالمباني كما يلي:

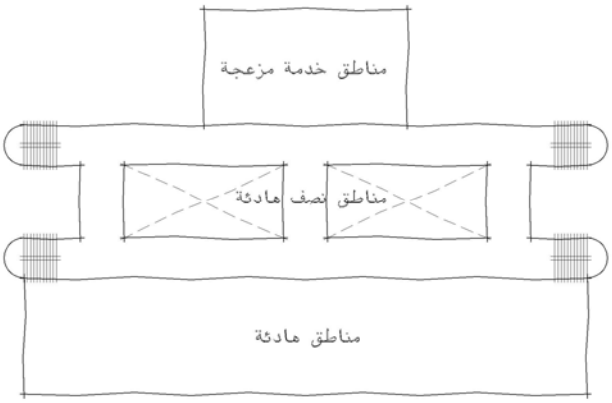
١-٣-٤-١ التصميم الصوتي وتجنب الضوضاء الداخلية:

وهي تختص بالضوضاء داخل المبنى والصادرة من داخل الفراغات والمؤثرة على فراغات أخرى، شكل رقم (١-٨)، ويمكن علاجها بوسيلتين رئيسيتين هما:

أ- تخصيص مناطق خاصة بالضوضاء ومناطق أخرى محمية من الضوضاء الصادرة من المناطق الأولى، شكل رقم (١-٩).



شكل رقم (١-٨):
السلوك الصوتي بين الفراغات.



شكل رقم (١-٩):
التقسيم الصوتي للمبنى.

ب- حماية الفراغات التى تحتاج لهدوء بواسطة مواد تقلل من الضوضاء طبقا لمعامل الحد من الضوضاء Sound Reduction Index (R) ، حيث تختص كل مادة بمعامل خاص بها، جدول رقم (١-١٠)[1]. وذلك للوصول لمستوى صوت مريح للمستعمل، فعلى سبيل المثال من جدول رقم (١-١١)، يتضح مستوى الصوت المقبول مقاسا بالديسبل لفراغ سكني ليلا ونهارا. كما أنه تعددت الآن تقنيات إستخدام المواد المختلفة من أجل زيادة فاعليتها للعزل الصوتي بالمباني المختلفة طبقا للمستوى المطلوب للعزل الصوتي.

جدول رقم (١-١٠): معامل الحد من الضوضاء للمواد المختلفة:

العنصر	معامل الحد من الضوضاء (متوسط التردد – هرتز)				
	١٢٥	٢٥٠	٥٠٠	١ ك	٢ ك
حائط مزدوج بفراغ هوائي	٤١	٤٥	٤٥	٥٤	٥٨
حائط تجليد خشب	٢٤	٣٤	٤٠	٤٥	٤٩
زجاج مفرد ٤مم	٢٠	٢٢	٢٨	٣٢	٣٣
زجاج مفرد ٦مم	٢٠	٢٤	٣١	٣٥	٢٧
زجاج مزدوج ٤مم، وفراغ هوائي ١٢مم	٢٤	٢٠	٢٥	٣٤	٣٧
زجاج مزدوج ٦مم، وفراغ هوائي ١٥٠مم	٢٩	٣٥	٤٥	٥٦	٥٢
بلاط بطبقة مونة ١٢مم	٢١	٢٦	٣٣	٣٣	٣٥
بلاط بطبقة مونة ٢٥مم مزود بطبقة إمتصاص للصوت	٢٧	٣٧	٤٣	٤٨	٥٢

[1] Randall Mcmullan, environmental science in building, ashford colour press ltd, gospot, great britain, 2002.

جدول رقم (١-١١): مستوى الصوت المقبول لفراغ سكني:

الفراغ السكني	الوقت	أعلى مستوى صوت
جميع الفراغات السكنية نهارا	٧ صباحا : ١١ مساءا	٤٠ ديسبل
جميع غرف النوم ليلا	١١ مساءا : ٧ صباحا	٣٠ ديسبل

١-٣-٤-٢ التصميم الآمن للمبنى:

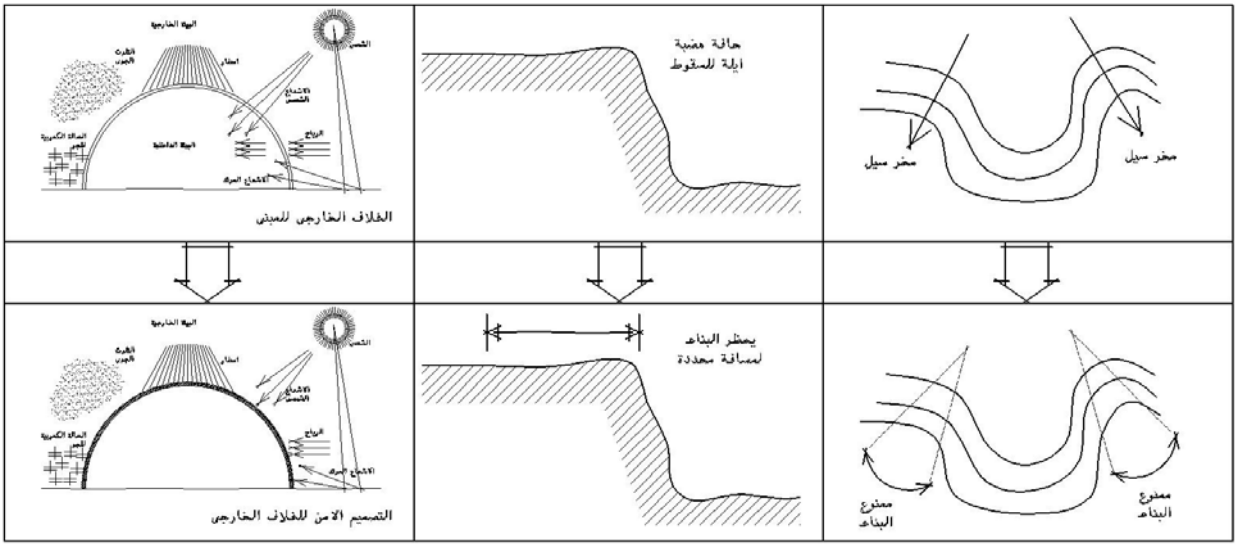
كانت وما تزال أهم أهداف الإنسان منذ إرتباطه بالعمارة توفير المكان الملائم بتحقيقه للأمان من كافة الأخطار المحيطة، ولا تقتصر هذه الأخطار على العوامل المناخية فقط، بل تشمل عدة نقاط مختلفة الهدف من مراعاتها الوصول لمبنى آمن على الإنسان. ويمكن ذكر أهم العوامل التي تمكن المصمم من الوصول لمبنى آمن كالتالي:

١- تلافي الأخطار الطبيعية المحيطة بالمبنى:

وهي تشمل كافة الأخطار الناجمة عن الظواهر والعناصر الطبيعية المحيطة بالمبنى وذات التأثير المباشر على سلامة المبنى أو المستعمل، فعلى سبيل المثال تشمل هذه العوامل العناصر المناخية المحيطة والظواهر الخاصة كالسيول والأعاصير، شكل رقم (١-١٠)، والتي يجب على المصمم مراعاتها في مرحلة التصميم بالحلول الصحيحة المحققة للسلامة المطلوبة.

٢- الحماية من الأخطار التى يسببها الإنسان:

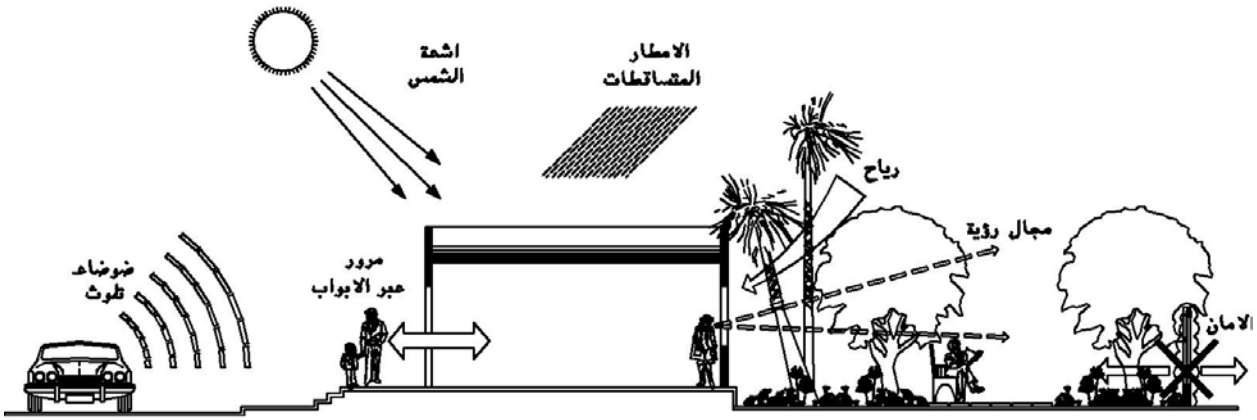
وأشهر هذه الأخطار هي التلوث بكافة أنواعه، والتلوث الأكثر انتشارا خاصة في المدن هو التلوث السمعي والذي يمكن للمصمم تلافي أخطاره بعدة حلول من أشهرها معالجة الغلاف الخارجي للمبنى والوسط المحيط به، شكل رقم (١-١١).



شكل رقم (١-١٠): تلافي الأخطار الطبيعية المحيطة بالمبنى

٣- مراعاة السلامة لمستعملي المبنى:

وذلك بالتصميم الإنشائي والمعماري السليم ومراعاة السلامة من الأخطار الداخلية كالحرائق وغيرها بتوفير مسالك الهروب ووسائل إنذار وإطفاء الحرائق وما إلى غير ذلك، وذلك طبقا للإشتراطات والأكواد الخاصة بالمبنى طبقا لوظيفة ونشاط المبنى، شكل رقم (١-١٢).

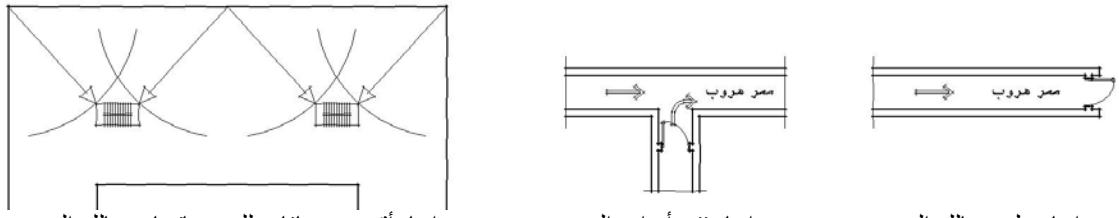


شكل رقم (١-١١): ضرورة توفير الحماية داخل المبنى

١-٣-٤-٣ البيئة الطبيعية المحيطة بالمبنى:

للبيئة الطبيعة المحيطة بالمبنى دور رئيسي في حماية المبنى والحصول على مبنى صديق للبيئة، وذلك لأن لها عدة فوائد مختلفة نذكر منها على سبيل المثال:

- حماية المبنى من الملوثات الخارجية المحيطة كالتلوث السمعي والبصري .....إلخ.
- حماية المبنى من الرياح غير المحببة أو تلطيف وتنقية الرياح المحملة بالرمال أو تجميع الرياح المحببة باتجاه المبنى.
- التصميم المناخي والمعالجات المعمارية والتحكم في العناصر المناخية.



مراعاة خلو مسالك الهروب من العوائق للخروج السريع.

مراعاة فتح أبواب الهروب للخارج لتسهيل الحركة.

مراعاة أقصى مسافات للسير باتجاه مسالك الهروب في حالات الطوارئ.

شكل رقم (١-١٢): مراعاة السلامة لمستعملي المبنى

ومن الدراسة السابقة للمعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة ومع بداية القرن الواحد والعشرين بدأت الأنظار تتجه نحو المبنى الصديق للبيئة، مما شجع العديد من المختصين والدارسين في التوجه نحو الإتجاهات الحديثة للتصميم البيئي، معتمدة على الإستراتيجيات المختلفة للتحكم في العناصر المناخية المعتمدة على المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة، وهو ما سيلي ذكره في النقاط القادمة.

١-٤ الاتجاهات المعاصرة للتصميم المناخي:

كما سبق ذكره فإنه منذ العديد من العقود السابقة كانت العلاقة بين الانسان والبيئة الخارجية تتمثل في محاولات الانسان المتكررة والمتعددة في التكييف مع المحيط الخارجي، مندرجا تحت هذه العلاقة تحقيق الراحة الحرارية الملائمة للمستعمل.

وقد تطور ذلك من خلال التجارب والتصميمات المختلفة واستخدام التقنيات الملائمة الى أن تمثل من خلال أسس واضحة التصميم البيئي بدءا من التجربة والخطأ وحتى الاتجاهات التقليدية للتصميم المناخي .

وخلال السنوات القليلة الماضية اتجهت أنظار الهيئات والمؤسسات والعديد من الجهات التصميمية الى زيادة الوعي بتصميم فراغ آمن مناخيا من حيث المعيشة والعمل ..... إلخ، ومع الظروف الاجتماعية والاقتصادية المصاحبة لذلك الاهتمام ظهرت العديد من الأسس والتقنيات الحديثة للتصميم المناخي فيما عرف بعد ذلك بالإتجاهات الحديثة للتصميم المناخي، والتي تتمثل في:

١-٤-١ اتجاه العماره الإيكولوجية Ecological Trend.

١-٤-٢ العمارة المستدامه Sustainable Trend.

١-٤-٣ اتجاه العمارة الإيكو- تك Eco-tech Trend.

١-٤-٤ العمارة الشمسية Solar Architecture.

وعلى الرغم من وجود عدة اتجاهات حديثة للتصميم المناخي إلا أنها تتفق فيما بينها في الوصول لفراغ ملائم مناخيا من خلال عدة مبادئ أساسية تتمثل في:

١- كفاءة استغلال الطاقة وخاصة الطاقة المتجددة.
٢- كفاءة استخدام المواد المحيطة بالمبنى.
٣- كفاءة استخدام العناصر المناخية ايجابيا.
٤- الوصول من خلال المبنى للمنظومة المتكاملة الملائمة مناخيا.

ورغم هذا التداخل بين الاستراتيجيات المشكلة للاتجاهات الحديثة للتصميم المناخى، الا أنه في النهاية فإن لكل اتجاه المنظومة الأساسية الخاصة به والمختلفة في مفاهيمها الأساسية عن الاتجاهات الأخرى للتصميم المناخي، واضافة الى ما سبق فإنه قد تم أيضا استخدام برامج الحاسب الآلي في عمليات ومراحل التصميم المناخي والتى تم تقسيمها تبعا لآدائها الوظيفي كالتالي:

١- البرامج الخاصة بالتحليلات المناخية.
٢- البرامج الخاصة بتصميم عناصر الغلاف الخارجي للمبنى.
٣- البرامج الخاصة بدراسة سلوك المبنى مع العناصر المناخية المحيطة.

وتشكل هذه البرامج دورا أساسيا في التصميم المناخي في خلال مراحل تصميم المبنى.

وسنتناول خلال هذا الباب دراسة الاستراتيجيات والمفاهيم الرئيسية للاتجاهات الحديثة للتصميم المناخي والخطوط الإرشادية المشكلة لها، إضافة الى برامج التصميم المناخي من خلال الحاسب الالي، حيث أن هذه الاتجاهات هي التطبيق المعماري المباشر للمبادئ الأساسية للتصميم المناخي وهو ما يهم المصمم بالصورة الاولى.

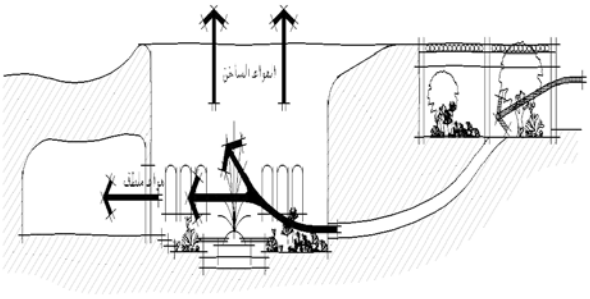
١-٤-١ اتجاه العمارة الايكولوجية:

بدأت العلاقة بين الانسان والبيئة المحيطة به من خلال استعداده لإستخدام وتطوير المفاهيم الأساسية المحققة لتآلف الانسان مع بيئته بما يحقق له الأمان من المخاطر البيئية المحيطة، ومن هذا المنطلق اتجه الانسان لتطويع البيئة المناخية المحيطة.

وبمرور الزمن تطورت العمارة البيئية إلى أن تعددت اتجاهاتها المختلفة، حتى ظهر اتجاه العمارة الايكولوجية (ECOLOGICAL TREND) مؤخرا في تصميمات المباني المعمارية الحديثة.

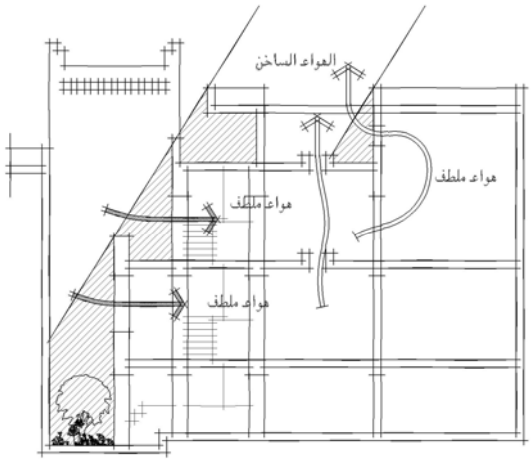
وقد ساعد على ظهوره تطور التصميم البيئي كما سبق ذكره، فعلى سبيل المثال في العصور السابقة تم تصميم المباني بما يحقق التهوية الطبيعية المطلوبة متكاملا مع البيئة المحيطة مستخدما

مفاهيمها البيئية الأساسية، كما يتضح ذلك من شكل رقم (١-١٣-أ)، شكل رقم (١-١٣-ب) والذي تم فيه الحصول على التهوية الطبيعية من خلال القنوات المخصصة لذلك والمداخل الرئيسية بالمبنى.



EARTH HOUSE IN GHARIAN, LYBIA

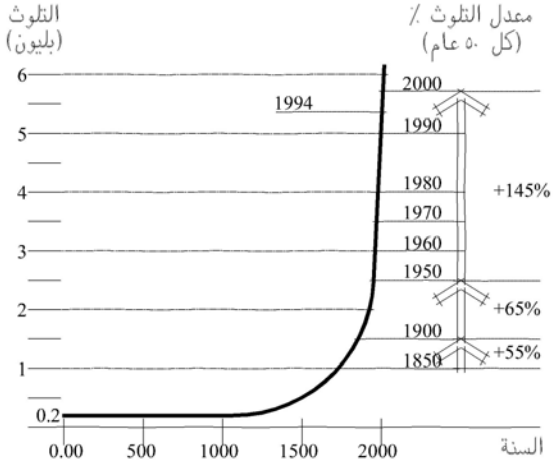
شكل رقم (١-١٣-أ): يرتفع الهواء الساخن بالفناء الرئيسي مصاحبا لذلك سحب الهواء البارد من قناة خاصة مبردة محققا الراحة المطلوبة .



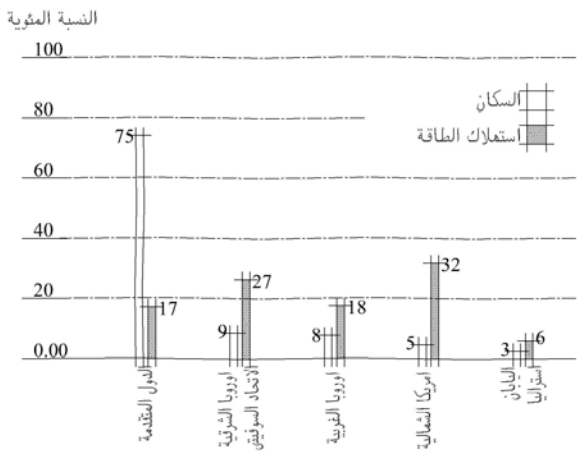
TYPICAL BUILDING CONFIGURATION IN WARM CLIMATE ZONES, GADHAMES, LYBIA

شكل رقم (١-١٣-ب): تغطية مدخل المبنى الرئيسية بما يجعلها مخزن للهواء البارد الذي محل الهواء الساخن بالفناء الرئيسي للمبنى محققا الراحة الحرارية المطلوبة

ومتزامنا مع ذلك التطور البيئي الزيادة السكانية الملحوظة، شكل رقم (١-١٤)، وعلاقتها المطردة مع الزيادة في استهلاك الطاقة بالمباني بما له من آثار بيئية سيئة، شكل رقم (١-١٥)، شكل رقم (١-١٦)، فعلى سبيل المثال الزيادة الملحوظة في درجة الحرارة نظرا لزيادة التلوث وخاصة في نسبة CO2، شكل رقم (١-١٧)، الأمر الذي شجع علي الاهتمام وتنمية الاتجاه الايكولوجي كمقاومة طبيعية للكارثة البيئية المتوقعة.

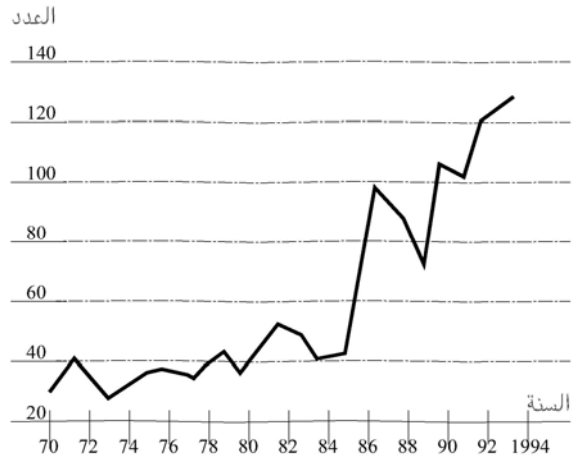


شكل رقم (١-١٤)[1]: الأنفجار السكاني يؤدي الى زيادة سكانية عالمية بما لا يمكن التنبؤ بعواقبه.

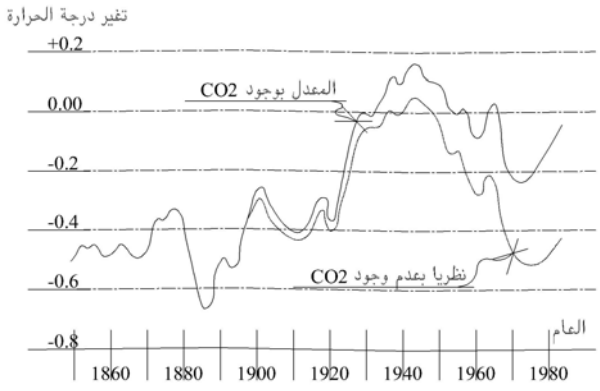


شكل رقم (١-١٥)[2]: النسب المئوية لاستهلاك الطاقة مقارنة بتعداد السكان العالمي.

[1]Klaus Daniels, The Technology of Ecological Building, Basic Principles, Examples & Ideas, Germany, 1997.
[2]Ibid.



شكل رقم (١-١٦)[١]: الزيادة المطردة والمستمرة في الكوارث الطبيعية منذ عام ١٩٧٠ حتى ١٩٩٣م.



شكل رقم (١-١٧)[٢]: التغير الملحوظ في درجة حرارة الهواء مقارنة بوجود وعدم وجود CO2.

وقد أدى كل ما سبق إلى ظهور الاتجاه الايكولوجي وحظي بإهتمام كبير وأصبح كأحد الأساسيات الرئيسية للعمارة الخضراء GREEN ARCHITECTURE، حيث أنه يهتم بالعلاقة ما بين العناصر الغير حيه شاملة على سبيل المثال: (المباني / الموارد / موارد الطاقة .....إلخ) وتفاعلها مع بعضها وتأثيرها على البيئة الحية، وذلك في نطاق المجتمعات الحضرية الموجودة.
وتهدف العمارة الايكولوجية إلى[٣]:
الوصول للتصميم البيئي المناسب من خلال كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني عن طريق كفاءة تنظيم وإستغلال المصادر البيئية الطبيعية: (الطاقة الشمسية – طاقة الرياح .....إلخ) محدثا أقل دمار بيئي ممكن للعناصر الطبيعية المحيطة: (المياه – الهواء – التربة .....إلخ).
وعلى هذا الأساس فإن العمارة الإيكولوجية تهدف إلى الحفاظ على عناصر البيئة ومصادر الطاقة من خلال إعتماد المبنى على إستغلال مصادر الطاقة المتجددة بالصورة الإقتصادية الملائمة، مع الحفاظ على تقليل الأثر البيئي للمبنى على البيئة المحيطة.
ولذلك فإنه يمكن إعتبار المبنى الإيكولوجي منظومة متكاملة هدفها تحقيق الراحة الحرارية معتمدة في عملها على مصادر الطاقة المتجددة وكفاءة استغلال المفاهيم البيئية والعلاقات المحيطة بالمبنى، وذلك مثل:

أ- استخدام الطاقة الشمسية PASSIVE SOLAR ENERGY.

ب- استخدام طاقة الرياح WIND.

جـ- المفاهيم والعلاقات البيئية المختلفة.

ويمكن تحديد تلك العلاقات المحيطة بالمبنى أو داخله لتكوين تلك المنظومة من خلال ما يسمى ECOLOGICAL CIRCLE والتي تحدد العديد من البدائل والعلاقات المختلفة لإستخدام العناصر المحيطة بالمبنى لتكوين المنظومة المتكاملة.

[١] Ecological Architecture Web Site: http//www.arch.huk.hk/research/BEER/sustain.htm.

[٢] Ibid.

[٣] Ibid.

ECOLOGICAL CIRCLE :

الهدف منها توضيح العلاقات الممكنة الإستخدام بين العناصر المحيطة مثل (الهواء – التربه – المياه الجوفيه – المياه السطحيه – مياه الأمطار .....إلخ) مع الأخذ في الإعتبار الإهتمام بالإستدامة الإيكولوجية، منطلقا من مبدأ التعامل مع المبنى ليس كمجرد مبنى مستقل بذاته بل منظومة متكاملة مع البيئة والعناصر المحيطة به.

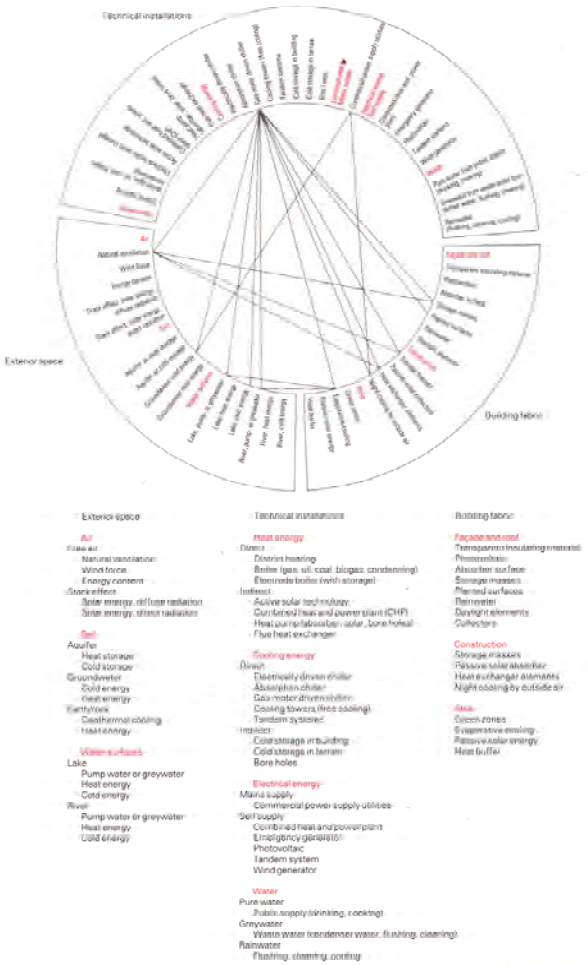
وللوصول للتصميم الإيكولوجي للمبنى يجب إعتماده على العلاقات الأساسية المحددة من خلال ECOLOGICAL CIRCLE، شكل رقم (١-١٨)[1] والتى تحدد العلاقات الأساسية بين العناصر المكونة لكل من:

أ- عناصر المبنى BUILDING FABRIC.

ب- الفراغ الخارجي المحيط EXTERIOR SPACE.

جـ- التجهيزات الفنية بالمبنى TECHNICAL INSTALLATIONS.

حيث يقوم المصمم بتحديد العلاقات المراد تحقيقها من خلال التصميم للوصول لتصميم إيكولوجي مناسب، وقد يظهر بين عدة علاقات تداخل OVERLAP الأمر الذي يؤكد التكامل المطلوب من خلال هذه المنظومة الإيكولوجية.



شكل رقم (١-١٨): ECOLOGICAL CIRCLE المحددة للعلاقات الأساسية بين عناصر المبنى وتجهيزاته والفراغ الخارجي المحيط.

أ- عناصر المبنى BUILDING FABRIC:

وتنقسم إلى ثلاثة عناصر رئيسية يندرج تحت كل عنصر منها عدة عناصر فرعية، وتتمثل هذه العناصر الرئيسية في:

- الواجهات الخارجية والسقف.
- مواد الإنشاء.
- الأفنية الداخلية بالمبنى.

ومن أمثلة العناصر الفرعية بالمبنى: الأسطح المزروعة – المناطق الخضراء بالأفنية الداخلية – مواد الإنشاء المخزنة للحرارة – الخلايا الشمسية - .....إلخ.

ب- الفراغ الخارجي المحيط EXTERIOR SPACE:

يعتبر الفراغ الخارجي المحيط بالمبنى من العناصر الهامة والضرورية جدا لأخذها في الإعتبار عند تصميم المبنى وما يرتبط به من تركيبات تكنيكية خاصة. حيث أن الفراغ الخارجي المحيط بما يحتويه من الهواء الخارجي – التربة – المياه – الزراعات والأشجار المحيطة .....إلخ، يحتوي على العديد من المفاهيم والخواص الأساسية والتى يمكن الإعتماد عليها في تقليل إعتماد المبنى

[1] Klaus Daniels, The Technology of Ecological Building, Basic Principles, Examples & Ideas, Germany, 1997.

على التركيبات الميكانيكية وبالتالي الحد من استهلاك الطاقة بالمباني مصاحبا ذلك تقليل تكلفة تشغيل المبنى.
حتى أنه الإعتماد الكلي للمبنى للتدفئة والتبريد على العناصر الخارجية المحيطة يشكل جزءا هاما وأساسيا مرغوب فيه للتفكير الإ يكولوجي في تصميم المباني في المستقبل، وتتمثل العناصر الرئيسية بالفراغ الخارجي المحيط بالمبنى في:

- الهواء الخارجي.
- التربة المحيطة.
- الأسطح المائية.

جـ- التجهيزات الفنية بالمبنى TECHNICAL INSTALLATIONS:

وهي من العناصر جدا بالمبنى، حيث يعتمد عليها التشغيل الفني للمبنى، وتتمثل في العناصر الرئيسية التالية:

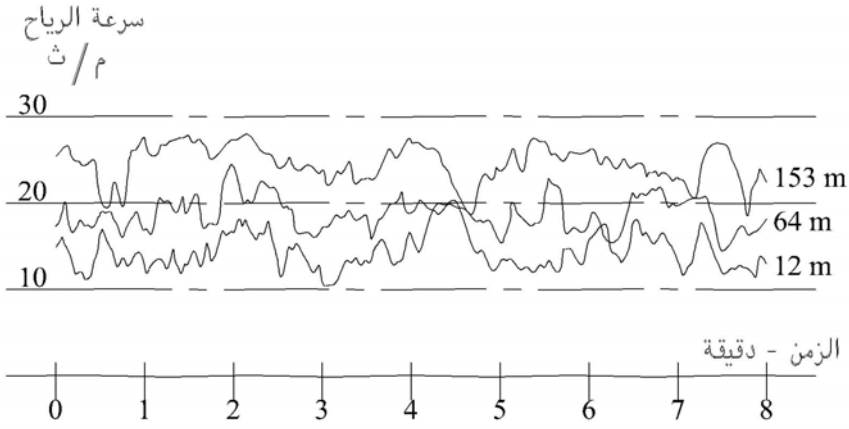
- أجهزة وسائل التبريد. – الموردات الكهربية بالمبنى.
- أجهزة وسائل التدفئة. – المبنى.

وكدراسة موجزة للتصميم الإيكولوجي يمكننا تناول عنصر من العناصر الخارجية المحيطة بالمبنى ودراسة علاقته بالمبنى والتصميم الإيكولوجي الخاص به، وعلى سبيل المثال يمكن دراسة الرياح الخارجية والتصميم الإيكولوجي الخاص بالمبنى كالتالى:

***** الريـــاح WIND:**

تعتبر الرياح من أهم العناصر الخاصة بالتصميم الإيكولوجي للمبنى، ويرجع ذلك إلى أهمية ومدى إمكانية الإستفادة من الطاقة الكامنة بالرياح بما يحقق نفعا على المبنى، وخاصة بما يتعلق بالمبنى وعلاقته بالتهوية الطبيعية المطلوبة لتحقيق الراحة الحرارية.

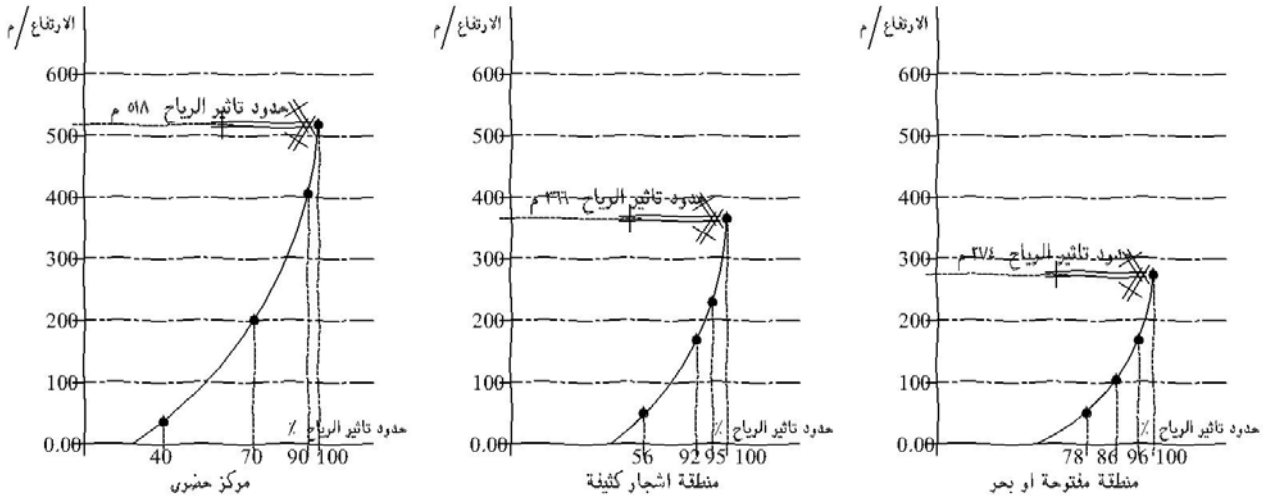
وتعتبر سرعة الرياح (WIND VELOCITY) من أهم الخصائص التي يجب على المصمم دراستها قبل البدء في التصميم الإيكولوجي للمبنى. حيث تختلف سرعة الرياح من منطقة لأخرى ومن ارتفاع لآخر، ويوضح شكل رقم (١-١٩)[1] متوسط الرياح وذلك لثلاثة ارتفاعات مختلفة فوق مستوى سطح البحر، كما يتضح كذلك من شكل رقم (١-٢٠)[2] متوسط سرعة الرياح وذلك طبقا للمنطقة البيئية وعلاقتها بالإرتفاع.



شكل رقم (١-١٩): متوسط سرعة الرياح وذلك لإرتفاعات ١٢-٦٤-١٥٣م فوق مستوى سطح البحر.

[1] Klaus Daniels, The Technology of Ecological Building, Basic Principles, Examples & Ideas, Germany, 1997.

[2] خالد سليم فجال، العمارة والبيئة في المناطق الصحراوية الحارة، الدار الثقافية للنشر، القاهرة، ٢٠٠٢.



شكل رقم (١-٢٠): متوسط سرعة الرياح وذلك طبقا للمنطقة البيئية وعلاقتها بالإرتفاع.

كما تشكل الرياح وعلاقتها بالمبنى في صورته العامة، شكل رقم (١-٢١)، هيكلا معقد الحسابات والإتجاهات، والتي تمكن الباحثون من تبسيطها إلى أربعة أجزاء رئيسية تشكل حركة الرياح بجوار أي مبنى في صورته العامة، شكل رقم (١-٢٢)[٣]، وهي:

١- الرياح غير المعاقة للحركة THE UNIMPEDED FLOW:

وهي الرياح التى يمكن حسابها بالطرق النظرية مفترضا عدم وجود قوى احتكاك تؤثر على حركة الرياح.

٢- الرياح المحدد حركتها بالحوائط

THE BOUNDARY LAYER CLOSE TO SOLID WALLS:

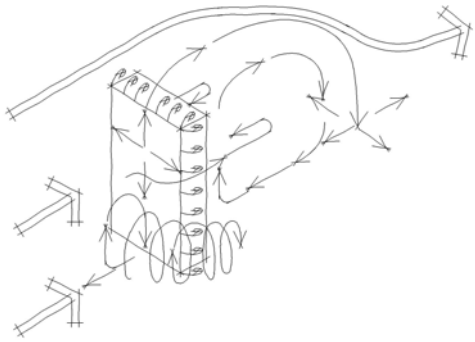
وهي الرياح التى تشكلت حركتها بحوائط المبنى والتى يمكن حسابها نظريا بطريقة مخصصة لها.

٣- الرياح المعاد اتجاه حركتها RECIRCULATION AREAS:

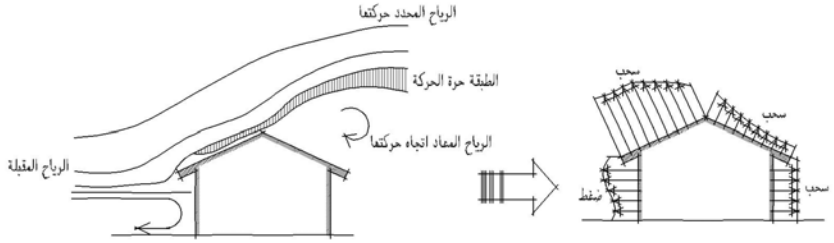
ويختلف هيكلها وكميتها تبعا لشكل المبنى الجيومتري، متضمنا ذلك الحسابات الرياضية الخاصة بالشكل الجيومتري لحساب الرياح.

٤- الطبقة حرة الحركة FREE CHEAR LAYER:

وهي الرياح حرة الحركة المشكلة بين النطاقات السابقة.



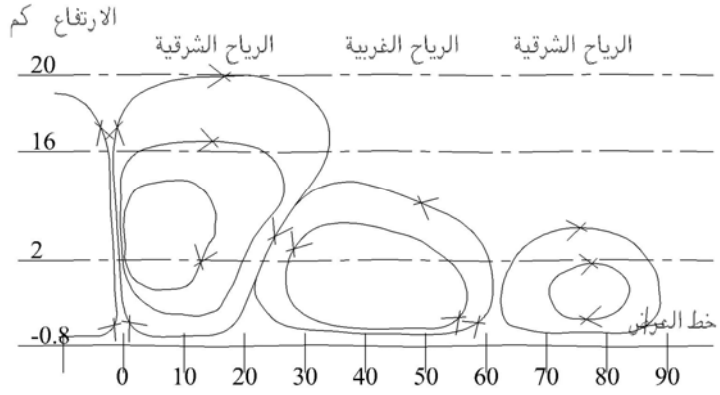
شكل رقم (١-٢١): تشكيل الرياح وعلاقتها بالمبنى في صورتها العامة .



شكل رقم (١-٢٢): الأجزاء الرئيسية المشكلة لحركة الرياح بجوار المبنى.

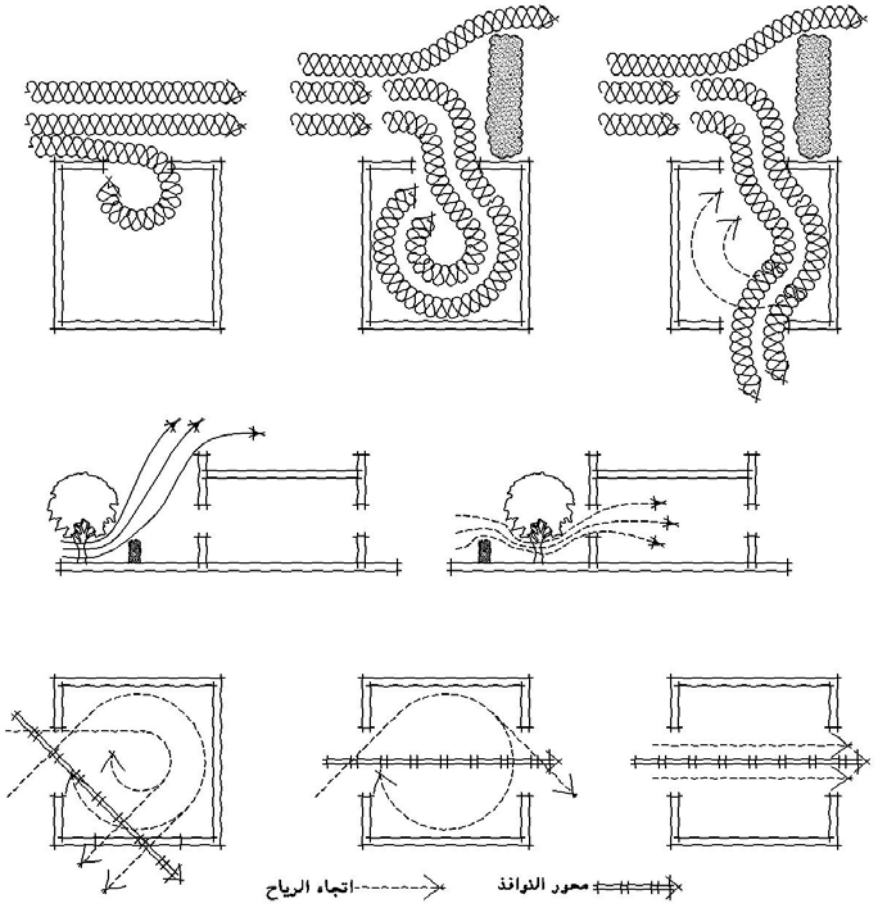
[٣] Randal & Thomas, Max Fordham & Partners, Environmental Design, An Introduction for Architects & Engineers, London, 1999.

وبدراسة حركة الرياح على نطاق الكرة الأرضية، شكل رقم (١-٢٣)[١]، نجد أنها تشكلت بصورة أساسية من خلال الإشعاع الشمسي فعند خط الاستواء حيث ترتفع درجة حرارة الارض يرتفع بالتبعية درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الارض الأمر الذي يؤدي لإرتفاعه عاليا إلى ما يقرب من ١٨كم إرتفاع ويتجه بإتجاه قطبي الأرض الجنوبي والشمالي. أما في شمال وجنوب خط الاستواء، حيث يبدأ الهواء في البرودة يتجه مرة أخرى إلى الأرض وذلك عند خط ٣٠ ° تقريبا، منتقلا من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض.



شكل رقم (١-٢٣): التشكيل الرئيسي للرياح من خلال الإشعاع الشمسي.

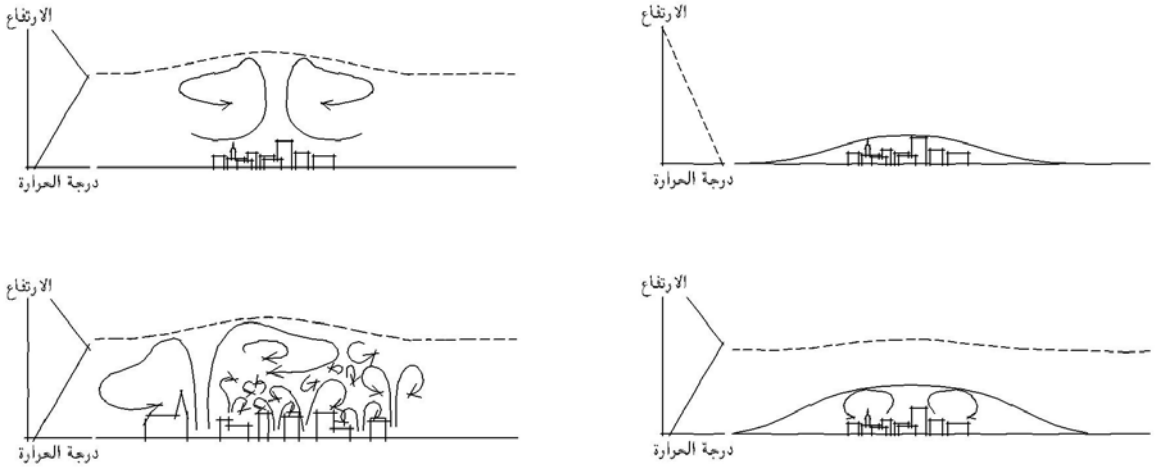
ويمكن من خلال دراسة أكثر تفصيلا التعرض لحركة الرياح على نطاق المبنى الواحد وفراغاته المختلفة طبقا لتوزيعها في المسقط الأفقي واتجاهاتها مع مراعاة العناصر الخارجية المحيطة والتى تؤثر بشكل مباشر على اتجاه حركة الرياح، شكل رقم (١-٢٤).



شكل رقم (١-٢٤): العلاقة المباشرة بين إتجاه حركة الرياح والعناصر المحيطة بالمبنى وحركتها بالمبنى.

[١]Klaus Daniels, The Technology of Ecological Building, Basic Principles, Examples & Ideas, Germany, 1997.

وذلك مع الأخذ في الإعتبار درجة حرارة الهواء وعلاقته بالإرتفاع عن سطح الأرض، حيث أنه في الحالة العامة فإنه تقل درجة حرارة الهواء مع الإرتفاع عن سطح الأرض، ولكن نظرا لوجود بعض العوامل كالمواد والمباني على سطح الأرض ينتج عن ذلك خط وهمي INVERSION هو الحد الفاصل بين الحالة العامة والحالة التى ينعكس بها الوضع فيحدث فيها زيادة لدرجة حرارة الهواء نتيجة الإرتفاع بدلا من انخفاضها، خاصة فوق المناطق العمرانية، شكل رقم (١-٢٥)[١].



شكل رقم (١-٢٥): تشكيل حركة الرياح فوق المناطق العمرانية مع الأخذ في الإعتبار درجة حرارة الهواء وتأثيرها على تشكيل حركة الرياح.

١-٤-٢ اتجاه العمارة المستدامة SUSTAINABLE ARCHITECTURE:

١-٤-٢-١ تعريف الاستدامة:

يعرف هذا الإتجاه بأنه الإتجاه الذي يفي بإحتياجات المستعملين الحاضرة دون الإختلال بالاحتياجات المستقبلية للمستعملين[1].

ويعتمد هذا التعريف على مبدأين أساسيين هما:

١- مبدأ الإحتياجات NEEDS:

وهو يشمل توفير الإشتراطات الأساسية للحياه للمستعمل، وهي تتكون من شقين رئيسيين:

الأول: الإحتياجات الأساسية للإنسان والتى لا يمكن الاستغناء عنها كالطعام والملبس والسكن .....إلخ.

والثاني: كافة الإحتياجات الفردية غير الضرورية إلا لرفع مستوى المعيشة من النطاق العادي إلى مستوى أعلى.

٢- مبدأ المدى الأقصى LIMITS:

وهو يشمل أن تفي البيئة بالإحتياجات الحالية والمستقبلية للإنسان محددة بمدى التطور التكنولوجي والنظام الإجتماعي، وهي لا تشمل كافة الحدود الموجودة كالمصادر المحدودة فقط، بل تمتد لتشمل كافة العوامل التى تؤدي إلى إنخفاض مقدار الموارد وكفاءتها أو تقليل جودتها.

وعلى هذا الأساس فإن أي اتجاه مستدام يمكن تقييمه مبدئيا من خلال المبدأين السابقين في كفاءته لمدى توفيره للاحتياجات الحالية مع مدى تأثيره على الحدود الأساسية لتوفير الاحتياجات

[١] Ibid.

[1] www.sustainable architecture and Building design(SABD).com.

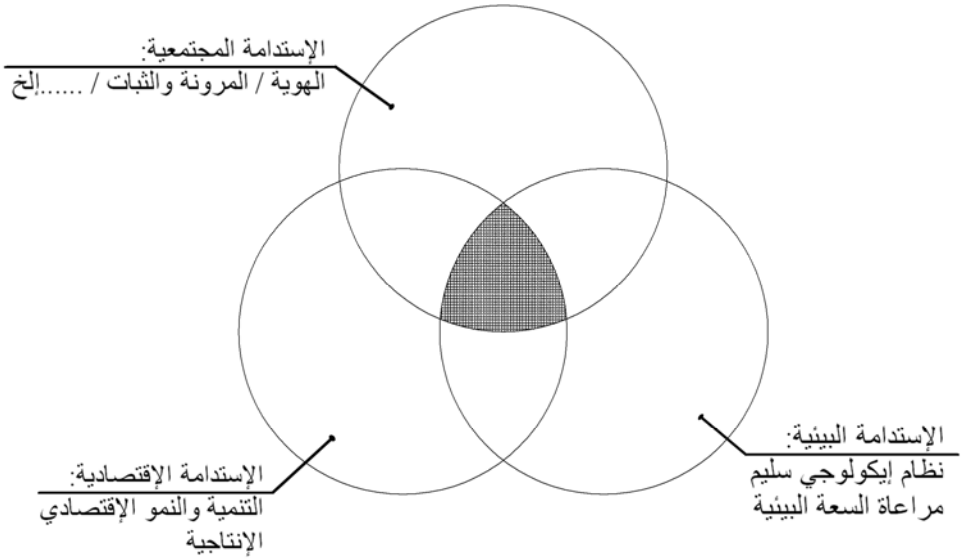
المستقبلية. وقد تم الوصول من خلال الباحثين إلى العديد من التعريفات للتنمية المستدامة بخلاف التعريف السابق، فعلى سبيل المثال:

- تحقيق كفاءة المعيشة للانسان في بيئته خلال معيشته دون الإضرار بمحتوى البيئة[2].
- تحقيق التنمية في ظل منظور إقتصادي مع الحفاظ على جودة وكفاءة المصادر الطبيعية المتوافرة[3].

والخلاصة أنه يمكن الوصول لمنظومة مستدامة من خلال الجمع بين ٣ أفرع رئيسية من خلال منظومة تنمية معقولة اقتصاديا وقابلة للتحقيق إيكولوجيا شكل رقم (١-٢٦)، ويحكم كلا من الأفرع الأساسية السابقة التى تشمل:

- **الإستدامة البيئية.**
- **الإستدامة الإقتصادية.**
- **الإستدامة المجتمعية.**

عدد من المقاييس بالجمع فيما بينهم يمكن الوصول للتنمية المستدامة الشاملة، جدول رقم (١-١٢).



شكل رقم (١-٢٦): منظومة الإستدامة

جدول رقم (١-١٢): مقاييس الاستدامة:

مقاييس الاستدامة البيئية	مقاييس الاستدامة الإقتصادية	مقاييس الاستدامة المجتمعية
• الحد من المخلفات وملوثات البيئة. • الحد من التأثير السلبي على الانسان. • التخلص من المواد السامة.	• إيجاد السلع الجديدة وزيادة حركة البيع. • تقليل التكلفة الإنتاجية من خلال تقليل تكلفة استهلاك الطاقة والمواد الخام.	• السلامة الصحية للمجتمعات. • تحسين مستوى المعيشة. • تحقيق النفع للمجتمعات المتأخره.

وبالتركيز على الاستدامة البيئية نجد أن فكرتها الأساسية هي ترك الأرض في شكل جيد أو أفضل للأجيال القادمة دون الإضرار بها مع الإيفاء بالإحتياجات الحالية للناس.

[2] International union for the conservation of nature and natural resources (IUCN), Caring for the earth, Gland, swizerland, 1991.

[3] R.Good land Gledec, Neoclassical economics and principles of sustainable development, Ecological modeling, 1987.

١-٤-٢-٢ المفاهيم الأساسية للهندسة المستدامة:

من الجدير بالذكر ان العمارة تعتبر حقل فريد في مجال التنمية المستدامة، فالعديد من المشاريع بخلاف استهلاكها للعديد من المواد، تخلف كذلك العديد من المخلفات WASTE، ولهذا فمن الجديد بالذكر عند التعرض لمفهوم الاستدامة التطرق بالحديث للمفاهيم الأساسية للاستدامة الهندسية والتى يمكن ذكرها في النقاط التالية :

١- البناء الستدام SUSTAINABLE CONSTRUCTION:

تعرف الاستدامة البنائية بخلق منظومة بيئية صحية متكاملة يعتمدأاساسها على كفاءة المصادر ومبادئ الحفاظ على البيئة ECOLOGY PRINCIPLES، وهي تهدف إلى تقليل تأثير المباني على البيئة المحيطة من خلال كفاءة استغلال الطاقة والمصادر المحيطة بالمبنى.

ومن خلال هذا المبدأ يمكن تعريف البناء المستدام بأنه البناء ذو أقل تأثير على البيئة الطبيعية المحيطة متضمنا جودة الأداء البيئي والاجتماعي والاقتصادي، من خلال الاستخدام الواعي للمصادر الطبيعية وإدارة المبنى المساهمة في توفير الطاقة وخفض استهلاكها الأمر الذي يؤدي بالتالى إلى توفير المصادر الغير متجدد للطاقة. وعلى هذا الأساس فقد تم تحديد خمس نقاط أساسية للبناية المستدامة تشمل:

١- كفاءة مصادر الطاقة المعتمد عليها المبنى.
٢- كفاءة استهلاك الطاقة بالمبنى.
٣- الحد من التلوث الناتج من استهلاك الطاقة.
٤- التكامل والتوافق مع البيئة المحيطة.
٥- استخدام الأنظمة البيئية المتكاملة.

وإضافة إلى ذلك فقد قامت هيئة (BREEAM)[1] بتحديد بعض المبادئ الأساسية للبناء المستدام تشمل:

١- الإعتماد في تصميم المبنى على تقليل التكلفة للمالك وتقليل الأثر البيئي للمبنى خلال دورة حياته بإستخدام التقنيات الحديثة المساهمة في الحفاظ على مصادر الطاقة والمياه .....إلخ.
٢- الاستفادة إلى أقصى الحدود من الموقع، ومثال على ذلك: دراسة المناخ المحلي والرياح الساندة وأنماط الطقس والتوجيه الشمسي .....إلخ.
٣- استخدام نظم ومواد البناء المحلية.
٤- المساهمة في إطالة عمر المبنى من خلال نوعية وجودة التشطيبات – كفاءة التشكيل العام .....إلخ.
٥- اجتناب استخدام المواد من مصادر غير متجددة أو غير قابلة لإعادة الاستخدام وخاصة في المنشآت ذات العمر القصير.

٢- العمارة البيئية ENVIRONMENTAL ARCHITECTURE:

خلاصة للدراسات البيئية العديدة السابقة، فقد تم استخلاص خمس مبادئ أساسية للنواحي البيئية في العمارة المستدامة يمكن ذكرها فيما يلي[1]:

١- البيئة الداخلية الصحية:

[1] BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT'S ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD.
[1] Thomas A.Fisher, AIA, November,1992.

يجب إجراء كافة الدراسات والقياسات الوافية على المواد المستخدمة بالمبنى لضمان عدم انبعاث أية غازات ضارة داخل المبنى من جراء استخدام تلك المواد، إضافة إلى المساعدة في تحقيق مناخ صحي داخلي عن طريق استخدام الفلاتر والزراعات الداخلية الخاصة بذلك.

٢- كفاءة استهلاك الطاقة:

يجب الأخذ في الإعتبار اجراء كافة القياسات اللازمة للتيقن من تقليل استهلاك المبنى للطاقة في وسائل التبريد والتدفئة، وكفاءة الأجهزة المستخدمة في استهلاك الطاقة.

٣- استخدام مواد حميده (إيكولوجية) بيئيا:

يجب التيقن من استخدام المواد ذات أقل تأثير سلبي على البيئة المحيطة.

٤- التشكيل البيئي:

وذلك عن طريق إجراء كافة الدراسات البيئية المطلوبة للوصول لتصميم بيئي ملائم للمبنى.

٥- التصميم المعماري الملائم:

عن طريق الوصول لتصميم معماري مناسب في كفاءة استغلال المساحات والعلاقات الوظيفية بين الفراغات المختلفة.

ومن خلال دراسة النقطتين الأساسيتين السابقتين بمفاهيمهم الأساسية والمبادئ الأساسية لكل منهم، يمكن استخلاص بعض المبادئ الأساسية للتصميم المستدام، يمكن ذكرها على سبيل المثال في النقاط التالية:

١-٤-٢-٣ المبادئ الأساسية للتصميم المستدام:

١- الدراسة الواعية للمكان:

فهم الموقع المحيط هو الأساس الجوهري للتصميم المستدام، لأن ذلك يساعد على تنمية الموقع دون إلحاق أي ضرر عليه، إضافة إلى تحقيق بعض الوسائل المساعدة في المباني المستدامة من كفاءة التوجيه الشمسي - الحفاظ على البيئة الطبيعية - .....إلخ.

٢- الإتصال مع الطبيعة:

بالرغم من وجود المبنى داخل المدينة أو في بيئة طبيعية، يجب إتصال المبنى مع البيئة المحيطة، فالتصميم الجيد هو المتكامل والمتصل مع البيئة المحطية وليس منفصلا عنها.

٣- دراسة العمليات الطبيعية:

في الطبيعة لا يوجد مخلفات، فمخلفات نظام بيئي معين هو غذاء أساسي لنظام بيئي آخر، بمفهوم آخر الأنظمة الطبيعية تشكل حلقة مقفلة. ولهذا يجب أن يكون المبنى جزء من النظام البيئي حتى لا يحدث خللا به.

٤- دراسات الأثر البيئي للمباني:

يجب الأخذ في الإعتبار الأثر البيئي للمباني من خلال إجراء عدة دراسات عن تقييم الموقع – كفاءة استهلاك الطاقة – المواد .....إلخ.

٥- توافر الإبداع التصميمي:

من الجدير بالذكر أن التصميم المستدام لا يمنع الإبداع التصميمي لدى المهندس، بل يتكامل معه في وضع الخطوط الإرشادية للتصميم.

٦- مراعاة المستعمل:

يجب الأخذ في الإعتبار عند التصميم المستدام الثقافة المحلية للمستعمل والعادات والتقاليد .....إلخ.

وخلاصة لما سبق نستنتج أن العمارة المستدامة لا بد من احتوائها على النقاط الأساسية التالية:

أ- تقليل الإعتماد على مصادر الطاقة غير المتجددة (الفحم – الغاز .....إلخ).

ب- احترام البيئة الطبيعية.

جـ- الحد من استعمال المواد الملوثة للبيئة.

وخلال السنوات القليلة الماضية قامت العديد من الهيئات والمؤسسات بالأخذ في الاعتبار التصميم والتنمية المستدامة للمباني، فقامت بوضع التوصيات والقوائم المرجعية للحصول علي تصميم مستدام طبقا للقواعد السابقة، وقد كان من أهمها:

1- U.S.Green Building Council (USGB) ……. (LEED).

2- Minnesota Sustainable Design Guide (MSDG).

وتتميز القوائم المرجعية والنظم السابقة بأنها تفيد في الإعانة لتصميم مبنى مستدام تتحقق فيه المبادئ الأساسية للتنمية المستدامة، وهذا إلى جانب أنه يمكن إعتبارها قائمة مرجعية لتقييم المباني القائمة فعلا لتحديد النسبة المئوية لمدى تحقيقها لمبادئ التنمية والتصميم المستدام، ويتضح ذلك من دراسة موجزة لكل من النظامين السابقين لتحديد وإيضاح دور كل منهم وتسلسلهم الرئيسي وذلك كالتالي:

١-٤-٢-٤ دليل التصميم البيئي والطاقة (LEED):

LEADER SHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN:

وقد تم تصميم ووضع هذا الدليل بواسطة U.S.GREEN BUILDING COUNCIL، وذلك لإستخدامه كدليل لتصميم المباني المستدامة ومدخل خاص للعمارة الخضراء، وكذلك كقائمة مرجعية لتحديد مدى تحقيق الإستدامة في المباني. وتحتوي هذه القوائم المرجعية على ستة عناصر رئيسية للتصميم المستدام وتشمل الآتي:

١- **استدامة الموقع (SS) SUSTAINABLE SITES:**
وذلك بهدف تقليل الأثر البيئي للمبنى على البيئة المحيطة.

٢- **كفاءة نظم المياه بالمبنى (WE) WATER EFFICIENCY:**
للحد من استهلاك المياه بالمبنى.

٣- **الطاقة والغلاف الخارجي (EA) ENERGY AND ATMOSPHERE:**
للوصول لكفاءة استهلاك الطاقة بالمبنى والحد من التلوث الجوي.

٤- **المواد المستخدمة ومصادرها (MR) MATERIALS & RESOURCES:**
للإتجاه إلى استخدام المواد القابلة لإعادة الإستخدام.

٥- **المناخ الداخلي (EQ) INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY:**
لتحقيق الراحة الحرارية بالفراغات الداخلية.

٦- **الابتكار ومراحل التصميم (ID) INNOVATION & DESIGN PROCESS :**
لتحقيق الابتكار في العمارة الخضراء والمستدامة.

ويحتوى كل عنصر من العناصر السابقة على عدد من الإستراتيجيات الخاصة به إضافة إلى تقييمه في القائمة المرجعية، شكل رقم (١-٢٧)، وذلك لتحديد محصلة مدى تحقيق المبنى للإستدامة من المجموع الكلي للنقاط الذي يبلغ ٦٩ نقطة، جدول رقم (١-١٣)، كتالي:

جدول رقم (١-١٣): نقاط تقييم استدامة المباني من خلال دليل (LEED):

عنصر التقييم	اجمالى النقاط	عنصر التقييم	اجمالى النقاط
استدامة الموقع (SS)	١٤ نقطة	المواد المستخدمة ومصادرها (MR)	١٣ نقطة
كفاءة نظم المياه بالمبنى(WE)	٥ نقاط	المناخ الداخلي (EQ)	١٥ نقطة
الطاقة والغلاف الخارجي (EA)	١٧ نقطة	الابتكار ومراحل التصميم (ID)	٥ نقاط

إجمالي عدد النقاط ٦٩ نقطة			
CERTIFIED	SILVER	GOLD	PLATINUM
٢٦-٣٢ نقطة	٣٣-٣٨ نقطة	٣٩-٥١ نقطة	٥٢-٦٩ نقطة

Project Checklist

LEED

Sustainable Sites — 14 Possible Points

Y	Prereq 1	Erosion & Sedimentation Control	Required
	Credit 1	Site Selection	1
	Credit 2	Urban Redevelopment	1
	Credit 3	Brownfield Redevelopment	1
	Credit 4.1	Alternative Transportation, Public Transportation Access	1
	Credit 4.2	Alternative Transportation, Bicycle Storage & Changing Rooms	1
	Credit 4.3	Alternative Transportation, Alternative Fuel Refueling Stations	1
	Credit 4.4	Alternative Transportation, Parking Capacity	1
	Credit 5.1	Reduced Site Disturbance, Protect or Restore Open Space	1
	Credit 5.2	Reduced Site Disturbance, Development Footprint	1
	Credit 6.1	Stormwater Management, Rate or Quantity	1
	Credit 6.2	Stormwater Management, Treatment	1
	Credit 7.1	Landscape & Exterior Design to Reduce Heat Islands, Nonroof	1
	Credit 7.2	Landscape & Exterior Design to Reduce Heat Islands, Roof	1
	Credit 8	Light Pollution Reduction	1

Water Efficiency — 5 Possible Points

	Credit 1.1	Water Efficient Landscaping, Reduce by 50%	1
	Credit 1.2	Water Efficient Landscaping, No Potable Use or No Irrigation	1
	Credit 2	Innovative Wastewater Technologies	1
	Credit 3.1	Water Use Reduction, 20% Reduction	1
	Credit 3.2	Water Use Reduction, 30% Reduction	1

Energy & Atmosphere — 17 Possible Points

Y	Prereq 1	Fundamental Building Systems Commissioning	Required
Y	Prereq 2	Minimum Energy Performance	Required
Y	Prereq 3	CFC Reduction in HVAC&R Equipment	Required
	Credit 1.1	Optimize Energy Performance, 30% New / 10% Existing	2
	Credit 1.2	Optimize Energy Performance, 30% New / 20% Existing	2
	Credit 1.3	Optimize Energy Performance, 40% New / 30% Existing	2
	Credit 1.4	Optimize Energy Performance, 50% New / 40% Existing	2
	Credit 1.5	Optimize Energy Performance, 60% New / 50% Existing	2
	Credit 2.1	Renewable Energy, 5%	1
	Credit 2.2	Renewable Energy, 10%	1
	Credit 2.3	Renewable Energy, 20%	1
	Credit 3	Additional Commissioning	1
	Credit 4	Ozone Depletion	1
	Credit 5	Measurement & Verification	1
	Credit 6	Green Power	1

LEED™ Rating System 2.0

v

LEED

Materials & Resources — 13 Possible Points

Y	Prereq 1	Storage & Collection of Recyclables	Required
	Credit 1.1	Building Reuse, Maintain 75% of Existing Shell	1
	Credit 1.2	Building Reuse, Maintain 100% of Shell	1
	Credit 1.3	Building Reuse, Maintain 100% Shell & 50% Nonshell	1
	Credit 2.1	Construction Waste Management, Divert 50%	1
	Credit 2.2	Construction Waste Management, Divert 75%	1
	Credit 3.1	Resource Reuse, Specify 5%	1
	Credit 3.2	Resource Reuse, Specify 10%	1
	Credit 4.1	Recycled Content, Specify 25%	1
	Credit 4.2	Recycled Content, Specify 50%	1
	Credit 5.1	Local/Regional Materials, 20% Manufactured Locally	1
	Credit 5.2	Local/Regional Materials, of 20% Above, 50% Harvested Locally	1
	Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1
	Credit 7	Certified Wood	1

Indoor Environmental Quality — 15 Possible Points

Y	Prereq 1	Minimum IAQ Performance	Required
Y	Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Required
	Credit 1	Carbon Dioxide (CO_2) Monitoring	1
	Credit 2	Increase Ventilation Effectiveness	1
	Credit 3.1	Construction IAQ Management Plan, During Construction	1
	Credit 3.2	Construction IAQ Management Plan, Before Occupancy	1
	Credit 4.1	Low-Emitting Materials, Adhesives & Sealants	1
	Credit 4.2	Low-Emitting Materials, Paints	1
	Credit 4.3	Low-Emitting Materials, Carpet	1
	Credit 4.4	Low-Emitting Materials, Composite Wood	1
	Credit 5	Indoor Chemical & Pollutant Source Control	1
	Credit 6.1	Controllability of Systems, Perimeter	1
	Credit 6.2	Controllability of Systems, Nonperimeter	1
	Credit 7.1	Thermal Comfort, Comply with ASHRAE 55-1992	1
	Credit 7.2	Thermal Comfort, Permanent Monitoring System	1
	Credit 8.1	Daylight & Views, Daylight 75% of Spaces	1
	Credit 8.2	Daylight & Views, Views for 90% of Spaces	1

Innovation & Design Process — 5 Possible Points

	Credit 1.1	Innovation in Design, Specific Title	1
	Credit 1.2	Innovation in Design, Specific Title	1
	Credit 1.3	Innovation in Design, Specific Title	1
	Credit 1.4	Innovation in Design, Specific Title	1
	Credit 2	LEED™ Accredited Professional	1

Project Totals — 69 Possible Points

Certified 26-32 points Silver 33-38 points Gold 39-51 points Platinum 52-69 points

U.S. Green Building Council

vi

شكل رقم (١-٢٧): القائمة المرجعية لدليل التصميم البيئي والطاقة (LEED)

ويندرج تحت كل نقطة رئيسية من النقاط الأساسية لدليل التصميم المستدام LEED على عدد من الإستراتيجيات الخاصة به، منها ما يندرج تحت بنود المتطلبات الأساسية لا نقاط لها والآخر في صورة أهداف بنقاط تقييم، جدول رقم (١-١٤).

جدول رقم (١-١٤): استراتيجيات دليل التصميم المستدام LEED:

العنصر	المتطلبات الأساسية	أهداف واستراتيجيات	نقاط التقييم
استدامة الموقع (SS)	- التحكم في تآكل الموقع.	- كفاءة اختبار الموقع.	١
		- التقنية العمرانية.	١
		- تقليل الأثر البيئي.	١
		- كفاءة وتعدد بدائل المواصلات.	٤
		- الحد من التلوث الضوضائي بالموقع.	٢
		- إدارة مياه الأمطار بالموقع.	٢
		- تنسيق الموقع لتنظيم درجة الحرارة بالموقع.	٢
		- تقليل التلوث الضوئي.	١
كفاءة نظم المياه بالمبنى (WE)		- كفاءة استغلال المياه بالموقع العام.	٢
		- تطوير تكنولوجيا استخدام فاقد المياه.	١
		- تقليل استهلاك المياه.	٢

الطاقة والغلاف الخارجي (EA)	- جودة النظم الأساسية بالمبنى.	- رفع كفاءة أداء الطاقة.	١٠
	- قلة استهلاك الطاقة.	- استخدام الطاقات المتجددة.	٣
	- الحد من التأثير الضار لإستخدام انظمة التكييف على الغلاف الخارجي (الأوزن).	- التأكد من كفاءة المبنى لتحقيق الاستدامة.	١
		- الحد من تدمير طبقة الأوزون.	١
		- التحقق من كفاءة استهلاك الطاقة والمياه.	١
		- الإتجاه لإستخدام الطاقات غيرالملوثة.	١
المواد المستخدمة ومصادرها (MR)	- تجمع المواد المستخدمة القابلة لإعادة الإستخدام.	- إمكانية إعادة إستخدام مواد المبنى.	٣
		- إدارة مخلفات المبنى.	٢
		- الحفاظ على مصادر المواد.	٢
		- إستخدام المواد المعاد تصنيعها في المبنى.	٢
		- إستخدام المواد المحلية المتاحة.	٢
		- إستخدام المواد المتجددة.	١
		- التشجيع على استخدام الأخشاب الطبيعية بصورة بيئية.	١
المناخ الداخلى (EQ)	- التقليل من إستخدام الوسائل الميكانيكية لتحقيق الراحة الحرارية.	- مراقبة نسبة CO2 داخل المبنى.	١
		- رفع كفاءة التهوية الطبيعية.	١
		- التحكم في جودة الهواء الداخلى IAQ.	٢
	- التحكم في الأدخنة داخل المبنى.	- الحد من نسبة الهواء الملوث داخل الفراغات.	٤
		- التحكم في مصادر الكيماويات والملوثات داخل المبنى.	١
		- إمكانية التحكم في أنظمة المبنى.	٢
		- تحقيق الراحة الحرارية.	٢
		- توفير الإضاءة الطبيعية والإتصال بالخارج.	٢
الإبتكار ومراحل التصميم(ID)		- الإبتكار في التصميم.	٤
		- الإعتماد من خلال LEED.	١
المجموع الكلي للنقاط			**٦٩**

وعلى سبيل المثال، سيتم تناول عنصر رئيسي لدليل التصميم المستدام LEED بصورة مبسطة كما تم تحديده في الدليل، حيث تم تناول باقي العناصر بنفس الطريقة، وذلك كما يلي:

- استدامة الموقع SUSTAINABLE SITES (SS):

وكما سبق ذكره فذلك بهدف تقليل الأثر البيئي للمبنى على البيئة المحيطة، ومن خلال دليل التصميم يحتوي على متطلبات أساسية واستراتيجيات ونقاط تقييم كما يتضح من جدول رقم (١-١٥).

جدول (١-١٥) : المتطلبات الأساسية ونقاط التقييم لإستدامة الموقع في دليل التصميم المستدام (LEED):

- استدامة الموقع SUSTAINABLE SITES (SS)			
البند	**الهدف**	**المتطلبات**	**الإستراتيجيات**
التحكم في تآكل الموقع.	- تقليل الأثر البيئي للمبنى على الموقع المحيط (المياه – الهواء .....إلخ).	- التصميم بناء على المقاييس المحلية لتقليل تآكل الموقع بحماية سطح الموقع / تآكل التربة وقت الإنشاء /.....	- إحترام التحكم في تآكل التربة أثناء فترة الإنشاء.

اختيار الموقع SITE SELECTION	- الحد من التنمية الغير مناسبة للموقع. - تقليل الأثر البيئي للمبنى على البيئة المحيطة.	- عدم التنمية المعمارية على الموقع ذات الطبيعة الخاصة مثل: الأراضي الزراعية / الأراضي منخفضة المنسوب / الأراضي العامة .....إلخ.	- إختيار الموقع في غير الأراضي ذات الطبيعة الخاصة. - الأخذ في الإعتبار نصيب الخدمات من الموقع (إنتظار / مداخل / .....).
التنمية العمرانية URBAN DEVELOPMENT	- التنمية العمرانية للمناطق بهدف حماية المناطق المفتوحة والمصادر الطبيعية.	- زيادة التنمية العمرانية وخاصة في المناطق الواقعة بالقرب من المناطق ذات الكثافة القليلة.	- تحديد هدف رئيسي للتنمية العمرانية عند إختيار الموقع. - تحديد كثافة التنمية العمرانية للمشاريع والمناطق المحيطة بها.
تقليل الأثر البيئي	- تقليل الدمار البيئي الحادث عند تنمية معمارية لمنطقة معينة.	- تحديد البرامج الأساسية للتنمية ذات الأثر البيئي المحدد.	- إحترام استراتيجيات معالجة الموقع. - تنظيف الموقع من خلال الاستراتيجيات الخاصة بذلك.
كفاءة وتعدد بدائل المواصلات	- الحد من التلوث الناتج عن إستخدام وسائل المواصلات المستخدمة لطاقة البنزين .....إلخ.	- وضع المبنى في مكان يسهل الوصول إليه من خلال عدة بدائل مواصلات. - التشجيع على إستخدام وسائل المواصلات غير الملوثة وتحقيق الأمان لها مثل الدراجات. - عدم تجاوز مساحة إنتظار السيارات الحد الأدنى للمتطلبات الأساسية.	- التحديد من خلال المعاينات المستقبلية للمستعملين أنسب وسائل المواصلات الملائمة. - توفير الأماكن الخاصة من خلال التصميم لوسائل الإنتقال الخاصة مثل الدراجات .....إلخ. - الجمع بين خدمات المواصلات للمناطق المتجاورة مثل أماكن الإنتظار / محطات الوقود الخاصة .....إلخ.
الحد من التلوث الضوضائي بالموقع	- حماية المناطق الطبيعية من التلوث الضوضائي لتكون ملائمة للمعيشة.	- الإهتمام بالزراعات والمناطق الخضراء بالموقع بجوار المبنى للحد من الضوضاء. - لا تقل مساحة المناطق المفتوحة بالموقع عن ٢٥% من المسطح الإجمالي.	- الإهتمام بموقع المبنى في الموقع والإلتزام بأقل مساحة ممكنة للبناء. - الإشتراك في الخدمات بالموقع (إنتظار .....) مع الموقع المجاور.
إدارة مياه الأمطار بالموقع	- الحد من كمية مياه الأمطار المهدرة فوق سطح الأرض.	- الحد من زيادة الفاقد في مياه المطار بنسبة لا تتجاوز ٢٥%.	- تصميم الموقع بما يحمى مسارات مياه الأمطار وعدم إهدارها. - تخصيص المساحات المنفذة للماء لتقليل المساحات غير المنفذة مثل الحدائق بالأسطح والأرضية المسامية.

			- إمداد العناصر التى تحتاج لمياه غير صالحة للشرب بمياه الأمطار.
تنسيق الموقع الخارجي للحد من الأراضي المعرضة للحرارة	- الحد من الفارق الكبير بين درجات الحرارة في المناطق المبنية وغير المبينة للحد من التأثير السلبي على المناخ الداخلي.	- توفير الإظلال لنسبة لا تقلل عن ٣٠% من مساحة الأراضي الفضاء. - إستخدام مواد بمعامل إنعكاس على الأقل ٠,٦٥ على الأسطح.	- إستخدام عناصر الإظلال في تنسيق الموقع مثل (البرجولات / الأشجار .....إلخ). - إستخدام مواد ذات نسبة إمتصاص قليلة في تنسيق الموقع.
الحد من التلوث الضوئي	- تقليل أثر المبنى الملوث ضوئيا على البيئة الليلية.	- عدم تجاوز شدة إضاءة المبنى عن حدود الضوء المحدد بالكود.	- إحترام إضاءة الموقع الخافتة وتقليل إضاءة الموقع بأقل قدر ممكن. - الحد من استخدام المواد العاكسة للضوء بالموقع.

ورغم النجاح الكبير لدليل التصميم LEED في وضع الأسس والخطوط الإرشادية الأساسية لتصميم مبنى مستدام، إلا أنه قد واجهه بعض الجوانب السلبية خاصة ما يتعلق منها بالكود وتنظيم البناء، الأمر الذي أدى لقيام بعض الجماعات التصميمية الأخرى بوضع أسس وأدلة للتصميم المستدام معتمدا على المبادئ التى تم وضعها في LEEDومن أبرزهم دليل التصميم المستدام بواسطة: MINNESOTA SUSTAINABLE DESIGN GUIDE (MSDG)
والذي سنتناوله بالدراسة في النقطة التالية.

١-٤-٢-٥ دليل التصميم للمباني المستدامة بواسطة :

MINNESOTA SUSTAINABLE DESIGN GUIDE (MSDG)

أولا: تمهيد:

دليل التصميم بواسطة MINNESOTA SUSTAINABLE DESIGN GUIDE (MSDG) وسيلة يمكن من خلالها الإلمام بمفهوم الإستدامة في المباني، وتكامل التصميم المستدام مع تصميم المبنى، والوصول لأهم أولويات وأهداف التصميم المستدام للمباني وتطوير تصميمها لإتخاذ القرارات التصميمية من خلالها. هذا بالإضافة إلى كونها أداة مساعدة في إتخاذ القرارات التصميمية البيئية خلال مراحل التصميم والإنشاء، ورغم أنها إعتمدت في مبادئها على أنظمة أخرى مثل (LEED) و(GREEN BUILDING CHALLENGE 98) و (BREEAM) إلا أنها تتميز بمميزات أخرى من أهمها أنها تتكامل خطوة بخطوة مع مراحل التصميم المستدام.

ويشمل هذا الدليل على (٤٢) إستراتيجية تدخل تحت نطاق ستة عناصر بيئية أساسية تشمل: الموقع – المياه – الطاقة – ملائمة المناخ البيئي للفراغات الداخلية – المواد – المخلفات. فيقع تحت كل عنصر من العناصر الستة السابقة عدد من الإستراتيجيات الخاصة بها لدعم التصميم المستدام كما سيلي ذكره لاحقا، هذا بالإضافة إلى إحتواء الدليل على نظام تقييم رقمي يساعد المصممين في تقييم أداء المبنى المستدام.

فمن خلال هذا الدليل يمكن تحقيق عدد من الأهداف والتي تساهم بصورة مباشرة في الوصول لتصميم مبنى مستدام ويمكن ذكر هذه الأهداف كما سيلي لاحقا.

ثانيا: أهداف دليل التصميم للمباني المستدامة بواسطة (MSDG):

١- تمثيل وتحديد المبادئ الأساسية والأهداف الرئيسية للمباني المستدامة للمصممين – الباحثيين – المالك – شاغلي المبنى .....إلخ.

٢- تيسير الوصول للقرارات التصميمية من خلال مقاييس محددة للمشاريع.

٣- المرونة في تحديد الأولويات التصميمية من خلال مقاييس محددة للعميل أو الهيئات أو نوعية المبنى .....إلخ.

٤- تنظيم المعلومات المتاحة لأنظمة المباني في توزيع خاص بما يسهل عليهم تحديد الأنظمة الجيدة بالمباني.

٥- الوصول إلى نظام عام يمكن تطويره بسهولة والتغيير فيه بخلاف الخبرات المتاحة أيضا.

ثالثا: الهيكل الأساسي لدليل (MSDG):

للوصول إلى تصميم مبنى مستدام من خلال (MSDG) يتم ذلك عن طريق عدة خطوات متتالية تمثل الهيكل الأساسي لهذا الدليل، ويتمثل هذا الهيكل في النقاط التالية، شكل رقم (١-٢٨):

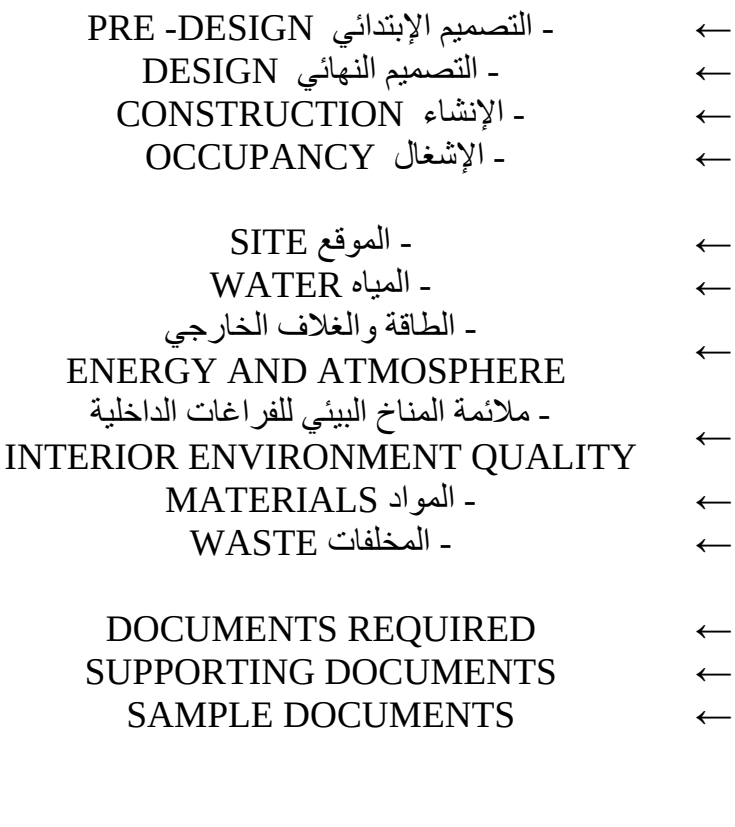
١- الخطوات التصميمية والتنفيذية PROCESS.

٢- تحديد الإستراتيجيات STRATEGIES.

٣- التوثيق والتقييم الرقمي DOCUMENTS.

هذا بالاضافة إلى: ٤- الدراسات التطبيقية CASE STUDIES.

الهيكل الأساسي لدليل (MSDG)



شكل رقم (١-٢٨): الهيكل الأساسي لدليل (MSDG)

PROCESS
FOLLOW THE STEP-BY-STEP INSTRUCTIONS FOR EACH PHASE OF THE BUILDING LIFE CYCLE.

STRATEGIES
Choose and implement strategies in each phase.

DOCUMENTS RECORD ACTIONS TAKEN ON THE SCORING FORM AND THE PROJECT HISTORY REPORT.

CASE STUDIES
Send us your completed Scoring Form and Project History Report to be used as a case study.

١- الخطوات التصميمية والتنفيذية PROCESS:

تم من خلال دليل (MSDG) تقسيم مراحل تصميم وتنفيذ المبنى إلى أربع مراحل رئيسية يندرج تحت كل مرحلة عدة مراحل فرعية، موضحا بكل مرحلة تكامل التصميم المستدام ومبادئه الأساسية مع مراحل تصميم وتنفيذ المبنى، وتنقسم المراحل الأساسية والفرعية لتنفيذ المبنى، شكل رقم (١-٢٩)، كما يلي:

شكل رقم (١-٢٩): تقسيم مراحل تصميم وتنفيذ المبنى من خلال دليل (MSDG)

أ- مرحلة ما قبل التصميم – PRE DESIGN، شكل رقم (١-٣٠-أ):

ويندرج تحتها كل المراحل الآتية:

- التمهيد للمشروع.
- برنامج وعناصر المشروع.
- اختيار الموقع الأمثل (في بعض المشاريع).

ب- مرحلة التصميم DESIGN، شكل رقم (١-٣٠-ب):

وتشمل المراحل الفرعية التالية:

- مرحلة التصميم الابتدائي.
- مرحلة تطوير التصميم DESIGN DEVELOPMENT.
- مرحلة الرسومات التنفيذية ومستندات التنفيذ CONSTRUCTION.

جـ مرحلة الإنشاء والتنفيذ، شكل رقم (١-٣٠-جـ):

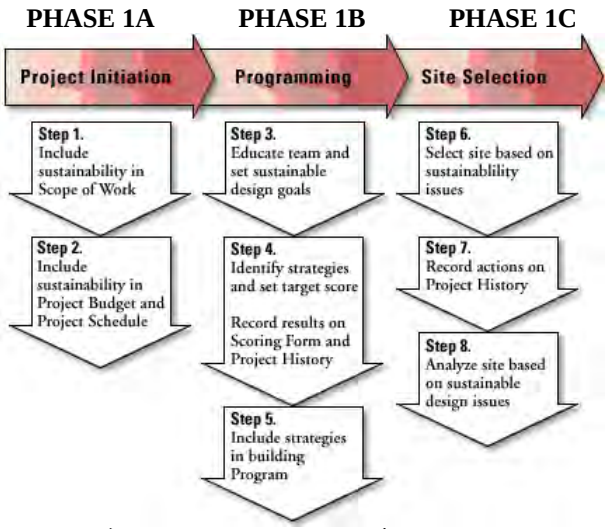
وتشمل المراحل التالية:

- مرحلة طرح المستندات BUILDING & AWARD.
- مرحلة التنفيذ CONSTRUCTION.
- مرحلة إستلام المشروع COMMISSIONING .

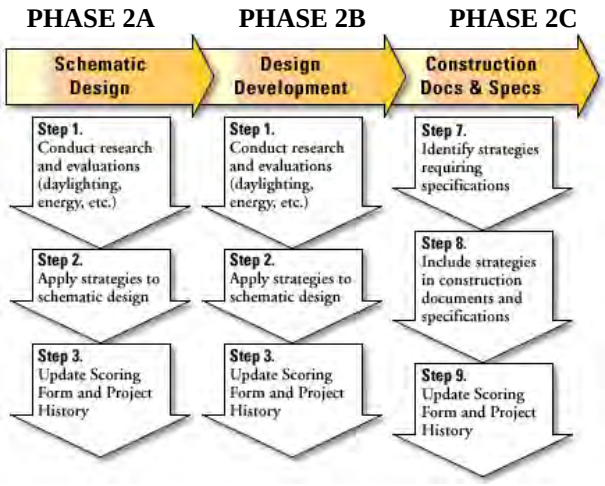
د- مرحلة الإشغال Occupancy، شكل رقم (١-٣٠-د):

وتشمل المراحل التالية:

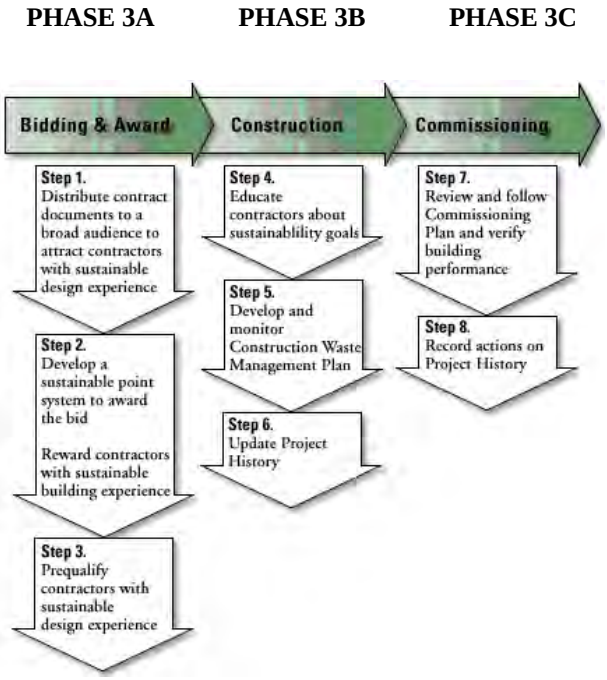
- مرحلة بداية إستخدام المبنى START UP.
- مرحلة التشغيل والصيانة OPERATION & MAINTENANCE.
- مرحلة إعادة الإستخدام NEXT USE.



شكل رقم (١-٣٠-أ): دليل (MSDG) مرحلة ما قبل التصميم



شكل رقم (١-٣٠-ب): دليل (MSDG) مرحلة التصميم



شكل رقم (١-٣٠-جـ): دليل (MSDG) مرحلة الإنشاء والتنفيذ

شكل رقم (١-٣٠-د): دليل (MSDG) مرحلة الإشغال

٢- الإستراتيجيات التصميمية الخاصة بدليل (MSDG):

تقع الإستراتيجيات التصميمية الخاصة بدليل (MSDG) ضمن ٦ عناصر رئيسية، شكل رقم (١-٣١) وتشمل:

١- الموقع SITE.
٢- المياه WATER.
٣- الطاقة والغلاف الخارجي ENERGY AND ATMOSPHERE.
٤- المناخ الداخلي INTERIOR ENVIRONMENT QUALITY.
٥- المواد المستخدمة MATERIALS.
٦- المخلفات WASTE.

شكل رقم (١-٣١): العناصر الرئيسية لدليل MSDG

غير أنه العديد من تلك الإستراتيجيات تدخل تحت نطاق أكثر من عنصر من العناصر السابقة، وبدراسة موجزة لكل عنصر من العناصر السابقة يمكن تحديد أهم أهدافه وإستراتيجياته كما يتضح من جدول رقم (١-١٦).

جدول رقم (١-١٦): أهداف وإستراتيجيات عناصر دليل التصميم MSDG:

العنصر	الأهداف الأساسية GOALS	الإستراتيجيات الرئيسية STRATEGIES
الموقع SITE	- الحد من التطور العشوائي على الأراضي. - الحفاظ على المناطق والأنظمة الطبيعية. - التقليل من استهلاك طاقة الإنتقال من موقع لآخر.	١- تخفيض التنمية للمناطق البيئية. ٢- الحفاظ على طبيعة الموقع وخصائصه. ٣- أخذ المناخ والعوامل البيئية في الإعتبار عند وضع الإستراتيجيات. ٤- إستخدام المواد الطبيعية بالموقع. ٥- إستخدام النظم الإقتصادية للإنتقال.
المياه WATER	- الحفاظ على مناطق تجمع المياه الجوفية والسطحية. - إعادة إستخدام المياه الفاقدة. - الحفاظ على مستوى جودة المياه بالموقع والمباني. - التقليل من إستهلاك المياه الصالحة للشرب. - التقليل من كمية المياه المهدرة.	١- إدارة وتنظيم إستهلاك المياه. ٢- إستخدام المياه العكرة. ٣- إستخدام الوسائل البيولوجية لمعالجة المياه. ٤- إستخدام الوسائل المقللة لإستهلاك المياه. ٥- إستخدام النظم المقللة لإستهلاك المياه في حالة إستخدام أبراج التبريد بالمياه COOLING TOWER.
الطاقة والغلاف الخارجي ENERGY AND ATMOSPHERE	- التقليل من إستهلاك المباني للطاقة. - التقليل من الآثار السلبية لإستهلاك الطاقة من تلوث هواء، إرتفاع درجة الحرارة، دمار طبقة الأوزون .....إلخ. - تقليل إستنفاذ موارد الطاقة.	**أولا:** الإستراتيجيات الخاصة بتقليل الإستهلاك: ١- تقليل إعتماد المبنى على إستهلاك الطاقة أكبر ما يكون. ٢- تقليل الأحمال الحرارية على الغلاف الخارجي للمبنى. ٣- زيادة الإضاءة الطبيعية بالمبنى تكاملا مع الإضاءة الصناعية. **ثانيا:** الإستراتيجيات الخاصة بكفاءة نظم المبنى: ٤- إستخدام أكثر نظم الإضاءة الصناعية كفاءة. ٥- زيادة كفاءة النظم الميكانيكية.

		٦- إستخدام المعدات ذات الكفاءة العالية. **ثالثا:** الإستراتيجيات الخاصة بتقليل الأثر البيئي للمبنى: ٧- إستخدام مصادر الطاقة المتجددة. **رابعا:** الإستراتيجيات الخاصة بإستهلاك المبنى للطاقة: ٨- التكامل ما بين الأنظمة المستخدمة ومدى إستهلاكها للطاقة.
المناخ الداخلى **INTERIOR ENVIRONMENT**	- الوصول لمناخ داخلي بالفراغات مريح لشاغلي المبنى. - التقليل من تلوث الهواء. - الوصول لمنطقة الراحة الحرارية للعناصر المناخية المختلفة. - الوصول لجو ملائم للمستعمل لتحسين أدائه الوظيفي بالفراغات.	**أولا:** الإستراتيجيات الخاصة بجودة الهواء الداخلي: ١- توفير مناخ صحي نظيف داخلي. ٢- التحكم في الرطوبة للحد من تلوث الهواء الداخلي بالميكروبات. ٣- توفير تهوية مناسبة للتحكم في التلوث والراحة الحرارية. **ثانيا:** الإستراتيجيات الخاصة بالراحة الفراغية: ٤- توفير مناخ حراري ملائم. ٥- توفير إضاءة فعالة. ٦- توفير فراغ ملائم صوتيا. ٧- توفير إتصال الفراغ الداخلي بالبيئة الطبيعية المحيطة.
المواد **MATERIAL**		**أولا:** الإستراتيجيات الخاصة بإستخراج المواد الخام: ١- إستخدام المواد ذات التأثير القليل على البيئة المحيطة أثناء دورة حياتها. **ثانيا:** الإستراتيجيات الخاصة بالإنتاج: ٢- إستخدام المواد المعاد تصنيعها. ٣- إستخدام المواد المستخرجة من مصادر متجددة. **ثالثا:** الإستراتيجيات الخاصة بالتوزيع: ٤- إستخدام مواد التصنيع المحلية. **رابعا:** الإستراتيجيات الخاصة بالتركيبات: ٥- إستخدام مواد قليلة VOC. **خامسا:** الإستراتيجيات الخاصة بالإستخدام: ٦- إستخدام مواد ذات تحمل عالي. ٧- إمكانية إعادة الإستخدام للمواد.
المخلفات **WASTE**	- تقليل إستخدام المصادر قدر الإمكان. - تقليل مخلفات المباني الصادرة أثناء الإنشاء أو التشغيل. - التشجيع على إدارة المخلفات الصلبة.	**أولا:** الإستراتيجيات الخاصة بالحفاظ على المصادر: ١- إعادة إستخدام مواد المباني القائمة. ٢- التصميم بإستخدام أقل مواد ممكنة. ٣- تصميم المبنى بما يتكيف مع البيئة. ٤- تصميم المبنى بعناصر قابلة للفك. **ثانيا:** الإستراتيجيات الخاصة بإدارة المخلفات الصلبة: ٥- إعادة تصنيع مخلفات المباني. ٦- تقليل المخلفات الصادرة من المباني.

ونجد أنه في هذه المرحلة في دليل التصميم بواسطة MSDG يتم شرح كل إستراتيجية على حدة شاملة كل نقاطها الأساسية مع تحديد الوزن النسبي لتقييم كل نقطة في الجداول المعدة لذلك، فعلى سبيل المثال يوضح جدول رقم (١-١٧) النقاط الأساسية لإستراتيجية مصادر الطاقة المتجددة في منظومة الإستراتيجيات الخاصة بالطاقة داخل المباني.

جدول رقم (١-١٧): النقاط الأساسية لإستراتيجية إستخدام مصادر الطاقة المتجددة داخل المباني:

إستراتيجية إستخدام مصادر الطاقة المتجددة داخل المباني:	
٣ نقاط	٣٠% من إجمالي الطاقة المستهلكة معتمدة على الطاقة المتجددة.
٢ نقطة	٢٠% من إجمالي الطاقة المستهلكة معتمدة على الطاقة المتجددة.
١ نقطة	١٠% من إجمالي الطاقة المستهلكة معتمدة على الطاقة المتجددة.

٣- التوثيق والتقييم الرقمي DOCUMENTS:

وهي المرحلة التالية بعد الإستراتيجيات حيث يتم فيها تقييم رقمي لمدى كفاءة الإستراتيجيات في المبنى لإعتمادها للوصول لتصميم مبنى مستدام، ومن الجدير بالذكر أن أهم وثائق هذه المرحلة هو جدول التقييم ذاته، جدول رقم (١-١٨)، والذي تم فيه التوزيع النسبي لنقاط التقييم للإستراتيجيات المختلفة ليكون مجموعها الكلى ١٠٠% فتستخدم لتقييم المبنى المستدام.

جدول رقم (١-١٨): جدول التقييم لدليل التصميم بواسطة MSDG:

FORM MINNESOTA SUSTAINABLE DESIGN GUIDE SCORING							
PROJECT:		**PREDESIGN**		**DESIGN**			**FINAL**
STRATEGY		Points Possible	Target Points	.Scheme Design	Design Dev	.Const Docs	End of Const
1-1	Direct Development to Environmentally Areas Appropriate	3					
1-2	Maintain and Enhance the Biodiversity and Ecology of the	3					
1-3	Use Microclimate and Environmentally Strategies Responsive Site Design	2					
1-4	Use Native Trees, Shrubs, and Plants	2					
1-5	Use Resource Efficient Modes of Transportation	2					
	SITE TOTAL	**12**					
2-1	Manage Site Water	5					
2-2	Use Gray Water Systems	2					
2-3	Use Biological Waste Treatment Systems	1					
2-4	Conserve Building Water Consumption	1					
2-5	Conserve Cooling Tower Water Consumption	1					
	WATER TOTAL	**10**					
REDUCE LOADS							
3-1	Optimize Building Placement and Performance Configuration for Energy	2					
3-2	Optimize Building Envelope Thermal Performance	2					
3-3	Provide Daylighting Integrated with Lighting Systems Efficient Electric	2					
DESIGN EFFICIENT SYSTEMS							
3-4	Provide Efficient Electric Lighting Systems Controls and	2					
3-5	Maximize Mechanical System Performance	2					
3-6	Use Efficient Equipment and Appliances	1					
USE ENERGY SOURCES WITH LOW ENVIRONMENTAL IMPACT							
3-7	Use Renewable or Other Alternative Energy Sources	3					
REDUCE TOTAL ENERGY USE							
3-8	Integrate All Systems and Reduce Total Energy Use	12					

	ENERGY TOTAL	**26**					
4-1	Provide a Clean and Healthy Environment	3					
4-2	Control Moisture to Prevent Microbial Contamination	3					
4-3	Provide Ample Ventilation for Pollutant Comfort Control and Thermal	6					
4-4	Provide Appropriate Thermal Conditions	3					
4-5	Provide Effective Lighting	3					
4-6	Provide Appropriate Building Acoustical Conditions and Vibration	3					
4-7	Provide Views, Viewspace, and Connection Environment to Natural	3					
	HUMAN FACTORS TOTAL	**24**					
RAW MATERIAL EXTRACTION							
5-1	Use Materials with Low Impact During Cycle Their Life	3					
PRODUCTION							
5-2	Use Salvaged and Remanufactured Materials Cycle	2					
5-3	Use Recycled Content Products and Materials	1					
5-4	Use Materials from Renewable Sources	1					
DISTRIBUTION							
5-5	Use Locally Manufactured Materials	1					
	INSTALLATION						
5-6	Use Low VOC-emitting Materials	3					
USE							
5-7	Use Durable Materials	1					
EVENTUAL REUSE OR RECYCLING							
5-8	Use Materials that are Reusable, Recyclable Biodegradable or	1					
	MATERIALS TOTAL	**14**					
CONSERVING RESOURCES							
6-1	Reuse Existing Buildings	3					
6-2	Design for Less Material Use	2					
6-3	Design Building for Adaptability	2					
6-4	Design Buildings for Disassembly	2					
WASTE MANAGEMENT							
6-5	Salvage and Recycle Demolition Waste	1					
6-6	Reduce and Recycle Construction Waste	1					
6-7	Reduce and Recycle Packaging Waste	1					
6-8	Reduce and Recycle Waste from Building Users	1					
6-9	Reduce and Properly Dispose of Hazardous Waste	1					
	WASTE TOTAL	**14**					
	GRAND TOTAL	**100**					

٤- الدراسات التطبيقية CASE STUDIES:

كدراسة تطبيقية لدليل التصميم المستدام بواسطة MSDG، يتضمن الدليل عدة مشاريع مستدامة مع تحليل الإستراتيجيات المستخدمة الملحقة بالدليل كأمثلة تطبيقية على التصميم المستدام، مع شرح إستراتيجيات كل مشروع، كما يتضح ذلك على سبيل المثال من شكل رقم (١-٣٢).

Phillips Eco-The Green Institute (PEEC)Enterprise Center
Minneapolis, Minnesota
Architect: LHB Engineers & Architects / Sirny Architects (masterplan)

McLean Environmental Living and Learning Center, Northland College
Ashland, Wisconsin
Architect: LHB Engineers & Architects (architect of record and environmental consultants)
Hammel Green Abrahamson (schematic design and design development)

Pichotta Science Center, Wolf Ridge Environmental Learning Center
Finland, Minnesota

Jackson Meadow
Marine on St. Croix, Minnesota
Architect: David Salmela

WMEP Interdistrict Downtown School
Minneapolis, Minnesota
Architect: Cuningham Group

American Lung Association of Minnesota
Mendota Heights, Minnesota
Architects: Perkins & Will, The Weidt Group, Dunham Associates

شكل رقم (١-٣٢): نماذج الأمثلة التطبيقية لدليل التصميم المستدام بواسطة MSDG

١-٤-٣ إتجاه العمارة الإيكو-تك ECO-TECH TREND :

١-٤-٣-١ تمهيد:

تتميز العمارة الحديثة MODERN ARCHITECTURE بالتطور التكنولوجي المستمر على مستوى: التطور الإنشائي - المواد المستخدمة - التشطيبات - الواجهات الخارجية .....إلخ، وقد إتخذ العديد من المعماريين التطور التكنولوجي كقوة دافعة للتطور المعماري أمثال والترجروبياس W.GROPIUS، لوكوربوزييه LE CORBUSIER وغيرهم.

وقد ظهر ذلك في العديد من المباني منها على سبيل المثال TURBINE HALL لـ PETER BEHREN عام ١٩٠٩، وكذلك SEAGRAM BUILDING لـ MIES VAN DE ROHE عام ١٩٥٨. إلى أن بدأت حركة العمارة التكنولوجية HIGH-TECH في الظهور عام ١٩٦٠.[1]

وقد تطورت حركة العمارة التكنولوجية التى وصلت بها إلى الكتلة ذات الوظائف التكنولوجية الهائلة، مصاحبا ذلك مع ظهور التفكير العقلاني في مجالات الحياة وخاصة في القطاع الصناعي. ومع التطور التكنولوجي المستمر في العمارة ظهرت الفجوة ملحوظة بين المبنى والبيئة المحيطة وخاصة على مستوى التصميم البيئي، الأمر الذي دفع بعض الهيئات والمؤسسات والأفراد لزيادة

[1] CATHERINE SLESSOR, SUSTAINABLE ARCHITECTURE AND HIGH TECHNOLOGY, C.S.GRAPHICS, SINGAPORE,1997.

الوعي والإهتمام بنظام إستهلاك الطاقة وإستدامة المباني خاصة مع كثرة إستهلاكها لتحقيق الراحة المطلوبة داخل الفراغات بالوسائل الميكانيكية.
والإيكو–تك كإتجاه معاكس المفاهيم للإتجاه التكنولوجي إستغل المفاهيم الإيكولوجية وتطبيقها في العمارة التكنولوجية ، حيث يمكن إعتبار إتجاه الإيكو–تك ECO-TECH دمج بين اتجاهين رئيسين في العمارة وهما:
أ- الإتجاه الإيكولوجي:
بكافة مفاهيم الإستدامة وكفاءة الأداء البيئي ودراسات الأثر البيئي للمبنى.
ب- الإتجاه التكنولوجي:
بكافة مفاهيم التطور التكنولوجي الهائل والمستمر في كافة قطاعات العمارة: (النظم الإنشائية - المواد – التشطيبات - الواجهات الخارجية .....إلخ).

١-٤-٣-٢ المبادئ الأساسية لإتجاه العمارة الإيكو-تك

PRINCIPLES OF THE ECO-TECH TREND:

تعتبر هذه المبادئ الخطوط الإرشادية الرئيسية لعمارة الإيكو-تك متضمنا عناصرها الأساسية المتمثلة في الأسس الإيكولوجية التكنولوجية الاقتصادية للمجتمعات، وهي كالتالي:

١- الحلول المرتبطة والنابعة من الموقع:

أن فهم تطور الموقع وتاريخه، وخاصة المحتوى الإجتماعي والإيكولوجي من أساسيات التصميم الإيكو-تك، حيث أنه لا يوجد مبنى أو موقع عمراني معزول أو قائم بذاته بل يرتبط به ويؤثر ويتأثر بالموقع المحيط، شكل رقم (١-٣٣-أ).

٢- الإتصال بالبيئة الخارجية:

تعتبر مصادر البيئة المحيطة المتجددة هي أساس العمارة المستدامة، وذلك مع مراعاة تصميم المبنى بما يتلاءم مع البيئة المحيطة إيكولوجيا بحيث يصبح المبنى جزءا من التنسيق الخارجي للموقع، بمعنى آخر هو التصميم بتطبيق مبدأ OUTSIDE IN بما يقلل الأثر البيئي للمبنى، شكل رقم (١-٣٣-ب).

٣- التصميم المتوافق بيئيا:

يجب أن ينبع التصميم من الموقع المحيط، فكما سبق ذكره يجب مراعاة البيئة الخارجية لتقليل الأثر البيئي للمبنى، إضافة إلى ذلك يجب مراعاة كافة العوامل الأخرى كالعوامل الثقافية والاجتماعية .....إلخ، وذلك للحصول في النهاية على منتج معماري يحافظ على الموارد البيئية لا يستنزف مواردها الحالية، شكل رقم (١-٣٤).

٤- مراعاة الأسس الإيكولوجية في التصميم:

يجب مراعاة الأسس والمفاهيم الإيكولوجية في التصميم الإيكو-تك، وذلك بدراستها وتطبيق هذه الأسس تكنولوجيا، والتوفيق بين المفهوم الإيكولوجي والتكلفة الإقتصادية بحيث يكون معقول إقتصاديا في التصميم، شكل رقم (١-٣٥).

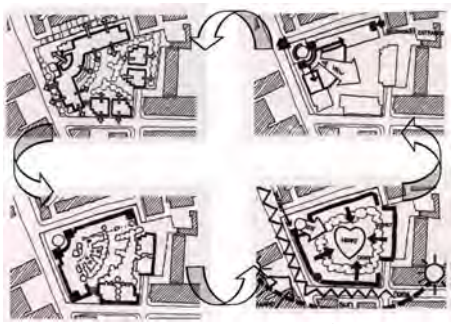
٥- مراعاة التطور التكنولوجي بالمبنى:

يجب الإستفادة بقدر الإمكان بالتطور التكنولوجي والمعلوماتي الحادث في العالم في مجال التصميم والمبنى، وذلك يجب أن يتم تحت إطار إقتصادي يضمن إمكانية تنفيذه في العديد من القطاعات المختلفة، بحيث يكون ذلك التطور ملائما إيكولوجيا ومقبول إقتصاديا، وخاصة فيما يتعلق بـ INFRA STRUCTURE الخاصة بالمبنى، شكل رقم (١-٣٦).

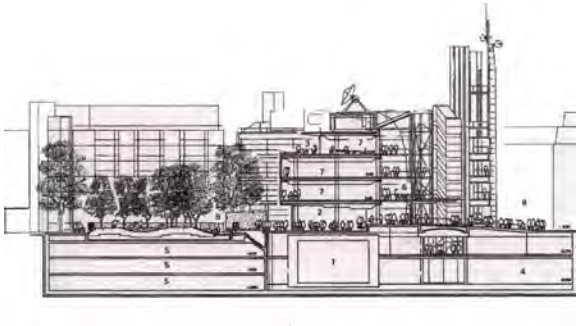
٦- مراعاة المستعمل في التصميم:

رغم التطور التكنولوجي بالمباني وخاصة في السنوات الأخيرة إلا أن ذلك لا يلغي الهوية الثقافية والعادات والتقاليد لدى المجتمعات العمرانية، ومن هذا المنطلق فإن التطور التكنولوجي بالمباني

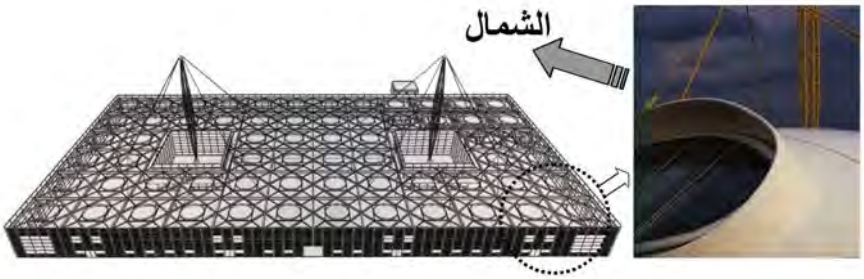
يجب في النهاية أن يخرج مبنى ملائم ومقبول إجتماعيا وثقافيا للمستعمل، الأمر الذي دفع بعض الهيئات لدعوة المستعمل للإشتراك برأيه في التصميم منطلقا من هذا المبدأ.



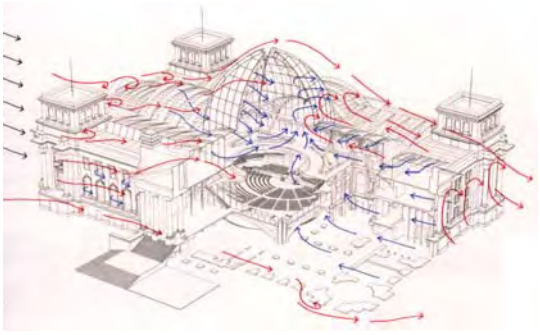
شكل رقم (١-٣٣-أ)[١]: Channel Four Headquarters, London, England, 1994.
مراعاة الحلول المرتبطة بالمحددات الخارجية المحيطة بالموقع من اتجاهات رؤية وعناصر بيئية .....إلخ.



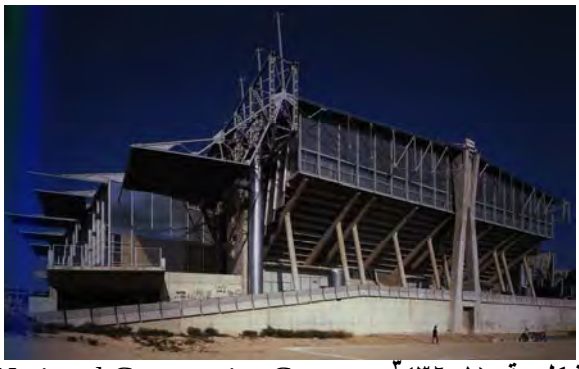
شكل رقم (١-٣٣-ب)[٢]: Channel Four Headquarters, London, England, 1994.
مراعاة الإتصال بالبيئة الخارجية بتطبيق مبدأ OUTSIDE IN



شكل رقم (١-٣٤): Igus Factory, Cologne, Germany, 1992.
مراعاة العوامل البيئية في التصميم كإستغلال السقف في الإضاءة الطبيعية الشمالية.



شكل رقم (١-٣٥): إستغلال المفاهيم الإيكولوجية في تصميم المباني كخلق مناطق ضغط مرتفع ومنخفض بالسقف عن طريق الظل والنور وذلك لتحريك الرياح وتحقيق الراحة الحرارية.



شكل رقم (١-٣٦)[٣]: National Gymnastics Centre, Alicante, Spain, 1993.
الإستفادة بالتطور التكنولوجي في المبنى تحت إطار إقتصادي بما يضمن إمكانية تنفيذه.

وتمثل هذه المبادئ السابقة نقطة الإنطلاق للمصمم للوصول لمبنى إيكو-تك يحقق الأغراض الأساسية لهذا الإتجاه، وقد تم تطوير هذه المبادئ وتفصيلها وذلك بعد عدة ورش عمل ومؤتمرات متعددة كان من أهمها المؤتمر المنعقد في يناير ٢٠٠٢[1] والذي كان من أهم نتائجه إستخلاص بعض النقاط الأساسية والتى يجب أخذها في الإعتبار مع المبادئ الأساسية للتصميم الإيكو-تك، ويمكن ذكر هذه النقاط بإختصار كالتالي:

[١] Catherine Slessor, Eco-Tech "Sustainable Architecture and High Technology", Thames & Hudson Ltd, London, 1997.
[٢] Ibid.
[٣] Ibid.
[1] http://www.milton.ca/execserv/greenpaper.pdf.

١- لا يقتصر الإيكو-تك على المبنى فقط بل يمتد ليشمل التصميم العمراني للمجتمعات مراعيا في ذلك التطور التكنولوجي من خلال المنظور الإيكولوجي في توفير كافة العناصر الخارجية الموجودة بالموقع مثل: وسائل المواصلات الصحية – توفير المسارات الآمنة للمشاه والدراجات - الأماكن المفتوحة المصممة بيئيا وتكنولوجيا - تفاصيل الشوارع الرئيسية .....إلخ.
٢- الأخذ في الإعتبار تسهيل تقييم الأداء البيئي للمبنى أو التجمع العمراني الإيكو-تك وذلك بالنسبة للمالك أو المستعمل.
٣- مراعاة رصد وتحليل التصميمات الإيكو-تك الموجودة بالمباني كقائمة مرجعية وأدوات لتطوير التصميم في المستقبل للمباني المماثلة.
٤- توثيق المباني الإيكو-تك القائمة وذلك كقائمة مرجعية وتعليمية للباحثين في نفس المجال وكمرجع أساسي لدراساتهم وأبحاثهم المستقبلية.

هذا بالإضافة إلى العديد من النقاط الأخرى والتى تم تحديدها من خلال الدراسات والأبحاث في هذا المجال، وخلاصة تلك الدراسات تحديد الأهداف والإستراتيجيات الخاصة بالمبادئ الأساسية للتصميم الإيكو-تك والتى تتضح من الجدول رقم (١-١٩)[2]، والتى تساعد المصمم في وضع الخطوط الإرشادية وأهداف التصميم الإيكو-تك للمباني.

جدول رقم (١-١٩): أهداف وإستراتيجيات المبادئ الأساسية للتصميم الإيكو-تك:

المبادئ الأساسية لتصميم الإيكو-تك	الأهداف الأساسية	الإستراتيجيات الرئيسية
الحلول المرتبطة النابعة من الموقع	- إرتباط الموقع العام بالعناصر البيئية المحيطة به. - زيادة وعي المستخدمين بالموقع العام. - إعتماد التصميم على إستغلال الموقع وخواصه الطبيعية والطبوغرافية - العناصر الطبيعية المحيطة - الثقافة العامة للموقع .....إلخ. - تميز كل موقع بالطبيعة الخاصة به المميزة له عن موقع آخر.	- إستغلال العناصر الطبيعية في التصميم مثل: طبوغرافيا الأرض - إتجاه الشمال - زوايا الشمس - إتجاه الرياح .....إلخ. - تصميم نباتات الموقع العام من خلال الأشجار الملائمة للموقع من حيث الموطن والنمو. - الأخذ في الإعتبار العناصر الطبيعية المحيطة في التصميم مثل أماكن تجمع المياه - العناصر الثقافية والأثرية .....إلخ.
الإتصال بالبيئة الخارجية	- جعل الطبيعة كعامل تصميمي مساعد بما يحقق فهم وإستيعاب علاقة الإنسان بالطبيعة المحيطة. - إدراك الطبيعة بما يحقق التكامل ما بين الخارج والداخل لتحقق هدف (OUTSIDE-IN). - مراعاة الصيانة للعناصر المحيطة والتركيز عليها كصيانة المبنى.	- إستغلال التكنولوجيا ذات أقل تأثير على البيئة المحيطة بما يحقق الإستدامة للمبنى. - إستغلال المفاهيم الإيكولوجية المرتبطة بالعناصر الطبيعية بالموقع كإستخدام الطاقات السالبة .....إلخ. - مراعاة التصميم بما يحافظ على العناصر الطبيعية بالموقع كالزراعات القائمة .....إلخ.

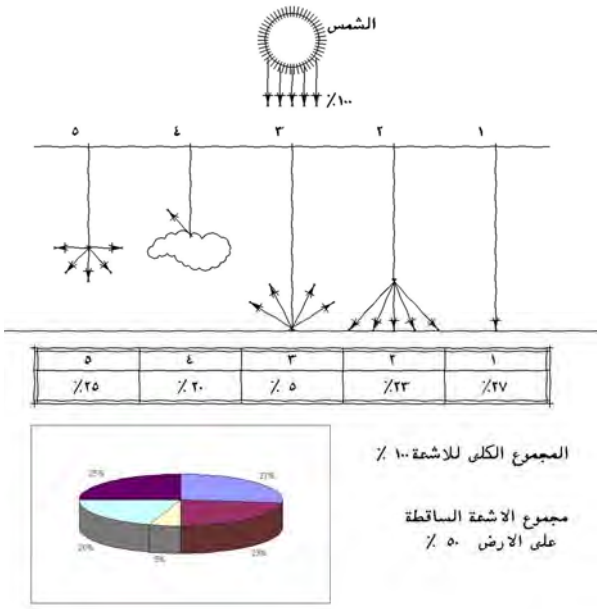
[2] http://203.127.220.112/content/apec/ministerial_statements/annual_ministerial/the_12th_apec_ministerial.downloadlinks.0002.LinkURL.Download.ver5.1.9.

التصميم المتوافق بيئيا	صيانة العناصر الطبيعية	- الوصول التصميم متوافق مع السياق البيئي الخارجي بما يحقق الترابط مع الموقع. - التأكيد على تواجد الطبيعة وتأثيرها التصميمي على المبنى بما يحقق أقل صيانة وأقل تكلفة.	- التشجيع على إستخدام النباتات دائمة الإزهار وليست الحولية خاصة عند استخدامها كـ BUFFER ZONE. - إستخدام عناصر الموقع الطبيعية بما يتكافل مع التصميم المعماري.
	تجديد وحماية المصادر الطبيعية	- حماية المصادر الطبيعية عن طريق الإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة كلما أمكن كالإشعاع الشمسي والرياح وكتلة الطاقة الحيوية. - المحافظة على المياه بالموقع بإستخدام التقنيات الحديثة. -	- إستخدام تقنيات وسائل الطاقة المتجددة كالإشعاع الشمسي (الخلايا الشمسية) طبقا لتصميمها المقترح. - الإعتماد على طاقة الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية بالمباني. - إستغلال الرياح المفضلة لتحقيق الراحة الحرارية للحد من إستهلاك الطاقة.
	تقنيات التأثير المنخفضة بيئيا	- الوصول لمفاهيم التصميم الإيكولوجي بالمبنى. - تحقيق تصميم تكنولوجي متوافق إيكولوجيا.	- إستغلال التكنولوجيا الحديثة لتوفير الطاقة المتجددة بالمبنى. - إستخدام التقنيات والمواد غير الملوثة للبيئة المحيطة بالمبنى.
مراعاة الأسس الإيكولوجية في التصميم		- الوصول لتصميم إيكولوجي - إقتصادي للمبنى. - التأكيد على تكامل الإتجاه الإيكولوجي مع إقتصاديات المبنى وعدم التعارض.	- تعدد الإستخدامات للفراغ الواحد بما يحقق أقل نسبة بناء وحفاظ على المصادر. - إستخدام مصادر الطاقة الطبيعية لتقليل التكلفة.
مراعاة التطور التكنولوجي بالمباني		- التكامل بين المتطلبات الوظيفية للمبنى وشبكات البنية التكنولوجية. - إستغلال التطوير التكنولوجي بالمبنى بما يتميز بقلة تكلفة صيانته وإصلاحه. - ربط أجزاء المبنى تكنولوجيا بين فراغاته المختلفة.	- خضوع ميكانيزم المبنى للوسائل التكنولوجيه الحديثة في الإضاءة - الإنذار .....إلخ. - إستخدام الكابلات الحديثة مثل (ISDN) للربط بين فراغات المبنى. - الوسائل الصوتية والمرئية للتحكم بفراغات المبنى. - إمكانية تطوير الوسائل التكنولوجية الحديثة بالمبنى وقابليتها للتعديل.
مراعاة المستعمل في التصميم		- الأخذ في الإعتبار رأي المستعمل في التصميم أثناء مراحله المختلفة. - التصميم لا يعتمد فقط على المصمم بل يتكون من فريق يشمل المصمم والمالك والمستعمل .....إلخ. - التطوير المستمر لتحقيق أهداف المجتمع. - الإهتمام للمصمم والمالك بالحصول على مبنى إيكولوجي إقتصادي.	- الفكرة الأساسية للتصميم نتاج الدمج بين الفكرة الأساسية للمصمم ومتطلبات المستعمل. - إستغلال المباني السابقة كقائمة مرجعية لتصميم المباني التالية. - الإهتمام بتصميم المبنى ما بعد الإشغال.

١-٤-٤ العمارة الشمسية SOLAR ARCHITECTURE:

١-٤-٤-١ التعاريف الأساسية:

إن أشعة الشمس تمثل أهم المصادر الرئيسية لكل أنواع الطاقة الطبيعية على الأرض، فأهمها هي أن الشمس تعتبر المصدر الرئيسي للحرارة بالغلاف الجوي من خلال الإشعاع الشمسي SOLAR RADIATION وخلال سقوطه على سطح الأرض يمكن تقسيمه الكمي بالنسب المئوية كما يتضح في شكل رقم (١-٣٧) والذي يوضح أن كمية الإشعاع الشمسي الواصلة لسطح الأرض تمثل حوالى ٥٠% من كمية الإشعاع الشمسي الكلية[1].



شكل رقم (١-٣٧): نسب الإشعاع الشمسي الساقط

ومع التقدم الهائل في التقنية ازدادت أهمية الشمس فصارت على سبيل المثال مصدرا للطاقة الكهربائية التي يتم توليدها بواسطة الخلايا الشمسية. ورغم أن استخراج الطاقة من أشعة الشمس مازال قيد البحث والدراسة والتجارب، إلا أنه يتوقع خلال وقت قصير أن تصبح أشعة الشمس المباشرة من أهم مصادر الطاقة على وجه الأرض.

وبالحديث عن العمارة الشمسية نجد أنه يوجد طريقتين أساسيتين للإكتساب الحراري من الإشعاع الشمسي:

أ- الأنظمة المباشرة (الفعالة) ACTIVE SOLAR SYSTEMS.

ب- الانظمة السالبة PASSIVE SOLAR SYSTEMS.

وبإيجاز يمكن توضيح الفرق بين النظامين السابقين كالتالي:

أ- الأنظمة المباشرة (الفعالة) ACTIVE SOLAR SYSTEMS:

وهي تتمثل في توظيف العناصر والمعدات الميكانيكية في تجميع وتحويل الإشعاع الشمسي، ومن الأمثلة الشائعة على ذلك استخدام الأسطح (المسطحة والمقعرة) لتجميع الإشعاع الشمسي على أسطح المباني، وكذلك استخدام المسطحات الصخرية ROCK BIN ذات خاصية الإكتساب الحراري من الإشعاع والشمس وتجميعها. ويتم تحويل ونقل الإشعاع الشمسي المكتسب في صورة حرارة عن طريق المياه أو الهواء إلى وحدة خاصة بالتجميع الحراري SOLAR STORAGE UNIT ومن ثم توزيعها عن طريق الأنظمة الميكانيكية إلى فراغات المبنى، شكل رقم (١-٣٨).

ب- الأنظمة الشمسية السالبة PASSIVE SOLAR SYSTEM:

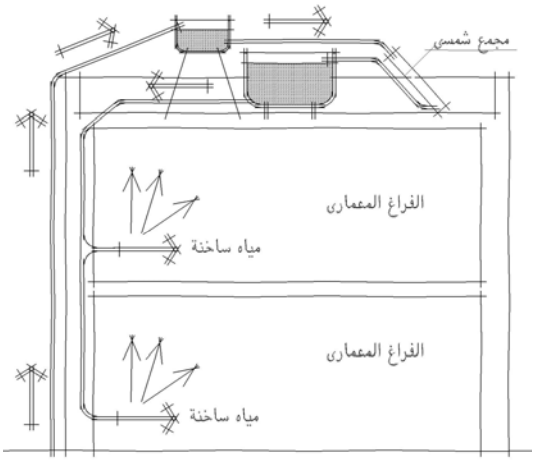
وهي تعرف بـ: **أنظمة التبريد والتدفئة السالبة**

PASSIVE SOLAR HEATING AND COOLING SYSTEMS.

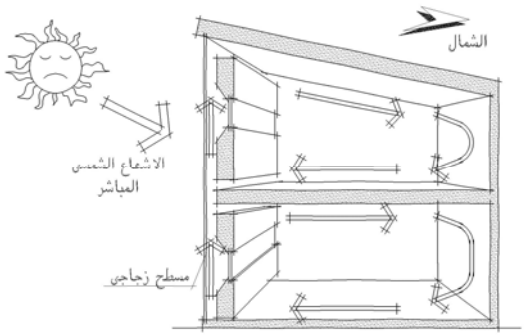
وهو ما يهم المصمم بالصورة الأولى، حيث أنه يعتمد على تدفئة وتبريد المبنى من خلال الأنظمة والظواهر الطبيعية للإشعاع الشمسي وخواصه المختلفة، مثل الإشعاع والتوصيل والحمل

[1] سعيد عبد الرحيم سعيد، العناصر المناخية والتصميم المعماري، مطبعة جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٩٧م.

.....إلخ، مستغلا في ذلك بعض أجزاء المبنى وعناصره المعمارية دون اللجوء لأية أنظمة أو معدات ميكانيكية كما في النظام المباشر، شكل رقم (١-٣٩).



شكل رقم (١-٣٨): الأنظمة المباشرة (الفعالة)
ACTIVE SOLAR SYSTEMS



شكل رقم (١-٣٩): الأنظمة الشمسية السالبة
PASSIVE SOLAR SYSTEM

ويلاحظ أن الفارق الأساسي والرئيسي بين النظامين السابقين هو أن الأنظمة الشمسية السالبة تعمل من خلال الطاقة الموجودة في الإشعاع الشمسي، بينما تحتاج الأنظمة المباشرة (الفعالة) للطاقة في عملها كإحتياجها للطاقة الكهربية لتشغيل الأنظمة والمعدات الميكانيكية المستخدمة في نقل الحرارة لفراغات المبنى.

وكما سبق ذكره فإن الأنظمة الشمسية السالبة للتدفئة والتبريد هي ماتهم المصمم المناخي بالصورة الأولى، حيث أنها تعمل من خلال العناصر المعمارية التي يقوم بتصميمها في المبنى، ويهمنا ذكرها وتناولها بالدراسة كما سيلي ذكره.

١-٤-٤-٢ الأنظمة الشمسية السالبة للتدفئة والتبريد

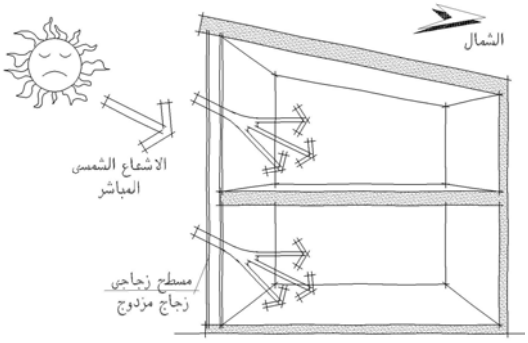
PASSIVE SOLAR HEATING AND COOLING SYSTEMS:

وكما سبق تعريفه فهي الأنظمة المعتمدة على الظواهر والخواص الطبيعية للإشعاع الشمسي والتى تعمل من خلال العناصر المعمارية بالمبنى، وتندرج الأنظمة الشمسية السالبة تحت نظامين أساسيين هما:

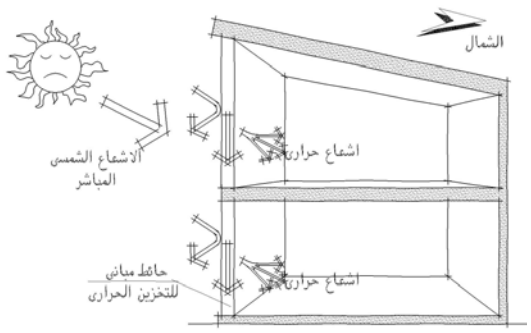
- نظام السطح الزجاجي (الشفاف) الجنوبي لتجميع الإشعاع الشمسي، شكل رقم (١-٤٠-أ).
- نظام الكتلة الحرارية لإمتصاص وتخزين وتوزيع الإشعاع الشمسي شكل رقم (١-٤٠-ب).

وخلال تصميم الأنظمة السالبة نجد أن المبنى يحتوى على كلا من النظامين السابقين لتكوين منظومة متكاملة للتدفئة والتبريد، ويجب التعريف بين ٣ مفاهيم أساسية للإكتساب الحراري من الإشعاع الشمسي وهما:

١- الإكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي DIRECT GAIN.
٢- الإكتساب غير المباشر من الإشعاع الشمسي INDIRECT GAIN.
٣- الإكتساب الحراري من خلال الإشعاع الشمسي المعزول ISOLATED GAIN.



شكل رقم (١-٤٠-أ): نظام السطح الزجاجي (الشفاف) الجنوبي لتجميع الإشعاع الشمسي



شكل رقم (١-٤٠-ب): نظام الكتلة الحرارية لإمتصاص وتخزين وتوزيع الإشعاع الشمسي

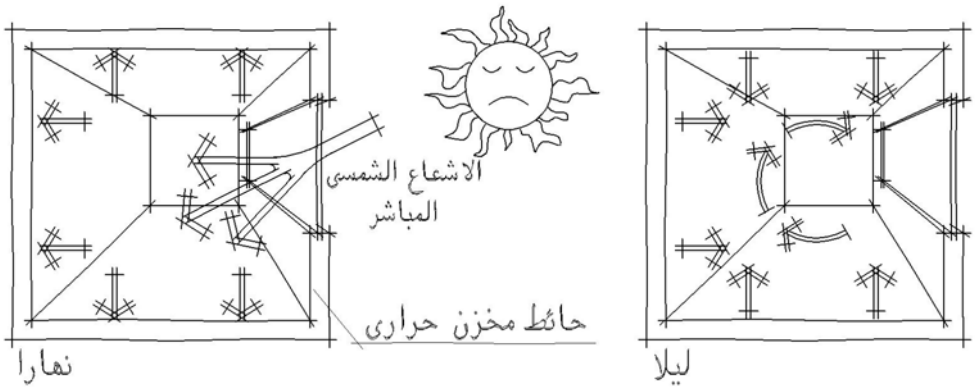
ويمكن توضيح أهم الفروق والمفاهيم الأساسية لما سبق فيما يلي:

أولا: الإكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي DIRECT GAIN:

وهو يعتبر من أبسط الوسائل المباشرة للأنظمة الشمسية السالبة للتدفئة والتبريد حيث يتم الإكتساب الحراري من الإشعاع الشمسي مباشرة من خلال الفراغ المعماري والذي يعمل كمجمع حراري شمسي SOLAR COLLECTOR، وذلك مع إحتواء الفراغ المعماري على مواد ذات خاصية الإمتصاص والتخزين والتوزيع الحراري، شكل رقم (١-٤١).

وكتعريف مباشر لهذا النظام يتضح كالتالي:

"إستخدام الفراغ المعماري كمجمع حراري مع خاصية التخزين والتوزيع الحراري في نظام متكامل".



شكل رقم (١-٤١): الإكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي وظاهرة الإمتصاص والتخزين والتوزيع الحراري

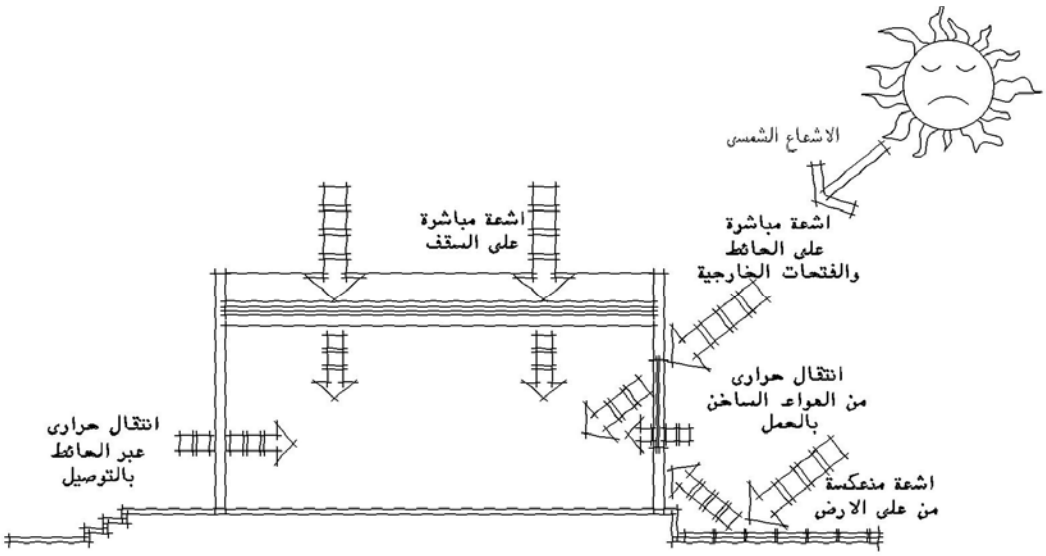
ويلاحظ في هذا النظام هو عمله المستمر خلال ساعات النهار، فعادة يقوم الفراغ بالإكتساب الحراري سواء عن طريق الإشعاع الشمسي المباشر أو المنعكس من الأسطح المجاورة، شكل رقم (١-٤٢)، معتمدا في ذلك على العناصر الزجاجية بالمبنى (نوافذ – حوائط ستائرية - .....إلخ).

وبصورة أكثر إيضاحا لذلك النظام فإننا نتعرض من خلال عمله لعنصرين أساسيين متتابعين هما كالتالي:

أ- ظاهرة الإكتساب الحراري المباشر من الإشعاع الشمسي.

ب- ظاهرة الإمتصاص والتخزين والتوزيع الحراري.

ويوضح جدول رقم (١-٢٠) الإستراتيجيات الأساسية لكل من الظاهرتين السابقتين وأهم تطبيقاتها المعمارية.

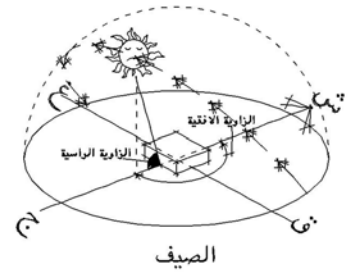


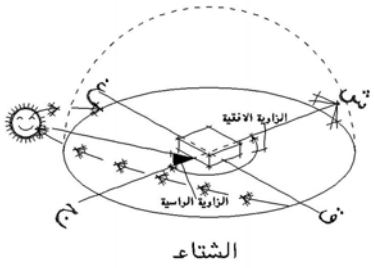
شكل رقم (١-٤٢): العمل المستمر لنظام الإكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي من خلال الأسطح المجاورة للمبنى

جدول رقم (١-٢٠): الإستراتيجيات الأساسية لظواهر الإكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي:

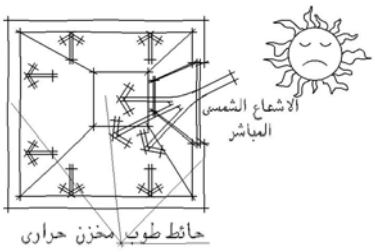
	أ- ظاهرة الإكتساب الحراري من الإشعاع الشمسي.	**ب- ظاهرة الإمتصاص والتخزين والتوزيع الحراري.**
المواد المستخدمة	يجب استخدام المواد ذات إنتقالية حرارية مناسبة ونفاذية مناسبة للإشعاع الشمسي، ومن أشهر هذه المواد هي الأسطح الزجاجية الشفافة حيث تتميز بخاصية إضافية (الإتصال البصري بالخارج)، حيث ترتفع بها الموصلية الحرارية وخاصة لبعض أنواع الزجاج.	لضمان كفاءة الأداء الحراري للإمتصاص والتخزين والتوزيع يجب استخدام مواد ذات خواص حرارية ملائمة داخل الفراغ المعماري من أكثرها انتشارا المياه والحوائط ذات طبقة البياض الأسمنتي والمنشأة من الطوب / الحجر / الخرسانة .....إلخ.
التوجيه موقع العنصر المعماري الفعال	لكفاءة الإكتساب الحراري من الإشعاع الشمسي وضمان عملها في التدفئة شتاءا وعدم زيادة الأحمال الحرارية صيفا، تعتبر الواجهه الجنوبية من أمثل الواجهات لهذا الغرض حيث أنها تعتبر معرضة لأكبر كمية إشعاع شمسي شتاءا للتدفئة مع أقل كمية إشعاع صيفا وذلك لإرتفاع زاوية سقوط الشمس صيفا عنها في الشتاء، شكل رقم (١-٤٣).	لضمان امتصاص وتخزين وتوزيع الطاقة الحرارية مع تدني درجة الراحة عن الراحة الحرارية طبقا لتصميم غلاف المبنى، فإنه يراعى على الأقل احتواء الفراغ على (١,٥) إلى (٣) أضلع للحوائط ذات البياض الأسمنتي أو (١) ضلع للحوائط المحتوية علي خزان مياه بالحائط وذلك في منطقة معرضة للاشعاع الشمسي المباشر[1]، شكل رقم (١-٤٤).

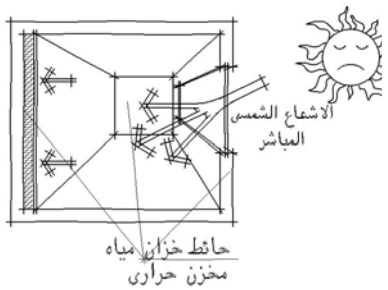
[1] Edward mazria, The passive solar energy book, Rodale press, united state of America, 1979.





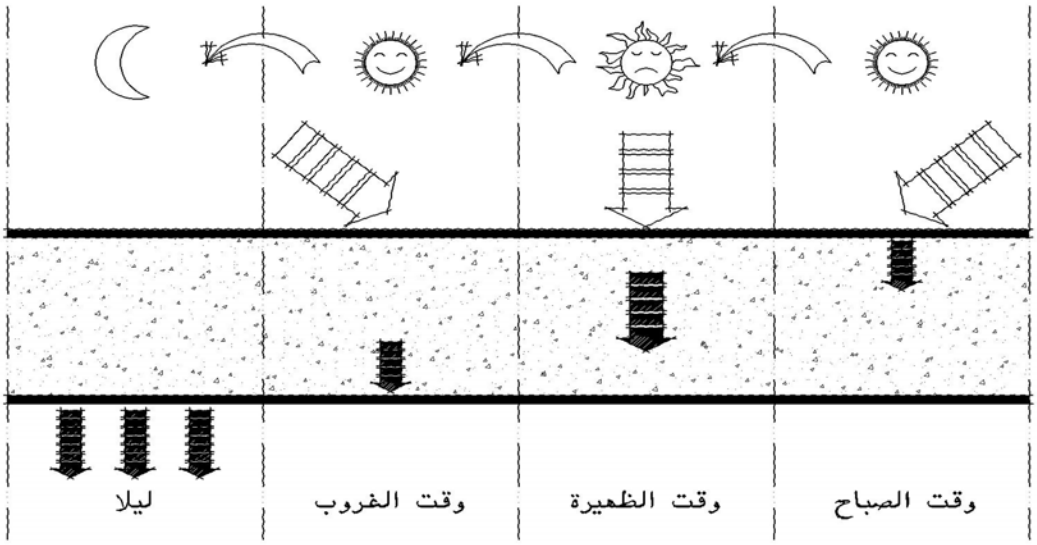
شكل رقم (١-٤٣): حركة الشمس صيفا وشتاءا.





شكل رقم (١-٤٤): امتصاص وتخزين وتوزيع الطاقة الحرارية

والجدير بالذكر أنه يتم المحافظة على درجة حرارة الفراغ المعماري من الإرتفاع عن حد الراحة الحرارية نهارا عن طريق تصميم الغلاف الخارجي للمبنى بما يسمح بوجود زمن تأخير TIME-LAG ملائم يسمح بالإنبعاث الداخلي للحرارة من خلال الغلاف الخارجي للمبنى وقت نزول درجة الحرارة بالفراغ عن حد الراحة الحرارية، شكل رقم (١-٤٥).



شكل رقم (١-٤٥): تصميم الغلاف الخارجي للمبنى بما يضمن تحقيق الراحة الحرارية عن طريق زمن التأخير الملائم.

ثانيا: الإكتساب غير المباشر من الإشعاع الشمسي INDIRECT GAIN:

وهو يعتبر النظام الثاني للتصميم الشمسي، حيث تعمل هذه المنظومة من خلال وجود وسط إنتقالي ما بين الفراغ المعماري والإشعاع الشمسي، ويقوم هذا الوسط بدور إمتصاص الإشعاع الشمسي وتخزينه في صورة طاقة حرارية ثم إعادة توزيعه طبقا لتصميمه في الوقت الملائم عند انخفاض درجة الحرارة عن حد الراحة الحرارية.

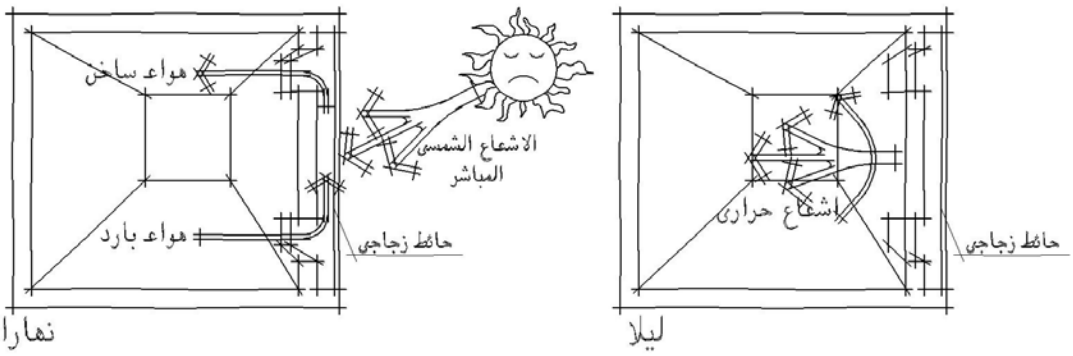
وخلال هذا التصميم فإن الوسط الإنتقالي يتشكل من خلال عنصرين معماريين أساسيين (أحدهما أو كلاهما) وهما:

أ- المخزن الحراري بالحوائط THERMAL STORAGE WALLS.
ب- المخزن الحراري بالسقف ROOF POND.

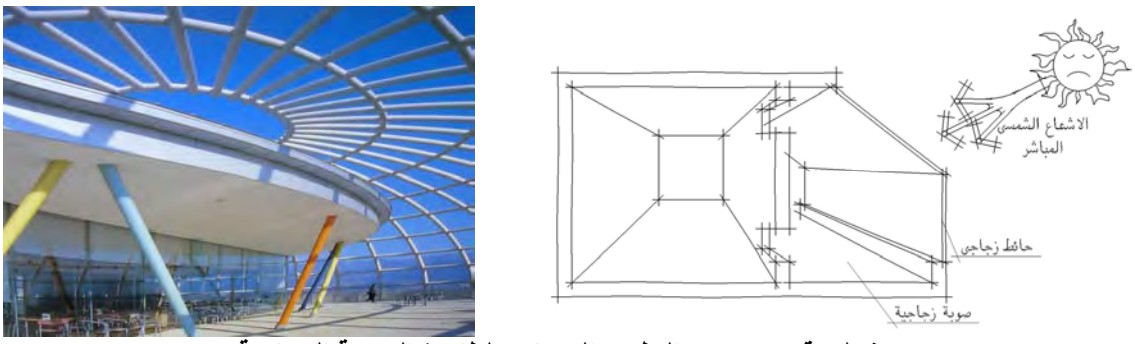
أ- المخزن الحراري بالحوائط THERMAL STORAGE WALLS:

وهي تعتمد على وجود الحوائط الخارجية كوسط إنتقالي للحرارة من خلال إمتصاصها للإشعاع الشمسي وتحويلها إلى طاقة حرارية داخل الحائط وإعادة بثها كإشعاع حراري داخل الفراغ المعماري، ولعل من أشهر الأمثلة على ذلك هي TROMBE WALL والتي تعتمد على وجود فراغ هوائي بين سطح زجاجي شفاف خارجي وحائط داخلي مع دهان سطحه الخارجي بلون أسود أو داكن لزيادة كفاءته في إمتصاص الحرارة، ويمكن زيادة كفاءة عمل TROMBE WALL عن طريق إضافة فتحات علوية وسفلية بالحائط الداخلى تسمح بحركة الهواء ما بين الفراغ الداخلي والفراغ الهوائي الخارجي، شكل رقم (١-٤٦).

ومن أهم تطبيقات TROMBE WALL المعمارية هي ظاهرة الصوبة الزجاجية وتطبيقها في المباني عن طريق GREEN HOUSE، شكل رقم (١-٤٧).



شكل رقم (١-٤٦): ميكانيزم عمل TROMBE WALL



شكل رقم (١-٤٧): التطبيق المعماري لظاهرة الصوبة الزجاجية.

ب- المخزن الحراري بالسقف ROOF POND:

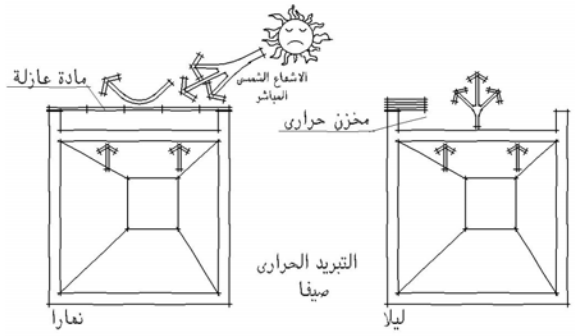
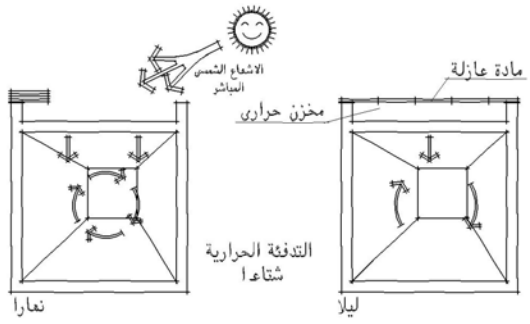
وفيه يمثل السقف المخزن الحراري للفراغ المعماري، وميكانيزم هذا النظام يساهم في التدفئة الحرارية شتاءا والتبريد صيفا كما يوضح ذلك جدول رقم (١-٢١)، شكل رقم (١-٤٨).

ثالثا: الإكتساب الحراري من خلال الإشعاع الشمسي المعزول ISOLATED GAIN :

وفيه يعتمد التخزين الحراري عن طريق مجمعات ومخازن حرارية خاصة لاعلاقة لها بالفراغ المعماري، ويتم نقل الحرارة من خلال وسائط أخرى بما يسمح بنقلها وقت اللزوم فقط. ومن أحد أشهر الأمثلة الشائعة لهذا النظام هو THE NATURAL CONVECTIVE LOOP، شكل رقم (١-٣٨)، والذي يتكون أساسا من مجمع شمسي ومخزن حراري خاص. ويعتمد على وسط إنتقالي لنقل الحرارة والذي يكون إما دورة مياه خاصة أو دورة هواء محاطة بصخور حرارية، حيث يتم

تخزين الماء أو الهواء الساخن في التانك الخاص بذلك مع دفع الماء البارد من أسفل التانك إلى المجمع الشمسي لرفع درجة حرارته، وتستمر هذه الدورة طوال فترة توافر الإشعاع الشمسي، ويتم بعد ذلك إعادة ضخ المياه أو الهواء الساخن في قنوات خاصة بها في حوائط المبنى الداخلية عند الحاجة لرفع درجة الحرارة لمستوى الراحة الحرارية بالفراغ المعماري.
وإلى جانب قيام الدارسين والمصممين بتمثيل المفاهيم الأساسية للعمارة الشمسية في صورة تطبيقات معمارية، قام بعض المصممين والباحثين بوضع خطوات إرشادية ومبادئ أساسية للتطبيق المعماري للعمارة الشمسية سيتم تناولها بإيجاز في النقاط القادمة.

جدول رقم (١-٢١): ميكانيزم المخزن الحراري بالسقف ROOF POND:

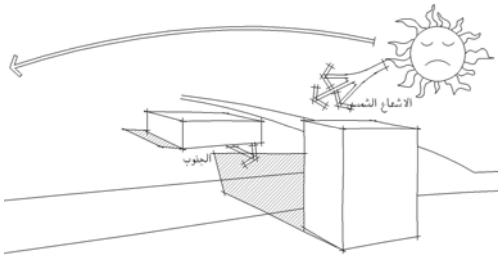
صيفا	شتاءا
يتم تغطية السقف بمادة عازلة نهارا لمنع الحرارة الزائدة على السقف مما يساهم في منع الإشعاع الشمسي المباشر على السقف، مع المساعدة على التخلص من الحرارة الزائدة ليلا عن طريق إزالة الطبقة العازلة.	يتعرض السقف نهارا للإشعاع الشمسي المباشر، حيث يتم ليلا تغطية السقف بمادة عازلة تسمح باحتفاظه بالحرارة لبثها داخل الفراغ المعماري.
	

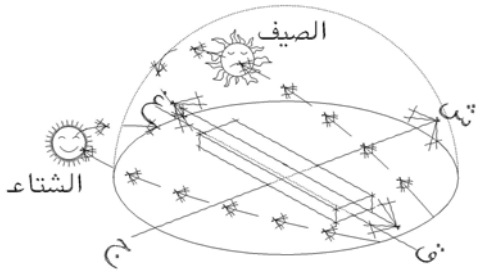
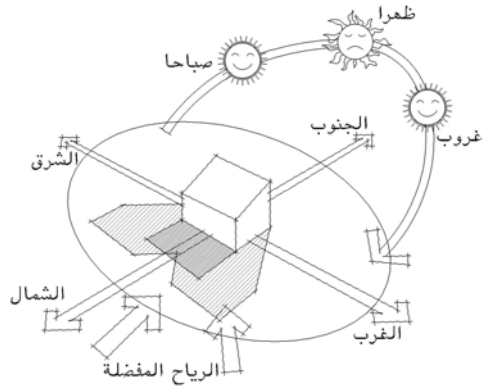
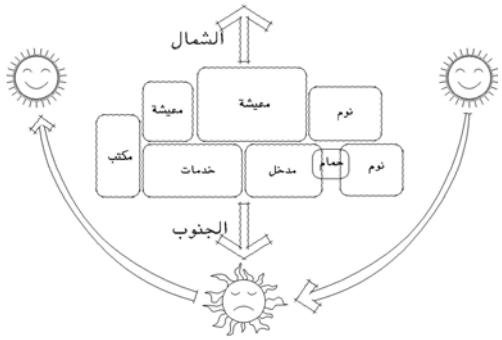
شكل رقم (١-٤٨): ميكانيزم المخزن الحراري بالسقف ROOF POND

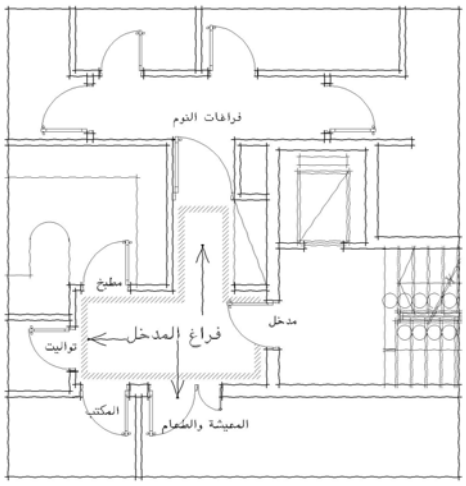
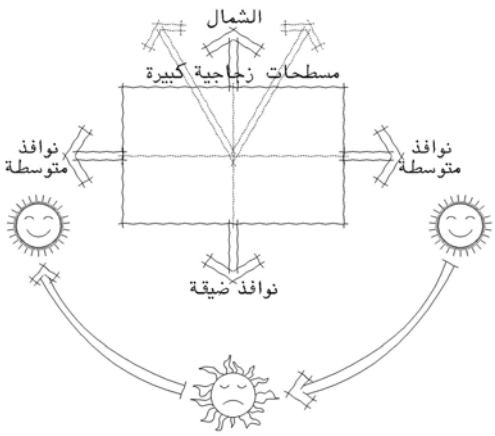
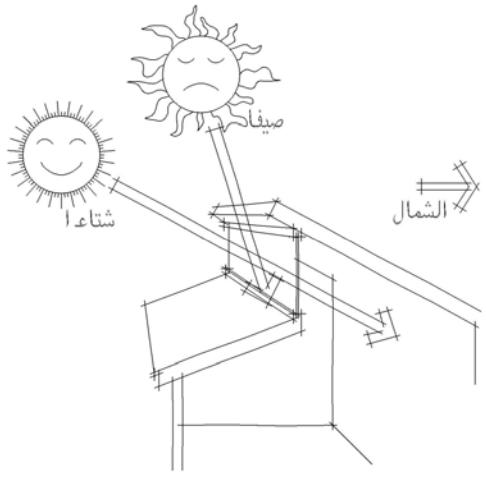
١-٤-٤-٣ الخطوط الإرشادية للتطبيق المعماري للعمارة الشمسية:

تختص هذه الخطوط الإرشادية بوضع المحددات العامة والتي على أساسها يتم التصميم الشمسي للمبنى بداية من الموقع الأمثل للمبنى وحتى الأماكن المفضلة لتحديد العواكس على الغلاف الخارجي للمبنى، وترتبط هذه الخطوط الإرشادية بعضها وبعض لتساهم بالتكامل في تصميم مبنى شمسي يعتمد في أدائه الحراري على الإشعاع الشمسي بصورة إيجابية.
كما أنه يمكن وضع هذه المحددات كمعايير تقييمية للأداء الحراري للمباني القائمة وسلوكها عند تعرضها للإشعاع الشمسي، ويوضح جدول رقم (١-٢٢) المحددات الرئيسية لتصميم المباني الشمسية.

جدول رقم (١-٢٢): المحددات الرئيسية لتصميم المباني الشمسية:

المحدد	الإستراتيجيات	التطبيق المعماري
وضع المبنى بالموقع BUILDING LOCATION	ترك مساحة كافية جنوب المبنى للسماح للتعرض لأشعة الشمس المطلوبة من الساعة ٩,٠٠ صباحا إلى الساعة ٣,٠٠ ظهرا، وكذلك ضمان عدم تظليل المبنى بالمباني المجاورة.	

شكل المبنى وتوجيهه **BUILDING SHAPE AND ORIENTATION**	من الضروري توفير منفذ للإشعاع الشمسي بصورة ملائمة للمبنى، ولهذا: - يفضل جعل محور المبنى الأطول في إتجاه الشرق – غرب للسماح بأقصى مساحة واجهه جنوبية للتعرض للإشعاع الشمسي شتاءا. - التوجيه الشمالي يساعد على تقليل الأحمال الحرارية بصورة كبيرة على الواجهات الشمالية طوال فترة النهار.	
الجانب الشمالي للمبنى **NORTH SIDE**	رغم عدم تعرض الواجهه الشمالية للإشعاع الشمسي المباشر إلا أنه يفضل أن يقل إرتفاعها عن إرتفاع الواجهه الجنوبية بما يحقق ميل ملائم للسقف اتجاه الجانب الشمالي للمبنى يستفاد منه التالي: - تقليل الأحمال الحرارية على الأسقف. - تقليل طول ظل المبنى في الجزء الشمالى، ومع وضع مواد تشطيبية ملائمة بما يسمح بعكس الإشعاع الشمسي في الجزء الشمالي للإستفادة من الإشعاع الحراري والضوئي بصورة ملائمة.	
التوزيع الفراغي الداخلي **LOCATION OF INDOOR SPACES**	تحتاج الفراغات الداخلية للإضاءة الطبيعة والإشعاع الحراري في حالة إنخفاض درجة الحرارة عن مستوى الراحة الحرارية، ولهذا يفضل الإلتزام بالتالي في التوزيع الفراغي للمبنى: - غرف النوم على الواجهة الشرقية. - غرف المعيشة تأخذ الإتجاه الشمالي مع السماح بالإتصال بالواجهه الجنوبية. - الخدمات على الواجهة الجنوبية والغربية.	

مدخل المبنى ENTRANCE	للحفاظ على الهواء الساخن أو البارد داخل فراغات المبنى يفضل تصميم مدخل المبنى من مدخلين متتاليين مستغلا الفراغ فيما بينهما كفراغ مدخل Lobby بما لا يسمح بالإتصال الهوائي المباشر ما بين الداخل والخارج.	
موقع الفتحات الخارجية WINDOW LOCATION	يفضل وضع فتحات خارجية تبعا للفراغات الداخلية في الحائط الجنوبي / الجنوبي الغربي / االجنوبي الشرقي بأبعاد معينة طبقا للتصميم المناسب بما يحقق الإكتساب الحراري المناسب شتاءا.	
	وطبقا للتصميمات السابقة تم تحديد عدد من المسطحات الملائمة للنوافذ في الواجهة الجنوبية مقارنة بدرجة الحرارة الخارجية طبقا كالتالي[1]: - في حالة متوسط درجة الحرارة شتاءا ٢٠ – ٣٠ فهرنهيت يفضل تصميم نافذة جنوبية زجاج شفاف بمساحة ٠,١٩ – ٠,٣٨ قدم٢. - في حالة متوسط درجة الحرارة صيفا ٣٥ - ٤٥ فهرنهيت يفضل تصميم نافذة جنوبية زجاج شفاف بمساحة ٠,١١ – ٠,٢٥ قدم٢.	
المسطحات الزجاجية العلوية SKY LIGHTS	يمكن الحصول على الإشعاع الشمسي الملائم عن طريق السقف أيضا وذلك من خلال تصميم إضاءة طبيعة علوية بالسقف، ويفضل توجيهها إتجاه الجنوب لإستقبال الأشعة الشتوية دون الصيفية.	

[1] Edward mazria, The passive solar energy book, Rodale press, united state of America, 1979.

والملاحظ من خلال هذه المعايير والمحددات ما هي إلاخطوط إرشادية يمكن أن تتغير مفاهيمها مع التطور التكنولوجي المستمر، الأمر الذي قد يؤدي إلى تغير الحلول المعمارية لمحدد أو معيار أساسي بصورة مختلفة، أو ظهور حلول معمارية أخرى. الأمر الذي يجب معه ألا يلتزم بتلك المعايير حرفيا، بل إعتبارها مجرد خطوط إرشادية للتصميم.
ورغم التطور المستمر والهائل في العمارة الشمسية ورغم مميزاتها المتعددة إلا أنه مازالت لها بعض المساوئ والعيوب، وعلى سبيل المثال ويمكن ذكر أهم إيجابيات وسلبيات العمارة الشمسية كالتالي:

أولا: إيجابيات العمارة الشمسية:

إمكانية التصميم الشمسي بالعناصر المعمارية الموجودة أصلا بالمبنى دون أية إضافات مستجدة معمارية على المبنى، وكذلك السهولة والوضوح في التصميم الشمسي وكفاءة العمل وسهولة الصيانة.

ثانيا: سلبيات العمارة الشمسية:

إستمرارية عمل الإكتساب الشمسي الأمر الذي قد يؤدي في بعض الأحيان إلى إرتفاع درجة حرارة المخزن الحراري بصورة كبيرة تؤثر على الراحة الحرارية بالفراغ الداخلي، مما أدى إلى إستخدام وسائل الإظلال في بعض الأحيان للحد من التأثير الحراري الزائد للإشعاع الشمسي.

وبالرغم من ظهور الإتجاهات الحديثة للتصميم المعماري وتطور مفاهيمها وأساليب معالجاتها المعمارية، ظل الحاسب الآلي له دور أساسي وكبير في تطور التصميم المناخي وإيجاد الحلول الملائمة للمعالجات المناخية للمباني، ولم يعد دورها قاصرا على التحليلات المناخية أو الخطوط الإرشادية بل شمل كل الدراسات والسلوك المناخي للمبنى مع كافة العناصر المناخية المحيطة به وبالتالي إيجاد بدائل الحلول والمعالجات المناخية الملائمة للمصمم وتأثيرها الإيجابي لتحسين الآداء البيئي للمباني، وذلك ما سيتم دراسته بإيجاز في النقاط التالية من الدراسة البحثية.

١-٥ برامج الحاسب الآلي للتصميم البيئي للمباني:

١-٥-١ تمهيد:

مع إزدياد الإهتمام بالتصميم والمعالجات المناخية للمباني وظهور الإتجاهات الحديثة للتصميم المناخي دخلت مرحلة الحسابات المناخية مرحلة معقدة يصعب معها في الكثير من الأحيان الحصول على نتائج مؤكدة للتصميم المناخي، الأمر الذي أدى إلى زيادة الإهتمام بالحاسب الآلي وتفعيل دوره في التصميم المناخي خلال مراحل التصميم المختلفة للمبنى بدءا من الفكرة الأساسية للتصميم وإنتهاءا بالرسومات التنفيذية ورسومات التشغيل.
وخلال السنوات الماضية زاد الإهتمام ببرامج الحاسب الآلي للتصميم المناخي خاصة مع تطورها المستمر إلى الحد الذي لم يعد فيه البرنامج قاصرا على التحليلات المناخية فقط بل يشمل دراسة السلوك البيئي الكامل للمبنى بعد تصميمه وأثر المعالجات المناخية المعمارية والميكانيكية في سلوك المبنى وبدائلها المختلفة.
وبالرغم من التطور المعلوماتي والتكنولوجي الهائل والمستمر في استخدام الحاسب الآلي، ليس فقط في مجال التصميم المعماري بل كافة مجالات الحياه إلى الدرجة التي أصبح الإعتماد فيها على الحاسب الآلي في أي مجال من الضروريات التي لا يمكن الإستغناء عنها، إلا أنه ما زالت هناك بعض المشكلات التي تواجه استخدام برامج الحاسب الآلي في مجال التصميم المناخي، يمكن ذكر أهمها فيما يلي:

١-٥-٢ المشكلات التي تواجه استخدام برامج الحاسب الآلي في التصميم المناخي:

١-٥-٢-١ صعوبة استخدام بعض البرامج:

تصل بعض البرامج من التفاصيل والبيانات العديدة إلى مرحلة تقارب التعقيد، الأمر الذي يجعل استخدام هذه البرامج قاصرا على بعص المتخصصين في مجال التصميم البيئي ومجال الحاسب الآلي، الأمر الذي يجعل من الصعوبة استخدام البرنامج من قبل المصمم المعماري قليل الخبرة في ذلك المجال.

١-٥-٢-٢ إقتصار بعض البرامج على بيانات ونتائج محددة:

تعتمد بعض برامج التصميم المناخي على معلومات مناخية محددة كدرجات الحرارة فقط دون الأخذ في الإعتبار المعلومات والظروف الأخرى المؤثرة مناخيا كالطبوغرافيا أو غيرها، الأمر الذي يجعل نتائج هذه البرامج قاصرة على معالجات معينة دون الأخذ في الإعتبار العناصر المعمارية الأخرى ودورها في التصميم المناخي.

١-٥-٢-٣ إهمال البعد الإقتصادي:

في بعض برامج التصميم المناخي الشائعة الإستخدام لا يتم إدراج العوامل الإقتصادية ضمن أساسيات البرنامج الأمر الذي يصعب معه الحصول على بدائل إقتصادية مختلفة للتصميم البيئي للمبنى يمكن من خلالها الوصول للتصميم الإقتصادي البيئي الأمثل للمبنى، الأمر الذي يدفع المصمم إلى إيجاد عدة بدائل تصميمية بيئية مختلفة للمبنى واللجوء لدراسات الجدوى من قبل المتخصصين لإختيار البديل الإقتصادي البيئي الأمثل.

١-٥-٢-٤ عدم المرونة الكافية لبعض البرامج:

تتسم بعض برامج التصميم البيئي بعدم المرونة في بياناتها الأساسية وعدم إمكانية تغييرها كمعلومات العناصر المناخية والوحدات المستخدمة والتي تضيف بعض من الصعوبة عند إستخدامها نظرا لإختلاف الوحدات الالمستخدمة في بعض الدول عن الوحدات المستخدمة في البرنامج.

وبالرغم من الصعوبات المواجهة لبرامج التصميم البيئي إلا أنها تتميز بالعديد من المميزات من أهمها التحليلات المناخية البيئية للمبنى وتسهيل الحسابات البيئية وبدائل الحلول المناخية المختلفة، لذا يجب على المصمم أن يكون واعيا لإستخدام تلك البرامج طبقا للدراسة والتصميم البيئي المطلوب وذلك للحصول على الخطوط الإرشادية الرئيسية للتصميم المناخي أو لإجراء الدراسات المناخية المطلوبة للمباني القائمة لتقييمها أو لتطويرها بيئيا.
وعلى سبيل المثال يمكن تقسيم برامج التصميم المناخي إلى ثلاثة أقسام رئيسية طبقا لوظيفة البرنامج والمخرجات التي يمكن الحصول عليها منه وهي:

١- البرامج الخاصة بالتحليلات المناخية.

٢- البرامج الخاصة بتصميم عناصر الغلاف الخارجي للمبنى.

٣- البرامج الخاصة بدراسة السلوك البيئي للمبنى.

وعلى سبيل المثال سيتم ذكر بعض برامج التصميم البيئي ودراسة المدخلات المناخية المطلوبة للبرنامج وأهم نتائجه الرئيسية.

١-٥-٣ أمثلة برامج الحاسب الآلي للتصميم البيئي:

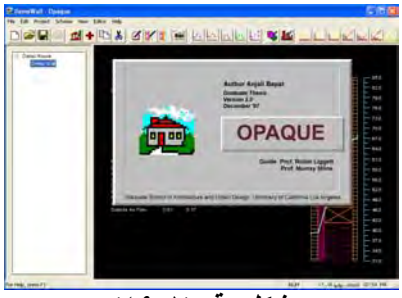
١-٥-٣-١ برنامج OPAQUE:

وهو برنامج مبسط وسهل الإستخدام، وإستخدامه الأساسي لتصميم عناصر الغلاف الخارجي للمبنى بما يحقق الراحة الحرارية عن طريق حساب قيمة المقومة الحرارية U-Value وزمن التأخير Time Lag الملائم طبقا للمعلومات المناخية المسجلة للمدينة، شكل رقم (١-٤٩).

- المدخلات الرئيسية: الموقع / درجات الحرارة العليا والصغرى للأشهر / خط العرض / درجة الراحة الحرارية المطلوبة داخليا، إضافة إلى تحديد الواجهات (شمال – شرق - .....) أو السقف مع درجة ميله ومعامل الإمتصاص للسطح الخارجي للمبنى وكذلك معامل الإنعكاس للسطح الخارجي المحيط بالمبنى، شكل رقم (١-٥٠).

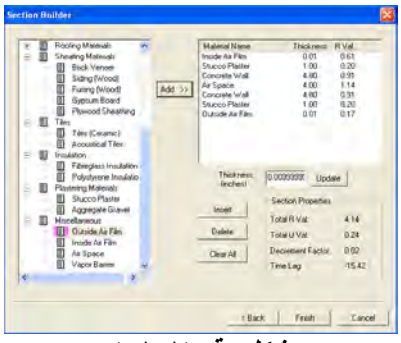
- النتائج الرئيسية: تصميم عناصر ومواد قطاع الغلاف الخارجي للمبنى وذلك لتحقيق الراحة الحرارية طبقا لقيمة كل من U-Value و Time Lag الملائمين للمبنى، شكل رقم (١-٥١)، وذلك بالحصول على التدرج الحراري لقطاع الحائط للغلاف الخارجي للمبنى في صورة بياني وجداول، شكل رقم (١-٥٢).

إضافة إلى البيانات الخاصة بدرجات الحرارة لأشهر السنة وكذلك درجات الحرارة الشمسية والإشعاع الشمسي المباشر والإكتساب والفقد الحراري، شكل رقم (١-٥٣).

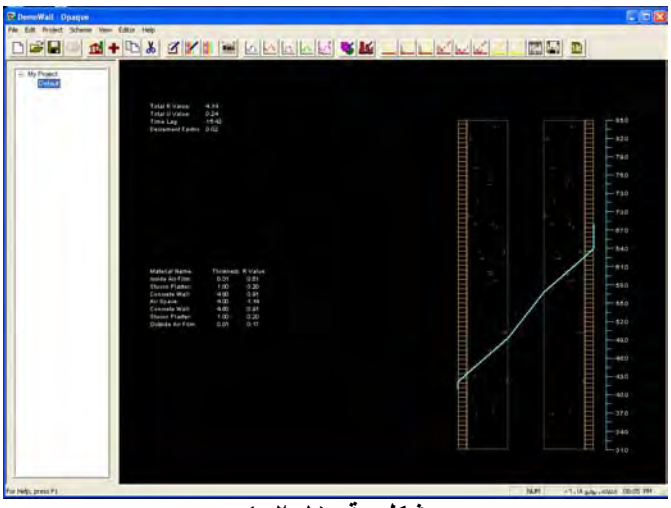


شكل رقم (١-٤٩)

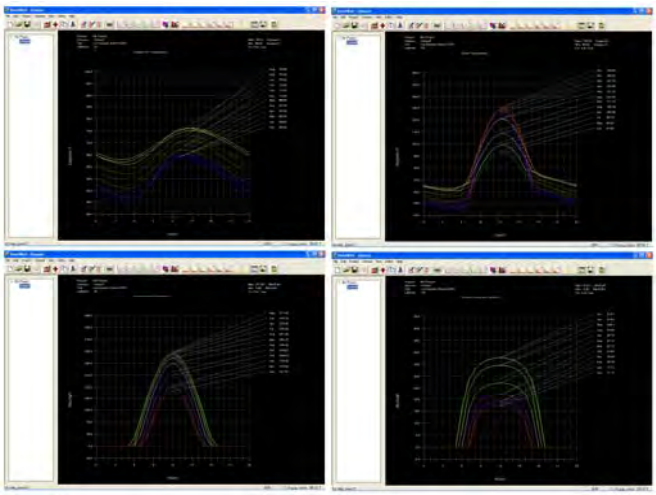
شكل رقم (١-٥٠)



شكل رقم (١-٥١)



شكل رقم (١-٥٢)



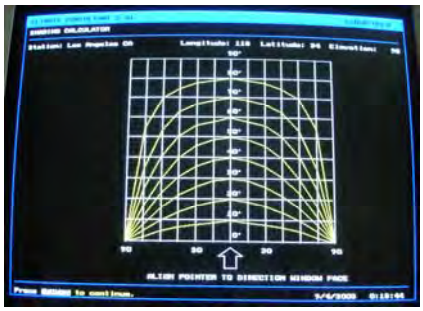
شكل رقم (١-٥٣)

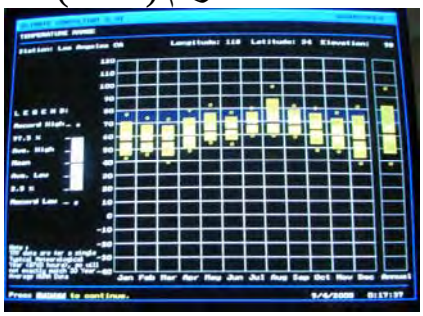
١-٥-٣-٢ برنامج CLIMATE CONSULT:

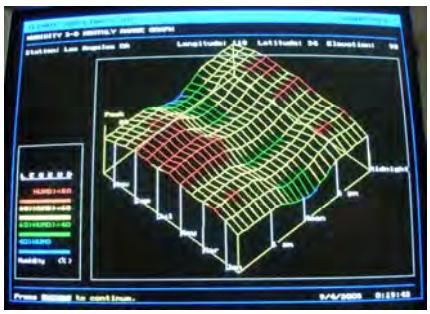
برنامج سهل الإستخدام لتحليل المعلومات المناخية لأي مدينة طبقا للمعلومات المناخية الأساسية المسجلة وذلك للحصول على الخطوط الإرشادية الرئيسية للتصميم المناخي، شكل رقم (١-٥٤).

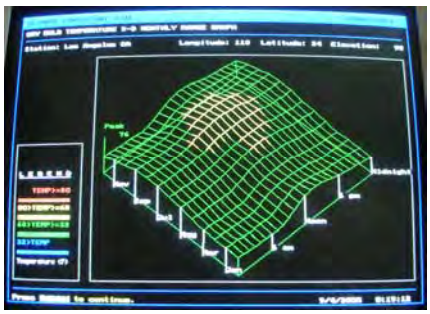
- المدخلات الرئيسية: المعلومات المناخية للموقع المراد تصميمه.
- النتائج الرئيسية: التحليلات الرئيسية للموقع / الخطوط الإرشادية الرئيسية للتصميم المناخي كخريطة الراحة الحرارية .....إلخ، وذلك في مستوى 2D – 3D، شكل رقم (١-٥٥).

شكل رقم(١-٥٤)







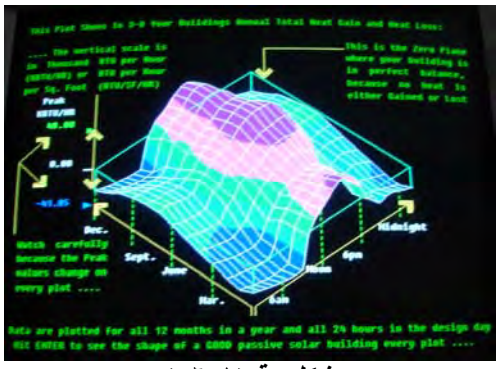


شكل رقم (١-٥٥)

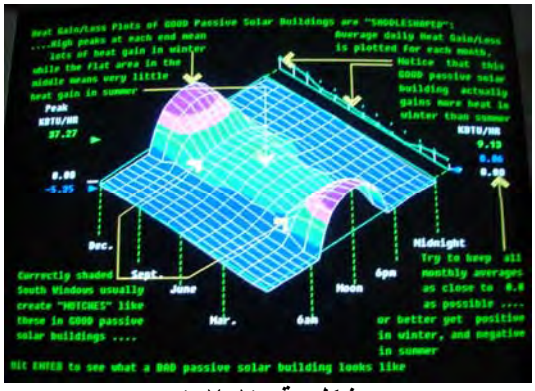
١-٥-٣-٣ برنامج SOLAR 5-7:

برنامج يختص بدراسة سلوك المبنى طوال العام وعلاقتها بالطاقة المستهلكة لتحقيق الراحة الحرارية للمبنى، كمثال ذلك:

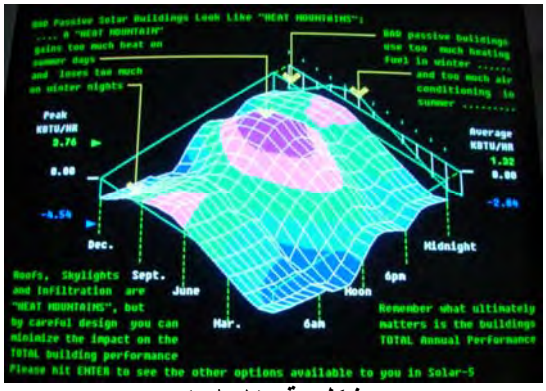
- الإكتساب والفقد الحراري للفتحات الخارجية لكل واجهة على حدة، شكل رقم (١-٥٦).
- الأحمال الحرارية الكلية للإكتساب والفقد الحراري، شكل رقم (١-٥٧).
- HEATING OUTPUT SYSTEM.
- COOLING OUTPUT SYSTEM.
- معدل تغير الهواء لكل ساعة.
- مدى تغير درجات الحرارة الداخلية، شكل رقم (١-٥٨).
- تكلفة إستهلاك الطاقة والكهرباء.
- التكلفة الكلية لإستهلاك الطاقة.



شكل رقم(١-٥٦)



شكل رقم (١-٥٧)



شكل رقم (١-٥٨)

١-٥-٣-٤ برنامج SOLAR - 2:

وهو برنامج يختص بدراسة إظلال النافذة في المبنى ، شكل رقم (١-٥٩)، وذلك في صورة 2D – 3D.

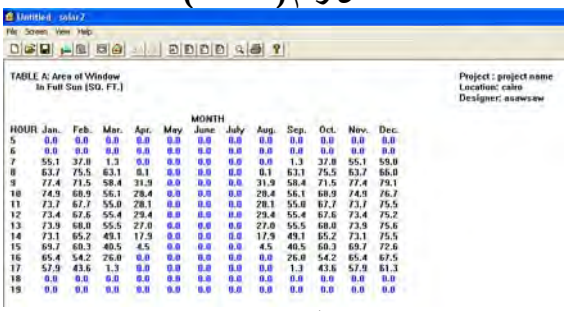
- المدخلات الرئيسية: الموقع / خط العرض / أبعاد وموقع النافذة وإرتفاعها عن الأرض / موقع النافذة بالنسبة للحائط / أبعاد المباني المجاورة لدراسة تأثير إظلالها / أبعاد وإرتفاعات الحوائط الأخرى بالفراغ.

- النتائج الرئيسية: دراسة إظلال النافذة طوال أشهر السنة في صورة 2D – 3D، وكذلك على هيئة جداول، شكل رقم (١-٦٠-أ، ب، جـ).

شكل رقم (١-٥٩)

شكل رقم (١-٦٠-أ)

شكل رقم (١-٦٠-ب)



شكل رقم (١-٦٠-جـ)

الـــــخـــــــلاصـــــــة:

- للمناخ الخارجي والعناصر المناخية تأثيرها المباشر على حياة وأنشطة الانسان.
- الحمل الحراري على الإنسان يكون نتيجة عاملين أساسيين:
  - العمليات الحيوية بجسم الإنسان.
  - التبادل الحراري بين الإنسان والمناخ المحيط.
- إقتصر دور المهندس المعماري على التصميم المعماري فقط للعناصر المشكلة للمبنى بالرغم من أهمية هذه العناصر لتشكيلها البيئة الداخلية للمبنى.
- نظرا لذلك إعتمدت أغلب المباني إعتمادا كليا على الحلول الميكانيكية للحصول على بيئة حرارية داخلية مريحة للإنسان.
- يعرف التصميم المناخي بالعملية التصميمية التي يمكن من خلالها توفير ظروف مناخية آمنة للمستعمل بأقل قدر من التكاليف.
- هناك دائما علاقة تأثير تبادلي بين المبنى ومحيطه الخارجي. فهناك تأثير للعناصر المحيطة بالمبنى على تشكيل مناخ الفراغات الداخلية، وعلى العكس فهناك تأثير من تشغيل المبنى على البيئة المحيطة.
- تهدف المعايير الأساسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة إلى إحداث التوازن في البيئة المحيطة وبما يسمح لنظم المبنى أن تعمل بكفاءة عالية بحيث يكون تأثيرها السلبي أو التدميري على النظام البيئي في أقل حدود ممكنة.
- تتمثل الأهداف الرئيسية لتصميم المباني الصديقة للبيئة في التالي:
  - التكيف مع المناخ وتحقيق الراحة الحرارية للمستعمل.
  - الحفاظ على الطاقة.
  - التقليل من إستخدام الموارد الجديدة.
  - إحترام الموقع والمتعاملين مع المبنى.
- منذ العديد من العقود السابقة كانت العلاقة بين الانسان والبيئة الخارجية تتمثل في محاولات الانسان المتكررة والمتعددة في التكييف مع المحيط الخارجي، وقد تطور ذلك من خلال التجارب والتصميمات المختلفة واستخدام التقنيات الملائمة الى أن تمثل من خلال أسس واضحة في التصميم البيئي، ومع الظروف الاجتماعية والإقتصادية المصاحبة لذلك الاهتمام ظهرت العديد من الأسس والتقنيات الحديثة للتصميم المناخي فيما عرف بالإتجاهات الحديثة للتصميم المناخي.
- تتمثل الإتجاهات الحديثة للتصميم البيئي في التالي:
  - اتجاه العماره الإيكولوجية Ecological Trend.
  - العمارة المستدامه Sustainable Trend.
  - اتجاه العمارة الإيكو- تك Eco-tech Trend.
  - العمارة الشمسية Solar Architecture.
- تتفق الإتجاهات الحديثة للتصميم البيئي في الوصول لفراغ ملائم مناخيا من خلال عدة مبادئ أساسية تتمثل في:
  - كفاءة استغلال الطاقة المتجددة.
  - كفاءة استخدام المواد المحيطة بالمبنى.
  - كفاءة استخدام العناصر المناخية ايجابيا.
  - الوصول من خلال المبنى للمنظومة المتكاملة الملائمة مناخيا.

- وتهدف العمارة الايكولوجية إلى الوصول للتصميم البيئي المناسب من خلال كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني عن طريق كفاءة تنظيم وإستغلال المصادر البيئية الطبيعية: (الطاقة الشمسية – طاقة الرياح .....إلخ) محدثا أقل دمار بيئي ممكن للعناصر الطبيعية المحيطة: (المياه – الهواء – التربة .....إلخ).
- ويمكن تحديد العلاقات المحيطة بالمبنى أو داخله لتكوين المنظومة الإيكولوجية من خلال ECOLOGICAL CIRCLE والتي تحدد العديد من البدائل والعلاقات المختلفة لإستخدام العناصر المحيطة بالمبنى.
- تتمثل عناصر ECOLOGICAL CIRCLE في التالي:
  - عناصر المبنى
  - الفراغ الخارجي المحيط
  - التجهيزات الفنية بالمبنى
- يعرف إتجاه العمارة المستدامة بأنه الإتجاه الذي يفي بإحتياجات المستعملين الحاضرة دون الإختلال بالاحتياجات المستقبلية للمستعملين، ويعتمد على مبدأين أساسيين هما:
  - مبدأ الإحتياجات
  - مبدأ المدى الأقصى
- يمكن الوصول لمنظومة مستدامة من خلال الجمع بين ٣ أفرع رئيسية من خلال منظومة تنمية معقولة اقتصاديا وقابلة للتحقيق إيكولوجيا وتشمل:
  - الإستدامة البيئية.
  - الإستدامة الإقتصادية.
  - الإستدامة المجتمعية
- يمكن إعتبار إتجاه العمارة الإيكو–تك ECO-TECH بأنه دمج بين اتجاهين رئيسين في العمارة وهما:
  - الإتجاه الإيكولوجي بكافة مفاهيم الإستدامة وكفاءة الأداء البيئي ودراسات الأثر البيئي للمبنى.
  - الإتجاه التكنولوجي بكافة مفاهيم التطور التكنولوجي الهائل والمستمر في كافة قطاعات العمارة: (النظم الإنشائية - المواد – التشطيبات - الواجهات الخارجية .....إلخ).
- يمكن من خلال العمارة الشمسية الإكتساب الحراري من الإشعاع الشمسي بطريقتين هما:
  - الأنظمة المباشرة (الفعالة).
  - الأنظمة السالبة.
- بالرغم من التطور المعلوماتي والتكنولوجي الهائل والمستمر في استخدام الحاسب الآلي، ليس فقط في مجال التصميم المعماري بل كافة مجالات الحياه، إلا أنه ما زالت هناك بعض المشكلات التي تواجه استخدام برامج الحاسب الآلي في مجال التصميم المناخي.
- تتمثل أهم المشكلات التي تواجه استخدام برامج الحاسب الآلي في التصميم المناخي في التالي:
  - صعوبة استخدام بعض البرامج.
  - إقتصار بعض البرامج على بيانات ونتائج محددة.
  - إهمال البعد الإقتصادي.
  - عدم المرونة الكافية لبعض البرامج.

الباب الثانى: الطاقة واقتصادياتها:

٢-١ تمهيد :

يعيش العالم اليوم حالة من الخوف والترقب نتيجة ظهور بعض المشاكل العالمية المؤثرة على النواحى الإقتصادية بالعالم، ولعل من أهم هذه المشاكل هي ما تتعلق بالطاقة واقتصاديات نفاذ الموارد الطبيعية للطاقة، وخاصة مع إعتماد جميع نواحي الحياه على الطاقة. مما دعا العالم إلى الإتجاه نحو تأمين احتياجاته منها والبحث عن البدائل باستمرار للاعتماد على مصادر أخرى.
وتعتبر الطاقة فى مصر من أهم القضايا التي يجب دراستها بعناية واتخاذ القرارات المتعلقة بتأمين الإحتياجات الأساسية لكافة القطاعات المختلفة، والإهتمام بالدور الحيوي الذي تلعبه في تحقيق التنمية المتواصلة من خلال العلاقة المباشرة بين الطاقة وقطاعات الإقتصاد القومي.
ويعتبر قطاع المباني بأنواعه المختلفة ثالث القطاعات المستهلكة للطاقة الكلية وثانى القطاعات المستهلكة للكهرباء في مصر، حيث يبلغ استهلاك الطاقة في القطاع المنزلى والتجارى حوالى ١٨% من اجمالى استهلاكات الطاقة، ويبلغ نسبة ٣٨,٦ % من اجمالي استهلاك الطاقة الكهربية[١].
ويعتبر استهلاك الطاقة بالمبانى خلال مراحله المختلفة (تصميم / إنشاء / تشغيل / هدم / تعديل) من المحاور الهامة جدا للدراسة والتي يقع جزء كبير جدا منها على المصمم لدوره المؤثر في ترشيد استهلاكها، وذلك ما سيتم تناوله بالدراسة خلال هذا الباب.

٢-٢ مصادر وأنواع الطاقة:

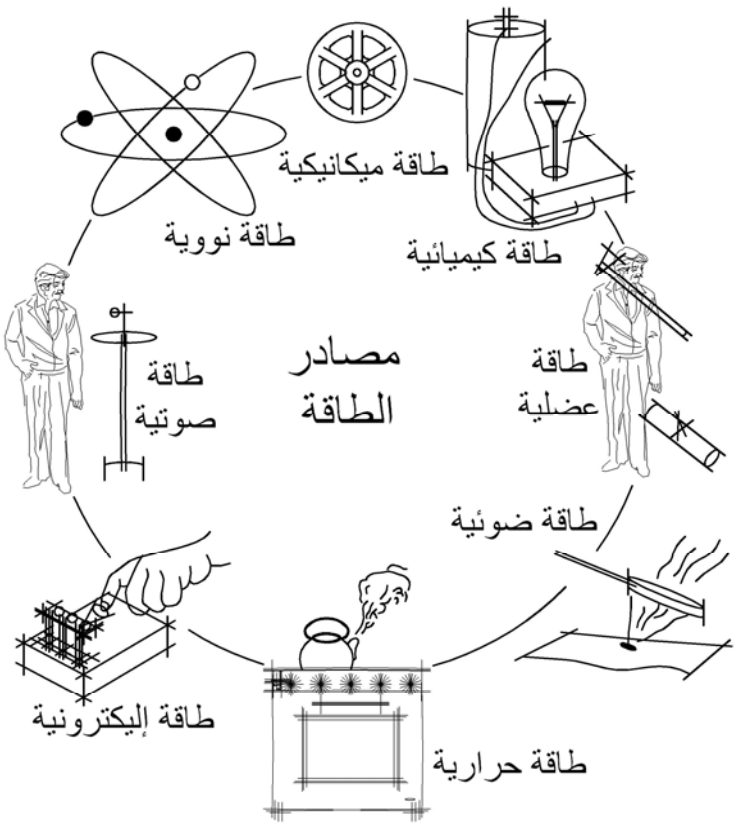
٢-٢-١ تمهيد:

الطاقة هى المقدره على القيام بعمل ما[٢]، فهناك صور عديدة للطاقة يتمثل أهمها في الحرارة والضوء والصوت إلى جانب الطاقة الميكانيكية التي تولدها الآلات والطاقة الكيميائية التي تتحرر عند حدوث تغييرات كيميائية. فيمكن تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى فعلى سبيل المثال يمكن تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة في بطارية الجيب إلى طاقة ضوئية.
وكمية الطاقة الموجودة في العالم ثابتة على الدوام، فالطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم. وعندما يبدو أن الطاقة قد استنفذت فإنها في حقيقة الأمر تكون قد تحولت إلى صورة أخرى، لهذا نجد أن الطاقة هى قدرة المادة للقيام بالشغل (الحركة) كنتيجة لحركتها أو وضعها بالنسبة للقوى التي تعمل عليها، فالطاقة التي يصاحبها حركة يطلق عليها طاقة حركية KINETIC ENERGY والطاقة التي لها صلة بالوضع يطلق عليها طاقة كامنه (جهدية أو مخزنة) POTENTIAL ENERGY.
والطاقة توجد في عدة أشكال كالطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية والطاقة الديناميكية الحرارية والطاقة الكيميائية والطاقة الكهرومائية والطاقة الإشعاعية والطاقة الذرية.
وتستغل مصادر هذه الطاقات في قطاع المبانى خلال مراحله المختلفة وحتى التشغيل للوصول للفراغ الداخلي المقبول من النواحى الفنية كالإضاءة والراحة الحرارية .....إلخ. فيتم استخدام الطاقة لعمل كل شئ فهى ضرورة حياتية للعيش من خلالها تمكن الانسان من التكيف والبقاء على الأرض.
وتتمثل الطاقة في عدة صور، شكل رقم (٢-١)، يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى، فعلى سبيل المثال يمكن تحديد أهم صور الطاقة الموجودة على سطح الكره الأرضية في التالى[٣]:

[١] جهاز تخطيط الطاقة، دليل العمارة والطاقة، الشركة المصرية للنشر والإعلام (إيباك)، القاهرة، ١٩٩٨.
[٢] محمد عبد الرحمن الشرنوبي، مشكلات البيئة المعاصرة "دراسة في العلاقة بين الإنسان والبيئة"، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٩٨.
[٣] المرجع السابق.

١- الطاقة الحرارية.
٢- الطاقة الصوتية.
٣- الطاقة الإلكترونية.
٤- الطاقة النووية.
٥- الطاقة الميكانيكية.
٦- الطاقة الكيميائية.
٧- الطاقة الضوئية.
٨- الطاقة العضلية.

وفى حياتنا اليومية نجد أن الطاقة تتحول من صورة إلى أخرى في تغير مستمر أثناء أنشطة الحياة اليومية، فعلى سبيل المثال لو رجعنا إلى الطاقة العضلية (الطاقة البيولوجية) التي تنطلق في أجسامنا لوجدنا أنها تظهر في صور شتى، فمن طاقة حرارية إلى طاقة حركة ميكانيكية والتي منبعها أساسا طاقة ضوئية سقطت يوما على النباتات الأرضية، وبنظام محكم خاص اقتنصت الشباك المنصوبة في النبات الطاقة الشمسية واختزنتها جزئيات عضوية على هيئة طاقة كيماوية، وعندما تنطلق هذه الطاقة تتحول بدورها إلى صور أخرى، فقد تكون وقودا لآله فتؤدي إلى طاقة



شكل رقم (٢-١): مصادر الطاقة:
مصدر الطاقة الرئيسي هو الشمس، ومنها تستمد كافة مصادر الطاقة الأخرى خصائصها، والطاقة بهذا تتغير مظاهرها ولكنها تظل طاقة.

ميكانيكية، والميكانيكية تتحول إلى كهربائية التي بدورها تتحول إلى طاقة ضوئية أو حركية أو ضوئية .....إلخ، وهكذا تدور الطاقة فتختفي بوجه وتظهر بوجه آخر.

٢-٢-٢ تصنيف الطاقة:

تم تقسيم مصادر الطاقة طبقا لعدة عوامل متعددة يمكن ذكرها بإيجاز في النقاط التالية[١]:

٢-٢-٢-١ مصادر الطاقة تبعا للحالة الفيزيائية:

والتى تم فيها تقسيم مصادر الطاقة إلى (٣) أنواع رئيسية تشمل:

أ- مصادر الطاقة الجيولوجية: مثل الفحم - البترول - .....إلخ.
ب- مصادر الطاقة الطبيعية الظاهرة: مثل طاقة الشمس - الرياح .....إلخ.
جـ- مصادر الطاقة المتكونة صناعيا: مثل طاقة الغاز .....إلخ.

٢-٢-٢-٢ مصادر الطاقة طبقا للهيئة:

أ- مصادر الطاقة الحفرية: مثل الفحم .....إلخ.
ب- مصادر الطاقة غير الحفرية: مثل الطاقة النووية .....إلخ.

[١] محمد الديب، الطاقة في مصر، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٩٣.

٢-٢-٢-٣ مصادر الطاقة طبقا للعمر الزمني:
أ- مصادر الطاقة العادية: مثل بقايا الحيوانات والنباتات .....إلخ.
ب- مصادر الطاقة الحالية: مثل الفحم – البترول .....إلخ.
جـ- مصادر الطاقة الجديدة: مثل الطاقة الشمسية – طاقة الرياح .....إلخ.
٢-٢-٢-٤ مصادر الطاقة طبقا للبقاء الزمني:
أ- مصادر الطاقة غير المتجددة: مثل الفحم – البترول .....إلخ.
ب- مصادر الطاقة المتجددة: مثل الطاقة الشمسية – طاقة الرياح .....إلخ.

ولعل من أهم التقسيمات المستخدمة في المجال الهندسي بصفة عامة، والمجال البيئي والمعماري بصفة خاصة، هو تقسيم مصادر الطاقة طبقا لبقاءها الزمني وذلك للارتباط الوثيق بين المبنى وعمره الزمنى مع فترة تشغيلة والمعتمدة بصورة أساسية وكبيرة على مصادر الطاقة.
وذلك ما سيتم تناوله في الدراسة بإيجاز في النقاط التالية:

٢-٣ تقسيم مصادر الطاقة طبقا للبقاء الزمني:

وهى كما سبق ذكره تنقسم إلى جزئين رئيسيين:
أ- مصادر الطاقة غير المتجددة:
١- الوقود الحفري.
٢- الوقود النووي.
ب- مصادر الطاقة المتجددة.

٢-٣-١ مصادر الطاقة غير المتجددة (التقليدية):

٢-٣-٣-١ تمهيد:
وهى تشمل كافة مصادر الطاقة التى يقل الإحتياطي الخاص بها مع الإستخدام ولا يمكن تعويضه في فتره زمنية وجيزة، وذلك لأن تشكل هذه المصادر قد تم بصورة أساسية عبر عدة قرون من الزمن.
وتتمثل أهم مصادر الطاقة التقليدية في الزيت الخام (البترول) والغاز ومصادر الطاقة المائية وراسب الفحم. وبتركيز أكبر على هذه المصادر في مصر نجد أنها تتمثل فى هذه المصادر السابقة بكميات متباينة محدودة إلى ما في بعض المصادر مثل رواسب الفحم ويتضح من جدول رقم (٢-١) الإحتياطات المؤكدة لمصادر الطاقة الغير متجددة في مصر.

جدول رقم (٢-١): احتياطي مصادر الطاقة غير المتجددة في مصر[١]:

المصدر	البيان	الإحتياطي
الطاقة البترولية	تتمثل في الزيت الخام والغازات الطبيعية.	١٥,٥ مليار برميل
الطاقة الكهرومائية	تتمثل في محطتي كهرباء خزان أسوان ومحطة كهرباء السد العالى.	٢٧٤٥ ميجاوات
الفحم	تعتبر محدودة ومركزه في مناطق قليلة.	٢٧ مليون طن

ويهمنا بالدرجة الأولى عند دراسة مصادر الطاقة التقليدية (الغير متجددة) التعرض بصورة مباشرة إلى المشكلات التي تواجه استخدام هذه المصادر، خاصة وأن للقطاع الهندسي نسبة كبيرة لا يمكن تجاهلها في استهلاك الطاقة (كما سيرد ذكره) كمدخل مبدئي لترشيد استهلاك الطاقة في المبانى.

[١] جهاز تخطيط الطاقة، الطاقة في مصر، القاهرة، ٢٠٠٤.

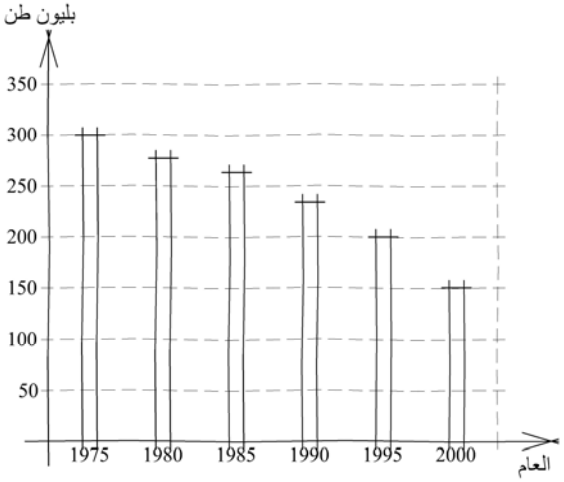
أولا: الوقود الحفري:

أ- الفحم:

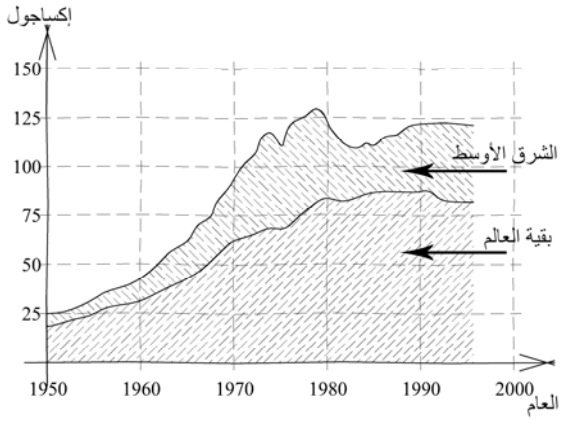
يوجد في باطن الأرض في صورة طبقات تكونت عبر الزمن، وتختلف جودته من منطقة لأخرى، ويقدر الإحتياطى المتاح اقتصاديا بحوالي ٧٠٠ بليون طن فحم.

ب- البترول:

ويوجد في طبقات متعددة داخل باطن الأرض والبحار، ويعد المخزون الحقيقي للبترول من الأسرار الإستراتيجية العالمية والتي تؤثر على اقتصاديات العالم، ومنذ حرب ١٩٧٣ والدول المصدرة للبترول تتخذ سياسة إنتاجية محددة، حتى لا يتم معها إغراق الأسواق. ويتباين المخزون المتاح من البترول من عام إلى آخر، وينخفض مع الزيادة المطرده في استخدامه في دول العالم الثالث، حيث انخفض المعدل على النحو الموضح في شكل رقم (٢-٢)[١].



المخزون التقديري للبترول في العالم (بليون طن).



إنتاج النفط الخام العالمي، ١٩٥٠:١٩٩٣م.

شكل رقم (٢-٢)

جـ- الغاز الطبيعى:

يختلف التكوين الكيميائى للغاز الطبيعي من منطقة إلى أخرى، ويقدر إنتاجه بحوالي ١٦٠٠٠ م٣.

ثانيا: الوقود النووي:

ويتم فيه إستخدام معدن اليورانيوم (يو١٣٢) في المفاعلات النووية في سلسلة من التفاعلات لتوليد الطاقة الكهربية وإنتاج الطاقة الحرارية، شكل رقم (٢-٣)[٢].

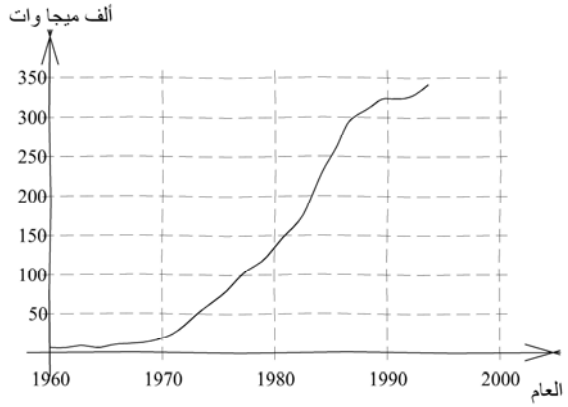
وتستخدم مصادر الطاقة غير المتجددة (التقليدية) على نطاق واسع في كافة مجالات الحياه، ويمكن رؤية شكل نظام هذا الإستهلاك مصغرا جدا في الولايات المتحدة، حيث يلاحظ أنه مازال النفط يحتل المركز الأول بمقدار ٣٧% وإن كانت حصته في هبوط، في حين تقع حصة كل من الفحم والغاز الطبيعي في منتصف العشرينات، مع ثبات حصة الفحم وصعود حصة الغاز الطبيعى، ويسهم كلا من مصادر الطاقة الأخرى (النووية والمائية والكتلة الحيوية) بأقل من ٨%، أما الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فيتعين أن تصل حصة كل منهما إلى ١% حتى يمكن إعطاؤهما مكانا على خريطة الطاقة الأمريكية أو العالمية، شكل رقم (٢-٤)، جدول رقم (٢-٢)[٢].

---

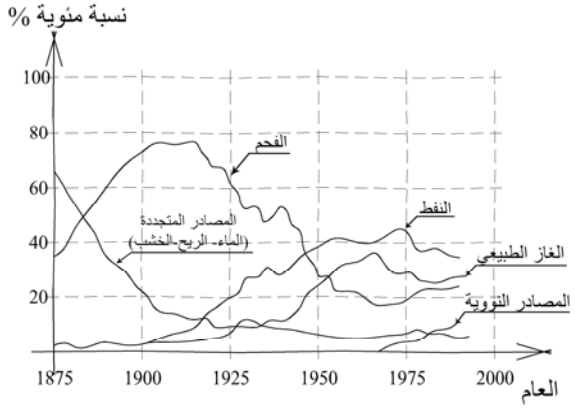
[١] عصام الدين خليل حسن، مستقبل الطاقة، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، ١٩٩٩.

[٢] كريستوفر فلافين، نيكولاس لنسن، طوفان الطاقة "دليل لثورة الطاقة المقبلة"، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٧.

[٢] المرجع السابق.



شكل رقم (٢-٣): قدرة الكهرباء العالمية المتولدة نوويا، ١٩٦٠:١٩٩٣م.



شكل رقم (٢-٤): إستخدام الطاقة الأولية في الولايات المتحدة طبقا للمصدر، ١٨٧٥:١٩٩٣م.

جدول رقم (٢-٢): الإستخدام العالمي للطاقة الأولية موزعا تبعا للمنطقة (١٩٧٠ و ١٩٩٢):

المنطقة	١٩٧٠م		١٩٩٢م	
	استخدام الطاقة (إكساجول)	نصيب الفرد (جيجاجول)	استخدام الطاقة (إكساجول)	نصيب الفرد (جيجاجول)
البلاد الصناعية:	١٨٢	١٧٤	٢٥٣	٢٠٧
أمريكا الشمالية.	٧٧	٣٣٨	٩٩	٣٥١
أوروبا الغربية.	٤٨	١٣٦	٦٣	١٦٧
أوروبا الوسطى.	٤٣	١٢٤	٦٧	١٦١
أستراليا والجزر الأوقيانوسية.	١٤	١٢٠	٢٣	١٦٠
البلاد النامية:	٧٠	٢٦	١٣٩	٣٣
الصين.	٢٢	٢٦	٣٩	٣٣
آسيا النامية.	٢٢	٢١	٤٧	٢٧
أفريقيا والشرق الأوسط.	١٤	٣٠	٣١	٣٦
أمريكا اللاتينية.	١٢	٤١	٢٢	٤٩
العالم:	٢٥٢	٦٨	٣٩٢	٧٢

٢-٣-١-٢ مشكلات استخدام مصادر الطاقة غير المتجددة:

تعرضت العديد من الدراسات إلى المشكلات سواء المباشرة أو غير المباشرة نتيجة استخدام مصادر الطاقة غير المتجددة، وينطبق ذلك على كافة مجالات الحياه بما فيهم القطاع الهندسي بصفة عامة وقطاع المباني بصفة خاصة، ويمكن تركيز تلك المشكلات في ثلاثة نقاط رئيسية وهى:

- **نفاذ المواد الطبيعية.**
- **التلوث.**
- **ظاهرة GREEN HOUSE.**

ويمكن التحدث بإيجاز عن تلك المشكلات فيما يلي:

أ- نفاذ الموارد الطبيعية:

من أحد المشاكل الهامة والرئيسية والمتعلقة بمصادر الطاقة غير المتجددة هي إقتصاديات نفاذ الموارد الطبيعية، فمن الطبيعي أن تكون هذه المصادر يحتاج إلى عشرات السنين الأمر الذي لا

يتناسب مع معدل استهلاك هذه المصادر. فطبقا لتقرير INTERNATIONAL CHILL COMPANY عام ١٩٩١م والذي جاء فيه أن الإحتياطي من مصادر الطاقة الغير متجددة وطبقا للطلب وإزدياد استهلاك الطاقة سوف يتعرض للنفاذ بعد عدة سنوات قليلة، فعلى سبيل المثال سوف تنفذ طاقة البترول بعد ٤٢ عام من بداية استغلالها سنة ١٩٩١م طبقا لمعدلات الاستهلاك المحدده سنة ١٩٩١م، ولكن مع الأخذ في الإعتبار إزدياد الحاجة إلى استهلاك الطاقة نظرا للزيادة السكانية المستمرة، فإن الإحتياطي سوف يتعرض للنفاذ مع حلول عام ٢٠٢٠، وبالمثل سوف يتفذ الغاز الطبيعي بعد ١٨ سنة والفحم خلال ١٠٠ سنة[١].

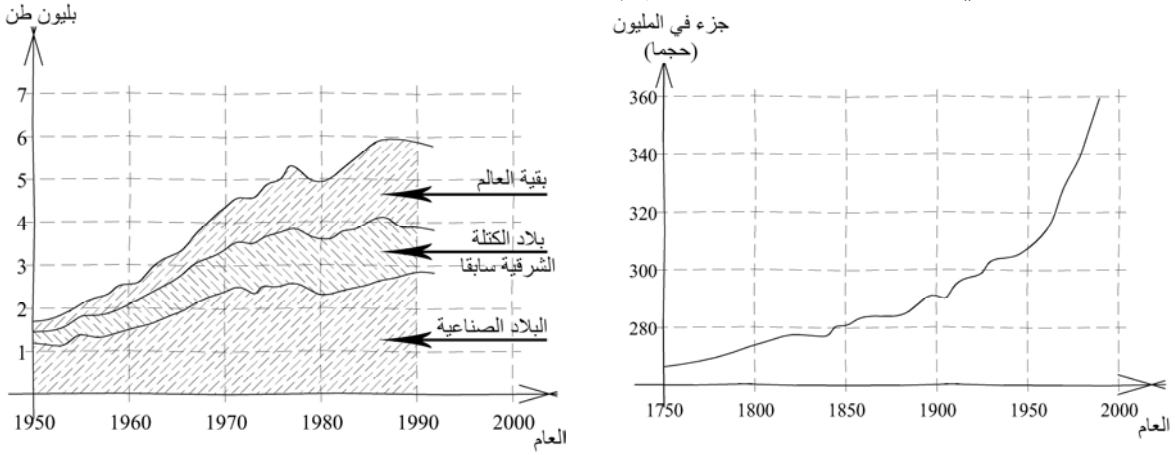
وفى دراسة أخرى تم تحديد مصادر الطاقة غير المتجددة واستهلاكها والفترة التقريبية المتوقعة لبقاء هذه المصادر حتى النفاذ، والتى تم فيها أخذ متوسط تقريبي لإستهلاك الطاقة عام ١٩٨٧م وتحديد الإحتياطي كما يتضح ذلك من جدول رقم (٢-٣)[٢].

جدول رقم (٢-٣): الفترة الزمنية المتوقعة لبقاء مصادر الطاقة غير المتجددة:

المصدر	البترول	الغاز الطبيعي	الفحم	اليورانيوم
الإحتياطي	١٢٣٨٥٥ مليون طن	١٠٩٣٢٧ بليون م٣	١٠٩٧٩٨٠ مليون طن	٢٣٥٥٩٤٥ طن
استهلاك عام ١٩٨٧م	٣٠٨٠	١٧٧٤	٤٦٠١	٥٤٤٠٢
عدد السنوات الباقية (سنة)	٤٠	٦٢	٣٤٧	٤٣

ب- التلوث:

من أحد خواص طاقة الوقود الحفري سهولة الخلط مع الهواء الجوي وإتمام التفاعل الكيميائي، ونظرا لدخول عنصر الكربون في تركيبه ينتج عن هذا التفاعل أول اكسيد الكربون إضافة إلى خروج كربون آخر في صوره سناج. الأمر الذي يؤدي بصورة مباشرة إلى تلوث الهواء الجوي بالغازات السامه في طبقاته السفلية، شكل رقم (٢-٥)[٣].



تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الجو، ١٧٦٤:١٩٩٣م. الإنبعاثات الكربونية العالمية من حرق الوقود الحفري.

شكل رقم (٢-٥)

[١] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY,2000.

[٢] TERI TAHA, ENERGY RESEARCH INSTITUTE, "http://www.teriin.org/about/abteri.htm''.

[٣] كريستوفر فلافين، نيكولاس لنسن، طوفان الطاقة "دليل لثورة الطاقة المقبلة"، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٧.

فعلى سبيل المثال تؤدي هذه الغازات السامه إلى تكون ما يعرف بالأمطار الحمضية والمحتوية على تلك المركبات السامه والتي تؤدي بصورة مباشرة إلى القضاء على النباتات والكائنات الحيه التي تسقط عليها[1].

جـ ظاهرة الصوبة الزجاجية GREEN HOUSE EFFECT:

مع إنبعاث غاز أول أكسيد الكربون عند استهلاك الطاقة إلى طبقات الجو، ينتج عن ذلك تحول هذه الطبقات إلى اللون الداكن الأمر الذى يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الأرض وبالتالي التأثير المباشر على المناخ. فعلى سبيل المثال يؤدي ذلك إلى ارتفاع مستوى البحار نتيجة ذوبان الجليد في القطب الجنوبي والشمالي.

وفي خلال السنوات الماضية اتجهت العديد من الهيئات والمنظمات إلى المناداه بإستخدام مصادر الطاقة المتجددة كحل أمثل للمشكلات الرئيسية الناتجة عن إستخدام مصادر الطاقة غير المتجددة والتى تم تحديدها سابقا.

٢-٣-٢ الطاقة المتجددة:

٢-٣-٢-١ تمهيد :

الطاقة المتجددة هى مجموعة من الطاقات المتوفرة في الطبيعة من حولنا ويمكن للإنسان استغلالها بصورة أو بأخرى، وهى طاقة غير محددة وليس لها مخزون، ويعتبر إستخدام الطاقات المتجددة من أحد العوامل الرئيسية في تقدم الدول ومقياسا مباشرا لمدى تقدمها التكنولوجي والإقتصادي.
والجدير بالذكر أن إستخدام مصادر الطاقة المتجددة في ازدياد مستمر خاصة في الدول المتقدمة إلا أنه ما زال يواجه بعض العوائق والصعوبات التي يمكن تحديد أهمها على سبيل المثال في الآتي:

١- التكلفة الإستثمارية للمعدات المستخدمة في توليد الطاقة.
٢- إقتصاديات التشغيل الأمثل.
٣- الصيانة المستمرة للوحدات خاصة في الأماكن الصحراوية.

وبالرغم من ذلك فإن الدراسات الحديثة تشير إلى أنه بحلول عام ٢٠٢٥ فإن الطاقة المتجددة سوف تستخدم بنسبة ٣٠% كطاقة مستخدمة، وتساهم في إنتاج ٦٠% من الكهرباء[2].
ولذلك يمكن القول بأن الإتجاه العام لدول العالم هو الإتجاه إلى الإعتماد على الطاقة المتجددة وتقليص دور الطاقة غير المتجددة خاصة البترول، وذلك لعدة عوامل يمكن تلخيصها فيما يلي:

١- النمو الشديد للطلب والإستهلاك.
٢- عدم كفاية الطاقة الإنتاجية الإحتياطية، ونقص الطاقة التكريرية.
٣- النقص الحاد في أجهزة الحفر على مستوى العالم.
٤- إرتفاع أسعار المواد الخام والمعدات عالميا.
٥- ندرة مقاولي تنفيذ المشروعات البترولية على مستوى العالم.

٢-٣-٢-٢ مصادر الطاقة المتجددة:

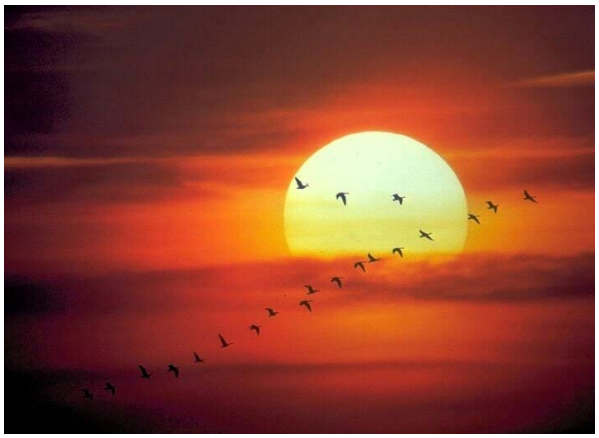
تتمثل مصادر الطاقة المتجددة فيما يلي:
أ- الطاقة الشمسية SOLAR ENERGY.
ب- طاقة الرياح WIND ENERGY.
جـ- طاقة الكتلة الحيوية BIOMASS ENERGY.

---

[1] WELLINGTON, I, ENERGY-SELECTED TOPICS, STANLY PRESS LTD, 1992.
[2] محمد رفعت محمد، نحو مجتمعات عمرانية ذات تنمية مستدامة معتمدة على الطاقة المتجددة، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، كلية الهندسة،٢٠٠٢م.

د- طاقة الحراره الأرضية GEOTHERMAL ENERGY.

أولا: الطاقة الشمسية SOLAR ENERGY:



شكل رقم (٢-٦): الشمس الأساس للبقاء والحياة على سطح الأرض.

تعتبر من أهم مصادر الطاقة المتجددة على مستوى العالم، فالشمس تعتبر هي الأساس لحياتنا فهي المقياس الرئيسي لبقائنا، وما لها من تأثير في تنمية البيئة المحيطة وتأثيرها على نمو النباتات، وكوسيلة مباشرة في تقليل انتشار الأمراض الميكروبية والتي ترتع في عدم وجود أشعة الشمس داخل الفراغ، كذلك الأمراض النفسية المترتبة عن حجب رؤية الإنسان لضوء الشمس، وهي مصدر الطاقة والإضاءة والدفء، لذا فإن الطاقة الشمسية يتم استغلالها في شتى مجالات الحياه للحد من استهلاك الطاقة التقليدية وخاصة داخل فراغات التعايش إما بالتبريد أو بالتدفئة، شكل رقم (٢-٦).

قال الله تعالى في كتابه العزيز **(هو الذي جعل الشمس ضياءا والقمر نورا وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب ما خلق الله ذلك إلا بالحق يفصل الآيات لقوم يعلمون) سورة يونس - الآية (٥).**

ولقد استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل، كما استخدمها في مجالات أخرى وردت في كتب العلوم التاريخية فقد أحرق أرخميدس الأسطول الحربي الروماني في حرب عام ٢١٢ق.م. عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدورع المعدنية. وفي العصر البابلي كانت نساء الكهنه يستعملن آنية ذهبية مصقوله لتركيز الإشعاع الشمسي للحصول على النار. كما أنشئت في مطلع القرن الميلادي الحالي أول محطة عالمية للري بواسطة الطاقة الشمسية كانت تعمل لمدة ٥ ساعات في اليوم وذلك في المعادي قرب القاهرة.

لقد حاول الإنسان منذ فترة بعيدة الإستفادة من الطاقة الشمسية وإستغلالها ولكن بقدر قليل ومحدود ومع التطور الكبير في التقنية والتقدم العلمي الذي وصل إليه الإنسان فتحت آفاقا علمية جديدة في ميدان استغلال الطاقة الشمسية.

وتمتاز الطاقة الشمسية بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى بما يلي:

١- التقنية المستعملة فيها بسيطة نسبيا وغير معقدة بالمقارنة مع التقنية المستخدمة في مصادر الطاقة الأخرى.
٢- توفير عامل الأمان البيئي حيث أن الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة لا تلوث الجو وتترك فضلات مما يكسبها وضعا خاصا في هذا المجال وخاصة في القرن القادم.
٣- يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال آليتي التحويل الكهروضوئية والتحويل الحراري للطاقة الشمسية.

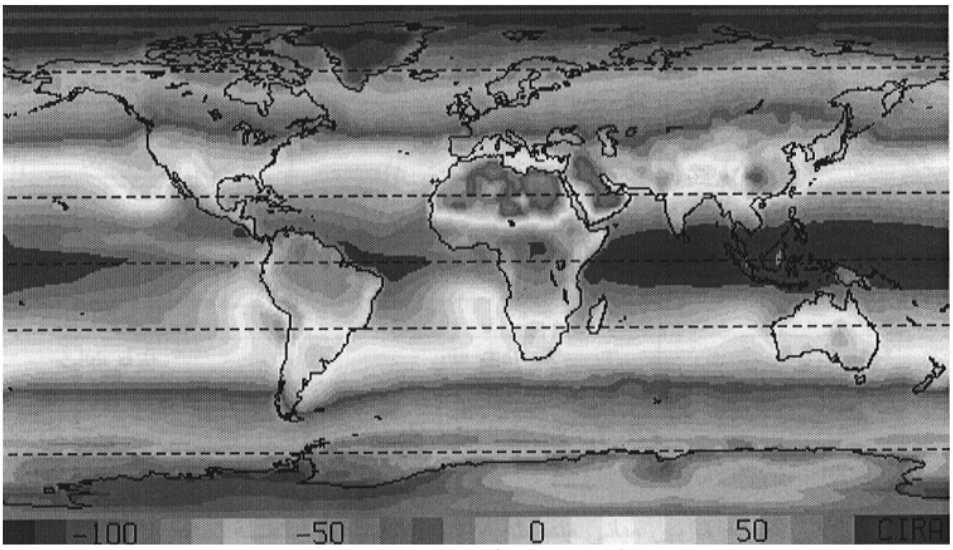
وتعد بحوث تخزين الطاقة الشمسية من أهم مجالات التطوير اللازمة في تطبيقات الطاقة الشمسية وانتشارها على مدى واسع، حيث أن الطاقة الشمسية رغم أنها متوفرة إلا أنها ليست في متناول

اليد وليست مجانية بالمعنى المفهوم. فسعرها الحقيقي عبارة عن المعدات المستخدمة لتحويلها من طاقة كهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية. وكذلك تخزينها إذا دعت الضروره. ورغم أن هذه التكاليف حاليا تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطي صورة كافية عن مستقبلها بسبب أنها أخذت في الإنخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية.

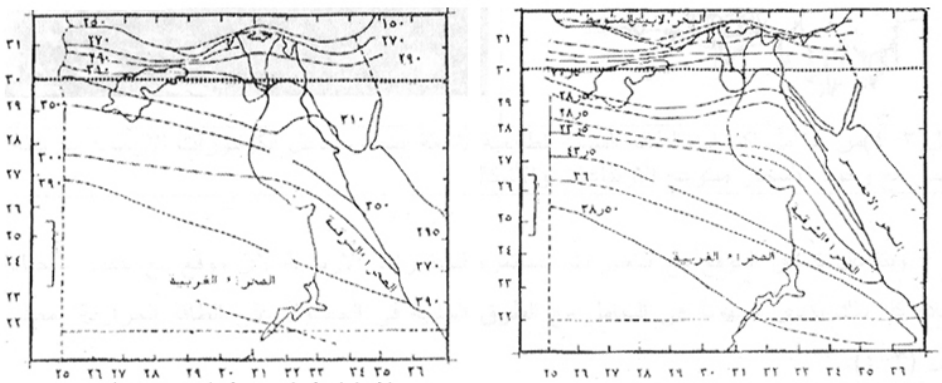
وتعتبر مصر من أغنى دول العالم بالطاقة الشمسية، حيث تمثل هذه المنطقة أعلى كثافة إشعاع شمسي عالمي تقدر بحوالي ٢٥٠٠ ك وس/م٢ للسنة، ويتراوح عدد ساعات السطوع في المناطق المثالية لإ ستخدام الطاقة الشمسية بين حوالي ٢٣٠٠ : ٤٠٠٠ ساعة سنويا[١].

وفي خريطة توزيع المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المباشر والمشتت، شكل رقم (٢-٧)[٢] نجد أن:

١- الإتزان الشمسي الإشعاعي يكون مباشرا نتيجة صفاء السماء وقلة الأتربة العالقة حيث يتزايد الإشعاع الشمسي المباشر.
٢- المتوسط اليومي للإشعاع المباشر يتزايد من ٢٥٠ وات/م٢ شمالا إلى ٤٠٠ وات/م٢ جنوبا.
٣- يتناقص المعدل اليومي للإشعاع المشتت من ٧٧,٥ وات/م٢ شمالا إلى ٣٨,٥ وات/م٢ جنوبا.



خريطة توزيع كثافة الإشعاع الشمسي


خريطة الطاقة الشمسية المباشرة على مصر

خريطة الطاقة الشمسية المشتتة على مصر

شكل رقم (٢-٧): خرائط توزيع الطاقة الشمسية.

[١] جهاز تخطيط الطاقة، الطاقة في مصر، القاهرة، ٢٠٠٠م.
[٢] شلتوت المسلمي، الإشعاع الشمسي، مجلة التكنولوجيا، عدد (٣)، مجلد (٦١)، ١٩٨٥م.

إنتاج الطاقة الشمسية:

يمكن إنتاج والحصول على الطاقة الشمسية واستغلالها من خلال أسلوبين رئيسيين هما:

١- مصانع الطاقة الشمسية SOLAR POWER PLANTS:

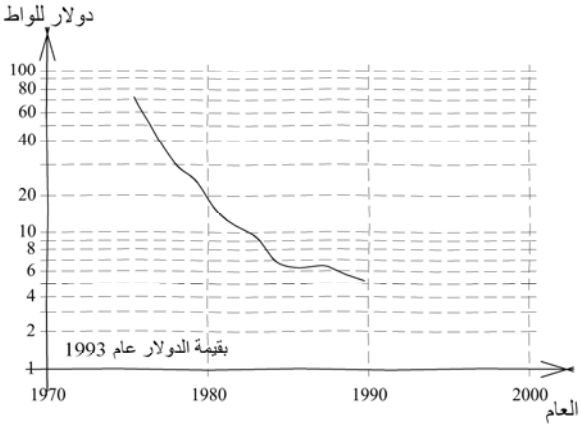
وهى تستخدم في إنتاج الطاقة الكهربية، فعلى سبيل المثال ٣ ميل٢، ٢٠٠ ميجاوات للمصنع الشمسي يمكنه توليد الكهرباء اللازمة لـ ١٢٠٠٠ منزل.

وهى غير واسعة الإستخدام بسبب إحتياج تلك المصانع إلى مساحات شاسعة جدا من الأراضي، إضافة إلى ذلك العمليات المعقدة والمستخدمة في تلك المصانع لإنتاج الكهرباء.

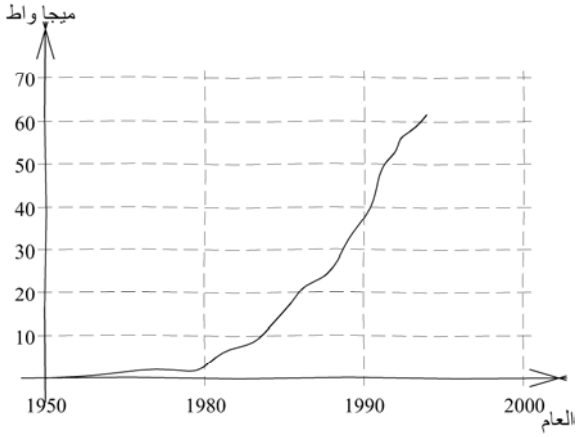
٢- الخلايا الشمسية PHOTOVOLTAICS:

وهي لاتحتاج إلى مساحات واسعة مثل المصانع الشمسية، ومن أهم تطبيقاتها **PVs** والتي توضع عادة في مواجهة الشمس على أسقف المباني، وذلك لتوليد الطاقة الكهربية اللازمة للمبنى. فعلى سبيل المثال يمكن توليد الطاقة الكهربية اللازمة لمدة عام كامل بكاليفورنيا من خلال ٣٠٠ قدم مربع من الخلايا الشمسية **PVs**، أي أنه يمكن الإستغناء عن حوالى ٣/١ الطاقة الكهربية المستخدمة عن طريق إستغلال الإشعاع الشمسي من خلال **PVs** بمسطح حوالي ١٠٠ قدم مربع[١]. وتعتبر إقتصاديات إستخدام هذه الخلايا، وكفاءة إستغلالها، والمقدرة على تخزين الطاقة الشمسية في صورة طاقة كهربية من أهم المشكلات التي تواجه وتحد من إنتشار إستغلال **PVs** شكل رقم (٢-٨)[٢].

PV MODULES



الأسعار العالمية للوحدات الفوتوفلطية، ١٩٧٥:١٩٩٣م.



الشحنات العالمية من الفوتوفلطيات، ١٩٧٠:١٩٩٣م.

شكل رقم (٢-٨)

[١] محمد رفعت محمد، نحو مجتمعات عمرانية ذات تنمية مستدامة معتمدة على الطاقة المتجددة، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، كلية الهندسة، ٢٠٠٢م.

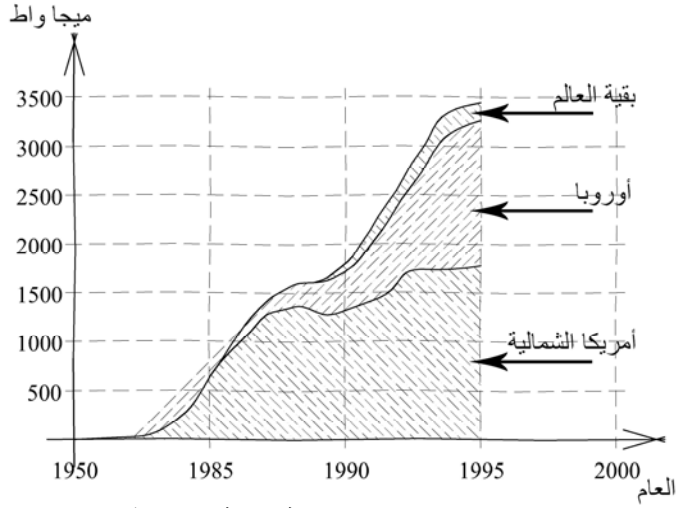
[٢] كريستوفر فلافين، نيكولاس لنسن، طوفان الطاقة "دليل لثورة الطاقة المقبلة"، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٧م.

ثانيا: طاقة الرياح WIND ENERGY:

إن طاقة الرياح تعتبر من أقل أنواع الطاقة تلويثا للبيئة كما أنها لا تستخدم وقودا غير الهواء ولكن لا بد أن يكون بسرعات عالية معينة حتى يصبح إستخدام التوربينات الهوائية اقتصاديا، شكل رقم (٢-٩).

وعلى الرغم من أن طاقة الرياح لا تزال تمد بأقل من ٠,١% من كهرباء العالم[١]، فهى تتقدم سريعا لتصبح خيارا مؤكدا كمصدر للطاقة، بإعتبارها على درجة من الوثاقة كافية لكي تستخدمها المرافق الكهربائية روتينيا، فنقلا عن معهد بحوث القدرة الكهربائية، إن طاقة الرياح تقدم لشركات المرافق العامة كهرباء خالية من التلوث وتنافس تقريبا، من ناحية التكلفة، المصادر التقليدية الحالية. وتوحي التنبؤات بأن تكاليف طاقة الرياح ستهبط إلى أقل من ٨٠٠ دولار للكيلو وات في نهاية العقد، وذلك بعد أن كانت ما بين ١٠٠٠ : ١٢٠٠ دولار للكيلو واط في عام ١٩٩٣ م، الأمر الذي يوحي بأن طاقة الرياح قد تصبح في وقت قريب مصدرا من أرخص مصادر الكهرباء، شكل رقم (٢-١٠)[٢].

شكل رقم (٢-٩): توربينات الرياح



شكل رقم (٢-١٠): القدرة التوليدية لطاقة الرياح في العالم، ١٩٨٠:١٩٩٣م.

وطبقا لتقرير **WEC**[٣] عام ١٩٩٤ م، فإنه منذ عام ١٩٧٥م شهد تطورا هائلا في إنتاج الكهرباء من خلال توربينات الرياح. ففي عام ١٩٨٠ م تم إنشاء أول محطة توربينات رياح لتوليد الكهرباء في كاليفورنيا. وفي نهاية عام ١٩٩٠ وحتى عام ٢٠٠٠ تم التوسع في إنشاء محطات التوربينات والتي بلغت قدرتها الإنتاجية أكثر من ٣٢٠٠ جيجا وات.ساعة (GWH) في العام الواحد. وقد حظيت كاليفورنيا باالولايات المتحدة والدنمارك أكثر محطات التوربينات الموجودة في العالم، يليها ألمانيا وإيطاليا والهند، الأمر الذي صاحب ذلك الإنخفاض الملحوظ في إنتاج طاقة الكهرباء من خلال طاقة الرياح خاصة في تلك البلاد وما صاحب ذلك لأن تكون التوربينات أكثر فاعلية وكفاءة إقتصاديا عما قبل ذلك منذ ١٥ عام.

ومع نمو طاقة الرياح بمعدل ٣٠% في السنوات القليلة الماضية يصبح تأمين الرياح لـ ١٢% من طاقة العالم في عام ٢٠٢٠ هدفا واقعيا كليا، وهذا من شأنه أن يوفر أكثر من ١٠٧٠٠ مليون طن من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون.

---

[١] المرجع السابق.
[٢] المرجع السابق.
[٣] WORLD ENERGY COUNCIL.

وبفضل التحسينات التي تدخل بإستمرار على حجم التوربينات العادية وقدرتها، يتوقع أن تتراجع تكلفة طاقة الرياح في عام ٢٠٢٠ بمعدل ٢٦% أقل من تكلفتها في عام ٢٠٠٣م.

إيجابيات طاقة الرياح:

١- الحفاظ على البيئة عن طريق خفض معدلات تغير المناخ الذى يتسبب بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما أنها خالية من الملوثات الأخرى المرتبطة بالوقود الحفرى.
٢- توازن طاقة جيد جدا، فإن إنبعاث ثانى أكسيد الكربون الناتج عن تصنيع توربين الهواء، والذى عمره المتوسط ٢٠ سنة، تسترجع بعد تشغيله من ثلاثة إلى ستة أشهر، مما يعني عمليا أكثر من ١٩ سنة من إنتاج الطاقة من دون تكلفة بيئية.
٣- سرعة الإنتشار، حيث يمكن الإنتهاء في غضون أسابيع من بناء مزرعة هواء (أبراج توربينات).
٤- لا تتأثر بتقلبات أسعار الوقود الحفري، كما أنها لا تحتاج للتنقيب أو الحفر لإستخراجها أو لنقلها لمحطة التوليد.

سلبيات طاقة الرياح:

١- طاقة الرياح من الطاقات المنتشرة المشتتة، الأمر الذي يستلزم معه إنشاء أعداد ضخمة من توربينات الهواء للإستفادة بأقصى قدر من الرياح فى توليد الكهرباء.
٢- إستخدام التوربينات بأعداد كبيرة له بعض الأضرار البيئية السيئة مثل استهلاك مساحات شاسعة من الأراضي، إضافة إلى التلوث الضوضائي الناتج عند عمل التوربينات، كما أن التوربينات تعرض بعض الطيور وخاصة النادرة منها إلى خطر الموت والإنقراض.
٣- التشوه البصري الناتج عند إنشاء مزرعة توربينات هوائية، الأمر الذي يستلزم معه دراسة الموقع قبل إنشاء التوربينات للبعد عن المواقع المحمية الطبيعية أو ذات الطابع الخاص أو ذات القيمة (الجمالية / التاريخية / .....إلخ).

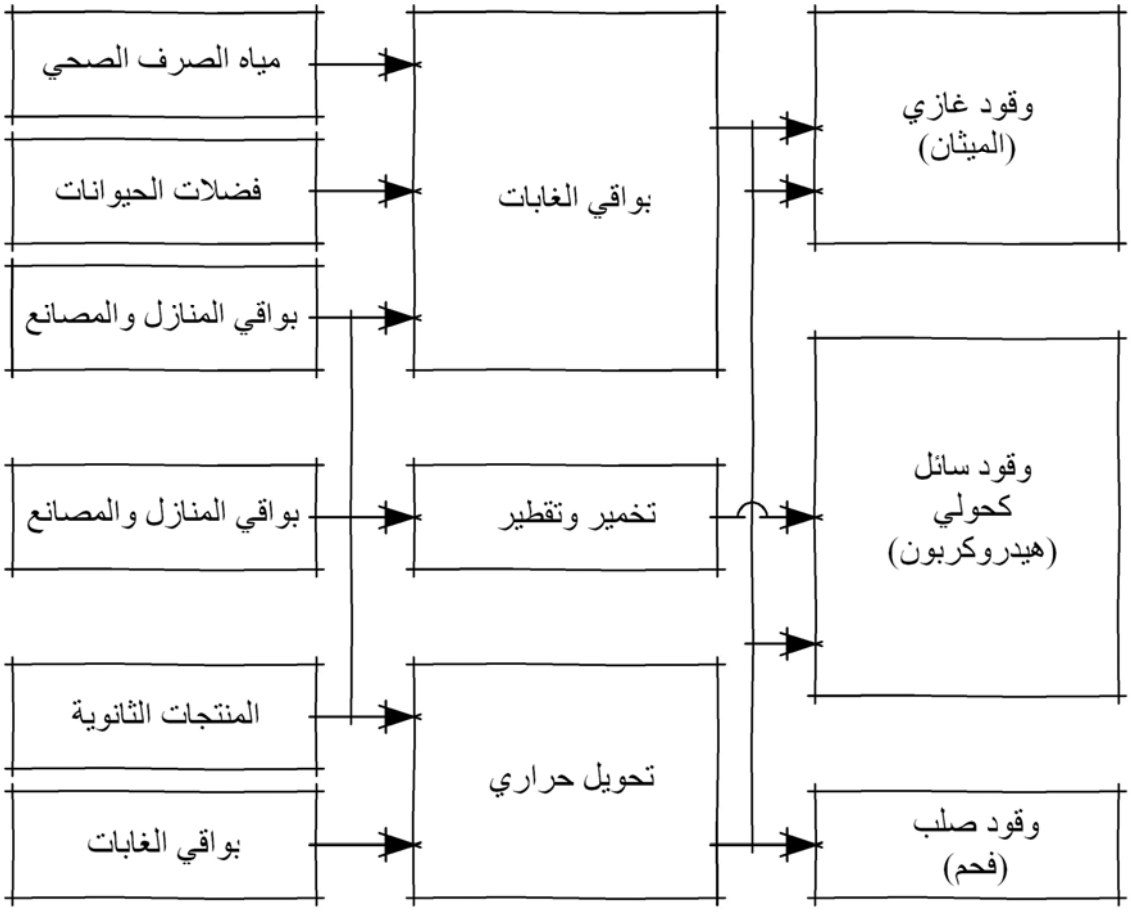
ثالثا: طاقة الكتلة الحيوية BIOMASS ENERGY:

وهى الطاقة المستمدة من مادة عضوية كإحراق النباتات وعظام الحيوانات وروث البهائم والمخلفات الزراعية. فعندما تستخدم الخشب أو أغصان الأشجار أو روث البهائم في اشتعال الدفايات أو الأفران، فهذا معناه أننا نستعمل وقود الكتلة الحيوية التي تستغل كمادة عضوية من النباتات ونفايات الزراعة أو الخشب أو مخلفات الحيوانات، فعلى سبيل المثال نجد أنه في الولايات المتحدة تستغل طاقة الكتلة الحيوية في توليد ٣% من مجمل الطاقة لديها لتوليد ١٠ آلاف ميجاوات كهرباء.

ويمكن ذكر أهم مصادر طاقة الكتلة الحيوية في الآتي، شكل رقم (٢-١١)[١]:

أ- غاز الميثان: من معالجة مياه الصرف الصحي.
ب- النفايات الرطبة: من بواقي تصنيع الطعام.
جـ- المنتجات الزراعية الثانوية الجافة: مثل الذرة – بقايا قصب السكر - .....إلخ.
د- النفايات الصلبة المختلطة: مثل النفايات المنزلية.
هـ- المنتجات الثانوية: مثل بقايا نشر الخشب .....إلخ.

[١] MICHEAL FLOOD, SOLAR PROSPECTS-THE POTENTIAL FOR RENEWABLE ENERGY, WILDWOOD HOUSE, LONDON, 1993.



شكل رقم (٢-١١): أهم مصادر طاقة الكتلة الحيوية

والجدير بالذكر أنه نتيجة بعض العوامل الإقتصادية في بعض الدول الأمر الذي أدى إلى محدودية استخدام الطاقة الحيوية، وتشير الدراسات أنه حوالي ١٣ – ١٤% من إمدادات الطاقة الأولية تستمد من طاقة الكتلة الحيوية، غير أن هذه النسبة تزداد بصورة كبيرة وملحوظة في بعض البلاد مثل نيبال التى تصل بها النسبة إلى ٩٥%، كينيا ٧٥%، الهند ٥٠%، الصين ٣٣%، مصر ٢٠%[١].

وكأي مصدر من مصادر الطاقة تتميز بعدة إيجابيات تساعد على إنتشار استخدامها، كما يعوقها بعض السلبيات التي قد تحد من إنتشارها في بعض الأحيان، ويمكن ذكرها كالتالي:

إيجابيات طاقة الكتلة الحيوية:

١- إن الإيجابية الأهم للطاقة الحيوية هى أنها تكاد لا تطلق أية غازات ضارة إذا ما استعملت بشكل صحيح. وبالرغم من أن إحراق وقود الكتلة الحيوية يؤدي إلى إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون، إلا أن الأثر الإجمالي على المناخ محدود، إذا ما استخدم الوقود الجديد كجزء من العملية، فعلى سبيل المثال يتم حجز بعض الغازات واستخدامها قبل أن تصل إلى الجو، فمثلا عندما تتحلل البقايا العضوية تطلق غاز الميثان الذي يعتبر أكثر ضررا وخطرا من غاز ثاني أكسيد الكربون، ولكن احتجازه واستخدامه كوقود يبقيه بعيدا عن الجو.

[١] محمد رفعت محمد، نحو مجتمعات عمرانية ذات تنمية مستدامة معتمدة على الطاقة المتجددة، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، كلية الهندسة، ٢٠٠٢م.

٢- تعتبر الكتلة الحيوية من الموارد القابلة للتجديد، ويمكن استبداله أوزيادته كل عام، فهي طريقة لتدوير النفايات والمياه الآسنة وتخفيف التلوث الناتج عن النفايات غير المعالجة.

سلبيات طاقة الكتلة الحيوية:

١- لا يزال حرق الوقود يطلق الغازات الضارة في الجو كغاز ثاني أكسيد الكربون. ورغم أنه يمكن تحقيق فائدة في بعض الحالات التي تنبعث خلالها غازات أكثر قوة. لكن إذا ما استخدم منتج الوقود في استعمالات أخرى بدلا من حرقه للحصول على الطاقة، تعتبر بعض مصادر الطاقة الأخرى غير الكتلة الحيوية أفضل للمناخ.
٢- بعض وقود الكتلة الحيوية يأتي من مصادر غير مستدامه أو قد يساهم بطريقة غير مباشرة في التلوث والتدهور البيئي.
٣- الكتلة الحيوية الناتجة عن حرق النفايات البلدية تعيق الحل الأكثر إفادة للبيئة وهو إعادة الاستخدام والتدوير.
٤- لابد من دراسة تكلفة الطاقة الإجمالية لإنتاج وقود من الطاقة الحيوية. وبالتالي يجب التنبه إلى ألا يتطلب إنتاج الوقود كمية من الطاقة أكبر من تلك التي تولد لإستخدامه، وكذلك يمكن زراعة المحاصيل بهدف استخدامها كوقود طاقة حيوية إلا أن الزراعة الصناعية غالبا ما تكون غير مستدامه، وإذا ما أضفنا تكاليف الطاقة للأسمده الصناعية إلى ميزانية الطاقة العامة جاءت النتيجة سلبية ويتم صرف طاقة لإنتاج وقود الطاقة الحيوية أكثر مما يمكن كسبه من حرقها.
٥- عند إنتاج طاقة الكتلة الحيوية يجب تفادي ما يلي:
أ- حرق الأخشاب من الغابات القديمة.
ب- إستخدام مواد معدلة جينيا.
ج- إسخدام الأسمدة والمبيدات بشكل مكثف.
د- فقدان طبقة التربة الخارجية.
هـ- زيادة الملوحة والإنبعاثات السامة.
٦- تحتاج كافة أنواع وقود الكتلة الحيوية إلى نظام تصديق معياري.

ولا بد من الإشارة إلى أن هذه المشاكل المحتملة ليست جوهرية في تقنية الكتلة الحيوية ويمكن تجنبها عبر التنفيذ المناسب لهذه التقنية في المناطق التي تكثر بها الزراعة، ويمكن للكتلة الحيوية أن تلعب دورا هاما فى تأمين التدفئة والكهرباء، كما تعتبر الكتلة الحيوية المعالجة بشكل صحيح حلا يحترم البيئة ومناسب لسد الحاجة إلى الطاقة.

رابعا: طاقة الحرارة الأرضية GEOTHERMAL ENERGY:

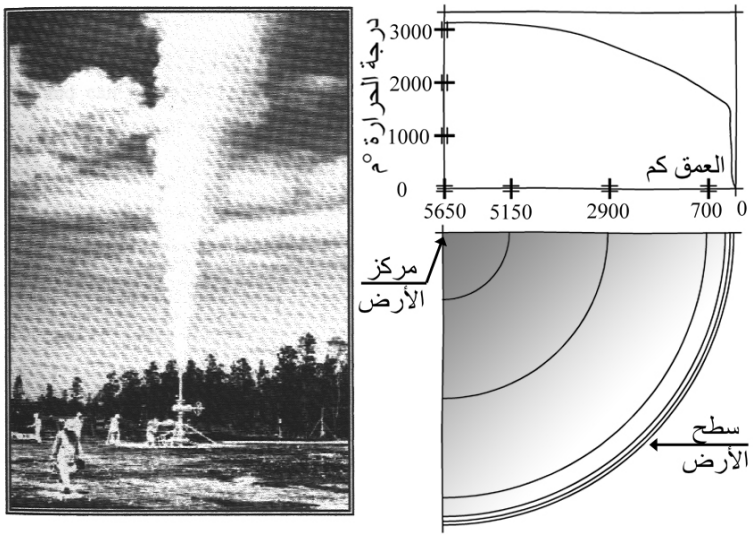
وهى تعتبر الطاقة الناتجة من الحرارة المرتفعة والموجودة داخل سطح الكرة الأرضية بأبعاد عميقة، والتى تصل إلى الطبقات العليا من سطح الأرض عن طريق المياه أو البخار الصاعد إلى السطح كما في بعض الأماكن، شكل رقم (٢-١٢)[١]، والتي يمكن الإستفادة منها وخاصة المياه الساخنة في إمداد المنشآت بالمياه الساخنة المطلوبة كالمنازل / حمامات السباحة / .....إلخ.

وقد تكونت تلك الطاقة بصورة أساسية عبر غلاف الكرة الأرضية وحتى الأعماق الكبيرة، فبدراسة قطاع الكرة الأرضية يتضح أن الطبقات العليا درجة حرارتها باردة مقارنة بالطبقات

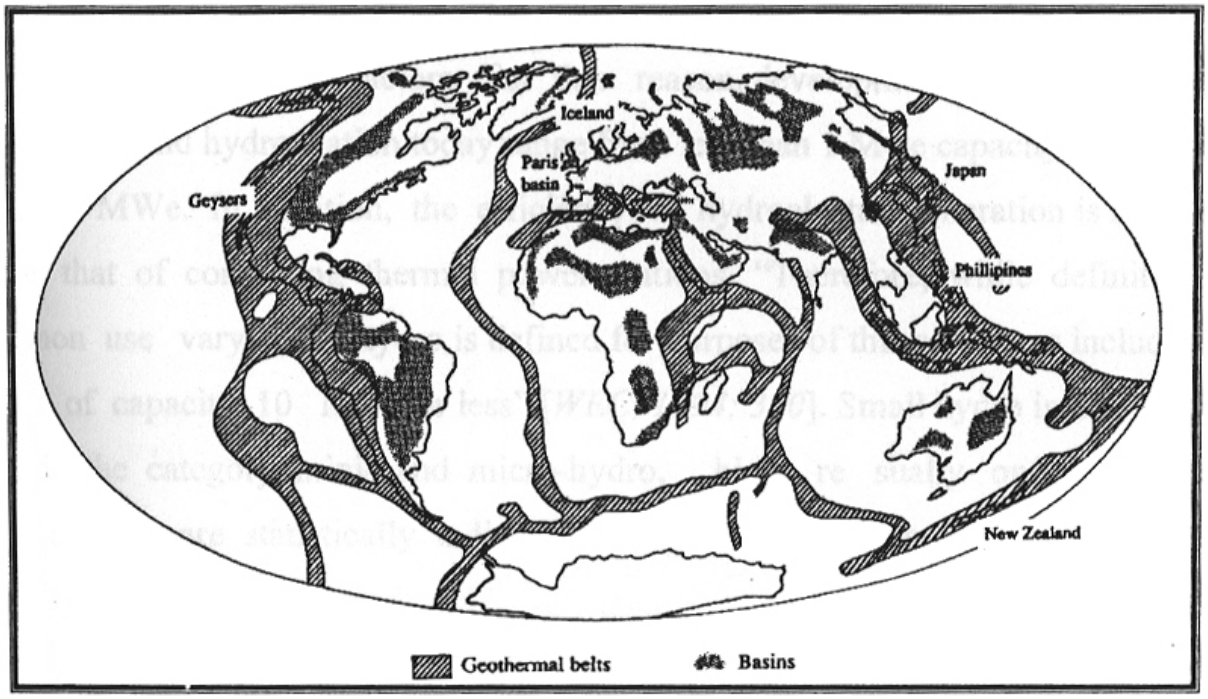
[١] MICHEAL FLOOD, SOLAR PROSPECTS-THE POTENTIAL FOR RENEWABLE ENERGY, WILDWOOD HOUSE, LONDON, 1993.

السفلى والتي تزداد درجة حرارتها بمعدل حوالي ٢٥٠-٣٥٠ درجة س لكل ١٠٠٠ م عمق، والتي تزداد لتصل إلى ٨٠٠ درجة س لكل ١٠٠٠م عمق فى مناطق الحمم البركانية[١].

ويبلغ متوسط الطاقة الإجمالية الناتجة عن طاقة الحرارة الأرضية طبقا لتقرير WEC[٢] لعام ١٩٩٠م بما يقدر بـ ٤ مليون طن مكافئ بترول، وتعتبر الولايات المتحدة والمكسيك وإيطاليا واليابان من مصاف الدول التي اتخذت من طاقة الحرارة الأرضية مصدرا مباشرا لتوليد الطاقة الكهربية، ويتضح من شكل رقم (٢-١٣)[٣] الأماكن الأساسية والتي تعتبر مصدرا لطاقة الحرارة الأرضية والتى توضح أن معظم تمركز هذه المناطق في الدول السابق ذكرها والمعتمدة بصورة ملحوظة على تلك الطاقة.



شكل رقم (٢-١٢): توزيع طاقة الحرارة الأرضية قطاعيا.



شكل رقم (٢-١٣): توزيع طاقة الحرارة الأرضية عالميا.

[١] Ibid.
[٢] WEC,NEW RENEWABLE ENERGY RESOURCES – A GUIDE TO THE FUTURE, CLAYS Ltd., ENGLAND, 1994.
[٣] Ibid.

الآثار البيئية لإستخدام طاقة الحرارة الأرضية:
من خلال السنوات القليلة الماضية والتي تم فيها إستخدام هذه الطاقة ظهرت بعض الآثار السيئة لتلك الطاقة على البيئة المحيطة، والتي يمكن إيجازها في التالي:
١- الآثار السيئة الناتجة عن تسرب المياه الساخنة والبحار الى البيئة المحيطة من غلاف جوى / أنهار .....إلخ، فعلى سبيل المثال يحتوي البخار على غاز (H2S) أو كبريتيد الهيدروجين والذي يحتوي على نسبة من غاز ثاني أكسيد الكربون (Co2).
ولكن الجدير بالذكر أنه من خلال بعض الأنظمة الحديثة لإستغلال طاقة الحرارة الأرضية تمكن فيها من الحد لهذه الآثار السيئة الناتجة من هذه الطاقة المستخدمة.

وتعتبر هذه المصادر للطاقة المتجددة من أهم وأكثر المصادر إنتشارا للطاقة المتجددة، إلا أنه يوجد بعض المصادر الأخرى للطاقة المتجددة والتي يمكن ذكرها في الآتي:
خامسا: الطاقة الكهرومائية:
والتي إستغلها الإنسان منذ عدة قرون بصورة أساسية عن طريق حركة المياه.
سادسا: طاقة البحار والمحيطات:
والمتمثلة في الطاقة الكامنه في الأمواج / فرق درجات الحرارة / المد والجزر / .....إلخ.

٢-٤ إنتاج وتطبيقات إستخدام الطاقة:

٢-٤-١ تمهيد: الطاقة وإقتصادياتها:

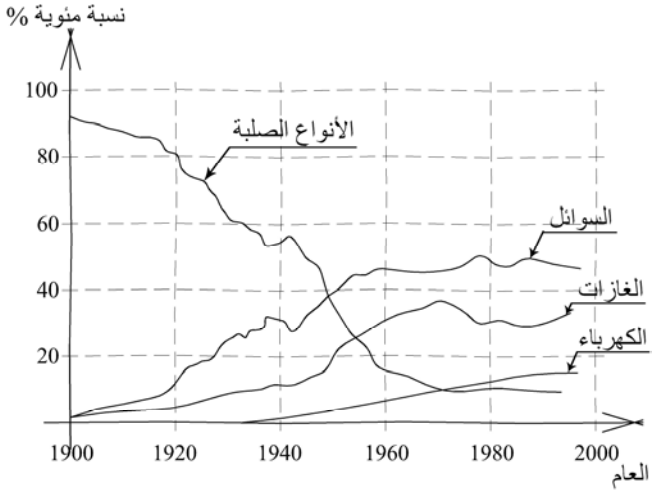
مما لا شك فيه أننا نعيش في عصر تغيير سريع ومتتابع على كافة نظم الحياه، الأمر الذي يؤدي إلى تغير أساليب المعيشة جيلا بعد جيل لتحتل التخمينات والتنبؤات المستقبلية إهتمام بحثي واسع على كافة المستويات.
فعلى سبيل المثال تلعب التكنولوجيا الحديثة دورا أساسيا في تغير أساليب الحياه سواء كونها إيجابية أحيانا أو سلبية فى أحيان أخرى، وليس هذا في أساليب الحياه فقط بل تمتد لتشمل كافة النطاقات كالأعراف الإجتماعية والسياسية والإقتصادية .....إلخ.
ومع تسارع معدل التغيير في الحياه استلزم معها معرفة ما يمكن احتمال حدوثه في المستقبل والتنبؤ بما يحمله المستقبل من تغيرات متوقعة وغير متوقعة شاملا دراسة تأثير كل شئ على مجالات الحياه كتكنولوجيا المعلومات والنظريات الإقتصادية .....إلخ.
ومع هذا فقد احتلت الدراسات المستقبلية للطاقة نسبة صغيرة جدا مقارنة بأهميتها في مجالات الحياه في الدراسات الإقتصادية والسياسية .....إلخ الخاصة بها، وبالرغم من هذا فإن هذه الدراسات المبدئية المتعلقة بالطاقة تكشف عن حقيقة مروعة إلى حد ما، ذلك أن ما سيحدث في غضون العقود القليلة المقبلة هو مجرد تغيرات ثانوية تؤدي إلى شكل لنظام إقتصاد الطاقة الحالي المرتكز على الوقود الحفري أعلى قليلا في الكفاءة وأنظف إلى أدنى حد مقبول. ويعتقد الخبراء أن أي نوع آخر لمستقبل الطاقة من شأنه أن يكون باهظ التكلفة وغير عملي إلى درجة تجعله مستحيلا[١].
فالتاريخ يوحي بأن التحولات الكبرى في الطاقة - من الخشب إلى الفحم أو من الفحم إلى النفط - تأخذ وقتا في جمع قوة الدفع. ولكن ما أن يتم التغلب على المقاومة الإقتصادية والسياسية، وتثبت التكنولوجيا الجديدة ذاتها، حتى يمكن للأمور التطور والإزدهار سريعا. وهذا هو الأسلوب الذي ظهرت به نظم الطاقة الحالية في نهاية القرن الماضي، وربما يكون هو السبيل الذي يبدأ به إقتصاد

[١] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, ANNUAL REPORTS, VIENNA, 1980.

الطاقة المتواصل ظهوره في نهاية قرننا هذا. وإذا حدث ذلك فإن ثورة الطاقة المقبلة ستؤثر تأثيرا عميقا في أسلوب عملنا وحياتنا جميعا، وكذلك في ازدهار البيئة العالمية التي نعتمد عليها.

٢-٤-٢ إنتاج وإستهلاك الطاقة:

تلعب الطاقة دورا هاما وحيويا في مختلف مجالات الحياه ومراحل التنمية الإقتصادية، وذلك من خلال تلبية الإحتياجات العالمية والمحلية من صور الطاقة المختلفة في كافة مجالات وأنشطة الحياه اليومية. وبمتابعة إنتاج الطاقة وإستهلاكها في قطاعات الحياه مثل قطاع المباني / القطاع الإقتصادي / القطاع الزراعي .....إلخ، نجد أنه هناك زيادة مستمرة ومتزايدة في إستهلاك الطاقة بنسبة أكبر من الزيادة الإنتاجية لمصادر الطاقة.



شكل رقم (٢-١٤): الإستخدام النهائي للطاقة تبعا لشكلها بالولايات المتحدة، ١٩٠٠:١٩٩٣م.

ولعله من أهم أسباب زيادة إستهلاك مصادر الطاقة التطور التكنولوجي الهائل في السنوات السابقة والذي شهد طفرة ملحوظة إضافة إلى الزيادة السكانية المستمرة المصاحب لها الزيادة الملحوظة في الإحتياجات الإنسانية المعيشية، فعلى سبيل المثال يوضح شكل رقم (٢-١٤)[٢] النسب المئوية لإستهلاك الطاقة خلال المائة عام السابقة والتي يتضح منها الزيادة الملحوظة في النسب المئوية لإستهلاك الطاقة الكهربية والغازية والسائلة مصاحبا للإنخفاض الملحوظ في إستخدام مصادر الطاقة الصلبة.

أما في جمهورية مصر العربية فإن قطاع الطاقة يؤدي دورا هاما في التنمية الإقتصادية والإجتماعية، ويبين جدول رقم (٢-٤)[١] مؤشرات الطاقة في عامى ٩٨ -١٩٩٩ ، ٩٩/٢٠٠٠ ومعدل النمو بينهما ومقارنة بذلك يتضح من جدول رقم (٢-٥)[٢] الإستهلاك القطاعي للطاقة خلال ذلك العامين للقطاعات المختلفة (صناعة / نقل / تجاري / سكني .....إلخ) والنسب المئوية الخاصة بها والتي يمكن استخلاص عدة مؤشرات ونتائج هامة من خلالها يمكن ذكرها في النقاط التالية:

١- شهد نصيب الفرد من الناتج المحلي للطاقة زيادة مئوية طفيفة بلغت حوالى ١,٠٤%.
٢- زادت كثافة الطاقة الكهربية المستهلكة خلال العامين بينما على الجانب قلت كثافة الطاقة الأولية المستهلكة.
٣- بلغت النسبة المئوية لزيادة متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربية المستهلكة حوالي ٥,٥%.
٤- يستهلك القطاع المنزلي جزءا كبيرا من الطاقة الكهربائية المولدة في مصر، بالإضافة إلى كمية وفيرة من الغاز الطبيعي والكيروسين وغاز البترول المسال (LPG).
٥- يتضح أن قطاع الأبنية في عامي ٩٩/٩٨ ، ٢٠٠٠/٩٩ وعلى الترتيب قد إستهلك ١٣,٥٤% ، ١٤,٢١ % من إجمالي الإستهلاك القطاعى للمشتقات البترولية و ٢,٤٩% ،

[٢] Ibid.

[١] جمهورية مصر العربية، جهاز تخطيط الطاقة، الطاقة في مصر ١٩٩٩/٩٨، ٢٠٠٠/٩٩.
[٢] المرجع السابق.

٢,٣٦% من الإستهلاك القطاعي للغاز الطبيعي و ٤٠,٩٩% ، ٤٢,٠٠% من إجمالي الإستهلاك القطاعي للطاقة الكهربية.

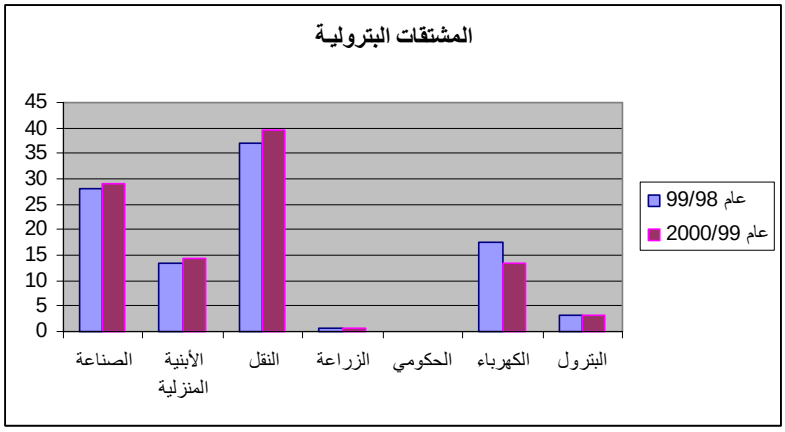
جدول رقم (٢-٤): مؤشرات الطاقة في مصر في عامي ١٩٩٨/١٩٩٩ و ١٩٩٩/٢٠٠٠:

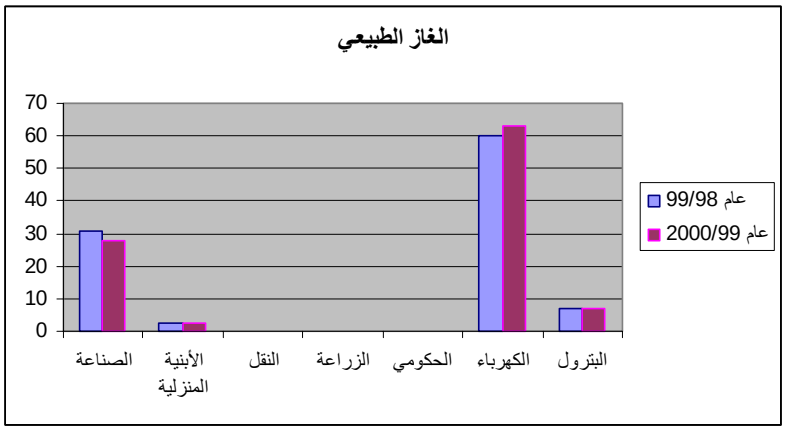
	١٩٩٨/١٩٩٩	١٩٩٩/٢٠٠٠	معدل النمو %
عدد السكان (ألف نسمة)	٦٣٩١٥	٦٥١٥٦	١,٩٤
الناتج المحلي الإجمالي (مليون دولار)	٧٨٩٥٠	٨٣٨٢٦	٦,٤٩
الطاقة الأولية المستهلكة (ألف طن.م.ن.)	٤٢١٨٩	٤٤٠٥٤	٤,٤١
الطاقة الكهربائية المولدة (ج.و.س.)	٦٧٩٨١	٧٣٣١٠	٧,٨
الطاقة الكهربائية المستهلكة (ج.و.س.)	٥٦٦٠٠	٦٠٨٦٣	٧,٥
كثافة إستهلاك الطاقة الأولية (كغ.م.ن./دولار)	٠,٥٣٤	٠,٥٢٥	-
كثافة إستهلاك الطاقة الكهربية (ك.و.س./دولار)	٠,٧١٧	٠,٧٢٦	١,٢٥
متوسط نصيب الفرد من الطاقة الأولية المستهلكة (كغ.م.ن./فرد/سنة)	٦٦٠	٦٧٦	٢,٤٣
متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية المولدة (ك.و.س./فرد/سنة)	١٠٦٤	١١٢٠	٥,٣١
متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية المستهلكة (ك.و.س./فرد/سنة)	٨٨٥	٩٣٤	-
معدل إستهلاك الوقود لتوليد الكهرباء (غرام/ك.و.س.)	٢٢٧,٨	٢٢٥,٦	٠,٠١-

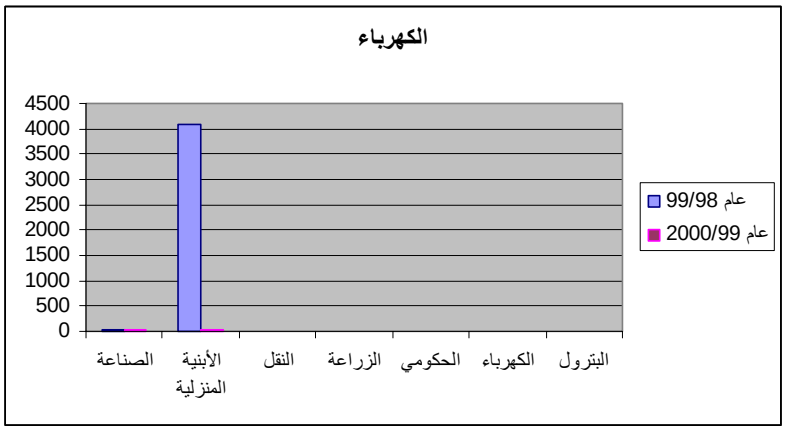
جدول رقم (٢-٥): الإستهلاك القطاعي للطاقة بمصر لعامي ١٩٩٨/١٩٩٩ و ١٩٩٩/٢٠٠٠:

القطاع	العام	المشتقات البترولية		الغاز الطبيعي		الكهرباء	
		ألف طن م.ن.	%	ألف طن م.ن.	%	ج.و.س.	%
الصناعة	١٩٩٩/٩٨	٦٩٢٥	٢٨,٠٨	٣٩٢٣	٣٠,٦٥	٢٢٩٠٠	٤٠,٤٦
	٢٠٠٠/٩٩	٧٠٤٤	٢٨,٩٠	٤٣٦٣	٢٧,٧٨	٢٣٤٣٠	٣٩
الأبنية (المنزلية والتجارية)	١٩٩٩/٩٨	٣٣٣٨	١٣,٥٤	٣١٩	٢,٤٩	٢٣٢٠٠	٤٠,٩٩
	٢٠٠٠/٩٩	٣٤٦٤	١٤,٢١	٣٧٠	٢,٣٦	٢٥٤٦٤	٤٢
النقل	١٩٩٩/٩٨	٩١١٣	٣٦,٩٦	-	-	-	-
	٢٠٠٠/٩٩	٩٦٥٤	٣٩,٦١	-	-	-	-
الزراعة	١٩٩٩/٩٨	١٣١	٠,٥٣	-	-	٢٢٠٠	٣,٨٩
	٢٠٠٠/٩٩	١٢٥	٠,٥١	-	-	٢٣٧٥	٤
الحكومي وأخرى	١٩٩٩/٩٨	-	-	-	-	٨٣٠٠	١٤,٦٦
	٢٠٠٠/٩٩	-	-	-	-	٩٥٩٤	١٥
الكهرباء	١٩٩٩/٩٨	٤٣٥٠	١٧,٦٢	٧٦٧٥	٥٩,٩٧	-	-
	٢٠٠٠/٩٩	٣٢٨٥	١٣,٤٨	٩٨٨٠	٦٢,٩١	-	-
البترول	١٩٩٩/٩٨	٨٠٣	٣,٢٧	٨٨٢	٦,٨٩	-	-
	٢٠٠٠/٩٩	٨٠٣	٣,٣٠	١٠٩١	٦,٩٥	-	-
الإجمالي	١٩٩٩/٩٨	٢٤٦٥٩	١٠٠	١٢٧٩٩	١٠٠	٥٦٦٠٠	١٠٠
	٢٠٠٠/٩٩	٢٤٣٧٤	١٠٠	١٥٧٠٤	١٠٠	٦٠٨٦٣	١٠٠

هذا وقد أجرى جهاز تخطيط الطاقة في جمهورية مصر العربية عددا من الدراسات للتعرف على أنماط إستهلاك الطاقة في عدد من مناطق جمهورية مصر العربية. ومن هذه الدراسات دراسة حول إستهلاك الطاقة في القطاع المنزلي في منطقة بورسعيد أجراها على ٩٢٦ أسرة ودراسة مماثلة في مدينة الإسكندرية أجراها على ٢٧٥٠ أسرة. وقد بينت كل من الدراستين أن الإنفاق على الطاقة يساوي ٦,٤% من متوسط دخل الأسرة في الدراسة الأولى و ٦,٩% في الدراسة الثانية (٧٣,٤% منها لفاتورة الكهرباء و ٢٢% لتكاليف غاز البترول المسال ٤,٦% لتكاليف الكيروسين) وأظهرت الدراستان العلاقة المباشرة بين مستوى الثقافة والوعي وإستهلاك الطاقة، إذ يزداد إستهلاك الكهرباء وينخفض إستهلاك الطاقة، إذ يزداد إستهلاك الكهرباء وينخفض إستهلاك الكيروسين مع تحسن الوضع الثقافي[1]، شكل رقم (٢-١٥).







شكل رقم (٢-١٥): الإستهلاك القطاعي للطاقة بمصر لعامي ١٩٩٨/١٩٩٩ و ١٩٩٩/٢٠٠٠.

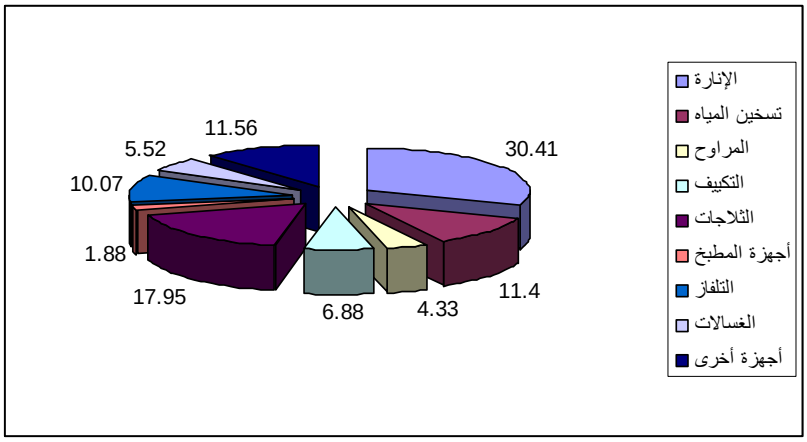
وقد بينت الدراسة توزيع إستهلاك الطاقة الكهربائية سنويا على مختلف الخدمات كما يتضح من جدول رقم (٢-٦)، شكل رقم (٢-١٦)[2].

[1] اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، تحسين كفاءة إستخدام الطاقة في قطاع الأبنية تحليل الخيارات في دول مختارة أعضاء في الإسكوا، الأمم المتحدة، نيويورك، ٢٠٠١م.
[2] المرجع السابق.

جدول رقم (٢-٦): توزيع إستهلاك الطاقة الكهربائية سنويا بمصر على مختلف الخدمات:

الخدمة	الإنارة	تسخين مياه الخدمات	المراوح الكهربائية	التكييف	الثلاجات والمجمدات	أجهزة المطبخ	التلفاز	الغسالات والنشافات	أجهزة أخرى	الإجمالي
متوسط الطاقة المستهلكة سنويا (ك.و.س.)	٨٧١,٤٤	٣٢٦,٧٦	١٢٤,٠٨	١٩٧,٠٤	٥١٤,٣٢	٥٤	٢٨٨,٦	١٥٨,٢٨	٣٣١,٢	٢٨٦٦
النسبة %	٣٠,٤١	١١,٤٠	٤,٣٣	٦,٨٨	١٧,٩٥	١,٨٨	١٠,٠٧	٥,٥٢	١١,٥٦	١٠٠
رقم الأفضلية النسبية	١	٣	٧	٥	٢	٨	٤	٦	-	-

وبصورة أكثر تفصيلا يمكن التعرض لمشكلة الطاقة في مصر من خلال النقاط التالية.



شكل رقم (٢-١٦):
توزيع إستهلاك الطاقة الكهربائية سنويا بمصر على مختلف الخدمات.

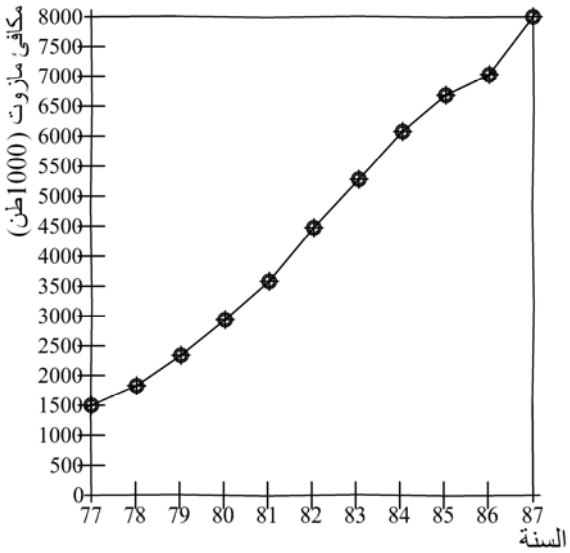
٢-٤-٣ مشكلة الطاقة في مصر:

من خلال الدراسات التي أجريت من قبل الباحثين، وبمراجعة جهاز تخطيط الطاقة لأساليب استخدام جمهورية مصر العربية للطاقة، وتكثيف الأبحاث الخاصة بالطاقات البديلة، يمكن إستخلاص أهم النقاط الرئيسية لمشكلة الطاقة في مصر من خلال الآتي:

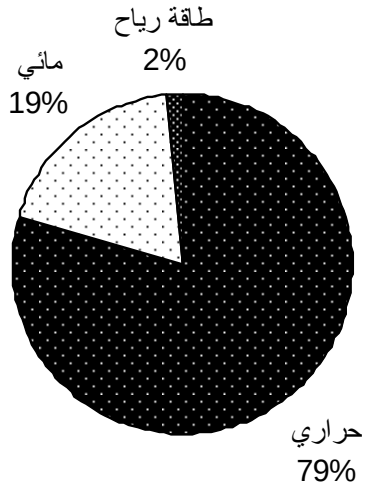
١- موارد الطاقة التقليدية تتجه نحو النضوب السريع.
٢- تقدر الزيادة في الإستهلاك السنوي الفردي من الطاقة الكهربائية في مصر بنحو ١٧,٧%، كما تقدر الزيادة في إحتياجات مصر من الطاقة سنويا بنحو ٢٠%[١].
٣- تمثل الطاقة المستهلكة في مصر اليوم حوالي ٩٢,٥% منها من النوع غير المتجدد، شكل رقم (٢-١٧)[٢].
٤- يعتمد توليد الطاقة الكهربية في مصر على البترول مولدا في محطات حرارية بنسبة تصل إلى أكثر من ٧٩%، شكل رقم (٢-١٨)، ومع زيادة الطلب المحلي ستواجه مصر موقفا صعبا ينتج عن نضوب إمداداتها البترولية في المستقبل القريب[٣].
٥- يلاحظ تزايد الإستهلاك لجميع أنواع الوقود الأخرى (غاز طبيعى / فحم / طاقة مائية / .....إلخ).

وهكذا تظهر المشكلة واضحة خاصة بعد التعرف على الزيادة الملحوظة في نسب إستهلاك الطاقة في مصر وعدم كفاءة التوليد، إضافة إلى ذلك توقعات نضوب مصادر الطاقة غير المتجددة خلال السنوات القادمة في الوقت الذي تعتبر مراحل الإستفادة من الطاقة المتجددة في مرحلة التطبيق المحدود.

[١] إدارة الهيئة للتخطيط والشئون الإقتصادية، الإحتياجات الحقيقية من الطاقة.
[٢] شركة هاجلربابيس، مشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة، إدارة الطاقة للشركات، ١٩٩٦م.
[٣] جمهورية مصر العربية، جهاز تخطيط الطاقة، الطاقة في مصر ١٩٩٩/٩٨، ٢٠٠٠/٩٩.



شكل رقم (٢-١٧): تزايد إستهلاك الوقود في مصر.



شكل رقم (٢-١٨): الطاقة الكهربية المولدة في مصر.

ويتضح مما سبق أهمية إيجاد حل سريع لتلك المشكلة والإتجاه إلى ترشيد إستهلاك الطاقة على كافة نطاقات الحياه، ومن ضمنها ترشيد إستهلاك الطاقة بالمباني كأحد أهم وأكبر القطاعات إستهلاكا للطاقة وذلك ما سيتم تناوله بالدراسة في النقاط التالية.

٢-٥ الطاقة المستهلكة بالمباني:

٢-٥-١ تمهيد:

يعتبر قطاع المباني من أكثر القطاعات استهلاكا للطاقة بعد قطاع الصناعة، الأمر الذي يرفع من أهمية جدوى ترشيد إستهلاك الطاقة في ذلك القطاع، وللوصول لذلك الهدف لابد من التعرض بالدراسة إلى الطاقة المستهلكة بالمباني ومواضع ذلك الإستهلاك وتحديد مواضع الهدر فيه.

ويمر إنشاء أي مبنى من خلال عدة مراحل متتالية لكل مرحلة منهم طاقة مستهلكة لتنفيذ تلك المرحلة والإنتقال للمرحلة التالية، وتعتبر هذه المراحل هي:

١- توافر الإمكانيات والفكرة المبدئية للمشروع.
٢- الرسومات التصميمية والتنفيذية.
٣- مرحلة الإنشاء والتأسيس.
٤- مرحلة التشغيل.
٥- مرحلة الهدم أو التعديل.

وتمثل المراحل الخاصة بإنشاء المبنى وتشغيله وهدمه أو تعديله هي المراحل الرئيسية والتي يظهر فيها نسبة إستهلاك الطاقة، غير أن مرحلة الفكرة المبدئية والرسومات التنفيذية لها عامل أساسي في وضع الأسس والأفكار الرئيسية التي تعتمد عليها المراحل التالية وبالتالي التأثير المباشر على إستهلاك الطاقة، كما سيلي ذكرة في النقاط التالية.

٢-٥-٢ الطاقة المستهلكة أثناء مراحل المبنى:

٢-٥-٢-١ مرحلة التصميم والرسومات التنفيذية:

وهي المرحلة التي تبدأ من وجود الإمكانيات (قطعة الأرض / رأس المال / المستثمر / .....إلخ)، وظهور الفكرة المبدئية للمشروع ومرورا بالمشروع الإبتدائي وتطويره للمشروع النهائي حتى الوصول لميتندات التنفيذ (معماري / إنشائي / صحي / كهرباء / تكييف) وذلك لطرحها للعطاء بأحد الطرق المتبعة في العطاءات تمهيدا للبدء في مرحلة التنفيذ.

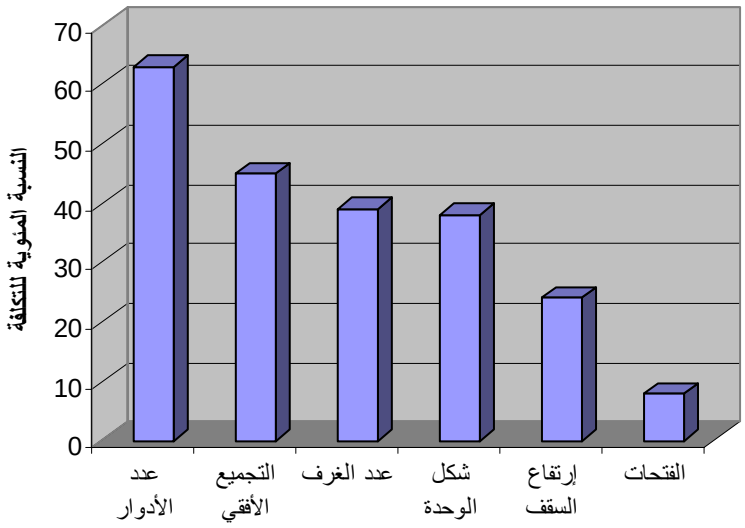
ولذلك تعتبر مرحلة التصميم من أولى المراحل الحاكمة لمرحلة إنشاء وتنفيذ المبنى، ولذلك فهي من المراحل الهامة جدا للمهندس المصمم، وكذلك يمتد تأثير تلك المرحلة إلى تأثيرها على إستهلاك الطاقة أثناء مرحلة تشغيل المبنى ومرحلة الهدم أو التعديل. فكان لزاما على المصمم القيام بالدراسات الكافية عن تلك المرحلة لأن تأثيرها يظهر بصورة كبيرة جدا أثناء المراحل التالية.

وعلى سبيل المثال يمكن تحديد عدة عناصر تصميمية يجب الإهتمام بها بالدراسة والتحليل أثناء مرحلة التصميم، وهي:

١- شكل المبنى.
٢- عدد الغرف.
٣- عدد الأدوار.
٤- الغلاف الخارجي.
٥- إرتفاع السقف.
٦- طريقة التجميع الأفقي.

حيث أنه لكل عامل من العوامل السابقة أهميته النسبية طبقا لمدى تأثيره على إستهلاك الطاقة، شكل رقم (٢-١٩)[١].

فعلى سبيل المثال تستهلك المبانى جزءا ليس بسيطا من الطاقة لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة لمستعملي الفراغات الداخلية، غير أنه بدراسة واعية لعناصر التصميم السابقة وخاصة الجزء الخاص بالغلاف الخارجي يمكن الحصول على تصميم أكثر ملاءمة بما يحقق الراحة الحرارية المطلوبة دون الإعتماد الكلي على النظم الميكانيكية والتي ترفع بدورها مقدار إستهلاك الطاقة بصورة ملحوظة أثناء مرحلة التشغيل للمبنى.



شكل رقم (٢-١٩): الأهمية النسبية لعناصر المبنى بإستهلاك الطاقة بالمباني.

ومن جهة أخرى فإنه يجب التركيز على أن هذه العوامل التصميمية ليست بالمرونة الكافية التي يمكن التعامل معها تحت أي متطلب، وذلك لأن هذه العوامل تخضع في الوقت ذاته لمجموعة من القوانين والإشتراطات العامة والخاصة والتي تحد من مرونة التحكم بها لدرجة معينة وذلك على مستوى المبنى الواحد أوالتجمعات العمرانية.

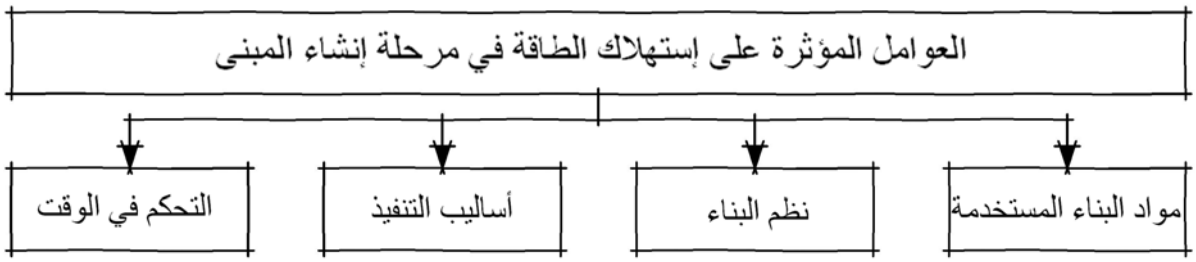
ولذلك فإننا نجد أنه في العديد من البدائل الأمثل لتوفير إستهلاك الطاقة بالمباني تكون حلولا نظرية دون تحقيقها عمليا لتحددها بالقوانين والتشريعات الأمر الذي يلفت النظر إلى وجوب تعديل تلك القوانين بصورة أكثر مرونة وقابلية للوصول وتحقيق تلك الحلول المثلى بالمباني سواء على مستوى المبنى الواحد أو على مستوى التجمعات العمرانية.

[١] محسن محمد أبو النجا، إقتصاديات تصميم الوحدة السكنية – دراسة تأثير شكل الوحدات السكنية وعدد الأدوار على التكلفة، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٨٤م.

٢-٥-٢-٢ مرحلة الإنشاء والتأسيس:

وهي المرحلة بدءا من إستلام الموقع وحتى الإنتهاء من تنفيذ المبنى حتى يصبح جاهزا للإستخدام، وتعرف الطاقة المستهلكة خلال تلك المرحلة بطاقة الإنتاج ENERGY CAPITAL.

وتعتبر مرحلة الإنشاء والتأسيس هي حجر الأساس في منظومة حياة المبنى والتي بها العديد من العوامل المؤثرة على إستهلاك الطاقة خلال تلك المرحلة ، شكل رقم (٢-٢٠).



شكل رقم (٢-٢٠): العوامل المؤثرة على إستهلاك الطاقة في مرحلة إنشاء المبنى

وبدراسة موجزة لتلك العوامل كالآتي:

١- مواد البناء المستخدمة:

تتراوح تكلفة مواد البناء المستخدمة في المباني بنسبة ٧٠:٥٠% من إجمالي ثمن التكلفة تقريبا، وتصل هذه النسبة إلى ما يقرب من ٨٠% من إجمالي التكلفة في الدول النامية[١]، لذا فإنه من الضروري الإهتمام بمواد البناء وترشيد إستعمالها وترشيد تكاليف إنتاجها. وتتركز أهم عوامل إستهلاك الطاقة في مواد البناء المستعملة في النقاط التالية:

أ- الطاقة المستهلكة فى تصنيع هذه المواد: فيجب أن تكون هذه المواد متوافرة بالقدر الكافي وبما لا يؤثر سلبا على البيئة المحيطة أثناء التصنيع.

ب- الطاقة المستهلكة في النقل: فكلما كانت مواد البناء محلية وقريبة المصدر من المباني وكذلك ذات أحجام وأوزان ملائمة كلما كان لها التأثير الإيجابي على الطاقة المستهلكة في النقل والتخزين.

جـ- الطاقة المستهلكة في التنفيذ: وهي تتأثر بصورة مباشرة بميكانيزم التنفيذ إضافة إلى خواص المادة في حد ذاتها.

٢- نظم البناء:

وهي تؤثر على مقدار إستهلاك الطاقة أثناء التنفيذ من خلال عوامل رئيسية يمكن ذكرها في التالي:

أ- النسبة بين العمالة المستخدمة ونسبة المعدات: وهي تختلف من مشروع لآخر وتتحدد بصورة أساسية على أساس حجم المشروع والمدة الزمنية المحددة للتنفيذ.

ب- نوعية العمالة المستخدمة: حيث يصبح الأمر أكثر ايجابية عند إستخدام نسبة عالية من العمالة الماهرة، وذلك توفيرا لكمية الطاقة المستهلكة أثناء التنفيذ.

جـ- المستوى التنفيذي المطلوب: حيث تختلف مستويات إنهاء الأعمال من مشروع لآخر بما يؤثر على زمن وتكلفة التنفيذ مؤثرا بالتالي على الطاقة المستهلكة بالمشروع.

[١] شيماء محمد كامل محمود، البناء لمن لا مأوى لهم، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة عين شمس، ١٩٩٥م.

٣- أسلوب التنفيذ:
وهى التي تحدد كل ما يتعلق بالعمالة والمعدات وأسلوب الإدارة والتخزين والتشطيب .....إلخ، حيث تتعدد أساليب التنفيذ للمادة الواحدة لذا يجب أخذ أفضلها في الإعتبار وذلك من حيث جودة التنفيذ وإستهلاك الطاقة المستخدمة في التنفيذ، وكل ذلك يسري على المواد المستخدمة والعمالة والمعدات .....إلخ.
فعلى سبيل المثال تتعدد أساليب التنفيذ للعناصر الإنشائية بالمبنى إلى عدة أساليب مثل:
١- الطريقة التقليدية. ٢- الشدات النفقية.
٣- البلاطات المرفوعة. ٤- البلاطات اللاكمرية .....إلخ.
ولكل أسلوب مميزاته وعيوبه، والتي تجعله ملائما لمشروع ما عن غيره وبالتالي مدى تأثيره على إستهلاك الطاقة.

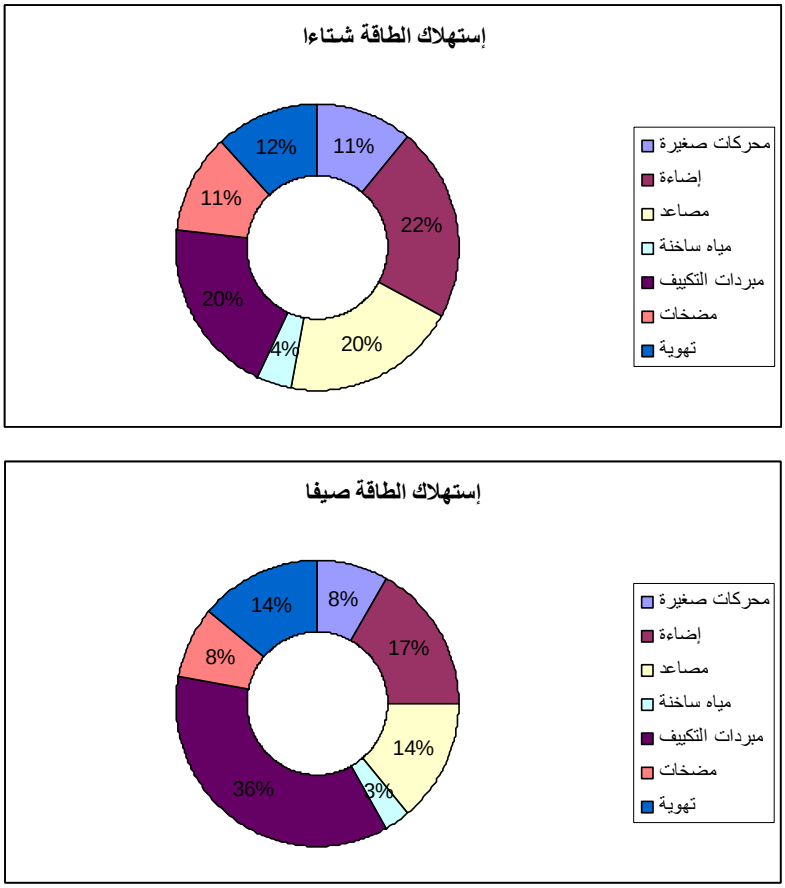
٤- التحكم في الوقت:
لكل بند من بنود المبنى معدلات الأداء الخاصة به والتي تم حسابها أساسا من الخبرة والمشاريع السابقة، ولذلك يعتبر ذلك الزمن المحدد هو أنسب وقت لتنفيذ ذلك البند مع السماح بوجود نسبة سماحية تصل إلى ٥-١٠%، أما في حالة تنفيذه في زمن أقل فإن ذلك يعني التأثير على جودة التنفيذ وعلى العكس فإن الزمن الأكبر من المعدل في التنفيذ يدل على وجود معوقات وتباطؤ في التنفيذ.
وحيث أن الطاقة = القدرة × الزمن، فإن للزمن المستخدم في التنفيذ تأثير مباشر على الطاقة المستهلكة حيث تربطهما العلاقة الطردية المحددة سابقا، ولذلك تظهر أهمية التحكم في زمن التنفيذ ٦لكل من العمالة والمعدات المستخدمة لتأثيرها المباشر على إستهلاك الطاقة أثناء مرحلة إنشاء المبنى.

٢-٥-٢-٣ مرحلة التشغيل:
وهي تعتبر من أهم وأطول مراحل المبنى، حيث يتم فيها إستخدام المبنى بكافة فراغاته في الأغراض المخصص لها، وذلك طوال العمر الإفتراضى للمبنى. وتعرف الطاقة المستهلكة أثناء تلك المرحلة بالطاقة المتضمنة EMBODIED ENERGY.
وتضم هذه المرحلة النسبة الأكبر من الطاقة الكلية التي يستهلكها المبنى خلال مراحله المتتابعة، ولذلك كان لابد من المصمم أن يقوم بدراسة تلك المرحلة دراسة وافية وتحليل كافة العناصر التي تساهم في إستهلاك الطاقة خلال تلك المرحلة ووضع الحلول المثلى لها والتي تساهم بخفض إستهلاك الطاقة خلال العمر الافتراضي للمبنى.
وتستهلك المباني نسبا مختلفة من الطاقة أثناء فترة تشغيلها من خلال عدة عناصر تساهم في الوصول بالمبنى إلى المستوى الملاءم معيشيا للمستعمل، ويمكن ذكر بعض هذه العناصر كالآتي:

أ- الإضاءة الداخلية والخارجية بالمبنى.
ب- الأجهزة والمحركات المنزلية داخل المبنى.
جـ- المصاعد ووسائل إنتقال الحركة الميكانيكية.
د- وحدات التهوية المختلفة.
هـ- إنتاج المياه الساخنة للمبنى.
و- نظم تكييف الهواء المركزي والمنفصل .....إلخ.

وكما يتضح من شكل رقم (٢-٢١)[١] والذى يوضح توزيع إستهلاك الطاقة في المباني الحديثة، نجد أن هذه النسب تختلف في المبنى الواحد في الصيف عن الشتاء، فعلى سبيل المثال يتضح أن الإضاءة تمثل أكبر عبء في الطاقة في الشتاء مع المبردات والمصاعد، في حين أنها تنخفض إلى نسبة ١٦% مع بلوغ الطاقة المستهلكة لإنتاج المياه المثلجة لتكييف الهواء حوالى ٣٥% من إجمالي الطاقة.

ويوضح جدول رقم (٢-٧)[٢] متوسط النسب المئوية لإستهلاك الطاقة على مدار العام لبعض المباني بمصر، حيث يتضح أن الطاقة المستهلكة في مبردات التكييف تأتى في المرحلة الأولى من حيث إرتفاع النسبة المئوية لمتوسط الإستهلاك في العام ويليها الطاقة المستهلكة في الإضاءة ثم التهوية "بجانب الطاقة المستهلكة في المصاعد".



شكل رقم (٢-٢١): توزيع إستهلاك الطاقة في المباني الحديثة.

أي أنه حوالي ٤١% من الطاقة المستهلكة بالمباني تستغل في تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة للمستعمل إضافة إلى ما يقرب من ٢٠% من الطاقة المستهلكة لتحقيق الراحة الضوئية.

جدول رقم (٢-٧): متوسط النسب المئوية لإستهلاك الطاقة على مدار العام لبعض المباني بمصر:

العنصر	% لمتوسط استهلاك الطاقة فى العام	العنصر	% لمتوسط استهلاك الطاقة فى العام
إضاءة	% ١٩,٥	مصاعد	%١٧
مياه ساخنة	%٣,٥	مضخات	% ٩,٥
مبردات تكييف	% ٢٨	تهوية	% ١٣
محركات صغيرة	% ٩,٥		

وتلك النسب تضع المهندس المصمم في دور المسئول الأول والرئيسي للقيام بالدراسات الكافية لتحقيق الراحة الحرارية والضوئية بقدر الإمكان عن طريق الوسائل المناخية الموفرة للطاقة للمساهمة بأكبر قدر ممكن في ترشيد إستهلاك الطاقة في مرحلة تشغيل المبنى.

فعلى سبيل المثال يوضح جدول رقم (٢-٨) إمكانية إستخدام أنظمة الطاقة بالطريقة التقليدية أو أنظمة الطاقة المتجددة فى تحقيق الراحة المطلوبة للمستعمل، وذلك مع ملاحظة أن الطاقة المتجددة في بعض الأحيان قد تكون الحل الأمثل لتوفير إستهلاك الطاقة في المباني في مرحلة التشغيل.

[١] عصام خليل، مستقبل الطاقة، سلسلة غير دورية، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، ١٩٩٩م.
[٢] المرجع السابق.

جدول رقم (٢-٨)[١]: إمكانية إستخدام أنظمة الطاقة التقليدية وأنظمة الطاقة المتجددة في المبانى لتوفير بيئة داخلية مريحة:

البند	عناصر إستهلاك الطاقة بالمباني	الطرق التقليدية	أنظمة الطاقة المتجددة
١	**تبريد وتهوية المباني**	المراوح / المكيفات / المكيفات الصحراوية.	- نظام التهوية الشمسي السالب. - الملاقف الهوائية. - بعض العناصر المعمارية مثل بئر السلم.
٢	**تسخين المباني**	- الدفايات الكهربائية. - المكيفات. - دفايات الكيروسين. - حرق الأخشاب.	- نظام التسخين الشمسي السالب.
٣	**الإضاءة**	- الإضاءة الكهربائية.	- نظم الإضاءة الطبيعية.
٤	**تسخين المياه**	- سخانات الكهرباء. - سخانات الغاز.	- السخانات الشمسية.
٥	**تغذية المياه (ضخ المياه)**	- طلمبات كهربائية. - طلمبات الديزل. - طلمبات البنزين.	- أنظمة الطلمبات الشمسية. - أنظمة الرياح.

٢-٥-٢-٤ مرحلة الهدم أو التعديل:

تمر العديد من المبانى لنوع من التعديل أو الإزالة أو الإصلاح أثناء فترة تشغيلها وحتى نهاية عمرها الإفتراضي، وتستغل الطاقة في هذه المرحلة في الإزالة أوالترميم أو الإصلاح أو إعادة التدوير والإستخدام، فعناصر ومكونات المبنى عبارة عن مجموعة من مواد البناء التي لها دورة حياتية بدءا من الإستخراج ثم الإستخدام ثم مرحلة الهدم، ولكل مرحلة من هذه المراحل علاقة مباشرة بإستخدام الطاقة.

فعلى سبيل المثال تعتبر عملية إعادة الإستخدام لعناصر المنشأ RECYCLING من أحد المجالات الهامة والتي زاد الإقبال عليها بغرض تقليل التكلفة في التصنيع وبالتالي التقليل من الطاقة المستهلكة في إنتاج هذه المواد، وذلك بأن نجعل المواد الخارجة والمنصرفة من هذه المواد مصدرا لمواد جديدة، وذلك ما يحدث تلقائيا في أي نظام بيئي متزن.

فمثلا إعادة إستخدام المياه المستخدمة والتي تسمى بالمياه الرمادية GREY WATER والناتجة عن إستعمال الحمامات والمطابخ له أثر كبير في خفض إستهلاك الماء بالمباني حيث يتم تجميعها في خزان أرضي ومعالجتها بمرشحات الرمل والزلط والمرشحات البيولوجية ثم إعادة إستخدامها في أغراض مختلفة مثل ري الحدائق / صناديق الطرد .....إلخ.

٢-٦ ترشيد إستهلاك الطاقة بالمباني:

٢-٦-١ تمهيد: أهمية ومفهوم ترشيد إستهلاك الطاقة بالمبانى:

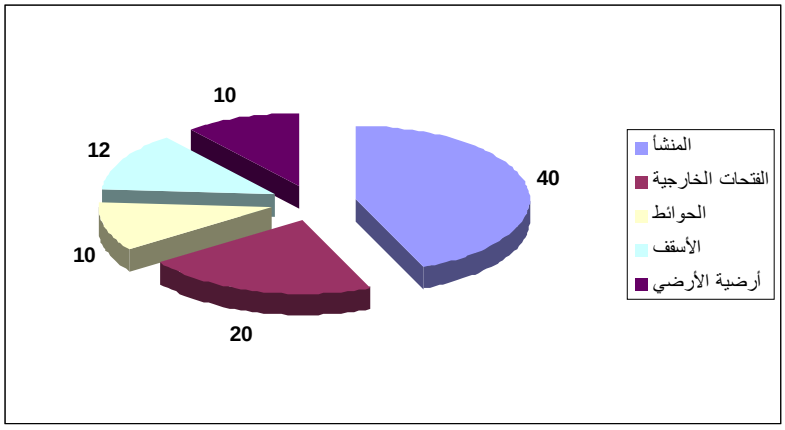
يتضح مما سبق أن قطاع الأبنية يعتبر قطاع مستهلك بشكل كبير للطاقة، وخاصة الطاقة الكهربائية، ولابد من الإشارة إلى إزدياد حاجة الأبنية إلى تحقيق الراحة الحرارية ميكانيكيا في الآونة الأخيرة أكثر مما كان سابقا نظرا لتغير الظروف المناخية في العديد من المناطق.

فمن الدراسات السابقة يتضح أن قطاع المباني يستهلك الطاقة بنسبة تقارب ٤٥,٣٦% أثناء مراحله المختلفة (تصميم / إنشاء / تشغيل / صيانة أو تعديل)، فقد زادت إستخدامات الطاقة بين

[١] جهاز تخطيط الطاقة، دليل العمارة والطاقة، القاهرة، ١٩٩٨م.

عامي ١٩٧١ – ١٩٩٢م في المباني على المستوى العالمي ٢% في المتوسط، وفى عام ١٩٩٢م كان نصيب المباني من إجمالي إستخدام الطاقة يعادل ٣٤%[١].

غير أنه يوجد جزء مهدر من الطاقة في المباني تختلف نسبتها طبقا لكل عنصر بالمبنى يمكن تحديدها في النقاط الموضحة في شكل رقم (٢-٢٢)[٢] وهي كالتالي:



شكل رقم (٢-٢٢): الطاقة المهدرة في المباني.

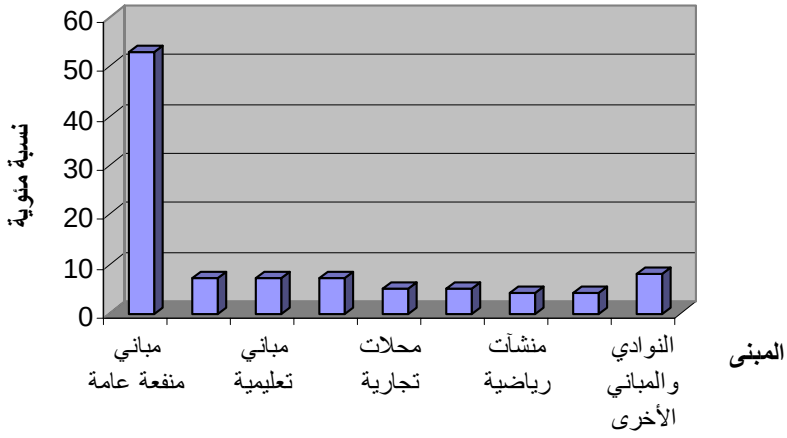
١- من ٣٠ : ٤٠ % من حرارة المبنى تفقد نتيجة التسرب من خلال المنشأ نفسه.
٢- أكثر من ٢٠% من خلال الأبواب والنوافذ.
٣- ١٠% من الحوائط.
٤- ١٢% من الأسقف.
٥- ١٠% من خلال أرضية الدور الأرضى أو دور البدروم.

وبتوزيع الطاقة المستهلكة طبقا لنوعيات المباني، يظهر من جدول رقم (٢-٩)،شكل رقم (٢-٢٣)، النسب المئوية لمعدلات إستهلاك الطاقة في المباني النوعية.

جدول رقم (٢-٩)[٣]: معدلات إستهلاك الطاقة في المباني النوعية:

المبنى	المعدل %	المبنى	المعدل %	المبنى	المعدل %
مباني منفصلة عامة	٥٣%	وحدات سكنية	٧%	منشآت رياضية	٤ %
مباني إدارية	٧%	محلات تجارية	٥ %	فنادق ومنتجعات	٤ %
مباني تعليمية	٧%	مستشفيات	٥ %	النوادى والمباني الأخرى	٨%

ومع إرتفاع تكلفة مصادر الطاقة وتقنياتها وإنتاجها ونقلها وتوزيعها، بدأ يتصاعد الوعي للحاجة إلى ترشيد إستهلاكها وتحسين كفاءة إستخدامها، وخاصة في قطاع الأبنية. ومن أجل تحقيق الهدف المحدد من ترشيد إستهلاك الطاقة في الأبنية، فإنه من المهم إعتبار المبنى على أنه نظام طاقة متكامل يجب تحقيق ترشيد الطاقة في مختلف عناصره.



شكل رقم (٢-٢٣): معدلات إستهلاك الطاقة في المباني النوعية.

[١] UK ENERGY IN BRIEF 2000, DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY (DTI), GOVERNMENTAL STATICAL SERVICE, JULY 2000.
[٢] ENERGY CONSUMPTION IN UNITED KINGDOM, ENERGY PAPER 66, DTI, STATIONERY OFFICE, 1997.
[٣] ENVIRONMENTAL ISSUES IN CONSTRUCTION, CIRIA PUBLICATIONS, No. 94, 1993.

ويقصد بترشيد إستهلاك الطاقة حسن إستخدام المتاح منها باستثماره بأكفأ الوسائل الممكنة للحصول على أقصى عائد إقتصادي وتخفيض كمية الطاقة اللازمة لوحدة النشاط الإقتصادي إلى أقل قدر ممكن دون المساس أو التأثير الجوهري على مستوى هذا النشاط[1].
أي أن ذلك يعني أن ترشيد إستهلاك الطاقة لا يعني تشغيل المنشأة بدون طاقة أو تقليص إمدادها بالطاقة أو التجاوز والتهاون في الإحتياجات المطلوبة داخل المبنى، بل يعني تحديد المهدر من الطاقة وإتخاذ الخطوات اللازمة لخفض ذلك الفاقد وتقليصه إلى أدنى حد له. وذلك يتم عن طريق العديد من الطرق والعوامل التي تساهم في ترشيد إستهلاك الطاقة في المباني، وذلك ما يمكن ذكره فى الدراسة التالية.

٢-٦-٢ محاور وطرق ترشيد إستهلاك الطاقة بالمباني:

إن التصميم والتنفيذ المناسبين للأبنية، وإستخدام تجهيزات ونظم الطاقة الكفء فيهما يؤديان إلى تحسين أداء الأبنية وتحقيق الإرتياح المطلوب فيها وزيادة الإنتاجية في إستخدامها. وإضافة إلى ذلك يعتمد ترشيد إستهلاك الطاقة وتحسين كفاءة إستخدامها في قطاع الأبنية على الإجراءات والتصرفات التي يقوم بها مستخدمو هذه الأبنية وعلى إدارة الطاقة فيها، من كل ما تقدم تظهر أهمية البحث عن الفرص المناسبة لترشيد إستهلاك هذه الطاقة وتحسين كفاءة إستخدامها في هذا القطاع والتى يمكن تصنيفها وفق ثلاثة محاور وهي[2]:

١- **المحور الأول:** ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بالمبنى نفسه.
٢- **المحور الثاني:** ترشيد إستهلاك الطاقة بما يتعلق بالأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المبنى.
٣- **المحور الثالث:** ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بمستخدم المبنى.

وفيما يلي توضيح مبسط لكل محور من المحاور السابقة لبيان مدى جدوى إستخدامه بالمبنى.

٢-٦-٢-١ ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بالمبنى نفسه:

ويتم ذلك عن طريق:

١- تصميم المبنى وفق أساليب التصميم المعماري البيئي (التصميم المعماري المناخي) حيث يراعى في ذلك مواءمة المبنى للظروف البيئية، والطبوغرافية، والمناخية المحيطة ومتغيرات الطاقة الشمسية، بما يرفع من كفاءته الحرارية إذ يتم التعرف على موقع المبنى ودراسة تأثير كل ما يحيط به من خلال دراسة الظل وتوجيه المبنى بالشكل المناسب لرفع كفاءته الحرارية صيفا وشتاءا وبالتالي تخفيض حمله الحراري، وكذلك إختيار مسطح الفتحات الخارجية وموقعها في واجهات المبنى وتصميم غلافه الخارجي.
٢- تنفيذ المبنى وخاصة غلافه الخارجي وما يتطلبه من تخفيض الحمل الحراري اللازم له وذلك بإستخدام مواد العزل الحراري فيه، وإستخدام المواد المناسبة في جدرانه وسقفه وأبوابه ونوافذه بما فيها إستخدام الزجاج المضاعف، ومراعاة الدقة في التنفيذ، إضافة إلى إستخدام الألوان المناسبة للجدران الخارجية وسقف الدور الأخير.

٢-٦-٢-٢ ترشيد إستهلاك الطاقة بما يتعلق بالأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المبنى:

ويتم ذلك عن طريق إستخدام الأجهزة والمعدات والنظم ذات الكفاءة العالية والموفرة للطاقة في الأبنية وهى:

---

[1] أمل كمال محمد شمس الدين، ترشيد إستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة عين شمس، ٢٠٠٣.
[2] محمد قرضاب، ترشيد إستهلاك الطاقة وتحسين كفاءة إستخدامها في قطاع الأبنية في دول الإسكوا، الندوة العلمية الثالثة حول الطاقة ومصادرها في الوطن العربي والتنمية المستدامة، الجمهورية العربية السورية، دمشق، أكتوبر ٢٠٠٠.

١- أجهزة الإنارة. ٢- أجهزة ونظم التدفئة.
٣- أجهزة ونظم التكييف. ٤- أجهزة تسخين المياه.
٥- أجهزة التبريد والتجميد. ٦- الأدوات والتجهيزات الكهربية الأخرى.

فعلى سبيل المثال على ذلك، وجد أن ٩٥% من الطاقة المستهلكة بواسطة لمبات التوهج التقليدية تكون على صورة إنبعاث حراري في حين أن لمبات الفلوريسنت تستهلك فقط حوالي ٢٠% من الطاقة في صورة إنبعاث حراري والكمية الباقية تستخدم في الإضاءة مما يجعلها من أفضل اللمبات من وجهة نظر الترشيد في إستخدام الطاقة الكهربائية، وإن كانت عمليات التصنيع قد طورت بعض لمبات التوهج لتصبح أفضل قدرة على إستهلاك الطاقة لتستخدم حوالي ٦٠% فى الإضاءة مثل لمبات الهالوجين، وإن كانت غالية الثمن مقارنة باللمبات الفلوريسنت.

٢-٦-٢-٣ ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بمستخدم المبنى:

ويتم ذلك من خلال الإجراءات الواجب إتباعها من قبل قاطني الأبنية أو مستخدميها وتحديد السبل والوسائل المناسبة لتعميم مفاهيم الترشيد وتسهيل تحقيقها، وذلك تجنبا للإسراف في إستهلاك الطاقة في الأبنية وأهمها:

- إعتماد التدابير والتعليمات والنصائح اللازمة من أجل إدارة أفضل للطاقة في الأبنية.
- وضع برامج توعية موجهة إلى جميع فئات المستهلكين من خلال جميع وسائل الإعلام المسموعة والمرئية والمقروءة.
- رفع مستوى تأهيل الفنيين ومتخذي القرار فى مجال ترشيد إستهلاك الطاقة وتحسين كفاءة إستخدامها في قطاع الأبنية من خلال إجراء الدورات التدريبية المناسبة لكل مستوى فني.
- إعتماد التمويل اللازم لتطبيق برامج التوعية لتوصيل هذه التدابير والتعليمات والنصائح إلى المستهلكين وإقناعهم بها وإعتبار أن ذلك هو إستثمار فى مجال الطاقة وأكثر أهمية من الإستثمار فى مجالات أخرى.
- إصدار التشريعات المناسبة سواء القانونية منها من قبل المؤسسات الحكومية المعينة أو المالية من قبل صناديق التمويل والبنوك للتمكن من تنفيذ إجراءات الترشيد وتحسين كفاءة الطاقة.
- النظر إلى موضوع "تحسين كفاءة إستخدام الطاقة" على أنه مجال للإستثمار مع إقامة منشآت جديدة لإنتاج الطاقة.

وبدراسة أكثر تفصيلا لإستهلاك وترشيد الطاقة في المباني خلال المراحل المختلفة للمبنى بدءا من مرحلة التصميم وصولا إلى الصيانة ومرحلة الهدم أو التعديل، يمكن التوصل بصورة عامة إلى تحليل الطاقة أثناء مراحل المبنى المختلفة شاملا إستهلاك الطاقة خلال تلك المراحل وأهم الإستراتيجيات الموجهه لترشيد إستهلاك الطاقة خلال تلك المراحل، ويمكن ذكرها كما يتضح من جدول رقم (٢-١٠).

ولذلك يتضح أهمية إدراك المصمم لترشيد إستهلاك الطاقة بالمباني، عن طريق طرح السبل الممكنة والإستراتيجيات الملائمة لكل مرحلة من مراحل المبنى.
ويتضح أن لكل مرحلة من مراحل المبنى تأثيرها على المراحل الأخرى بحيث يجب التعامل مع المبنى خلال منظومة متكاملة محصلتها النهائية التوصل إلى أمثل الحلول لترشيد الإستهلاك الكلي للطاقة من خلال تقييم الإستراتيجيات المختلفة. وذلك المحور يتم توازيا مع دراسة وافية لإقتصاديات المبنى من خلال دراسة المصمم لمبادئ الإقتصاد الهندسي للمباني، وذلك ما سيتم تناوله بالدراسة في الباب التالي.

الـــــخـــــــلاصـــــــــــة:

- تعتبر الطاقة من أهم القضايا التي يجب دراستها وإتخاذ القرارات المتعلقة بتأمين الإحتياجات الأساسية لكافة القطاعات، والإهتمام بالدور الحيوي الذي تلعبه في تحقيق التنمية المتواصلة من خلال العلاقة المباشرة بين الطاقة وقطاعات الإقتصاد القومي.
- يعتبر قطاع المباني ثالث القطاعات المستهلكة للطاقة الكلية وثانى القطاعات المستهلكة للكهرباء في مصر، حيث يبلغ استهلاك الطاقة في القطاع المنزلى والتجارى حوالى ١٨% من إجمالى إستهلاكات الطاقة، ويبلغ نسبة ٣٨,٦ % من إجمالي إستهلاك الطاقة الكهربية.
- تتمثل الطاقة في عدة صور، يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى، وتتمثل في التالي:
  - الطاقة الحرارية.
  - الطاقة الصوتية.
  - الطاقة الإلكترونية.
  - الطاقة النووية.
  - الطاقة الميكانيكية.
  - الطاقة الكيميائية.
  - الطاقة الضوئية.
  - الطاقة العضلية.
- تم تقسيم مصادر الطاقة طبقا لعدة عوامل متعددة يمكن ذكرها في النقاط التالية:
  - مصادر الطاقة تبعا للحالة الفيزيائية
  - مصادر الطاقة طبقا للهيئة
  - مصادر الطاقة طبقا للعمر الزمني
  - مصادر الطاقة طبقا للبقاء الزمني
- تم تقسيم مصادر الطاقة طبقا للبقاء الزمني إلى جزئين رئيسيين:
  - مصادر الطاقة غير المتجددة
  - مصادر الطاقة المتجددة
- تتمثل مشكلات إستخدام مصادر الطاقة غير المتجددة في التالي:
  - نفاذ المواد الطبيعية.
  - التلوث.
  - ظاهرة GREEN HOUSE
- ما زالت تواجه الطاقة المتجددة بعض العوائق والصعوبات التي يمكن تحديد أهمها في الآتي:
  - التكلفة الإستثمارية للمعدات المستخدمة في توليد الطاقة.
  - إقتصاديات التشغيل الأمثل.
  - الصيانة المستمرة للوحدات خاصة في الأماكن الصحراوية
- تتمثل مصادر الطاقة المتجددة في التالي:
  - الطاقة الشمسية SOLAR ENERGY.
  - طاقة الرياح WIND ENERGY.
  - طاقة الكتلة الحيوية BIOMASS ENERGY.
  - طاقة الحراره الأرضية GEOTHERMAL ENERGY
- تلعب الطاقة دورا هاما وحيويا في مختلف مجالات الحياه ومراحل التنمية الإقتصادية، وبمتابعة إنتاج الطاقة وإستهلاكها في قطاعات الحياه نجد أنه هناك زيادة مستمرة ومتزايدة في إستهلاك الطاقة بنسبة أكبر من الزيادة الإنتاجية لمصادر الطاقة.
- تتمثل مشكلة الطاقة في مصر في التالي:
  - موارد الطاقة التقليدية تتجه نحو النضوب السريع.

- تقدر الزيادة في الإستهلاك السنوي الفردي من الطاقة الكهربائية في مصر بنحو ١٧,٧%، كما تقدر الزيادة في إحتياجات مصر من الطاقة سنويا بنحو ٢٠%.
- تمثل الطاقة المستهلكة في مصر اليوم حوالي ٩٢,٥% منها من النوع غير المتجدد.
- يعتمد توليد الطاقة الكهربية في مصر على البترول مولدا في محطات حرارية بنسبة تصل إلى أكثر من ٧٩%، ومع زيادة الطلب المحلي ستواجه مصر موقفا صعبا ينتج عن نضوب إمداداتها البترولية في المستقبل القريب.
- يلاحظ تزايد الإستهلاك لجميع أنواع الوقود الأخرى (غاز طبيعى / فحم / طاقة مائية / .....إلخ).

o يمكن تحديد الطاقة المستهلكة أثناء مراحل المبنى خلال المراحل التالية:
- مرحلة التصميم والرسومات التنفيذية
- مرحلة الإنشاء والتأسيس
- مرحلة التشغيل
- مرحلة الهدم أو التعديل

o مع إرتفاع تكلفة مصادر الطاقة وتقنياتها وإنتاجها ونقلها وتوزيعها، بدأ يتصاعد الوعي للحاجة إلى ترشيد إستهلاكها وتحسين كفاءة إستخدامها، وخاصة في قطاع الأبنية.

o تتمثل محاور وطرق ترشيد إستهلاك الطاقة بالمباني في الآتي:
- المحور الأول: ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بالمبنى نفسه.
- المحور الثاني: ترشيد إستهلاك الطاقة بما يتعلق بالأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المبنى.
- المحور الثالث: ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بمستخدم المبنى.

الباب الثالث: دراسات الجدوى وأسس التصميم الإقتصادي بالمباني:

٣-١ تمهيد: مفهوم وأهمية دراسات الجدوى:

تعتبر دراسات الجدوى أداة علمية هامة لدعم إتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد الناشئة عن وجود متغيرات عديدة داخلية وخارجية يمكن التنبؤ بالبعض منها قبل حدوثها بينما لا يمكن التنبؤ أو السيطرة في المستقبل على البعض الآخر منها.

ولا شك أن إجراء مثل هذه الدراسات يجنب المالك من إنفاق الأموال في مجالات أو عناصر غير ذات نفع إقتصادي وإجتماعي للفرد والمجتمع، فهي بذلك أداة حيطة وحذر وصمام أمان من التردي إلى عناصر ومجالات لا طائل من ورائها.

ويجدر الإشارة إلى أنه لما كانت القوانين الوضعية والشرائع السماوية تستهدف جميعاً صلاح الفرد والمجتمع وعدم إنفاق المال في غير منفعة وحماية الموارد الإقتصادية للمشروعات وللإقتصاد القومي فإن تلك القوانين والشرائع تقر دراسات الجدوى الإقتصادية وتجد فيها أداة هامة لتنفيذ القاعدة الشرعية "لا ضرر ولا ضرار"، وأن الضرر الأدنى يمكن إحتماله لدفع الضرر الأعلى، ومن ثم فإن ما ينفق من أموال على إعداد دراسات الجدوى الإقتصادية للمشروعات أو العناصر التي تثبت الدراسات عدم جدوى تنفيذها تجنبا الخسائر الكبيرة في حالة تنفيذ المشروعات أو العناصر دون دراسة.

ومن خلال التمهيد السابق يمكن التوصل إلى المفهوم العام لدراسات الجدوى كالآتي[١]:

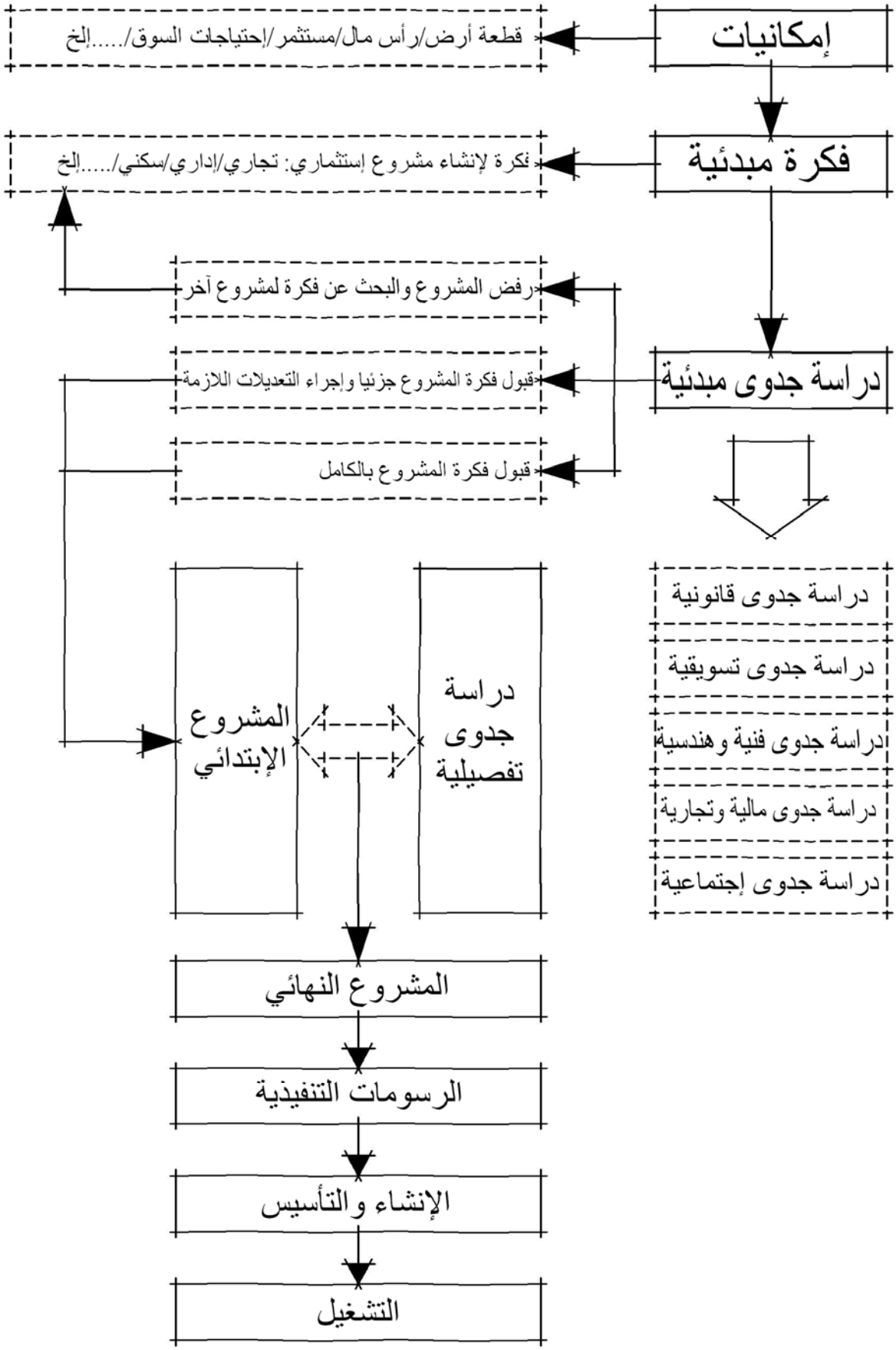
"مجموعة الإختبارات والتقديرات التي يتم إعدادها للحكم على صلاحية المبنى أو بعض عناصره المقترحة في ضوء توقعات التكاليف والعوائد المباشرة وغير المباشرة طوال العمر الإفتراضي للمبنى".

ويوضح شكل رقم (٣-١) علاقة ودور دراسات الجدوى للمباني خلال مراحل التصميم المختلفة بدءا من الفكرة الأساسية إلى الإنتهاء من تنفيذ المبنى، ويمكن من خلال نقاط موجزة ذكر وتحديد أهمية دراسات الجدوى في المباني كالآتي:

١- تعتبر دراسات الجدوى أداه علمية تجنب الإنزلاق إلى المخاطر وتحمل الخسائر وضياع الأموال فيما لا عائد منه.
٢- توفر الإتجاه إلى بدائل الحلول الأكثر فاعلية وتفعا على المبنى وفر المستعمل طوال عمره الإفتراضي.
٣- تعتبر من أهم الأدوات التي تمكن المصمم من الإختيار بين الموارد ذات الإستعمالات البديلة عند التعامل مع المشكلة الإقتصادية، بما يمكن معه الوصول إلى أفضل تخصيص ممكن للموارد الإقتصادية التي تتصف بالندرة النسبية.
٤- تساعد على التعرف على التغيرات الإقتصادية والسياسية والقانونية المتوقع حدوثها خلال العمر الإفتراضي للمبنى وبيان مدى تأثيرها عليه.
٥- تجعل عملية إتخاذ القرار عملية متكاملة الأبعاد تأخذ في إعتبارها كافة العوامل التي يمكن أن تؤثر على أداء المبنى أو عناصره.

وتكمن كافة عوامل أهمية دراسات الجدوى إلى كونها أنها تشمل الأبعاد القانونية والبيئية والأبعاد التسويقية والفنية والهندسية والمالية والتجارية والإجتماعية والقومية .....إلخ، مما يؤدي إلى الوصول إلى رؤية ونتائج هامة تعتبر محصلة وجهات نظر وخبرات متعددة ومتنوعة، وهو ما يحقق درجة عالية من الدقة في التقديرات والنتائج البحثية.

[١] حمدي عبد العظيم، دراسات الجدوى الإقتصادية وتقييم المشروعات، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٩٥م.



شكل رقم (٣-١): علاقة ودور دراسات الجدوى للمباني خلال مراحل التصميم المختلفة

٣-٢ المجالات التطبيقية لدراسات الجدوى:

ويقصد بها أوجه الإستخدام والتي يتم فيها الإستعانة بدراسات الجدوى من أجل الوصول إلى قرار معين، وتعتبر أهم هذه المجالات هي:

١- إنشاء مشروعات جديدة.
٢- التوسع الإستثماري.
٣- الإحلال والتجديد.
٤- التطوير التكنولوجي.
٥- إضافة إلى مجالات أخرى متعددة.

٣-٢-١ إنشاء مشروعات جديدة:

ويعتبر هذا المجال من أهم المجالات التي يستعان فيها بدراسات الجدوى وذلك لإتخاذ قرار لإنشاء مشروع جديد من عدمه، حيث تجرى الدراسة طبقا للعمر الإفتراضي للعنصر أو المشروع، حيث يتم فيها بيان التكاليف والإيرادات المتوقعة وعمل مقارنة بينهما مع أخذ قيمة النقود والتضخم في الحسبان للوصول للقرار السليم لبيان جدوى إنشاء المشروع من عدمه.

٣-٢-٢ التوسع الإستثماري:

وفي هذه الحالة يعتبر المشروع قائم بالفعل والمطلوب عمل التوسعات التي يحتاجها المشروع للمساهمة في توسعة المشروع ورفع كفاءته الوظيفية - الإقتصادية .....إلخ.

ويتحقق ذلك التوسع من خلال ثلاثة صور أساسية يمكن ذكرها في التالي:

أ- إنشاء وحدات إنتاجية جديدة.
ب- إنشاء فروع جديدة.
جـ- زيادة الطاقة الإنتاجية.

٣-٢-٣ الإحلال والتجديد:

ويقصد به إستبدال الآلات والأجهزة القديمة بأخرى جديدة ذات قدرات ومميزات أعلى بهدف التطوير والتحديث.

٣-٢-٤ التطوير التكنولوجي:

ويتمثل في الإستعانة بنمط أو أسلوب جديد من أساليب التكنولوجيا المتعارف عليها بهدف تحسين الوضع التكنولوجي و الحصول على مميزات أكبر.

٣-٢-٥ مجالات أخرى:

وقد ظهر الإهتمام بالمجالات الأخرى نتيجة لإحساس الناس بأهمية دراسات الجدوى كأسلوب علمي، الأمر الذي دفعهم إلى تطبيقه في مجالات متعددة كالمجالات الإجتماعية والسياسية والعسكرية .....إلخ.

٣-٣ تصنيف دراسات الجدوى:

وقد تم فيها تصنيف دراسات الجدوى إلى تقسيمين أساسيين هما:

١- التقسيم النفعي.
٢- التقسيم الوظيفي.

٣-٣-١ التقسيم النفعي:
وهو التقسيم الذي يجرى وفقا لصاحب المنفعة والذي ينتفع من دراسة الجدوى، وهما في أغلب المشاريع صاحب المشاريع والبلد التي يقوم بها المشروع، أي على مستوى المشروع ومستوى الإقتصاد القومي. فنجد أن صاحب المشروع يهتم بالدرجة الأولى بالربحية المالية والتجارية من المشروع في حين أن الدولة يتمثل إهتمامها الأول في الربحية القومية والإجتماعية للمشروع إلى جانب إهتمامها أيضا بالربحية المالية لمساهمتها الإقتصادية في الدولة.

٣-٣-٢ التقسيم الوظيفي:
وهذا التقسيم يتناول الوظائف المتعددة لإعداد دراسات الجدوى وهي:
- دراسة الجدوى القانونية والبيئية.
- دراسة الجدوى التسويقية.
- دراسة الجدوى الفنية والهندسية.
- دراسة الجدوى المالية والتجارية.
- دراسة الجدوى الإجتماعية والقومية.

ولا يشترط في هذه الدراسات الترتيب أو تتابعها عند إجراء دراسة الجدوى للمشروعات، والملاحظ هو أنها تحتاج لعدة تخصصات مختلفة لعمل الدراسة الكافية إضافة إلى وجوب إلمام التخصص الواحد بما توصل إليه باقي التخصصات حتى تكون الرؤية واحدة وشاملة ومتكاملة وألا يكون هناك تعارض أو مشاكل تظهر بعد ذلك.

إلا انه نظرا لأن بعض هذه الدراسات لا يمكن ترجمتها لأرقام لمعرفة مدى تأثيرها على إستمرار وجدوى المشروع، لذلك فإن الدراسات الموضوعة تقتصر على الدراسة الإقتصادية. وعموما فإن المشروع المجدي إقتصاديا هو ذلك المشروع الذي يحقق أهدافه بأكبر كفاءة فنية بدون إسراف وكذلك يحقق أكبر عائد ممكن بمقارنة إيراداته المتوقعة بمصروفاته ونفقاته على أن يكون مشروعاً مقبولا إجتماعيا ودينيا.

٣-٤ مبادئ الإقتصاد الهندسي بالمباني:
٣-٤-١ تمهيد: تعريف الإقتصاد:
يعتبر الإقتصاد علم متعدد الجوانب يدخل في نطاقه الكثير من الظواهر ويتسع ليتداخل مع غيره من العلوم الأخرى، ولا بد من معرفة أن علم الإقتصاد لا يقوم بحل المشكلات الإقتصادية ولا يحدد السلوك الذي يجب على الأفراد أن يتبعوه حيال ما يقابلهم من مشكلات إقتصادية ولكنه يكتفي بدور الباحث المحلل الذي يقوم بمراقبة السلوك الإنساني دون التدخل في هذا السلوك بالنصح والإرشاد، فعلم الإقتصاد يقوم بدراسة ما هو كائن فعلا ولا يقوم بدراسة ما يجب أن يكون، ولذلك يمكن تعريفه كالآتي[١]:
"هو العلم الذي يقوم بدراسة السلوك الإنساني الخاص بتوزيع موارده المحدودة ذات الإستخدامات البديلة على حاجاته المتنوعة والمتجددة والمتزايدة لتحقيق أكبر إشباع ممكن لهذه الحاجات".
ويحتوي التعريف السابق على مفردات هامة وهي:
أ- الحاجة. ب- الموارد.
والتي يمكن تحديد كلا منها كما يلي:

[١] سامي السيد، أصول علم الإقتصاد، كلية الإقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، ٢٠٠٥.

٣-٤-١-١ الحاجة NEEDS[١]:

وهي الشعور بالحرمان الملح على الفرد مما يدفعه للقضاء على هذا الشعور بإشباع حاجاته، والتي تندرج تحت ثلاثة أقسام أساسية:

أولا: حاجات أولية BASIC NEEDA:

وهي تتمثل في كل مايلزم لحفظ الإنسان، مثل حاجته إلى الغذاء - الملبس - المأوى .....إلخ.

ثانيا: حاجات إجتماعية SOCIAL NEEDS:

وهي الحاجات التي يفرضها التطور الحياتي والإجتماعي على الإنسان، مثل الحاجة إلى التعليم - مستوى المعيشة .....إلخ.

ثالثا: حاجات عامة GENERAL NEEDS:

وهي الحاجة اللازمة للمجتمع بما يمكنه للتعايش، مثل الحاجة إلى الأمن - القضاء .....إلخ.

٣-٤-١-٢ الموارد RESOURCES[٢]:

وهي تتمثل في كل الوسائل المحققة لإشباع الحاجات البشرية سواء بالطريق المباشر أو غير المباشر، وهي تنقسم إلى نوعان:

أولا: الموارد النادرة:

وهي الموارد التي توجد بكميات أقل مما يشبع الحاجات وهي التي تثير المشكلة الإقتصادية لندرتها وتسمى الموارد الإقتصادية، ولابد للإنسان أن يبذل جهدا للحصول عليها.

ثانيا: الموارد الحرة:

وهي التي توجد بكميات أكبر مما يشبع الحاجات وتسمى بالموارد غير الإقتصادية.

وقد ظهرت النظريات الإقتصادية كمحاولة لحل المشكلات الإقتصادية عن طريق عدة نظريات من خلال مراحل تطور كبيرة وواسعة في الفكر الإقتصادي حيث تعددت مراحله رغم قصر تاريخه، وقد كانت من أهم المشكلات التي واجهها الفكر الإقتصادي خلال تلك المراحل هي:

١- عدم القدرة على القيام بالتجارب وإختبارات الفروض لعدم دقة البيانات.
٢- صعوبة تحديد المتغيرات وقياسها.
٣- عدم القدرة على التحكم في السلوك الإنساني.
٤- لا توجد عمومية في الإقتصاد.

٣-٥ الدراسات الإقتصادية للمباني:

٣-٥-١ تمهيد: مفهوم الدراسات الإقتصادية وتقييم المباني إقتصاديا:

يعرف هذا المفهوم بأنه أسلوب أو طريقة منظمة تستخدم للتعرف على مدى النفع الذي سيتحقق من خلال القرار المتوقع للمنشأة أو أحد عناصرها، بحيث يمكن إتخاذ قرار محدد بشأن إقامته من عدمه، أو إختيار البديل الأمثل من بين البدائل المتاحة[٣].

والدراسات الإقتصادية للمباني بشكلها الحالي لم تكن معروفة من قبل حيث كانت القرارات تعتمد على خلفية صاحب المشروع وتجاربه وخبراته أو من يساعده في التنفيذ سواء كان مهندسا أو قائما على التنفيذ. إلا أن تعدد المشاكل وتعقدها أصبح يحتم على صاحب المشروع إتخاذ قرارات مخاطرة، الأمر الذي أصبح يتحتم معه ظهور وتطور هذه الدراسات الهامة لتنفيذ مراحل المشروع بطريقة آمنة إقتصادية متوائمة مع المتطلبات الهندسية والمهنية.

---

[١] موسى محمود شومان، الميزات التنافسية لقطاع المقاولات والتشييد المصري، رسالة دكتوراه، جامعة الزقازيق، كلية الهندسة، قسم هندسة وإدارة التشييد، ٢٠٠٤.

[٢] المرجع السابق.

[٣] عبد العزيز مصطفى عبد الكريم، دراسة الجدوى وتقييم المشروعات، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ٢٠٠٢م.

٣-٥-٢ أنواع الدراسات الإقتصادية للمباني:

إجتمعت الدراسات الإقتصادية على وجود أربع خطوات أساسية لأي دراسة إقتصادية للمشروع، وهذه الخطوات تتزامن وتتتابع مع مراحل تنفيذ المشروع بدءا من مرحلة التفكير في إقامة المشروع ثم مرحلة التصميم والدراسات التنفيذية فمرحلة التعاقد وطرح العطاءات ونهاية بمراحل التنفيذ المختلفة للمشروع، وتتمثل هذه الخطوات الأساسية في التالي[١]:

أولا: الدراسات الإبتدائية والتسويقية وجدوى تنفيذ المشروع.
ثانيا: دراسة إقتصاديات التصميم والدراسات التكميلية للمشروع.
ثالثا: إقتصاديات التعاقد وطرح العملية للعطاءات.
رابعا: إقتصاديات التنفيذ والدراسات التنظيمية لمراحل الإنشاء.

٣-٥-٢-١ الدراسات الإبتدائية والتسويقية وجدوى تنفيذ المشروع:

وتعتبر دراسة الجدوى الإقتصادية جزء من دراسات الجدوى للمشروع ككل كما سبق ذكره في النقاط الأولى من هذا الباب، وتتم دراسة الجدوى الإبتدائية لتحديد مدى جدوى تنفيذ المشروع في الموقع المحدد ليتلاءم مع المتطلبات العامة للتنفيذ. وذلك من خلال تحديد الإعتبارات والأهداف التالية كدراسة إقتصادية مبدئية:

١- تحديد مدى نجاح المشروع في تحقيق الأهداف المرجوه منه.
٢- تحديد مدى صلاحية إقامة المشروع في الموقع المحدد له.
٣- إحتمالات العائد الإقتصادي المتوقع من المشروع.
٤- التأكد من سلامة رأس المال الموظف ومصادر التمويل الأخرى.
٥- تقييم الدخل المتوقع من المشروع والتكاليف الكلية للتشغيل.

إلا أن دراسة الجدوى الإبتدائية لا تغني عن إجراء الدراسات التفصيلية والتي تعطي أرقام ونتائج أقرب ما يمكن للواقع. ويوضح جدول رقم (٣-١) النقاط الأساسية التي تتناولها الدراسة الإبتدائية للمشروع.

جدول رقم (٣-١): النقاط الأساسية لدراسات الجدوى الإبتدائية للمشروعات:

العنصر	البيان
الحجم الكلي للمشروع و السوق	له أكبر الأثر في إتخاذ قرار إقامة المشروع من عدمه، بمعنى إرتباط إمكانية إقامة المشروع بالعرض والطلب.
موقع المشروع وحجمه	حيث يتم تحديد المزايا والعيوب لحجم المشروع في الموقع المحدد.
التمويل	يمكن إعتباره عاملا هاما محددا لحجم المشروع وإمكانية إقامته، وتحديد إمكانية التمويل المرحلي أو التمويل الكامل.
توافر المواد الخام و العمالة والمعدات	دراسة إمكانية مدى توافر المواد الخام اللازمة للمبنى، وأسعار العمالة وأجورها المطلوبة وتكلفة المعدات المستخدمة.
المدة الزمنية	للدراسات والرسومات والوثائق اللازمة للتنفيذ على مستوى الصناعة ومستوى المشروع.
العائد المادي المتوقع	للأخذ في الإعتبار درجة المخاطرة وحسابات التكلفة.
عناصر التشغيل اللازمة البدء في تشغيل المشروع	ويشمل ذلك تكاليف الدعاية والإعلان للمشروع وأثر ذلك على أذواق المستهلكين وتوجهاتهم.

[١] يوحنا عبد آل آدم، سليمان اللوزي، دراسة الجدوى الإقتصادية وتقييم كفاءة أداء المنظمات، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، ٢٠٠٠م.

الصيانة والإحلال	لتحديد ما يحتاج إلى صيانة ومالا يحتاج.
إدارة المشروع	طبقا للمبنى ونشاطه له ما يلائمه لإدارة المشروع.
النمو المستقبلي	مراحل النمو المستقبلي تؤثر على العائد المالي المتوقع.

٣-٥-٢-٢ دراسة إقتصاديات التصميم والدراسات التكميلية للمشروع:

ويهدف ذلك إلى الوصول للتصميم المناسب الذي يحقق أكبر عائد مع أقل تكلفة. فالإقتصاد بمعناه المقبول هو العلاقة بين التكلفة والمنفعة من خلال علاقة متزنة لتحقيق المنفعة الكلية أو المنفعة الحدية المطلوبة.

والجدير بالذكر أن معظم الدول النامية ومن بينهم مصر إعتمدت على الإقتصاد في التكلفة من خلال نظرة قاصرة تتخلص في النقاط التالية:

١- خفض مسطحات المباني دون النظر لعدد شاغلي المبنى.
٢- خفض مستويات التشطيب بإستخدام مواد أقل جودة من حيث التكلفة والصيانة والعمر الإفتراضي.
٣- البناء على الأراضي النائية والرخيصة.
٤- رفع الكثافة السكانية في معظم المناطق.

غير أنه المقصود هو دراسة النواحي الإقتصادية بحيث يمكن تقليل التكلفة دون التضحية بالمنفعة والإحتياجات الأساسية للمستفيدين. وهذا يتفرغ إلى مجموعة من النقاط الأساسية المتحكمة في إقتصاديات التصميم والتي يمكن إيجازها في التالي:

أولا: شكل المبنى:

وهو يلعب دورا هاما في تأثيره على إقتصاديات المبنى، فعلى سبيل المثال مع ثبوت مساحة المسقط الأفقي نجد أن مجموع الأطوال الإجمالية لأضلاع الشكل لها تأثير مباشر على العلاقة التبادلية بني المبنى والوسط المحيط وتحديد تكلفة هذه الحوائط، فكما يتضح من جدول رقم (٣-٢) عدة أشكال هندسية مختلفة الأضلاع وثابتة المساحة والعلاقة بين أطوال الأضلاع الخارجية إلى المساحة ومن ثم تأثيرها على الأقل تكلفة.

ثانيا: الفقد المنفعي:

ويقصد به الفرق بين المنفعة المطلوبة من المبنى والمنفعة المعطاه، والذي قد يكون سالبا أو موجبا، ويوضح جدول رقم (٣-٣) الحالات الرئيسية للفقد المنفعي والتي تنقسم إلى ثلاث حالات، يتضح منها أنه يجب أن يكون الفقد المنفعي في أدنى قيمة له بحيث يفي المبنى بأقصى ما يمكن بالغرض المطلوب منه.

ثالثا: التكرار:

وهو من أهم مبادئ التوحيد القياسي والذي يؤثر بطريقة كبيرة على حفص التكلفة، فعلى سبيل المثال يمكن الإعتماد على تكرار الوحدات بصورة نمطية للشبابيك أو الأبواب أو خلافه من العناصر المعمارية المختلفة للتأثير على خفض التكلفة، ويقاس على ذلك تكرار تصميم الوحدات أو البلوكات السكنية ذاتها.

رابعا: توزيع عناصر المبنى وفراغات الإتصال الداخلية:

وتلك يؤثر على كفاءة المبنى وتوفير المسطحات الخدمات، فالعمل على تقليل مسطحات الإتصال الداخلي يؤثر على التكلفة ويرفع كفاءة المبنى.

خامسا: عدد الأدوار وعناصر الإتصال الرأسية:

وهي تشمل العلاقة بين المسطح المنفعي للمبنى نسبة إلى المسطح الكلي الذي يشمل مساحة عناصر الإتصال الرأسية وعلاقة ذلك بإرتفاع المبنى وتأثيره على التكلفة.

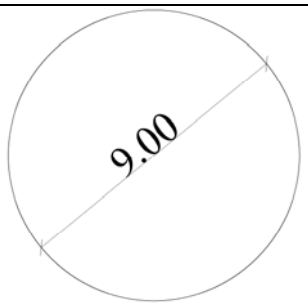
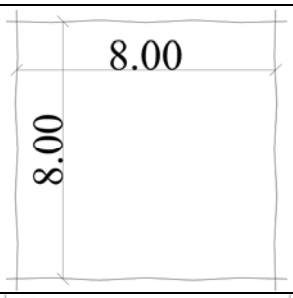
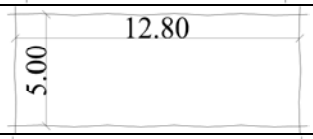
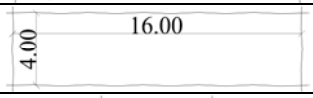
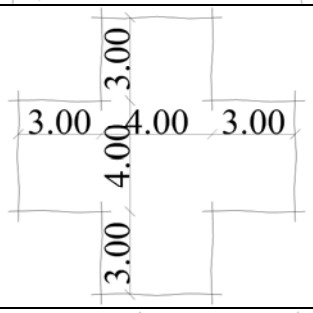
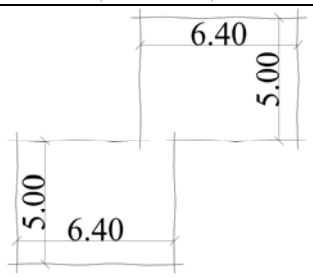
سادسا: طريقة الإنشاء:

تنوعت نظم الإنشاء والتشييد الحديثة في كافة مراحل التنفيذ وبأنماط عديدة وعلاقة ذلك بإحتياجات التنفيذ والعمالة ومستواها والمعدات وعامل الوقت وما يتبع ذلك من تأثير على إقتصاديات المبنى.

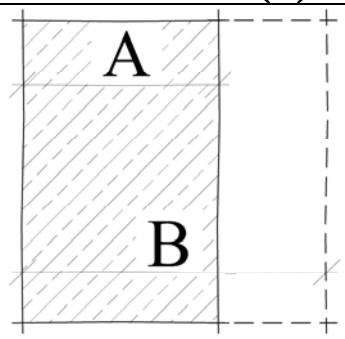
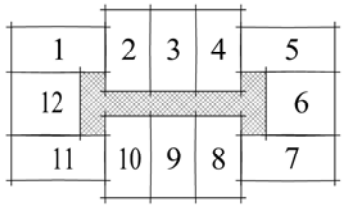
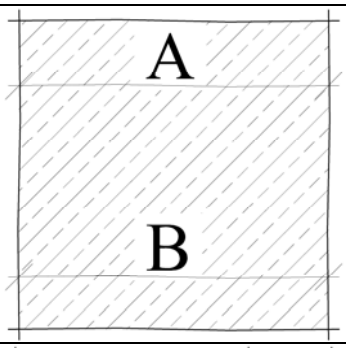
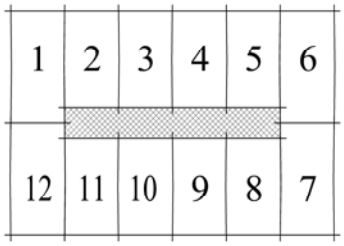
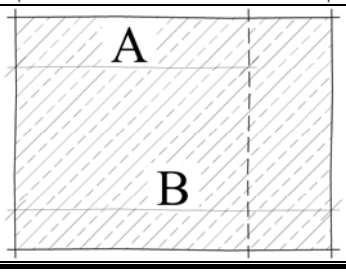
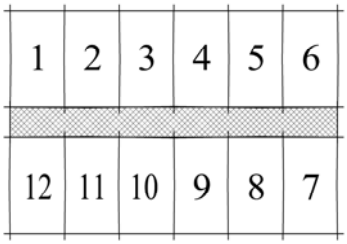
سابعا: مواد البناء:

واكب العصر الحالي تطورا كبيرا وملحوظا في نظم ومواد البناء بما كان له الأثر على طرق التصميم والتنفيذ والمنشأ النهائي وعلاقة ذلك المباشرة بتكلفة المنشأ.

جدول رقم (٣-٢): نسبة أطوال الحوائط الخارجية إلى الفراغ للأشكال الهندسية:

الشكل الهندسي	الأبعاد الأساسية	المحيط الخارجي	نسبة الأطوال/المسطح	الأقل تكلفة
	دائرة قطر ٩م	٢٨,٢٧	%٤٤	١
	مربع طول ضلعه ٨م	٣٢,٠٠	%٥٠	٢
	مستطيل ١٢,٨×٥	٣٥,٦٠	%٥٥,٦	٣
	مستطيل ١٦×٤	٤٠,٠٠	%٦٢,٥	٤
	متعدد الأضلاع	٤٠,٠٠	%٦٢,٥	٤
	متعدد الأضلاع	٤٢,٨	%٦٦,٨	٥

جدول رقم (٣-٣): الحالات الرئيسية للفقد المنفعي:

البيان	الحالة	(A): المنفعة المعطاه (B): المنفعة المطلوبة	المثال
تصميم مسطح أقل من المسطح المطلوب الذي يفي بالإحتياجات.	**A<B**		
تصميم مسطح مساو للإحتياجات المنفعية.	**A=B**		
تصميم مسطح أكبر من المسطح المقبول.	**A>B**		

٣-٥-٢-٣ إقتصاديات التعاقد وطرح العملية للعطاء:

يشكل نظام التعاقد لتنفيذ مشروع دورا أساسيا في تخفيض تكلفة المبنى سواء من ناحية الوقت أو سعر التكلفة. كما تؤثر طرق طرح العملية للعطاءات على إقتصاديات تنفيذ المشروع، فتقديم العطاء فن يحتاج إلى الدراسة والخبرة حتى يتفق مع متطلبات صاحب المشروع، فالعطاءات المعتمدة على التنافس بين المقاولين تساعد في الحصول على أقل سعر كما يساعد نظام التفاوض بين المالك أو من يمثله وبين المقاول في الحصول على أسعار مناسبة للطرفين. ويوضح جدول رقم (٣-٤) أساليب طرح العطاءات المختلفة. كما يوضح جدول رقم (٣-٥) نظم وإقتصاديات التعاقد.

٣-٥-٢-٤ إقتصاديات التنفيذ والدراسات التنفيذية لمراحل الإنشاء:

وهذه المرحلة من أهم العوامل التي تساعد على حسن سير وتنظيم العمل وعلاقة ذلك على التكلفة. فإعداد برامج التنفيذ أصبح من أهم الأساسيات التي تتطلبها أعمال التنفيذ والتي يمكن من خلالها إستغلال موارد الموقع من موارد أو عمالة أو ميكنة بكفاءة في الوقت المحدد، والتي يتم وضعها في برنامجين منفصلين:

أ- السياسية العامة للتنفيذ: وتشمل تحديد الوقت اللازم للعملية والمواد المطلوبة والعمالة والآلات المتوقع إستغلالها.
ب- برامج تنفيذ الأعمال: وترتبط بخطة سير العمل نفسها بوضع الجداول والرسومات البيانية لتسلسل الأعمال.

جدول رقم (٣-٤): أساليب طرح العطاءات:

أسلوب طرح العطاء	البيان
١- عن طريق التنافس:	الإعتماد على التنافس بين المقاولين للحصول على أقل سعر مع مراعاة المواصفات الفنية. وذلك عن طريق أحد الأساليب التالية: أ- تكاليف بنود الأعمال. ب- بالمتر المسطح. جـ- عطاء شامل (مناقصة عامة - مناقصة محدودة).
٢- عن طريق التفاوض:	الإعتماد على التفاوض بين المالك والمقاول المنفذ.
٣- عن طريق التنافس والتفاوض:	الإعتماد على طرح المناقصة ثم إجراء الممارسة بين المقاولين للحصول على أفضل سعر.
٤- عن طريق التكليف:	الإعتماد على تكليف مقاول بعينه لتنفيذ الأعمال الأمر الذي قد ينتج عنه زيادة في التكلفة لعدم وجود التنافس المطلوب بين المقاولين.

جدول رقم (٣-٥): نظم وإقتصاديات التعاقد:

أسلوب طرح العطاء	البيان
١- مقاول عمومي:	عن طريق مقاول رئيسي يندرج من تحته مقاولي الباطن، وهو شائع الإستخدام في مصر.
٢- تسليم مفتاح:	حيث يلتزم فيه المقاول بتنفيذ المبنى بكامل بنوده والإلتزام بكافة الأعمال حتى أعمال التأثيث.
٣- التصميم والتنفيذ:	وفيه يتاح للشركة المنفذة الإدلاء بخبراتها في مجال التنفيذ كطريقة الإنشاء أو المواد المستخدمة.
٤- إدارة المشروع:	يفيد في توفير الوقت حيث يتاك للشركة المنفذة البدء في مراحل تجهيز الموقع متوازيا مع إعداد الرسومات التنفيذية.

والجدير بالذكر أن دراسة إقتصاديات المباني من العلوم الهامة جدا و التي زاد الإهتمام بها مع العصر الذي نعيشه الآن، وتسابقت البحوث والدراسات للحصول في النهاية على المنشأ المطلوب بتكلفة أقل إقتصاديا ومطابق لمتطلباته الهندسية والفنية.
وتتعدد العوامل المؤثرة على إقتصاديات المبنى وعلى التكلفة الكلية، وإعتمادا على أنه لا يخلو منشأ من متطلبات تحقيق الراحة الحرارية بالفراغات الداخلية الأمر الذي يؤدي إلى إعتماد المباني على المعالجات المناخية المعمارية والميكانيكية بصورة أساسية للوصول للراحة المطلوبة. نجد أن تلك المعالجات لها تأثير مباشر على التكلفة الكلية للمنشأ سواء بزياة أو خفض التكلفة، فعلى سبيل المثال فمعالجات الحماية من الشمس في الواجهات الخارجية تضيف مقدار تكلفتها على التكلفة الفعلية للمبنى، وعلى النقيض فإن تقليل مسطح الفتحات وتبسيط الشكل المعماري يؤدي إلى توفير الحمل الحراري على المبنى وبالتالي فإن الفراغات الداخلية تصبح أقرب إلى مستوى الراحة ويتفق ذلك مع الناحية الإقتصادية في خفض التكلفة. وذلك ما سنتناوله بالدراسة في النقاط المقبلة من خلال التقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية.

٣-٦ المفاهيم الأساسية للتقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية:

٣-٦-١ تمهيد:

تطور النظام الإقتصادي ومحاسبة التكاليف عبر الزمن حتى وصل إلى صورته الحالية والمستخدمة في كافة قطاعات الإستثمار ورؤوس الأموال، وبالتبعية تطورت النقود كوحدة لقياس القيمة وتقييمها إقتصاديا لكونها اللغة العالمية الإقتصادية بين الدول، واستمرت النقود في كونها الوسيلة الوحيدة المستخدمة في التقييم الإقتصادي والأساس لإتخاذ القرارات الإقتصادية إلى أن ظهرت بعض الأنشطة والسلع والمؤسسات والإستثمارات التي جعلت من النقود وسيلة غير مثلى للتقييم الإقتصادي، على سبيل المثال تقييم موارد الطاقة التي تتسم بالندرة، مما أدى إلى ظهور وحدات أخرى تستخدم في التقييم الإقتصادي والتي تتضح في النقاط التالية للدراسة.

٣-٦-٢ الوحدات المستخدمة للتقييم الإقتصادي[1]:

٣-٦-٢-١ النقود:

وفي هذه الحالة يتم الحسابات الإقتصادية والتقييم الإقتصادي بناء على التكايف المدوعة لتوفير السلعة (المبنى – المعالجة المناخية - .....إلخ) وذلك بدءا من تصميم وتنفيذ السلعة وتشغيلها حتى تكاليف صيانتها المستمرة .....إلخ "وسيرد ذكر تحليل ومحاسبة التكاليف تفصيلا"، والجديربالذكر أنه عند إستخدام تلك السلعة كأساس للتقييم الإقتصادي يجب الأخذ في الإعتبار كافة المتغيرات الإقتصادية المتوقعة لتغير الأسعار ومعلات التضخم.

٣-٦-٢-٢ تكلفة الطاقة الأولية:

وفيها أيضا تكون النقود وسيلة للتقييم الإقتصادي، ولكن بدلا من إحتساب التكاليف مباشرة بكافة أنواعها والتي قد يكون محملا عليها تكاليف الربح أو المصاريف الإدارية النثرية كالضرائب .....إلخ، أو التي قد تكون مدعومة من قبل الحكومة والمؤسسات كالسلع الإستهلاكية والخدمية، ولذلك يتم إحتساب تكاليف إنتاج الطاقة المستخدمة والتي تتحملها مؤسسات إنتاج الطاقة سواء حكومية أو غيرها لتوفير تلك الطاقة المستخدمة، ويراعى هنا الأخذ في الإعتبار كافة تكاليف الوقود المستخدمة في كافة العمليات كالتصنيع والنقل .....إلخ، وكذلك الفقد في الطاقة والتي قد تنتج على سبيل المثال عند تحويل الطاقة إلى طاقة أخرى. والجدير بالذكر أن هذا الأسلوب يوضح التكلفة الحقيقية للطاقة بغض النظر عن أي مصاريف إضافية أخرى سواء بالموجب (ضرائب – أرباح - .....إلخ) أو بالسالب (دعم - .....إلخ).

٣-٦-٢-٣ تحليل الطاقة:

وفيها يتم الإستغناء عن النقود كوسيلة لتحديد القيمة وللتقييم الإقتصادي، ويستخدم بدلا منها وحدات قياس الطاقة "الجول أو كيلو وات.ساعة"، وتستخدم في ذلك قوانين الديناميكا الحرارية والكيمياء الحرارية بدلا من قوانين الإقتصاد. فعلى سبيل المثال يمكن المقارنة إقتصاديا بين عنصرين عن طريق الطاقة المستهلكة في كلا منها بدءا من الإنشاء وحتى التشغيل والصيانة.

ولتوضيح الفرق الأساسي بين الوحدات السابقة المستخدمة للتقييم الإقتصادي على سبيل المثال بفرض معالجة مناخية يتم تقييمها إقتصاديا نجد أن الفرق الأساسي بين الوحدات يتضح كالتالي:

أولا: عند إستخدام وحدة النقود:

يتم فيها حساب التكاليف المدفوعة نقدا لتنفيذ تلك المعالجة بدءا من التصميم والحسابات الخاصة بها والإنشاء وحتى مصاريف التشغيل والصيانة، وذلك بحساب كافة التكاليف المباشرة وغير المباشرة كما سيرد ذكرها فيما بعد.

[1] عباس محمد الزعفراني، التقييم الإقتصادي للعمارة الشمسية السالبة، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٩٥.

ثانيا: عند إستخدام وحدة تكلفة الطاقة الأولية:
يتم فيها حساب الأموال المدفوعة نقدا في تكاليف إنتاج الطاقة المستخدمة للحصول وتنفيذ تلك المعالجة بدءا من تكاليف الطاقة المستخدمة في إستخراج المواد الداخلة في التنفيذ مرورا بالطاقة المختلفة للنقل والتصنيع والتنفيذ والتشغيل والصيانة .....إلخ.
ثالثا: عند إستخدام وحدة تحليل الطاقة:
وفيها يتم إحتساب الطاقة المستخدمة في الحصول على تلك المعالجة بدءا من طاقة الإستخراج حتى الطاقة المستخدمة في التشغيل والصيانة وتحويلها بإستخدام قوانين الديناميكا الحرارية والكيمياء الحرارية إلى وحدات الطاقة المستخدمة بالجول أو كيلو وات.ساعة
ونجد أنه مع إختلاف الوحدات المستخدمة للتقييم الإقتصادي ومحاسبة التكاليف، فإن لكل وحدة أهميتها والجهة التي تهتم بإستخدامها عند التقييم، فعلى سبيل المثال نجد أن:

١- المستهلك النهائي للطاقة:
يهمه في المقام الأول ما يتكلفه من مصروفات نقدية لتشغيل المبنى، وبالتالي يتم إستخدام وحدة النقود وسعر السوق.

٢- الدولة ومؤسسات توليد الطاقة:
يهمها التكلفة المدفوعة نقدا لتوليد الطاقة حيث أن لها تأثيرا على ميزانية الدولة أو المؤسسة.

٣- المؤسسات البيئية والإقتصادية الدولية:
ويهمها وحدة تحليل الطاقة لحساب تأثير ذلك على البيئة أو نفاذ موارد الطاقة، أو من ناحية التلوث الناتج عن إستهلاك الطاقة، وذلك لما فيه تأثير على إقتصاديات العالم.

٣-٧ عناصر حساب تكاليف المعالجات المناخية:

٣-٧-١ تمهيد: عناصر محاسبة التكاليف:
مع تعدد المعالجات المناخية سواء المعمارية أو الميكانيكية للوصول إلى هدف واحد وهو تحقيق الراحة لمستعملي الفراغات الداخلية ومع تعدد البدائل المتاحة للموقع الواحد والمبنى الواحد، يدخل عنصر التكلفة الإقتصادية كعنصر حاكم للإختيار بين تلك البدائل للوصول للبديل الأمثل المعقول والمقبول إقتصاديا من قبل المالك والمستعمل.
وللوصول لحساب تكاليف تلك المعالجات لتقييمها إقتصاديا من خلال دراسات الجدوى الإقتصادية يجب تحديد عناصر التكلفة الخاصة بها والتي يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين هما:

١- التكلفة المباشرة DIRECT COST:
وهي تعني كافة ما يدفعه المالك أو المستخدم للحصول على تلك المعالجة بدءا من تصميمها وحتى ضمان تشغيلها وصيانتها دوريا، وسميت بتكلفة مباشرة حيث أنه يتم دفعها بصورة مباشرة وواضحة لتنفيذ وتشغيل تلك المعالجات.

٢- التكلفة غير المباشرة INDIRECT COST:
وهي تشمل كل قيمة لا يدفعها المالك أو المستعمل بشكل مباشر، إلا أنها تؤثر في قيمة المعالجات المناخية كإهلاك الأصول أو تكلفة إستثمار رأس المال أو تكلفة الإستهلاك .....إلخ.
وفيما يلي دراسة تفصيلية لعناصر التكلفة السابقة كما يلي:

٣-٧-٢ التكلفة المباشرة:
كما سبق ذكره هي كل التكاليف التي يدفعها المالك أو المستعمل بصورة مباشرة للحصول وتشغيل المعالجة المناخية سواء الميكانيكية أو المعمارية، ويندرج تحت تلك التكلفة العديد من العناصر الجزئية التي يمكن ذكرها كما يلي:

٣-٧-٢-١ التكلفة الإبتدائية INITIAL COST:

وهي كافة المصروفات التي تدفع ثمنا لإنشاء المعالجة المناخية بدءا من التصميم والإنشاء حتى الحصول عليها بالكامل وقبل تشغيلها، وتدفع تلك التكلفة مرة واحدة فقط للمعالجة المناخية الواحدة، وتتأثر تلك التكلفة بعدة عوامل من أهمها:

١- سعر المواد والخامات المستخدمة.
٢- مستوى التكنولوجيا المستخدمة في التنفيذ.
٣- أجور العمال وإنتاجيتهم.
٤- التأمينات الإجتماعية.
٥- المصاريف الإدارية للمقاولون وأرباحهم.
٦- الضرائب (طبقا للقرارات الحكومية والسياسية).
٧- النظام التمويلي للمشروع.
٨- مصاريف التصميم والإشراف.

وبطبيعة الحال تتناسب تلك التكلفة تناسبا طرديا مع حجم رأس المال وحجم المشروع مع ملاحظة أن ذلك التناسب ليس خطيا[1].

وبالرغم من صغر النسبة المئوية لتلك التكلفة بالنسبة للتكاليف الكلية للمبنى إلا أنها تلعب دورا رئيسيا في ضمان إستغلال رأس المال الكلي إستغلالا إقتصاديا.

وتدخل ضمن نطاق التكلفة الإبتدائية عدة عناصر تكلفة يمكن تحليلها كما يلي:

١- تكلفة التصميم DESIGN COST.
٢- تكلفة الإنشاء والتنفيذ CONSTRUCTION COST.
٣- تكاليف خاصة SPECIAL COST.

أولا: تكلفة التصميم DESIGN COST:

وتختلف حساباتها في المعالجات المناخية المعمارية عنها في المعالجات المناخية الميكانيكية حيث يظهر الفرق كالتالي:

١- تكلفة تصميم المعالجات المناخية المعمارية:

وعادة تدخل تلك التكلفة ضمن تكلفة تصميم المبنى نفسه، حيث يقوم المهندس المصمم بحسابها ضمن حسابات التصميم وذلك طبقا لأتعابه الإستشارية عن أعمال الدراسات والتحليلات المناخية، بحيث تكون المعالجة المناخية المعمارية في أغلب الأوقات على هيئة عنصر أو فراغ معماري مستخدم كفراغ أتريوم أو سلم يستخدم كمدفأة شمسية SOLAR CHIMNEY[1].

٢- تكلفة تصميم المعالجات المناخية الميكانيكية:

وهي تختلف طبقا لنوع المعالجة الميكانيكية فعلى سبيل المثال عند إستخدام مروحة أو جهاز تكييف منفصل (SPLIT UNIT) أو أية وسيلة تحكم مناخي بسيطة لا يضاف إلى التكاليف بند التصميم، ولكن بند التصميم يظهر في عمليات التكييف المركزي التي تتطلب تصميما ميكانيكيا لوصلات التكييف وأبعاد مسارات التكييف وأحجام الأجهزة CHILLERS والأحمال الخاصة بها إلى ما غير ذلك، وتحسب تلك التكلفة تبعا لمقدار طن التبريد الذي يحتاجه المبنى أو الفراغ الداخلي.

وبطبيعة الحال فإن تكلفة التصميم تتأثر بعوامل عديدة من أهمها مقدار التكرار للتصميم الواحد والذي ينقسم إلى:

---

[1] حمدي عبد العظيم، دراسات الجدوى الإقتصادية وتقييم المشروعات، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٩٥.
[1] سيرد ذكر المعالجات المناخية تفصيليا في الباب القادم من الدراسة البحثية.

١- تكلفة تصميم خاصة بمعالجة مناخية واحدة أو مبنى واحد:
وفي هذه الحالة يتم تحميل إجمالي تكلفة التصميم المتمثلة في الأتعاب الإستشارية للمهندس المصمم على المعالجة الواحدة أو المبنى الواحد حيث لا ينتج منه سوى هذه المعالجة أو المبنى، وذلك هو الشائع عند تصميم المبنى الواحد للمعالجات المناخية المعمارية للموقع الواحد حيث أن الظروف المناخية لكل موقع مختلفة عن المواقع الأخرى الأمر الذي يجعل تصميم المعالجات المناخية المعمارية خاصة بالمبنى والموقع وظروفه وغير صالحة للإستعمال في موقع آخر بخلاف المعالجات المناخية الميكانيكية التي يتوقف فيها من مبنى لآخر تحديد حجم وسعة المعالجة الميكانيكية وهو الأمر الذي يمكن تحديده عند التصميم.
٢- تكلفة تصميم عنصر ينتج بالجملة MASS PRODUCTION:
وهو يظهر في أغلب الأحيان عند تصميم المعالجات المناخية الميكانيكية مثل أجهزة التكييف والتي ينتج منها أعدادا كبيرة لكافة فراغات المبنى، وتحمل تكلفة التصميم على الفراغ الواحد أو الجهاز الواحد وتوزع التكلفة على باقي أجهزة التكييف الأخرى.

ثانيا: تكلفة الإنشاء والتنفيذ CONSTRUCTION COST:

وتشمل تكلفة تنفيذ أو شراء وتركيب المعالجة المناخية حتى تكون جاهزة للعمل، وتشمل عدة بنود فرعية وهي:
١- تكلفة المواد والخامات المستخدمة.
٢- تكلفة العمالة اللازمة للتنفيذ.
٣- تكاليف نقل الخامات والمعدات المستخدمة للتنفيذ.
٤- المصاريف الإدارية (تأمينات – ضرائب - .....إلخ).
٥- تكاليف الإشراف على التنفيذ من قبل المقاول أو المهندس.
٦- تكلفة أعمال التجهيزات اللازمة لبعض المعالجات وخاصة المعالجات الميكانيكية والتي قد تحتاج لوسائل تثبيت أو فتحات إضافية بالحوائط أو الأسقف أو بعض الكمرات وما إلى ذلك.

وكأي عنصر تنفيذي تتأثر تلك التكلفة بالتكنولوجيا المستخدمة في تنفيذها ومدى ندرة أو توافر المواد الداخلة في التنفيذ ومهارة العمال على تنفيذ الأعمال التخصصية وإنتاجيتهم ومقدار التكرار في التنفيذ للمعالجة الواحدة .....إلخ.

ثالثا: تكاليف إضافية خاصة لبعض المعالجات SPECIAL COST:

عند إستخدام بعض المعالجات المناخية المعمارية أو الميكانيكية قد تحتاج إلى بعض التكاليف الخاصة والتي يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين يمكن ذكرهما كما يلي:

١- ثمن الإنشاءات الهيكلية الإضافية:
بعض المعالجات المناخية خاصة ذات الأوزان الثقيلة أو ذات النظم الخاصة تتطلب متطلبات إنشائية خاصة للمبنى محملا بالتالي تكلفة إنشائية إضافية بسبب زيادة أحمال العناصر الإنشائية المحملة أساسا على الأحمال الحية والميتة التي تم التصميم الإنشائي عليها.
فعلى سبيل المثال قد تتطلب بعض المعالجات المناخية المعمارية إلى زيادة سمك الحوائط الخارجية أو إستخدام مواد عازلة للحرارة بين حوائط مزدوجة الأمر الذي يرفع من قيمة الأحمال الميتة على العناصر الإنشائية التي تتمثل في زيادة قطاعات الكمرات الحاملة لتلك الحوائط وقطاعات الأعمدة الحاملة لها .....إلخ.
وبالمثل للمعالجات المناخية الميكانيكية التي تتمثل في إستخدام بعض الأجهزة والمعدات كأجهزة التكييف المركزي CHILLERS على سبيل المثال تزيد من الأحمال على المبنى كذلك الإنشاءات

الخاصة بها كتخصيص حجرات خاصة لتلك الماكينات بما تحمله من إنشاءات زائدة (سقف / أعمدة / كمرات / حوائط / تشطيبات / .....إلخ).
والجدير بالذكر أنه كذلك يوجد بعض المعالجات المناخية التي لا تتطلب إنشاءات خاصة بها مثل الآلات والماكينات ذات الأوزان القليلة مثل المراوح أو أجهزة التكييف المنفصلة SPLIT UNITS والتي يمكن إعتبار أوزانها ضمن الأوزان الحية بالمبنى.

٢- ثمن الفراغات الخاصة لبعض المعالجات:
تتطلب بعض المعالجات المناخية إلى إستقطاع جزء من فراغات المبنى، وبما أنه عند بناء أي مبنى جديد يتم تحميل ثمن الأرض كجزء من التكلفة الإبتدائية على المبنى والتي يعاد تقسيم ثمنها على فراغات المبنى الفعلية طبقا للمساحة الفعلية المبنية، إضافة إلى ذلك فإن نجاح أي مبنى إقتصاديا يتوقف على النسبة بين مسطح الخدمات ومسطح الفراغات المنفعية بحيث يكون الهدف الأساسي هو توفير أقصى ما يمكن من فراغ قابل للتسويق والبيع أو للإستخدام، ولهذا يحمل على التكاليف الإبتدائية لكل معالجة مناخية ثمن الفراغ الذي إستقطعه من الفراغات القابلة للإستخدام أو التسويق.
ويلاحظ هنا أن ثمن الفراغ يتحدد طبقا لثمن الأرض وتشطيب الفراغ، وبالنسبة لثمن الأرض يختلف من موقع لآخر فقد يكون في بعض الأحيان ثمن الفراغ كبير جدا مما يرفع من ثمن المعالجة إلى حد كبير الأمر الذي يصعب معه إقتصاديا من تنفيذ تلك المعالجة، فعلى سبيل المثال نجد أنه لتخصيص أفنية داخلية للتهوية وإضاءة الفراغات الداخلية بكامل إرتفاع المبنى، فإن ثمن الفراغ يتحدد طبقا لمساحة الفناء مضروبا في عدد أدوار المبنى، فإذا كان ثمن الأرض مرتفعا كأي أرض في موقع متميز يختلف عن أي أرض في موقع فضاء ولهذا يؤثر على تكلفة المعالجة في الموقعين السابقين الأمر الذي قد يؤدي إلى عدم قبول تلك المعالجة المناخية إقتصاديا. وتلك التكلفة تنطبق على العديد من المعالجات المناخية مع إختلاف المساحة التي تحتلها كل معالجة مثل غرف التكييف المركزي / الحوائط السميكة / ملاقف الهواء / الأسقف المنحنية التي لا يمكن البناء فوقها / الإرتفاعات الداخلية المضاعفة DOUBLE HEIGHT / الأفنية والمناور الداخلية / الحوائط المزدوجة / .....إلخ.

٣-٧-٢-٢ التكلفة الدورية (الجارية) RUNNING COST:
وهي ما يطلق عليها تكلفة التشغيل والصيانة الدورية وتكلفة كل ما يلزم لسداده أثناء العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية لضمان إستمرارها في العمل وأداء وظائفها على الوجه الأمثل، وعلى مر السنين فإن المصاريف الجارية RUNNING COST قد تكون أكبر من تكلفة إنشاء المعالجة نفسها وذلك خلال العمر الإفتراضي للمعالجة.
ومن هنا فإن إرتفاع التكلفة قد ينتج بسبب إرتفاع تكلفة التشغيل ولهذا فإن الحل الإقتصادي للمعالجة لا يعتمد على قلة التكاليف الإبتدائية فقط بل يشمل في الحسبان التكلفة الدورية خلال العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية سواء المعمارية أو الميكانيكية، والجدير بالذكر أن تلك التكلفة تختلف عن التكلفة الإبتدائية في كونها أنه يتم سدادها دوريا أو على دفعات أثناء عمر المعالجة ولا يلزم أن تتوافر من رأس المال وإنما يمكن سدادها من العائد الإقتصادي للمبنى على سبيل المثال، ويمكن ذكر أهم بنود التكاليف الجارية كما يلي:

١- تكلفة إستهلاك الوقود والطاقة اللازمة للتشغيل.
٢- تكلفة العمالة والأجور اللازمة للتشغيل.
٣- تكلفة أعمال الصيانة الدورية.

ويمكن ذكر وتفصيل هذه البنود بصورة مبسطة كالتالي:

أولا: تكلفة إستهلاك الوقود والطاقة اللازمة للتشغيل:
وتلك التكلفة تظهر في أغلب الأحيان عند تشغيل المعالجات المناخية الميكانيكية، حيث أنها تعتمد في عملها على إستهلاك كمية معينة من الطاقة خاصة الطاقة الكهربية كتشغيل أجهزة التكييف أو المراوح على سبيل المثال، وقد يشمل الوقود كذلك كالوقود الغازي أو البترولي مثل تشغيل مدفأة بالغاز أو غلاية مياه للتسخين أو غير ذلك.
وتتوقف قيمة تكلفة الإستهلاك في هذه الحالة على قيمة الوقود المستخدم ومدى توافره أو ندرته، كذلك في حساباته الخاصة والتي قد تعتمد على نظام الشرائح التصاعدية كإستهلاك الكهرباء الذي يعتمد على تقسيم الإستهلاك إلى شرائح ترتفع معها قيمة الإستهلاك مع الدخول في الشريحة الأعلى وهكذا، ويوضح جدول رقم (٣-٦) قيمة الإستهلاك بالشرائح التصاعدية لإستهلاك الكهرباء في منطقة المقطم بمدينة القاهرة. ويمكن حساب إجمالي تكلفة الطاقة المستهلكة أثناء تشغيل المعالجة عن طريق حساب التكلفة الشهرية كل شهر على حده نظرا لإحتمال إختلاف الإستهلاك لكل شهر عن الآخر طبقا لأحمال التبريد والتسخين المطلوبة لكل شهر طبقا للأحوال المناخية، ثم جمعها كمبلغ إجمالي سنوي.

جدول رقم (٣-٦)[1]: قيمة الإستهلاك بالشرائح التصاعدية لإستهلاك الكهرباء في منطقة المقطم بمدينة القاهرة:

قيمة الإستهلاك (ك.وات)	القيمة الإجمالية للإستهلاك (جنيه)	قيمة الإستهلاك (ك.وات)	القيمة الإجمالية للإستهلاك (جنيه)
٥٠ ك الأولى	٢,٥٠ جـ	١٠٠ ك التالية	١٥,٠٠ جـ
١٥٠ ك التالية	٢٠,٤٠ جـ	٣٠٠ ك التالية	٥٨,٨٠ جـ
٣٥٠ ك التالية	٩٨,٠٠ جـ	١٠٠٠ ك التالية	١٩٤,٧٠ جـ
ما يزيد عن ١٠٠٠ ك بعد ذلك تتكلف ٣٤,٢٢ جـ لكل ١ ك.			

ثانيا: تكلفة العمالة والأجور اللازمة للتشغيل:
تستلزم بعض المعالجات المناخية إلى وجود عمالة مدربة للقيام على تشغيلها ومتابعة أداءها الوظيفي للإطمئنان على كفاءته بإستمرار إضافة إلى حل بعض المشكلات التي قد تنشأ أثناء عملية التشغيل، إضافة إلى ذلك قد تحتاج بعض المعالجات إلى وجود عمالة لحمايتها أو حماية الأخطار التي قد تنتج عنها مثل القائمين على حماية المبنى في حالة وجود فراغات مناور مفتوحة أو مسطحات زجاجية كبيرة بالواجهات الخارجية، أو توفير الحماية اللازمة لغرف التكييف المركزي أو مولدات الكهرباء التي قد تحتاجها بعض المعالجات للتشغيل.
وبالرغم من أنه قد يلاحظ في بادئ الأمر إلى أن تكلفة أجور العمالة اللازمة للتشغيل قد تقتصر على المعالجات المناخية الميكانيكية فقط إلا أنه يلاحظ أنها قد تشمل في بعض الأحيان المعالجات المناخية المعمارية، فعلى سبيل المثال يستلزم وجود عمالة ماهرة للتحكم في كاسرات الشمس المتحركة لضمان الحصول على أفضل وأعلى أداء لتلك الكاسرات وهكذا.
ولهذا فإن إحتساب تكلفة أجور العمالة اللازمة للتشغيل من العناصر الهامة والتي تفيد في تقييم تلك المعالجات والإختيار بين البدائل خاصة عند الحاجة إلى العمالة الماهرة أو التخصصية ذات الأجور المرتفعة ليضاف ذلك كله إلى تكلفة تلك المعالجة.

ثالثا: تكلفة أعمال الصيانة الدورية:
تعرف عملية الصيانة بأنها العملية التي من خلالها يتم ضمان حسن كفاءة وأداء العنصر على أكمل وجه، الأمر الذي قد يستلزم معه بعض الإصلاحات أو تغيير وصيانة بعض الأجزاء للعنصر وذلك خلال العمر الإفتراضي له. فمع مرور الزمن وأثناء تشغيل المعالجة قد تتعرض بعض

[1] شركة الكهرباء المصرية، فرع المقطم، الهضبة العليا، المقطم، القاهرة، ٢٠٠٧.

الأجزاء للتلف أو ينتهي عمرها الإفتراضي الأمر الذي يستلزم معه إصلاح أو تغيير تلك الأجزاء طبقا لحالتها.
فلذلك عند حساب تكلفة الصيانة يجب توقع أحد الأمور التالية:
١- العمر الإفتراضي لبعض الأجزاء والتي يستلزم معها تغيير تلك الأجزاء التالفة.
٢- تكلفة صيانة بعض الأجزاء التالفة والتي يمكن إصلاحها خلال الصيانة الدورية كفلاتر الهواء بأجهزة التكييف على سبيل المثال.
٣- تعرض بعض الأجزاء لأخطار التلف في أي وقت كالمسطحات الزجاجية عند تعرضها للكسر طبقا لأي ظروف، ويتحدد ذلك من خلال التوقعات المحتملة لحدوث تلك التلفيات التي تستلزم تغيير تلك الأجزاء التالفة.

ومن خلال كافة البنود السابقة الخاصة بتكلفة الوقود والأجور والصيانة وتجميعها يمكن الحصول على التكلفة الدورية (الجارية) إجماليا خلال العمر الإفتراضي للمعالجة الذي يمكن تحديده من خلال المواصفات ومعدلات الأداء الخاصة بكل معالجة على حدة، والتي بتجميعها مع التكلفة الإبتدائية ببنودها السابقة يمكن الحصول على التكلفة الإجمالية المباشرة للمعالجة المناخية، إلا أنه للحصول على التكلفة الإجمالية يجب كذلك حساب التماليف غير المباشرة والتي ستوضحها النقاط التالية.

٣-٧-٣ التكاليف غير المباشرة INDIRECT COST:

وهي كل التكاليف التي لا يدفعها المالك أو المستخدم بصورة مباشرة، وإنما تدخل قيمتها ضمنيا خلال العمر الإفتراضي للمعالجة، ويمكن ذكر أهم عناصر التكاليف غير المباشرة كالتالي:
١- التكلفة الإستثمارية لرأس المال.
٢- إهلاك الأصول.
٣- تكلفة معدل التضخم.
٤- الضرائب والمصاريف الإدارية.
وتوضح النقاط التالية للدراسة توضيحا مبسطا لتلك العناصر السابقة لإدخالها ضمن حساب التكاليف الإجمالية للمعالجة المناخية.

٣-٧-٣-١ التكلفة الإستثمارية لرأس المال:

من المعروف إقتصاديا أن أي مبلغ من المال له قمتين وهما:
١- القيمة الآنية: القيمة الفعلية للمبلغ الآن.
٢- القيمة الآجلة: القيمة بعد مدة معينة بعد حساب معدلات التضخم وإمكانية تحقيق الربح المادي بإستثمار ذلك المبلغ.
فعلى سبيل المثال بإفتراض أن ثمن سلعة ما خلال تلك الأيام "X" جنيه مصري، نجد أنه بعد سنة أو فترة زمنية معينة فإن ثمن نفس السلعة لا يمكن شرائها بنفس القيمة وإنما يضاف إليها قيمة أخرى هي معدل التضخم ليصبح إجمالي ثمن السلعة "X" مضافا إليها قيمة معدل التضخم خلال تلك الفترة، إلا أنه يلاحظ أن قيمة المبلغ المحدد "X" تكون قيمتها الآنية هي نفس القيمة "X" إلا أن قيمتها الآجلة بعد فترة زمنية معينة هي نفس القيمة مضافا إليها قيمة الربح الناتج عن إستثمار تلك القيمة في أي مشروع إستثماري طبقا لظروف وأحوال السوق الإقتصادي بحيث قد تصبح قيمته مساوية لقيمة نفس السلعة بعد تلك الفترة الزمنية أو أقل أو أكثر منها طبقا للظروف الإقتصادية والسياسية.

ويمكن تحديد سعر الفائدة لأي مبلغ لتحديد قيمته الآجلة بعد فترة زمنية معينة من خلال سعر الفائدة على الودائع بالبنوك كمؤشر مبدئي وذلك للمقارنة بين تكاليف الحلول والمعالجات المناخية وخاصة عند حساب التكاليف الدورية للمعالجات.
ولتوضيح ذلك على سبيل المثال بفرض وجود معالجتين مناخيتين أحدهما معمارية والأخرى ميكانيكية، بفرض أن المعالجة المناخية المعمارية تتكلف مبلغا وليكن 5000 جنيه ولا يوجد لها مصاريف دورية بينما تبلغ قيمة المعالجة المناخية الميكانيكية 1000 جنيه إضافة إلى مصاريف دورية سنوية مقدارها 500 جنيه سنويا.
للمقارنة بين البديلين السابقين أيهما أفضل من حيث التكلفة خلال العمر الإفتراضي للمعالجة واضعا قيمة تكلفة إستثمار رأس المال في الحسبان بفرض معدل التضخم 15% يمكن إستنتاج التالي:

المعالجة المناخية المعمارية:	**المعالجة المناخية الميكانيكية:**
الثمن الإجمالي للمعالجة 5000 جـ	الثمن الإجمالي للمعالجة 1000 جـ
التكاليف الدورية 0.00 جـ	التكاليف الدورية 500 جـ سنويا

يلاحظ أنه ظاهريا بعد مرور 8 سنوات نجد أن المعالجة المناخية المعمارية تكلفت مبلغ 5000 جـ دون إضافة أية مصاريف دورية عليها في حين أن المعالجة المناخية الميكانيكية تكلفت مبلغ 1000 جـ إضافة إلى تكلفة دورية سنوية مقدارها 500 جـ أي بإجمالي 4000 جـ خلال 8 سنوات أي بتكلفة إجمالية 5000 جـ، الأمر الذي يظهر أنه بعد تلك السنوات سيصبح ثمن المعالجة المناخية الميكانيكية أعلى من المعالجة المناخية المعمارية، إلا أنه مع إدخال معدل التضخم في الحسبان والذي يقدر بنسبة 15% نجد أنه:
فرق التوفير بين المعالجة المعمارية والميكانيكية في بداية الإنشاء مبلغ 4000 جـ والتي بإستثمارها عند تنفيذ المعالجة الميكانيكية تحقق عائدا سنويا متوقعا تبلغ قيميته 0.15*4000 جـ أي ما يساوي 600 جـ في السنة الأولى ويزداد بعدها تصاعديا أي ما يزيد عن قيمة التكلفة الدورية للمعالجة مما يجعلها أفضل إقتصاديا من المعالجة المناخية المعمارية.
وعلى النقيض فإنه إذا كان معدل التضخم 10% فقط أي ما يحقق عائد في السنة الأولى 400 جـ أي أقل من التكلفة الدورية السنوية للمعالجة المناخية الميكانيكية مما يرفع من قيمتها الإقتصادية عن المعالجة المناخية المعمارية بعد مرور فترة زمنية معينة. ويتضح من المثال السابق مدى أهمية وتأثير تكلفة إستثمار رأس المال ومعدل التضخم على التقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية.

٣-٧-٣-٢ تكلفة إهلاك الأصول:

من المعروف أن لكل سلعة أو عنصر عمره الإفتراضي والذي يعني أنه بعد فترة زمنية مقدارها العمر الإفتراضي للعنصر لا يجدي معه صيانة أو إصلاح الأمر الذي لا يجعله يقوم بوظائفه على الوجه الأكمل مما يتطلب معه تغيير ذلك العنصر وإستبداله بآخر جديد.
وإذا إفترضنا أن لذلك العنصر وقت تنفيذه أو شرائه تكلفة مباشرة مقدارها 100% وأن ثمن بيعه خردة بعد إنتهاء عمره الإفتراضي كان 20% فقط، معنى هذا أن ذلك العنصر قد فقد قيمة معينة مقدارها 80% من سعره خلال عمره الإفتراضي، وبفرض أن عمره الإفتراضي 8 سنوات فذلك يعني أن العنصر يفقد قيمة مقدارها 10% سنويا من ثمنه الأصلي، وذلك ما يعرف بمعدل الإهلاك والذي يمكن تحديده من العلاقة التالية[1]:

معدل الإهلاك={العنصر الإبتدائية – قيمة الخردة أو الأنقاض}/العمر الإفتراض للعنصر.

[1] P.A.Stone, Building Design Evaluation, E. & F.N. Spon Ltd, London U.K, 1980.

وتلك المعادلة تفيد في تحديد القيمة الفعلية لأي عنصر بعد إستخدامه لفترة زمنية معينة أقل من عمره الإفتراضي بحيث تعتبر تلك القيمة جزء من إسترداد قيمة ذلك العنصر التي تم دفعها في البداية.

والجدير بالذكر أن تلك المعادلة مبسطة إلى حد ما حيث أن حساباتها الإقنصادية الفعلية تحدد أن معدل الإهلاك هو قيمة نسبة مئوية من ثمنه كل عام وذلك بطريقة القيمة التناقصية، فعلى سبيل المثال إذا فرض أن ثمن العنصر أو المعالجة 5000 جـ وأن معدل الإهلاك 10% سنويا، معنى هذا أن قيمة العنصر بعد السنة الأولى = (5000-(5000*10/100) أي تساوي 4500 جـ وفي العام التالي يفقد قيمة 10% من ثمنه الجديد ليصبح ثمنه بعد العام الثاني = 4500-(4500*10/100) أي ما يساوي 4050 جـ وهكذا، أي أنه يمكن تحديد ثمن العنصر بعد إستخدامه فترة معينة من خلال العلاقة التالية:

ثمن العنصر بعد فترة معينة من الإستخدام=ثمن شرائه الأصلي*(١-معدل الإهلاك)الفترة الزمنية

ويراعى في تلك الحالة توحيد الفترة الزمنية للعنصر.

إلا أنه وبالرغم من ذلك فإن تلك الطريقة قد لا تصلح لحساب قيمة العديد من المعالجات والتي تتميز بعدم ثبوت معدل الإهلاك الخاص بها حيث تختلف قيمته المئوية من عام لآخر.

ويلاحظ كذلك أن العنصر الواحد قد يتم حسابه عند تغييره على أنها مصاريف صيانة أو إهلاك أصول وذلك على سبيل المثال كالتالي:

إذا كانت هناك معالجة مناخية معمارية عبارة عن كاسرات شمسية ذات دهان بلون أبيض ينتهي عمر الإفتراضي بعد عدة سنوات فإن إعادة دهانه تعتبر من تكاليف الصيانة على عكس أن تكون المعالجة نفسها هي دهان الحائط الخارجي بلون أبيض يتم إعادة دهانه كل فترة زمنية أي بعد إنتهاء عمره الإفتراضي وإهلاك الأصول.

كما يلاحظ من العلاقة السابقة أن ثمن أي عنصر بعد إنتهاء عمره الإفتراضي لا يساوي الصفر إلا أنه قد تبلغ قيمة صغيرة جدا يمكن إهمالها أو أن العنصر لا يمكن بيعه كما في إعادة الدهان في المثال السابق فلا يمكن بيع الدهان القديم على سبيل المثال.

٣-٧-٣-٣ تكلفة معدل التضخم:

يتعرض السوق على فترات زمنية متتالية لظاهرة تعرف بإسم معدل التضخم، وتلك تعني الإرتفاع التدريجي في الأسعار مع مضي الوقت، وتلك الظاهرة ملحوظة بصورة كبيرة جدا في كل الأسواق ولكل السلع وعند كل الناس، الأمر الذي يمكن ترجمته إقتصاديا إلى ما يؤدي إلى أحد أسباب إختلاف قيمة النقود الآنية عن القيمة الآجلة، أي بمعنى آخر إختلاف القيمة الشرائية أو القوة الشرائية للنقود مع مرور الوقت.

ويمكن تحديد معدل التضخم لسلعة معينة بعد مرور فترة زمنية من خلال العلاقة التالية:

معدل التضخم لسلعة معينة%=(سعر السلعة الجديد-سعر السلعة الأصلي)/سعر السلعة الأصلي %

ونظرا لإختلاف معدل التضخم لكل سلعة عن سلعة أخرى في السوق فإنه يتم حساب ما يعرف بمعدل التضخم العام من خلال العلاقة التالية:

معدل التضخم العام=نسبة التغير في الرقم القياسي للأسعار/الرقم القياسي للأسعار في السنة السابقة %

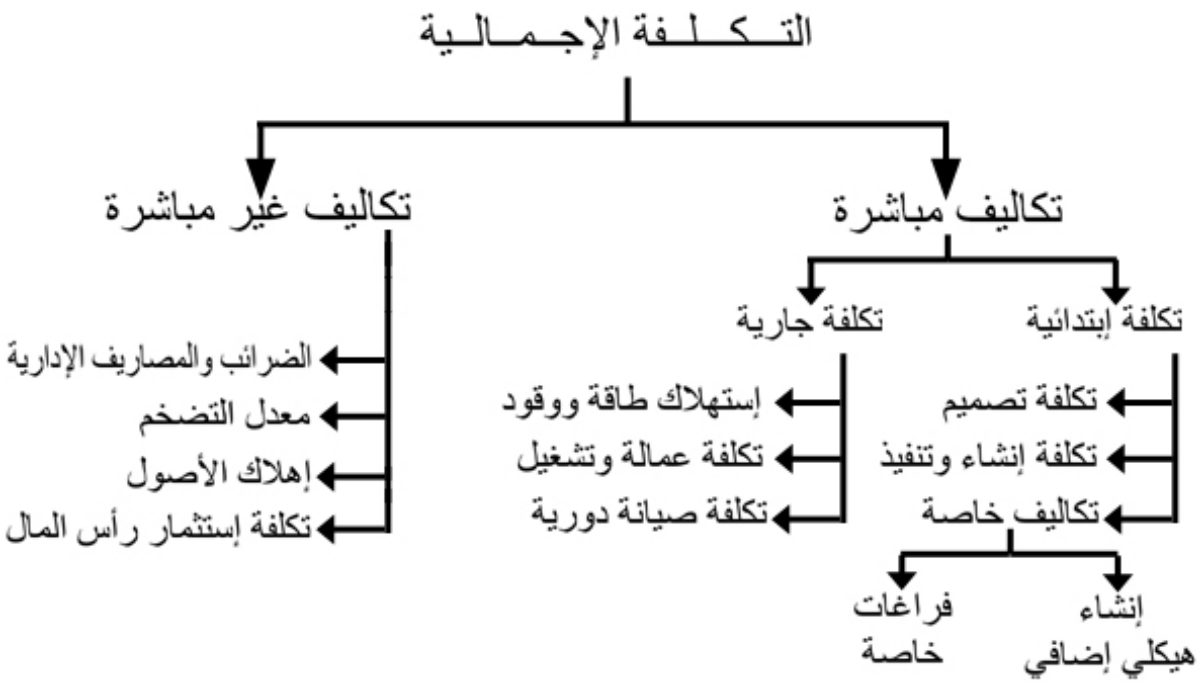
حيث أن الرقم القياسي للأسعار يعبر عن متوسط أسعار كل السلع في سنة ما مقارنة بسعرها في سنة معينة يطلق عليها سنة الأساس. ولذلك يجب عند إجراء الدراسة الإقتصادية الأخذ في الإعتبار

قيمة معدل التضخم للسلع طبقا لمحددات السوق، وذلك لتحديد المصروفات الآنية والآجلة كل بقيمتها.
إلا أنه يلاحظ أن حساب التكاليف يجب أن يتم على أساس الحسابات لسنة واحدة حتى تكون قيمة النقود ذات قوة شرائية واحدة خاصة للسلع التي يكون معدل التضخم الخاص بها مساويا تقريبا لمعدل التضخم العام، فعلى سبيل المثال إذا فرض أن ثمن معالجة مناخية معينة لها قيمة "X" وأنه سوف يتم تغييرها مرة واحدة أثناء العمر الإفتراضي للمبنى، ونظرا لمعامل التضخم فإن سعرها وقت تغييرها وشراء بدلا منها سوف يكون سعرها الجديد "3X"، وفي هذه الحالة عند حساب تكلفة تلك المعالجة من المفروض ظاهريا أن يكون المبلغ الإجمالي المدفوع ثمنا لشراء المعالجة مرتين هو "4X"، إلا أن ذلك نظريا قد يكون صحيحا ولكن فعليا فإن ما حدث هو أنه قد تم الجمع المباشر بين مبلغين ليس لهما نفس الزمن، أي أنه بمنتهى البساطة يجب توحيد الزمن حتى تكون للنقود نفس القوة الشرائية بمعنى عند حساب التكلفة في الأول يكون ثمن الجهاز الواحد "X" أي ثمن الجهازين "2X" بمعنى أنه قد تم توحيد أن المبلغ "X" الحالي له نفس القيمة والقوة الشرائية لمبلغ "3X" الذي يتم فيه شراء الجهاز مرة أخرى. ولهذا يفضل دائما مقارنة الأسعار بالنسبة للسنة الثابتة المطلق عليها سنة الأساس والتي غالبا ما تكون سنة إنشاء المعالجة أول مرة.
والجدير بالذكر من الدراسة السابقة إلى أنه لكل سلعة نسبة ربح إذا ما تجاوزت قيمة سعر الفائدة لها أو معدل التضخم الخاص بها عن معدل التضخم العام حيث يمكن حسابه من العلاقة التالية:
نسبة الربح = سعر الفائدة - معدل التضخم العام.
بمعنى أنه قد ينتج ربح عن بيع بعض السلع بعد فترة من الزمن.

٣-٧-٣-٤ الضرائب والمصاريف الإدارية:
تتجه سياسات الدول وإقتصادياتها إلى فرض الضرائب العامة على الأنشطة والسلع الإقتصادية وذلك لتوفير المصاريف الخاصة بالخدمات التي تقدمها الدول وإنشاء المنافع العامة أو للتشجيع أو الحد من أنشطة إقتصادية معينة طبقا لظروفها الإقتصادية التي يفرضها عليها الواقع والأحوال العامة.
ونسبة الضرائب تحدد كنسبة مئوية من قيمة السلعة أو الربح الإقتصادي تحددها الدولة ويلتزم بها المالك أو المستثمر، ويلاحظ هنا أنه عند شراء سلعة معينة أو معالجة مناخية ما فإن سعر الشراء يكون شاملا الضرائب العامة التي تفرضها الدولة، ولهذا فإن تأثير ذلك البند قد لا يظهر في كافة المعالجات طبقا لظروف الموقع، وإنما تدخل عند إجراء التقييم الإقتصادي لمبنى إستثماري يدر ربحا معينا يجب خصم قيمة الضرائب العامة من أرباحه.

وبناء على ما سبق يمكن الحصول وحساب التكلفة الإجمالية لأي معالجة مناخية معمارية أو ميكانيكية طوال فترة العمر الإفتراضي للمبنى والتي حددته الدراسات الإقتصادية بنحو ٥٠ عاما بعد أن كان ٣٠ عاما[١]، بحيث تبلغ التكلفة الإجمالية مجموع كل البنود السابقة والتي تتضح في شكل رقم (٣-٢).

[١] يوحنا عبد آل آدم، سليمان اللوزي، دراسة الجدوى الإقتصادية وتقييم كفاءة أداء المنظمات، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، ٢٠٠٠م.



شكل رقم (٣-٢): بنود محاسبة التكاليف الإجمالية

٣-٨ نماذج التقييم الإقتصادي:

٣-٨-١ تمهيد:

خلصت معظم دراسات الجدوى الإقتصادية إلى التوصل لعدة نماذج للتقييم الإقتصادي والمفاضلة بين بدائل الحلول المختلفة، وذلك تمهيدا لإتخاذ القرار المناسب لجدوى تنفيذ المشروع أو الإختيار بين البدائل الإقتصادية المطروحة لإختيار البديل الإقتصادي الأمثل.

ويتضح من الدراسة وجود إختلافات بين تلك النماذج تتمثل في بساطة عملياتها الحسابية أو مدى تعقيداتها وكذلك سهولة فهم النموذج والتعامل معه من قبل المهندس المصمم وقدرته على التعامل مع كل المتغيرات والبنود الخاصة بالتكاليف، وتوضح النقاط التالية من الدراسة إستعراضا لأهم تلك النماذج كمدخل لإستخلاص نموذج التقييم الهندسي الذي يتناسب مع المهندس المصمم بصورة أكثر وضوحا ليس للمهندس فقط بل والمالك والمستعمل أيضا.

٣-٨-٢ أهم نماذج التقييم الإقتصادي للمنشأة[1]:

تحددت من خلال الدراسات الإقتصادية عدة نماذج للتقييم الإقتصادي للمنشأة لإتخاذ القرارات الإقتصادية بشأنها، ومن هذه النماذج يمكن تحديد عدة نماذج هامة لتوضيحها في الدراسة لإستخلاص نموذج التقييم الهندسي الإقتصادي للمعالجة المناخية المعمارية والميكانيكية، ومن أهم هذه النماذج نذكر:

١- نموذج مدة تعويض رأس المال.
٢- نموذج التكلفة السنوية للإستخدام.
٣- نموذج مقابل التكلفة الآنية.
٤- نموذج التكلفة خلال دورة الحياة.

وتوضح النقاط التالية توضيحا مبسطا لتلك النماذج وحساباتها الإقتصادية كما يلي:

[1] عبد العزيز مصطفى عبد الكريم، دراسة الجدوى وتقييم المشروعات، دار ومكتبة الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ٢٠٠١.

٣-٨-٢-١ نموذج مدة تعويض رأس المال:

وهو نموذج يعطي مؤشرا مبدئيا للجدوى الإقتصادية، إلا أنه قد يصعب معه الوصول إلى نتائج حاسمة بل يصلح لبعض الدراسات فقط. ويعتمد هذا النموذج أنه في حالة وجود بديلين يتم إحتساب الفارق في التكلفة الإبتدائية بينهما، ثم دراسة الفترة الزمنية اللازمة لتعويض هذا الفارق من خلال الفارق بين مصروفات التشغيل والذي يتحول بعد تلك الفترة إلى أن يكون البديل الأعلى تكلفة إبتدائية أقل تكلفة تشغيل بعد تلك الفترة.

فعلى سبيل المثال في حالة وجود معالجتين مناخيتين لكل منهما التكاليف التالية:

المعالجة رقم (أ)	المعالجة رقم (ب)
تكلفة إبتدائية 15000 جـ	تكلفة إبتدائية 8000 جـ
تكلفة دورية 100 جـ سنويا	تكلفة دورية 700 جـ سنويا

معنى ذلك أن فارق التكلفة الإبتدائية بين البديلين 7000 جـ، وأن مقدار التوفير للبديل الأول عن البديل الثاني 600 جـ سنويا، ولهذا يتضح أن مدة تعويض فارق التكلفة الإبتدائية المدفوعة للبديل (أ) يمكن تعويضها عن طريق فارق التوفير السنوي الذي يوفره البديل (أ) ومقدار تلك المدة = 7000/600 = 11.6 سنة، أي بمعنى أن البديل (أ) قادر على إستعاضة فارق رأس المال المدوفع في البداية خلال مدة حوالي 12 سنة ليصبح بعدها أوفر في مصاريفه الدورية بعد ذلك.

إلا أنه من الجدير بالذكر أن ذلك النموذج قد أهمل تماما حساب بعض التكاليف الأخرى كتكلفة إستثمار رأس المال المدفوع كفارق تكلفة إبتدائية بين البديلين على سبيل المثال، ولهذا فإن ذلك النموذج يصلح لبعض المعالجات ذات البدائل التي بدون إختلافات كبيرة بين المطلوب دفعه آنيا والمطلوب دفعه آجلا للإستفادة بإنخفاض تكلفة إستثمار رأس المال.

٣-٨-٢-٢ نموذج التكلفة السنوية للإستخدام:

وفي هذا النموذج يتم إحتساب تكلفة المعالجة كتكلفة سنوية حتى إنتهاء عمرها الإفتراضي حتى تكون المقارنة بين البدائل بمعيار واحد وهو التكلفة السنوية لإمكانية تحديد الأقل تكلفة سنويا. فبالنسبة للتكاليف الدورية يمكن تحديدها وحسابها سنويا، أما التكلفة الإبتدائية فيمكن إستبدالها بتكلفة إستثمار رأس المال بحيث يتم إحتساب الربح من إستثمار المال، فيمكن حساب التكلفة السنوية للإستخدام من العلاقة التالية:

التكلفة السنوية للإستخدام=(سعر الفائدة-معدل التضخم)*رأس المال+مصروفات التشغيل

وبالتطبيق على المثال السابق بفرض أن سعر الفائدة 15% ومعدل التضخم 10% يمكن التوصل للآتي:

التكلفة السنوية للمعالجة (أ) = (٠,١٥-٠,١٠) * ١٥٠٠٠ + ١٠٠ = ٨٥٠ جـ سنويا

التكلفة السنوية للمعالجة (ب) = (٠,١٥-٠,١٠) * ٨٠٠٠ + ٧٠٠ = ١١٠٠ جـ سنويا

أي أن التكلفة السنوية للمعالجة (ب) أعلى من التكلفة السنوية للمعالجة (أ) بمقدار ٢٥٠ جـ سنويا، وذلك مع إفتراض أن للمعالجتين نفس العمر الإفتراضي.

٣-٨-٢-٣ نموذج مقابل التكلفة الآنية:

وفي هذا النموذج يفترض أنه يتم دفع مبلغ فوري بقيمة آنية تغطي كافة تكاليف المعالجة بدءا من التكاليف الإبتدائية والتكاليف الدورية والتكاليف غير المباشرة، بمعنى أنه يتم تخصيص مبلغ بقيمة آنية يغطي التكاليف الإبتدائية ومن أرباحه يتم تغطية المصاريف الدورية كذلك، والتي يمكن تحديدها من العلاقة التالية:

مقابل التكلفة الآنية=قيمة التكلفة الإبتدائية+ رأس المال اللازم لتغطية التكاليف الدورية وغير المباشرة

وبالنسبة للتكلفة الإبتدائية يمكن تحديدها مباشرة في وقتها الآني أما رأس المال اللازم لتغطية التكاليف الدورية وغير المباشرة فهو رأس المال الذي يحقق أرباحا سنوية تغطي التكاليف الدورية والتي يمكن حسابها من العلاقة التالية:

المصروفات السنوية=الربح الذي يحققه رأس المال اللازم لتغطية المصروفات
=(سعر الفائدة-معدل التضخم)*رأس المال اللازم لتغطية المصروفات

وعلى هذا الأساس ينتج أن:

رأ س المال اللازم لتغطية المصروفات=المصروفات السنوية/(سعر الفائدة-معدل التضخم)

وبالتطبيق على المثال السابق ينتج أن:

رأس المال اللازم لتغطية المصروفات للمعالجة (أ) = ١٠٠/(٠,١٥-٠,١٠) = ٢٠٠٠جـ

رأس المال اللازم لتغطية المصروفات للمعالجة (ب)=٧٠٠/(٠,١٥-٠,١٠)=١٤٠٠٠جـ

أي أن:

التكلفة الآنية للمعالجة (أ) = ١٥٠٠٠ + ٢٠٠٠ = ١٧٠٠٠ جـ

التكلفة الآنية للمعالجة (ب) = ٨٠٠٠ + ١٤٠٠٠ = ٢٢٠٠٠ جـ

الأمر الذي يجعل المعالجة (أ) أفضل إقتصاديا من المعالجة (ب).

والجدير بالذكر هنا أن قيمة الوفر للمعالجة (أ) عن المعالجة (ب) هي ٥٠٠٠ جـ والتي تحقق قيمة ربحية عند إستثمارها تساوي (٠,١٥-٠,١٠)*٥٠٠٠ = ٢٥٠ جنيه سنويا، أي ما يساوي نفس مقدار التوفير السنوي الذي توفره المعالجة (أ) عند تقييمها بنموذج التكلفة السنوية للإستخدام.

٣-٨-٢-٤ نموذج التكلفة خلال دورة الحياة:

وفي هذا النموذج يتم حساب التكلفة الكلية للمعالجة طبقا لبنودها السابق ذكرها سواء التكلفة المباشرة أو غير المباشرة، مع مراعاة عدة نقاط من أهمها:

١- تحديد العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية طبقا للمواصفات الخاصة بالمواد وكفاءة الأداء.

٢- يجب أن ينسب العمر الإفتراضي للمعالجة مع العمر الإفتراضي للمبنى والمحددة بـ ٥٠ عاما بحيث يتم إستنتاج وحساب عدد مرات تغيير المعالجة من العلاقة التالية:

عدد مرات تغيير المعالجة=العمر الإفتراضي للمعالجة "سنة" / ٥٠

٣- يراعى أن بعض المعالجات عمرها الإفتراضي من عمر المبنى نفسه ولا يتم تغييرها مثل الحوائط العازلة للحرارة أو كاسرات الشمس الخرسانية المرتبطة بالهيكل الإنشائي للمبنى.

٤- يجب الأخذ في الإعتبار إختلاف القيمة الآنية عن القيمة الآجلة للنقود وتحديد سنة الأساس التي يتم فيها إجراء كافة الحسابات والتي غالبا ما تكون سنة إنشاء وتنفيذ المعالجة المناخية، فعلى سبيل المثال إذا كانت المعالجة المناخية عبارة عن جهاز تكييف ثمنه الإبتدائي 5000 جـ وسوف يتم تغييره مرة أخرى بعد عدة سنوات، ونظرا لمعدل التضخم يصبح سعر الجهاز بعد تلك السنوات 8000 جـ، عندها يكون تكلفة عدد (٢) جهاز تكييف هو 5000*2 جنيه في وقت تنفيذ المبنى وذلك لتوحيد سنة الحسابات في سنة الأساس عند شراء التكييف، وليس 8000+5000 جنيه لأنه في هذه الحالة قد تم الجمع بين قيمتين لوقتين مختلفين ليس لهما نفس القوة الشرائية في سنة الأساس.

وتعتبر تلك النماذج السابقة من أهم النماذج المستخدمة في محاسبة التكاليف وتحديد الجدوى الإقتصادية للمعالجات أو المفاضلة بين بدائل المعالجات المناخية المطروحة سواء أكانت معمارية أو ميكانيكية، وتحديدا للدراسة سيتم تناول أهم حلول تلك المعالجات المناخية المعمارية وأهم تطبيقاتها ومفاهيمها كمدخل تطبيقي لتلك المعالجات المناخية المعمارية المتاحة للمهندس المصمم لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة للفراغ الداخلي ومستعمليه.

الـــــخـــــــلاصـــــــــــة:

- تعتبر دراسات الجدوى أداة علمية هامة لدعم إتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد الناشئة عن وجود متغيرات عديدة داخلية وخارجية يمكن التنبؤ بالبعض منها قبل حدوثها بينما لا يمكن التنبؤ أو السيطرة في المستقبل على البعض الآخر منها.
- تكمن أهمية دراسات الجدوى في المباني كالآتي:
  - أداه علمية تجنب الإنزلاق إلى المخاطر وتحمل الخسائر وضياع الأموال فيما لا عائد منه.
  - توفر الإتجاه إلى بدائل الحلول الأكثر فاعلية ونفعا على المبنى.
  - من أهم الأدوات التي تمكن المصمم من الإختيار بين الموارد ذات الإستعمالات البديلة.
  - تساعد على التعرف على التغيرات الإقتصادية والسياسية والقانونية المتوقع حدوثها خلال العمر الإفتراضي للمبنى وبيان مدى تأثيرها عليه.
  - تجعل عملية إتخاذ القرار عملية متكاملة الأبعاد تأخذ في إعتبارها كافة العوامل التي يمكن أن تؤثر على أداء المبنى.
- تشمل المجالات التطبيقية لدراسات الجدوى الآتي:
  - إنشاء مشروعات جديدة.
  - التوسع الإستثماري.
  - الإحلال والتجديد.
  - التطوير التكنولوجي.
  - إضافة إلى مجالات أخرى متعددة.
- يمكن تصنيف دراسات الجدوى إلى قسمين رئيسيين:
  - التقسيم النفعي
  - التقسيم الوظيفي
- علم الإقتصاد هو العلم الذي يقوم بدراسة السلوك الإنساني الخاص بتوزيع موارده المحدودة ذات الإستخدامات البديلة على حاجاته المتنوعة والمتجددة والمتزايدة لتحقيق أكبر إشباع ممكن لهذه الحاجات، ويحتوي هذا العلم على مفردات هامة هي: الحاجة / الموارد.
- تنقسم أنواع الدراسات الإقتصادية للمباني إلى الأقسام التالية:
  - الدراسات الإبتدائية والتسويقية وجدوى تنفيذ المشروع.
  - دراسة إقتصاديات التصميم والدراسات التكميلية للمشروع.
  - إقتصاديات التعاقد وطرح العملية للعطاءات.
  - إقتصاديات التنفيذ والدراسات التنظيمية لمراحل الإنشاء.
- تعتبر الوحدات المستخدمة للتقييم الإقتصادي هي:
  - النقود
  - تكلفة الطاقة الأولية
  - تحليل الطاقة
- يمكن ذكر عناصر حساب تكاليف المعالجات المناخية كالتالي:
  - التكلفة المباشرة DIRECT COST.
  - التكلفة غير المباشرة INDIRECT COST.
- تتمثل عناصر التكلفة المباشرة في:
  - التكلفة الإبتدائية INITIAL COST، والتي تشمل:
    - تكلفة التصميم DESIGN COST.

- تكلفة الإنشاء والتنفيذ CONSTRUCTION COST.
- تكاليف إضافية خاصة لبعض المعالجات SPECIAL COST.
- التكلفة الدورية (الجارية) RUNNING COST، والتي تشمل:
  - تكلفة إستهلاك الوقود والطاقة اللازمة للتشغيل.
  - تكلفة العمالة والأجور اللازمة للتشغيل.
  - تكلفة أعمال الصيانة الدورية.

- تتمثل عناصر التكاليف غير المباشرة في:
  - التكلفة الإستثمارية لرأس المال.
  - إهلاك الأصول.
  - تكلفة معدل التضخم.
  - الضرائب والمصاريف الإدارية.
- خلصت معظم دراسات الجدوى الإقتصادية إلى التوصل لعدة نماذج للتقييم الإقتصادي والمفاضلة بين بدائل الحلول المختلفة، وذلك تمهيدا لإتخاذ القرار المناسب لجدوى تنفيذ المشروع أو الإختيار بين البدائل الإقتصادية المطروحة لإختيار البديل الإقتصادي الأمثل.
- من أهم نماذج التقييم الإقتصادي للمنشأة:
  - نموذج مدة تعويض رأس المال.
  - نموذج التكلفة السنوية للإستخدام.
  - نموذج مقابل التكلفة الآنية.
  - نموذج التكلفة خلال دورة الحياة.
- تعتبر تلك النماذج السابقة من أهم النماذج المستخدمة في محاسبة التكاليف وتحديد الجدوى الإقتصادية للمعالجات أو المفاضلة بين بدائل المعالجات المناخية المطروحة سواء أكانت معمارية أو ميكانيكية.

الباب الرابع: التصميم الإقتصادي للمعالجات المناخية:

٤-١ تمهيد: تعريف التصميم المناخى:

مما لاشك فيه أن التصميم المناخى ليس أحد الجوانب العلمية فقط بل هو أحد العناصر الأساسية في عملية التصميم لتحقيق الراحة اللازمة لمستعملي الفراغ الداخلي، وهذا الجانب من الدراسات البيئية المناخية ليس حديث بل هو قديم قدم العمارة ذاتها، وإن كان يمارس بصورة تلقائية ناتجة عن التجربة والخطأ والمعلومات المتوارثة من الأجيال السابقة، ونظرا لأهمية هذا العلم فقد أخذ يتبلور ويأخذ إتجاها علميا ذو أسس ومناهج علمية، بل أصبح له مهندسوه المتخصصون فقط في الدراسات المناخية نظرا لأهمية هذا الجانب وتشعبه وخاصة في المشاريع الكبيرة والهامة ذات الأهداف الإقتصادية الكبرى، كما أنه قد حدث تطور كبير للتصميم المناخي في الآونة الأخيرة وأصبح به مناهج وأدوات جديدة للتصميم المناخي شجعت على تبلوره كتخصص واضح وسهل الإدماج في عملية التصميم المعماري، ويمكن تعريف التصميم المناخي من خلال الآتي:

"التصميم المناخي هو جانب من عملية تصميم البيئة المبنية، يهتم بتوفير الظروف المناخية الآمنه والمريحة للإنسان بأقل فدر من التكاليف"[١].

ويمكن تحقيق الهدف السابق من خلال المعالجات المناخية والتي تنقسم بصورة أساسية إلى قسمين رئيسيين هما:

أ- المعالجات المناخية المعمارية، شكل رقم (٤-١).

ب- المعالجات المناخية الميكانيكية، شكل رقم (٤-٢).

شكل رقم (٤-١):
نماذج المعالجات المناخية المعمارية

شكل رقم (٤-٢):
نماذج المعالجات المناخية الميكانيكية

٤-٢ المعلومات الأساسية للتصميم المناخي:

كخطوة أولى وأساسية للتصميم المناخي يجب توفير المعلومات الأساسية اللازمة والتي تتمثل في العناصر المناخية المختلفة المحيطة بالمبنى، فكما يتضح من جدول رقم (٤-١) العناصر المناخية والمعلومات الأساسية المطلوبة لكل عنصر من تلك العناصر.

[١] Donald Watson & Kenneth labs, **Climatic Design**, McGraw Hill, Inc, United states, 1983.

وتعتبر هيئة الأرصاد هي المسئولة بصورة أساسية عن قياس كافة العوامل الجوية، إلا أنه من الملاحظ أن المعلومات المحيطة بالمبنى قد تختلف جزئيا في قيمتها عن المعلومات المقاسة في هيئة الأرصاد ويرجع ذلك إلى عدة عوامل من أهمها:

- مقدار الإرتفاع الرأسي ALTITUDE.
- مقدار المسافة عن البحر DISTANCE FROM THE SEA.
- إختلاف المنطقة بين الريف والحضر URBAN & RURAL LOCATION.
- سرعة الرياح WIND SPEED.

جدول رقم (٤-١)[1]: المعلومات المناخية الأساسية المطلوبة للتصميم المناخي:

العنصر	المعلومات الأساسية	الوحدات	مدى التوافر ١	٢	٣	العنصر	المعلومات الأساسية	الوحدات	مدى التوافر ١	٢	٣
درجة الحرارة	متوسط درجة الحرارة	° م	√	√	√	الأمطار	متوسط الأمطار	مم	√	√	√
	أعلى متوسط يومي	° م	√	√	√		أعلى معدل متوقع	مم	Θ	Θ	√
	أقل متوسط يومي	° م	√	√	√		أقل معدل متوقع	مم	Θ	Θ	√
	أعلى متوسط شهري	° م	--	√	√		عدد أيام الأمطار	يوم	--	--	--
	أقل متوسط شهري	° م	--	√	√		أقصى كمية في ٢٤ ساعة	مم	--	--	--
الرطوبة النسبية	متوسط الرطوبة النسبية	%	--	√	√	الرياح	متوسط سرعة الرياح	م/ث	Θ	√	√
	أعلى متوسط يومي	%	√	√	√		تردد السكون	%	Θ	√	√
	أقل متوسط يومي	%	√	√	√		تردد إتجاه الرياح	%	Θ	√	√
الإشعاع الشمسي	ساعات السطوع	ساعة	Θ	--	--		متوسط سرعة كل إتجاه	م/ث	Θ	√	√
	متوسط الإشعاع الشمسي	Kcal/m2 day	Θ	Θ	Θ		التردد للسرعة والإتجاه	م/ث	Θ	--	√
تغطية السحب	المتوسط السنوي	أوكتاس	Θ	√	√	عوامل أخرى	أيام التجمد	يوم	Θ	Θ	√
	عدد أيام السطوع	يوم	Θ	--	√		أيام الضباب	يوم	Θ	Θ	√
	عدد أيام الغيوم	يوم	Θ	--	√		أيام العواصف الرملية	يوم	Θ	Θ	√

√ ← متوفر دائما
-- ← متوفر أحيانا
Θ ← غير متوفر

١ ← بيانات عالمية
٢ ← بيانات محلية
٣ ← طلب من هيئة الأرصاد

[1] B. Givoni, **Man, Climate and Architecture**, Elsevier Publishing Co. Limited, London, 1969.

٤-٣ مدى التغير في المعلومات المناخية:

كما سبق ذكره فإن المعلومات المناخية تختلف جزئيا من موقع لآخر طبقا للعوامل السابق ذكرها، ويتضح من النقاط التالية مدى ومقدار تأثير تلك العوامل كما يلي:

٤-٣-١ مدى تأثير الإرتفاع الرأسي ALTITUDE:

يصاحب التغير في الإرتفاع الرأسي تغيرا في مقدار العناصر المناخية، فعلى سبيل المثال نجد أنه مع الإرتفاع الرأسي يصاحب ذلك نقصان في مقدار الضغط الجوي مع قلة درجة الحرارة وتمدد الهواء مصاحبا بسرعة الرياح والعواصف، إضافة إلى إحتمالية تكثيف الهواء المحمل بالرطوبة النسبية العالية، ويوضح جدول رقم (٤-٢) مقدار التغير الحادث لكل ١٠٠م إرتفاع رأسي.

جدول رقم (٤-٢): مقدار التغير في المناخ بزيادة الإرتفاع الرأسي[١]:

العنصر المناخى	التأثير لكل ١٠٠ م إرتفاع رأسي
متوسط درجة الحرارة.	إنخفاض ٠,٥ درجة م تصل إلى ١ درجة م في الإرتفاعات العالية.
المدى بين أقل وأعلى درجة حرارة.	إنخفاض ٠,٢٥ درجة م.
المدى بين متوسط أقل وأعلى درجة حرارة.	إرتفاع المدى بزيادة كبيرة.
الرطوبة النسبية.	إرتفاع طفيف جدا.
الإشعاع الشمسي.	زيادة بمقدار ٢٥% تصل إلى ٤٥% في الإرتفاعات العالية.
مقدار ترسيب الأمطار السنوي.	زيادة ١٠٠مم معتمدة كليا على الطبوغرافيا والرياح.
سرعة الرياح.	إرتفاع بمقدار كبير فى حالة عدم وجود طبوغرافيا معيقة للرياح.

٤-٣-٢ تأثير المسافة عن سطح البحر DISTANCE FROM THE SEA:

يصل التأثير المباشر لسطح البحر إلى مسافة ٣٠ كم للمواقع المحيطة بها، حيث يلاحظ فيها إنخفاض درجة الحرارة، وكذلك حدوث ظاهرة نسيم البر والبحر والتي تحدث نتيجة وجود فارق في درجات الحرارة ما بين البحر والبر، حيث ترتفع درجة حرارة اليابس نهارا مسببة إرتفاع الهواء الساخن عن سطح الأرض ويحل محله الهواء البارد القادم من سطح البحر، وعلى العكس ليلا حيث تنخفض درجة حرارة اليابس أسرع من البحر عاكسة لإتجاه الهواء من البر إلى البحر. ويوضح جدول رقم (٤-٣) مقدار التغير الحادث في المعلومات المناخية نتيجة بعدها عن سطح البحر.

جدول رقم (٤-٣): مقدار التغير في المناخ بالبعد عن سطح البحر[٢]:

العنصر المناخى	التأثير للبعد ١٠ كم عن سطح البحر
مدى درجات الحرارة النهارية .	زيادة ٢-٤ درجة م.
مدى درجات الحرارة السنوي.	زيادة ٣-٦ درجة م تزداد في المناخ الجاف وتقل في الرطب.
الرطوبة النسبية.	تقل عادة بفروق بسيطة في المناطق الرطبة وبصورة ملحوظة في المناطق الجافة.
تغطية السحب.	عادة أقل.
الإشعاع الشمسي.	أكبر نتيجة الرطوبة النسبية وتغطية السحب الأقل.
الرياح.	ظاهرة نسيم البر والبحر معتمدة على الطبوغرافيا.
الأمطار.	عادة أقل.

[١] Ibid.

[٢] M. Evans, **Housing Climate and Comfort**, The Architecture Press Limited, London, 1980.

٤-٣-٣ تأثير إختلاف الريف عن الحضرURBAN AND RURAL LOCATION:

تختلف المعلومات المناخية ما بين مناطق المدن والمناطق الريفية المحيطة بها، ويزداد ذلك الإختلاف في المدن ذات المناخ الحار الجاف مؤثرا على حرارة الهواء، وعلى النقيض فإن المياه المستخدمة في الري في المناطق الريفية وخلافه تؤثر على إنخفاض درجة الحرارة نتيجة البخر الحادث، ويوضح جدول رقم (٤-٤) مقدار التغير الحادث في المعلومات المناخية نتيجة إختلاف مناطق الريف عن الحضر.

جدول رقم (٤-٤): مقدار التغير في المناخ نتيجة إختلاف الريف عن الحضر[١]:

العنصر المناخي	منطقة مناخ معتدل	منطقة مناخ صحراوي	منطقة دافئة رطبة
درجة الحرارة:			
- المتوسط السنوي:	زيادة ٠,٥ : ١ °م	زيادة ١ °م	زيادة ٠,٥ : ١ °م
- أقل متوسط شهري:	زيادة ١ : ٢ °م	زيادة ٠,٥ : ١ °م	زيادة ٠,٥ : ١ °م
- أعلى متوسط شهري:	زيادة ٠,٥ °م	أقل ١ : ٢ °م	زيادة ٠,٥ : ١ °م
الرطوبة النسبية:			
- صيفا:	أقل ٨ %	زيادة أكثر من ١٠ %	أقل ٥ – ١٠ %
- شتاءا:	أقل ٢ %	-------	أقل ٥ – ١٠ %
الترسيب:	أكثر ٥ – ١٠ %	أكثر بنسب متغيرة	أكثر بنسب متغيرة
سرعة الرياح:			
- المتوسط السنوي:	أقل ٢٠ – ٣٠ %	أقل ٢٠ – ٣٠ %	أقل ٢٠ – ٣٠ %
- أقصى سرعة:	أقل ١٠ – ٢٠ %	أقل ١٠ – ٢٠ %	أقل ١٠ – ٢٠ %
- السكون:	أقل ٥ – ٢٠ %	أقل ٥ – ٢٠ %	أقل ٥ – ٢٠ %
الإشعاع الشمسي:	أقل ١٥ – ٢٠ %	أقل بنسب متغيرة	أقل بنسب متغيرة

٤-٣-٤ سرعة الرياح WIND SPEED:

يعتمد الإختلاف في سرعة الرياح إعتمادا أساسيا على طبوغرافيا الأرض ومحتويات السطح الخارجي للأرض (جبال – صخور – نباتات - .....إلخ)، والقاعدة هي قياس سرعة الرياح في أراضي منبسطة ومفتوحة كالمطارات وذلك على إرتفاع ١٠م فوق مستوى سطح الأرض. وللحصول على سرعة الرياح على إرتفاع حوالي ٣م طبقا للمنطقة يجب إستخدام معامل كما يتضح من جدول رقم (٤-٥).

جدول رقم (٤-٥)[٢]: معامل تصحيح سرعة الرياح للمناطق المختلفة:

الإرتفاع		منطقة منبسطة مفتوحة	ضاحية – منطقة مشجرة	منطقة حضرية
١٠ م	- منطقة مفتوحة:	1.0	0.5	0.3
	-مبانى ذات تهوية في الإتجاهين.	0.4	0.2	0.12
	-مباني ذات تهوية في إتجاه واحد	0.15	0.07	0.04
٣ م	- منطقة مفتوحة:	0.7	0.3	0.15
	-مبانى ذات تهوية في الإتجاهين.	0.3	0.12	0.06
	-مباني ذات تهوية في إتجاه واحد	0.1	0.04	0.02

[١] Ibid

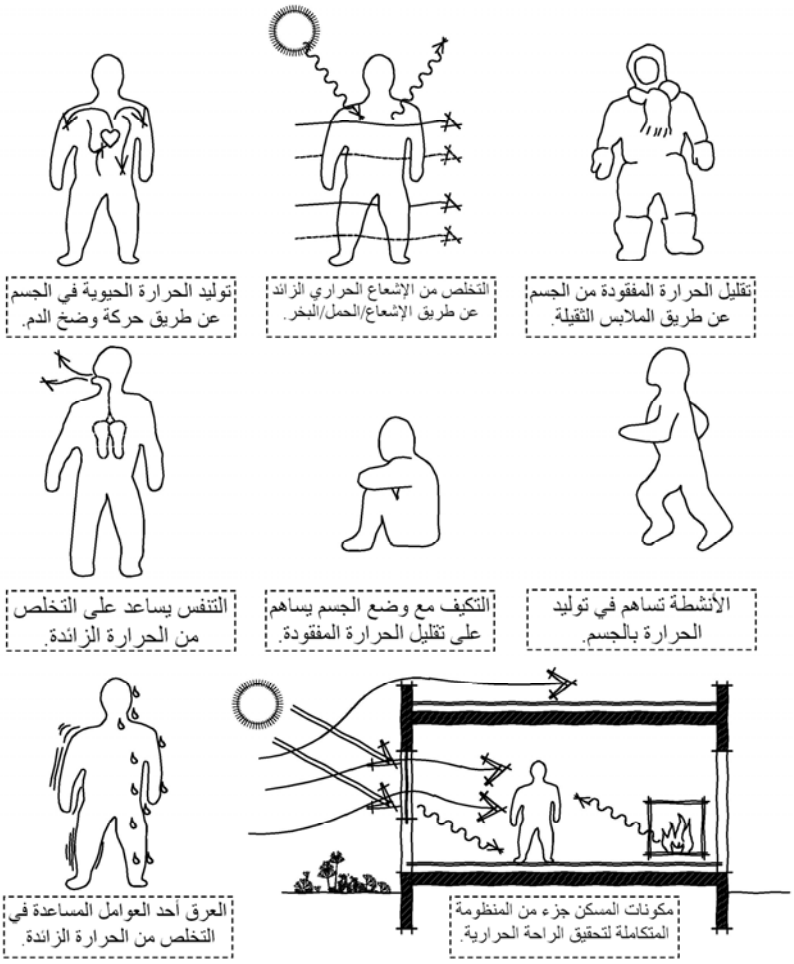
[٢] محمد بدر الدين الخولي، **المؤثرات المناخية والعمارة العربية**، جامعة بيروت العربية، مطبعة إخوان بوهيري، بيروت ١٩٧٥.

وتعد خطوة تجميع المعلومات المناخية هى أولى وأهم خطوات التصميم المناخي للوصول لمنطقة الراحة الحرارية والتي لا يشعر عندها الإنسان بالفقد أو الإجهاد الحراري، وعندها يعمل الجسم بكافة أجهزته في أداء وظائفه بأقل قدر من الإجهاد عليها.

٤-٤ الراحة الحرارية THERMAL COMFORT:

٤-٤-١ تمهيد: مفهوم الراحة الحرارية:

إن الإحساس بالراحة هو شعور شخصي للفرد الواحد، فنجد أنه لا يمكن جمع كافة الظروف دفعة واحدة لنحقيق الراحة لكافة الأشخاص بالفراغ الواحد، فنلاحظ أنه مع إيجاد كافة الحلول الحرارية المثالية لا يتحقق الإحساس بالراحة سوى لنسبة أشخاص تتراوح من ٥٠ – ٧٠ % من العدد الإجمالي بالفراغ. فمع الظروف الحرارية التي تعتبر طبقا للدراسات المناخية مائلة إلى الدفء أو البرودة قليلا نجد أنه هناك نسبة من مستعملي الفراغ يصلون إلى مستوى الراحة الحرارية. ويستطيع المصمم في المقام الأول من تحقيق الراحة الحرارية للفراغ المعماري عن طريق مفاهيم التصميم وعلاقاته، إلا أن ذلك لا يمثل سوى جزء من منظومة كاملة لإحساس الإنسان بالراحة بدءا من جسم الإنسان وتكيفه وصولا إلى البيئة الطبيعية، شكل رقم (٤-٣).



شكل رقم (٤-٣): جسم الإنسان وتكيفه مع البيئة المحيطة.

٤-٤-٢ العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية:

إن معدل فقد أو إكتساب الحرارة لتحقيق الراحة الحرارية لا يعتمد فقط على عوامل فقد وإكتساب الحرارة بجسم الإنسان، بل تعتمد كذلك على البيئة الخارجية. فعلى سبيل المثال يمكن إستغلال العوامل المناخية كحركة الهواء أو وجود الإشعاع الشمسي لتحقيق الراحة الحرارية، فمثلا نجد أن الإنسان عند شعوره بالبرودة يتحرك ليعرض نفسه لمنطقة تحتوي على الإشعاع الشمسي للوصول لدرجة الحرارة المريحة، والعكس صحيح، وإنطلاقا من ذلك المبدأ يمكن ذكر أهم العوامل المؤثرة على تحقيق الراحة الحرارية كالتالي:

- تأثير تصميم المبنى[١].

[١] سيرد في النقاط التالية دراسة مفصلة لأهم إستراتيجيات تحقيق الراحة الحرارية على مستوى المبنى والعناصر المحيطة به.

- تأثير العوامل المناخية الأساسية.
- عوامل أخرى.

٤-٤-٢-١ تأثير تصميم المبنى:

يمكن المساهمة في تقليل أو زيادة الحمل الحراري عن طريق تصميم المبنى والمنطقة المحيطة به عن طريق عدة عناصر وأسس تصميمية مختلفة يمكن ذكر أهمها فيما يلي:

١- تشكيل المبنى FORM من خلال الإعتماد على زيادة أو تقليل المسطح المعرض للإشعاع الشمسي.
٢- التوجيه والعناصر المحيطة لجذب أو الحد من الرياح الباردة.
٣- تصميم قطاع الحوائط والأسقف والفتحات الخارجية للتحكم في المناخ الداخلي للفراغ.
٤- عناصر التحكم المناخي المتعدد كالمظلات والنوافذ المفتوحة .....إلخ.
٥- الأشجار المزهرة صيفا فقط لحجب الإشعاع الشمسي والسماح له شتاءا.
٦- أنظمة التبريد والتدفئة الميكانيكية.

٤-٤-٢-٢ تأثير العوامل المناخية الأساسية:

توجد أربعة عوامل مناخية حرارية ذات تأثير مباشر على الإكتساب أو الفقد الحراري لجسم الإنسان وبالتالي تؤثر على شعوره بالراحة الحرارية، ويمكن إيجاز تلك العوامل في الآتي:

١- درجة الحرارة TEMPERATURE:

حيث تتراوح درجة الحرارة التي يشعر معها الإنسان بالراحة الحرارية ما بين ٢٢,٥-٢٨ ° م.

٢- الرطوبة النسبية RELATIVE HUMIDITY:

تتراوح الرطوبة النسبية التي يشعر معها الإنسان بالراحة الحرارية ما بين ٢٠–٥٠ %.

٣- الإشعاع الشمسي SOLAR RADIATION:

لا تتحقق الراحة الحرارية إذا زادت درجة حرارة الكرة الأرضية عن ٢٨° م أو كانت أقل من ١٦° م.

٤- حركة الهواء AIR MOVEMENT:

سرعة الهواء الأقل من ١ م/ث تؤدي إلى الإحساس بالضيق أو السكون الملحوظ، بينما تكون سرعة الهواء ١ م/ث مرضية للمستعمل في حالة إحتياجه لحركة الهواء داخل الفراغات تصل إلى ٢ م/ث في الفراغ الخارجي خاصة مع إرتفاع الرطوبة النسبية وترتفع بحيث لا تتعدى ٥ م/ث حتى تقع داخل نطاق الراحة.

٤-٤-٢-٣ عوامل أخرى:

يوجد عدة عوامل أخرى يتوقف عليها الإحساس بالراحة الحرارية نكتفي بذكرها حيث أنها لا تؤثر تأثيرا أساسيا على إستراتيجيات التصميم المناخي، وهي:

- نوعية الملابس.
- نوعية الأنشطة التي يقوم بها المستعمل.

٤-٤-٣ مقاييس الراحة الحرارية:

تستمد مقاييس الراحة الحرارية من العديد من المصادر، والتي تم تعديلها بعد العديد من التجارب والدلالات الحرارية بهدف إتحادها مع العديد من العوامل المناخية في متغير واحد. وهناك بعض المقاييس المعتمدة على الإحساس الحراري، بينما البعض الآخر معتمد على الإستجابة الفسيولوجية. ويمكن ذكر أهم مقاييس الراحة الحرارية من خلال النقاط التالية في الدراسة.

٤-٤-٣-١ المعدل الحراري EFFECTIVE TEMPERATURE:

ويندرج تحته كذلك المعدل الحراري المصحح CORRECTED EFFECTIVE TEMP. وهي تعني درجة حرارة الهواء المشبع بالرطوبة بنسبة ١٠٠% والذي يعطي نفس التأثير المناخي في غياب تأثير الإشعاع[١].

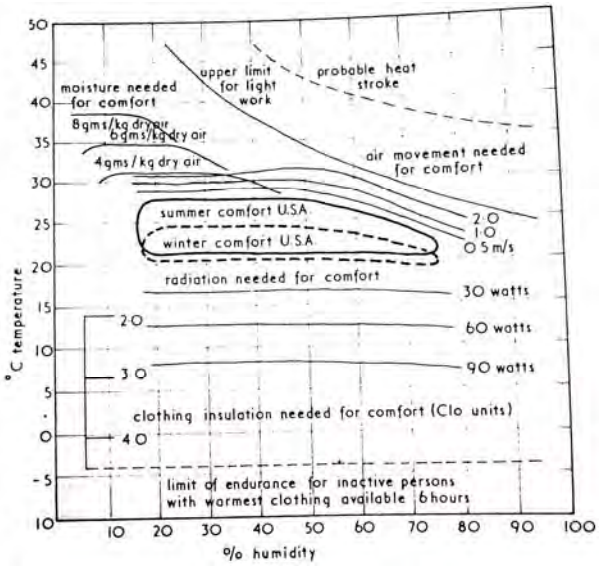
فهو يعتمد على درجة الحرارة في الوصول لمنطقة الراحة الحرارية والتي تتغير بتغير درجة حرارة الهواء الجاف والرطوبة النسبية من خلال علاقة عكسية، بمعنى أنه إذا إرتفعت الرطوبة النسبية يجب أن تنخفض درجة حرارة الهواء وذلك للحصول على نفس التأثير بالراحة، ويوضح جدول (٤-٦) حدود الإحساس بالراحة وذلك لقيم درجة حرارة الهواء الجاف والرطوبة النسبية المختلفة. ويطبق هذا المقياس عندما تكون درجة حرارة الهواء الجاف = درجة حرارة الهواء الرطب.

جدول رقم (٤-٦): حدود الإحساس بالراحة الحرارية[٢]:

تصنيف الرطوبة	الرطوبة النسبية	المتوسط الشهري لدرجات الحرارة					
		أعلى من ٢٠° م		من ١٥ – ٢٠° م		أقل من ٢٠° م	
		نهارا ° م	ليلا ° م	نهارا ° م	ليلا ° م	نهارا ° م	ليلا ° م
١	أقل من ٣٠%	٢٢-٢٤	١٧-٢٦	٢٣-٣٢	١٤-٢٣	٢١-٣٠	١٢-٢١
٢	٣٠-٥٠ %	٢٥-٣١	١٧-٢٤	٢٢-٣٠	١٤-٢٢	٢٠-٢٧	١٢-٢٠
٣	٥٠-٧٠ %	٢٣-٢٩	١٧-٢٣	٢١-٢٨	١٤-٢١	١٩-٢٦	١٢-١٩
٤	أعلى من ٧٠%	٢٢-٢٧	١٧-٢١	٢٠-٢٥	١٤-٢٠	١٨-٢٤	١٢-١٨

٤-٤-٣-٢ المنحنى البيومناخي THE BIOCLIMATIC CHART:

وقد تم تصميمه على يد فيكتور أولجاى V.Olgay، والذي يوضح جمع العلاقة بين درجة الحرارة TEMPERATURE على المقياس الرأسي والرطوبة النسبية RELATIVE HUMIDITY على المقياس الأفقي لتحديد مجال الراحة الحرارية، شكل رقم (٤-٥)، ويوضح البياني كذلك القيم المصححة المطلوبة في حالة خروج درجة الحرارة والرطوبة النسبية عن مجال الراحة الحرارية، والتي تشمل حركة الرياح والإشعاع الحراري والبخر. ويلاحظ أن هذا المنحنى به بعض القصور لإعتماده في الوصول إلى منطقة الراحة على وجود هواء ساكن وأن الفقد والإكتساب الحراري معدوم.



شكل رقم (٤-٥)[٣]: المنحنى البيومناخي.

٤-٤-٣-٣ دليل الحمل الحراري THE INDEX OF THERMAL STRESS:

وقد تم تصميمه من قبل B.Givoni، وهو يعتمد على مقدار كمية العرق اللازم للحفاظ على درجة حرارة الجلد في حدود ٣٥ °م، بحيث يمكن الوصول للراحة الحرارية عندما تكون الكمية المطلوبة

[١] Donald Watson, Kenneth Labs, **Climatic Design**, McGraw Hill, Inc, United states, 1983.
[٢] Ibid.
[٣] R. Thomas, M. Fordham & Partners, **Environmental Design "An Introduction for Architects and Engineers"**, E & FN Spon, London, 1999.

لحفظ درجة الحرارة بين صفر – ١٠٠ جم/ساعة. ورغم ذلك من المهم التأكد من أن نسبة العرق لا تسبب ضيقا وعدم إحساس بالراحة في حالة غياب الهواء وإرتفاع قيمة الرطوبة النسبية.
والمتغيرات الأساسية في هذا التصميم هى درجة حرارة الهواء، الرطوبة النسبية، نسبة البخر، حركة الهواء، الإشعاع الشمسي، معدل التعرق والملابس. والجدير بالذكر هو أن تلك المتغيرات موجودة دائما في المناخ الداخلي والمناخ المحيط بالمبنى ماعدا فى درجات الحرارة التى تقل عن ٢٠ ° م، وعندها تصبح عملية العرق والبخر عنصر غير أساسي للتحكم في درجة حرارة الجسم.
ويوضح جدول رقم (٤-٧) حدود مجال الراحة الحرارية مع تحكم الجسم في درجة حرارته معتمدا على العرق والبخر في المجال الدافئ الرطب[١].

جدول رقم (٤-٧): حدود الراحة الحرارية بالبخر في المجال الدافئ الرطب:

الرطوبة النسبية %	سرعة الرياح ٠,١ م/ث		سرعة الرياح ١م/ث		سرعة الرياح ٢م/ث	
	نهارا ° م	ليلا ° م	نهارا ° م	ليلا ° م	نهارا ° م	ليلا ° م
صفر-١٠%	٣٧	٣٣	٤٥	٣٩	٤٦	٤٠
١٠-٢٠%	٣٦	٣٢	٤٢	٣٨	٤٤	٣٩
٢٠-٣٠%	٣٥	٣١	٤٠	٣٦,٥	٤١,٥	٣٨
٣٠-٤٠%	٣٣,٥	٣٠	٣٨,٥	٣٥,٥	٤٠	٣٧
٤٠-٥٠%	٣٢	٢٩	٣٧	٣٤,٥	٣٨,٥	٣٦
٥٠-٦٠%	٣١	٢٨,٥	٣٥,٥	٣٤	٣٧	٣٥
٦٠-٧٠%	٣٠	٢٨	٣٤	٣٣	٣٥,٥	٣٤
٧٠-٨٠%	٢٩	٢٧,٥	٣٣	٣٢,٥	٣٤	٣٣,٥
٨٠-٩٠%	٢٨	٢٦,٥	٣٢	٣١,٥	٣٣	٣٢,٥
٩٠-١٠٠%	٢٧	٢٦	٣١	٣١	٣٢	٣٢

٤-٤-٣-٤ طريقة BRS METHOD:

وقد تم تحديد تلك الطريقة لتحديد مجال درجة الحرارة المريحة في معمل أبحاث المباني بالولايات المتحدة BUILDING RESEARCH STATION (UK)، وتعتمد على أنه يتحقق للجسم الراحة الحرارة عند تمكنه من الإحتفاظ بدرجة حرارته ٣٧ ° م بدون عرق أو رعشة. وذلك يتباين طبقا للنشاط والعمليات الحيوية بالجسم وحركة الهواء والملابس.
وذلك المجال لا يتحقق إلى حد ما إذا زادت درجة حرارة الهواء عن ٢٦ ° م في حالة عدم اللجوء لوسائل التبريد المختلفة أو بتكيف الجسم بالوسائل الحيوية كالعرق وخلافه .....إلخ.

٤-٤-٣-٥ المعدل المثالي الحراري STANDARD EFFECTIVE TEMPERATURE:

وهو مقياس متطور عن مقياس درجة الحرارة الفعالة .C.E.T، ويتعامل مع الفراغ الداخلي من خلال أن درجة حرارة الهواء مساوية لدرجة حرارة الإشعاع وذلك عند رطوبة نسبة ٤٥%.
ويعتمد ذلك المقياس على تحليل المؤثرات المناخية للبيئة المحيطة على الإنسان وقياس رد الفعل الفسيولوجي لها ومدى تأثره بتغيير أي عنصر مناخي آخر.
ويوضح جدول رقم (٤-٨) ملخص لأهم مقاييس الراحة الحرارية وأهم الإختلافات بينها.

٤-٤-٣-٦ طرق أخرى:

يوجد العديد من الطرق الأخرى المستخدمة لتحديد مجال عدم الراحة أو الحمل الحراري الزائد بدلا من تحديد مجال الراحة الحرارية، وهذه الطرق على سبيل المثال:

[١] M. Evans, **Housing Climate and Comfort**, The Architecture Press Limited, London, 1980.

- THE PREDICTED FOUR HOUR SWEAT RATE.
- THE HEAT STRESS INDEX.
- THE WIND CHILL INDEX.

ويجب ذكر أنه كما تعتمد العملية التصميمة على التخطيط العام والبيئة العمرانية فهي إلى حد كبير تعتمد على الإنسان الذي يعيش في بيئة قياسية تحت ظروف ثابتة، وكيفية تحقيق الراحة الحرارية THERMAL COMFORT فعند التغير في خصائص البيئة من بيئة مريحة إلى حارة أو باردة تحدث تغيرات فسيولوجية مثل تغير درجة حرارة الجلد وإفراز العرق .....إلخ ومن هذه التغيرات يمكن التكهن بمستوى الراحة.

ومن هذا المنطلق فالراحة الحرارية تختلف من بيئة إلى أخرى بإختلاف المؤثرات والمحددات المناخية كما تختلف بإختلاف الإنسان مما يتطلب معالجات تصميمية وعمرانية محددة تتلائم وراحة الإنسان بإستخدام طرق المقاييس الحرارية والتمثيل البياني للمعلومات المناخية المناسبة لراحة الإنسان.

جدول رقم (٤-٨): أهم مقاييس الراحة الحرارية المستخدمة:

المقياس / المقارنة	درجة الحرارة المؤثرة	المنحنى البيومناخي	المعدل الحراري المثالي
المعلومات الأساسية	• درجة حرارة الهواء الجاف. • درجة حرارة الهواء الرطب. • سرعة الرياح.	• درجة حرارة الهواء الجاف. • الرطوبة النسبية. • حركة الهواء.	• درجة الحرارة الفعلية. • الرطوبة النسبية. • ضغط بخار الماء.
وحدة القياس الأساسية	• درجة حرارة الهواء المشبع.	• درجة حرارة الهواء الرطب.	• درجة حرارة الهواء الرطب. • درجة حرارة الإشعاع الشمسي.
المحددات	أشخاص بالغين يعملون عمل مكتبي (نشاط عادي) وملابس خفيفة ومستوى الرياح ٠,٣٣ م/ث.	إرتفاع الموقع عن سطح البحر لا يزيد عن ٣٠٠م ومستوى نشاط عادي وملابس عادية.	أشخاص بالغين ومستوى نشاط من عادي وحتى الجري السريع وملابس من خفيفة حتى ملابس ثقيلة.
المدى الحراري	من ١ °م : ٤٣ °م وسرعة هواء من ساكن وحتى ٠,١٣٥ م/ث وتصل إلى ٣,٥ م/ث.	من صفر : ٥٠ °م ومن صفر : ١٠٠% رطوبة وسرعة هواء من ساكن وحتى ٣,٥ م/ث.	من -٥ وحتى ٤٥ °م ومن ٢٠% حتى ٨٠% ضغط بخار الماء وسرعة هواء من صفر : ٠,١٣٥ م/ث وتصل إلى ١٠ م/ ث.
أوجه القصور	إعتماده على درجة الحرارة فقط.	إعتماده على درجة الحرارة والرطوبة النسبية وتجاهل تأثير الإشعاع الشمسي وتأثير الرياح.	إعتماده على درجة الحرارة الفعلية (درجة حرارة الهواء والإشعاع الشمسي) ودرجة الرطوبة النسبية وحركة الرياح مع إدخال تأثير الإنسان كأساسي.
حدود الإحساس بالراحة	بإستخدام جداول ماهوني.	بإستخدام خريطة الراحة لفيكتور أولجاى.	بإستخدام منحنى الراحة الحرارية (منحنى الراحة الفعالة القياسية).

٤-٤ إمكانية تقييم الراحة الحرارية ماليا:

مما لاشك فيه أن توفير الإحساس بالراحة واحد من أهم أهداف التصميم المعماري والذي يتوقف عليه نجاح المبنى، ومع تعدد وسائل توفير الراحة الحرارية لشاغلي الفراغ تتعد معها البدائل سواء ما بين الحلول المناخية المعمارية والمناخية الميكانيكية. وبما أن الهدف الأساسي واحد وهو توفير الراحة الحرارية يكون البديل الأمثل من بين تلك البدائل هو البديل الذي يتميز بالقدر الأكبر للوفر الإقتصادي بعد مراعاة كافة النواحي الأخرى التي تشمل النواحي الجمالية والثقافية ودراسات الأثر البيئي .....إلخ. ولهذا فقد أصبح من المهم إجراء الدراسات الإقتصادية للمعالجات المناخية (معمارية – ميكانيكية) بالمباني.

ويمكن القول بأن ثمن الراحة الحرارية هو المبلغ الممكن دفعه للحصول عليها بوسيلة مؤكدة النتيجة وذلك تبعا لكل موقف وظرف على حدة. أي ثمن إجمالي تكاليف المعالجات المناخية المعمارية أو الميكانيكية.

٤-٥ الإستراتيجيات العامة للتصميم المناخي المعماري:

٤-٥-١ تمهيد:

يعتبر الغلاف الخارجي للمبنى هو حلقة الوصل ما بين الفراغ الداخلي والفراغ الخارجي المحيط بالمبنى، مشكلا طبقا لتصميمه والمواد المصنع منها مناخ داخلي مصغر INTERIOR MICROCLIMATE ZONE. وبناء على ذلك يمكن إعتبار مفاهيم التحكم الأساسية في التصميم المناخي كالتالي:

- السماح بالإكتساب الحراري من المصادر الحرارية المحيطة.
- الحد من الإكتساب الحراري من المصادر الحرارية المحيطة.
- الحفاظ على الطاقة الحرارية بالفراغ الداخلي.
- التخلص من الطاقة الحرارية بالفراغ الداخلي.

ومعظم الوسائل المستخدمة لتحقيق تلك المفاهيم السابقة عبارة عن حلول مناخية معمارية ثابتة بالفراغ مثل العوازل الحرارية أو الفراغ الهوائي داخل الحوائط أو الأسقف أو مساحة وتوجيه النوافذ ونوعية الزجاج .....إلخ، وكذلك يوجد بعض الوسائل المتحركة كعوازل النوافذ المتحركة ووسائل الإظلال المتحركة على المباني.

شكل رقم (٤-٦): إستراتيجيات التحكم المناخي.

ومن خلال مصفوفة علاقية ما بين الأربعة مفاهيم للتحكم الحراري السابقة مع طرق وميكاينزم الإنتقال الحراري والتي تشمل: التوصيل – الحمل – الإشعاع – البخر، يمكن الحصول نظريا على ١٦ إستراتيجية للتحكم المناخي، يعتبر الواقعي منها والذي يمكن تحقيقه ١١ إستراتيجية كما يتضح في شكل رقم (٤-٦)، ويمكن ذكر أهم مفاهيم تلك الإستراتيجيات وذلك من خلال النقاط التالية.

٤-٥-٢ زيادة الإكتساب من الإشعاع الشمسي PROMOTE SOLAR HEAT GAIN:

يعتبر الإشعاع الشمسي هو المصدر الطبيعي للطاقة الحرارية على سطح الأرض، والتي تصل إلى سطح الأرض إما على هيئة إشعاع مباشر أو مشتت أو منعكس من الأسطح المجاورة.
ويمكن قياس شدة الإشعاع الشمسي من خلال العلاقة التالية[١]:

$$Is = In * Cos\Theta$$

حيث أن: Is = شدة الإشعاع الشمسي الواقعة على السطح.
In = شدة الإشعاع الشمسي الصادرة الطبيعية.
Θ = الزاوية بين الشعاع الساقط والسطح المستقبل للأشعة.

ونظام الإكتساب من الإشعاع الشمسي يحتوي على ٢ أو ٣ عناصرأساسية تشمل:
١- سطح ماص للإشعاع الشمسي ذو مقدرة على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية.
٢- الفراغ المطلوب رفع درجة حرارته.
٣- وسط للإحتفاظ وتخزين الطاقة الحرارية (إختياري).

وتنتقل الطاقة الحرارية بين العناصر السابقة من خلال الطرق الطبيعية لإنتقال الحرارة ويمكن الإستعانة بالوسائل الميكانيكية كالمراوح والمضخات فيما يعرف بأنظمة HYBRID.

٤-٥-٣ تقليل معدل الفقد الحراري MINIMIZE CONDUCTIVE HEAT FLOW:

تعرف عملية إنتقال الحرارة من خلال مواد المبنى الصلبة بعملية التوصيل الحراري THERMAL CONDUCTION والتي يتم فيها إنتقال الحرارة عبر جزئيات المادة من خلال معدل إنتقال حراري لكل ساعة يعبر عنه بـ (Btuh) q حيث يرتبط بالعلاقات التالية[٢]:

$$q = Q / Time \quad (Btuh).$$

$$q = A * U * \Delta T$$

حيث أن: Q = كمية الحرارة المنتقلة الإجمالية.
q = معدل الإنتقال الحراري عبر جزيئات المادة.
A = مسطح المادة المعرض للإنتقال الحراري من خلاله.
U = معامل الإنتقال الحراري.
ΔT = فرق درجات الحرارة ما بين الفراغ الداخلي والخارجي.

ومن خلال العلاقات السابقة نجد أن نظام الإنتقال الحراري عبر جزيئات المادة يحتوى على ٣ عناصر رئيسية وهي:
١- مسطح المادة المعرض للإنتقال الحراري من خلاله.
٢- قيمة المقاومة الحرارية لجزيئات المادة.
٣- فرق درجات الحرارة ما بين الوسطين.
والذي يمكن من خلال تلك المتغيرات التحكم في مقدار الإنتقال الحراري ما بين الوسطين.

---

[١] Randall Mmullan, **Environmental Science in Building**, Ashford Colour Press Ltd, Gosport, 2002.
[٢] Ibid

٤-٥-٤ تقليل التسريب الحراري MINIMIZE INFILTRATION:

يعرف التسريب الحراري بأنه تسرب البرودة والهواء البارد من خلال الفتحات الضيقة CRACKS والوصلات JOINTS والشقوق FAULTS في المبنى، وكذلك حول إطارات الأبواب والنوافذ والفتحات الخارجية. ويعتبر التسريب من أحد العوامل الرئيسية التي يصعب علاجها والتي تسبب الفقد الحراري بالمباني.

وكما أنه يمكن إعتبار أن الضوضاء صوت غير مرغوب فيه يمكن إعتبار أن التسريب تهوية غير مرغوبة فيها، ويوجد طريقيتين لحساب معدل التسريب وهما:

أ- معدل تغير الهواء THE AIR CHANGE METHOD:

وهي تعطي تقدير إجمالي للمدة التي يحدث فيها تغير كلي للهواء بالفراغ الداخلي عن طريق التسرب.

ب- TURNS OVER:

وهي مبنية على الخبرات المستمدة من عدة مباني تحت عدة ظروف مناخية مختلفة، ولهذا فهي تعتبر إلى حد ما طريقة غير مناسبة.

وعموما تعتبر الفراغات التي يتم تغير ٣/٢ الهواء الداخلي بها فى مدة زمنية قدرها (١) ساعة من الفراغات المرشحة أو ذات معدل التسرب الكبير. ويمكن حساب الحمل الحراري الذي يسببه التسرب من خلال العلاقة التالية[١]:

$$qs = 0.24\ V * Po * (Ti - To)$$

حيث أن: qs = الحمل الحراري الذي يسبب إرتفاع درجة الحرارة من Ti حتى تصل إلى To.

0.24 = الحرارة النوعية للهواء الجاف.

V = حجم الهواء الداخل إلى المبنى عن طريق التسرب.

Po = كثافة الهواء عند درجة حرارة To.

Ti = درجة حرارة الهواء بالفراغ الداخلي.

To = درجة حرارة الهواء بالفراغ الخارجي.

والتحكم في التسرب بالمباني يمكن أن يراعى في كافة مراحل التصميم بداية من المبنى وحتى وسائل الحماية بإستخدام تنسيق الموقع. فالمبنى فى حد ذاته يمكن التحكم في شكله أو توجيهه لتقليل مواجهتها لضغط الرياح، وكذلك في نوع النافذة وجود تصنيعها.

٤-٥-٥ تقليل الإكتساب من الإشعاع الشمسي MINIMIZE SOLAR GAIN:

كما سبق ذكره فإن الإشعاع الشمسي عند سقوطه على مادة معينة فإنها تمتص جزء من الطاقة وتعكس جزء آخر، وفي خلال ذلك ينتقل جزء من الطاقة الحرارية عبر تلك المادة طبقا لمعامل إمتصاصها والإنتقالية الحرارية الخاصة بها.

ويمكن التحكم وتقليل مقدار الإكتساب الحراري من الإشعاع الشمسي عن طريق (٣) تصنيفات رئيسية وهي:

١- **التصد ومقاومة الطاقة الحرارية:** وتندرج تقنياتها بدءا من إستخدام الأشجار المظللة وتغطيات الأسقف وحتى المظلات الخفيفة المتصلة والمظللة للحوائط والمباني.

٢- **إنعكاس الطاقة الحرارية.**

٣- **إختيار نظم الفتحات الخارجية والتوجيه.**

---

[١] Ibid.

٤-٥-٦ زيادة التهوية PROMOTE VENTILATION:

وقد جاء ذلك التعبير من كلمة لاتينية الأصل وهي VENTUS وتعني حركة الهواء، فتعرف التهوية بأنها تخليق الهواء في عملية إمداد أو تغيير الهواء للفراغ المعماري بواسطة الوسائل الطبيعية أو الميكانيكية.

وتحقق عملية التهوية (٣) أهداف رئيسية بالمباني وهي:

أ- HEALTH VENTILATION:

تحقيق الإرضاء المطلوب لشاغلي الفراغ من حاجتهم للهواء المتجدد.

ب- COMFORT VENTILATION:

أي زيادة معدل البخر والذي يعطي الإحساس بالراحة الحرارية المطلوبة للجسم.

جـ- STRUCTURAL VENTILATION:

تبريد الفراغ الداخلي عن طريق إحلال الهواء البارد من الخارج محل الهواء الساخن بالفراغ الداخلي.

وتوازيا مع التهوية نتعرض كذلك للحمل CONVECTION وهي تعني تحريك الحرارة عن طريق حركة الهواء أو السوائل، فالحمل الحراري عن طريق الهواء لا يمكن حدوثه عند سكون الهواء وعلى العكس فإن حركة الهواء ليس من الضرورة أن تسبب حمل حراري.

ويمكن حساب الحمل الحراري الناتج عن التهوية من خلال العلاقة التالية[١]:

$$q\ conv. = CFM * 60 * P * C * (To-Ti)$$

حيث أن: q conv. = الحمل الحراري عن طريق التهوية.

CFM = معدل التهوية قدم ٣ / دقيقة.

60 = عدد الدقائق في الساعة.

P = كثافة الهواء.

C = الحرارة النوعية للهواء.

To = درجة الحرارة الخارجية.

Ti = درجة الحرارة الداخلية.

ويوجد إستراتيجيتان أوليتين لتهوية المباني، تعتمد كلا منهم على الرطوبة النسبية المحيطة بالمبنى. ويمكن وصفهم على أنهم:

أ- التهوية المستمرة على مدار اليوم CONTINUAL VENTING.

ب- التهوية ليلا NIGHTTIME VENTING.

٤-٥-٧ زيادة إشعاع التبريد PROMOTE RADIANT COOLING:

يعرف الإشعاع الحراري بأنه إنتقال الطاقة الحرارية عبر الفراغ من خلال الإشعاع الكهرومغناطيسي. فالأشعة الحرارية تنتقل من جسم لآخر عبر الهواء أو فراغ إنتقالي بين المناطق المختلفة في درجة الحرارة، وقد إتضح من التجربة أنه يمكن منع إنتقال الحرارة بالإشعاع خلال الوسط الإنتقالي بإستخدام الحواجز بين الفراغات.

وتعتبر السماء هي بؤرة وتجمع الإشعاع الحراري الساقط على المباني، ويمكن تحديد الصعوبات والمشكلات التي تقابل عملية التصميم فيها كالتالي:

[١] R. Thomas, M. Fordham & Partners, **Environmental Design "An Introduction for Architects and Engineers**", E & FN Spon, London, 1999.

١- في حالة السماء في أقصى برودتها نجد أنها غير كافية وغير مفيدة إلى الحد الكافي، إلا في حالة الظروف الجافة جدا حيث تنخفض درجة حرارتها إلى ما يقارب ٢٠ درجة فهرنهيت عن درجة حرارة الهواء المحيط.
٢- الفارق بين درجة حرارة السماء ودرجة حرارة الهواء المحيط تعتمد على محتوى الرطوبة بالغلاف، ويكون الفارق صغير جدا في حالة المناطق الرطبة عنها في المناطق الجافة وذلك في السماء الصافية.
٣- معدل الإكتساب الحراري عن طريق الحمل يفوق الإنخفاض الحراري الناتج عن الإشعاع.

ومن خلال ذلك ينتج أن اللجوء لحلول الفقد الحراري عن طريق الإشعاع لاتعمل بكفاءة في المناطق الدافئة والرطبة، حيث يمكن الإعتماد فيها على التهوية ونسمة الهواء ليلا.
وعلى التقيض يمكن الإستفادة بالتبريد الحراري عن طريق الإشعاع في المناطق الجافة والشمالية حيث يغلب عليها إنخفاض درجات حرارة السماء ليلا والسماء الصافية نهارا.
وكذلك يعتبر الفقد الحراري بالإشعاع من الإستراتيجيات الهامة جدا في المناطق الجنوبية الغربية حيث لا تتوافر فيها إنخفاض درجات الحرارة. وتعتبر من أحد الوسائل الناجحة لتحقيق الفقد الحراري عن طريق الإشعاع هي اللجوء إلى إستخدام العوازل الحرارية المتحركة للتحكم من خلالها إما لمنع الإكتساب الحراري من خارج المبنى أو الفقد الحراري للخارج.

٨-٥-٤ زيادة معدل البخر PROMOTE EVAPORATIVE COOLING:

يعرف البخر بانه العملية التي يتم من خلالها تحويل السائل إلى بخار، والتي يحتاج فيها السائل إلى إمتصاص كمية كبيرة من الطاقة الحرارية.
ويطلق على كمية الحرارة المستغلة في تحويل السائل إلى بخار بحيث تظل نفس درجة الحرارة ثابتة بأنها كمية الحرارة الكامنة LATENT HEAT (L) وذلك لأنها تمتص أثناء عملية التحويل وتظل كامنة في البخار وتتحرر فقط عند القيام بعكس العملية أي تحويل البخار إلى سائل مرة أخرى بالتكثيف. وكمية الحرارة الكامنه يمكن حسابها بمعرفة كمية السائل المتبخرة ودرجة الحرارة.
ويمكن حساب الفقد في الطاقة الحرارية وتحولها إلى طاقة كامنه من خلال العلاقة التالية[١]:

$$q\ evap. / A = L * (0.093) * Hc * (Ps-Pa)$$

حيث أن: q evap. / A = كمية الطاقة الحرارية المفقودة عن طريق البخر.
L = كمية الحراة الكامنة عند درجة حرارة سطح السائل.
Hc = معامل نقل الحرارة ويساوى تقريبا = 1 + 0.38 V
حيث أن V سرعة الرياح.
Ps = ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة سطح السائل.
Pa = ضغط البخار الجوي.

ويوجد مدخلين مختلفين لنظام التبريد بالبخر EVAPORATIVE ROOF COOLING ويمكن ذكرهم كالتالي:
١- إستخدام الأسطح المائية كمبدد للطاقة الحرارية التي يتم إمتصاصها عبر سطح المياه، والتي تعتبر كحماية من كمية الطاقة الحرارية الواصلة للفراغ الداخلي، وفى هذه الحالة يعتبر ذلك النظام متكاملا مع إستراتيجيات التحكم بالتوصيل الحراري.

[١] ObCit.2002.

٢- إستخدام الأسطح المائية لإمتصاص الحرارة من الداخل، وفي هذه الحالة يعتبر الهواء الخارجي كمخزن تجميع حراري، وفي ذلك المدخل يجب أن يكون الفراغ الداخلي محتويا على سطح مائي مع إستخدام مواد إنشائية جيدة التوصل الحراري.

٤-٥-٩ زيادة التبريد بالتوصيل PROMOTE CONDUCTIVE COOLING:

يعتبر الدور الأرضي هو البؤرة الوحيدة التي يمكن من خلالها فقد الحرارة بالفراغ الداخلي عن طريق التوصيل، حيث يعتبر تأثير درجة حرارة الشمس والسماء والهواء غير مؤثر بالقدر الكافي عند حدوث التبادل الحراري بينهم وبين المبنى، وعلى العكس لسطح الأرض، والتي يمكن حساب شدة الإشعاع الحراري الواصل إليها من خلال العلاقة التالية[١]:

$$In = Imh - Ah * Cos [360/365 * (t-to)]$$

حيث أن: In = متوسط الإشعاع الشمسي على السطح الأفقي في يوم وقته t.
Imh = متوسط الإشعاع الشمسي السنوي على السطح الأفقى.
Ah = مدى الإشعاع الشمسي السنوي على السطح الأفقى.
T = وقت فى السنة يبدأ من أول يناير = صفر يوم.
To = ثابت في عدد الأيام.
360/365 = تحويل أيام السنة ٣٦٥ يوم إلى ٣٦٠ درجة.

ويمكن كذلك حساب درجة حرارة سطح الأرض من خلال العلاقة[٢]:

$$Ts = Tm - As * Cos [360/365 * (t-to)]$$

حيث أن: Ts = درجة حرارة سطح الأرض في يوم t.
Tm = المتوسط السنوي لدرجة حرارة سطح الأرض.
As = المدى السنوي لدرجة حرارة سطح الأرض.

وتختلف درجة حرارة الأرض طبقا للعمق الذي يقاس عنده درجة الحرارة، فعلى سبيل المثال يمكن حساب درجة الحرارة في باطن الأرض على عمق X في يوم زمنه t من خلال العلاقة التالية[٣]:

$$Tx = Tm - As * e^{-xr} * Cos [360/365 * (t-to-xl)]$$

حيث أن: Tx = درجة حرارة الأرض على عمق x.
x = العمق الذي يقاس عنده درجة الحرارة داخل سطح الأرض.
E = ثابت إيلر (معامل أسي) = 2.71828.
R = معامل مقدار النقص.
L = زمن التأخير.

وفي معظم المناطق المعرض للإشعاع الشمسي يمثل سطح الأرض بؤرة حرارية خلال معظم أيام السنة، ولهذا فتعتبر إشكالية التبريد من خلال سطح الأرض أثناء فصل الصيف دون أن تؤثر سلبا على سحب الطاقة الحرارية من فراغات المبنى شتاءا. ولهذا تظهر مشكلتين يمكن ذكرهم كالتالي:

١- كيفية زيادة كفاءة الأرض في التبريد دون حدوث تكثيف.
٢- كيفية تصميم المبنى والإستفادة بأقصى قدر من الأرض بدون التضحية بالإستخدام الأمثل للتهوية الطبيعية.

---

[١] Ibid.
[٢] Ibid.
[٣] ObCit. 1999.

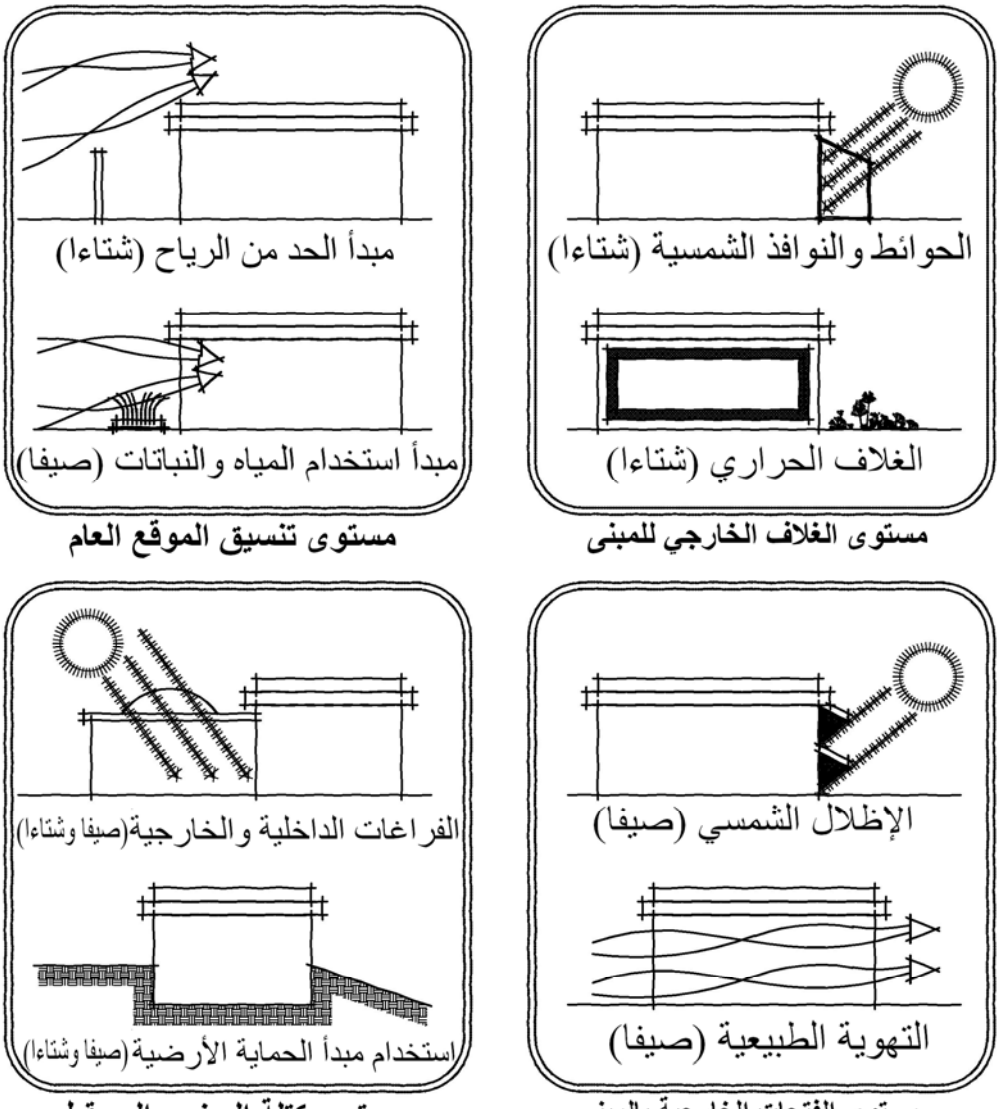
٤-٦ تطبيقات إستراتيجيات التصميم المناخي:

٤-٦-١ تمهيد: المبادئ الأساسية لتطبيقات التصميم المناخي:

كما سبق ذكره تتعدد إتجاهات التصميم المناخي والتي تصب كلها في هدف واحد هو تحقيق الراحة المطلوبة لمستعملي الفراغات الداخلية، وتركيزا على مبدأ تحقيق الراحة الحرارية من خلال التصميم المناخي يمكن تصنيف تطبيقات إستراتيجيات التصميم المناخي إلى عدة مستويات يمكن ذكرها فيما يلي:

١- التصميم المناخي على مستوى تنسيق الموقع العام SITE PLANNING.
٢- التصميم المناخي على مستوى كتلة المبنى والمسقط الأفقي BUILDING MASSING/PLAN.
٣- التصميم المناخي على مستوى الغلاف الخارجي بالمبنى BUILDING ENVELOPE.
٤- التصميم المناخي على مستوى الفتحات الخارجية بالمبنى BUILDING OPENINGS.

ومن خلال المستويات السابقة وتطبيقاتها وتقنياتها المختلفة يمكن التوصل إلى عدة مفاهيم ومبادئ أساسية لتطبيقات التصميم المناخى المعماري، شكل رقم (٤-٧)، والتي يمكن ذكر أهمها في التالي:



شكل رقم (٤-٧): مستويات التصميم المناخي للمباني.

أولا: مبدأ الحد من الرياح (شتاءا) WIND BREAKS:
والتي يمكن فيها تحديد تقنيات مختلفة للحد من التعرض للرياح والهواء البارد شتاءا.
ثانيا: مبدأ إستخدام النباتات والمياه (صيفيا) PLANTS & WATER:
وذلك للحد من الأحمال الحرارية الزائدة صيفا بإستخدام النباتات والمياه في الأسطح المجاورة للمبنى للإستفادة من الإظلال والبخر في تخفيف الأحمال الحرارية الزائدة.
ثالثا: الفراغات الداخلية والخارجية (صيفا، شتاءا) INDOOR/OUTDOOR ROOMS:
وتشمل فراغات الأتريوم وفراغات المدفأة الشمسية والباثيو المغطى .....إلخ وغيرها من الفراغات التى يمكن أن توضع في التصميم في المسقط الأفقي لتؤدي وظيفتها في التبريد صيفا أو تدفئة المبنى شتاءا.
رابعا: إستخدام مبدأ الحماية الأرضية (صيفا وشتاءا) EARTH-SHELTERING:
وذلك باستخدام الطبقات الأرضية بقطاعاتها المختلفة مع الحوائط أو أسقف المباني والتي لها العديد من المزايا وخصائص العزل الحراري للمباني.
خامسا: الحوائط والنوافذ الشمسية (شتاءا) SOLAR WALLS & WINDOWS:
وذلك إعتمادا على مبدأ إستخدام التوجيه الشمسي للحوائط والنوافذ لإمداد المبنى بالطاقة الحرارية المطلوبة شتاءا.
سادسا: الغلاف الحراري (شتاءا) THERMAL ENVELOPE:
والمعتمدة على تحقيق غلاف عازل حراريا للحفاظ على الحرارة الداخلية بالفراغات بعيدا عن الفقد الحراري للخارج.
سابعا: الإظلال الشمسي (صيفا) SUN SHADING:
إعتمادا على إختلاف زوايا الشمس صيفا عن شتاءا، من الممكن تحقيق الإظلال المطلوب للمبنى من الإشعاع الشمسي عند زيادة الأحمال الحرارية على المبنى في الوقت الذي يسمح فيه بوصول الإشعاع الشمسي المطلوب شتاءا لفراغات المبنى.
ثامنا: مبدأ التهوية الطبيعية (صيفا) NATURAL VENTILATION:
وهو مبدأ بسيط يعتمد على تخفيف الأحمال الحرارية الزائدة عن طريق الحمل.
ويوضح جدول رقم (٤-٩) أهم التطبيقات المناخية المعمارية في التصميم البيئى للمباني، والتي تم تصنيفها طبقا لمستويات ومبادئ التصميم المناخي.

٤-٧ وسائل وتقنيات التصميم المناخي:

٤-٧-١ تمهيد:

كما سبق ذكره تختلف مستويات وتقنيات التصميم المناخي، والتي تم تحديدها في الجدول السابق، والمفهوم الأساسي لتلك المعالجات هي وضع المبنى في مجال الراحة الحرارية وذلك خلال عمليات التبادل الحراري المستمرة للمنشأ، ويجب أن يكون المصمم على دراية واعية بتلك الوسائل وما يستجد منها وذلك لإختيار الأنسب منها للمبنى بما يتوافق مع الطراز والتكلفة .....إلخ. إضافة إلى ذلك يجب أن تشتمل تصميماته على كافة التفاصيل والمواصفات اللازمة لتنفيذ تلك المعالجات، حيث أن الإعتماد الأساسي لعمل تلك المعالجات يبدأ من إختيار التصميم والمواد المناسبة مرورا بأسلوب التنفيذ إلى لون التشطيب النهائي .....إلخ.
وتوضح النقاط التالية وسائل وتقنيات المعالجات المناخية المعمارية وذلك على المستويات المختلفة السابق ذكرها والتي تتمثل في:

١- التصميم المناخي على مستوى الموقع العام.
٢- التصميم المناخي على مستوى كتلة المبنى والمسقط الأفقي.

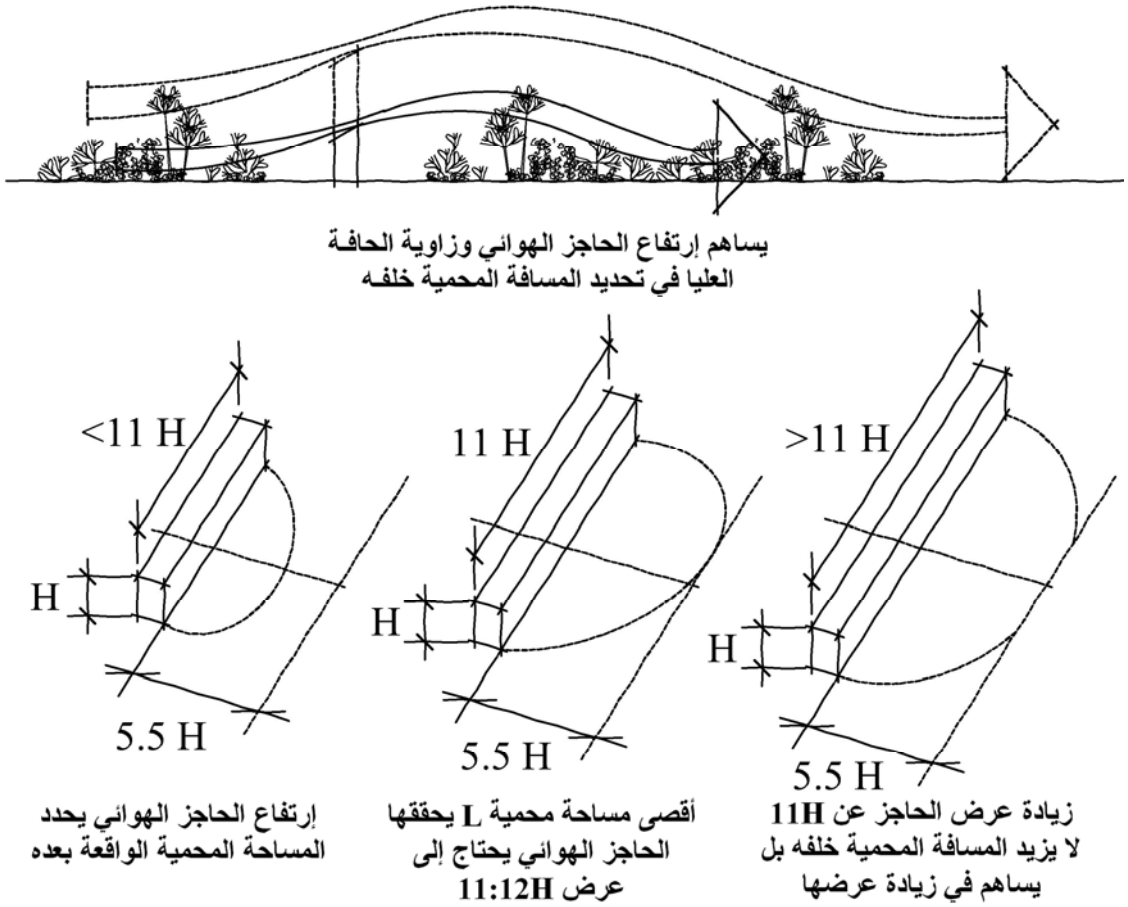
٣- التصميم المناخي على مستوى الغلاف الخارجي للمبنى.
٤- التصميم المناخي على مستوى الفتحات الخارجية بالمبنى.

٤-٧-٢ وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الموقع العام:

٤-٧-٢-١ إستخدام الزراعات/تشكيلات الأراضي/المباني المجاورة في الحد من تأثير الرياح الشتوية الغير مرغوب فيها:

USE NEIGHBORING LAND FORMS, STRUCTURES OR VEGETATION FOR WINTER WIND PROTECTION:

تتوقف المساحة المحمية من الرياح بإستخدام تشكيلات الأراضي أو الزراعات أو غير ذلك على أبعادها ونسبها سواء الإرتفاع ونسبة العرض إلى الإرتفاع وكذلك زاوية حافة الحاجز الهوائي، شكل رقم (٤-٨).



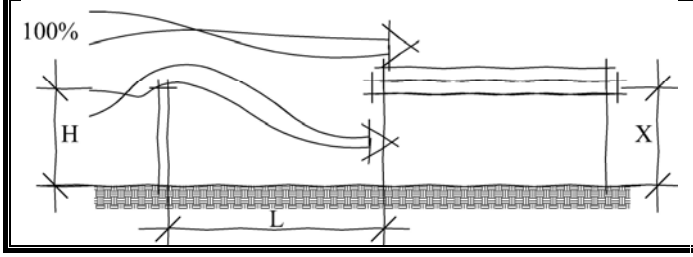
شكل رقم (٤-٨)[١]: تأثير نسب الحاجز الهوائي على الحماية من الرياح.

وخلاف الزراعات تعتبر الأسوار الخارجية من أشهر الحواجز الهوائية من صنع الإنسان خاصة المصمت منها، حيث تتوقف سرعة الرياح الواصلة إلى المبنى على إرتفاع الحاجز وبعده عن المبنى وكذلك إرتفاع المبنى نسبة إلى إرتفاع الحاجز، ويوضح جدول رقم (٤-١٠) النسبة المئوية للرياح الواصلة للمبنى كنسبة إلى سرعة الرياح الأصلية في المناطقة المفتوحة، حيث أن:

[١] خالد سليم فجال، **العمارة والبيئة في المناطق الصحراوية الحارة**، الدار الثقافية للنشر، القاهرة، ٢٠٠٢.

جدول رقم (٤-١٠)[١]: النسبة المئوية للرياح الواقعة على المبنى نتيجة الحاجز الهوائي:

X / L	H %	1.5 H %	2 H %	3 H %
1 H	26	42	53	66
4 H	36	43	54	68
5 H	42	47	57	69
6 H	46	51	59	70
8 H	54	58	64	73
10 H	62	66	70	77



حيث أن: **H** إرتفاع الحاجز الهوائي.

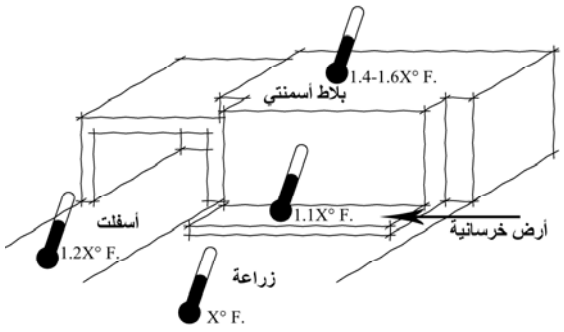
L المسافة بين الحاجز والمبنى.

X إرتفاع المبنى.

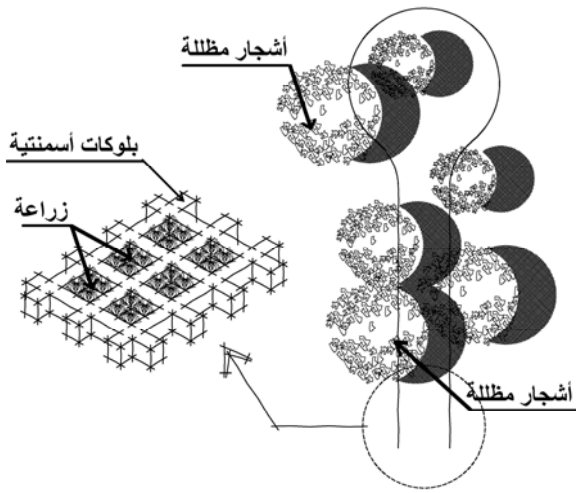
٤-٧-٢-٢ إستخدام الزراعات وتغطيات الأراضي لتبريد الموقع صيفا:

USE GROUND COVER & PLANTING FOR SITE COOLING:

يمكن الإحتفاظ بدرجات حرارة أقل للأراضي المجاورة للمباني عن مثيلاتها من الأرضيات الأرصفة الخرسانية وذلك بإستخدام الزراعات المظللة لها أو الزراعات عليها بتقنيات مختلفة، ويتأثر المناخ الجزئي MICROCLIMATE ZONE وهو يمثل مسافة ٣٠: ١٢٠سم فوق سطح الأرض إلى ما يقرب من ١٠ درجات فهرنهيت في الأراضي المزروعة عن نوعية الأراضي الأخرى مثل الأرصفة/الأسفلت/.....إلخ، ويختلف فرق درجات الحرارة طبقا لنوعية وتشطيب الأرض، فعلى سبيل المثال يوضح شكل رقم (٤-٩) فرق درجات الحرارة لنوعيات من الأراضي جوار المبنى. ولهذا يجب على المصمم قدر الإمكان الإكثار من الأراضي المزروعة والتي تتوفر بها نسبة من بخر المياه إضافة إلى تظليل المسارات/الأرصفة/الشوارع .....إلخ قدر الإمكان، شكل رقم (٤-١٠).



شكل رقم (٤-٩)[١]: فرق درجات الحرارة للمواد.

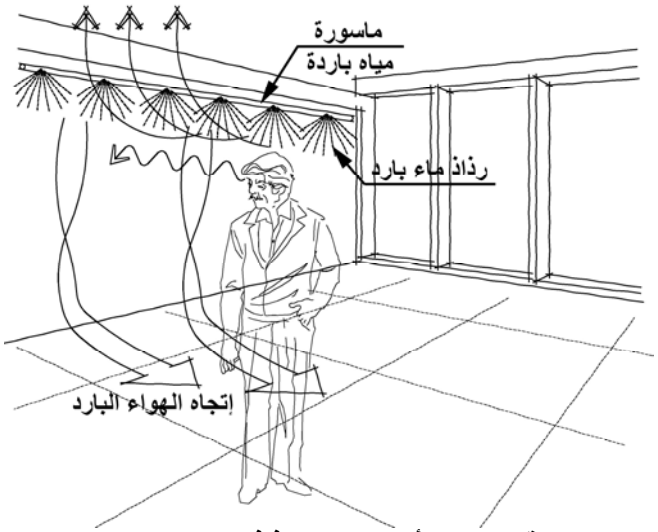


شكل رقم (٤-١٠): الممرات والمسارات المظللة.

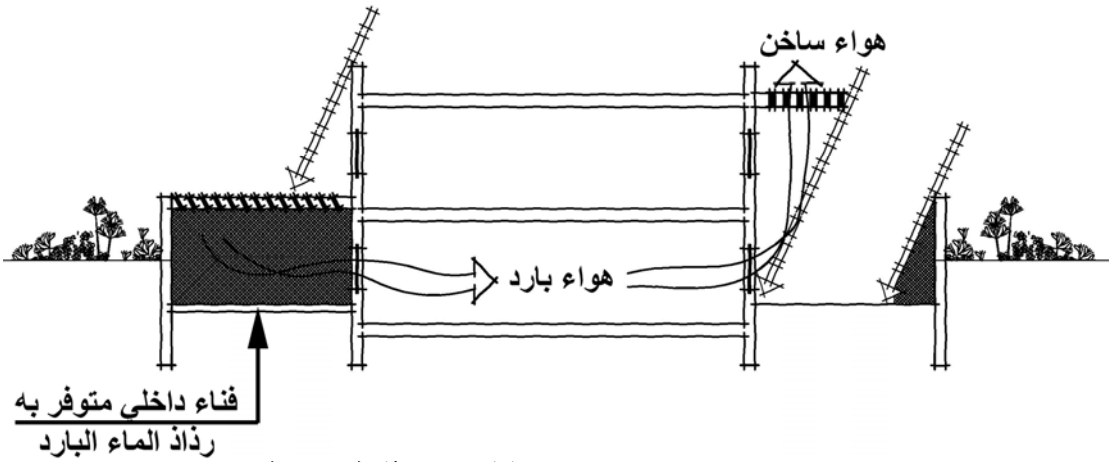
[١] المرجع السابق.

٤-٧-٢-٣ زيادة البخر ورذاذ الماء للتبريد بالبخر صيفا:
MAXIMIZE ON-SITE EVAPORATIVE COOLING:

يساهم ميكانيزم التبريد برذاذ الماء والبخر في تحقيق الراحة الحرارية في الفراغات الخارجية OUTDOOR SPACES الأمر الذي يساهم كذلك في تخفيض الأحمال الحرارية الزائدة على الفراغات الداخلية، وتعتبر الأفنية ATRIUM & COURTYARDS من أهم الفراغات الخارجية والتي يمكن فيها توفير الإظلال ورذاذ الماء والبخر الكافي لتحقيق الراحة الحرارية والتأثير المباشر لذلك على تحقيق الراحة للفراغ الداخلي، شكل رقم (٤-١١أ، ب).



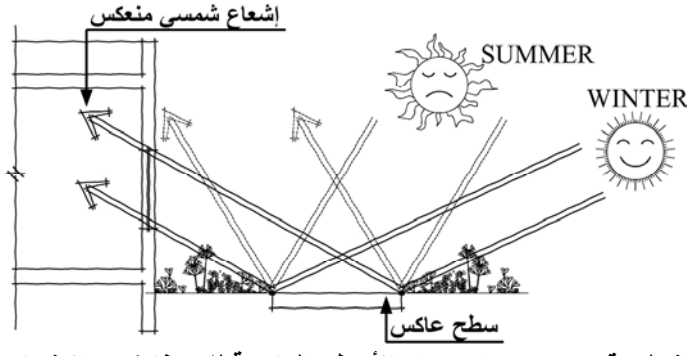
شكل رقم (٤-١١-أ): إستخدام رذاذ الماء للتبريد صيفا.



شكل رقم (٤-١١-ب): إستخدام رذاذ الماء بالأفنية الداخلية.

٤-٧-٢-٤ زيادة الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي شتاءا بجوار المبنى:
MAXIMIZE REFLECTIVITY OF GROUND & BUILDING SURFACES OUTSIDE WINDOWS FACING THE WINTER SUN:

يعتبر الإشعاع الشمسي سواء المباشر أو المنعكس أو المشتت من أحد المصادر الرئيسية للإكتساب الحراري الأمر الذي يجعله من الوسائل المفضلة لتحقيق الراحة الحرارية شتاءا، شكل رقم (٤-١٢). وتختلف النسبة المئوية المنعكسة من الإشعاع الشمسي طبقا لنوع المادة ولونها كما يتضح ذلك من جدول رقم (٤-١١).



شكل رقم (٤-١٢): إستخدام الأسطح العاكسة للإستفادة من الإشعاع الشمسي.

[1] American Society of Landscape Architects Foundation, **Landscape Planning for Energy Conservation**, Environmental Design Press, 2000.

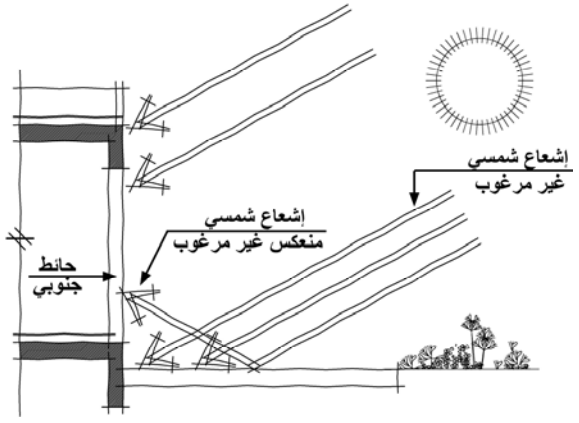
جدول رقم (٤-١١)[1]: النسبة المئوية للإشعاع الشمسي المنعكس طبقا للمادة:

المادة	% المنعكسة من الإشعاع الشمسي	المادة	% المنعكسة من الإشعاع الشمسي	المادة	% المنعكسة من الإشعاع الشمسي
رمال ناعمة	٣٠ – ٦٠ %	تربة طينية	١٥ – ٤٠ %	أسطح مائية	٣ – ١٠ %
أسطح خرسانية	٣٠ – ٥٠ %	أرض خشبية	٥ – ٢٠ %	طوب بألوان مختلفة	٢٣ – ٤٨ %
حشيش	٢٠ – ٣٠ %	حشائش جافة	٣٢ %		

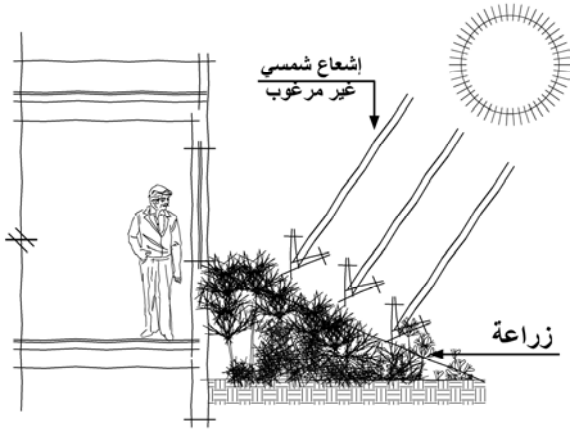
٤-٧-٢-٥ الحد من الأشعة الصيفية المنعكسة من الأسطح المجاورة على المبنى:
MINIMIZE REFLECTIVITY OF GROUND & BUILDING SURFACES OUTSIDE WINDOWS FACING THE SUMMER SUN:

تعتبر الواجهات الجنوبية من أكثر الواجهات تعرضا للإشعاع الشمسي الأمر الذي يجب معه حماية كافة الفتحات الخارجية من الإشعاع الشمسي وكذلك كافة الفتحات المعرضة عموما للإشعاع والأحمال الحرارية الزائدة.

ولهذا يجب إختيار المواد ذات معامل إنعكاس مخفض في المناطق المجاورة للفتحات الخارجية كأحد الوسائل لتقليل الأحمال الحرارية الزائدة على المبنى بسبب الإشعاع المنعكس، شكل رقم (٤-١٣) إلا أنه بالرغم من ذلك توخي الحذر من إختيار مواد التشطيب المجاورة للنوافذ المعرضة للإشعاع الشمسي الصيفي، فعلى سبيل المثال نجد أنه بالرغم من أن معامل إنعكاس الطريق الأسفلتي والأرصفة صغير جدا إلا أنه مع إرتفاع درجة حرارتها نجد أنها تسبب حمل حراري زائد بسبب إرتفاع درجة حرارة الهواء الملامس للطريق، فعلى سبيل المثال تعتبر الزراعات والأسطح المائية المشتتة للإشعاع الشمسي من أكثر التشطيبات نجاحا في خفض نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس على الفتحات الخارجية، شكل رقم (٤-١٤).



شكل رقم (٤-١٣): الإشعاع الشمسي المنعكس غير المرغوب بالواجهة الجنوبية صيفا.



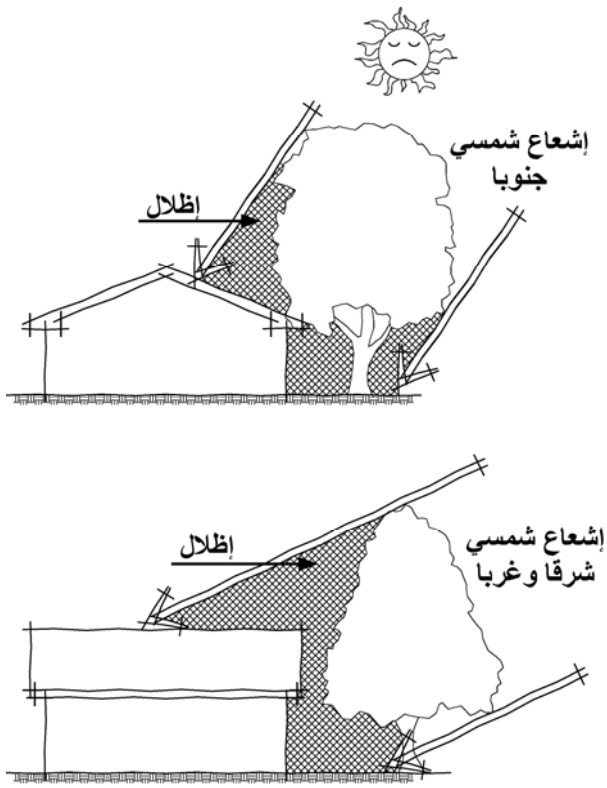
شكل رقم (٤-١٤): الحد من الإشعاع الشمسي المنعكس غير المرغوب صيفا.

٤-٧-٢-٦ إستخدام تشكيلات الأراضي والمباني المجاورة في زيادة نسبة الإظلال على المبنى صيفا:
USE NEIGHBORING LAND FORMS, STRUCTURES OR VEGETATION FOR SUMMER SHADING:

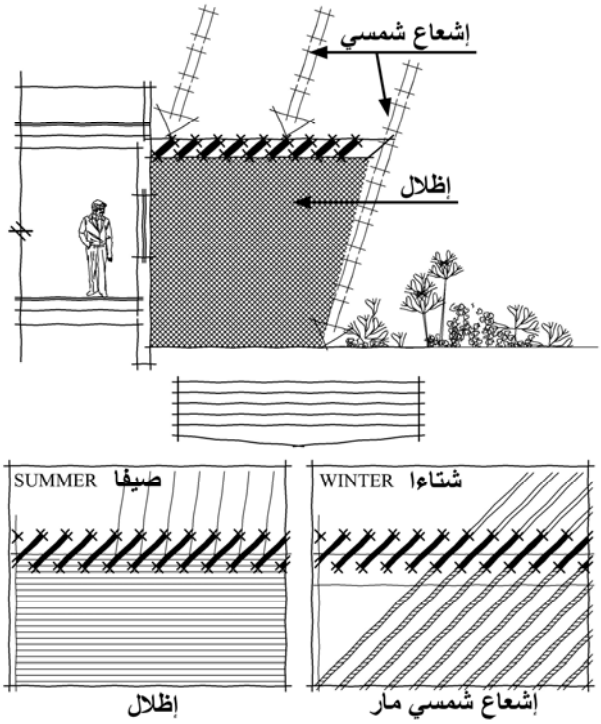
تعتبر الزراعات من المصادر الهامة لإظلال المواقع والمباني المجاورة فعلى سبيل المثال يمكن إستخدام الزراعات ذات الإرتفاعات العالية لحماية الواجهات الجنوبية، وكذلك الزراعات ذات الإرتفاعات المنخفضة والمتوسطة لحماية الواجهات الغربية من الإشعاع الشمسي،

[1] جهاز تخطيط الطاقة، **دليل العمارة والطاقة**، القاهرة، يوليو ١٩٩٨.

شكل رقم (٤-١٥)، مستغلا في ذلك زوايا الشمس الرأسية والتي تكون على إرتفاع كبير في الواجهه الجنوبية وعلى العكس بالواجهات الغربية والشرقية.
وكذلك تعتبر التغطيات الخفيفة كالبرجولات وخلافه من أحد الوسائل التي ليس فقط توفر الإظلال صيفا وتوفر الإشعاع الشمسي شتاءا بل تحمي المناطق المحيطة من الإشعاع الشمسي المباشر والمشتت والمنعكس، شكل رقم (٤-١٦). ويمكن توفير تلك التغطيات الخفيفة في المداخل الرئيسية والثانوية وأماكن الخدمات الخارجية كالجراجات وإنتظار السيارات المؤقت والمماشي .....إلخ.



شكل رقم (٤-١٥): إستخدام الزراعات للحماية من الإشعاع الشمسي صيفا طبقا لزوايا الشمس.

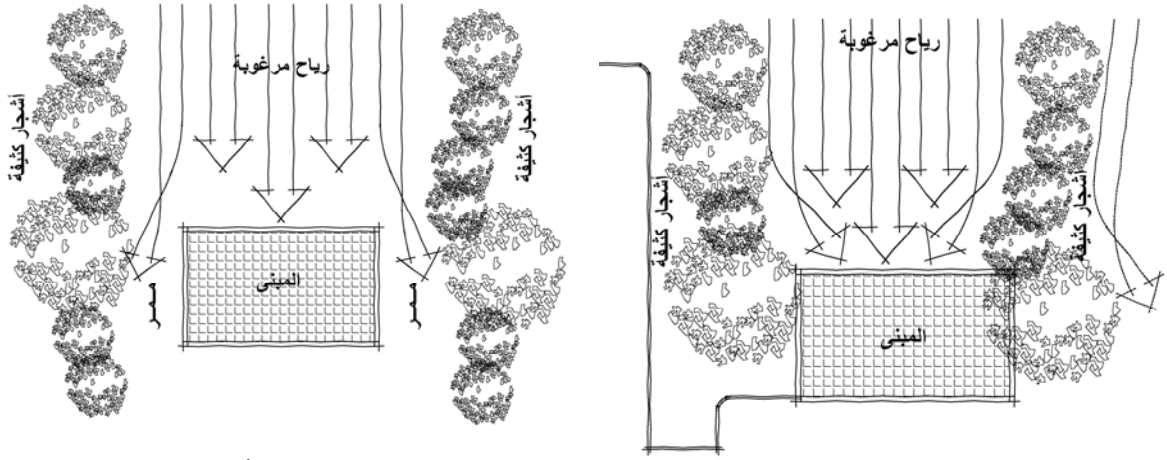


شكل رقم (٤-١٦): إستخدام البرجولات للحماية من الإشعاع الشمسي صيفا والإستفادة منها شتاءا.

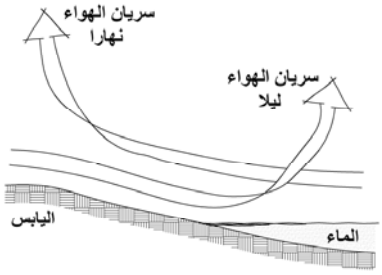
٤-٧-٢-٧ إستخدام الزراعات وتشكيلات الأراضي والمباني المجاورة في زيادة نسيم الرياح المرغوب فيها صيفا:

USE NEIGHBORING LAND FORMS, STRUCTURES OR VEGETATION TO INCREASE EXPOSURE TO SUMMER BREEZE:

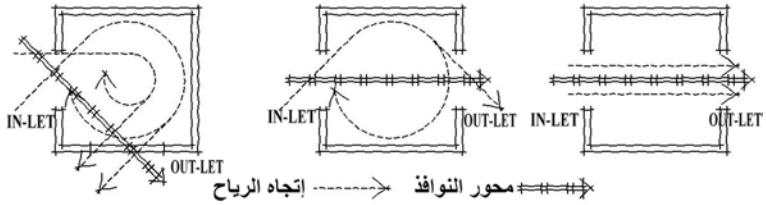
يمكن إستغلال الزراعات لتشكيل قنوات خاصة بإتجاه الرياح المحببة صيفا وذلك لتوجيهها إلى فراغات المبنى الداخلية كأحد الحلول للتخلص من الأحمال الحرارية الزائدة صيفا بالحمل، شكل رقم (٤-١٧)، ويساعد تنسيق الموقع في التحكم في حركة الرياح وسرعتها، فعلى سبيل المثال يمكن زيادة سرعة الهواء وذلك بخلق أماكن كممرات ضيقة ما بين المبنى والزراعات لتساهم في زيادة سرعة الرياح.
وكذلك تساهم المسطحات المائية في حركة الرياح فيما يعرف بنسيم البر والبحر يمكن توضيحه في شكل رقم (٤-١٨) والذي يعتمد على إختلاف المحتوى الحراري ما بين اليابس والماء حيث تؤدي إلى حركة النسيم من اليابس إلى الماء ليلا والعكس نهارا، ويوضح شكل رقم (٤-١٩) العلاقة ما بين مدخل الهواء بالفراغ INLET والمخرج OUTLET وتأثير ذلك على التهوية المتجانسة داخل الفراغ.



شكل رقم (٤-١٧): إستخدام الزراعات للإستفادة من نسيم الرياح المرغوبة صيفا.



شكل رقم (٤-١٨): نسيم البر والبحر



شكل رقم (٤-١٩): العلاقة بين محور النوافذ وإتجاه الرياح للتهوية المتجانسة.

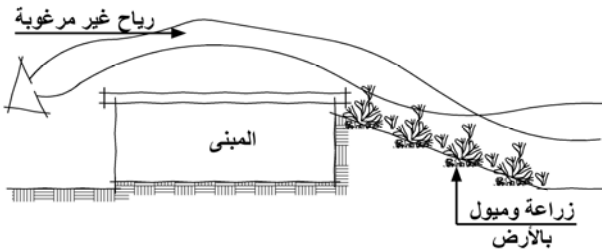
٤-٧-٣ وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى كتلة المبنى والمسقط الأفقي:

٤-٧-٣-١ توجيه المبنى وتشكيله لتقليل تأثير رياح الشتاء غير المرغوبة:

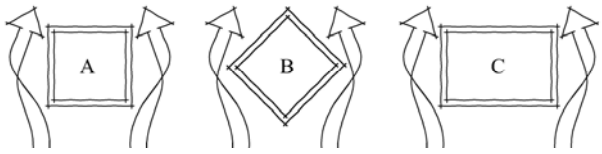
SHAPE & ORIENT THE BUILDING SHELLS TO MINIMIZE WINTER WIND TURBULENCE:

تؤثر الرياح شتاءا على فقد الطاقة الحرارية بالمباني وتأثير ذلك على الراحة الحرارية بالمبنى، وذلك عن طريق الحمل والتسريب الحراري من خلال الفتحات الخارجية نتيجة وجود الكسر الحراري THERMAL BREAK. ولتحقيق التوافق بين الحد من تأثير رياح الشتاء والإستفادة بأقصى قدر من نسيم الصيف يجب مراعاة أن تكون الواجهات الأقل عرضا هي المقابلة للرياح غير المحببة شتاءا.

ويجب على المصمم مراعاة إتجاه الرياح الشتوية في تصميماته وتأثيرها على تشكيل الكتلة، فعلى سبيل المثال يوضح شكل رقم (٤-٢٠) إستخدام تشكيل السقف والموقع لتقليل المساحة المعرضة من المبنى لإتجاه الرياح غير المحببة. وبالمثل نجد أنه في شكل رقم (٤-٢١) وعلى مستوى المسقط الأفقي فإن المبنى (A) له نفس مواصفات المبنى (B) في التصميم والكتلة إلا أن المبنى (B) تم توجيهه على زاوية ٤٥ درجة الأمر الذي أدى إلى أن أصبحت المساحة المعرضة للرياح غير المحببة مثل المساحة المعرضة في المبنى (C) ذو النسب والكتلة المختلفة عن المبنى (A)، (B).



شكل رقم (٤-٢٠): مراعاة إتجاه الرياح وتأثيرها على تشكيل الأرض وكتلة المبنى.



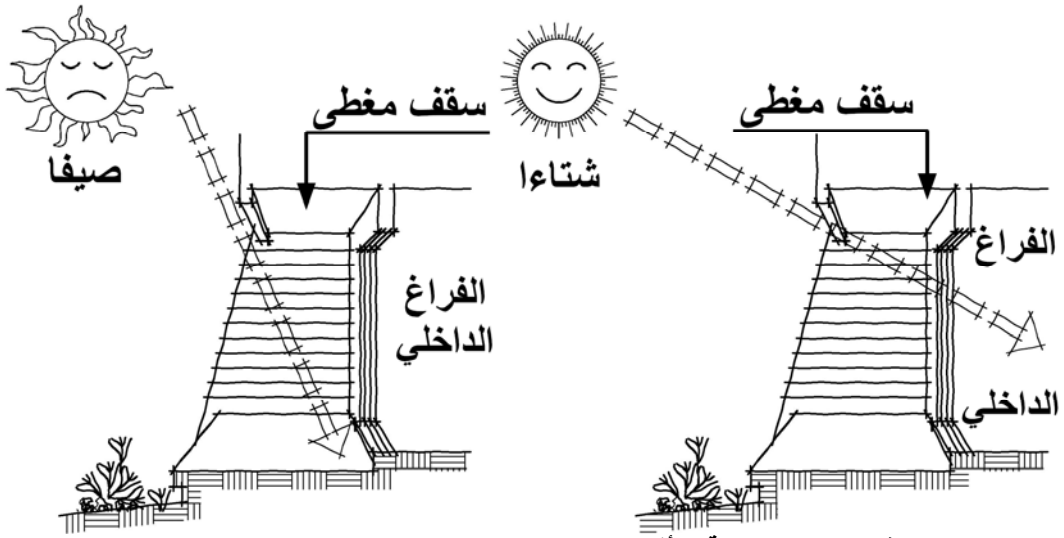
شكل رقم (٤-٢١): تأثير نسب وإتجاه المبنى على المساحة المعرضة في مواجهة الرياح.

٤-٧-٣-٢ إمداد المبنى بتصميم الفراغات الخارجية شبه المحمية من تأثير المناخ الضار:
PROVIDE OTDOOR SEMI-PROTECTED AREAS FOR YEAR-ROUND CLIMATE MODERATION:

لا يقتصر دور الفراغات المعمارية شبه المفتوحة كالمداخل المغطاه والأفنية وغيرها على كونها فراغ معماري فقط بل يمكن الإستفادة منه بيئيا، شكل رقم (٤-٢٢)، وذلك كالتالي:

صيفا: تعمل تلك الفراغات شبه المغطاه أو المغطاه بالكامل على حجب الإشعاع الشمسي بما يساهم بحماية الحوائط الخارجية من تأثير الإشعاع وكذلك في الإحتفاظ بدرجة حرارة الهواء المحيط بالمبنى في درجة حرارة أقل من مثيله في المناطق المفتوحة، وتعتبر العناصر النباتية والمائية أيضا من العناصر المساهمة في زيادة كفاءة أداءها كما سبق.

وكذلك يمكن الإستفادة من تلك الفراغات **شتاءا:** وذلك بأن تسمح التغطية بمرور الإشعاع الشمسي شتاءا إضافة إلى إمكانية إغلاق الفراغات بمواد تسمح مرور الإشعاع كالزجاج مثلا، الأمر الذي يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الفراغ للمساهمة في الوصول لمجال الراحة الحرارية.

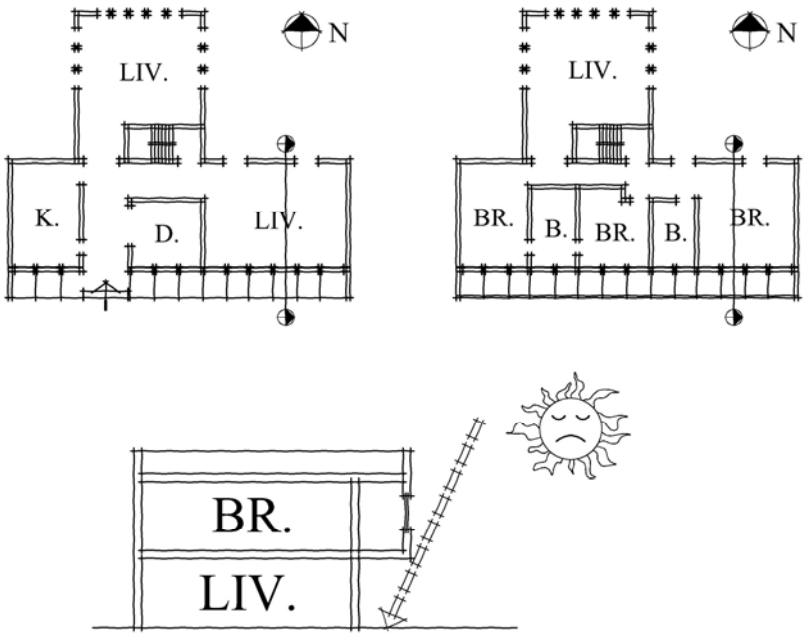


شكل رقم (٤-٢٢): الفراغات شبه المفتوحة وتأثيرها على الإشعاع الشمسي والتي تسمح له بالمرور شتاءا وتحجبه صيفا.

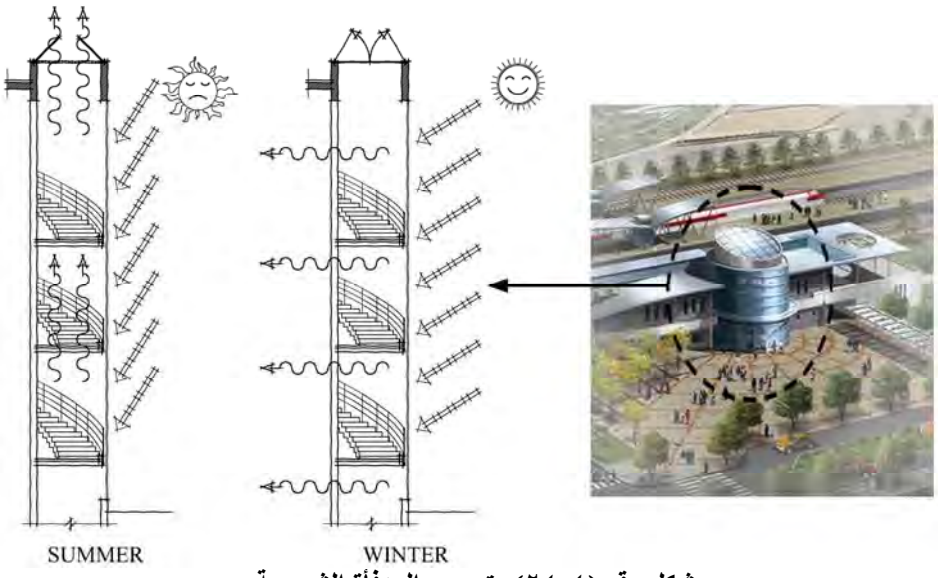
٤-٧-٣-٣ تخصيص فراغات موجهه لإكتساب أقصى قدر من الإشعاع الشمسي:
PROVIDE SOLAR-ORIENTED INTERIOR ZONE FOR MAXIMUM SOLAR HEAT GAIN:

وهو مبدأ بسيط يجب مراعاته في التصميم منذ البداية، حيث يعتمد على تحقيق وتوفير التدفئة اللازمة من خلال الواجهات الجنوبية بإعتبارها من أكثر الواجهات تعرضا للإشعاع الشمسي، حيث يمكن تصميم أماكن كالغرف الشمسية SUN ROOMS أو فراغات حاجزة RECREATION AREA تفصل الفراغات المستخدمة كغرف النوم وخلافه عن الواجهة

الجنوبية، شكل رقم (٤-٢٣)، حيث تنتقل الحرارة المكتسبة والمختزنة في تلك الفراغات شتاءا إلى باقي فراغات المبنى عن طريق الحمل أو ميكانيكيا عن طريق مراوح توزيع مخصصة لذلك. ومن أشهر الأمثلة على ذلك هو إستخدام المدفأه الشمسية SOLAR CHEMNEY وذلك بجعل الفراغ الجنوبي أحد السلالم أو الممرات .....إلخ، شكل رقم (٤-٢٤).



شكل رقم (٤-٢٣): تصميم الفراغات الجنوبية كفراغات حاجزة للإشعاع الشمسي.

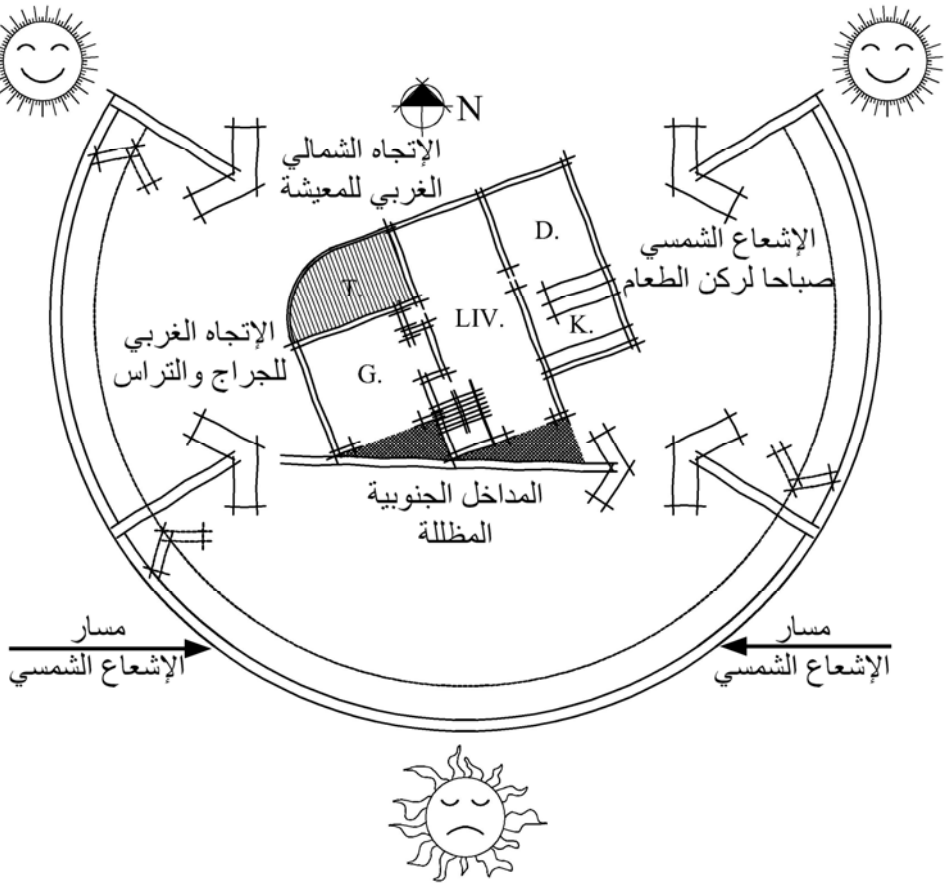


شكل رقم (٤-٢٤): تصميم المدفأة الشمسية.

٤-٧-٣-٤ تخصيص وملائمة إستخدام الفراغات الموجهة للإشعاع الشمسي:

PLAN SPECIFIC ROOMS OR FUNCTIONS TO CONCIDE WITH SOLAR ORIENTATION:

يجب التوافق ما بين توزيع الفراغات والعلاقات الوظيفية مع الإتجاهات البيئية، فعلى سبيل المثال يوضح شكل رقم (٤-٢٥) توزيعاً مقترحاً لفراغات المبنى لتتلائم وظيفتها مع مسار الإشعاع الشمسي طوال اليوم حيث يمكن وضع غرف النوم والمطبخ وركن الطعام في الإتجاهات الشرقية لإستقبال الإشعاع الشمسي صباحاً ووضع الجراج والفراغات شبه المغطاه الخارجية جنوباً وغرباً مع الفراغات الشمسية كـ TROMBE WALL.



شكل رقم (٤-٢٥): توزيع الفراغات والعلاقات الوظيفية مع الإتجاهات البيئية.

ويوضح جدول رقم (٤-١٢) توزيعا للعلاقات الفراغية مع الإتجاهات البيئية المختلفة بحيث يمكن تحديد التوجيه المفضل للفراغ بعد الدراسات الوافية لإتجاه الرياح والعناصر المناخية المختلفة.

جدول رقم (٤-١٢): الإتجاهات المقترحة للفراغات الوظيفية مع الإتجاهات البيئية المختلفة:

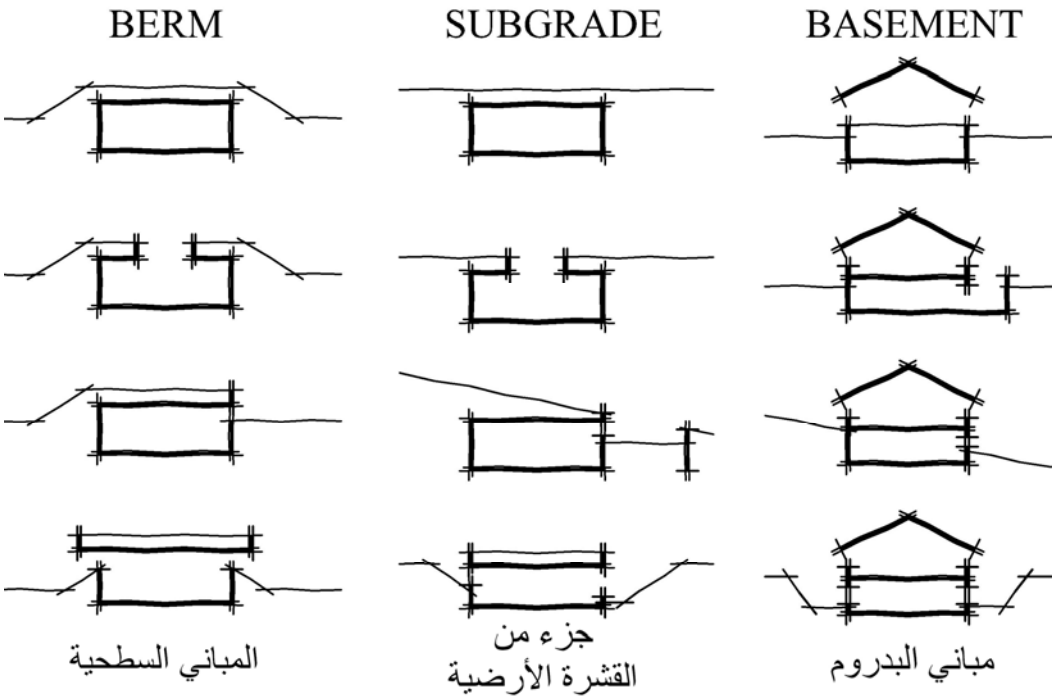
التوجيه / الفراغ	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
غرف النوم	●	●	●	●	●			
الحمامات	●	●	●	●	●	●	●	●
المطبخ			●	●	●			
غرفة الطعام			●	●	●	●		
المعيشة				●	●			
معيشة عائلية				●	●	●		
الخدمات والمغسلة	●	●						●
ورشة	●	●						●
مخزن	●						●	●
جراج	●					●	●	●
مدخل				●	●	●		
فراغ خارجي			●	●	●	●		

٤-٧-٣-٥ الإستفادة من القشرة الأرضية وطبقات الأرض العليا لحماية المبنى:
RECESS STRUCTURE BELOW GRADE OR RAISE EXISTING GRADE FOR EARTH-SHELTERING EFFECT:

من المعروف أن المبنى فوق الأرض يتعرض بكامله لكافة العوامل والعناصر المناخية من تأثير للرياح والحراراة والرطوبة .....إلخ، وعلى النقيض فإن ما يقع من المبنى تحت الأرض كالبدروم مثلا يكون بالتالي أقل عرضه لتلك العوامل.

والمباني تحت الأرض تتخذ عدة أشكال تفي بالعديد من إستراتيجيات التصميم المناخي منها التحكم الحراري والحماية من الرياح والضوضاء والتلوث .....إلخ، ويوضح شكل رقم (٤-٢٦) كروكي للمباني تحت الارض وتصنيفها والتي يمكن تحديدها في التالي:

- السطحية BERM.
- جزء من القشرة الأرضية SUBGRADE.
- البدروم BAEMENT.



شكل رقم (٤-٢٦): تصنيف المباني تحت الأرض.

ومن الجدير بالذكر أن تكلفة المباني تحت الأرض تعتبر مرتفعة مقارنة بمثيلاتها من المباني فوق الأرض وذلك بسبب زيادة العناصر الإنشائية وعوامل الأمان والعزل المتطلبة لحماية المنشأ من التربة السفلية والضغط الناتج عنها.

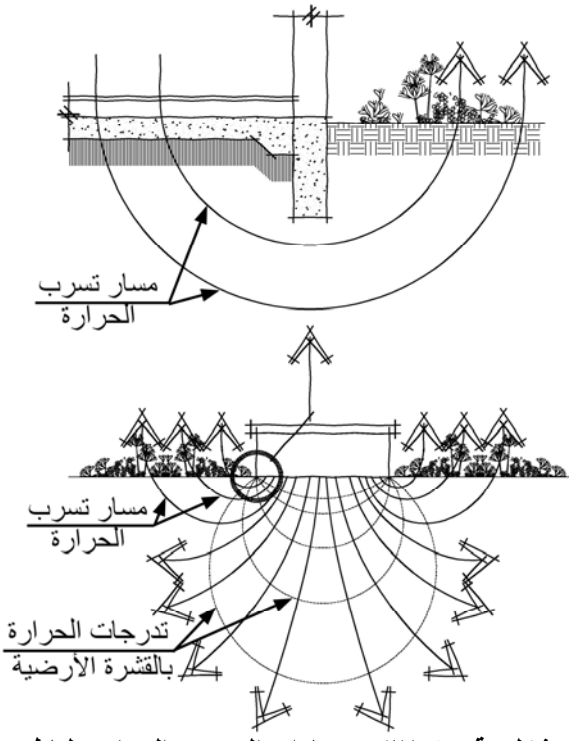
٤-٧-٣-٦ إستخدام الأرضيات الخرسانية بالدور الأرضي للتخلص من الحراراة إلى باطن الأرض:
USE SLAB-ON-GRDE CONSTRUCTION FOR GROUND TEMPERATURE HEAT EXCHANGE:

للبلاطات الخرسانية وسيلتين للسلوك الحراري داخلها وهما:

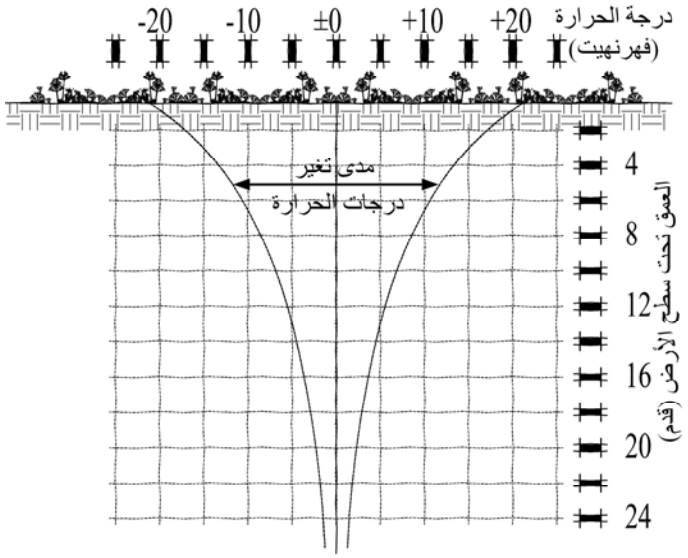
١- فقد أو إكتساب الحراراة للوسط الهوائي المحيط بالبلاطة.

٢- التبادل الحراري بين البلاطة الخرسانية وطبقات الأرض بالدور الأرضي.

ويتضح من شكل رقم (٤-٢٧) أن مسارات التبادل الحراري بين البلاطة الخرسانية وطبقات الأرض الباردة تسلك مساراً مركزي شبه دائري. وذلك ما يفسر إنخفاض درجات الحرارة بالدور الأرضي (مع عدم وجود دور بدروم) عن باقي الأدوار بنسبة الفقد الحراري عن طريق الأرضيات الخرسانية إلى باطن الأرض، ويوضح شكل رقم (٤-٢٨) العلاقة بين العمق بسطح الأرض ومدى تغير درجة الحرارة عن الدرجة فوق سطح الأرض بالموجب أو السالب طبقا للموقع.



شكل رقم (٤-٢٧): مسارات التسريب الحراري لباطن الأرض.



شكل رقم (٤-٢٨)[1]: العلاقة بين مدى تغير درجة الحرارة والعمق تحت سطح الأرض.

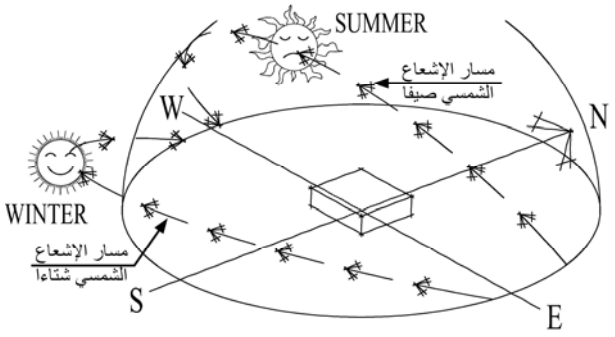
٤-٧-٣-٧ توجيه المبنى وتشكيله للإستفادة بأقصى قدر للإشعاع الشمسي شتاءا:
SHAPE AND ORIENT THE BUILDING SHELL TO MAXIMIZE EXPOSURE TO WINTER SUN:

من دراسة حركة الشمس نجد أن مسار الشمس شتاءا أقصر وأقل إرتفاعا من المسار صيفا، الأمر الذي يؤدي إلى عدم تعرض الواجهات الشرقية والغربية للإشعاع الشمسي شتاءا إلا أوقات قصيرة جدا، شكل رقم (٤-٢٩)، وللإبتعاد عن إكتساب الحرارة من الواجهات الجنوبية يمكن التوصل إلى الآتي:

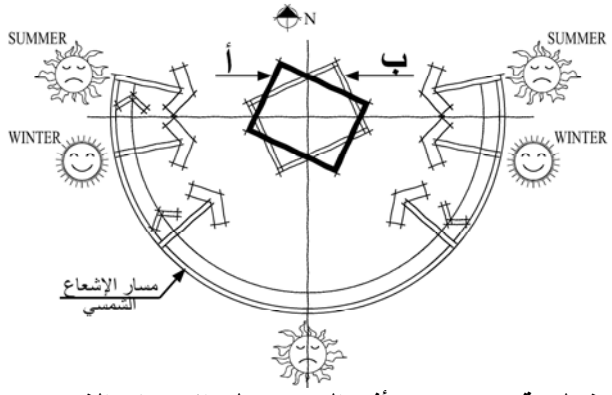
١- بإستدارة المبنى ما يقارب ١٥° غرباً يسمح للواجهات الشرقية بإستقبال الإشعاع الشمسي المطلوب شتاءا وتدفئة المبنى في الأوقات المبكرة، المبنى (أ)، شكل رقم (٤-٣٠).
٢- بإستدارة المبنى شرقاً بنحو ١٥° يسمح للمبنى بإكتساب الحرارة وقت الغروب وتدفئة المبنى ليلا، المبنى (ب)، شكل رقم (٤-٣١).

ويمكن تحديد أي الحلين أنسب طبقا لمتطلبات المستعمل وأوقات إشغال المبنى.

[1] Pat Guthrie Architect, **Desert Architecture**, Arizona, 1995.



شكل رقم (٤-٢٩): مسار الإشعاع الشمسي صيفا وشتاءا.



شكل رقم (٤-٣٠): تأثير التوجيه على الإكتساب الشمسي.

٤-٧-٣-٨ إستخدام مواد ذات محتوى حراري كبير لتخزين الطاقة الشمسية الحرارية:
USE HIGH-CAPACITANCE MATERIALS TO STORE SOLAR HEAT GAIN:

تختلف المواد حسب سعتها الحرارية والموصلية الحرارية الخاصة بها، فعلى سبيل المثال يوضح جدول رقم (٤-١٣) الخصائص الحرارية لبعض مواد البناء المستخدمة.

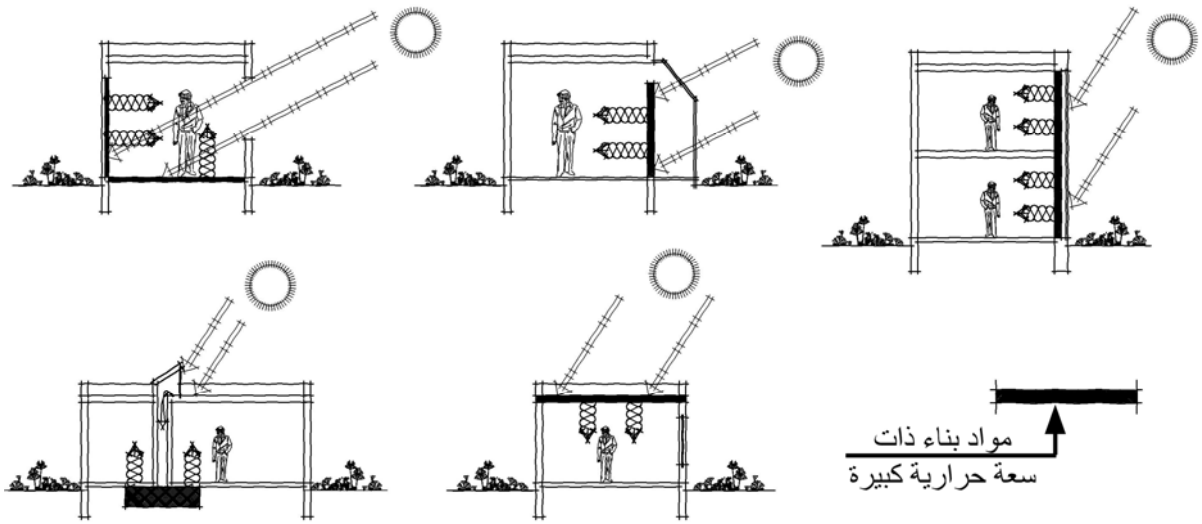
جدول رقم (٤-١٣)[1]: الخواص الحرارية لمواد البناء والتشطيبات:

م	المادة	الكثافة (كجم/م٣)	الموصلية الحرارية (وات/م.س)	الحرارة النوعية (جول/كجم.س)
	أولا: طوب البناء:			
١	فوم مفرغ	٥٣٠	٠,٢	
٢	فوم مصمت	٨٠٠	٠٢٥	
٣	ليكا مفرغ	١٢٠٠	٠,٣٩	١٠٠٠
٤	طفلي مفرغ	١٧٩٠	٠,٦	٨٤٠
٥	طفلي مصمت	١٩٥٠	١,٠٠	٨٢٩
٦	أسمنتي مصمت	١٨٠٠	١,٢٥	٨٨٠
٧	أسمنتي مفرغ	١١٤٠	١,٦	٨٨٠
٨	خرساني مصمت	٢٠٠٠	١,٤	٨٤٠
٩	خفاف أبيض	٩٨٥	٠,٣٣	٨٥٠
١٠	رملي وردي مصمت	١٨٠٠	١,٥٩	٨٣٥
١١	رملي مفرغ	١٥٠٠	١,٣٩	٨١١
	ثانيا: البلاط:			
١٢	بلاط قنالتكس	١٣٥٠	٠,١٦	
١٣	بلاط سيراميك	٢٠٠٠	١,٢٠	
١٤	بلاط أسمنتي	٢١٠٠	١,١٠	
١٥	بلاط موزايكو	٢٤٥٠	١,٦٠	
	ثالثا: مواد متنوعة:			
١٦	بيتومين	١٠٥٥	٠,١٦	
١٧	بياض أسمنتي	١٥٧٠	١,٠ – ٠,٩	
١٨	بياض جبسي	١٢٠٠	٠,٤٢	
١٩	زجاج عادي	٢٤٧٠	١,٠	
٢٠	خرسانة عادية	٢٤٦٠	١,٤٤	
	رابعا: مواد عزل حراري:			
٢١	ألواح بوليسترين مبثوق	٢٨ - ٤٠	٠,٠٣٣-٠,٠٢٧	

[1] اللجنة الدائمة لإعداد المواصفات المصرية العامة لبنود الأعمال، مواصفات بنود أعمال العزل الحراري " اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ"، الطبعة الثانية ٢٠٠١.

٢٢	ألواح بوليسترين ممدود	١٥-٤٠	٠,٠٣-٠,٠٣٧	
٢٣	حبيبات بوليسترين	١٥	٠,٠٤٥	
٢٤	ألواح بولي يوريثان	٣٠-٤٠	٠,٠٢-٠,٠٢٧	
٢٥	مونة الأسمنت الرغوي	٤٠٠-٨٨٠	٠,١-٠,٢٥	
٢٦	السيلتون	٤٨٠	٠,١٧	
٢٧	فيرميكيوليت سائب	١٠٠	٠,٠٦٥	
٢٨	مونة فيرميكيوليت	٤٨٠-٩٦٠	٠,١٣٥-٠,٣٠٣	

ونجد أنه من أحد وسائل تدفئة الفراغات الداخلية شتاءا هي الإعتماد على الإحتفاظ بالطاقة الحرارية لتشع مرة أخرى داخل الفراغ بعد زوال الإشعاع الشمسي ليلا، وذلك من خلال تخزين الإشعاع الشمسي بمواد البناء والتي يجب أن تكون لها سعة حرارية كبيرة وتوجد في مكان معرض للإشعاع الشمسي المباشر لوقت كافي من اليوم.
ويتوقف زمن الإحتفاظ بالحرارة وإشعاعها والإنتقالية الحرارية طبقا لنوع المادة حيث يختلف من مادة لأخرى، ويوضح شكل رقم (٤-٣١) عدة كروكيات للأماكن المقترحة لوضع تلك المواد ذات السعة الحرارية الكبيرة حتى يمكن الإستفادة من الطاقة الحرارية المخزنة وقت اللزوم طبقا لحسابات زمن التأخير TIME LAG.

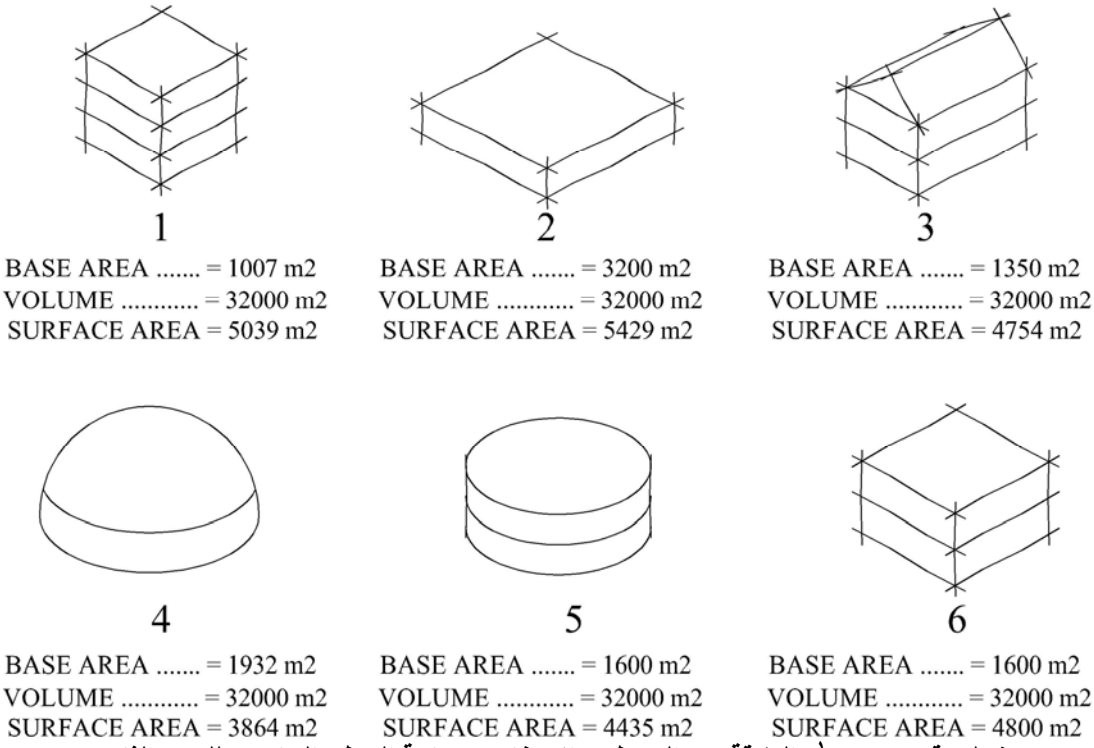


شكل رقم (٤-٣١): أماكن المواد ذات السعة الحرارية للإستفادة من الطاقة الحرارية المخزنة.

٤-٧-٣-٩ التقليل من مسطح الحوائط الخارجية والأسقف نسبة إلى حجم المبنى:

MINIMIZE THE OUTSIDE WALL AND ROOF AREAS (RATIO OF EXTERIOR SURFACE TO ENCLOSED VOLUME):

نسبة المسطح الخارجي إلى الحجم SVR (SURFACE TO VOLUME RATION) تعتبر دلالة على نسبة الحوائط والأسقف الخارجية مقارنة بحجم الفراغات الداخلية، وهي تعتبر من أحد وسائل المقارنة بين المباني مختلفة النسب وذات حجم فراغي واحد، فللحجم الفراغي الواحد كلما كان شكله المحدد أصغر كلما كان الفقد الحراري عبر غلافه أقل.
ولهذا تعتبر نسبة SVR مقياسا لمدى كفاءة الفراغ الداخلي في الإحتفاظ بالحرارة الداخلية وعدم التبادل الحراري مع الوسط المحيط، إلا أنه يلاحظ أنها ليست دلالة على مدى كفاءة إستغلال الفراغ الداخلي وظيفياً، ويوضح شكل رقم (٤-٣٢) عدة كتل لها نفس الحجم الفراغي الثابت إلا ان لكل منها SVR مختلف بسبب إختلاف مسطحاتها الخارجية، ويمكن تقليل نسبة SVR وذلك كلما قلت مساحة السطح المعرض لنفس الحجم وذلك بتقليل الإرتفاع المفرط للأسقف على سبيل المثال.

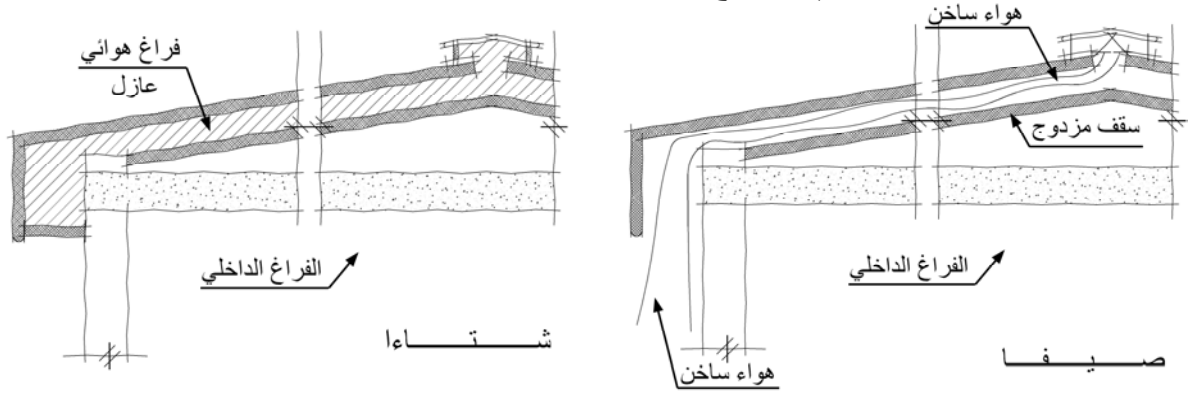


شكل رقم (٤-٣٢)[١]: العلاقة بين المسطح والإرتفاع ومساحة السطح الخارجي للحجم الثابت.

٤-٧-٣-١٠ إستخدام الفراغات المخلقة طبيعيا وغير مستخدمة كفراغ حاجز ما بين فراغات المبنى والفراغ الخارجي المحيط:

USE ATTIC SPACE AS BUFFER ZONE BETWEEN INTERIOR AND OUTSIDE CLIMATE:

ويمكن إستغلالها في بعض طرز المباني مثل الإغريقي والروماني أو التي يتخلق بها بعض الفراغات غير المستغلة نظرا لشكل الطراز المعماري والتي يمكن إستغلالها بيئيا، فعلى سبيل المثال من أحد الطرز المعمارية الشائعة هي إستخدام الأسقف المائلة في المباني والتي يمكن إستغلالها كما هو موضح في شكل رقم (٤-٣٣) عن طريق تحريك الهواء ما بين السقف الخارجي المائل والسقف الداخلي المعتدل وذلك لتخفيف الأحمال الحرارية الزائدة على الأسقف، كما أنه بغلق فتحات ذلك الفراغ شتاءا يكون هناك فراغ حاجز ما بين الفراغ الداخلي والفراغ الخارجي يقلل من نسبة التسرب الحراري للخارج.



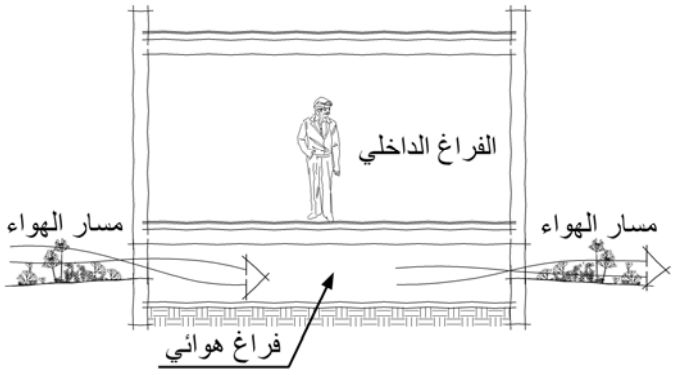
شكل رقم (٤-٣٣): إستغلال الأسقف المائلة في المباني بيئيا.

[١] Donald Watson, Faia and Kennetb Labs, **Climatic Design "Energy Efficient Building Principles and Practices"**, Mc Graw-Hill Book Company New York, 1983.

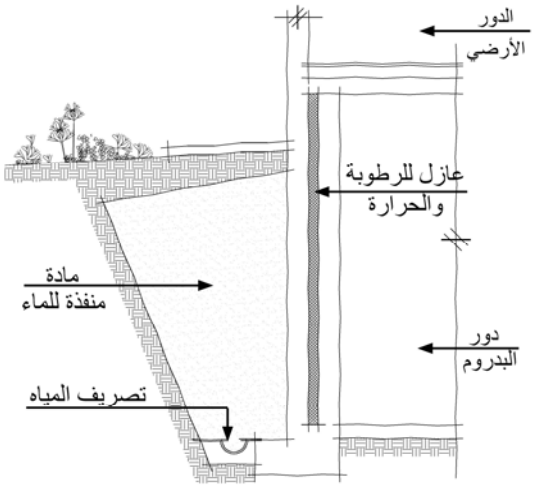
٤-٧-٣-١١ إستخدام البدروم كمنطقة حاجزة ما بين الفراغ الداخلي والأرض:

USE BASEMENT OR CRAWL SPACE AS BUFFER ZONE BETWEEN INTERIOR & GROUND:

كما سبق ذكره فإنه يمكن تخفيف الأحمال الحرارية عن طريق التسريب الحراري للأرض، إلا أنه على العكس إذا كانت درجة حرارة الفراغ الداخلي أقل من مجال الراحة الحرارية فإنه من المهم منع والحد من التسريب الحراري للأرض وذلك عن طريق وجود عازل ما بين الدور الأرضي وسطح الأرض مثل العازل الهوائي، شكل رقم (٤-٣٤)، ويعتبر دور البدروم من أحد أهم الفراغات المعمارية والتي تعمل كفراغ عازل ما بين الدور الأرضي والأرض، إلا أنه يلاحظ أنه لزيادة كفاءتها يجب عزل حوائط البدروم من التربة المحيطة حيث أنها تعتبر أقل درجة حرارة مما يجعل البدروم عرضة للفقد الحراري خلال الحوائط عن طريق التوصيل، ويعتبر تصريف المياه في التربة المحيطة من أحد الوسائل المفيدة للإحتفاظ بدرجة حرارة أعلى للتربة، شكل رقم (٤-٣٥).



شكل رقم (٤-٣٤): إستغلال دور البدروم كفراغ عازل بين الأرض والدور الأرضي.

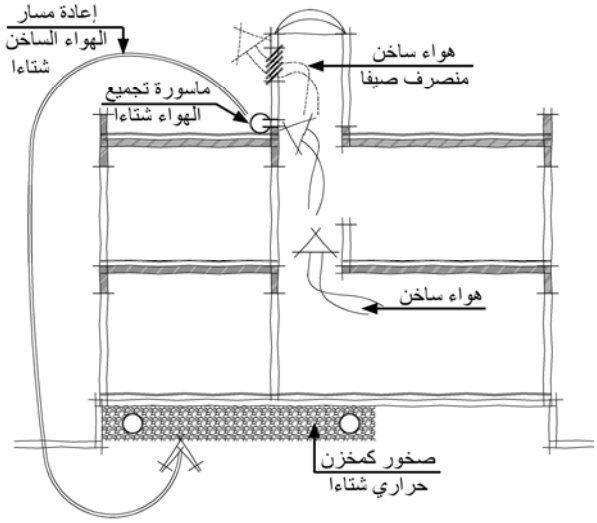


شكل رقم (٤-٣٥): عزل حوائط البدروم وتصريف المياه المحيطة للإحتفاظ بدرجة الحرارة الداخلية.

٤-٧-٣-١٢ إمداد المبنى بالقصبات الهوائية للتخلص من الزيادة الهوائية الحارة:

PROVIDE AIR SHAFTS FOR NATURAL OR MECHANICALLY ASSISTED HOUSE–HEAT RECOVERY:

مستغلا ظاهرة إرتفاع الهواء الساخن لأعلى يمكن التخلص من الحرارة الهوائية الزائدة بالفراغ عن طريق توفير SHAFT مختلفة وذلك إما للتخلص من الهواء الساخن الزائد أو توجيه الهواء الساخن إلى مخازن صخرية محددة بالمبنى لإعادة إستخدام الحرارة مرة أخرى، شكل رقم (٤-٣٦).

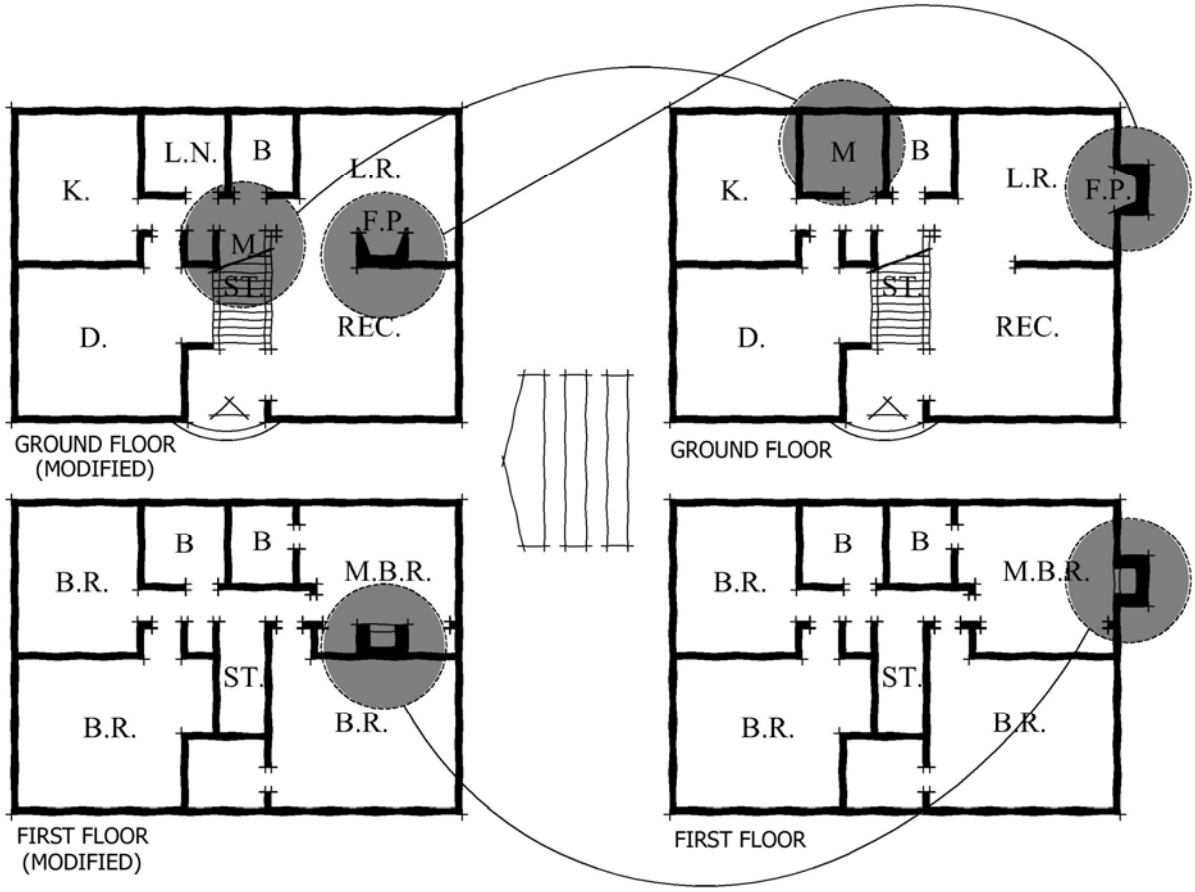


شكل رقم (٤-٣٦): التخلص من الحرارة الزائدة عن طريق القصبات الهوائية.

٤-٧-٣-١٣ تمركز مصادر الطاقة الحرارية في وسط المبنى:
CENTRALIZE HEAT SOURCES WITHIN BUILDING INTERIOR:

تختلف مصادر الطاقة الحرارية داخل الفراغات المعمارية من أجهزة كهربائية-دفايات حرارية-.....إلخ، وتتميز تلك الأجهزة بأنها تبث الإشعاع الحراري داخل الفراغ مما يؤدي إلى الحاجة إليها عند إنخفاض درجة الحرارة الداخلية عن مجال الراحة الحرارية.

ويوضح شكل رقم (٤-٣٧) أحد المساقط الأفقية لمنزل والتعديل المقترح والذي تم فيه وضع أجهزة الإشعاع الحراري داخل المنزل في موقع متوسط وذلك للإحتفاظ بأكبر قدر من الحرارة المتبادلة بينها وبين الفراغ المحيط عند عمل تلك الأجهزة شتاءا.



شكل رقم (٤-٣٧): تمركز مصادر الطاقة الحرارية في وسط المبنى.

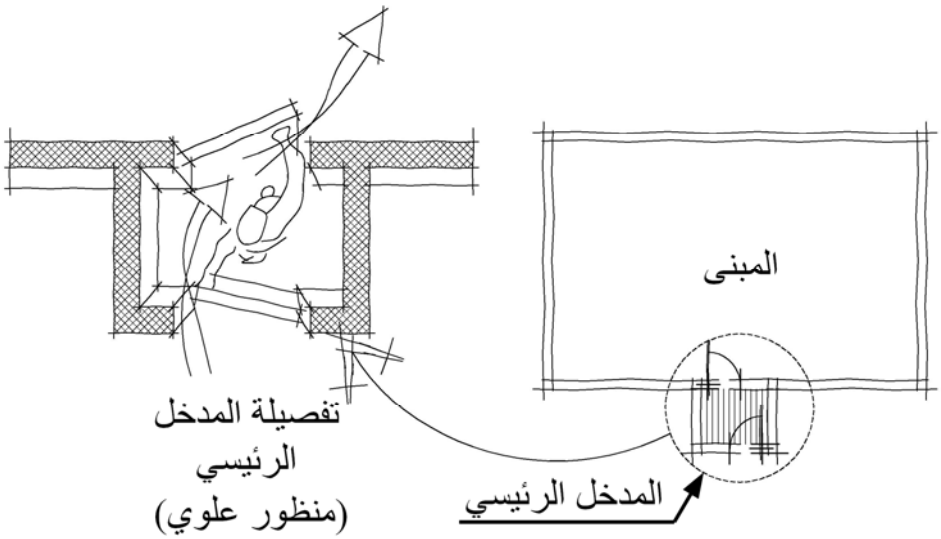
٤-٧-٣-١٤ إستخدام المداخل المسقوفة للمبنى:
USE VESTIBULE OR EXTERIOR (WIND-SHIELD) AT ENTRY WAYS:

تقلل المداخل المزدوجة والمسقوفة من التسريب الحراري عن طريق وسيلتين، يمكن ذكرهم كما يلي:

١- يقلل وجود بابين متواليين بينهم الفراغ المغلق في تقليل التسريب الحراري بين الباب والحلق.

٢- تعتبر خطوة فتح باب والدخول وإغلاقه ثم فتح الباب الآخر عاملا في تقليل تبادل الهواء بين الداخل والخارج.

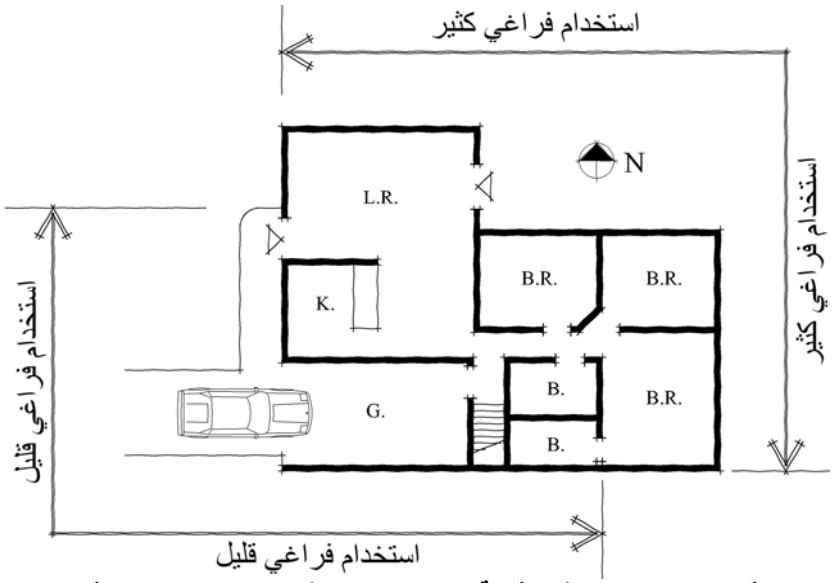
وتعتبر المداخل المزدوجة المسقوفة من الحلول المفيدة جدا خاصة إذا كان المدخل عرضة في إتجاه رياح شتوية باردة، شكل رقم (٤-٣٨).



شكل رقم (٤-٣٨): إستخادم المداخل المسقوفة والمزدوجة للمباني.

٤-٧-٣-١٥ إستخدام الفراغات قليلة الإستخدام (مخزن-جراج-خدمات) كفراغات حاجزة ما بين الفراغات الداخلية والمناخ الخارجي:

LOCATE LOW-USE SPACES, STORAGE, UTILITY AND GARAGE AREAS TO PROVIDE CLIMATIC BUFFERS:



شكل رقم (٤-٣٩): الفراغات قليلة الإستخدام كفراغات حاجزة بين الفراغ الداخلي والمناخ الخارجي.

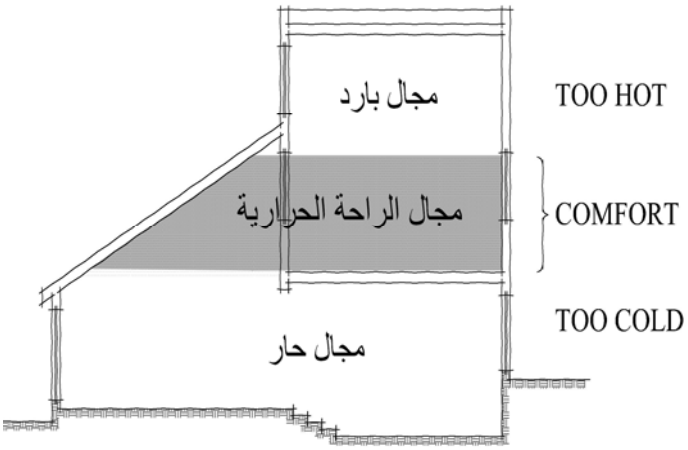
يمكن إستغلال الفراغات قليلة الإستخدام كالمخازن وسلالم الخدمة والجراجات .....إلخ كفراغ هوائي عازل بين الفراغات كثيرة الإستخدام والعوامل المناخية الخارجية، شكل رقم (٤-٣٩)، وهو حل معماري يشبه إلى حد ما الفراغ الهوائي المشكل بواسطة البدروم والذي يقوم بدور العازل ما بين الدور الأرضي وسطح الأرض.

٤-٧-٣-١٦ تقسيم الفراغ الداخلي لمناطق حارة ومناطق باردة:

SUBDIVIDE INTERIOR TO CREATE SEPARATE HEATING AND COOLING ZONES:

من المهم دراسة الفراغات الداخلية ومدى إستخدامها بحيث يجب الإهتمام بالفراغات كثيرة الإستخدام وفصلها عن الفراغات قليلة الإستخدام والحفاظ عليها في مجال الراحة الحرارية، وتعتبر من أهم الفواصل بين الفراغات هي الحوائط الداخلية وفتحات الأبواب الداخلية، لذا يجب دراسة المواد المكونة لتلك الفواصل بما يحقق العزل الحراري المطلوب عن الفراغات الأخرى.

ويلاحظ كذلك أن الأسقف بين الأدوار من الفواصل المهمة حيث أنه عند تحقيق الراحة الحرارية لفراغات الدور السفلي على سبيل المثال فإن الهواء الساخن يرتفع لأعلى ويسبب حمل حراري زائد على الدور العلوي، وذلك ملائم جدا في حالة وجود الأنشطة اليومية في الفراغ السفلي حيث أنه من الممكن بفتح الباب الواصل بين الدور العلوي والسفلي السماح للحرارة بالدخول للدور السفلي مرة أخرى عند الحاجة إليها ليلا، شكل رقم (٤-٤٠).

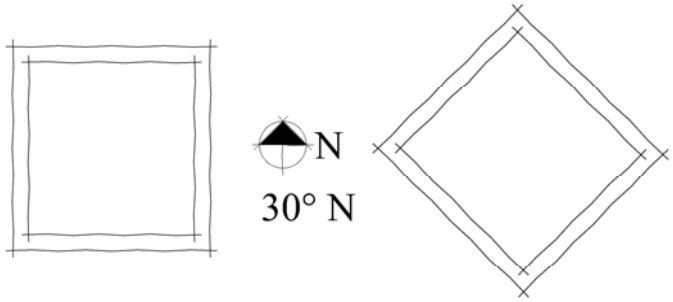


شكل رقم (٤-٤٠): التقسيم الداخلي للفراغ لمناطق حارة وباردة.

٤-٧-٣-١٧ توجيه المبنى وتشكيله لتقليل تأثير الإشعاع الشمسي صيفا:
SHAPE AND ORIENT THE BUILDING SHELL TO MINIMIZE EXPOSURE TO SUMMER SUN:

يمكن التحكم في كمية الإشعاع الشمسي الواصل للمبنى عن طريق عدة وسائل يمكن ذكر أهمها كالتالي:

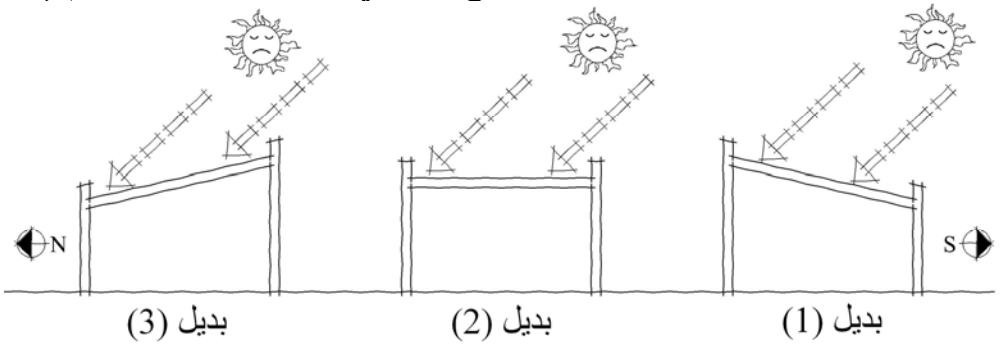
١- تشكيل المبنى وتوجيهه طبقا لمسار الإشعاع الشمسي وزوايا الشمس.
٢- إرتفاع المبنى المعرض للإشعاع الشمسي.
٣- شكل ودرجة ميل السقف.



شكل رقم (٤-٤١)[١]: تأثير التوجيه على الأحمال الحرارية على المبنى طوال اليوم.

فعلى سبيل المثال يوضح شكل رقم (٤-٤١) نموذج كتلي وحسابات الأحمال الحرارية الواقعة على الحوائط وذلك على بديلين مختلفين في التوجيه مع ثبات النسب والمساحة وذلك على خط عرض ٣٨° شمالا.

أما بالنسبة للأسقف فإن التأثير يعتمد على زاوية الشمس وميل السقف فعلى سبيل المثال كلما كان الميل عكس إتجاه ميل الشمس كلما قل تأثير الإشعاع الشمسي على السقف، شكل رقم (٤-٤٢).

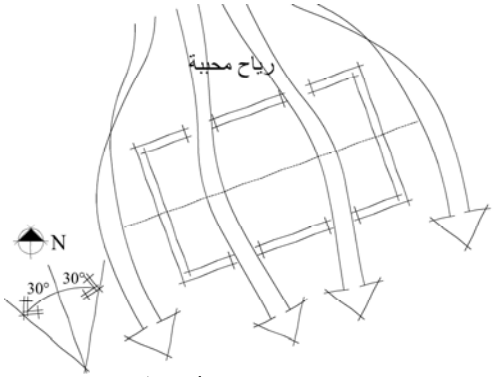


شكل رقم (٤-٤٢): تأثير ميول السقف على الإكتساب الحراري للمبنى.

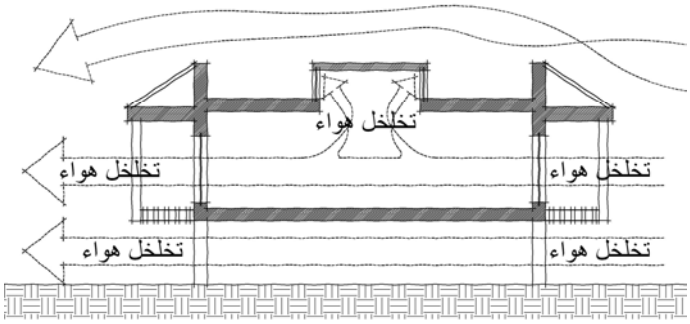
[١] Ibid.

٤-٧-٣-١٨ توجيه المبنى وتشكيله للإستفادة بأقصى قدر من نسيم الصيف:
SHAPE AND ORIENT THE BUILDING SHELL TO MAXIMIZE EXPOSURE TO SUMMER BREEZES:

مع وجود نسيم الصيف وتحديد إتجاهه يجب على المصمم الإستفادة بأقصى قدر منه وذلك على مستوى المسقط الأفقي أو القطاع الرأسي. فعلى سبيل المثال يفضل وضع الضلع الأكبر في إتجاه الرياح المحببة الغير معرضة بكثرة للإشعاع الشمسي وإستغلال أكبر الفتحات بها إن أمكن، شكل رقم (٤-٤٣)، وكذلك على مستوى القطاع الرأسي بتوفير مسارات الهواء متخللة كافة فراغات المبنى لتحقيق التهوية الكاملة لها، شكل رقم (٤-٤٤).



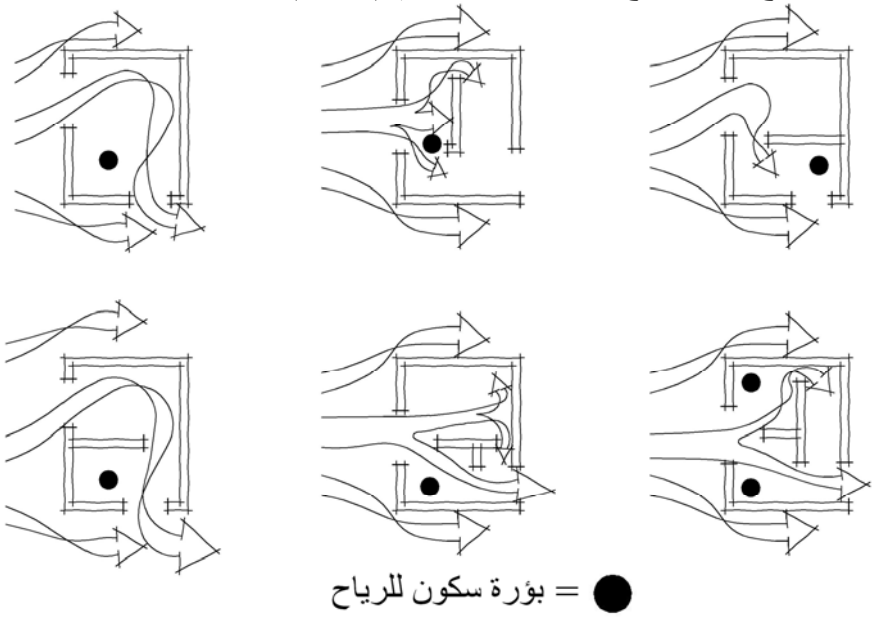
شكل رقم (٤-٤٣): إستغلال أكبر فتحات لتحقيق التهوية بالفراغات الداخلية.



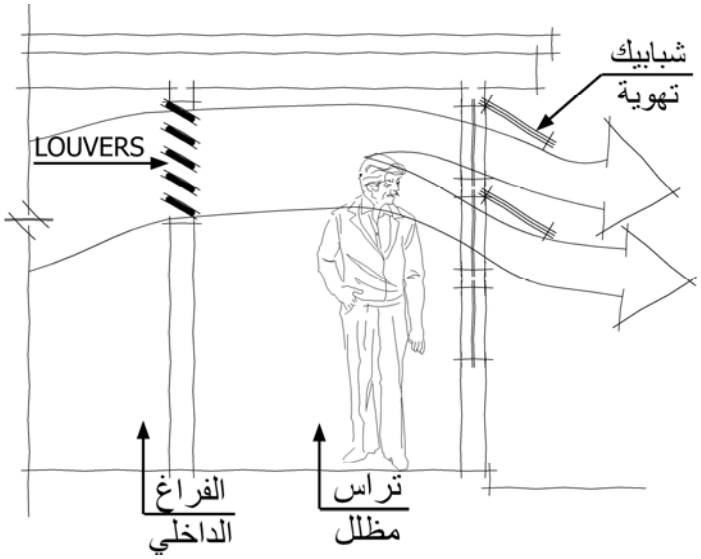
شكل رقم (٤-٤٤): تحقيق التهوية الطبيعية وتخلخل الهواء للفراغات الداخلية على مستوى القطاع.

٤-٧-٣-١٩ إستخدام الفراغات شبه المفتوحة لإمداد الفراغات الداخلية بالرياح المحببة:
USE "OPEN PLAN" INTERIOR TO PROMOTE INTERIOR AIR FLOW:

على الرغم من أن الحوائط الداخلية تقلل من تأثير وسرعة الرياح داخل الفراغات الداخلية، إلا أنه في بعض الأحيان من الممكن إستخدامها لتخليق قنوات ومسارات للرياح عبر الفراغات الداخلية التي تحتاج للتهوية، إلا أنه في بعض الأحيان من الممكن إستخدامها لتخليق قنوات ومسارات للرياح عبر الفراغات الداخلية التي تحتاج للتهوية، إلا أنها قد تخلق كذلك في نفس الوقت بؤر يحدث بها ركود للرياح كما يتضح ذلك من شكل رقم (٤-٤٥).



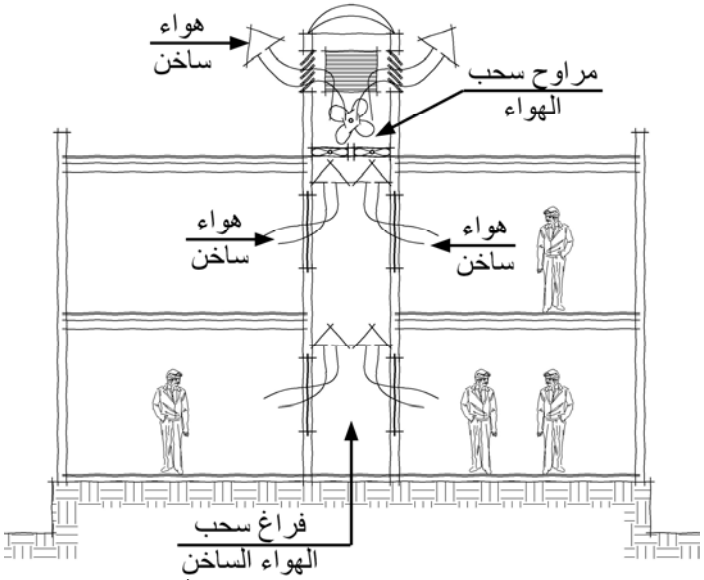
شكل رقم (٤-٤٥): بؤر ركود الرياح بالفراغات الداخلية.



وكذلك فإن الحوائط شبه المفتوحة (LOUVERED WALL) تحقق شبه إتصال ما بين الداخل والخارج إلى جانب سماحها للتهوية المطلوبة، وذلك يمكن تحقيقه في بعض الفراغات كغرف تغيير الملابس أو الممرات أواللوبي .....إلخ كما في شكل رقم (٤-٤٦).

شكل رقم (٤-٤٦): إستخدام LOUVERED WALL لتهوية الفراغات الداخلية.

٤-٧-٣-٢٠ إستخدام الـ DUCTS الداخلية للمساعدة في حركة الهواء بالمبنى:
PROVIDE VERTICAL AIR SHAFTS TO PROMOTE INTERIOR AIR FLOW:



يتجه الهواء الساخن بالفراغات الداخلية إلى أعلى مسببا حركة داخلية للهواء، ويعتمد حركة الهواء بالفراغ على مدى ما يمكن للهواء الساخن أن يرتفع لأعلى بحرية، ومن أحد تلك الحلول للسماح بحركة الهواء الساخن لأعلى محققا حركة الهواء الداخلية المطلوبة هي وضع الـ DUCTS أو SHAFTS داخل الفراغات لتسمح بحركة الهواء لأعلى، ومن الممكن أيضا المساعدة ميكانيكيا في حركة الهواء بوضع مراوح شفط بأعلى كما في شكل رقم (٤-٤٧).

شكل رقم (٤-٤٧): إستخدام DUCTS الداخلية للحصول على التهوية المطلوبة للفراغات الداخلية.

٤-٧-٤ وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الغلاف الخارجي للمبنى:
٤-٧-٤-١ إستخدام الزراعات والأشجار المحيطة بحوائط المبنى الخارجية:
USE PLANTING NEXT TO BUILDING SKIN:

تعتبر الزراعات من الوسائل المفيدة جدا للتحكم البيئي خاصة في حالة وقوعها بجوار حوائط المبنى الخارجية حيث أنها تفيد صيفا في إظلال الحوائط الخارجية وحجب الإشعاع الشمسي وتقليل الأحمال الحرارية الزائدة على الغلاف الخارجي للمبنى، شكل رقم (٤-٤٨)، كما أن تلك الزراعات وخاصة الكثيفة منها تفيد في تكوين طبقة خضراء عازلة للحرارة إلى حد ما بما يفيد في الإحتفاظ بحرارة الفراغ الداخلي شتاءا.

شكل رقم (٤-٤٨): إستخدام الزراعات لإظلال المباني.

٤-٧-٤-٢ إستخدام رذاذ المياه على أسقف المباني:

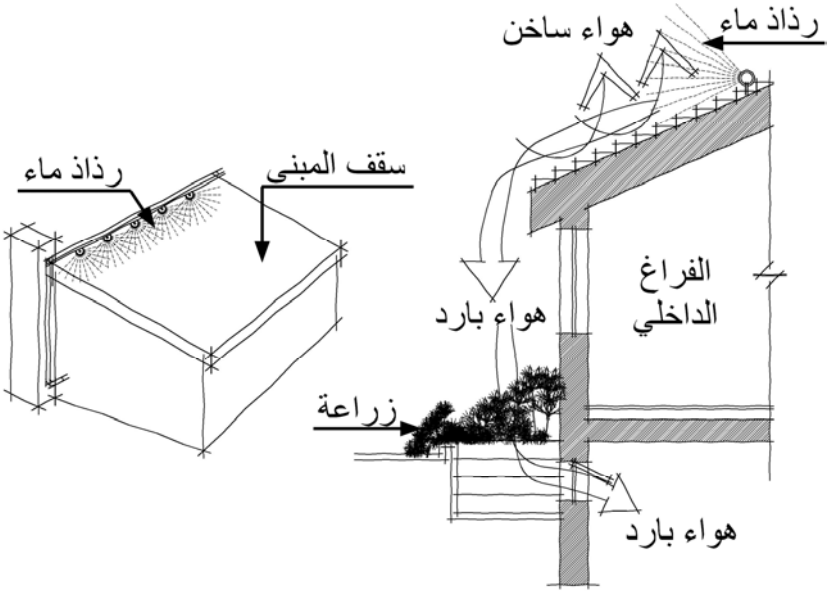
USE ROOF SPRAY OR ROOF PONDS FOR EVAPORATIVE LOOLING:

من خلال الغلاف الخارجي للمبنى المعرض للإشعاع الشمسي يمكن الحد من الأحمال الحرارية على المبني وذلك من خلال تخفيف الأحمال الحرارية على الغلاف الخارجي، ويعتبر السقف من أكثر عناصر الغلاف الخارجي عرضة للإشعاع الشمسي ولهذا يمكن تخفيف الأحمال الحرارية على الأسقف بخلاف العوازل والإظلال عن طريق وسيلتين أخريين وهما:

١- إستخدام المسطحات المائية على السقف.

٢- إستخدام رذاذ الماء على السقف.

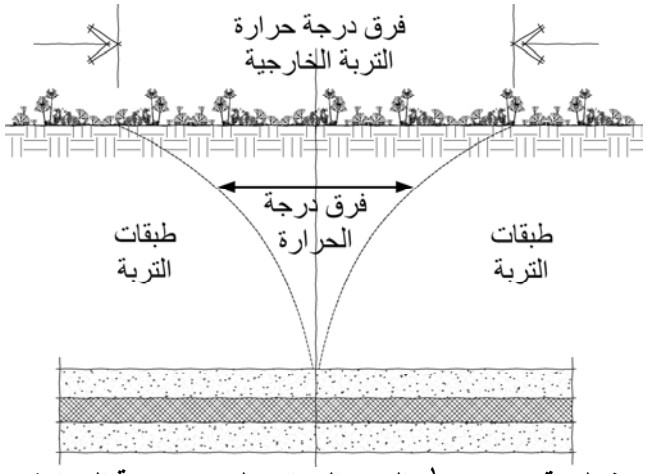
ويوضح شكل رقم (٤-٤٩) نظام لإستخدام رذاذ المياه على السقف لتخفيف الأحمال الحرارية عليه عن طريق البخر وتكوين ستارة هوائية باردة يمكن إستغلالها بفراغات المبنى الداخلية وذلك وقت الحاجة إلى إستخدام النظام عند زيادة الأحمال الحرارية على السقف.



شكل رقم (٤-٤٩): إستخدام رذاذ المياه بأسقف المباني لتخفيف الأحمال الحرارية.

٤-٧-٤-٣ إستخدام الأسقف المزروعة USE SOD ROOFS:

تعتبر زراعة الأسقف من الأنظمة المعقدة للتحكم الحراري صيفا وشتاءا للمبنى، حيث أن إكتساب وفقد الحرارة عبر الزراعات والتربة لا يمكن تحديدها بدقة ولكن يمكن وصف الميكانيزم كالتالي:



شكل رقم (٤-٥٠)[١]: المدى الحراري لتوزيع درجة الحرارة للأسقف المزروعة عبر طبقات التربة.

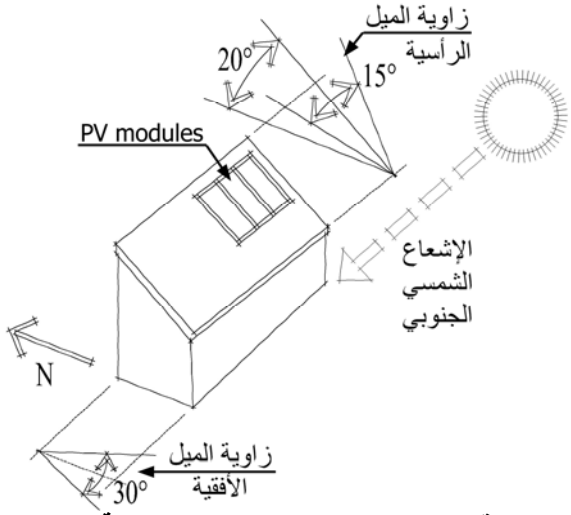
١- تحد الزراعات والحشائش من تأثير الإشعاع الشمسي حيث تعكس نسبة ٢٠-٣٠% من الإشعاع الشمسي الساقط وتمتص نسبة كبيرة من الباقي في أوراق النباتات الأمر الذي يظلل سطح التربة ويجعلها عرضة لأقل نسبة إشعاع شمسي.
٢- تفيد المياه المستخدمة من خلال البخر في تخفيف الأحمال الحرارية بنسبة 1000:2000Btu/ft2 وذلك لكل يوم خلال أيام الصيف مما يقلل أيضا من الأحمال الحرارية على التربة.
٣- تفيد تلك الزراعات في تكوين طبقة شبه عازلة شتاءا تحمي من الفقد الحراري من داخل الفراغات إلى الخارج.

ويوضح شكل رقم (٤-٥٠) المدى الحراري لتوزيع درجة الحرارة للأسقف المزروعة عبر طبقات التربة.

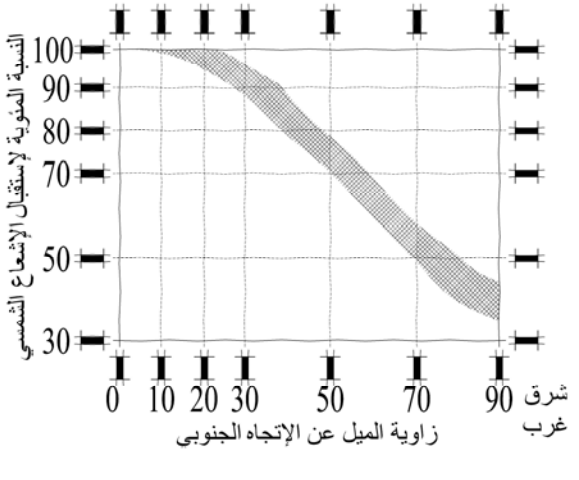
٤-٧-٤-٤ إستخدام المجمعات الشمسية في الإتجاهات الجنوبية للمبنى:

USE SOLAR WALL AND ROOF COLLECTORS ON SOUTH ORIENTED SURFACES:

يعتبر الإتجاه الجنوبي من أكثر الإتجاهات عرضة للإشعاع الشمسي لذا يفضل وضع المجمعات الشمسية في الحوائط الجنوبية والأسقف المائلة إتجاه الجنوب، شكل رقم (٤-٥١)، ويتحدد ميول السقف طبقا لإتجاه زوايا الشمس حتى يمكن الحصول على أقصى قدر من الإشعاع الشمسي. ويوضح شكل رقم (٤-٥٢) العلاقة بين زاوية الإنحراف للمبنى عن إتجاه الجنوب سواء شرق أو غرب والنسبة المئوية المستقبلة من الإشعاع الشمسي خلال الحوائط الجنوبية.



شكل رقم (٤-٥١): وضع المجمعات الشمسية بالإتجاه الجنوبي للمبنى.



شكل رقم (٤-٥٢)[٢]: العلاقة بين زاوية إنحراف المبنى عن الجنوب والنسبة المئوية المستقبلة من الإشعاع الشمسي.

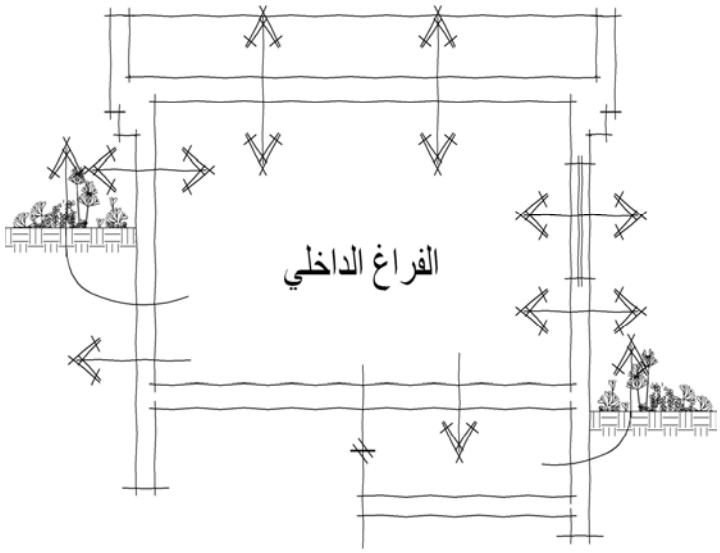
[١] يحيى وزيري، **التصميم المعماري الصديق للبيئة "نحو عمارة خضراء"**، مكتبة مدبولي، القاهرة ٢٠٠٢.

[٢] Donald Watson, Faia and Kennetb Labs, **Climatic Design "Energy Efficient Building Principles and Practices"**, Mc Graw-Hill Book Company New York, 1983.

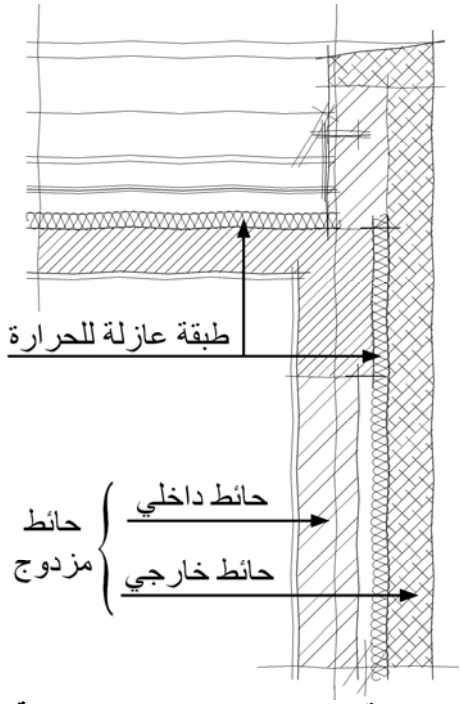
٤-٧-٤-٥ إستخدام المواد العازلة حراريا للحد من التبادل الحراري بين المبنى والفراغ المحيط:

SELECT INSULATING MATERIALS FOR RESISTANCE TO HEAT FLOW THROUGH BUILDING ENVELOPE:

تعتبر المواد العازلة للحرارة من المواد المفيدة وذلك في حالة وقوع درجة الحرارة الخارجية تحت مستوى مجال الراحة الحرارية إضافة إلى الحفاظ على درجة الحرارة الداخلية المريحة بإستخدام الوسائل الميكانيكية في حالة وقوع درجة الحرارة الخارحية أعلى من مجال الراحة الحرارية، ويتحدد أماكن تلك المواد العازلة في غلاف المبنى من حوائط وأسقف .....إلخ في الاماكن المتوقع فيها حدوث تبادل حراري بين الفراغ الداخلي والخارجي عن طريق التوصيل، وذلك كما هو موضح في شكل رقم (٤-٥٣)، إلا أنه يلاحظ أنه في بعض الأماكن يفضل فيها الفقد الحراري كأرضية الدور الأرضي لتخفيف الأحمال الحرارية كما سبق ذكره.
ويلاحظ أنه نظرا لمدى إختلاف التعرض للإشعاع الشمسي والرياح .....إلخ يختلف سمك الطبقة العازلة من مكان لآخر طبقا للدراسات التي تجرى لتحديد قيمة الإنتقالية الحرارية الملائمة U-value وبالتالي قيمة المقاومة الحرارية الناتجة R-value، ويوضح شكل رقم (٤-٥٤) تفصيلة أحد القطاعات في حائط خارجي للمبنى بإستخدام الطبقات العازلة من الفوم المشكل بالبثق EXTRUDED POLYSTYRENE، كما يتضح من جدول رقم (٤-١٤) أشهر المواد العازلة حراريا وخصائصها الحرارية.



شكل رقم (٤-٥٣): أماكن التبادل الحراري بين الفراغ الداخلي والفراغ الخارجي.



شكل رقم (٤-٥٤): إستخدام المواد العازلة حراريا بالحائط الخارجية للمباني.

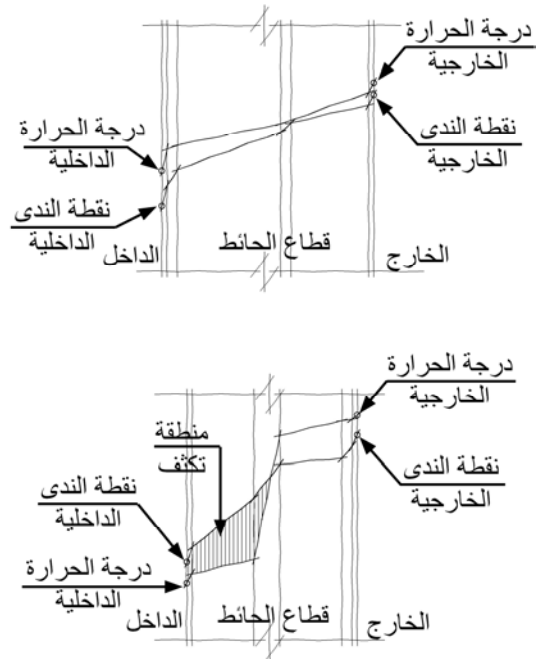
جدول رقم (٤-١٤)[1]: الخواص الحرارية لمواد البناء والتشطيبات:

م	المادة	الكثافة (كجم/م٣)	الموصلية الحرارية (وات/م.س)
١	ألواح بوليسترين مبثوق	٢٨ - ٤٠	٠,٠٢٧-٠,٠٣٣
٢	ألواح بوليسترين ممدود	١٥-٤٠	٠,٠٣-٠,٠٣٧
٣	حبيبات بوليسترين	١٥	٠,٠٤٥
٤	ألواح بولي يوريثان	٣٠-٤٠	٠,٠٢-٠,٠٢٧
٥	مونة الأسمنت الرغوي	٤٠٠-٨٨٠	٠,١-٠,٢٥
٦	السيلتون	٤٨٠	٠,١٧
٧	فيرميكيوليت سائب	١٠٠	٠,٠٦٥
٨	مونة فيرميكيوليت	٤٨٠-٩٦٠	٠,١٣٥-٠,٣٠٣

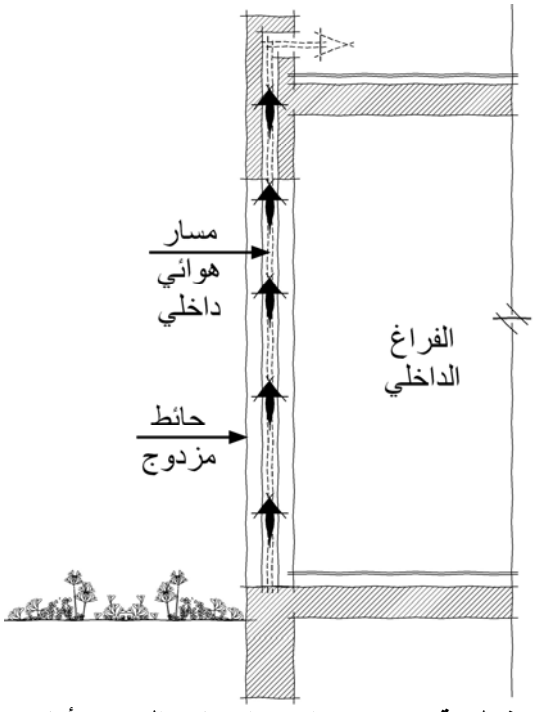
٤-٧-٤-٦ إستخدام الحواجز البخارية المائية للتحكم في الرطوبة:

APPLY VAPOR BARRIERS TO CONTROL MOISTURE MIGRATION:

على عكس أن البخر يساهم في تخفيف الأحمال الحرارية عن الفراغ، فإن التكثيف يساهم في خلق طاقة حرارية كامنة في الهواء والأسطح الملاصقة لمنطقة التكثيف الأمر الذي يجعله في بعض الأحيان من العوامل الضارة، ولهذا فإن إستخدام حاجز للتبخير في الأماكن المتوقع فيها حدوث تكثيف في الحوائط أو الأسقف الموضحة بشكل رقم (٤-٥٥)، تعتبر من الحلول المفضلة للحد من الرطوبة والندى المتكونين بغلاف المبنى، شكل رقم (٤-٥٦).



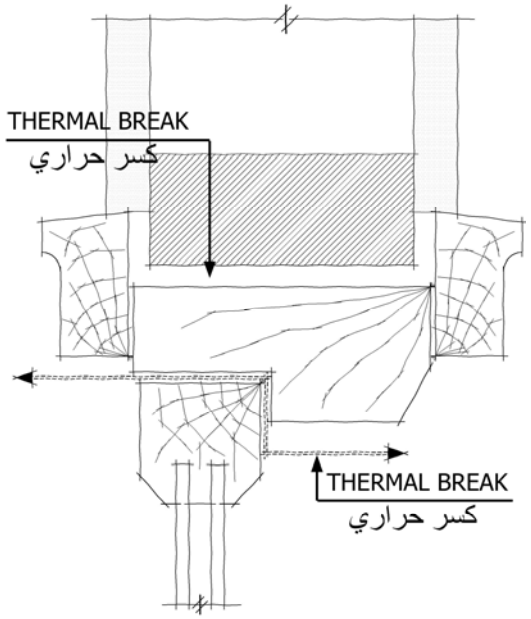
شكل رقم (٤-٥٥): التكثيف بالحوائط والأسقف بالمباني.



شكل رقم (٤-٥٦): إستخدام حاجز التبخير بأماكن التكثيف.

[1] جهاز تخطيط الطاقة، دليل العمارة والطاقة، ١٩٩٨..

٤-٧-٤-٧ التحكم في التفاصيل الإنشائية للحد من تسرب الهواء والحرارة:
DEVELOP CONSTRUCTION DETAILS TO MINIMIZE AIR INFILTRATION AND EXFILTRATION:



شكل رقم (٤-٥٧): الكسر الحراري بإطار النوافذ والأبواب.

التسريب الحراري يحدث دائما من خلال الكسر الحراري بالمبنى THERMAL BREAK والذي يحدث بين عنصر إنشائي وعنصر آخر مثل المسافة بين المباني أو الكمرات مع حلوق الفتحات الخارجية، أو الحلق مع إطار النافذة وذلك على سبيل المثال في شكل رقم (٤-٥٧)، ويمكن تقسيم نظام التسريب الحراري إلى (٣) مجموعات رئيسية يمكن ذكرها كالتالي:

١- الإختراق المباشر من خلال غلاف المبنى عن طريق الفتحات الموجودة من خلال المسافات البينية بين الأجهزة المثبتة على الحوائط والحائط نفسه على سبيل المثال والتي يجب فيها مراعاة إغلاقها بالمواد المالئة.
٢- الفتحات والتشققات الصغيرة CRACKS الموجودة في غلاف المبنى أو الحوائط الداخلية، على سبيل المثال التشققات التي تظهر بين إلتقاء الحوائط مع الكمرات والأعمدة الخرسانية.
٣- الفتحات والتشققات التي قد تكون موجودة في الحوائط الخارجية .....إلخ.

٤-٧-٤-٨ إستخدام مواد ذات محتوى حراري كبير للحد من التسرب الحراري عبر الغلاف الخارجي للمبنى:
SELECT HIGH CAPACITANCE MATERIALS FOR CONTROLLED HEAT FLOW THROUGH THE BUILDING ENVELOPE:

يعتمد زمن التأخير للمادة على الموصلية الحرارية أو المقاومة الحرارية، وكذلك السعة الحرارية، إضافة إلى سمك المادة، ويمكن حساب زمن التأخير للمواد طبقاً للمعادلة التالية:

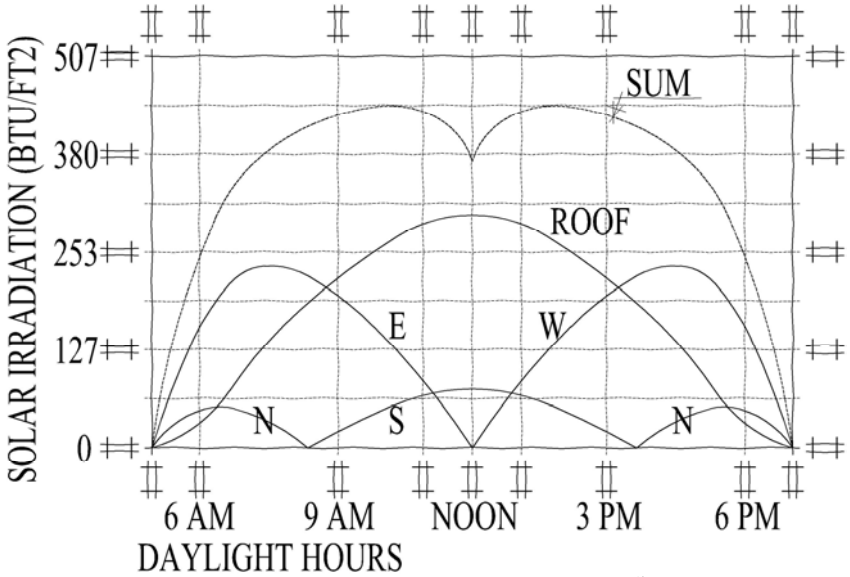
زمن التأخير (ساعة) = ١,٣٨ x تخانة المادة x √السعة الحرارية/الموصلية الحرارية

ويوضح جدول رقم (٤-١٥) بعض المواد المستخدمة في البناء وتوضيح السعة الحرارية والموصلية الحرارية وزمن التأخير لكل قدم تخانة للمادة.

ويمكن تحديد زمن التأخير الملائم لكل واجهة من واجهات المبنى وكذلك السقف من خلال معرفة كمية الإشعاع الشمسي الساقطة على المبنى، فعلى سبيل المثال يوضح شكل رقم (٤-٥٨) الإشعاع الشمسي الساقط على مبنى على على خط عرض ٣٥° شمالا طوال اليوم.

جدول رقم (٤-١٥): الخصائص الحرارية لمواد البناء[١]:

المادة	الحرارة النوعية BTU/cu.ft2.F	الموصلية الحرارية BTU-FT/hr.ft0.372.F	زمن التأخير (ساعة)	المادة	الحرارة النوعية BTU/cu.ft2.F	الموصلية الحرارية BTU-FT/hr.ft2.F	زمن التأخير (ساعة)
طوب طفلي	24	0.42	10.4	بياض أسمنتي	22.4	0.43	10.0
طوب وردي	26	0.75	6.1	خسب موسكي	9.9	0.067	16.8
خرسانة	29.4	1.0	7.5	مطاط	68.6	0.08	40
جبس	20.3	0.25	12.4	رمل	18	0.19	13.4
رخام	34	1.5	6.6	تربة جافة	18	0.2	13.1



شكل رقم (٤-٥٨)[٢]: شدة الإشعاع الشمسي لخط عرض ٥٣٥ شمالا طوال اليوم.

٤-٧-٤-٩ تظليل الحوائط الخارجية المعرضة للإشعاع الشمسي صيفا:

PROVIDE SHADING FOR WALLS EXPOSED TO SUMMER SUN:

يعتبر الإظلال من أحد الوسائل الهامة جدا في تقليل الإكتساب من الإشعاع الشمسي، وبالتركيز على الفتحات الخارجية نجد أن غلافها الزجاجي الرقيق في أغلب الأحيان يعتبر من أكثر المواد إمرارا للإشعاع الشمسي والإكتساب الحراري ولهذا فيعتبر إظلالها من الوسائل المفيدة والمؤثرة جدا، ويوضح شكل رقم (٤-٥٩) نموذجا لإظلال الحوائط والفتحات الخارجية حيث يعتبر:

W: طول البروز خارج الحائط المستخدم للإظلال.

H: إرتفاع الجزء المطلوب تظليله "الحائط بأكمله-النافذة .....إلخ).

ويمكن تحديد قيمة البروز W عن طريق معرفة الجزء H المراد تظليله ومعامل الإظلال SLF (SHADIN LINE FACTOR) وذلك من خلال العلاقة: W = H / SLF.

ويمكن تحديد قيمة SLF من خلال الجدول رقم (٤-١٦).

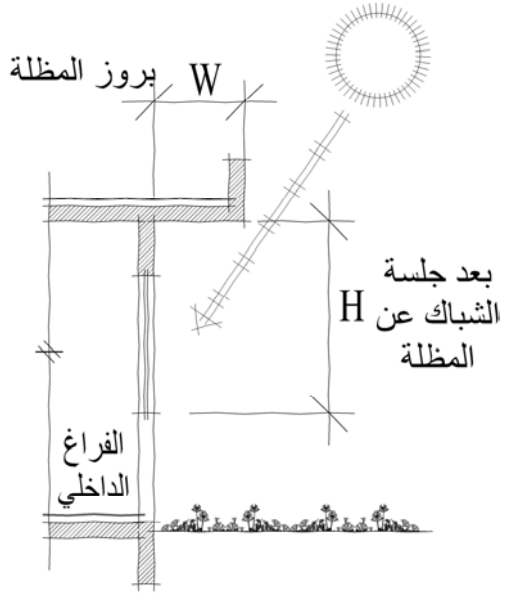
[١] Donald Watson, Faia and Kennetb Labs, **Climatic Design "Energy Efficient Building Principles and Practices"**, Mc Graw-Hill Book Company New York, 1983.

[٢] Ibid.

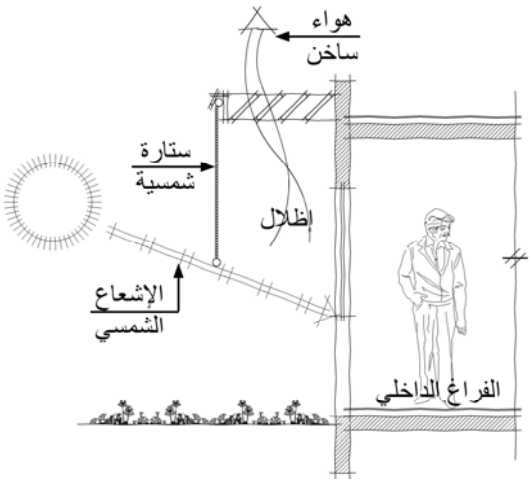
جدول رقم (٤-١٦)[١]: قيمة SLF المستخدمة في الإظلال:

خط العرض ° شمالا / الواجهة	25	30	35	40	45	50	55
الشرقية	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
الجنوبية الشرقية	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9
الجنوبية	10.1	5.4	3.6	2.6	2.0	1.7	1.4
الجنوبية الغربية	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9
الغربية	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

وتطويرا لنفس فكرة الإظلال فإن إستخدام وسائل الإظلال LOUVERED تعتبر من الوسائل المفيدة، شكل رقم (٤-٦٠)، حيث أنها إضافة إلى أنها تحجب الإشعاع الشمسي فإنها تساعد كذلك على هروب الهواء الساخن إلى أعلى.



شكل رقم (٤-٥٩): نموذج إظلال الحوائط والفتحات الخارجية.



شكل رقم (٤-٦٠): إستخدام وسائل الإظلال LOUVERED للحوائط والفتحات الخارجية.

٤-٧-٤-١٠ إستخدام المواد العاكسة حراريا للأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي صيفا:
USE HEAT REFLECTIVE MATERIALS ON SURFACES ORIENTED TO SUMMER SUN:

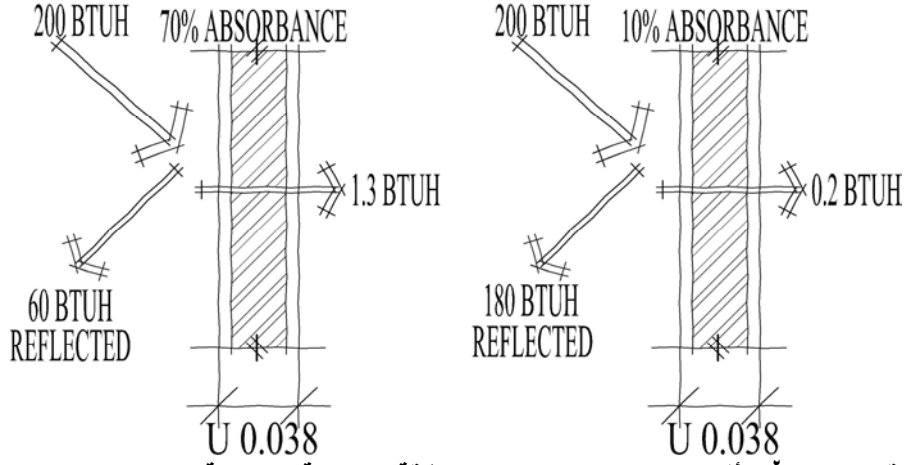
عند سقوط الإشعاع الشمسي على مواد المبنى فإن تلك المواد تعكس جزءا من الإشعاع الشمسي وتمتص الباقي، بحيث يكون النسبة المئوية الكلية لمجموع معامل الإمتصاص ومعامل الإنعكاس يساوي ١٠٠ %. ويوضح جدول رقم (٤-١٧) أمثلة لبعض المواد والقيمة المئوية لمعاملات إنعكاس الإشعاع الشمسي والحراري ومعامل الإنبعاث الحراري.

فعلى سبيل المثال تساهم الدهانات ذات اللون الأبيض للغلاف الخارجي للمبني في تخفيض نسبة الإمتصاص الحراري من الإشعاع الشمسي عن أي دهانات أخرى داكنة اللون، ويوضح شكل رقم (٤-٦١) على سبيل المثال قطاعين لحائط خارجي لمبنى أحدهما بدهان لون أبيض والآخر داكن ونسبة إمتصاص وإنعكاس الإشعاع الشمسي بفرض أن الطاقة الحرارية الساقطة على كلا منهما 200 Btuh.

[١] أناتولي ريمشا، **تخطيط المدن في المناطق الحارة**، ترجمة داوود سليمان، دار مير للطباعة والنشر بموسكو، ١٩٧٧.

جدول رقم (٤-١٧)[١]: النسبة المئوية لمعاملات الانعكاس لمواد البناء :

Thermal Emitt.	Thermal reflect. %	Solar reflect. %	المادة	Thermal Emitt.	Thermal reflect. %	Solar reflect. %	المادة
0.44	-	45	جرانيت	0.5	-	95	ألومنيوم
0.88	-	40	خرسانة	0.91	-	93	بياض أبيض
0.95	5	40	خشب	0.9-0.95	5-10	70-75	دهان أبيض
0.95	5	23-48	طوب (فاتح-غامق)	0.9-0.95	5	60	دهان رمادي فاتح



شكل رقم (٤-٦١)[٢]: تأثير معامل الإمتصاص على الطاقة الحرارية المكتسبة للغلاف الخارجي للمباني.

٤-٧-٤-١١ إستخدام الحوائط والأسقف المزودجة للسماح بحركة الهواء خلالها:

USE DOUBLE ROOF AND WALL CONSTRUCTION FOR VENTILATION WITHIN THE BUILDING SHELL:

يوجد (٣) وسائل تصميمية للغلاف الخارجي للمبنى بما يساهم في تحقيق الراحة الحرارية وهي:

١- إستخدام المواد العازلة حراريا في الحوائط الخارجية والأسقف.

٢- إستخدام مواد بطيئة الإنتقالية الحرارية للتحكم في زمن التأخير TIME LAG.

٣- تصميم الغلاف الخارجي على نظام مزدوج بنظام DUCT للسماح بحركة الهواء خلاله للتخلص من الحمل الحراري بالحمل.

وذلك التصميم يعمل إما للتبريد CAVITY SHELL CONVECTOR أو للتدفئة CAVITY SHELL COLLECTOR حيث يمكن توضيح الفرق بينهم كالتالي:

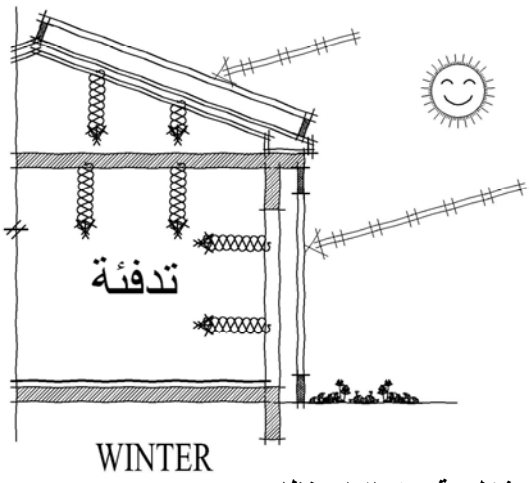
أولا: نظام CAVITY SHELL CONVECTOR:

وفيه يكون في الغلاف المزدوج فتحة علوية وفتحة سفلية تعملان على حركة مستمرة للهواء بحيث يرتفع الهواء الساخن لأعلى مساهما في ذلك على تخفيف الحمل الحراري بالحمل، شكل رقم (٤-٦٢).

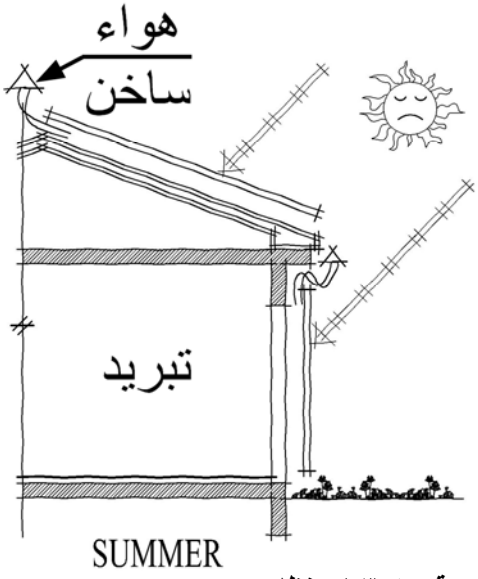
[١] R. Thomas, M. Fordham & Partners, **Environmental Design "An Introduction for Architects and Engineers"**, E & FN Spon, London, 1999.
[٢] Ibid.

ثانياً : نظام CAVITY WALL COLLECTOR:

وفيه يتم إستخدام مواد لتجميع وإمتصاص الإشعاع الشمسي مع إغلاق الفتحات حيث يعمل الهواء الساخن بالفراغ المزدوج على تدفئة الفراغ الداخلي، شكل رقم (٤-٦٣).



شكل رقم (٤-٦٢): نظام CAVITY WALL COLLECTOR.



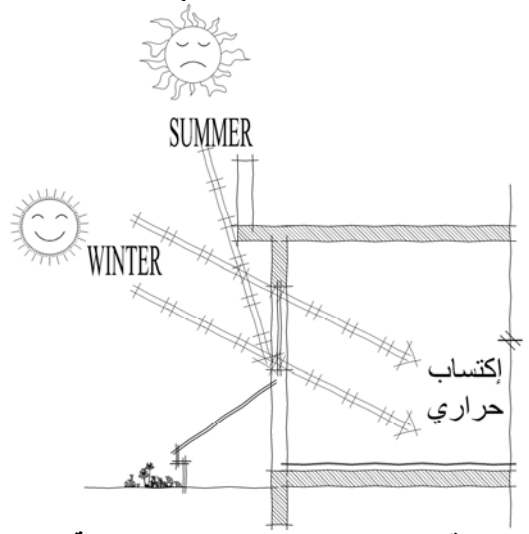
شكل رقم (٤-٦٣): نظام CAVITY SHELL CONVECTOR.

٤-٧-٥ وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الفتحات الخارجية بالمبنى:

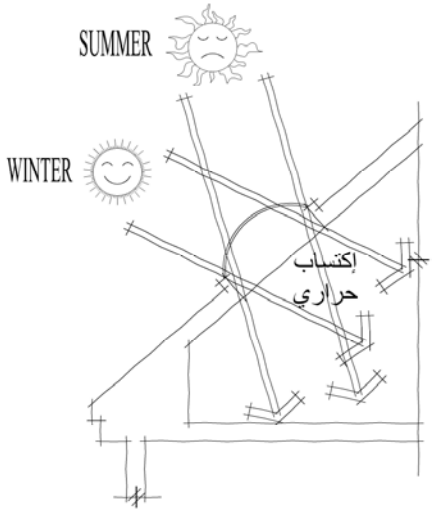
٤-٧-٥-١ زيادة المسطحات الزجاجية بالواجهات الجنوبية للتدفئة:

MAXIMIZE SOUTH-FACING GLAZING:

تساهم الواجهات الجنوبية شتاءا في تجميع الإشعاع الشمسي والطاقة الحرارية للوصول بالفراغات الداخلية لمجال الراحة الحرارية، ولهذا يفضل بوجود بعض المسطحات الزجاجية في الواجهات الجنوبية والتي تسمح بمرور الإشعاع الشمسي شتاءا وتمنع مروره صيفا، شكل رقم (٤-٦٤)، إضافة إلى ذلك يفضل ميول السقف إتجاه الجنوب وذلك كواجهة جنوبية إضافية للمبنى مع وجود الفتحات بها للإكتساب الحراري شتاءا، شكل رقم (٤-٦٥).



شكل رقم (٤-٦٤): تصميم الفتحات الزجاجية جنوبا للإكتساب من الإشعاع الشمسي.



شكل رقم (٤-٦٥): إستغلال فتحات السقف جهة الجنوب للإكتساب من الإشعاع الشمسي.

٤-٧-٥-٢ إستخدام الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي جوار المسطحات الزجاجية للمبنى للإستفادة بأقصى قدر من الإشعاع الشمسي:

PROVIDE REFLECTIVE PANELS OUTSIDE OF GLAZING TO INCREASE WINTER IRRADIATION:

يلاحظ أنه عند سقوط الإشعاع الشمسي فإن هناك الإشعاع الشمسي المباشر على المبنى والذي يعتبر قيمة ثابتة إلى حد ما تتوقف على الشكل الهندسي للمبنى وحالة الجو، إضافة إلى ذلك فإن هناك الإشعاع الشمسي المنعكس من الأسطح المجاورة للمبنى والذي يمكن زيادته أو قلته بواسطة طبيعة وقيم عكس هذه المواد، فعلى سبيل المثال يوضح جدول رقم (٤-١٨) النسبة المئوية لقيم الإنعكاس لبعض المواد والأسطح التي قد تكون مصدرا لإنعكاس الإشعاع الشمسي.

جدول رقم (٤-١٨)[١]: النسبة المئوية لإنعكاس الإشعاع الشمسي للمواد:

المادة	معامل الانعكاس %	المادة	معامل الانعكاس %	المادة	معامل الانعكاس %
مرآة تامة	100 %	ستانلس ستيل	60 – 80	حشائش جافة	32
ألومنيوم	75 – 95	بورسلين أبيض	70 -77	مياه	8 – 10
أرضيه ثلجية	75 – 95	خرسانة	30 – 50	معادن بيضاء اللون	68 - 76

ويوضح شكل رقم (٤-٦٦) كروكي لوضع المواد العاكسة للإشعاع الشمسي شتاءا بما يساهم في زيادة الإكتساب الحراري وذلك على الأسطح الزجاجية للنوافذ. ويمكن حساب المسطح المثالي المستخدم لعكس الإشعاع الشمسي لنافذة معينة كما يتضح من شكل رقم (٤-٦٧) حيث أن[٢]:

H = إرتفاع عتب النافذة من منسوب السطح العاكس الخارجي.

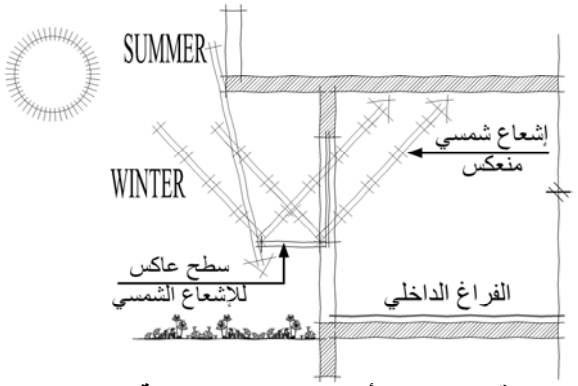
H\ = إرتفاع جلسة النافذة من منسوب السطح العاكس الخارجي.

L = نهاية بعد السطح العاكس عن النافذة.

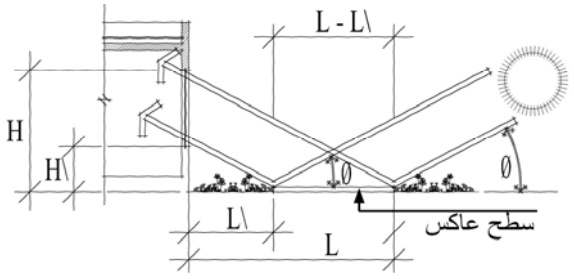
L\ = بداية بعد السطح العاكس عن النافذة.

α = زاوية ميل الإشعاع الشمسي المراد عكسه للداخل.

حيث أن: $L = H \cot \alpha$ $L\backslash = H\backslash \cot \alpha$



شكل رقم (٤-٦٦): أستخدام المواد العاكسة للإكتساب من الإشعاع الشمسي.



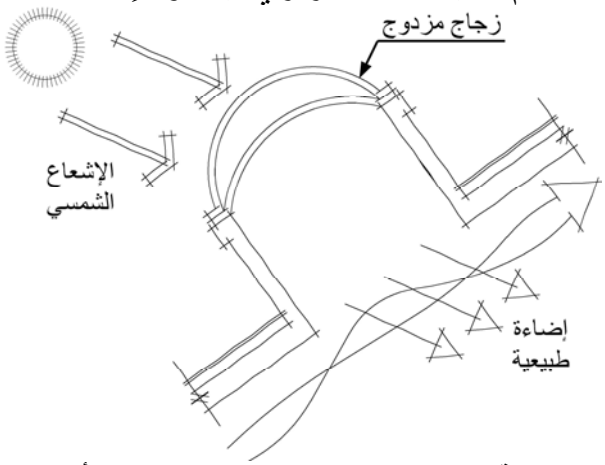
شكل رقم (٤-٦٧): حساب المسطح المثالي للمواد العاكسة جوار المباني.

[١] Ibid.

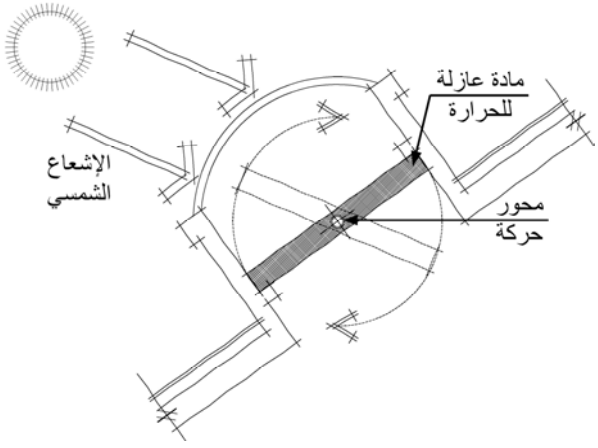
[٢] Donald Watson, Faia and Kennetb Labs, **Climatic Design "Energy Efficient Building Principles and Practices"**, Mc Graw-Hill Book Company New York, 1983.

٤-٧-٥-٣ إستخدام الأسقف الزجاجية SKY LIGHT للإستفادة من الإشعاع الشمسي شتاءا:
USE SKY LIGHT FOR WINTER SOLAR GAIN AND NATURAL ILLUMINATION:

تعتبر الأسقف الزجاجية SKY LIGHTS من الوسائل التصميمية المنتشرة بكثرة في العديد من المباني والتي تستخدم بغرض إدخال الإضاءة الطبيعية والإشعاع الحراري المطلوب للفراغ الداخلي، إضافة إلى هذا فإن الحيطة مطلوبة لمنع دخول الإشعاع الشمسي صيفا.
ولهذا يجب دراسة تصميم تلك الفتحات للإستفادة بأقصى قدر من الإشعاع الشمسي شتاءا إلى جانب الإحتفاظ وتقليل الفقد الحراري مثل إستخدام الزجاج المزدوج وتقليل التسريب الحراري، شكل رقم (٤-٦٨). إضافة إلى ذلك فإنه قد يستخدم بعض العوازل الحرارية المتحركة والتي تستخدم لتقليل الفقد الحراري ليلا أو الإكتساب الحراري صيفا، كما يتضح في شكل رقم (٤-٦٩).



شكل رقم (٤-٦٨): إستخدام الزجاج المزدوج بالأسقف للإضاءة الطبيعية بالفراغات الداخلية.



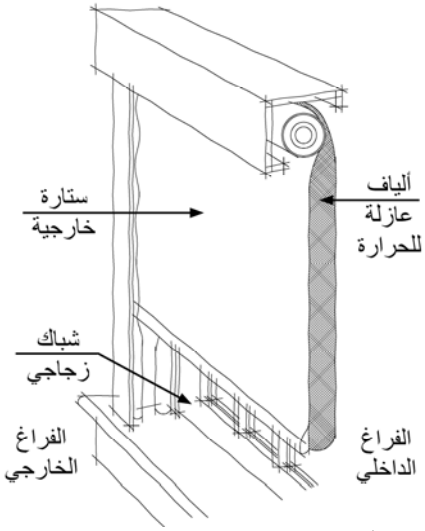
شكل رقم (٤-٦٩): إستخدام المواد المتحركة العازلة للحرارة صيفا بالفتحات العلوية الزجاجية بالأسقف.

٤-٧-٥-٤ إستخدام العزل الحراري لزجاج الفتحات الخارجية بالمباني:
PROVIDE INSULATING CONTROLS AT GLAZING:

تعتبر المسطحات الزجاجية بالمباني صيفا من أكثر الوسائل للإكتساب الحراري لرقة سماكتها من الزجاج ذو الإنتقالية الحرارية الكبيرة، ولهذا فمن أحد الحلول لتلك المشكلة هي زيادة كفاءة العزل والمقاومة الحرارية للزجاج والتي تعتمد على:

- المقاومة الحرارية لنوع الزجاج المستخدم.
- عدد طبقات الزجاج المستخدمة (single-double ... etc.).
- الحاجز الهوائي الفاصل بين طبقات الزجاج.
- الإنتقالية الحرارية لإطار النافذة طبقا للمادة المصنع منها.
- مدى كفاءة التفاصيل التنفيذية في تقليل التسريب الحراري.

ويوضح جدول رقم (٤-١٩) قيم المقاومة الحرارية والإنتقالية الحرارية للزجاج العادي الشفاف وذلك لعدة تفاصيل مختلفة.
إضافة إلى ما سبق فإنه يمكن إستخدام وحدات إظلال كالستائر وخلافه على النوافذ وذلك لتقليل الحمل الحراري وزيادة كفاءة عزل الشباك عن المحيط الخارجي، شكل رقم (٤-٧٠).



شكل رقم (٤-٧٠): إستخدام الستائر الخارجية العازلة للحرارة لحماية الفتحات الخارجية.

جدول رقم (٤-١٩)[1]: قيمة الإنتقالية والمقاومة الحرارية للزجاج العادي الشفاف:

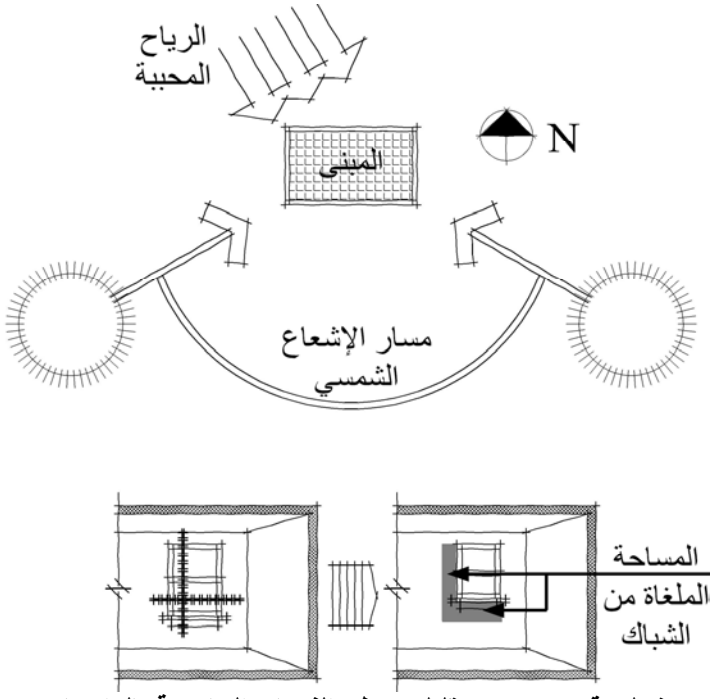
القطاع الزجاجي	الإنتقالية الحرارية U-Value	المقاومة الحرارية R-Value
زجاج مفرد شفاف عادي سمك ٦ مم.	1.14	0.88
زجاج مزدوج شفاف عادي سمك ٣ مم وفراغ هوائي ٠,٤ سم.	0.62	1.60
زجاج مزدوج شفاف عادي سمك ٣ مم وفراغ هوائي ٠,٦ سم.	0.58	1.70
زجاج مزدوج شفاف عادي سمك ٦ مم وفراغ هوائي ١,٢٥ سم.	0.49	2.0
زجاج ثلاثي شفاف عادي سمك ٣ مم وفراغ هوائي ٠,٦ سم.	0.39	2.60
زجاج ثلاثي شفاف عادي سمك ٣ مم وفراغ هوائي ١,٢٥ سم.	0.31	3.20

٤-٧-٥-٥ تقليل الفتحات الخارجية بالواجهات الشمالية/الشرقية/الغربية:
MINIMIZE WINDOW AND DOOR OPENINGS ON NORTH, EAST AND WEST WALLS:

يتوقف الفقد الحراري شتاءا على الفتحات الخارجية وذلك عن طريقين:

- الفقد الحراري مباشرة عن طريق الحمل عبر الفتحات الخارجية.
- الفقد الحراري عن طريق التسريب الحراري INFILTRATION.

ولهذا يمكن تقليل ذلك الفقد عن طريق تقليل الفتحات الخارجية خاصة في الواجهات الشرقية والغربية والشمالية، شكل رقم (٤-٧١) حيث يعتبر الحائط الجنوبي من أكثر الحوائط عرضة للإشعاع الشمسي ولهذا يفيد في الإكتساب الحراري عبر الفتحات الخارجية.



شكل رقم (٤-٧١): تقليل مسطح الفتحات الخارجية بالواجهات الجنوبية.

٤-٧-٥-٦ تقليل الكسر الحراري THERMAL BREAK للأبواب والشبابيك قدر الإمكان بالإهتمام بالتفاصيل الخاصة بها:
DETAIL WINDOW AND DOOR CONSTRUCTION TO PREVENT UNDESIRED AIR INFILTRATION AND EXFILTRATION:

للتسريب الحراري عبر الشبابيك والأبواب الخارجية تأثير كبير على الفقد الحراري للفراغات الداخلية والتي يمكن الحد منها عن طريق الإهتمام بتفاصيل وقطاعات تلك الشبابيك والأبواب.

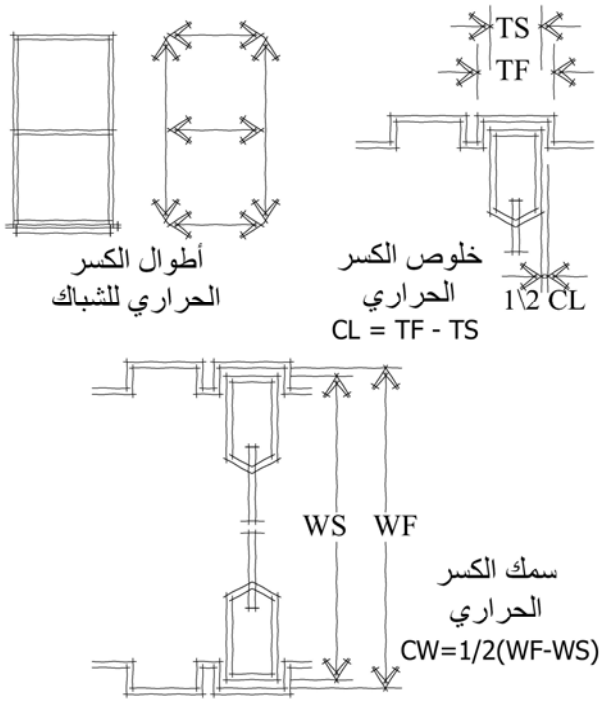
فالسلوك الحراري لأي شباك أو باب يعتمد على تفاصيله المصنعية ومدى إحكام قطاعاته إضافة إلى إمكانية إستخدام المواد المالئة والتي تحد من التسريب الحراري، ويتضح من شكل رقم (٤-٧٢) كروكي لنموذج شباك لتوضيح طول الكسر الحراري بالشباك وسمكه وخلوص الكسر حيث أن:

[1] سعيد عبد الرحيم سعيد بن عوف، **العناصر المعمارية والتصميم المعماري**، مطبعة جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٩٤.

CL (CLEARANCE LENGTH) = خلوص (عرض) الكسر الحراري.
CW (CRACK WIDTH) = سمك الكسر الحراري.

$CL = TF - TS$ & $CW = ½ * (WF - WS)$

ومن أمثلة المواد المالئة للكسر الحراري للشبابيك والأبواب هي:
الشريط المعدني METAL STRIP: وذلك مثل الشرائط المرنة من النحاس والألومنيوم والبرونز.
١- مواد الحشو الأنبوبية TUBULAR GASKET: مثل الفينيل والمطاط والفوم.
٢- مواد الحشو المسلحة REINFORCED GASKET: مثل الألومنيوم والفينيل.
٣- مواد اللباد المسلحة REINFORCED FELT: مثل الصوف الصخري.
٤- الشرائط الصلبة RIGID STRIP: تصنع من الألومنيوم والخشب والفوم والفينيل.

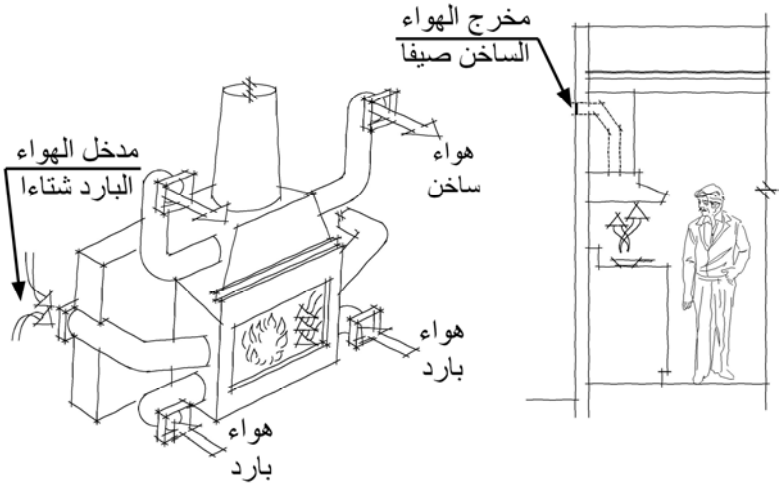


شكل رقم (٤-٧٢): الكسر الحراري بالفتحات الخارجية.

٤-٧-٥-٧ إستخدام فتحات التهوية الخاصة بمناطق معينة ذات حاجة لتهوية مستمرة مثل المطابخ .....إلخ:

PROVIDE VENTILATION OPENINGS FOR AIR FLOW TO AND FROM SPECIFIC SPACES AND APPLIANCES:

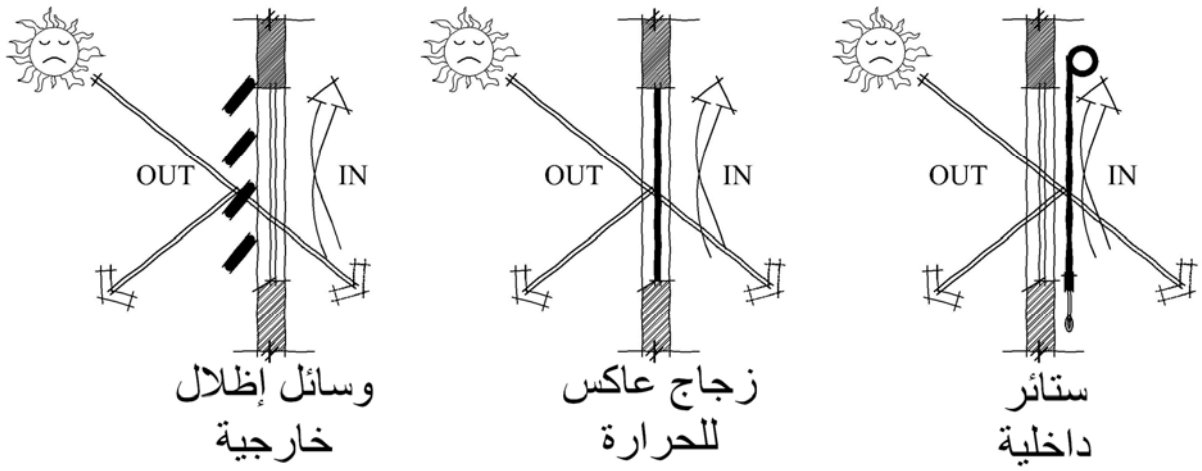
من أحد الوسائل لتخفيف أحمال التبريد التي يحتاجها المبنى صيفا هي التخلص من الرطوبة والحرارة الزائدة المتولدة داخل الفراغ إلى الخارج قبل وصولها للفراغات المعيشية، والمقصود بالفراغات المولدة للطاقة الحرارية والرطوبة مثل فراغات المطبخ/الحمام/غرف الغسيل ....إلخ، والتي يجب توفير شبابيك أو وسائل سحب الرطوبة والهواء الساخن إلى الخارج مثل إستخدام مراوح الشفط، مما يساهم في تخفيف الأحمال الحرارية المتولدة بالفراغات الداخلية، شكل رقم (٤-٧٣). وعلى العكس فإن الحرارة التي يتطلبها الفراغ الداخلي شتاءا يمكن توليدها من تلك الفراغات وذلك بإغلاق فتحات ومراوح الشفط للإحتفاظ بالحرارة الداخلية لتلك الفراغات.



شكل رقم (٤-٧٣): إستخدام فتحات تهوية خاصة لمصادر الإشعاع الحراري صيفا.

٤-٧-٥-٨ تظليل المسطحات الزجاجية المعرضة للإشعاع الشمسي:
PROVIDE SHADING FOR GLAZING EXPOSED TO SUMMER SUN:

يمكن تقسيم وسائل إظلال النوافذ إلى (٣) أقسام رئيسية، شكل رقم (٤-٧٤) والتي تشمل:
١- وسائل الإظلال المستقلة عن الزجاج والمثبتة من داخل النافذة: وهي التي تشمل الستائر العادية والمستديرة المحور والشرائح .....إلخ.
٢- وسائل الإظلال المتمثلة في الزجاج وخواصه نفسها: ويلاحظ أنه قد حدث طفرة كبيرة في أنواع الزجاج ومدى مقاومتها للإشعاع الشمسي المار من خلالها.
٣- وسائل الإظلال المستقلة عن الزجاج والمثبتة من خارج النافذة: مثل شرائح الألومنيوم أو المشربيات الخشبية أو ما غيرها من الكاسرات الشمسية الخارجية.



شكل رقم (٤-٧٤): وسائل إظلال المسطحات الخارجية.

ويعبر عن إظلال المسطحات الزجاجية رقميا من خلال:
معامل الإظلال SC (SHADING COEFFICIENT): وهو الذي يمثل نسبة الإشعاع الشمسي المار من الزجاج منسبا إلى الإشعاع الكلي المار من خلال زجاج شفاف عادي سمك ٣مم والتي تمثل أعلى نسبة إشعاع شمسي يمكن أن يمر من خلال مسطح زجاجي بحيث أن معامل الإظلال دائما أقل من الواحد الصحيح، بحيث يعني أن القيم الأقل من معامل الإظلال تعني النسبة الأقل من الإشعاع الشمسي المار وبالتالي كفاءة الإظلال، وعلى سبيل المثال يوضح جدول رقم (٤-٢٠) بعض تخانات وقطاعات الزجاج المختلفة وتأثيرها على النسبة المئوية للإشعاع الشمسي والإضاءة الطبيعية المارة من خلالها ومعامل الإظلال الخاص بها.

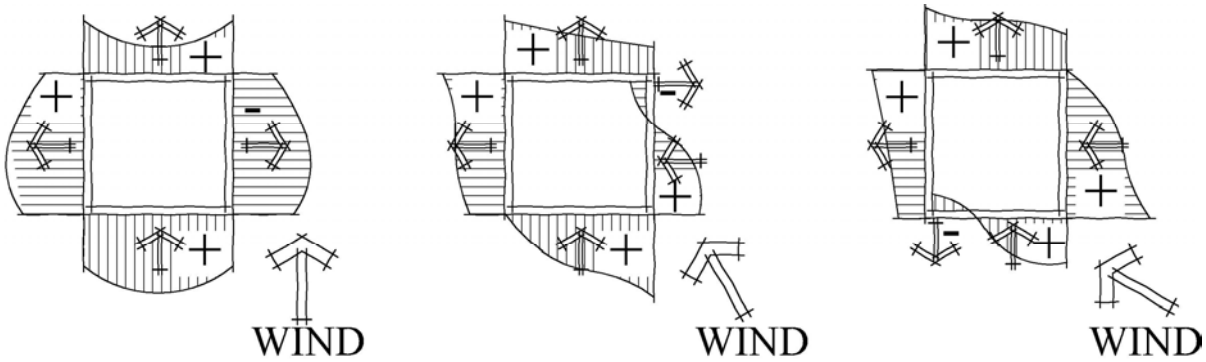
جدول رقم (٤-٢٠)[١]: تأثير قطاعات الزجاج على نسبة الإشعاع الشمسي المار والإضاءة الطبيعية:

قطاع الزجاج	% للإشعاع الشمسي المار	% للإضاءة الطبيعية المارة	معامل الإظلال SC
زجاج مفرد شفاف عادي سمك ٣مم.	90	86	1
زجاج مزدوج شفاف عادي سمك ٣مم.	82	71	0.88
زجاج مفرد شفاف عادي سمك ٦مم.	88	77	0.93
زجاج مزدوج شفاف عادي سمك ٦مم.	78	60	0.80

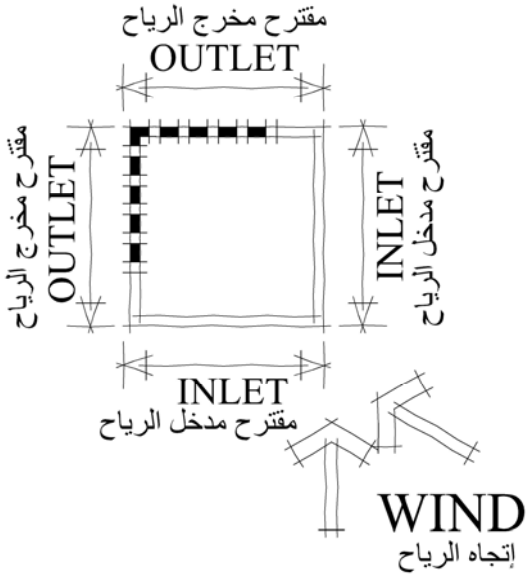
[١] المرجع السابق.

٤-٧-٥-٩ توجيه وإستخدام الفتحات الخارجية لتحقيق التهوية الطبيعية من نسيم الصيف:
ORINENT DOOR AND WINDOW OPENINGS TO FACILITATE NATURAL VENTILATION FORM PREVAILING SUMMER BREEZES:

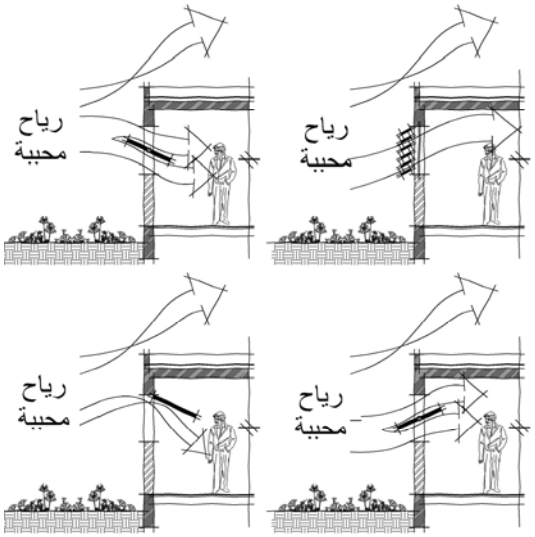
تسبب الرياح فى خلق مجال للضغط الموجب والسالب حول المبنى وذلك طبقا لإتجاه الرياح وعلاقتها بالمبنى، شكل رقم (٤-٧٥)، ومن خلال الدراسات البيئية لتحديد مجال الضغط المتولد حول المبنى يمكن تحديد الحوائط الخارجية الأفضل لمداخل الرياح IN-LET والحوائط الأفضل لمخرج الرياح OUT-LET للحصول على أفضل تهوية متجانسة للفراغ الداخلي، شكل رقم (٤-٧٦). وكما سبق ذكره فإن للعلاقة بين IN-LET + OUT-LET تأثير على تحقيق التهوية المتجانسة للفراغ وذلك من خلال العلاقة بين محور مدخل ومخرج الرياح ومحور إتجاه الرياح. وكذلك على مستوى القطاع الرأسي فإنه يمكن من خلال التحكم فى قطاع الشباك الخارجي تحقيق مستوى LEVEL معين للتهوية طبقا لمستوى النشاط بالفراغ الداخلي،شكل رقم (٤-٧٧)[١].



شكل رقم (٤-٧٥): تأثير الرياح على الضغط الخارجي على المبنى.



شكل رقم (٤-٧٦): تحديد أفضل مقترح لمدخل ومخرج الرياح بالحوائط الخارجية للمباني طبقا لإتجاه الرياح.



شكل رقم (٤-٧٧): التحكم في قطاع الشبابيك الخارجية لتحقيق التهوية المتجانسة للفراغ الداخلي.

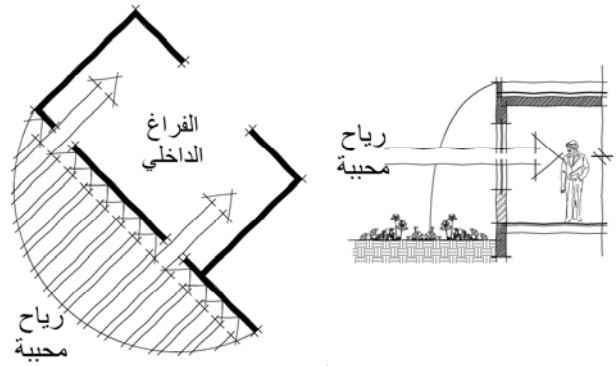
[١] American Society of Landscape Architects Foundation, **Landscape Planning for Energy Conservation**, Environmental Design Press.

٤-٧-٥-١٠ إستخدام الحواجز الحائطية/الكوات LOUVERS ....إلخ لجذب وتوجيه الرياح صيفا للفراغ الداخلي:

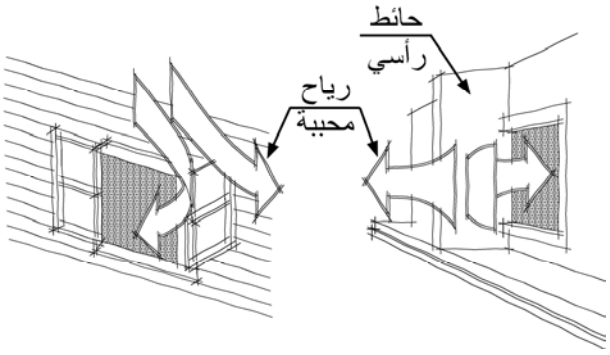
USE WING WALLS, OVERHANGS AND LOUVERS TO DIRECT SUMMER WIND FLOW INTO THE INTERIOR:

يمكن الإستفادة من تشكيل المبنى وإتجاهات الحوائط وذلك لزيادة حجم وسرعة الهواء المرغوب فيه صيفا وتوجيهه للفراغات الداخلية، وتلك الوسائل قد تكون أفقية أو رأسية وقد تكون ثابتة أو متحركة بما يفيد فى تغيير إتجاه وسرعة الرياح بالمقدار المطلوب بما يحقق أحد أو عدة من الخصائص التالية:

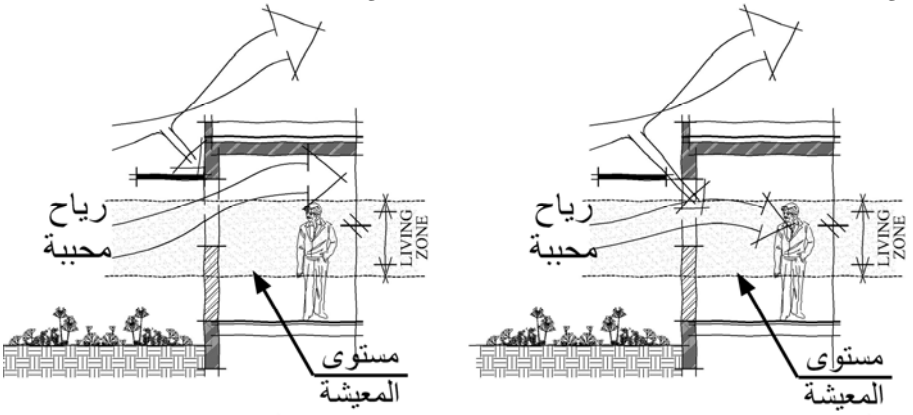
١- زيادة تدفق معدل الهواء الساقط مباشرة على المبنى، شكل رقم (٤-٧٨).
٢- زيادة كمية الهواء الداخلة إلى المبنى فى الإتجاه المائل، شكل رقم (٤-٧٩).
٣- توليد ممرات هوائية لتيارات الهواء الساقطة على المبنى، شكل رقم (٤-٨٠).
٤- زيادة معدل التهوية الطبيعية بالمبنى، شكل رقم (٤-٨١).



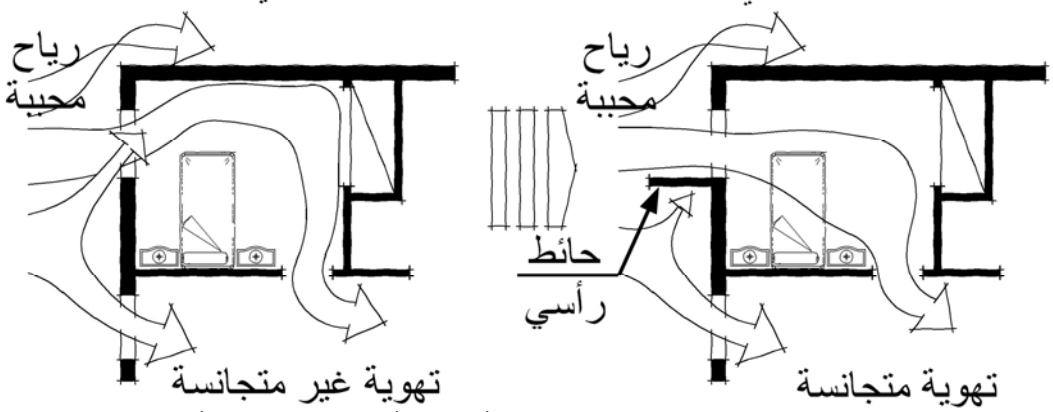
شكل رقم (٤-٧٨): زيادة تدفق معدل الهواء الساقط مباشرة على المبنى.



شكل رقم (٤-٧٩): زيادة كمية الهواء الداخلة إلى المبنى فى الإتجاه المائل.



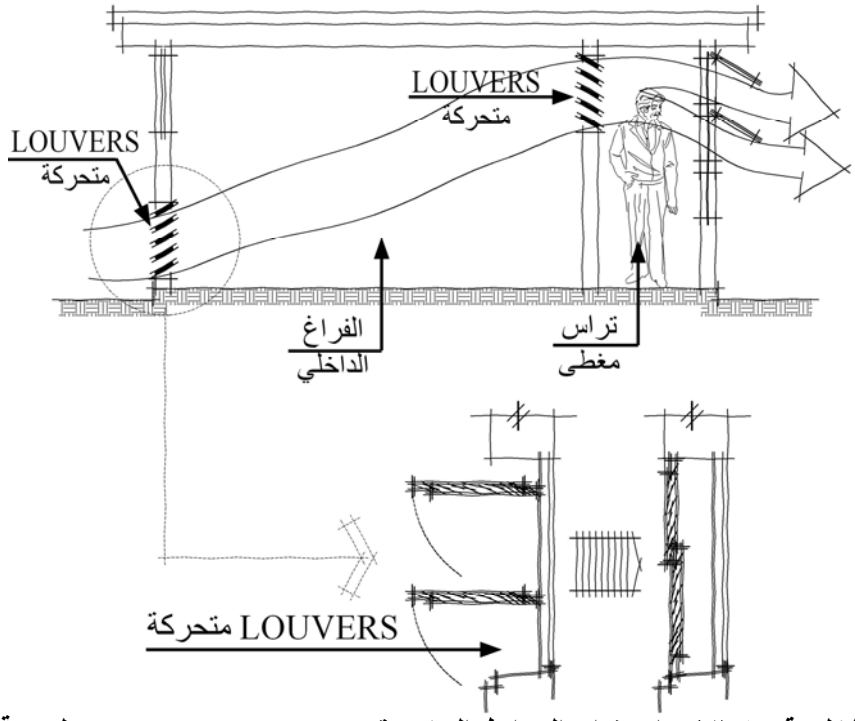
شكل رقم (٤-٨٠): توليد ممرات هوائية لتيارات الهواء الساقطة على المبنى.



شكل رقم (٤-٨١): زيادة معدل التهوية الطبيعية بالفراغات الداخلية.

٤-٧-٥-١١ إستخدام الحوائط المتكسرة LOUVERED WALL لتعظيم التهوية داخل المبنى:
USE LOUVERED WALL FOR MAXIMUM VENTILATION CONTROL:

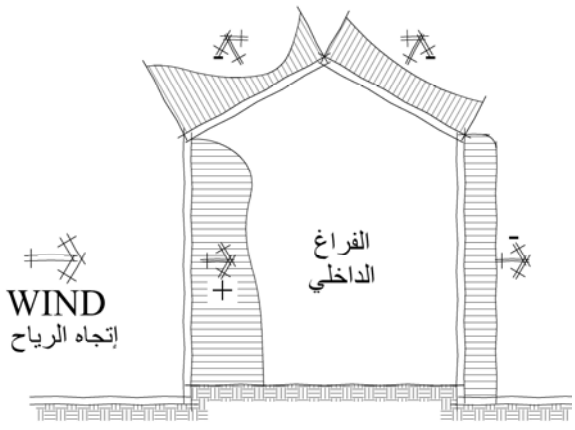
حيث يمكن الإستفادة من الزوايا المختلفة لتكسير الحوائط وذلك لزيادة التهوية الطبيعية بالفراغ الداخلي بما يحقق الراحة الحرارية للمستعمل، شكل رقم (٤-٨٢).



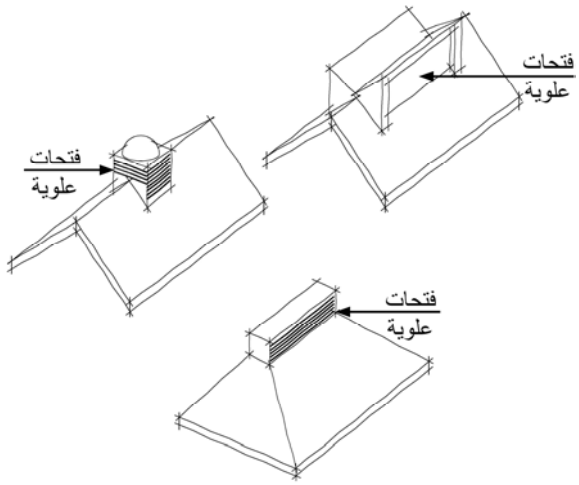
شكل رقم (٤-٨٢): إستخدام الحوائط المتكسرة LOUVERED WALL لتهوية الفراغات الداخلية.

٤-٧-٥-١٢ إستخدام تأثير الأسقف من ضغط وخلخلة الهواء لتهوية المبنى:
USE ROOF MONITORS FOR "STACK EFFECT" VENTILATION:

لتأثير الرياح على المبنى خلق مناطق جذب وخلخلة، شكل رقم (٤-٨٣)، والتي يمكن الإستفادة منها وخاصة في الأسقف المائلة وذلك بتصميم فتحات خاصة بمداخل الهواء وأخرى خاصة لجذب الهواء الداخلي، شكل رقم (٤-٨٤).



شكل رقم (٤-٨٣)[١]: تأثير الرياح على جذب وخلخلة الهواء بجوار الحوائط الخارجية للمبنى.



شكل رقم (٤-٨٤): إستخدام الفتحات العلوية لتهوية الفراغات الداخلية بالمباني.

[١] Ibid.

الـــــخـــــــلاصـــــــــــة:

- التصميم المناخى أحد العناصر الأساسية في عملية التصميم لتحقيق الراحة اللازمة لمستعملي الفراغ الداخلي، ونظرا لأهميته فقد أخذ يتبلور ويأخذ إتجاها علميا ذو أسس ومناهج علمية له مهندسوه المتخصصون.
- يعرف التصميم المناخي بأنه جانب من عملية تصميم البيئة المبنية، يهتم بتوفير الظروف المناخية الآمنه والمريحة للإنسان بأقل قدر من التكاليف.
- تنقسم المعالجات المناخية بصورة أساسية إلى قسمين رئيسيين هما:
  - المعالجات المناخية المعمارية.
  - المعالجات المناخية الميكانيكية.
- يجب توفير المعلومات الأساسية اللازمة للتصميم المناخي والتي تتمثل في العناصر المناخية المختلفة المحيطة بالمبنى، وتعتبر هيئة الأرصاد هي المسئولة بصورة أساسية عن قياس كافة العوامل الجوية.
- المعلومات المحيطة بالمبنى قد تختلف جزئيا في قيمتها عن المعلومات المقاسة ويرجع ذلك إلى عدة عوامل من أهمها:
  - مقدار الإرتفاع الرأسي.
  - مقدار المسافة عن البحر.
  - إختلاف المنطقة بين الريف والحضر.
  - سرعة الرياح.
- الإحساس بالراحة هو شعور شخصي للفرد الواحد وأهم العوامل المؤثرة على تحقيقها:
  - تأثير تصميم المبنى.
  - تأثير العوامل المناخية الأساسية.
  - عوامل أخرى تتمثل في:
    - نوعية الملابس.
    - نوعية الأنشطة التي يقوم بها المستعمل.
- تتمثل أهم مقاييس الراحة الحرارية في:
  - المعدل الحراري
  - المنحنى البيومناخي
  - دليل الحمل الحراري
  - طريقة BRS METHOD
  - المعدل المثالي الحراري
- يمكن إعتبار مفاهيم التحكم الأساسية في التصميم المناخي كالتالي:
  - السماح بالإكتساب الحراري من المصادر الحرارية المحيطة.
  - الحد من الإكتساب الحراري من المصادر الحرارية المحيطة.
  - الحفاظ على الطاقة الحرارية بالفراغ الداخلي.
  - التخلص من الطاقة الحرارية بالفراغ الداخلي.
- تنقسم تطبيقات إستراتيجيات التصميم المناخي إلى عدة مستويات يمكن ذكرها فيما يلي:
  - التصميم المناخي على مستوى تنسيق الموقع العام.
  - التصميم المناخي على مستوى كتلة المبنى والمسقط الأفقي.
  - التصميم المناخي على مستوى الغلاف الخارجي بالمبنى.
  - التصميم المناخي على مستوى الفتحات الخارجية بالمبنى.

- وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الموقع العام:
  - إستخدام الزراعات/تشكيلات الأراضي/المباني المجاورة في الحد من تأثير الرياح الشتوية الغير مرغوب فيها.
  - إستخدام الزراعات وتغطيات الأراضي لتبريد الموقع صيفا.
  - زيادة البخر ورذاذ الماء للتبريد بالبخر صيفا.
  - زيادة الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي شتاءا بجوار المبنى.
  - الحد من الأشعة الصيفية المنعكسة من الأسطح المجاورة على المبنى.
  - إستخدام تشكيلات الأراضي والمباني المجاورة في زيادة نسبة الإظلال على المبنى صيفا.
  - إستخدام الزراعات وتشكيلات الأراضي والمباني المجاورة في زيادة نسيم الرياح المرغوب فيها صيفا.
- وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى كتلة المبنى والمسقط الأفقي:
  - توجيه المبنى وتشكيله لتقليل تأثير رياح الشتاء غير المرغوبة.
  - إمداد المبنى بتصميم الفراغات الخارجية شبه المحمية من تأثير المناخ الضار.
  - تخصيص فراغات موجهه لإكتساب أقصى قدر من الإشعاع الشمسي.
  - تخصيص وملائمة إستخدام الفراغات الموجهة للإشعاع الشمسي.
  - الإستفادة من القشرة الأرضية وطبقات الأرض العليا لحماية المبنى.
  - إستخدام الأرضيات الخرسانية بالدور الأرضي للتخلص من الحراراة إلى باطن الأرض.
  - توجيه المبنى وتشكيله للإستفادة بأقصى قدر للإشعاع الشمسي شتاءا.
  - إستخدام مواد ذات محتوى حراري كبير لتخزين الطاقة الشمسية الحرارية.
  - التقليل من مسطح الحوائط الخارجية والأسقف نسبة إلى حجم المبنى.
  - إستخدام الفراغات المخلقة طبيعيا وغير مستخدمة كفراغ حاجز ما بين فراغات المبنى والفراغ الخارجي المحيط.
  - إستخدام البدروم كمنطقة حاجزة ما بين الفراغ الداخلي والأرض.
  - إمداد المبنى بالقصبات الهوائية للتخلص من الزيادة الهوائية الحارة.
  - تمركز مصادر الطاقة الحرارية في وسط المبنى.
  - إستخدام المداخل المسقوفة للمبنى.
  - إستخدام الفراغات قليلة الإستخدام (مخزن-جراج-خدمات) كفراغات حاجزة ما بين الفراغات الداخلية والمناخ الخارجي.
  - تقسيم الفراغ الداخلي لمناطق حارة ومناطق باردة.
  - توجيه المبنى وتشكيله لتقليل تأثير الإشعاع الشمسي صيفا.
  - توجيه المبنى وتشكيله للإستفادة بأقصى قدر من نسيم الصيف.
  - إستخدام الفراغات شبه المفتوحة لإمداد الفراغات الداخلية بالرياح المحببة.
  - إستخدام الـ DUCTS الداخلية للمساعدة في حركة الهواء بالمبنى.
- وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الغلاف الخارجي للمبنى:
  - إستخدام الزراعات والأشجار المحيطة بحوائط المبنى الخارجية.
  - إستخدام رذاذ المياه على أسقف المباني.
  - إستخدام الأسقف المزروعة USE SOD ROOFS.
  - إستخدام المجمعات الشمسية في الإتجاهات الجنوبية للمبنى.
  - إستخدام المواد العازلة حراريا للحد من التبادل الحراري بين المبنى والفراغ المحيط.
  - إستخدام الحواجز البخارية المائية للتحكم في الرطوبة.
  - التحكم في التفاصيل الإنشائية للحد من تسرب الهواء والحرارة.

- إستخدام مواد ذات محتوى حراري كبير للحد من التسرب الحراري عبر الغلاف الخارجي للمبنى.
- تظليل الحوائط الخارجية المعرضة للإشعاع الشمسي صيفا.
- إستخدام المواد العاكسة حراريا للأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي صيفا.
- إستخدام الحوائط والأسقف المزودجة للسماح بحركة الهواء خلالها.

o وسائل وتقنيات المعالجات المناخية على مستوى الفتحات الخارجية بالمبنى:

- زيادة المسطحات الزجاجية بالواجهات الجنوبية للتدفئة.
- إستخدام الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي جوار المسطحات الزجاجية للمبنى للإستفادة بأقصى قدر من الإشعاع الشمسي.
- إستخدام الأسقف الزجاجية SKY LIGHT للإستفادة من الإشعاع الشمسي شتاءا.
- إستخدام العزل الحراري لزجاج الفتحات الخارجية بالمباني.
- تقليل الفتحات الخارجية بالواجهات الشمالية/الشرقية/الغربية.
- تقليل الكسر الحراري THERMAL BREAK للأبواب والشبابيك قدر الإمكان بالإهتمام بالتفاصيل الخاصة بها.
- إستخدام فتحات التهوية الخاصة بمناطق معينة ذات حاجة لتهوية مستمرة مثل المطابخ .....إلخ.
- تظليل المسطحات الزجاجية المعرضة للإشعاع الشمسي.
- توجيه وإستخدام الفتحات الخارجية لتحقيق التهوية الطبيعية من نسيم الصيف.
- إستخدام الحواجز الحائطية/الكوات LOUVERS ....إلخ لجذب وتوجيه الرياح صيفا للفراغ الداخلي.
- إستخدام الحوائط المتكسرة LOUVERED WALL لتعظيم التهوية داخل المبنى.
- إستخدام تأثير الأسقف من ضغط وخلخلة الهواء لتهوية المبنى.

الباب الخامس: نموذج حساب التكاليف الإقتصادية وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية:

٥-١ تمهيد: أهمية التقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية:

كما سبق ذكره فإن الدراسات والحسابات والتصميمات المناخية تدخل مع مراحل المبنى بدءا من التصميم الإبتدائي وحتى تشغيل المبنى إلى إنتهاء عمره الإفتراضي، ومع كل مرحلة من مراحل المبنى يتحدد على أساسها المستوى التفصيلي للمعالجات بدءا من التصميمات الإبتدائية فالرسومات التنفيذية وحتى رسومات التشغيل.

ويتضح من الأبواب السابقة أهمية التقييم الإقتصادي للمعالجات المناخية، والتي يمكن ذكر أهمها كالتالي:

١- تعدد بدائل المعالجات المناخية المعمارية أو الميكانيكية والتي لها نفس الكفاءة المناخية مع إختلاف تكاليفها الإقتصادية.

٢- إعتماد أغلب الفراغات الداخلية على تحقيق الراحة الحرارية للفراغ بإستخدام المعالجات المناخية الميكانيكية (التكييف المنفصل / التكييف المركزي / .....إلخ) مصاحبا مع ذلك الإرتفاع المستمر في تكاليف تشغيل المبنى.

٣- أهمية حساب التكاليف الإقتصادية الإجمالية للمعالجة المناخية حتى إنتهاء عمر المبنى.

ولذلك كان لابد من تحديد وتصميم نموذج يمكن من خلاله المفاضلة إقتصاديا بين المعالجات المناخية ذات نفس الكفاءة الوظيفية مناخيا في تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة لمستعملي الفراغات الداخلية.

٥-٢ المفاهيم الأساسية لحساب التكاليف والتقييم الإقتصادي:

٥-٢-١ الأهمية والوزن النسبي لعناصر التكلفة:

من المفاهية الإقتصادية ودراسات الجدوى وحساب التكاليف من الأبواب السابقة تم تحديد عناصر التكلفة للمعالجات المناخية والتي يمكن ذكرها كالتالي:

١- التكلفة الإبتدائية:

- تكلفة التصميم.
- تكلفة الإنشاء والتنفيذ.
- التكاليف الخاصة:
  - إنشاء هيكلي إضافي.
  - فراغات خاصة.

٢- التكاليف الجارية (الدورية):

- تكلفة إستهلاك طاقة ووقود.
- تكلفة العمالة اللازمة للتشغيل.
- تكلفة الصيانة الدورية.

٣- التكاليف غير المباشرة:

- الضرائب والمصاريف الإدارية.
- معدل التضخم.
- إهلاك الأصول.
- تكلفة إستثمار رأس المال.

ولكل عنصر من العناصر السابقة للتكلفة حساباته الإقتصادية الخاصة ومدى أهميته ومدى تأثيره على القرار والمفاضلةالإقتصادية بين المعالجات، ويوضح جدول رقم (٥-١) عناصر التكلفة الإقتصادية ومدى تأثيرها على تكلفة المعالجات المناخية المعمارية والميكانيكية.

جدول رقم (٥-١): عناصر التكلفة وتأثيرها على إقتصاديات المعالجات المناخية:

عنصر التكلفة		المعالجات المناخية المعمارية	المعالجات الميكانيكية
التكلفة الإبتدائية	تكلفة التصميم	في أغلب الأحوال تدخل تكلفة التصميم مع إجمالي تكاليف التصميم المعماري والرسومات التنفيذية للمبنى.	في حالة وجود التكييف المركزي يكون هناك الحاجة إلى إستشاري التكييف لعمل الحسابات والأحمال الخاصة.
	تكلفة الإنشاء والتنفيذ	إذا لم تكن تلك العناصر لها صورة وظيفية في المبنى فإنها تمثل عبئا إقتصاديا إضافيا على تكلفة إنشاء المبنى.	تدخل تكلفة الإنشاء ضمن تكاليف أعمال الإلكتروميكانيكال الخاصة بالمبنى والتي تتمثل في أجهزة التكييف ومساراته.
	التكاليف الخاصة (إنشاء هيكلي إضافي)	في أغلب الأحوال لا تتطلب المعالجات المناخية وجود إنشاءات إضافية خاصة بها.	تؤثر إنشائيا على المبنى في زيادة الأحمال الناتجة عن وجود أجهزة الـ CHILLERS إضافة إلى زيادة الإرتفاع نظرا لمسارات التكييف.
	التكاليف الخاصة (فراغات خاصة)	قد تتطلب بعض المعالجات الداخلية توفير فراغات مستقطعة من المبنى كالأفنية والحوائط المزدوجة وخلافه.	تتطلب وجود فراغات خاصة بالتكييف المركزي في كل دور من أدوار المبنى.
التكاليف الجارية (الدورية)	تكلفة إستهلاك الطاقة والوقود	من النادر أن تتطلب المعالجات المناخية المعمارية توفير مصدر من مصادر الطاقة أثناء عملها خلاف بعض المعالجات التي قد تتطلب بعض مصادر الطاقة في عملها.	لا تعمل المعالجات الميكانيكية في عدم وجود مصادر الطاقة التي من أساسها الكهرباء والمياه.
	تكلفة العمالة والتشغيل	بعض المعالجات فقط تتطلب وجود عمالة خاصة لتشغيلها مثل الكاسرات المتحركة وخلافه.	تتطلب وجود عمالة دائمة لتشغيلها والتحكم في خواصها وقدراتها مع الوقت.
	تكلفة الصيانة الدورية	مثلها مثل أي عنصر أو فراغ معماري تتطلب وجود صيانة دائمة لها بدءا من أعمال النظافة وإصلاح التالف .....إلخ.	تتطلب وجود صيانة نظرا لحدوث أعطال في الأجزاء الميكانيكية للمعالجة.
التكاليف غير المباشرة	الضرائب والمصاريف الإدارية	تدفع على كافة المصاريف والتكاليف الإقتصادية طبقا لسياسة الدولة.	
	معدل التضخم	وهي تؤثر على نسبة التغير في الأسعار وبالتالي فإن تأثيرها يتزايد بإستمرار مع وجود تكلفة تشغيل مستمرة.	
	إهلاك الأصول	يتوقف ثمن بيع المعالجات المناخية المعمارية كخردة إما لمدى إمكانية الإستفادة منها أو كمواد خام كالحديد الخردة وخلافه.	يتمثل ثمن بيع الخردة في كميات الحديد والصاج المستخدم في مسارات التكييف وخلافه.
	تكلفة إستثمار رأس المال	تؤثر سلبا على المالك أو المستخدم في دفع مبلغ أكبر للإنشاء بدلا من إستثماره لتحقيق الربح منه.	يمكن تحقيق ربح إيجابي من إستثمار المبلغ الموفر من خلال فرق التكلفة بينه وبين المعالجات المعمارية.

٥-٢-٢ سنة الأساس:

إتفقت الدراسات الإقتصادية عامة ومحاسبة التكاليف خاصة في تحديد وقت محدد لحساب التكاليف الإقتصادية لأي عنصر ما، أي أنه يجب توحيد القوة الشرائية للنقود في زمن محدد، فعلى سبيل المثال إذا طلب حساب تكلفة ثمن شراء جهازين تكييف متماثلين يتم شرائهم كالآتي:

الجهاز (أ) يتم شرائه سنة ٢٠٠٧ بمبلغ ٤٧٠٠ جنيه.

الجهاز (ب) يتم شرائه بعد ٥ سنوات، علما بأن معدل التضخم ٨,٥% سنويا.

ولحساب تلك التكلفة كالآتي:

ثمن الجهاز (أ) = ٤٧٠٠ جنيه (سنة ٢٠٠٧).

ثمن الجهاز (ب) = ٤٧٠٠ + (معدل التضخم ٨,٥% لمدة ٥ سنوات) = ٧٠٦٧,١٠ جنيه.

فنجد أنه لا يجوز جمع المبلغين السابقين مباشرة وذلك لأنهم ليسوا في نفس الفترة الزمنية بل يجب تحديد سنة واحدة يتم الحساب الإقتصادي عندها وتوحيد القوة الشرائية للنقود في تلك السنة وذلك كالآتي:

بفرض أن سنة محاسبة التكاليف في عام ٢٠٠٧ "وهي التي تعتبر سنة الأساس" نجد أن تكلفة الجهاز (أ) ما زالت كما هي ٤٧٠٠جنيه، بينما تكلفة الجهاز (ب) في سنة الأساس هي نفس تكلفة الجهاز (أ) وذلك لأن القوة الشرائية لمبلغ ٤٧٠٠جنيه عام ٢٠٠٧ هو نفسه القوة الشرائية لمبلغ ٧٠٦٧,١٠جنيه عام ٢٠١٢ نظرا لوجود معدل التضخم، وبالتالي:

تكون التكلفة الإجمالية لثمن شراء الجاهزين في سنة الأساس = ٢ x ٤٧٠٠ = ٩٤٠٠ جنيه.

ولذلك يجب تحديد سنة الأساس أولا قبل البدء في حساب أية تكلفة إقتصادية لأي عنصر لتوحيد القوة الشرائية للنقود.

٥-٢-٣ الربح:

الربح عنصر أساسي في أي مشروع إقتصادي يجب توافره لضمان إستمرار المشروع، فعدم وجود الربح يعني عدم الجدوى الإقتصادية للمشروع أي عدم إستمراريته وفشله في تحقيق أهدافه الإقتصادية. والربح هو ما يهم المالك أو المستثمر بالصورة الأولى، الأمر الذي يعني عدم إمكانية تجاهله بأية صورة من الصور، بل يصل الأمر إلى إجراء الدراسة الإقتصادية خصيصا لتحديد الربح المتوقع من المشروع بصورة مبدئية.

ولتوضيح الربح الإقتصادي بصورة أكبر وضوحا كالتالي:

لأي مبلغ معين من المال له معاملين أساسيين يتحكمان في قيمته الإقتصادية كالتالي:

١- معدل التضخم: وهو النسبة المئوية لمقدار الزيادة السنوية في قيمة السلع الإقتصادية والتي تحدد ثمنها الجديد في كل عام.

٢- معامل إستثمار رأس المال: وهو النسبة المئوية لمقدار العائد الإقتصادي الذي يحققه إستثمار مبلغ معين من المال سنويا.

بحيث يكون الربح من خلال المعاملين السابقين كالتالي:

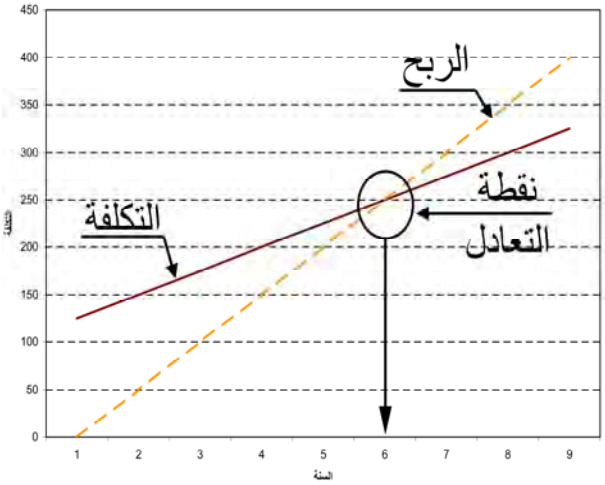
النسبة المئوية للربح = النسبة المئوية لإستثمار رأس المال – معدل التضخم.

وبالتالي يجب أن يكون إستثمار رأس المال أكبر من معدل التضخم لضمان تحقيق الربح الإقتصادي لأي مشروع إستثماري وإلا يعتبر المشروع خاسرا إقتصاديا.

٥-٢-٤ نقطة التعادل:

لأي مشروع إقتصادي تكلفة إنتاج وعائد ربح من هذا المنتج، فبالنسبة للتكلفة فتتمثل بنودها كما سبق ذكره في بنود التكاليف للعناصر المختلفة، فعلى سبيل المثال يتضح من شكل رقم (٥-١) بياني خاص بالعلاقة بين التكلفة والربح لمنتج ما أو منشأة معينة تحقق ربحا تصاعديا.

بحيث نجد أنه في بداية عمر المنشأة نجد أن منحنى التكلفة يبدأ من قيمة التكلفة الإبتدائية ويستمر تصاعديا مع وجود التكاليف الجارية (الدورية) والتكاليف غير المباشرة، بينما يبدأ منحنى الربح من الصفر ويستمر تصاعديا مع العمر الزمني، والجدير بالذكر أنه في حالة تقاطع منحنى التكلفة مع منحنى الربح كما هو موضح في الشكل، فإن ذلك يحدث عند فترة زمنية معينة تعرف بنقطة التعادل والتي يكون عندها إجمالي التكاليف مساوية لإجمالي الربح بمعنى أنه بعد تلك الفترة فإن العنصر قد غطى ثمن تكاليفه وأصبح يحقق ربحا إضافيا.



شكل رقم (٥-١): تحديد نقطة التعادل للعناصر.

٥-٣ المبادئ الأساسية لنموذج حساب التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية:

٥-٣-١ مسطح المعالجات المناخية:

تنقسم المعالجات المناخية المعمارية إلى قسمين رئيسيين طبقا لمكان المعالجة المناخية، وهما كالتالي:

١- معالجات مناخية معمارية خارجية:

وهي التي تقع خارج حدود المبنى ولا تؤثر غالبا في مقدار مساحة المبنى المحددة كنسبة بنائية من مسطح الأرض، فعلى سبيل المثال من أمثلة المعالجات المناخية الخارجية الكاسرات الشمسية / أعمال الزراعات الخارجية / التغطيات الخارجية / .....إلخ.

٢- معالجات مناخية معمارية داخلية:

وهي التي تقع داخل حدود المبنى وتستقطع جزءا من مساحة المبنى المحددة كنسبة بنائية من مسطح الأرض، وهنا تنقسم تلك المعالجات إلى قسمين مختلفين من حيث حساب التكلفة الإقتصادية وذلك كالتالي:

أ- المعالجة المناخية الداخلية ذات الدور الوظيفي: وهي الفراغات أو العناصر المعمارية الداخلية والتي لها دور وظيفي في المبنى إضافة إلى ذلك فإن لها خصائص ومميزات بيئية إيجابية تمكن من إستغلالها بيئيا، وذلك مثل تخصيص السلالم الثانوية وسلالم الهروب كمدفأة شمسية فيمكن الإستفادة منها وظيفيا وبيئيا.

ب- المعالجة المناخية الداخلية المقتصر دورها بيئيا فقط: وهي تشمل كافة العناصر والفراغات المستقطعة من المبنى داخليا والتي لا يوجد لها دور وظيفي في المبنى إلا الإستفادة فقط من خصائصها البيئية، وذلك مثل ملاقف الهواء أو الحوائط المزدوجة وخلافه من عناصر المعالجات البيئية التي تستقطع جزءا من الفراغ الداخلي دون الإستفادة منها كفراغات أو عناصر وظيفية خلاف دورها البيئي الإيجابي على المبنى.

ولمسطح المعالجات المناخية تأثير على حساب التكلفة الإقتصادية لتلك المعالجات، وذلك يظهر تأثيره بوضوح في حسابات التكاليف الخاصة في توفير فراغات خاصة لتلك المعالجات والتي يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام رئيسية كالتالي:

- المعالجات المناخية الخارجية:
وفيها لا يتم تحميل تكلفة تخصيص فراغات خاصة مستقطعة من المبنى على التكلفة الإجمالية للمعالجة.
- المعالجات المناخية الداخلية ذات الفراغ الوظيفي:
وأيضا لا يتم فيها تحميل تكلفة الفراغات الخاصة على التكلفة الإجمالية للمعالجة.
- المعالجات المناخية الداخلية غير ذات الفراغ الوظيفي:
وفيها يتم تحميل تكلفة الفراغات الخاصة على التكلفة الإجمالية للمعالجة طبقا لثمن بيع أو تأجير المتر المسطح شهريا.

٥-٣-٢ العمر الإفتراضي للمباني والمعالجات المناخية:

يعرف العمر الإفتراضي لأي عنصر ما بأنه مجموع عدد السنوات والذي ينتهي بعدها الأداء الوظيفي المطلوب من هذا العنصر بحيث تعتبر أية أعمال صيانة لإستمرار أدائه الوظيفي لا فائدة منها وتحمل الكثير على تكلفته الإقتصادية، وقد حددت الدراسات الإقتصادية بأن العمر الإفتراضي المتوقع لأغلب المباني يتراوح من ٥٠ :٧٥ سنة[1] طبقا لوظيفة وإنشاء ونوع المبنى. وبالمثل يتراوح العمر الإفتراضي للمعالجات المناخية طبقا لإنشاءها والمواد المكونة لها ومدى تحملها لإستمرار أداء وظيفتها فمنها من يستمر مع عمر المبنى أو من يتطلب تغييره كل فترة زمنية معينة أثناء تشغيل المبنى.

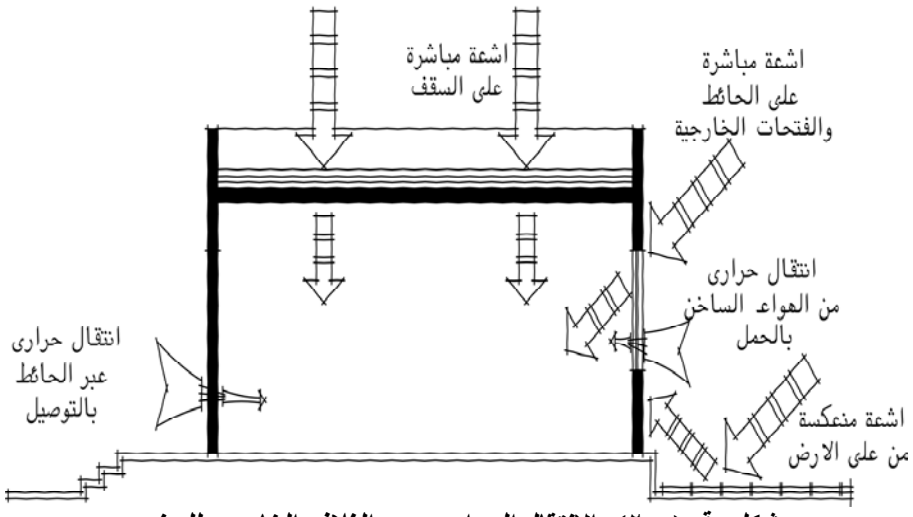
٥-٣-٣ تأثير الغلاف الخارجي للمبنى:

٥-٣-٣-١ مكونات الغلاف الخارجي للمبنى:

حتى يتمكن المعماري من الوصول إلى تحقيق بيئة مناخية صالحة داخل الفراغات المعمارية التي يقوم بتصميمها، يجب أن يكون إهتمامه أكبر بتحليل الخصائص المناخية علاوة على دراسة العناصر المعمارية المختلفة للمبني من حوائط وأسقف وفتحات خارجية والتأثير المتبادل بين العوامل المناخية وعناصر الغلاف الخارجي للفراغ حيث أنها تعتبر المنفذ الرئيسي لإنتقال الحرارة داخل المبنى وبالتالي حالة المناخ بالفراغ الداخلي والغلاف الخارجي للمبنى يتكون من ٣ عناصر رئيسية وهي:

- الأسقف.
- الحائط الخارجي الرأسي.
- الفتحات الخارجية (أبواب وشبابيك).

ولكل من العناصر السابقة دورها في الإنتقال الحراري بين خارج وداخل المبنى، شكل رقم (٥-٢)، كما يمكن مراعاة تصميمها بصورة تقلل الإنتقال الحراري من وإلى الفراغ، وبالتالي المساعدة في خلق بيئة صالحة مريحة للإنسان.



شكل رقم (٥-٢): الإنتقال الحراري عبر الغلاف الخارجي للمبنى.

[1] سامي السيد، أصول علم الإقتصاد، كلية الإقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، ٢٠٠٥.

٥-٣-٣-٢ دور عناصر الغلاف الخارجي للمبنى على تشكيل المناخ الداخلي:

لكل من عناصر الغلاف الخارجي للمبنى دورها في الإنتقال الحراري بين الفراغ الداخلي والخارجي، كما يمكن مراعاة تصميمها بصورة تقلل الإنتقال الحراري من وإلى الفراغ، وبالتالي المساعدة في خلق بيئة صالحة مريحة للإنسان، وتأثير المناخ على العناصر الخارجية المختلفة للمبنى من أسقف وحوائط وفتحات كالتالي:

أولا: الأسقف:

المصدر الرئيسي للإنتقال الحراري بين داخل وخارج المبنى، حيث أنه يكون أكثر عرضة لأشعة الشمس المباشرة طوال اليوم بعكس الحوائط التي تكون معرضة في أوقات لأشعة الشمس خلال عدة ساعات من اليوم وليس اليوم كله مثل السقف طبقا للواجهة الموجود بها الحائط الرأسي، ونسبة الإنتقال الحراري للمبنى من خلال السقف تختلف بإختلاف مادة إنشاء السقف، فكلما كانت مواد الإنشاء من مواد لها خاصية إكتساب ونفاذ الحرارة بسرعة تكون كمية الحرارة النافذة للفراغ أكبر من كمية الحرارة النافذة من خلال مواد إنشاء أخرى لها خاصية إكتساب وفقد الحرارة ببطء.

ثانيا: الحوائط:

الحوائط الخارجية تتعرض مثل الأسقف للإشعاع الحراري والنفاذ الحراري داخل الفراغ، ولكن الحوائط لا تتعرض لأشعة الشمس مثل تعرض الأسقف لها، وذلك لأن أي واجهة بالمبنى لا تتعرض لأشعة الشمس طوال اليوم مثل الأسقف، إضافة إلى إختلاف زاوية ميل الشمس على الأسقف عنها على الحوائط مما يؤدي إلى تقليل شدة أشعة الشمس على الحوائط، إلا أن الحوائط تتعرض لمصدر حراري آخر وهو الأشعة المنعكسة من سطح الأرض خاصة في المناطق التي أرضها ذات خاصية السطح العاكس حراريا، إضافة إلى مصدر حراري آخر وهو الهواء الساخن القريب من سطح الأرض والذي يشمل مجال تأثيره الحائط الخارجي للمبنى.

ثالثا: الفتحات الخارجية:

تعتبر الفتحات الخارجية هي المصدر الرئيسي لنفاذ الحرارة إلى داخل الفراغ نظرا لرقة سمكها حيث أن أغلبها من الألواح الزجاجية وخلافه، مما يستوجب معه مراعاة تصميمها بصورة شاملة، فنسبة الفتحات في الواجهة تختلف طبقا لتوجيه هذه الواجهة، فمن المعروف أن الحمل الحراري على واجهات المبنى تختلف من إتجاه لآخر طبقا لحركة أشعة الشمس صيفا وشتاءا مما يستوجب معه تقليل مساحة الفتحات في واجهات معينة وزيادتها في واجهات أخرى غير معرضة للشمس.

٥-٣-٤ أهمية ودور العناصر الداخلية بالمبنى:

هناك دائما العديد من عناصر الفراغ الداخلي والتي تحدث تبادلا حراريا بينها وبين الفراغ الداخلي، ويمكن تقسيم هذه العناصر كالتالي:

- مستخدمي الفراغات الداخلية.
- الأدوات والمولدات والأجهزة الكهربية.
- وحدات الإضاءة الداخلية.

ولكل عنصر من تلك العناصر أهميته النسبية وتأثيره على الحسابات الحرارية الخاصة بالفراغ حيث يختلف من فراغ لآخر وإستخدام لآخر. وعلى سبيل المثال يوضح جدول رقم (٥-٢) بعض الأمثلة للعناصر الداخلية بالفراغ الداخلي ومتوسط الطاقة الحرارية الناتجة (وات) والتي تؤثر على الحسابات الداخلية كحسابات أحمال التكييف المطلوب على سبيل المثال.

جدول رقم (٥-٢): الطاقة الحرارية الناتجة عن عناصر الفراغ الداخلي:

العنصر		متوسط الطاقة الحرارية الناتجة (وات)	العنصر		متوسط الطاقة الحرارية الناتجة (وات)
الأشخاص طبقا لنوع النشاط	نوم	٧٥	وحدات الإضاءة	لمبات متوهجة	٩٥% من قدرتها
	مشي	١٢٠		لمبات فلورسنت	٧٩% من قدرتها
	أعمال خفيفة	١٩٠			
	أعمال شاقة	٧٠٠			
الأدوات الكهربائية		٧٤٦ * قدرة الجهاز (حصان)			

٥-٤ نموذج حساب تكاليف المعالجات المناخية وتحديد نقطة التعادل:

٥-٤-١ تمهيد: الأهمية الإقتصادية للمعالجات المناخية:

تتعدد وتختلف المعالجات المناخية للمباني طبقا للظروف المناخية المحيطة بالمبنى وعناصر المبنى الخارجية والداخلية وغير ذلك من العوامل المختلفة والتي يمكن ذكر أهمها كالتالي:

١- العناصر والعوامل المناخية المحيطة بالمبنى.
٢- أعمال تنسيق الموقع الخارجي.
٣- تشكيلات الأراضي المحيطة بالموقع العام.
٤- مكونات وتشكيل الغلاف الخارجي للمبنى.
٥- الأنشطة والعناصر الداخلية بالمبنى.
٦- تشكيل وتوجيه الكتلة.

وقياسا على ذلك فإن لكل مبنى له العديد من المعالجات المناخية الملائمة والتي تتفق جميعها في تحقيق وتوفير الراحة الحرارية المطلوبة لمستعملي الفراغ الداخلي. ولهذا تكون الإشكالية أمام المهندس المصمم هو الإختيار بين بدائل المعالجات المناخية لتحديد أنسبها لتنفيذها بالمبنى. ومع الأخذ في الإعتبار التكلفة الإقتصادية لتلك المعالجات المناخية يمكن تحديد العنصر الإقتصادي كأحد أهم عوامل التقييم والمفاضلة بين تلك البدائل المناخية لإختيار الأنسب منها طبقا للأقل تكلفة.

ومن الجدير بالذكر إعتماد أغلب المباني على وجود عناصر التكييف المنفصل والمركزي بالمبنى والتي يقتصر معها دور المعالجات المناخية المعمارية في الحد من الأحمال المطلوبة ومقدار إستهلاك الطاقة الشهري لعناصر التكييف.

لذا من المهم توفير نموذج لحساب تكاليف المعالجات المناخية مع عمر المبنى وكذلك مقدار التوفير السنوي الناتج من إستخدام المعالجة المناخية المعمارية في إستهلاك وأحمال عناصر التكييف.

٥-٤-٢ الفرضيات الأساسية للنموذج:

لحساب التكاليف الإقتصادية وتحديد نقطة التعادل لعناصر التصميم المناخي المعماري هناك عدة فرضيات رئيسية كالتالي:

٥-٤-٢-١ تصميم المعالجة المناخية الأساسية للمبنى BASE CASE:

كما سبق ذكره لإغنه قد تم التحديد بأن أغلب المباني تعتمد إعتمادا كليا على عناصر التكييف المركزي لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة لمستخدمي الفراغات الداخلية، وإنطلاقا من هذا فقد تم تحديد أن المعالجة الأساسية أو التصميم الأساسي للمبنى لتحقيق الراحة الحرارية وذلك فيما يعرف بـ BASE CASE هو توفير عناصر التكييف المركزي للفراغات الداخلية، ويتم من خلال النموذج حساب إجمالي التكاليف الإقتصادية لعناصر التكييف المركزي بدءا من التصميم حتى إنتهاء العمر الإفتراضي للمبنى، وذلك كما سيلي ذكره تفصيليا من خلال دراسة عناصر النموذج.

٥-٤-٢-٢ بدائل المعالجات المناخية المعمارية:

تم إفتراض وجود بديلين للمعالجات المناخية المعمارية وهما المعالجة المناخية المعمارية نموذج (أ) والمعالجة المناخية المعمارية نموذج (ب)، ويتمثل دور نموذج المعالجة المناخية المعمارية في وجوده بالمبنى والإستفادة بتخفيف الأحمال المطلوبة من عناصر التكييف المركزي بعد إضافة التأثير الإيجابي لنموذج المعالجات المناخية، بحيث تتكون المعالجة من الآتي:

عناصر المعالجة المناخية المعمارية + الأحمال المستجدة من عناصر التكييف المركزي بعد إعادة تصميمه.

فعلى سبيل المثال إذا فرض أن هناك مبنى يحتاج إلى قدر معين من أحمال طن التبريد للتكييف المركزي وذلك في وجود الغلاف الخارجي للمبنى المكون من الحوائط الستائرية ذات الزجاج المفرد الشفاف، والذي تم حساب كمية الحرارة المنتقلة عبر الغلاف الخارجي للمبنى من خلال العلاقة التالية:

$$\mathbf{Q = A * U * \Delta T}$$

حيث أن: **Q** هي كمية الحرارة المنتقلة عبر الغلاف الخارجي للمبنى.

A مسطح الحوائط الستائرية المكونة للغلاف الخارجي للمبنى.

U الإنتقالية الحرارية للغلاف الخارجي للمبنى.

ΔT فرق درجات الحرارة ما بين الفراغ الداخلي والفراغ الخارجي، حيث أن:

T (in) درجة الحرارة المطلوبة للفراغ الداخلي (22:24 C).

T (out) درجة الحرارة الخارجية المحيطة بالمبنى (105 F).

وعلى هذا الأساس نجد أن المتغيرات الأساسية في العلاقة السابقة هي إما:

أ- مسطح الزجاج الكلي الخارجي A.

ب- الإنتقالية الحرارية للزجاج U-value.

فيكون دور المعالجة المناخية إما تغيير مسطح الزجاج أو نوع الزجاج المستخدم بزجاج آخر له كفاءة أكبر في المقاومة الحرارية، ثم يلي ذلك إعادة التصميم المستجد لأحمال التكييف في نموذج المعالجة المناخية.

٥-٤-٢-٣ الحسابات الأساسية للنموذج:

للوصول للهدف الأساسي للنموذج وهو تحديد البديل الأمثل للمعالجات المناخية يجب إجراء عدة حسابات أساسية من خلال هذا النموذج للتوصل للمعالجة المناخية الأمثل، ويمكن ذكر هذه الحسابات كالآتي:

١- حساب عناصر التكاليف الإقتصادية للمعالجات المناخية:

وهي كما سبق ذكره تتمثل في عناصر التكلفة المختلفة من تكلفة مباشرة وغير مباشرة كما سبق ذكره.

٢- حساب التكاليف الدورية تراكميا مع عمر المبنى:

وفيها يتم حساب عناصر التكلفة الدورية مع عمر المبنى بطريقة تراكمية بحيث يتم حساب التكلفة الجارية في سنة إضافة إلى السنوات السابقة وهكذا، وذلك لأهمية التكاليف الدورية ومدى تأثيرها الكبير على الإقتصاديات والتكلفة وتحديد نقطة التعادل.

٣- حساب الوفر التراكمي الناتج عن المعالجات المناخية المعمارية:

عند الإعتماد على التكييف المركزي فقط في المبنى فإن له تكلفة إبتدائية إضافة إلى تكاليف دورية جارية مع تشغيل المبنى، أما في حالة إدخال عناصر المعالجات المناخية

المعمارية فإن ذلك يؤثر سلبا على قيمة التكلفة الإبتدائية بزيادتها وفي نفس الوقت تأثيرا إيجابيا بتقليل التكلفة الدورية الجارية مع تشغيل المبنى.
لذا فمن المهم حساب التوفير الناتج في التكاليف الدورية مع عمر المبنى لتحديد الفترة الزمنية التي يتم فيها تعويض الفارق في التكلفة الإبتدائية نتيجة إضافة المعالجات المناخية المعمارية.

٤- تحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية:

تعتبر نقطة التعادل للمعالجات المناخية هي الفترة الزمنية اللازمة لتعويض المعالجات المناخية ثمنها الإبتدائي نتيجة الوفر التراكمي الذي توفره كل عام مع تشغيل المبنى. بحيث يمكن القول بأن المعالجة المناخية قد أتت بثمنها الإقتصادي.

٥-٥ محاسبة التكاليف لنموذج المعالجات المناخية:

٥-٥-١ تمهيد:

فيما يلي ذكر تفصيلي لأهم عناصر التكاليف التي يتم حسابها من خلال النموذج وكيفية إجراء حساباتها الإقتصادية والتي تفيد في تحقيق الهدف الرئيسي للنموذج، وسيتم تناول تلك العناصر من خلال عدة نقاط وهي:

١- المدخلات الرئيسية:

تحديد وتفصيل المدخلات الرئيسية التي يقوم المهندس المصمم بتدوينها للحصول على التكاليف الإقتصادية.

٢- الحسابات الإقتصادية:

والتي تشمل الحسابات لكل عنصر من عناصر التكلفة الإقتصادية والمعادلات الخاصة بها والتي يقوم النموذج بحسابها.

٣- النتائج الرئيسية:

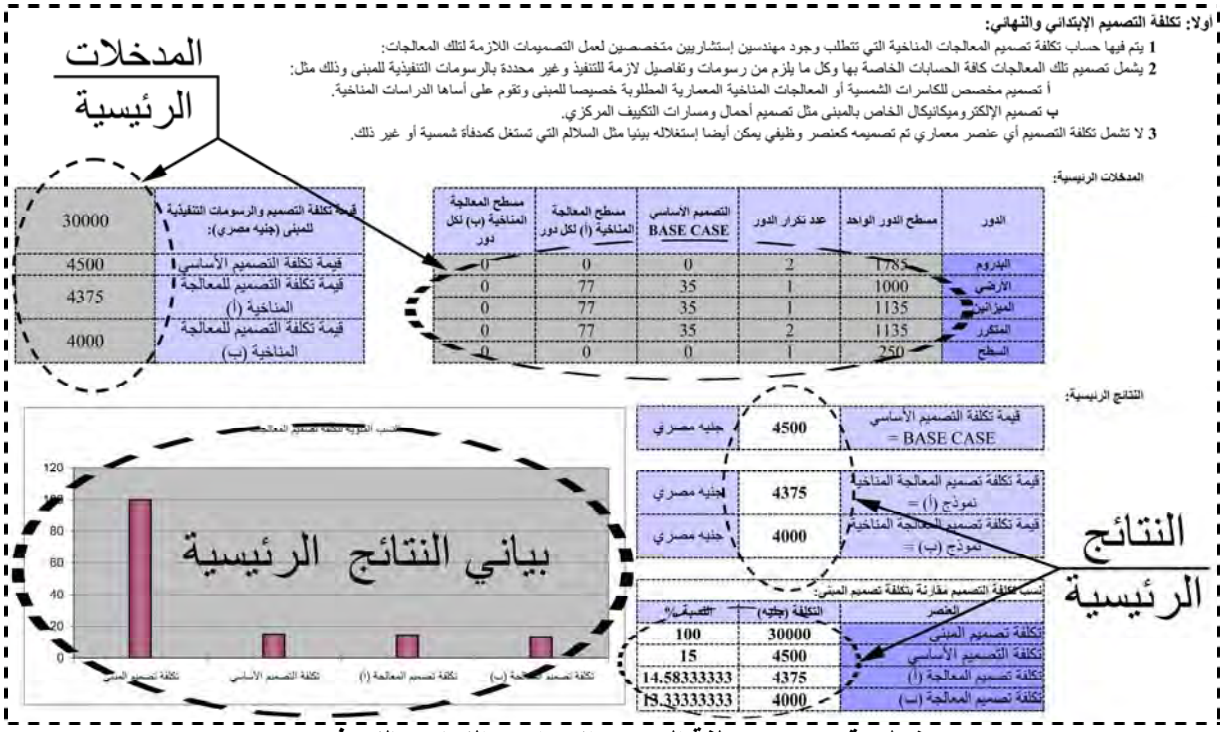
وهي تشمل قيم التكاليف الإقتصادية المختلفة لكل عنصر من عناصر التكاليف الإجمالية كخطوة للحصول على قيمة التكلفة الإجمالية وتحديد الوفر التراكمي ونقطة التعادل لكل معالجة مناخية بالنموذج.

٥-٥-٢ تكلفة التصميم الإبتدائي والنهائي:

يتم فيها حساب تكلفة وأتعاب المهندس المصمم للمعالجات المناخية في حالة أن تكاليف تصميمها لا تدخل ضمن تكاليف التصميم المعماري، مثل أتعاب مهندس التكييف الذي يقوم بحسابات الأحمال المطلوبة من التكييف للمبنى، شكل رقم (٥-٣).

المدخلات الرئيسية	▪ مسطح أدوار المبنى: والتي تم تقسيمها إلى دور بدروم / أرضي / ميزانين / متكرر / سطح، والمطلوب تحديد المسطح الإجمالي للدور الواحد لكل مما سبق. ▪ عدد تكرار الدور: لحساب المسطح الإجمالي للمبنى. ▪ مسطح المعالجة بالتصميم الأساسي BASE CASE: ويشمل المسطحات المخصصة لغرف التكييف المركزي. ▪ مسطح المعالجات المناخية المعمارية: وتشمل المسطح الإجمالي للمعالجة المناخية نموذج (أ) ونموذج (ب). ▪ قيمة تكلفة التصميم والرسومات التنفيذية للمبنى: تشمل كافة أعمال التصميم المعماري / الإنشائي / .....إلخ ما عدا أعمال تصميم التكييف المركزي. ▪ قيمة تكلفة التصميم للمعالجة في التصميم الأساسي. ▪ قيمة تكلفة التصميم للمعالجة المناخية نموذج (أ)، (ب).

الحسابات الإقتصادية	●قيمة تكلفة تصميم المعالجة الأساسي BASE CASE = قيمة أتعاب مهندس التكييف القائم بحسابات أعمال التكييف المركزي. ويتم حسابها على أساس المسطح الإجمالي المطلوب تكييفه بالمبنى وما يحتاجه من مقدار طن تبريد. ●قيمة تكلفة تصميم المعالجة المناخية نموذج (أ) أو (ب) = قيمة أتعاب مهندس التكييف القائم بحسابات التكييف + أتعاب المهندس المصمم للمعالجة المناخية المعمارية. والمفترض فيها الآتي: ١- أن تقل أتعاب مهندس التكييف نتيجة تقليل الأحمال المطلوبة من أعمال التكييف المركزي. ٢- المعالجة المناخية المعمارية لا تدخل تكلفة تصميمها مع التكاليف في حالة أن لها دور وظيفي ضمن عناصر المبنى. ٣- إذا كانت المعالجة المناخية قائمة بذاتها ويتم حسابها خصيصا من قبل مهندس متخصص فيتم إضافة أتعاب المهندس ضمن تكاليف التصميم.
النتائج الرئيسية	o قيمة تكلفة التصميم الأساسي للمبنى BASE CASE. o قيمة تكلفة تصميم المعالجة المناخية نموذج (أ)، (ب). o نسب تكلفة تصميم المعالجات مقارنة بتكلفة تصميم المبنى. o بياني النسب المئوية لتكلفة تصميم المعالجات نسبة إلى تكلفة تصميم المبنى.



شكل رقم (٥-٣): تكلفة التصميم الإبتدائي والنهائي بالنموذج.

٥-٥-٣ تكلفة الإنشاء والتنفيذ:

يتم فيها حساب التكاليف اللازمة لإنشاء وتنفيذ المعالجات المناخية المعمارية والميكانيكية شاملة كافة لوازم التنفيذ من توريد المواد الخام / العمالة اللازمة للتنفيذ / بنود تنفيذ الأعمال / .....إلخ، شكل رقم (٥-٤).

المدخلات الرئيسية

- سنة التنفيذ: وهي السنة التي يتم عندها الحسابات الإقتصادية المطلوبة للمعالجات المناخية "سنة الأساس" وذلك لتوحيد القيمة الشرائية للنقود لفترة موحدة.
- إجمالي التكلفة المتوقعة لتنفيذ المبنى: وذلك كقيمة تقديرية من كراسات الكميات المسعرة لبنود تنفيذ الأعمال، وذلك لتسهيل المقارنة بين تكلفة تنفيذ المعالجات بتنسيبها إلى التكلفة الإجمالية لتنفيذ المبنى، والملاحظ أن تكلفة التنفيذ والإنشاء تشمل كافة بنود الأعمال من بنود أعمال معمارية / إنشائية / .....إلخ ماعدا أعمال الإليكتروميكانيكال اللازمة لتنفيذ أعمال التكييف المنفصل والمركزي أو أية عناصر معمارية المخصصة للوظائف والمعالجات البيئية فقط.
- متوسط معدل التضخم: وذلك لحساب قيمة التغير في الأسعار المتوقعة لبنود تنفيذ الأعمال، وذلك طبقا لتحديد سنة التنفيذ وإعتبارها سنة الأساس حيث أن الأسعار المستخدمة في النموذج طبقا لأسعار بنود تنفيذ الأعمال لعام ٢٠٠٧.
- العمر الإفتراضي للمعالجات المناخية نموذج (أ)، (ب): وذلك لتحديد عدد مرات تنفيذ وإنشاء المعالجة المناخية مع عمر المبنى بحد أقصى ٥٠ سنة، فعلى سبيل المثال إذا فرض أن العمر الإفتراضي للمعالجة ١٠سنوات فإن ذلك يعني أن عدد مرات تنفيذ المعالجة ٥ مرات في عمر المبني.

الحسابات الإقتصادية

- قيمة إنشاء وتنفيذ المعالجة الأساسي BASE CASE يمكن حسابها من العلاقة التالية:

قيمة إنشاء المعالجة الأساسية = (مسطح الفراغات المطلوب تكييفها * قيمة تنفيذ المتر المسطح من التكييف المركزي طبقا لنوعية ووظيفة المبنى) + إجمالي تنفيذ بنود الأعمال الإستكمالية المطلوبة للتكييف المركزي "سقف ساقط / .....إلخ".

- قيمة إنشاء وتنفيذ المعالجة المناخية نموذج (أ) = قيمة توريد وتنفيذ وإنشاء الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال (معمارية / إنشائية / .....إلخ) للمعالجة (أ)، ويمكن التوصل لحساب تلك التكلفة من خلال الخطوات التالية:

١- تحديد التصميم النهائي والرسومات التنفيذية للمعالجة المناخية لنموذج (أ).

٢- حساب الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال شاملة كافة التخصصات: معماري / إنشائي / تكييف / كهرباء / .....إلخ، وكل ما يلزم من بنود لتنفيذ المعالجة المناخية وضمان أداء وظيفتها على الوجه الأكمل.

٣- من خلال الجدول الموضح في شكل رقم ( ) والخاص ببنود تنفيذ الأعمال والوحدات المقاسة بها وسعر تنفيذ كل بند والذي يشمل كافة لوازم التنفيذ والإنشاء والعمالة اللازمة للتنفيذ وغيرها من كافة لوازم التنفيذ على الوجه الأكمل يتم إستيفاء كميات بنود الأعمال وذلك لحساب التكلفة الإجمالية لكل بند والتكلفة الإجمالية للإنشاء كالتالي:

التكلفة الإجمالية لتنفيذ البند = سعر تنفيذ البند وقت الإنشاء * الكمية التقديرية لبند تنفيذ الأعمال.
سعر تنفيذ البند وقت الإنشاء=سعر تنفيذ البند الموضح سنة ٢٠٠٧ + فرق سعر البند سنة الأساس.
فرق سعر البند سنة الأساس = (سنة التنفيذ – سنة ٢٠٠٧) * الفائدة المركبة لمعدل التضخم.

٤- يتم حساب التكلفة الإجمالية لتنفيذ المعالجة المناخية لنموذج (أ) مرة واحدة من خلال العلاقة التالية:

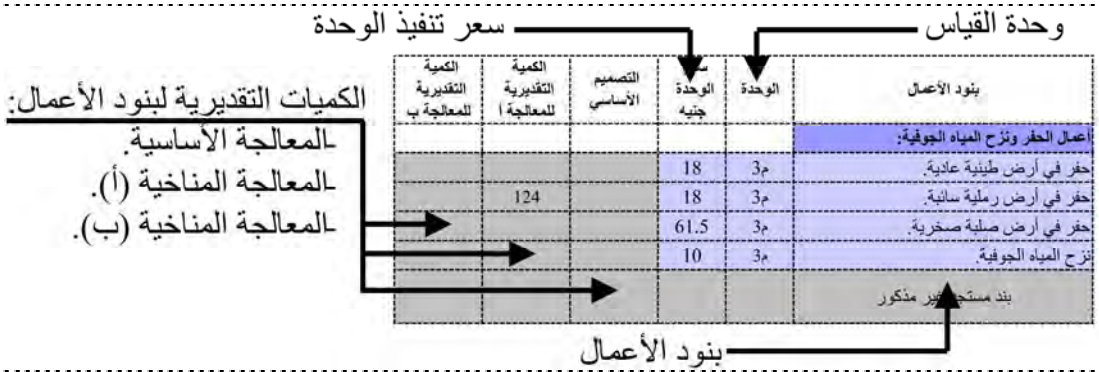
التكلفة الإجمالية لتنفيذ المعالجة (أ) = مجموع تكلفة تنفيذ بنود الأعمال.

٥- يتم حساب التكلفة الإجمالية الكلية لتنفيذ المعالجة نموذج (أ) أثناء العمر الإفتراضي للمبنى والمحدد بـ ٥٠ سنة كالآتي:

عدد مرات تنفيذ المعالجة المناخية (أ) = ٥٠ / العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية (أ).
التكلفة الإجمالية الكلية لتنفيذ المعالجة (أ) = تكلفة إنشاء المعالجة مرة واحدة * عدد مرات التنفيذ.

- قيمة إنشاء وتنفيذ المعالجة المناخية نموذج (ب) = قيمة توريد وتنفيذ وإنشاء الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال (معمارية / إنشائية / .....إلخ) للمعالجة (ب)، ويمكن التوصل لحساب تلك التكلفة كما تم في حسابات المعالجة (أ).

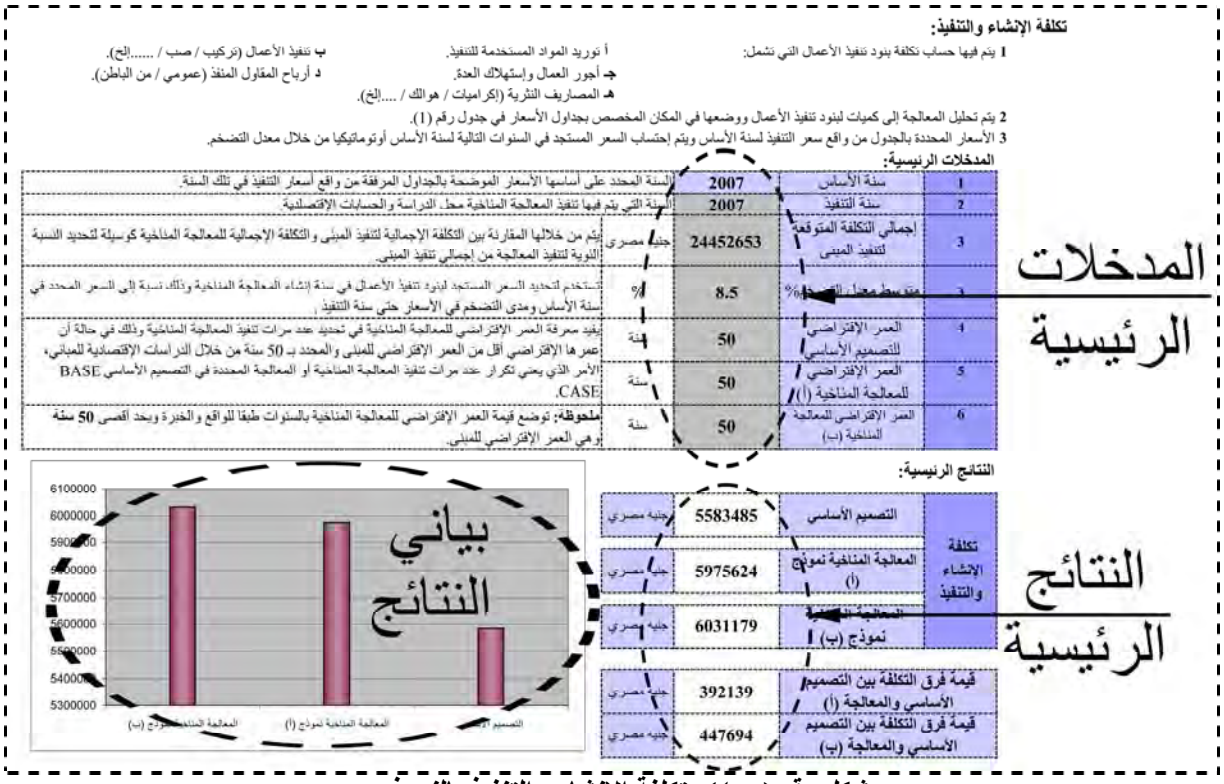
تكلفة بنود تنفيذ الأعمال



بنود الأعمال	الوحدة	سعر الوحدة جنيه	التصميم الأساسي	الكمية التقديرية للمعالجة أ	الكمية التقديرية للمعالجة ب
أعمال الحفر ونزح المياه الجوفية:					
حفر في أرض طينية عادية.	م3	18			
حفر في أرض رملية سائبة.	م3	18		124	
حفر في أرض صلبة صخرية.	م3	61.5			
نزح المياه الجوفية.	م3	10			
بند مستخدم غير مذكور					

النتائج الرئيسية

- قيمة تكلفة تنفيذ وإنشاء المعالجة الأساسية للمبنى BASE CASE.
- قيمة تكلفة الإنشاء والتنفيذ للمعالجة المناخية نموذج (أ)، (ب).
- قيمة فرق تكلفة التنفيذ والإنشاء بين التصميم الأساسي والمعالجة المناخية.
- بياني قيمة تكلفة التنفيذ والإنشاء للمعالجة الأساسية والمعالجات المناخية (أ)، (ب).



1	سنة الأساس	2007		السنة المحدد على أساسها الأسعار الموضحة بالجداول المرفقة من واقع أسعار التنفيذ في تلك السنة.
2	سنة التنفيذ	2007		السنة التي يتم فيها تنفيذ المعالجة المناخية محل الدراسة والحسابات الاقتصادية
3	إجمالي التكلفة المتوقعة لتنفيذ المبنى	24452653	جنيه مصري	يتم من خلالها المقارنة بين التكلفة الإجمالية لتنفيذ المبنى و التكلفة الإجمالية للمعالجة المناخية كوسيلة لتحديد النسبة المئوية لتنفيذ المعالجة من إجمالي تنفيذ المبنى.
3	متوسط معدل التضخم%	8.5	%	تستخدم لتحديد السعر المستحد لبنود تنفيذ الأعمال في سنة إنشاء المعالجة المناخية وذلك نسبة إلى السعر المحدد في سنة الأساس ومدى التضخم في الأسعار حتى سنة التنفيذ.
4	العمر الإفتراضي للتصميم الأساسي	50	سنة	يفيد معرفة العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية في تحديد عدد مرات تنفيذ المعالجة المناخية وذلك في حالة أن عمرها الإفتراضي أقل من العمر الإفتراضي للمبنى والمحدد بـ 50 سنة من خلال الدراسات الاقتصادية للمباني، الأمر الذي يعني تكرار عدد مرات تنفيذ المعالجة المناخية أو المعالجة المحددة في التصميم الأساسي BASE CASE.
5	العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية (أ)	50	سنة	
6	العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية (ب)	50	سنة	**ملحوظة:** توضع قيمة العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية بالسنوات طبقا للواقع والخبرة ويحد أقصى **50 سنة** وهي العمر الإفتراضي للمبنى.

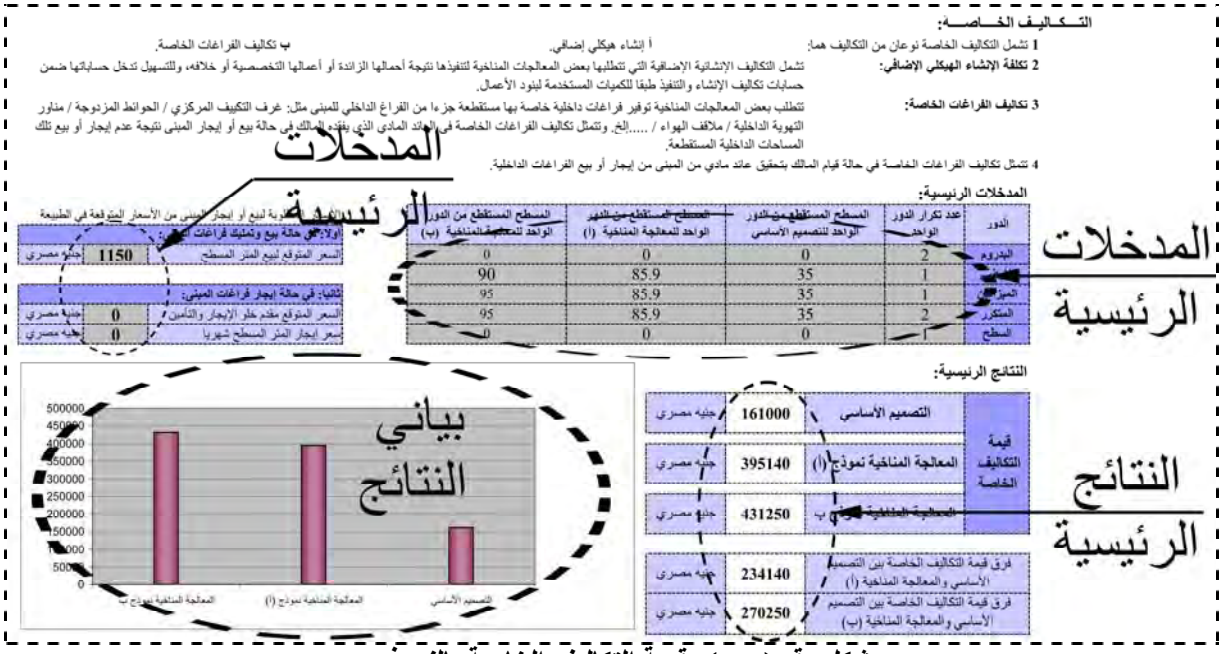
تكلفة الإنشاء والتنفيذ	التصميم الأساسي	5583485	جنيه مصري
	المعالجة المناخية نموذج (أ)	5975624	جنيه مصري
	المعالجة المناخية نموذج (ب)	6031179	جنيه مصري
	قيمة فرق التكلفة بين التصميم الأساسي والمعالجة (أ)	392139	جنيه مصري
	قيمة فرق التكلفة بين التصميم الأساسي والمعالجة (ب)	447694	جنيه مصري

شكل رقم (٥-٤): تكلفة الإنشاء والتنفيذ بالنموذج.

٥-٥-٤ التكاليف الخاصة:

يتم فيها حساب التكاليف الخاصة الناتجة عن المساحات الداخلية المستقطعة من المبنى والتي تم تخصيصها للمعالجات المناخية بدلا من الإستفادة منها إقتصاديا وبيعها أو إيجارها، وتلك التكلفة مخصصة فقط للمساحة الداخلية المستقطعة من الفراغ الداخلي والمحسوبة ضمن مسطح المبنى المحدد بنشبة بنائية معينة مع ملاحظة أن المعالجة المناخية الداخلية المقصودة هي المعالجات غير ذات الفراغ الوظيفي بالمبنى سوى تخصيصها بيئيا فقط، شكل رقم (٥-٥).

المدخلات الرئيسية	▪ المسطح المستقطع من الفراغ الداخلي بالمبنى: والذي تم تخصيصه للمعالجة المناخية سواء للتصميم الأساسي أو المعالجة المناخية نموذج (أ) أو (ب)، بحيث أنها تدخل ضمن النسبة البنائية ولا وظيفة لها سوى بيئيا فقط مثل: غرف التكييف المركزي / الحوائط المزدوجة / ملاقف الهواء / .....إلخ. ▪ عدد تكرار الدور الواحد: وذلك لحساب المساحة الإجمالية الكلية المستقطعة من المبنى لكل معالجة مناخية على حدة. ▪ في حالة قيام المالك ببيع المبنى: الأسعار المتوقعة لبيع المتر المسطح من المبنى بعد إنتهاء تنفيذ المبنى، وذلك طبقا لأسعار البيع للمباني المحيطة والمماثلة. ▪ في حالة قيام المالك بإيجار المبنى: الأسعار المتوقعة لإيجار المتر المسطح من المبنى بعد إنتهاء تنفيذ المبنى، وذلك طبقا لأسعار الإيجار للمباني المحيطة والمماثلة، إضافة إلى مقدم خلو الإيجار والتأمين المطلوب.
الحسابات الإقتصادية	●قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة المناخية نموذج (أ) = قيمة تكلفة تخصيص الفراغات المستقطعة داخليا والمخصصة للمعالجة (أ)، ويمكن التوصل لحساب تلك التكلفة من خلال الخطوات التالية: **١- أولا: في حالة قيام المالك ببيع المبنى:** **المساحة الكلية المستقطعة داخليا للمعالجة = مجموع (مسطح المعالجة المستقطع داخليا بكل دور * عدد تكرار الدور).** **قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة (أ) = المسطح الإجمالي المستقطع داخليا للمعالجة (أ) * الثمن المتوقع لبيع المتر المسطح من المبنى.** **١- ثانيا: في حالة قيام المالك بإيجار المبنى:** **المساحة الكلية المستقطعة داخليا للمعالجة = مجموع (مسطح المعالجة المستقطع داخليا بكل دور * عدد تكرار الدور).** **قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة (أ) = مقدم خلو الإيجار + [(المسطح الإجمالي المستقطع داخليا للمعالجة (أ) * الثمن المتوقع لإيجار المتر المسطح من المبنى) * ١٢ * ٥٠].** **حيث أن ١٢ = عدد الشهور بالسنة، ٥٠ = العمر الإفتراضي للمبنى.** ●قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة المناخية الأساسية = قيمة تكلفة تخصيص الفراغات المستقطعة داخليا والمخصصة للمعالجة الأساسية، ويمكن التوصل لحساب تلك التكلفة من خلال الخطوات المماثلة للمعالجة (أ). ●قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة المناخية (ب) = قيمة تكلفة تخصيص الفراغات المستقطعة داخليا والمخصصة للمعالجة (ب)، ويمكن التوصل لحساب تلك التكلفة من خلال الخطوات المماثلة للمعالجة (أ).
النتائج الرئيسية	o قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة الأساسية للمبنى BASE CASE. o قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة المناخية نموذج (أ)، (ب). o قيمة فرق التكاليف الخاصة بين التصميم الأساسي والمعالجة المناخية. o بياني قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة الأساسية والمعالجات المناخية (أ)، (ب).



شكل رقم (٥-٥): قيمة التكاليف الخاصة بالنموذج.

٥-٥-٥ تكلفة إستهلاك الطاقة والوقود:

يتم فيها حساب التكاليف الخاصة لإستهلاك وإستخدام الطاقة اللازمة لتشغيل المعالجات المناخية وذلك مع بدء تشغيل المبنى وتشغيل المعالجات وحتى نهاية العمر الإفتراضي للمبنى والمحدد بـ ٥٠ سنة، وتشمل تلك التكلفة كافة أنواع الطاقة اللازمة للتشغيل مثل الطاقة الكهربية والمائية والغاز وخلافه من كافة مصادر الطاقة التي سبق ذكرها في الأبواب السابقة، شكل رقم (٥-٦).

المدخلات الرئيسية

- متوسط مقدار الإستهلاك الشهري اللازم لتشغيل المعالجة المناخية: وقد تم تقسيمه إلى مصادر الطاقة اللازمة لتشغيل المبنى والتي تشمل الآتي:
  (الكهرباء / البنزين / السولار / الغاز الطبيعي / المياه / مصادر أخرى).
- سنة التنفيذ: لحساب الفرق بين سنة النموذج "٢٠٠٧" وسنة الأساس "سنة التنفيذ" لحساب مقدار الفرق في الأسعار.
- متوسط معدل التضخم: وذلك لحساب الزيادة السنوية في إرتفاع الأسعار لحساب السعر المستجد للطاقة من السعر المحدد بالنموذج والفائدة المركبة لمعدل التضخم.
- أسعار تكلفة إستهلاك الوحدة من صور الطاقة: من واقع سنة "٢٠٠٧" طبقا للسعر الفعلي، ويراعى الآتي:

أسعار إستهلاك الكهرباء: طبقا لنظام الشرائح التصاعدية الذي يعتمد على أن سعر الإستهلاك يتزايد مع كل شريحة تالية والتي تم تقسيمها من قبل إدارة الكهرباء كالتالي[1]:

- ٥٠ ك وات الأولى بسعر ٢,٥٠ جنيه.
- ١٠٠ ك وات التالية بسعر ١٥ جنيه.
- ١٥٠ ك وات التالية بسعر ٢٠,٤٠ جنيه.
- ٣٠٠ ك وات التالية بسعر ٩٨ جنيه.
- ١٠٠٠ ك وات التالية بسعر ١٩٤,٧٠ جنيه.
- كل ك وات بعد الألف بسعر ٣٤,٢٢ جنيه.

[1] إدارة الكهرباء المصرية، القاهرة، جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٧.

الحسابات الإقتصادية

- قيمة التكاليف الخاصة للمعالجة المناخية نموذج (أ) = قيمة تكلفة إستهلاك الطاقة اللازمة لتشغيل المعالجة (أ) طوال عمر المبنى، ويمكن التوصل لحساب تلك التكلفة من خلال الخطوات التالية:

١- تحديد صور الطاقة المستخدمة لتشغيل المعالجة المناخية نموذج (أ).
٢- تحديد متوسط الإستهلاك الشهري للطاقة المستخدمة لتشغيل المعالجة، ويراعى فيها الآتي:

- معدل إستهلاك الطاقة يختلف للمعالجة الواحدة طوال العام وذلك بسبب إختلاف الظروف المناخية المحيطة بالمبنى الأمر الذي يؤدي إلى إختلاف الظروف المناخية الداخلية، ولذلك يجب أخذ متوسط القيمة شهريا من خلال معرفة الإستهلاك السنوي للمعالجة.
- وضع قيمة متوسط الإستهلاك الشهري في المكان المخصص باللون الرمادي.
- يراعى في إستهلاك الكهرباء مراعاة وضع قيم الإستهلاك بنظام الشرائح التصاعدية والمحدد أعلى قيمة لها لكل شريحة تصاعديا بحيث لا يجوز وضع قيمة أعلى من أقصى قيمة محددة في الشريحة المحددة لها.
- في حالة إستخدام مصادر أخرى للطاقة غير محددة بالنموذج، يوضع مصدر الطاقة والوحدة الخاصة به ومتوسط الإستهلاك الشهري في المكان المحدد باللون الرمادي في الخانة الخاصة بإسم "مصدر طاقة ١" / "مصدر طاقة ٢".

٣- حساب قيمة تكلفة إستهلاك الطاقة شهريا كالتالي:

تكلفة الإستهلاك الشهري للطاقة = المتوسط الشهري لإستهلاك الطاقة * تكلفة إستهلاك وحدة الطاقة.
تكلفة إستهلاك وحدة الطاقة = السعر المحدد بالنموذج + (فرق السنوات بين سنة ٢٠٠٧ وسنة الأساس * معدل تضخم الأسعار بنظام الفائدة المركبة).

ملحوظة:
لحساب قيمة الإستهلاك الشهري للكهرباء بنظام الشرائح التصاعدية يتم من خلال المعادلة والشكل الموضح في الجزء التالي الخاص بالتكلفة الشهرية لإستهلاك الكهرباء بنظام الشرائح التصاعدية، كما موضح في شكل رقم (٥-٧).

٤- حساب قيمة تكلفة إستهلاك الطاقة مع عمر المبنى كالتالي:

قيمة تكلفة إستهلاك الطاقة مع عمر المبنى = تكلفة الإستهلاك الشهري للطاقة * ١٢ * ٥٠.
حيث أن ١٢ = عدد الشهور بالسنة، ٥٠ = العمر الإفتراضي للمبنى.

- حساب قيمة تكلفة إستهلاك الطاقة للمعالجة الأساسية والمعالجة نموذج (ب) كما تم في الحسابات الخاصة بتكلفة إستهلاك الطاقة للمعالجة نموذج (أ).

التكلفة الشهرية لإستهلاك الكهرباء بنظام الشرائح التصاعدية

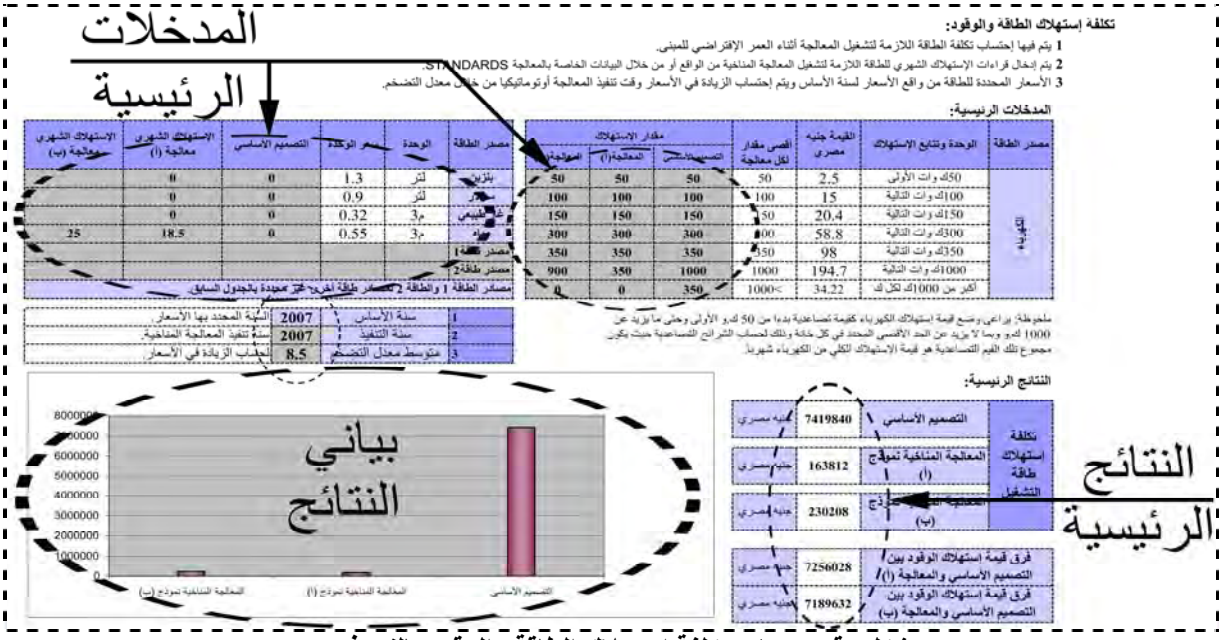
مصدر الطاقة	الوحدة وتتابع الإستهلاك	القيمة جنيه مصري	أقصى مقدار لكل معالجة	مقدار الإستهلاك		
				التصميم الأساسي	المعالجة(أ)	المعالجة(ب)
الكهرباء	50ك وات الأولى	2.5	50	س1	أ1	ب1
	100ك وات التالية	15	100	س2	أ2	ب2
	150ك وات التالية	20.4	150	س3	أ3	ب3
	300ك وات التالية	58.8	300	س4	أ4	ب4
	350ك وات التالية	98	350	س5	أ5	ب5
	1000ك وات التالية	194.7	1000	س6	أ6	ب6
	أكبر من 1000ك لكل ك	34.22	1000<	س7	أ7	ب7

شكل رقم (٥-٧): حساب إستهلاك الكهرباء بنظام الشرائح التصاعدية.

التكلفة الشهرية لإستهلاك الطاقة للمعالجة المناخية (أ) سنة ٢٠٠٧ = [(أ/٥٠/١)*٢,٥] +[(أ/١٠٠/٢)*١٥] +[(أ/١٥٠/٣)*٢٠,٤] +[(أ/٣٠٠/٤)*٥٨,٨] +[(أ/٣٥٠/٥)*٩٨] +[(أ/١٠٠٠/٦)*١٩٤,٧] +[(أ/٧)*٣٤,٢٢] جنيه مصري.

النتائج الرئيسية

- قيمة تكلفة إستهلاك الطاقة للمعالجة الأساسية للمبنى BASE CASE.
- قيمة تكلفة إستهلاك الطاقة للمعالجة المناخية نموذج (أ)، (ب).
- قيمة فرق تكلفة إستهلاك الطاقة بين التصميم الأساسي والمعالجة المناخية.
- بياني قيمة تكلفة إستهلاك الطاقة للمعالجة الأساسية والمعالجات المناخية (أ)، (ب).



شكل رقم (٥-٦): تكلفة إستهلاك الطاقة والوقود بالنموذج.

٥-٥-٦ تكلفة العمالة اللازمة للتشغيل:

يتم فيها حساب تكاليف العمالة اللازمة لتشغيل المعالجات المناخية طوال فترة تشغيل المبنى، بحيث تشمل تلك التكلفة تكلفة العمالة الدائمة فقط ولا يدخل ضمنها العمالة اللازمة لتنفيذ المعالجات أو العمالة الدورية اللازمة لإجراء الصيانة الدورية للمعالجات المناخية أو الميكانيكية، شكل رقم (٥-٨).

المدخلات الرئيسية

- عدد العمال: وهي تشمل عدد العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة، وقد تم تقسيمهم إلى فئات طبقا لمدى مهارتهم والدور المطلوب منهم وذلك كالتالي:
  عمالة متخصصة / عمالة متوسطة / عمالة عادية / فئات أخرى غير مذكورة.
- المرتب الشهري: وهو المبلغ الإجمالي المدفوع للعمالة شهريا أثناء دورة حياة المبنى، وذلك أيضا طبقا لفئات العمالة.
- التأمينات الإجتماعية: وهي توضع كنسبة مئوية من المرتب، وذلك في حالة إلزام المستعمل أو المالك بدفع التأمينات الإجتماعية للتأمين على العمالة الدائمة.

الحسابات الإقتصادية

- قيمة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة المناخية نموذج (أ) = قيمة أجور العمالة الدائمة والمدفوعة لتشغيل المعالجة (أ)، ويمكن التوصل لحساب تلك التكلفة من خلال الخطوات التالية:

١- تحديد التخصصات المطلوبة من العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة المناخية (أ).

٢- تحديد المرتب المدفوع للعمالة شهريا مع عمر المبنى وذلك طبقا لكل تخصص على حدة.

٣- في حالة التأمين على العمالة تحدد قيمة التأمينات الإجتماعية كنسبة من المرتب الشهري والملتزم بدفعها المالك أو المستعمل.

٤- يتم حساب إجمالي التكلفة الشهرية لأجور العمالة كالتالي:

إجمالي التكلفة الشهرية لأجر العامل = قيمة المرتب الشهري للعامل + (نسبة التأمينات الإجتماعية * قيمة المرتب الشهري).

٥- يتم حساب إجمالي تكلفة أجور العامل مع عمر المبنى كالتالي:

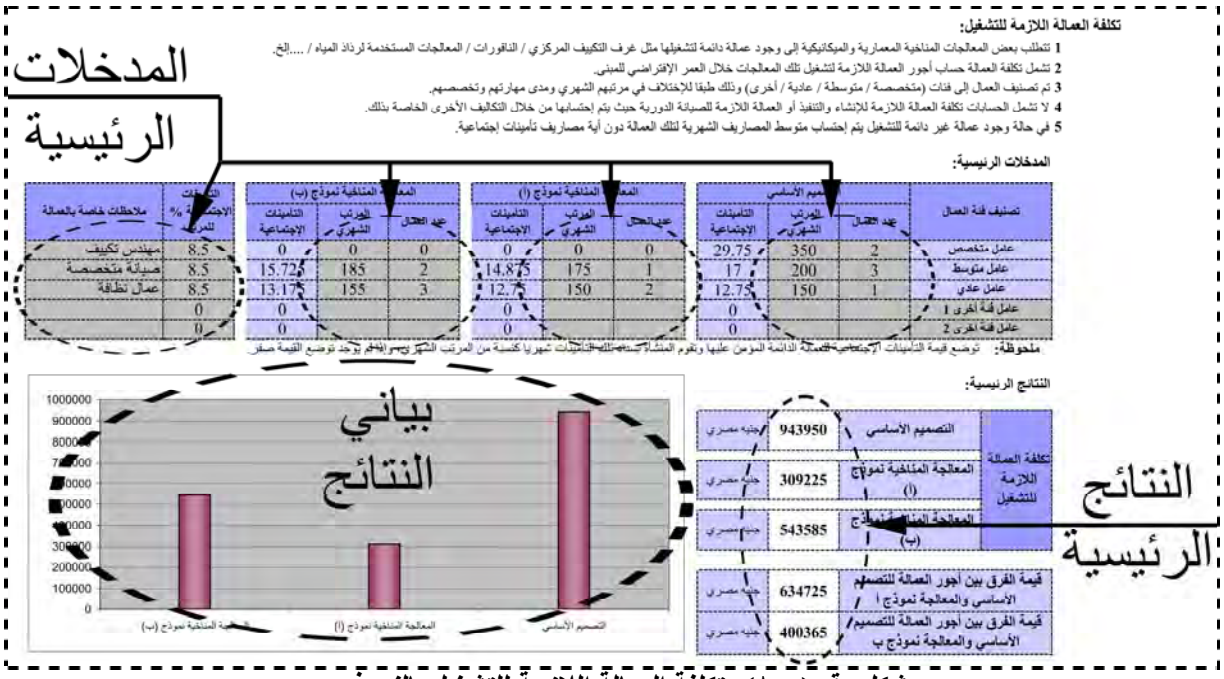
التكلفة الإجمالية لأجر العامل = إجمالي التكلفة الشهرية لأجر العامل * ١٢ * ٥٠

حيث أن ١٢ = عدد الشهور بالسنة، ٥٠ = العمر الإفتراضي للمبنى.

- حساب قيمة تكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة الأساسية والمعالجة نموذج (ب) كما تم في الحسابات الخاصة بتكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة نموذج (أ).

النتائج الرئيسية

- قيمة تكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة الأساسية للمبنى BASE CASE.
- قيمة تكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة المناخية نموذج (أ)، (ب).
- قيمة فرق تكلفة العمالة اللازمة للتشغيل بين التصميم الأساسي والمعالجة المناخية.
- بياني قيمة تكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة الأساسية والمعالجات المناخية (أ)، (ب).



شكل رقم (٥-٨): تكلفة العمالة اللازمة للتشغيل بالنموذج.

٥-٥-٧ تكلفة الصيانة الدورية:

يتم فيها حساب تكاليف الصيانة الدورية للمعالجات المناخية المعمارية والميكانيكية، وهي كل ما يدفع لضمان إستمرار عمل المعالجة المناخية بكامل كفاءتها المطلوبة منها، وتشمل تكاليف الصيانة كل ما يلزم من تغيير قطع غيار أو إصلاح ونظافة وتبديل الأجزاء التالفة وخلافه، إضافة إلى ذلك تشمل التكاليف أجور العمالة القائمة بالصيانة خلاف العمالة الدائمة اللازمة للتشغيل، شكل رقم (٥-٩).

المدخلات الرئيسية

- قيمة الصيانة الدورية: وقد تم تقسيمها إلى فترات دورية طبقا للفترات الدورية المتوقعة لصيانة المعالجات المناخية وذلك كالتالي:
  ١- فترة صيانة يومية.
  ٢- فترة صيانة أسبوعية.
  ٣- فترة صيانة شهرية.
  ٤- فترة صيانة سنوية.
  ٥- فترات صيانة مختلفة كل مدة من الشهور.
  ٦- فترات صيانة مختلفة كل مدة من السنوات.

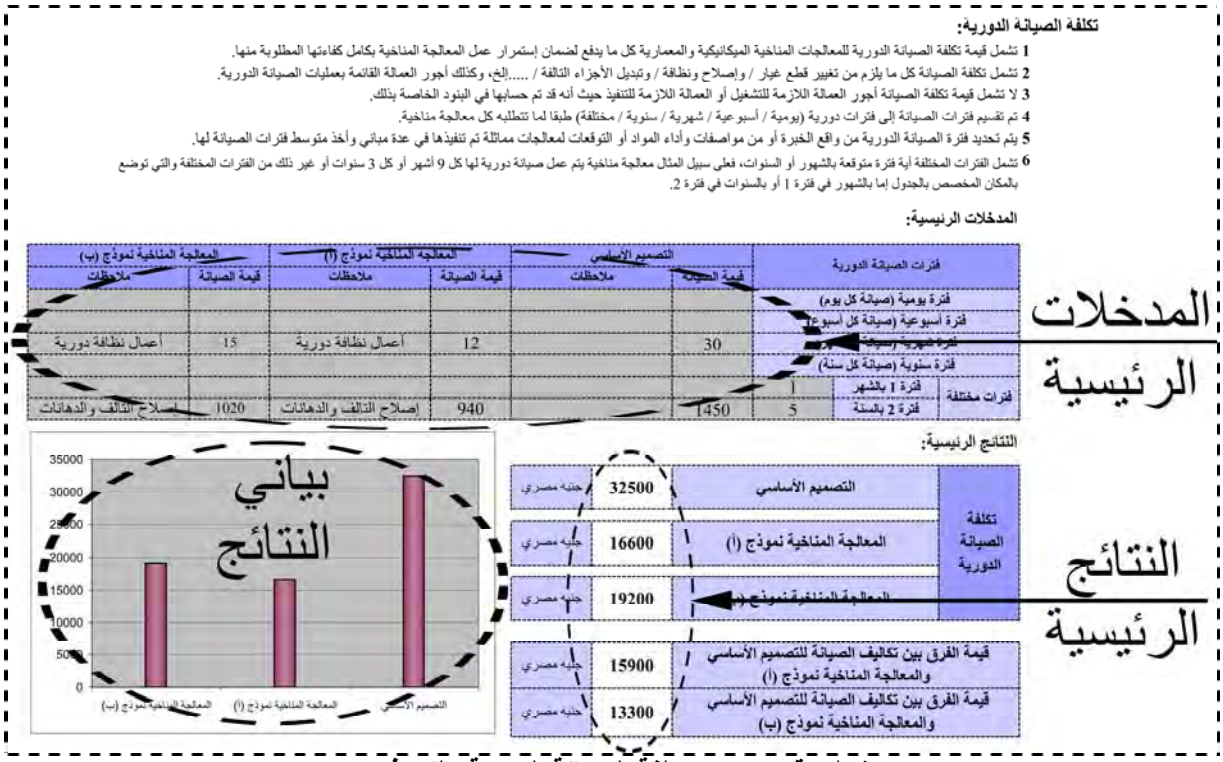
يتم تحديد قيمة الصيانة المتوقعة بالخبرة أو بمتطلبات التشغيل والمواصفات الخاصة،وتوضع القيمة المتوقعة للصيانة أمام كل فترة خاصة بها لحساب الصيانة المتوقعة.

الحسابات الإقتصادية

- قيمة تكلفة الصيانة اللازمة للمعالجة المناخية نموذج (أ) = قيمة التكلفة اللازمة لصيانة وضمان إستمرار أداء المعالجة المناخية نموذج (أ)، ويمكن التوصل لحساب تلك التكلفة من خلال الخطوات التالية:
  ١- تحديد فترات الصيانة اللازمة للمعالجة المناخية (أ).
  ٢- تحديد قيمة الصيانة المتوقع دفعها لكل فترة صيانة محددة من قبل شاملة كل ما يلزم من أعمال مطلوبة إضافة إلى أجور العمالة القائمة بالصيانة خلاف العمالة الدائمة.
  ٣- يتم حساب إجمالي التكلفة السنوية لقيمة الصيانة كالتالي:
  إجمالي التكلفة السنوية لقيمة الصيانة = (قيمة الصيانة اليومية*٣٦٥يوم)+(قيمة الصيانة الأسبوعية*٥٢أسبوع)+(قيمة الصيانة الشهرية*١٢شهر)+(قيمة الصيانة السنوية).
  ٤- يتم حساب إجمالي تكلفة الصيانة مع عمر المبنى كالتالي:
  التكلفة الإجمالية لصيانة المعالجة = إجمالي التكلفة السنوية للصيانة * ٥٠
  حيث أن: ٥٠ (سنة)= العمر الإفتراضي للمبنى.
- حساب قيمة تكلفة الصيانة اللازمة للمعالجة الأساسية والمعالجة نموذج (ب) كما تم في الحسابات الخاصة بتكلفة الصيانة اللازمة للمعالجة نموذج (أ).

النتائج الرئيسية

- قيمة تكلفة الصيانة اللازمة للمعالجة الأساسية للمبنى BASE CASE.
- قيمة تكلفة الصيانة اللازمة للمعالجة المناخية نموذج (أ)، (ب).
- قيمة فرق تكلفة الصيانة اللازمة بين التصميم الأساسي والمعالجة المناخية.
- بياني قيمة تكلفة الصيانة اللازمة للمعالجة الأساسية والمعالجات المناخية (أ)، (ب).



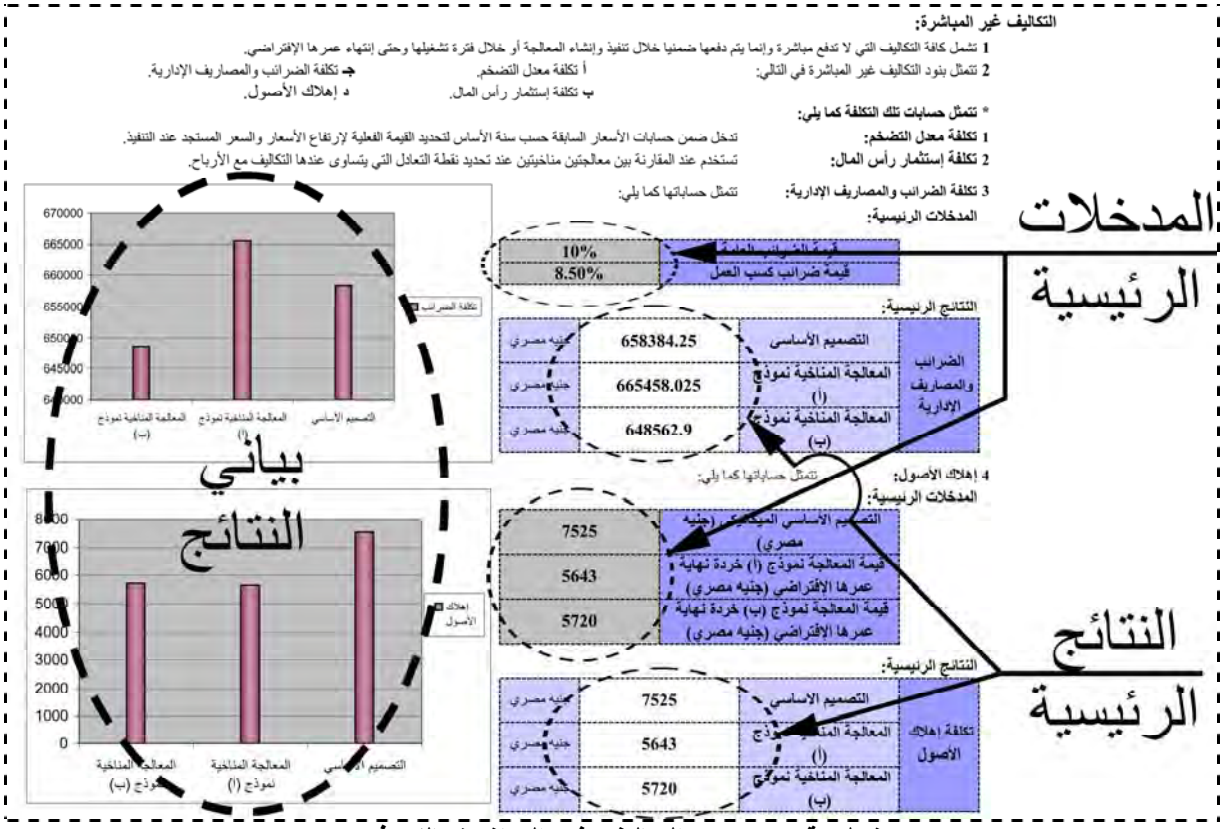
شكل رقم (٥-٩): تكلفة الصيانة الدورية بالنموذج.

٥-٥-٨ التكاليف الغير مباشرة:

يتم فيها حساب كافة التكاليف والتي يتم دفعها بصورة غير مباشرة وتدخل ضمن تكاليف المعالجات المناخية أو الميكانيكية، شكل رقم (٥-١٠)، والتي تشمل:

- تكلفة الضرائب والمصاريف الإدارية: التي يتم دفعها طبقا لسياسة الدولة.
- تكلفة إهلاك الأصول: ثمن المعالجات المناخية بعد إنتهاء عمرها الإفتراضي "ثمن الخردة".

المدخلات الرئيسية	**أولا: تكلفة الضرائب والمصاريف الإدارية:** ▪ قيمة الضرائب العامة: والتي يتم دفعها طبقا لسياسة الدولة على كل ما يلي: ١- تكلفة تصميم المعالجات المناخية والميكانيكية. ٢- تكلفة الإنشاء والتنفيذ. ٣- التكاليف الخاصة. ٤- تكلفة الصيانة الدورية اللازمة. ▪ قيمة ضرائب كسب العمل: وهي التي يتم دفعها طبقا للعمالة الدائمة الموجودة واللازمة لتشغيل المعالجات المناخية والميكانيكية طبقا لسياسة الدولة. **ثانيا: تكلفة إهلاك الأصول:** ▪ قيمة المعالجة المناخية خردة: وهي تشمل ثمن المعالجة المناخية كبيع خردة بعد إنتهاء عمرها الإفتراضي، والتي تشمل كل ما يمكن بيعه من مواد خردة بالمعالجة مثل الحديد أو الصاج أو خلافه.
الحسابات الإقتصادية	**أولا: تكلفة الضرائب والمصاريف الإدارية:** قيمة تكلفة الضرائب المدفوعة عن المعالجة المناخية نموذج (أ) يتم حسابها من خلال الخطوات التالية: ١- تحديد قيمة الضرائب العامة طبقا لسياسة الدولة. ٢- تحديد قيمة ضرائب كسب العمل عن العمالة الدائمة اللازمة للمعالجات المناخية. ٣- يتم حساب إجمالي تكلفة الضرائب للمعالجة المناخية (أ) من خلال العلاقة التالية: **إجمالي تكلفة الضرائب العامة للمعالجة (أ) = (إجمالي تكلفة تصميم المعالجة + إجمالي تكلفة الإنشاء + إجمالي التكاليف الخاصة + إجمالي تكلفة الصيانة الدورية) * قيمة الضرائب العامة.** ٤- يتم حساب إجمالي تكلفة ضرائب كسب العمل من خلال العلاقة التالية: **إجمالي تكلفة ضرائب كسب العمل للمعالجة (أ) = إجمالي تكلفة العمالة الدائمة اللازمة للمعالجة * قيمة ضرائب كسب العمل.** ٥- يتم حساب إجمالي تكلفة الضرائب والمصاريف الإدارية من خلال العلاقة التالية: **إجمالي تكلفة الضرائب والمصاريف الإدارية = إجمالي تكلفة الضرائب العامة للمعالجة (أ) + إجمالي تكلفة ضرائب كسب العمل للمعالجة (أ).** **ثانيا: تكلفة إهلاك الأصول:** ١- تحديد المواد التي يمكن بيعها خردة في نهاية العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية (أ). ٢- تحديد ثمن المواد الخردة والثمن الإجمالي لها. ٣- تحديد ثمن بيع المعالجة المناخية (أ) خردة في نهاية عمرها الإفتراضي. ٤- تحديد عدد مرات تنفيذ المعالجة المناخية من خلال العلاقة التالية: **عدد مرات تنفيذ المعالجة المناخية (أ) = ٥٠ / العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية (أ).** **حيث أن ٥٠ (سنة) = العمر الإفتراضي للمبنى طبقا للدراسات الإقتصادية.** تحديد تكلفة إهلاك الأصول للمعالجة المناخية (أ) من خلال العلاقة التالية: **تكلفة إهلاك الأصول للمعالجة (أ) = ثمن بيع المعالجة (أ) خردة * عدد مرات تنفيذ المعالجة (أ).** ● حساب قيمة تكلفة الضرائب وإهلاك الأصول للمعالجة الأساسية والمعالجة نموذج (ب) كما تم في الحسابات الخاصة بتكلفة الضرائب وإهلاك الأصول للمعالجة نموذج (أ).
النتائج الرئيسية	o قيمة تكلفة الضرائب وإهلاك الأصول للمعالجة الأساسية للمبنى BASE CASE. o قيمة تكلفة الضرائب وإهلاك الأصول للمعالجة المناخية نموذج (أ)، (ب). o قيمة فرق تكلفة الضرائب وإهلاك الأصول بين التصميم الأساسي والمعالجة المناخية. o بياني تكلفة الضرائب وإهلاك الأصول للمعالجة الأساسية والمعالجات المناخية (أ)، (ب).



شكل رقم (٥-١٠): التكاليف غير المباشرة بالنموذج.

٥-٥-٩ خلاصة الحسابات الإقتصادية وتفصيل المعادلات:

كما إتضح من الحسابات السابقة كيفية حساب بنود التكاليف الإقتصادية للمعالجات المناخية، وبصورة أكثر توضيحا توضح الجداول والرموز التالية المعادلات الإقتصادية المستخدمة بالنموذج لحساب تكاليف المعالجة المناخية نموذج (أ) كما يلي:

جدول رقم (٥-٣): المعادلات الإقتصادية لتكلفة التصميم:

أولا: تكلفة التصميم:

الدور	مسطح الدور الواحد	عدد تكرار الدور	التصميم الأساسي BASE CASE	مسطح المعالجة المناخية (أ) لكل دور	مسطح المعالجة المناخية (ب) لكل دور
البدروم	1785	2			
الأرضي	1000	1		A1	
الميزانين	1135	1		A2	
المتكرر	1135	2		A3	
السطح	250	1			

قيمة تكلفة التصميم والرسومات التنفيذية للمبنى (جنيه مصري):	A4	
قيمة تكلفة التصميم الأساسي		
قيمة تكلفة التصميم للمعالجة المناخية (أ)	A5	
قيمة تكلفة التصميم للمعالجة المناخية (ب)		

المسطح الإجمالي للمعالجة (أ) =	(A1*1)+(A2*1)+(A3*2)
تكلفة تصميم المعالجة (أ) =	A5
نسبة تكلفة تصميم المعالجة (أ) بالنسبة إلى تكلفة تصميم المبنى =	(A5/A4)*100

جدول رقم (٥-٤): المعادلات الإقتصادية لتكلفة الإنشاء والتنفيذ:

ثانيا: تكلفة الإنشاء والتنفيذ:

1	سنة الأساس	2007
2	سنة التنفيذ	B1
3	إجمالي التكلفة المتوقعة لتنفيذ المبنى	B2
3	متوسط معدل التضخم%	B3
4	العمر الإفتراضي للتصميم الأساسي	B4
5	العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية (أ)	B5
6	العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية (ب)	B6

جدول رقم (1): تحليل بنود الأسعار:

بنود الاعمال	الوحدة	سعر الوحدة جنيه	التصميم الأساسي	الكمية التقديرية للمعالجة أ	الكمية التقديرية للمعالجة ب
أعمال الحفر ونزح المياه الجوفية:					
حفر في أرض طينية عادية.	م3	18			
حفر في أرض رملية سائبة.	م3	18		C1	
حفر في أرض صلبة صخرية.	م3	61.5			
نزح المياه الجوفية.	م3	10			
بند مستجد غير مذكور					
أعمال الخرسانة العادية والمسلحة:					
خرسانة عادية للأرضيات سمك 10سم.	م2	33			
خرسانة عادية للأرضيات سمك 15سم.	م2	46		C2	
خرسانة عادية أرضيات مطبوعة 10سم.	م2	73		C3	
خرسانة ميول متوسط سمك 7سم .	م2	25			
خرسانة عادية للأساسات.	م3	352			
خرسانة مسلحة للأساسات.	م3	843		C4	

تكلفة إنشاء وتنفيذ المعالجة (أ) مرة واحدة فقط =	[C1*{18+(18*(B1-2007)*B3)}]+ [C2*{46+(46*(B1-2007)*B3)}]+ [C3*{73+(73*(B1-2007)*B3)}]+ [C4*{843+(843*(B1-2007)*B3)}]
عدد مرات تنفيذ المعالجة المناخية (أ) =	50/B5
التكلفة الإجمالية لتنفيذ المعالجة (أ) طوال عمر المبنى =	([C1*{18+(18*(B1-2007)*B3)}]+ [C2*{46+(46*(B1-2007)*B3)}]+ [C3*{73+(73*(B1-2007)*B3)}]+ [C4*{843+(843*(B1-2007)*B3)}])*50/B5

جدول رقم (٥-٥): المعادلات الإقتصادية للتكاليف الخاصة:

ثالثا: التكاليف الخاصة:

الدور	عدد تكرار الدور الواحد	المسطح المستقطع من الدور الواحد للتصميم الأساسي	المسطح المستقطع من الدور الواحد للمعالجة المناخية (أ)	المسطح المستقطع من الدور الواحد للمعالجة المناخية (ب)
البدروم	2		0	
الأرضي	1		D1	
الميزانين	1		D2	
المتكرر	2		D3	
السطح	1		D4	

الأسعار المطلوبة لبيع أو إيجار المبنى من الأسعار المتوقعة في الطبيعة

أولا: في حالة بيع وتمليك فراغات المبنى:			
السعر المتوقع لبيع المتر المسطح	E1	جنيه مصري	

ثانيا: في حالة إيجار فراغات المبنى:		
السعر المتوقع مقدم خلو الإيجار والتأمين	E2	جنيه مصري
سعر إيجار المتر المسطح شهريا	E3	جنيه مصري

المسطح الإجمالي المستقطع داخليا من المبنى والمخصص للمعالجة (أ) =	(D1*1)+(D2*1)+(D3*2)+(D4*1)
تكلفة تخصيص الفراغ للمعالجة (أ) =	{[(D1*1)+(D2*1)+(D3*2)+(D4*1)]*E1}+ {[(D1*1)+(D2*1)+(D3*2)+(D4*1)]*E2}+ {[(D1*1)+(D2*1)+(D3*2)+(D4*1)]*E3*12*50}

جدول رقم (٥-٦): المعادلات الإقتصادية لإستهلاك الطاقة والوقود:

رابعا: إستهلاك الطاقة والوقود:

مصدر الطاقة	الوحدة وتتابع الاستهلاك	القيمة جنيه مصري	أقصى مقدار لكل معالجة	مقدار الإستهلاك		
				التصميم الأساسي	المعالجة(أ)	المعالجة(ب)
الكهرباء	50ك وات الأولى	2.5	50		F1	
	100ك وات التالية	15	100		F2	
	150ك وات التالية	20.4	150		F3	
	300ك وات التالية	58.8	300		F4	
	350ك وات التالية	98	350		F5	
	1000ك وات التالية	194.7	1000		F6	
	أكبر من 1000ك لكل ك.	34.22	1000<		F7	

ملحوظة: يراعى وضع قيمة إستهلاك الكهرباء كقيمة تصاعدية بدءا من 50 ك.و الأولى وحتى ما يزيد عن 1000 ك.و وبما لا يزيد عن الحد الأقصى المحدد في كل خانة وذلك لحساب الشرائح التصاعدية حيث يكون مجموع تلك القيم التصاعدية هو قيمة الإستهلاك الكلي من الكهرباء شهريا.

مصدر الطاقة	الوحدة	سعر الوحدة	التصميم الأساسي	الإستهلاك الشهري معالجة (أ)	الإستهلاك الشهري معالجة (ب)
بنزين	لتر	1.3			
سولار	لتر	0.9			
غاز طبيعي	م3	0.32			
مياه	م3	0.55		F8	
مصدر طاقة1					
مصدر طاقة2					
مصادر الطاقة 1 والطاقة 2 لمصادر طاقة أخرى غير محددة بالجدول السابق.					

1	سنة الأساس	2007	السنة المحدد بها الأسعار.
2	سنة التنفيذ	G1	سنة تنفيذ المعالجة المناخية.
3	متوسط معدل التضخم	G2	لحساب الزيادة في الأسعار.

تكلفة إستهلاك الطاقة اللازمة لتشغيل المعالجة (أ) شهريا =	[(F1/50)*{2.5+(2.5*(G1-2007)*G2)}]+ [(F2/100)*{15+(15*(G1-2007)*G2)}]+ [(F3/150)*{20.4+(20.4*(G1-2007)*G2)}]+ [(F4/300)*{58.8+(58.8*(G1-2007)*G2)}]+ [(F5/350)*{98+(98*(G1-2007)*G2)}]+ [(F6/1000)*{194.7+(194.7*(G1-2007)*G2)}]+ [(F7/1000)*{2.5+(2.5*(G1-2007)*G2)}]+[F8*{0.55+(0.55*(G1-2007)*G2)}]
تكلفة إستهلاك الطاقة اللازمة للتشغيل مع عمر المبنى للمعالجة (أ) =	تكلفة إستهلاك الطاقة شهريا * ١٢ * ٥٠

جدول رقم (٥-٧): المعادلات الإقتصادية لتكلفة العمالة اللازمة للتشغيل:

خامسا: العمالة اللازمة للتشغيل:

تصنيف فئة العمال	التصميم الأساسي			المعالجة المناخية نموذج (أ)			المعالجة المناخية نموذج (ب)			التأمينات الإجتماعية % للمرتب	ملاحظات خاصة بالعمالة
	عدد العمال	المرتب الشهري	التأمينات الإجتماعية	عدد العمال	المرتب الشهري	التأمينات الإجتماعية	عدد العمال	المرتب الشهري	التأمينات الإجتماعية		
عامل متخصص				2	H1	J1				I	مهندس تكييف
عامل متوسط				1	H2	J2				I	صيانة متخصصة
عامل عادي				2	H3	J3				I	عمال نظافة
عامل فئة أخرى 1											
عامل فئة أخرى 2											

تكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة (أ) شهريا =	[(H1*2)+(I*H1*2)]+ [(H2*1)+(I*H2*1)]+ [(H3*2)+(I*H3*2)]
تكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة (أ) مع عمر المبنى =	{[(H1*2)+(I*H1*2)]+ [(H2*1)+(I*H2*1)]+ [(H3*2)+(I*H3*2)]}*12*50

جدول رقم (٥-٨): المعادلات الإقتصادية لتكلفة الصيانة الدورية اللازمة للتشغيل:

سادسا: الصيانة الدورية اللازمة للتشغيل:

فترات الصيانة الدورية		التصميم الأساسي		المعالجة المناخية نموذج (أ)		المعالجة المناخية نموذج (ب)	
		قيمة الصيانة	ملاحظات	قيمة الصيانة	ملاحظات	قيمة الصيانة	ملاحظات
فترة يومية (صيانة كل يوم)							
فترة أسبوعية (صيانة كل أسبوع)							
فترة شهرية (صيانة كل شهر)				K1	أعمال نظافة دورية		
فترة سنوية (صيانة كل سنة)				K2	أعمال إصلاح		
فترات مختلفة	فترة 1 بالشهر						
	فترة 2 بالسنة	K4		K3	إصلاح التالف والدهانات		

تكلفة الصيانة اللازمة للمعالجة (أ) مع عمر المبنى =	[(K1*12*50)+(K2*50)+(K3*50/K4)]

جدول رقم (٥-٩): المعادلات الإقتصادية للتكاليف غير المباشرة:

سابعا: التكاليف غير المباشرة:

تكلفة الضرائب والمصاريف الإدارية	تكلفة إهلاك الأصول
تكلفة الضرائب والمصاريف الإدارية:	إهلاك الأصول:
قيمة الضرائب العامة: L1 قيمة ضرائب كسب العمل: L2	التصميم الأساسي الميكانيكي (جنيه مصري) قيمة المعالجة نموذج (أ) خردة نهاية عمرها الإفتراضي (جنيه مصري): M1 قيمة المعالجة نموذج (ب) خردة نهاية عمرها الإفتراضي (جنيه مصري)
تكلفة الضرائب للمعالجة (أ) مع عمر المبنى =	تكلفة إهلاك الأصول للمعالجة (أ) مع عمر المبنى =
[(تكلفة التصميم+تكلفة الإنشاء+التكلفة الخاصة+تكلفة الصيانة) * L1] + [تكلفة العمالة * L2]	عدد مرات تنفيذ المعالجة * M1

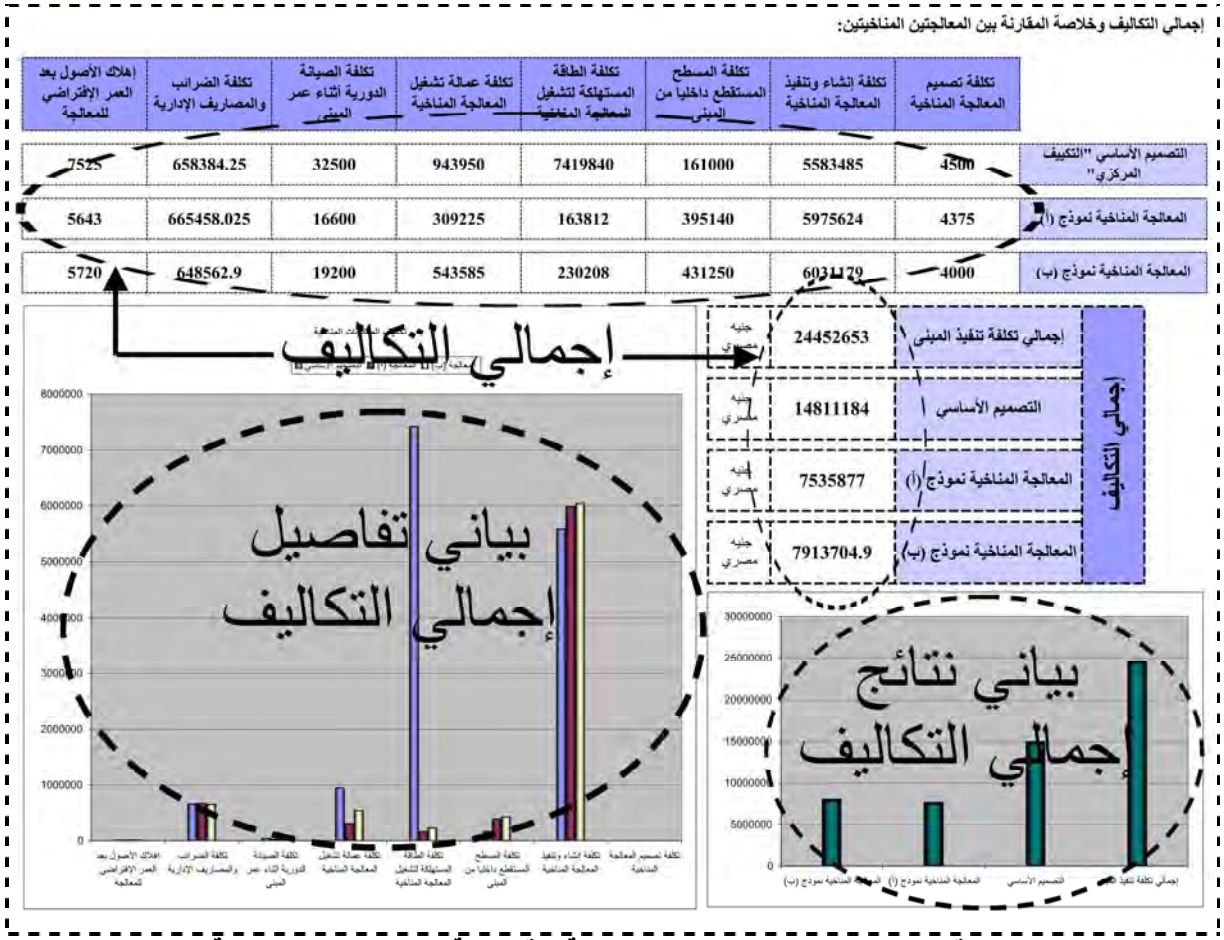
٥-٦ المخرجات والنتائج الرئيسية لنموذج المعالجات المناخية:

٥-٦-١ إجمالي التكاليف والمقارنة الإقتصادية بين المعالجات:

من الحسابات السابقة يمكن التوصل للتكلفة الإجمالية للمعالجة المناخية بدءا من التصميم وتشغيل المبنى وحتى إنتهاء عمره الإفتراضي بعد ٥٠ سنة من التشغيل والمحدد من قبل الدراسات الإقتصادية، شكل رقم (٥-١١)، وتتمثل النتائج الرئيسية لإجمالي التكاليف في النموذج في صورتين أساسيتين هما:

١- تفاصيل إجمالي تكاليف المعالجات المناخية كل بند على حدة كما سبق ذكره وحسابه كما هو موضح في الحسابات الإقتصادية السابقة، وتشمل بنود التكاليف المحسوبة الآتي:
   أ- تكلفة تصميم المعالجة المناخية.
   ب- تكلفة إنشاء وتنفيذ المعالجة المناخية.
   جـ- تكلفة المسطح المستقطع داخليا من المبنى والمخصص للمعالجة المناخية.
   د- تكلفة الطاقة المستهلكة لتشغيل المعالجة المناخية مع عمر المبنى.
   هـ- تكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة المناخية مع عمر المبنى.
   و- تكلفة الصيانة الدورية اللازمة للمعالجة المناخية مع عمر المبنى.
   ز- تكلفة الضرائب والمصاريف الإدارية المدفوعة للمعالجة المناخية.
   ح- تكلفة إهلاك الأصول بعد العمر إنتهاء العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية.

٢- إجمالي تكاليف المعالجات المناخية والتي تمثل إجمالي مجموع قيم بنود التكاليف السابق ذكرها تفصيليا، وتشمل الآتي:
   أ- إجمالي تكلفة تنفيذ المبنى: للمقارنة مع تكلفة المعالجة المناخية.
   ب- إجمالي تكلفة المعالجة الأساسية للمبنى BASE CASE.
   جـ- إجمالي تكلفة تنفيذ المعالجة المناخية نموذج (أ).
   د- إجمالي تكلفة تنفيذ المعالجة المناخية نموذج (ب).



شكل رقم (٥-١١): إجمالي التكاليف والمقارنة الإقتصادية بين المعالجات المناخية.

٥-٦-٢ التكاليف التراكمية للمعالجة مع عمر المبنى:

للمعالجات المناخية تكلفة جارية دورية مع عمر وتشغيل المبنى، وتتمثل بنود تلك التكلفة في الآتي:

أولا: تكلفة الطاقة المستهلكة لتشغيل المعالجة المناخية مع عمر المبنى.

ثانيا: تكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعالجة المناخية مع عمر المبنى.

ثالثا: تكلفة الصيانة الدورية اللازمة للمعالجة المناخية مع عمر المبنى.

وقد تم حساب القيمة الإجمالية لتلك البنود من خلال النموذج كأحد خطوات حساب التكلفة الكلية الإجمالية للمعالجات المناخية والميكانيكية. إلا أنه من المهم جدا تحديد التكلفة الجارية السنوية للمعالجة المناخية طوال الـ ٥٠ عاما من عمر المبنى بالإضافة إلى تحديد التكلفة التراكمية السنوية للمعالجة والتي تعني التكلفة الجارية للسنة إضافة إلى مجموعها مع التكاليف الجارية في السنوات السابقة، وتفيد تلك الحسابات في التالي:

- أولا: إمكانية تحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية طبقا للفترة الزمنية التي تتساوى فيها التكلفة التراكمية مع قيمة الوفر التراكمي الناتج عن إستخدام نموذج المعالجة المناخية المعمارية بدلا من الإعتماد على التكييف فقط "التصميم الأساسي BASE CASE".
- ثانيا: دراسة السلوك الإقتصادي للمعالجات المناخية كل سنة مع عمر المبنى وطوال فترة التشغيل.

ويوضح شكل رقم (٥-١٢) نموذج جزء من محاسبة التكاليف التراكمية لنموذج المعالجة المناخية (أ) والتي توضح السلوك الإقتصادي للمعالجة المناخية بدءا من التكلفة الإبتدائية وحتى عمر ٨ سنوات من التشغيل من عمر المبنى، وتشمل تلك الورقة الحسابية التالي:

- **بيان بعمر المبنى:** كل عام متتالية بدءا من سنة صفر وهي سنة تنفيذ المبنى ومتتالية حتى سنة ٥٠ من عمر المبنى بعد التشغيل.
- **المتبقي من عمر المعالجة:** وهي المتبقي من العمر الإفتراضي للمعالجة المناخية بدءا من العمر الإفتراضي المحدد بالنموذج لكل معالجة وتنافصيا كل عام مع عمر المبنى وبدء تشغيل المعالجات المناخية.
- **إستمرار أداء المعالجة:** وهي تعني بيان مدى أداء المعالجة المناخية لدورها بالمبنى والموضحة كالتالي:
  - قيمة رقم "1": تعني إستمرار أداء المعالجة بالمبنى.
  - قيمة رقم "0": تعني عدم عمل المعالجة المناخية وذلك يعني إنتهاء عمرها الإفتراضي.
- **التكلفة الإبتدائية:** وهي تظهر في أول سنة وهي سنة تنفيذ المبنى والمعالجة المناخية فقط، أما باقي السنوات فلا قيمة لها لعد وجودها.
- **بنود التكاليف الجارية:** وتظهر كل عام بتكلفتها في هذه السنة، وتشمل:
  - تكاليف إستهلاك الطاقة والوقود سنويا.
  - تكاليف الصيانة الدورية سنويا.
  - تكاليف الصيانة الدورية كل عدة سنوات.
  - تكلفة عمالة التشغيل سنويا.
- **إجمالي التكاليف:** وهي إجمالي التكاليف كل سنة على حدة من سنوات التشغيل.
- **إجمالي التكاليف التراكمية:** وهي إجمالي التكاليف في كل سنة والسنوات التي سبقتها.

تكاليف المعالجة المناخية نموذج (أ) سنويا مع عمر المبنى:

عمر المبنى	سنة	0	1	2	3	4	5	6	7	8
المتبقي من العمر الإفتراضي للمعالجة	سنة	50	49	48	47	46	45	44	43	42
استمرار أداء المعالجة	1 = OK 0 = NO	1	1	1	1	1	1	1	1	1
بنود التكاليف:										
التكلفة الإبتدائية	جنيه	6375139	0	0	0	0	0	0	0	0
إستهلاك الطاقة والوقود		0	3276	3276	3276	3276	3276	3276	3276	3276
تكلفة الصيانة الدورية										
أ- تكلفة صيانة سنوية		0	144	144	144	144	144	144	144	144
ب- صيانة كل عدة سنوات		0	0	0	0	0	940	0	0	0
الفترة بالسنة	5	بيان وجود الصيانة في تلك السنة: 0 = NO						1 = OK		
قيمة الصيانة جنيه	940	0	0	0	0	0	1	0	0	0
تكلفة عمالة التشغيل		0	6184	6184	6184	6184	6184	6184	6184	6184
إجمالي التكاليف كل عام		6375139	9604	9604	9604	9604	10544	9604	9604	9604
إجمالي التكاليف تراكميا		6375139	6384743	6394347	6403951	6413555	6424099	6433703	6443307	6452911

بنود التكاليف الجارية

إجمالي التكاليف

شكل رقم (٥-١٢): محاسبة التكاليف التراكمية للمعالجة المناخية مع عمر المبنى.

٥-٦-٣ التكاليف التراكمية والوفر التراكمي للمعالجة مع عمر المبنى:

وتعتبر تلك النتائج هي أولى النتائج التطبيقية للمقارنة بين المعالجة الأساسية للمبنى BASE CASE والمعالجة المناخية المعمارية سواء نموذج (أ) أو نموذج (ب)، وتشمل تلك الورقة البحثية

عدة قيم إقتصاديا مع عمر المبنى وبدء التشغيل وحتى إنتهاء عمره الإفتراضي، كما يتضح من شكل رقم (٥-١٣) والذي يوضح النتائج التطبيقية الحسابية للمقارنة بين معالجة التصميم الأساسي للمبنى BASE CASE والمعالجة المناخية نموذج (أ)، وتشمل تلك الحسابات التالي:

١- بيان عمر المبنى كل عام بدءا من سنة التنفيذ والإنشاء.
٢- إجمالي التكاليف التراكمية لمعالجة التصميم الأساسي BASE CASE مع عمر المبنى.
٣- إجمالي التكاليف التراكمية للمعالجة المناخية نموذج (أ) مع عمر المبنى.
٤- قيمة الوفر التراكمي كل عام مع عمر المبنى وذلك لأحد الحالات التالية:

أ- قيمة الوفر التراكمي من التصميم الأساسي عن المعالجة المناخية (أ): وذلك في حالة أن التكاليف التراكمية في هذا العام للتصميم الأساسي أقل من التكاليف التراكمية للمعالجة المناخية نموذج (أ).

ب- قيمة الوفر التراكمي من المعالجة المناخية (أ) عن التصميم الأساسي: وذلك في حالة أن التكاليف التراكمية في هذا العام للتصميم الأساسي أكبر من التكاليف التراكمية للمعالجة المناخية نموذج (أ).

نقطة التعادل للمعالجات المناخية:

عمر المبنى	سنة	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
إجمالي تكاليف تراكمي معالجة التصميم الأساسي		5748985	5916620	6084255	6251890	6419525	6588610	6756245	6923880	7091515	7259150	7428235
إجمالي تكاليف تراكمي المعالجة المناخية (أ) سنويا		6375139	6384743	6394347	6403951	6413555	6424099	6433703	6443307	6452911	6462515	6473059
قيمة الوفر التراكمي من التصميم الأساسي عن المعالجة (أ)		626154	468123	310092	152061	0	0	0	0	0	0	0
قيمة الوفر التراكمي من المعالجة (أ) عن التصميم الأساسي		0	0	0	0	5970	164511	322542	480573	638604	796635	955176

شكل رقم (٥-١٣): التكاليف التراكمية والوفر التراكمي للمعالجة المناخية مع عمر المبنى.

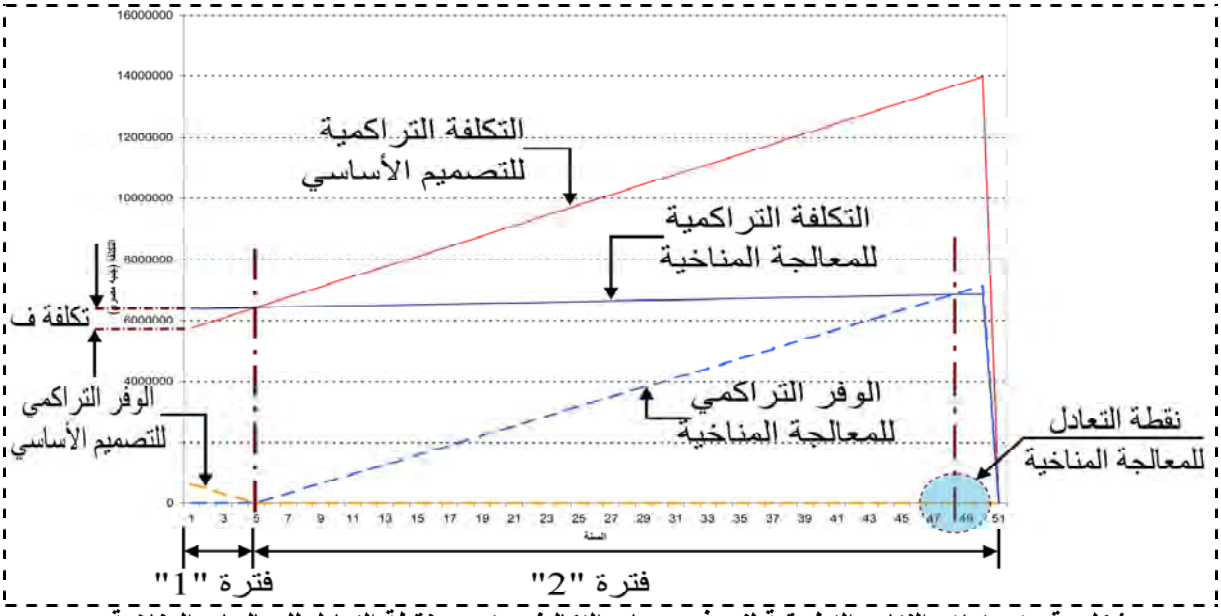
٥-٦-٤ الخلاصة: نقطة التعادل للمعالجة المناخية:

وهي تعتبر النتائج التطبيقية النهائية للنموذج وهدفه الرئيسي الموضح لإقتصاديات المعالجات المناخية مقارنة بمعالجة التصميم الأساسي، حيث يمكن من خلالها الحكم على مدى جدوى إقتصاديات المعالجات المناخية وإختيار الأمثل إقتصاديا مع تساوي الكفاءة المناخية لكافة المعالجات المحددة بالنموذج.

وتعتبر تلك النتائج تطبيقا بيانيا مباشرا لحسابات التكاليف التراكمية والوفر التراكمي للمعالجات المناخية مع عمر المبنى، حيث تظهر في صورة بيانية يوضحها شكل رقم (٥-١٤) والذي يمثل مقارنة إقتصادية بين المعالجات المناخية في صورتها العامة والتي تشمل:

- المعالجة في التصميم الأساسي BASE CASE.
- المعالجة المناخية المعمارية.

ويمكن التوصل إلى عدة نتائج تطبيقية هامة من خلال البياني الخاص بتحليل التكاليف للمعالجات المناخية، ويمكن ذكر هذه النتائج كالتالي:



شكل رقم (٥-١٤): النتائج التطبيقية لنموذج حساب التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية.

- **المنحنيات البيانية الموقعة:**

وهي عبارة عن القيم الإقتصادية الموقعة بيانيا والمستخلص منها النتائج الإقتصادية المطلوبة من النموذج، وتشمل: التكاليف التراكمية للمعالجة بالتصميم الأساسي والمعالجة المناخية المعمارية / الوفر التراكمي للمعالجة بالتصميم الأساسي والمعالجة المناخية المعمارية.

- **قيمة التكلفة "ف":**

وهي عبارة عن فرق قيمة التكلفة الإبتدائية بين المعالجة الأساسية والمعالجة المناخية، حيث يتضح أن قيمة هذا الفرق هو ما يتم دفعه لتحسين أداء التكييف المركزي المحدد بالمعالجة الأساسية من خلال عناصر التصميم المناخي المعماري.

- **الفترة الزمنية "فترة ١":**

وهي الفترة الزمنية التي يكون فيها قيمة الوفر التراكمي للمعالجة الأساسية BASE CASE أكبر من الوفر التراكمي للمعالجة المناخية المعمارية، وعلى هذا الأساس يكون من الأفضل إقتصاديا الإعتماد على المعالجة الأساسية إذا كان إستخدام المبنى في فترة زمنية مساوية أو أقل من الفترة الزمنية المحددة في "فترة ١". أما إذا كان إستخدام المبنى لعدد سنوات أكثر قيمة من "فترة١" يكون من الأفضل إقتصاديا اللجوء لتنفيذ المعالجة المناخية المعمارية.

- **الفترة الزمنية "فترة ٢":**

وهي الفترة الزمنية التي يبدأ معها التوفير السنوي بإستخدام المعالجة المناخية المعمارية عن إستخدام المعالجة الميكانيكية بالتصميم الأساسي، بحيث يكون إستخدام المعالجة المناخية المعمارية بعد بدء تلك الفترة أوفر وأمثل إقتصاديا من إستخدام معالجة التصميم الأساسي.

- **نقطة التعادل للمعالجة:**

وهي الفترة الزمنية التي يتقاطع معها منحنى التكلفة التراكمية للمعالجة المناخية المعمارية مع منحنى الوفر التراكمي للمعالجة المناخية المعمارية عن معالجة التصميم الأساسي.

الباب السادس: النموذج التطبيقي لحساب التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية:

٦-١ تمهيد: الفرضيات العامة والهدف الرئيسي للنموذج:

عند الإنتهاء من التصميم الإبتدائي للمبنى وقيام المصمم بحساباته الخاصة لتحقيق الراحة الحرارية لمستعملي الفراغات الداخلية، يوضع في أغلب الأحوال التصميم الميكانيكي لأحمال التكييف المطلوبة دون الإعتماد على المعالجات المناخية، ولكن مع اللجوء إلى إدخال المعالجات المناخية المعمارية إلى عناصر المبنى تتعدد بدائل المعالجات المناخية والتي تحقق جميعها نفس الكفاءة في تحقيق الراحة الحرارية مخففة بالتالي الأحمال الميكانيكية المطلوبة من التكييف المركزي، لهذا يصبح من المهم إختيار أمثلها من خلال التقييم الإقتصادي لتلك المعالجات.

٦-١-١ الفرضية العامة:

إنطلاقا من أن أغلب المباني النوعية في صورتها العامة تعتمد على الوسائل الميكانيكية "التكييف المركزي"، ومع وجود بدائل للمعالجات المناخية والتي إن كانت قد تزيد من التكلفة الإبتدائية إلا أنها تحد من الأحمال الميكانيكية المطلوبة من التكييف المركزي، الأمر الذي يخفف من التكاليف الجارية للمبنى.

٦-١-٢ الهدف:

حساب التكلفة الإقتصادية لبدائل تلك المعالجات المناخية للمبنى بدءا من تصميمها وحتى إنتهاء العمر الإفتراضي للمبنى والمحدد بـ ٥٠ سنة طبقا للدراسات الإقتصادية لتحديد الأنسب والأمثل إقتصاديا من خلال تحديد نقطة التعادل.

التكاليف الإقتصادية التي يتم حسابها من خلال النموذج:

١- التكلفة الإبتدائية:

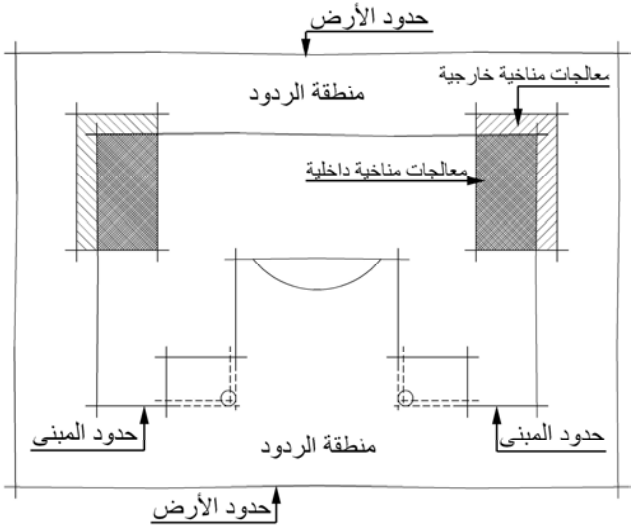
- تكلفة التصميم.
- تكلفة الإنشاء والتنفيذ.
- التكاليف الخاصة:
  - إنشاء هيكلي إضافي.
  - فراغات خاصة.

٢- التكاليف الجارية (الدورية):

- تكلفة إستهلاك طاقة ووقود.
- تكلفة العمالة اللازمة للتشغيل.
- تكلفة الصيانة الدورية.

٣- التكاليف غير المباشرة:

- الضرائب والمصاريف الإدارية.
- معدل التضخم.
- إهلاك الأصول.
- تكلفة إستثمار رأس المال.



شكل رقم (٦-١): المعالجة المناخية بالمبنى في صورتها العامة بالنموذج.

٦-١-٣ الملاحظات العامة للنموذج:

١- تم تحديد سنة الأساس التي يتم عندها تحديد الأسعار بسنة البحث وهي سنة ٢٠٠٧م.
٢- الأسعار والأرقام المستخدمة تقريبية طبقا لتكلفة تنفيذ الأعمال من الواقع في سنة الأساس.
٣- المعالجة المناخية في صورتها العامة كما في شكل رقم (٦-١)، وقد تكون:
- معالجة مناخية داخلية مثل: غرفة التكييف المركزي / حائط مزدوج / منور تهوية داخلي / ملقف هواء / .....إلخ.
- معالجة مناخية خارجية مثل: كاسرات الشمس / الدهانات الخاصة / وحدات التكييف المنفصل / الأشجار المحيطة / .....إلخ.

٤- لحساب التكلفة الإقتصادية للمعالجة المناخية يتم إستيفاء البيانات المطلوبة في النموذج في الأماكن المحددة باللون الرمادي فقط.

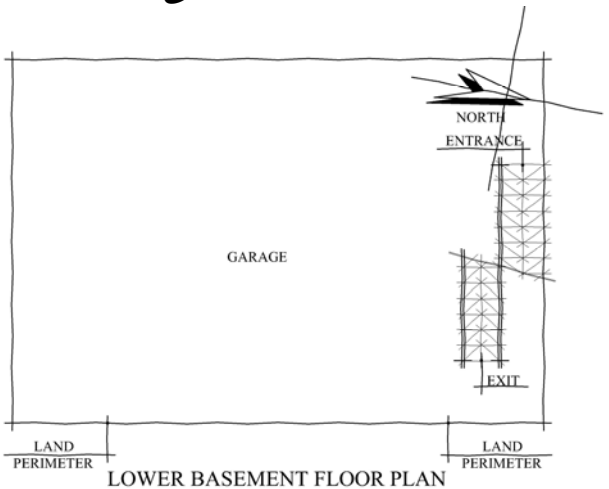
٦-٢ نموذج المبنى: مبنى إداري بنظام الفراغات المغلقة / المفتوحة.

مسطح الأرض: ١٧٨٥ م٢.
النسبة البنائية المسموحة: ٥٥% للدور الأرضي + ٦٥% للدور الأول والمتكرر.
عدد الأدوار: ٢بدروم + أرضي + أول + ٢ متكرر + سطح.
الموقع: طريق القاهرة الإسكندرية الصحراوي.
سنة البناء: الرسومات التنفيذية ٢٠٠٦ – الإنشاء ٢٠٠٧ – بداية التشغيل نوفمبر ٢٠٠٧.

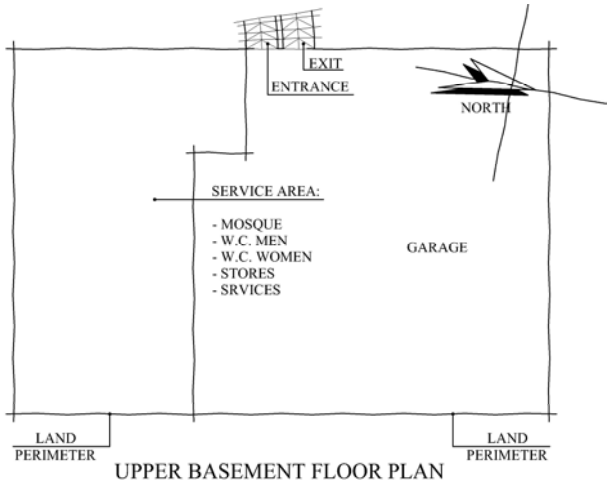
٦-٢-١ وصف مكونات المبنى:

الدور	عدد تكرار الدور	المسطح م٢	إرتفاع الدور م	وصف عام مبسط
بدروم	٢	١٧٨٥	٣,٦٠	جراج / غرف خدمات / خدمات سائقين / تغيير ملابس / دورات مياه للجنسين.
أرضي	١	١٠٠٠	٤,٥٠	مدخل رئيسي / مداخل فرعية / كافيتيريا / فراغات إدارية مفتوحة ومغلقة / حمام رجال / حمام سيدات.
أول	١	١١٣٥	٤,٠٠	فراغات إدارية مفتوحة ومغلقة / حمام رجال / حمام سيدات / سلم رئيسي / سلم هروب / أوفيس.
متكرر	٢	١١٣٥	٤,٠٠	
سطح	١	٢٥٠	٣,٥٠	غرف خدمات / حجرة المصاعد / غرف سلالم.

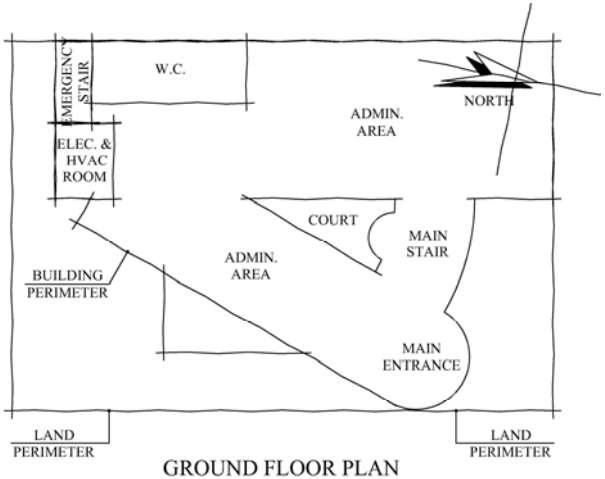
٦-٢-٢ المساقط الأفقية للمبنى:



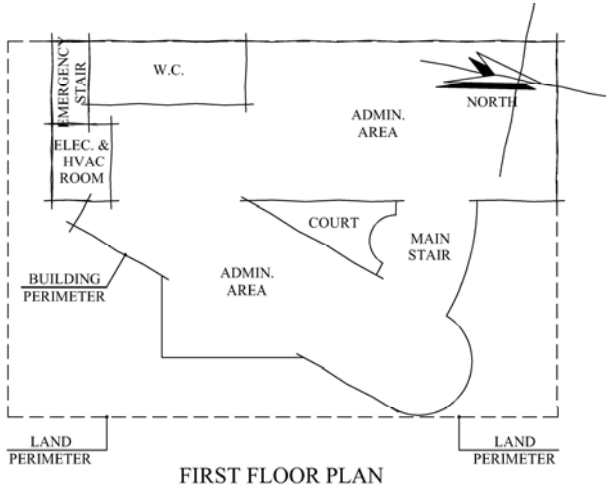
شكل رقم (٦-٢): المسقط الأفقي لدور البدروم السفلي



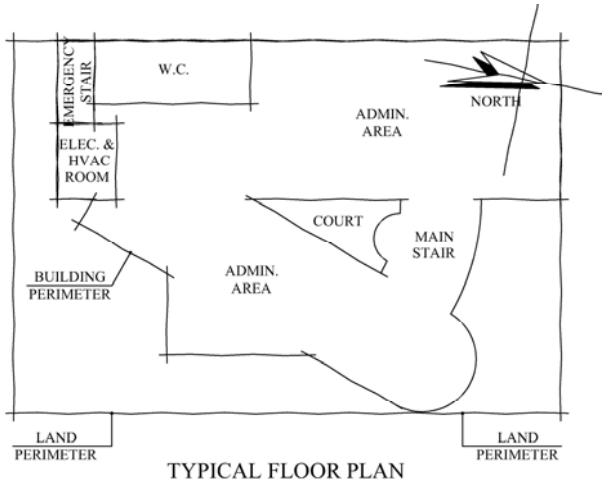
شكل رقم (٦-٣): المسقط الأفقي لدور البدروم العلوي



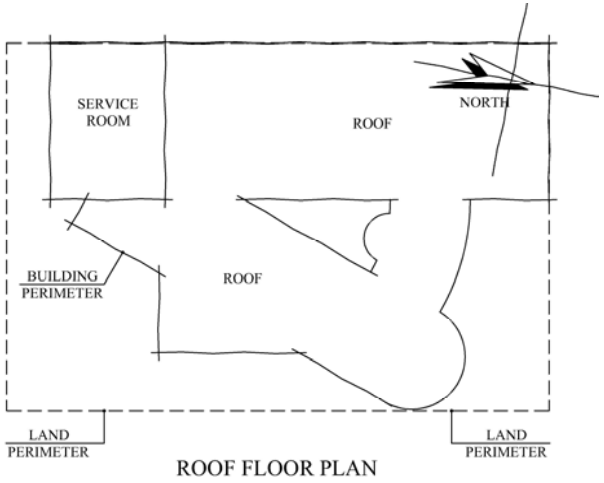
شكل رقم (٦-٤): المسقط الأفقي للدور الأرضي



شكل رقم (٦-٥): المسقط الأفقي للدور الأول

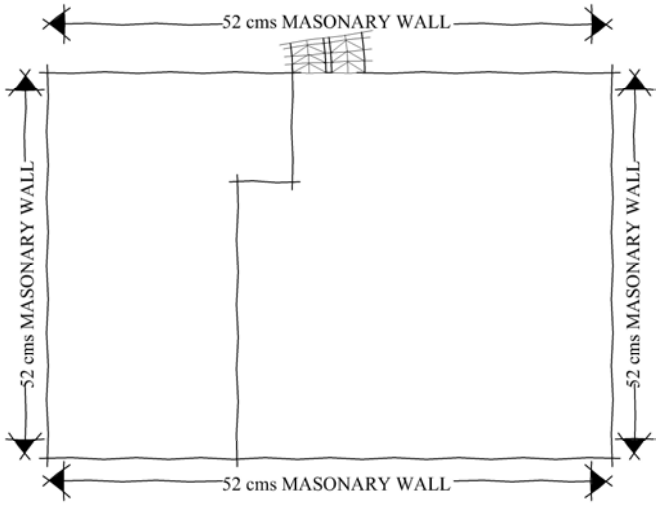


شكل رقم (٦-٦): المسقط الأفقي للدور المتكرر

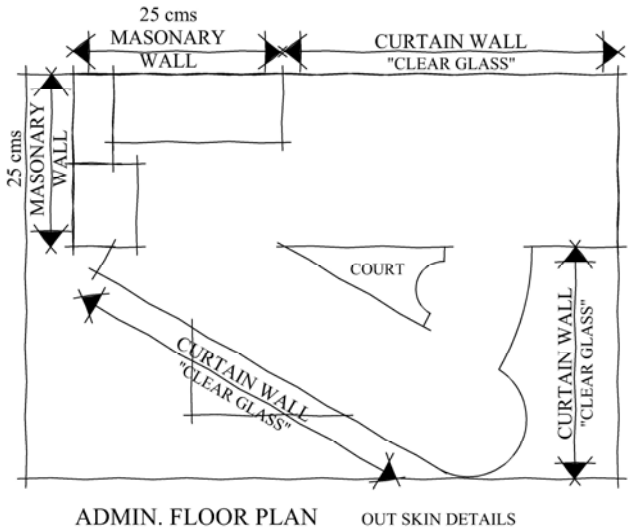


شكل رقم (٦-٧): المسقط الأفقي لدور السطح

٦-٢-٣ توصيف الغلاف الخارجي للمبنى:



شكل رقم (٦-٨): المسقط الأفقي لدور البدروم



شكل رقم (٦-٩): المسقط الأفقي للدور الإداري

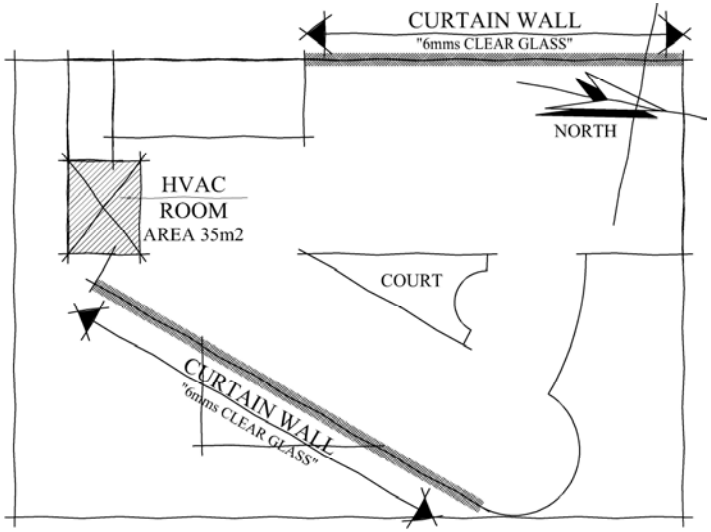
٦-٣ التصميم الأساسي لمعالجة المبنى حراريا BASE CASE:

إستخدام الوسائل الميكانيكية لتحقيق الراحة الحرارية بإستخدام التكييف المركزي:

٦-٣-١ العناصر الأساسية للتصميم:

رقم	العنصر	البيان
١	**عناصر التكييف المركزي**	توفير المتطلبات الأساسية لتكييف الفراغات الداخلية من عناصر التكييف المركزي من CHILLERS ومسارات DUCTS التكييف ومخارج التكييف والراجع الخاص بكل فراغ وكذلك الفراغ المخصص لحجرة التكييف المركزي بكل دور طبقا للحسابات الميكانيكية.
٢	**الغلاف الخارجي للمبنى**	علاقته بالحسابات الميكانيكية لأحمال التكييف وتركه على صورته التصميمية المعمارية كحائط ستائري من الألومنيوم والزجاج الشفاف المفرد سمك ٦مم.
٣	**الأسقف الساقطة**	اللازمة لتغطية مسارات التكييف المركزي بالأسقف.

٦-٣-٢ الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال كالتالي:

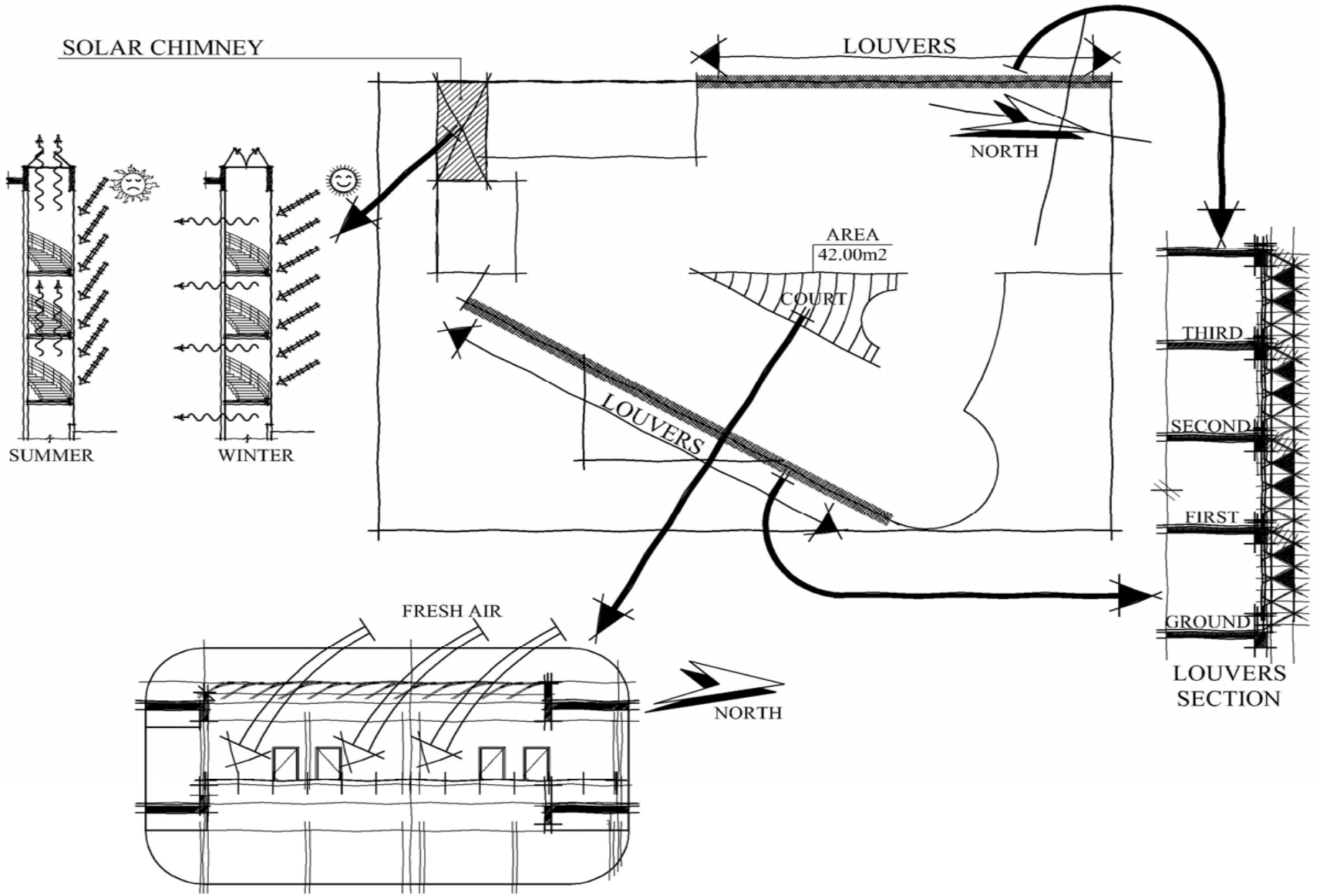
رقم	البند	الوحدة	الكمية	نموذج المعالجة
١	أعمال التوصيلات ولوازم التكييف المركزي للفراغات الداخلية.	م٢	٤٤٠٠	
٢	أعمال السقف الساقط GYPSUM BOARD لزوم تغطية مسارات التكييف المركزي.	م٢	٢٩٧	
٣	أعمال السقف الساقط من بلاطات ٦٠*٦٠سم لزوم تغطية مسارات التكييف.	م٢	٢١١٢	
٤	حائط ستائري من قطاعات ألومنيوم وزجاج مفرد شفاف سمك ٦مم.	م٢	١٨٤١	

٦-٤ بدائل المعالجات المناخية للمبنى بإستخدام العناصر المعمارية ذات الوظائف البيئية الإيجابية لتخفيف الأحمال المطلوبة من التكييف المركزي:

٦-٤-١ البديل الأول: التصميم الأساسي BASE CASE + المعالجة المناخية نموذج (أ):

"إستخدام كاسرات الشمس / الفناء الداخلي / المدفأة الشمسية / الزراعات الخارجية / العزل الحراري / الزجاج العاكس"

٦-٤-١-١ التصميم الأساسي للمعالجة المناخية نموذج (أ):


SOLAR CHIMNEY
LOUVERS
NORTH
AREA
42.00m2
COURT
LOUVERS
SUMMER
WINTER
THIRD
SECOND
FIRST
GROUND
LOUVERS
SECTION
FRESH AIR
NORTH

٦-٤-١-٢ العناصر الأساسية للمعالجة نموذج (أ):

رقم	العنصر	البيان
١	**الكاسرات الشمسية**	من قطاعات معدنية وألواح بولي كربونيت شبه شفاف سمك ١٠مم للحد من الإشعاع الشمسي المباشر على الحوائط الستائرية
٢	**الفناء الداخلي**	مغطى بألواح البولي كربونيت شبه شفافة مفتوحة للجهة الشمالية لتحقيق التهوية الملائمة للفراغات الداخلية.
٣	**المدفأة الشمسية**	في الجهة الجنوبية بسلم الهروب بواجهة من الحوائط الستائرية والزجاج الشفاف سمك ٦مم للإستفادة من خصائص المدفأة الشمسية شتاءا وصيفا.
٤	**الزراعات الخارجية**	حول المبنى بزراعة النجيل لمسافة ٣م للحد من الإشعاع الشمسي المنعكس على المبنى.
٥	**العزل الحراري**	للسقف والحوائط الجنوبية بإستخدام مادة البوليسترين المشكل بالبثق سمك ٣سم.
٦	**الزجاج العاكس ٣٠%**	والمستخدم في الحوائط الستائرية الغربية والشرقية بدلا من الزجاج الشفاف الأبيض لتحسين أدائها الحراري بالمبنى.
٧	**إعادة تصميم الأحمال الميكانيكية المطلوبة من التكييف المركزي "حوالي ما يقارب ٧٥% من التصميم الأساسي".**	

٦-٤-١-٣ الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال للمعالجة المناخية نموذج (أ):

رقم	البند	الوحدة	الكمية	ملاحظات
١	أعمال الحفر لتمهيد التربة للزراعة حول المبني وبالفناء الداخلي.	م٣	١٢٤	
٢	عزل حرارة بوليسترين ٣سم لزوم السطح والحوائط الجنوبية.	م٢	١٣٤٩	
٣	مباني طوب طفلي مفرغ ١٢سم لزوم الحوائط المزدوجة الجنوبية.	م٢	٢١٤	
٤	بردورة حدائق ٥٠*٢٠*٧,٥/٦,٥سم.	م.ط.	٩١	
٥	تغطية الفناء الداخلي بولي كربونيت.	م٢	٤٢	
٦	حائط ستائري زجاج شفاف ٦مم لزوم المدفأة الشمسية الجنوبية.	م٢	١٨٤	
٧	كاسرات خارجية من دعامات حديدية وبولي كربونيت شبه شفاف ١٠مم.	م.ط.	٢٤٨	
٨	أعمال التربة الزراعية الداخلية والخارجية من الكمبوست غير المخلوط.	م٣	١٢٤	
٩	أعمال الزراعة الداخلية والخارجية بالنجيل.	م٢	٣١١	
١٠	حائط ستائري من قطاعات ألومنيوم وزجاج مفرد شفاف سمك ٦مم.	م٢	٨١٨	
١١	حائط ستائري من قطاعات ألومنيوم وزجاج مفرد عاكس ٣٠%.	م٢	١٠٢٣	
١٢	أعمال التوصيلات ولوازم التكييف المركزي للفراغات الداخلية.	م٢	٣٣٠٠	٧٥% من التصميم الأساسي.
١٣	أعمال السقف الساقط GYPSUM BOARD لزوم تغطية مسارات التكييف.	م٢	٢٢٢	٧٥% من التصميم الأساسي.
١٤	أعمال السقف الساقط بلاطات ٦٠*٦٠سم لزوم تغطية مسارات التكييف.	م٢	١٥٨٤	٧٥% من التصميم الأساسي.

٦-٤-٢ البديل الثاني: التصميم الأساسي BASE CASE + المعالجة المناخية نموذج (ب):
"إستخدام كاسرات الشمس / الفناء الداخلي / المدفأة الشمسية / الزراعات الخارجية / العزل الحراري / الزجاج العاكس بالحوائط الستائرية"

٦-٤-٢-١ التصميم الأساسي للمعالجة المناخية نموذج (ب):
تعتمد على إستخدام نفس العناصر المعمارية المناخية المستخدمة في المعالجة المناخية نموذج (أ)، إضافة إلى تقليل مسطحات الحوائط الستائرية الزجاجية إلى نسبة ٦٥% من المسطح الأصلي المستخدم في التصميم الأساسي والمعالجة المناخية نموذج (أ)، وإستخدام الحوائط المزدوجة من الطوب الطفلي المفرغ وإستخدام العزل الحراري بسمك ٣سم في الحائط المزدوج.

٦-٤-٢-٢ العناصر الأساسية للمعالجة نموذج (ب):

رقم	العنصر	البيان
١	**الكاسرات الشمسية**	من قطاعات معدنية وألواح بولي كربونيت شبه شفاف سمك ١٠مم للحد من الإشعاع الشمسي المباشر على الحوائط الستائرية
٢	**الفناء الداخلي**	مغطي بألواح البولي كربونيت شبه شفافة مفتوحة للجهة الشمالية لتحقيق التهوية الملائمة للفراغات الداخلية.
٣	**المدفأة الشمسية**	في الجهة الجنوبية بسلم الهروب بواجهة من الحوائط الستائرية والزجاج الشفاف سمك ٦مم للإستفادة من خصائص المدفأة الشمسية شتاءا وصيفا.
٤	**الزراعات الخارجية**	حول المبنى بزراعة النجيل لمسافة ٣م للحد من الإشعاع الشمسي المنعكس على المبنى إضافة إلى أعمال الزراعات المتخصصة من الأشجار الخارجية والداخلية.
٥	**العزل الحراري**	للسقف والحوائط الجنوبية بإستخدام مادة البوليسترين المشكل بالبثق سمك ٣سم.
٦	**الزجاج العاكس ٣٠%**	والمستخدم في الحوائط الستائرية الغربية والشرقية بدلا من الزجاج الشفاف الأبيض لتحسين أدائها الحراري بالمبنى.
٧	**الحوائط المزدوجة:**	من الطوب الطفلي المفرغ والمستخدم بدلا من الحوائط الستائرية الجنوبية والشرقية بنسبة ٣٥% من مسطحها بالإضافة إلى العزل الحراري من البوليسترين المشكل بالبثّ سمك ٣سم.
٨	**إعادة تصميم الأحمال الميكانيكية المطلوبة من التكييف المركزي "حوالي ما يقارب ٦٠% من التصميم الأساسي".**	

٦-٤-٢-٣ الكميات التقديرية لبنود تنفيذ الأعمال للمعالجة المناخية نموذج (ب):

رقم	البند	الوحدة	الكمية	ملاحظات
١	أعمال الحفر لتمهيد التربة للزراعة حول المبني وبالفناء الداخلي.	م٣	١٢٤	
٢	عزل حرارة بوليسترين ٣سم لزوم السطح والحوائط الجنوبية.	م٢	١٦٩٠	
٣	مباني طوب طفلي مفرغ ١٢سم لزوم الحوائط المزدوجة الجنوبية.	م٢	٨٩٦	

٤	بردورة حدائق ٥٠*٢٠*٧,٥/٦,٥سم.	م.ط.	٩١	
٥	تغطية الفناء الداخلي بولي كربونيت.	م٢	٤٢	
٦	حائط ستائري زجاج شفاف ٦مم لزوم المدفأة الشمسية الجنوبية.	م٢	١٨٤	
٧	كاسرات خارجية من دعامات حديدية وبولي كربونيت شبه شفاف ١٠مم.	م.ط.	١٦٥	
٨	أعمال التربة الزراعية الداخلية والخارجية من الكمبوست غير المخلوط.	م٣	١٢٤	
٩	أعمال الزراعة الداخلية والخارجية بالنجيل.	م٢	٣١١	
١٠	حائط ستائري من قطاعات ألومنيوم وزجاج مفرد شفاف سمك ٦مم.	م٢	٨١٨	
١١	حائط ستائري من قطاعات ألومنيوم وزجاج مفرد عاكس ٣٠%.	م٢	٦٨٢	
١٢	أعمال الزراعة بالأشجار الداخلية والخارجية.			
١٣	أعمال التوصيلات ولوازم التكييف المركزي للفراغات الداخلية.	م٢	٢٦٤٠	٦٠% من التصميم الأساسي.
١٤	أعمال السقف الساقط GYPSUM BOARD لزوم تغطية مسارات التكييف.	م٢	١٧٩	٦٠% من التصميم الأساسي.
١٥	أعمال السقف الساقط بلاطات ٦٠*٦٠سم لزوم تغطية مسارات التكييف.	م٢	١٢٦٨	٦٠% من التصميم الأساسي.

٦-٥ التصميم الإبتدائي للتكييف المركزي لبدائل المعالجات المناخية والتكييف المركزي:

من خلال العلاقة التالية:

$$Q = A * U * \Delta T$$

حيث أن:

Q هي كمية الحرارة المنتقلة عبر الغلاف الخارجي للمبنى (الحائط الستائري من الألومنيوم والزجاج المفرد الشفاف أو العاكس).

A مسطح الحوائط الستائرية المكونة للغلاف الخارجي للمبنى.

U الإنتقالية الحرارية للغلاف الخارجي للمبنى للمبنى (الحائط الستائري من الألومنيوم والزجاج المفرد الشفاف أو العاكس).

ΔT فرق درجات الحرارة ما بين الفراغ الداخلي والفراغ الخارجي، حيث أن:

T (in) درجة الحرارة المطلوبة للفراغ الداخلي (يتم التصميم على أساس أنها 22:24 C).

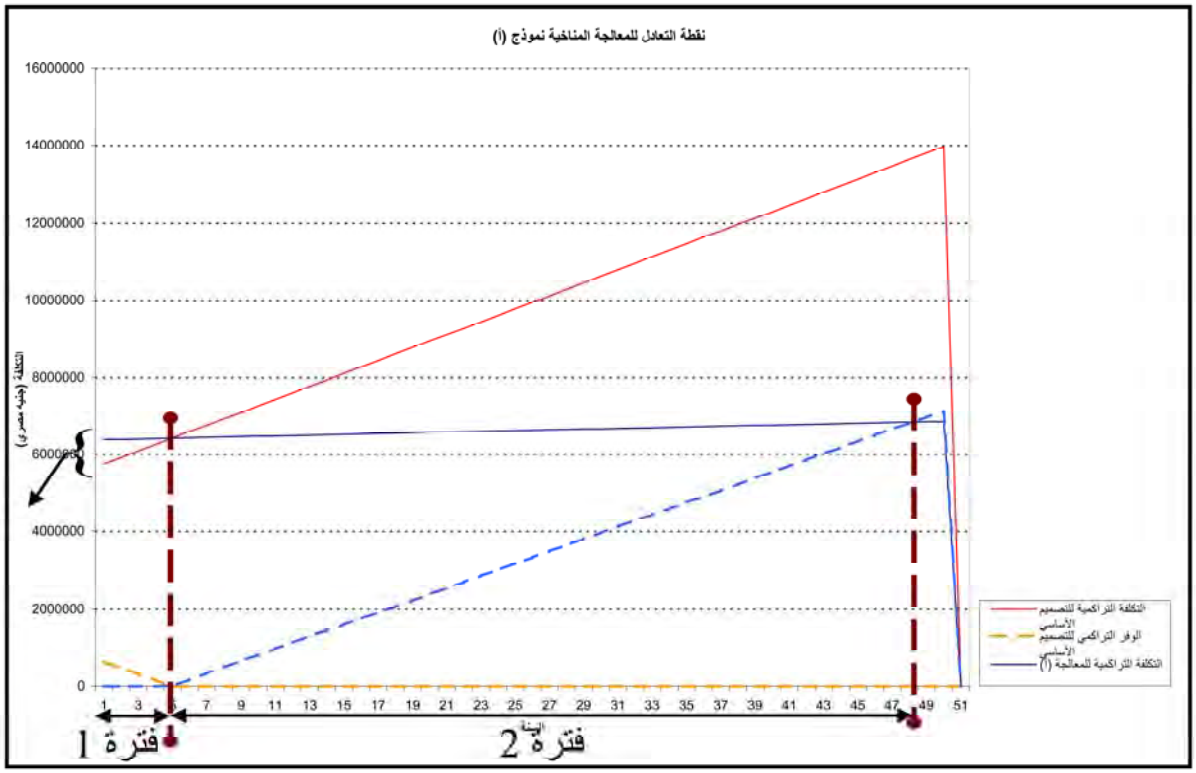
T (out) درجة الحرارة الخارجية المحيطة بالمبنى (يتم التصميم على أساس أنها 105 F).

ومع الأخذ في الإعتبار النشاط الإداري للمبنى وعدد الأشخاص والأجهزة المتوقع وجودها بالفراغ الداخلي، ينتج أن مقدار الحاجة من التكييف المركزي كالتالي:

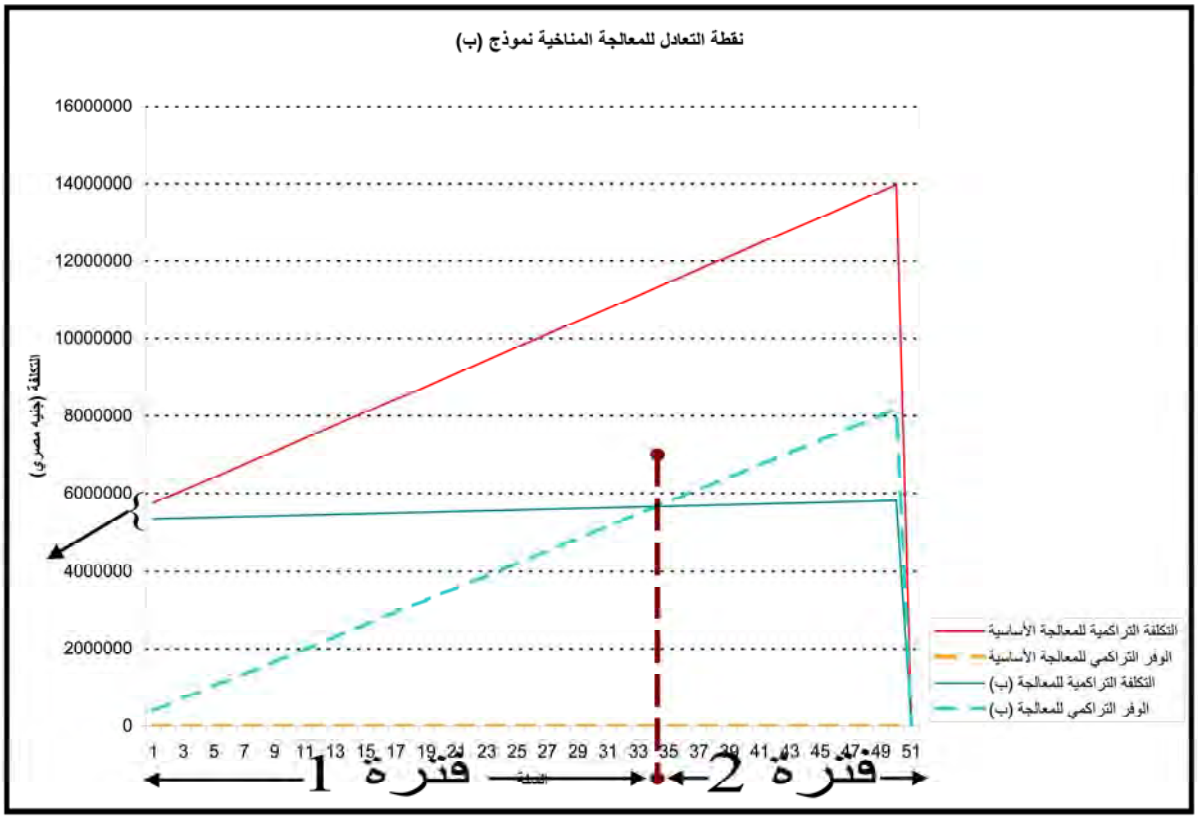
التصميم الميكانيكي الأساسي لأحمال التكييف: ١ طن تبريد يقوم بتغطية مسطح ١٥م٢ من الفراغات الداخلية. أي أن كامل مسطح المبنى ٤٤٠٠م٢ يحتاج إلى حوالي ٢٩٤ طن تبريد.
البديل الأول: التصميم الأساسي+المعالجة المناخية نموذج (أ): ١ طن تبريد يقوم بتغطية مسطح ٢٠م٢ من الفراغات الداخلية. أي أن كامل مسطح المبنى ٤٤٠٠م٢ يحتاج إلى حوالي ٢٢٠ طن تبريد. أي بمقدار حوالي ٧٥% من التكييف المطلوب للمعالجة المناخية نموذج (أ).
البديل الثاني: التصميم الأساسي+المعالجة المناخية نموذج (ب): ١ طن تبريد يقوم بتغطية مسطح ٢٥م٢ من الفراغات الداخلية. أي أن كامل مسطح المبنى ٤٤٠٠م٢ يحتاج إلى حوالي ١٧٦ طن تبريد. أي بمقدار حوالي ٦٠% من التكييف المطلوب للمعالجة المناخية نموذج (ب).

٦-٦ خلاصة ونتائج الدراسة التطبيقية لنموذج محاسبة التكاليف وتحديد نقطة التعادل للمعالجات المناخية:

٦-٦-١ بياني نقط التعادل للمعالجات المناخية:



شكل رقم (٦-١٠): بياني نقطة التعادل للمعالجة المناخية نموذج (أ).



شكل رقم (٦-١١): بياني نقطة التعادل للمعالجة المناخية نموذج (ب).

٦-٦-٢ الدراسة الإقتصادية للمعالجة المناخية بالتصميم الأساسي:

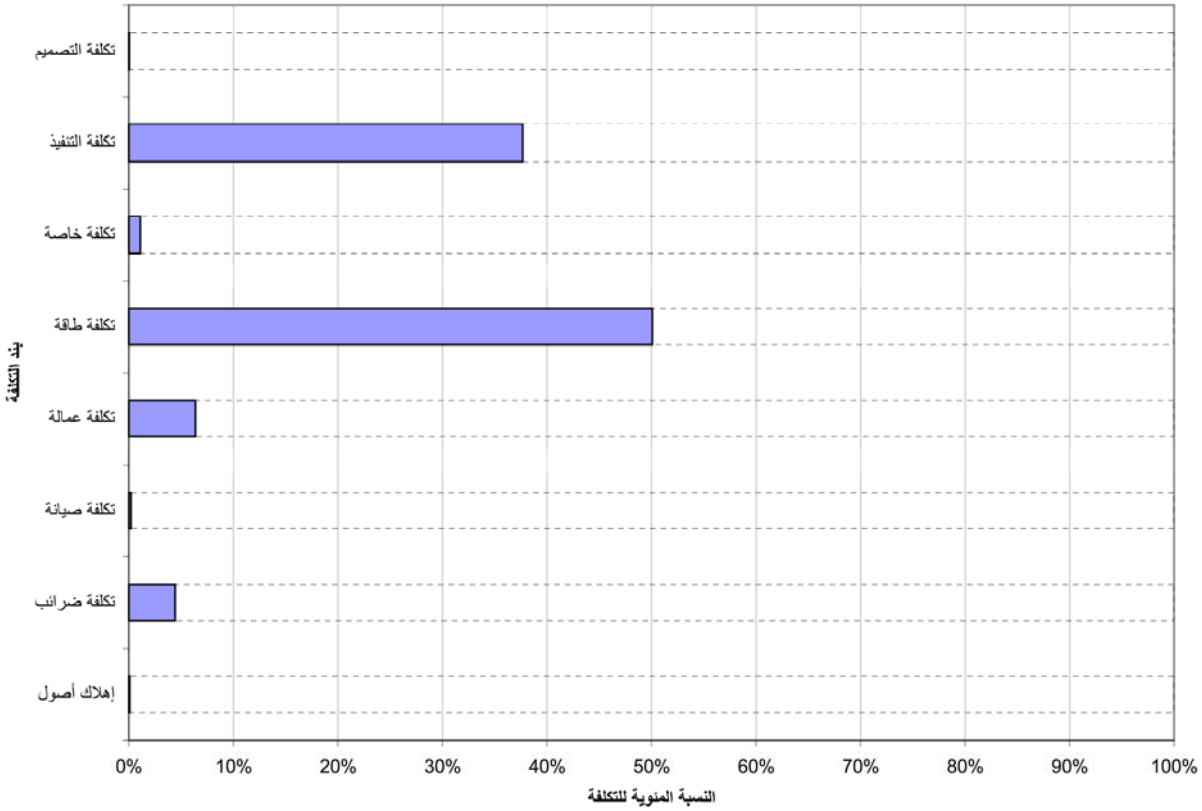
أولا: المعالجة نموذج التصميم الأساسي:

التكلفة الإجمالية المتوقعة للمعالجة: ١٤٨١١١٨٤ جنيه مصري

نسب تكاليف المعالجة المناخية بالتصميم الأساسي:

تكلفة التصميم	**0.03%**	تكلفة التنفيذ	**37.70%**	تكلفة خاصة	**1.08%**
تكلفة طاقة	**50.09%**	تكلفة عمالة	**6.37%**	تكلفة صيانة	**0.21%**
تكلفة ضرائب	**4.44%**	إهلاك أصول	**0.08%**		

بياني نسب تكاليف المعالجة:



شكل رقم (٦-١٢): بياني نسب تكاليف المعالجة بالتصميم الأساسي.

يتضح من البياني الخاص بالنسب المئوية لتكاليف المعالجة بالتصميم الأساسي ما يلي:

١- تمثل تكلفة التشغيل ما يوازي نصف التكلفة التراكمية للمعالجة المناخية بالتصميم الأساسي يليها تكلفة الإنشاء والتنفيذ بما يوازي الثلث، والباقي موزعة لباقي بنود التكلفة.

٢- تكلفة التصميم والصيانة مقارنة بباقي بنود التكلفة تصل إلى أقل نسبة يمكن إهمال قيمتها.

٦-٦-٣ الدراسة الإقتصادية للمعالجة المناخية المعمارية نموذج (أ):

ثانيا: المعالجة المناخية المعمارية نموذج (أ):

التكلفة الإجمالية المتوقعة للمعالجة: ٧٥٣٥٨٧٧ جنيه مصري

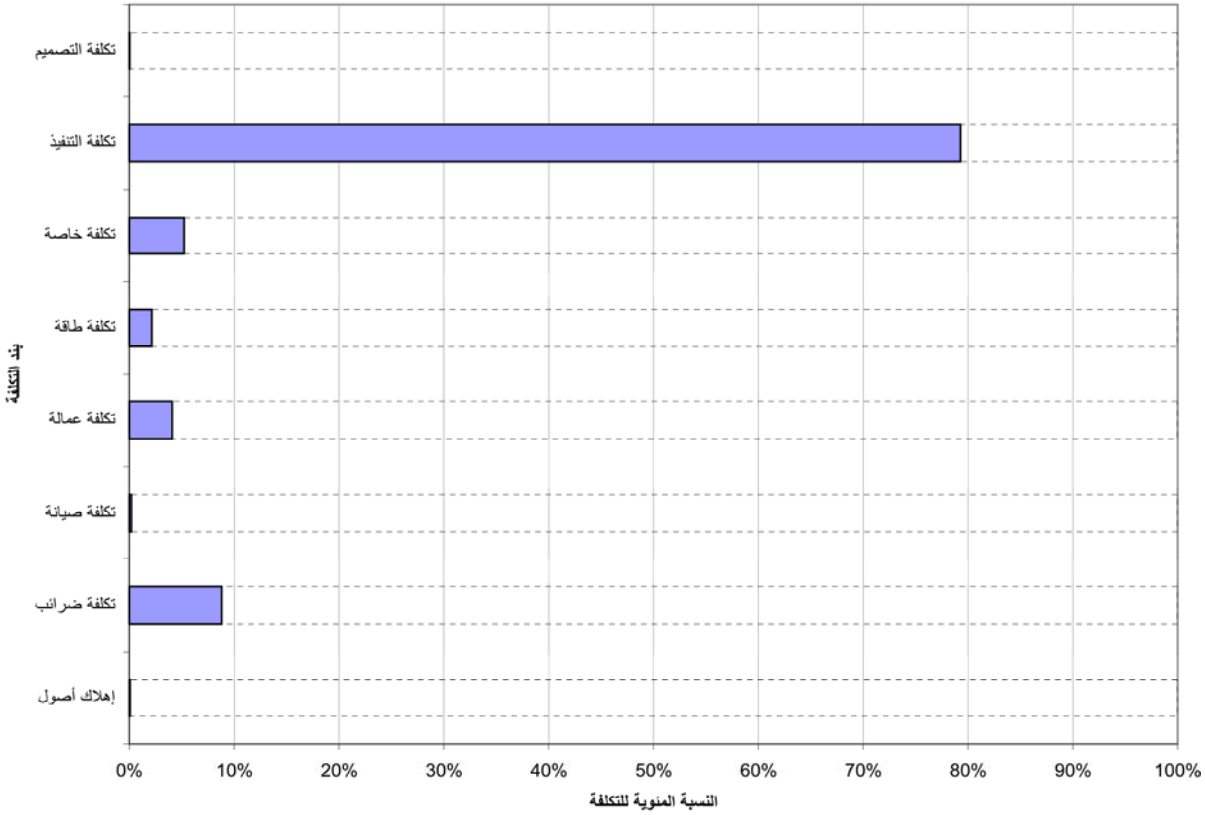
قيمة فرق التكلفة الإجمالية عن التصميم الأساسي: ٧٢٧٥٣٠٧ جنيه مصري

نسب تكاليف المعالجة المناخية:

تكلفة التصميم	**0.05%**	تكلفة التنفيذ	**79.29%**	تكلفة خاصة	**5.24%**

تكلفة طاقة	2.17%	تكلفة عمالة	4.10%	تكلفة صيانة	0.22%
تكلفة ضرائب	8.83%	إهلاك أصول	0.10%		

بياني نسب تكاليف المعالجة المناخية نموذج (أ):



شكل رقم (٦-١٣): بياني نسب تكاليف المعالجة المناخية نموذج (أ).

السلوك الإقتصادي للمعالجة المناخية (أ):

يتضح من البياني الخاص بتحديد نقطة التعادل للمعالجة المناخية المعمارية (أ) ما يلي:

١- في الفترة من سنة الإنشاء والتنفيذ وحتى السنة السادسة من تشغيل المبنى يتضح أن التكلفة التراكمية للمعالجة بالتصميم الأساسي أقل من التكلفة التراكمية للمعالجة المناخية نموذج (أ).

٢- من السنة السادسة من عمر المبنى وحتى نهاية العمر الإفتراضي للمبنى تكون التكلفة التراكمية الإجمالية للمعالجة المناخية (أ) أقل من التكلفة التراكمية للمعالجة بالتصميم الأساسي.

٣- يبدأ الوفر التراكمي الناتج عن المعالجة المناخية نموذج (أ) في القيمة الإيجابية له بعد السنة السادسة من بدء تشغيل المبنى ويستمر في التصاعد إيجابيا حتى نهاية العمر الإفتراضي للمبنى.

٤- نتيجة الوفر التراكمي المتصاعد للمعالجة المناخية نموذج (أ) يتحدد على أساسها نقطة التعادل للمعالجة المناخية وذلك بعد السنة ٤٧ من بدء تشغيل المبنى، حيث يحقق الوفر التراكمي الناتج عن إستخدام المعالجة بدلا من التصميم الأساسي وفرا بما يساوي التكلفة الإجمالية التراكمية للمعالجة المناخية نموذج (أ).

٥- بعد السنة ٤٧ من بدء تشغيل المبنى تصبح قيمة الوفر التراكمي للمعالجة المناخية نموذج (أ) أكبر من التكلفة التراكمية للمعالجة نموذج (أ) بما يعني أن المعالجة غطت تكاليفها إضافة إلى تحقيق ربح ناتج عن إستخدام المعالجة المناخية (أ) عن معالجة التصميم الأساسي.

٦- يلاحظ أن نسبة التنفيذ والإنشاء تمثل نسبة حوالي ٨٠% من التكلفة الإجمالية للمعالجة

المناخية نموذج (أ) يليها باقي بنود التكلفة بنسب مختلفة.

٧- تكلفة التصميم والعمالة وإهلاك الأصول تصل إلى حد صغير جدا يمكن إهمالها.

الخلاصة والنتيجة:

المعالجة المناخية نموذج (أ) أقل تكلفة إجمالية مقارنة بالمعالجة المناخية بالتصميم الأساسي بالرغم من أن التكلفة الإبتدائية للتصميم الأساسي أقل من التكلفة الإبتدائية للمعالجة المناخية نموذج (أ).

٦-٦-٤ الدراسة الإقتصادية للمعالجة المناخية نموذج (ب):

ثالثا: المعالجة المناخية المعمارية نموذج (ب):

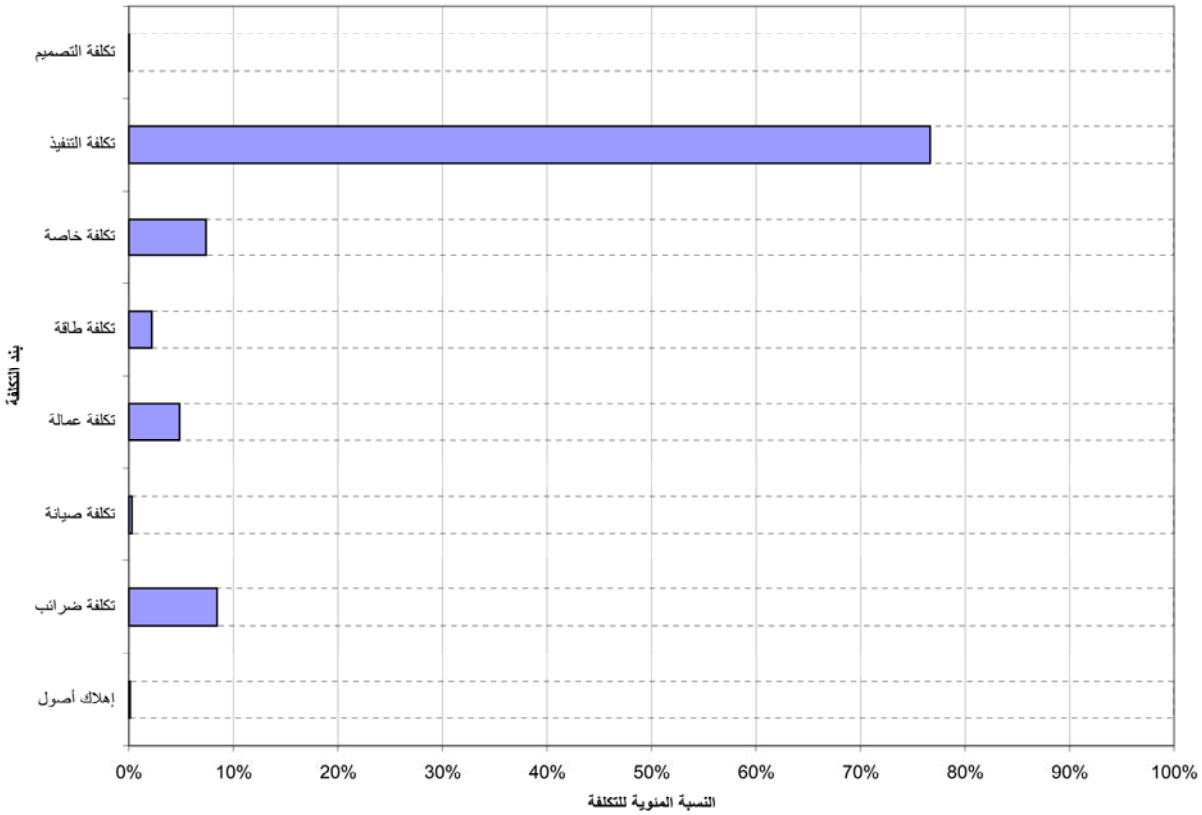
التكلفة الإجمالية المتوقعة للمعالجة: ٦٣٥٧٤٠٣ جنيه مصري

قيمة فرق التكلفة الإجمالية عن التصميم الأساسي: ٨٤٥٣٧٨١ جنيه مصري

نسب تكاليف المعالجة المناخية:

تكلفة التصميم	**0.06%**	تكلفة التنفيذ	**76.66%**	تكلفة خاصة	**7.38%**
تكلفة طاقة	**2.19%**	تكلفة عمالة	**4.86%**	تكلفة صيانة	**0.30%**
تكلفة ضرائب	**8.44%**	إهلاك أصول	**0.11%**		

بياني نسب تكاليف المعالجة المناخية نموذج (ب):



شكل رقم (٦-١٤): بياني نسب تكاليف المعالجة المناخية نموذج (ب).

السلوك الإقتصادي للمعالجة المناخية (ب):

يتضح من البياني الخاص بتحديد نقطة التعادل للمعالجة المناخية المعمارية (ب) ما يلي:

١- يتضح أن التكلفة الإبتدائية للمعالجة المناخية نموذج (ب) أقل من التكلفة المناخية بالتصميم الأساسي، وذلك بسبب قيمة التوفير في متطلبات التكييف المركزي بعد التصميم المستجد نظرا لتقليل المسطح الزجاجي في الواجهات الخارجية.

٢- نتيجة الوفر التراكمي المتصاعد للمعالجة المناخية نموذج (ب) يتحدد على أساسها نقطة التعادل للمعالجة المناخية وذلك بعد السنة ٣٤ من بدء تشغيل المبنى، حيث يحقق الوفر التراكمي الناتج عن إستخدام المعالجة بدلا من التصميم الأساسي وفرا بما يساوي التكلفة الإجمالية التراكمية للمعالجة المناخية نموذج (ب).
٣- بعد السنة ٣٤ من بدء تشغيل المبنى تصبح قيمة الوفر التراكمي للمعالجة المناخية نموذج (ب) أكبر من التكلفة التراكمية للمعالجة نموذج (ب) بما يعني أن المعالجة غطت تكاليفها إضافة إلى تحقيق ربح ناتج عن إستخدام المعالجة المناخية (ب) عن معالجة التصميم الأساسي.
٤- الفترة (١) هي فترة تحقيق نقطة التعادل نتيجة الوفر التراكمي للمعالجة (ب)، والفترة (٢) هي فترة تحقيق الربح من المعالجة المناخية نموذج (ب) مقارنة بإستخدام المعالجة المناخية بالتصميم الأساسي.
٥- يلاحظ أن نسبة التنفيذ والإنشاء تمثل نسبة حوالي ٧٥% من التكلفة الإجمالية للمعالجة المناخية نموذج (ب) يليها باقي بنود التكلفة بنسب مختلفة.
٦- تكلفة التصميم وإهلاك الأصول تصل إلى حد صغير جدا يمكن إهمالها.

الخلاصة والنتيجة:

المعالجة المناخية نموذج (ب) أقل تكلفة إجمالية مقارنة بالمعالجة المناخية بالتصميم الأساسي وذلك يتضح بدءا من التكلفة الإبتدائية للمعالجات التي يظهر فيها أن التكلفة الإبتدائية للمعالجة المناخية (ب) أقل من التكلفة الإبتدائية للمعالجة بالتصميم الأساسي نظرا للتوفير الكبير التاتج في متطلبات التكييف المركزي للفراغات الداخلية.