

فيزياء البناء





فيزياء البناء





الجمهورية العربية السورية

جامعة حلب

كلية الهندسة المعمارية



مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية

١٤٤٠ هـ _ ٢٠١٩ م

لطلاب السنة الثالثة

كلية الهندسة المعمارية



الفهرس

٢١	تمهيد
٢٣	مقدمة

الفصل الأول:

٢٧	١- تطبيقات وفق مفهوم فيزياء البناء
٢٧	١-١- مقدمة
٢٧	١-٢- نماذج عن أبنية مدروسة وفق فيزياء البناء
٢٧	١-٢-١- أكاديمية كاليفورنيا للعلوم - الولايات المتحدة الأمريكية
٢٨	١-٢-٢- منطقة غرب كولون الثقافية - هونغ كونغ
٢٩	١-٢-٣- مبنى ٤٠ غروسفينور - بريطانيا
٣٠	١-٢-٤- محطة تقاطع الملك - بريطانيا
٣١	١-٢-٥- فيلا نوريس - اسبانيا
٣٢	١-٣- برامج وتطبيقات وأدوات تستخدم لخدمة فيزياء البناء

الفصل الثاني:

٣٥	٢- الحرارة
٣٥	٢-١- مقدمة
٣٦	٢-٢- العوامل المؤثرة في درجة الحرارة
٣٦	٢-٢-١- خط العرض وفصول السنة
٣٦	٢-٢-٢- تأثير الطبوغرافيا
٣٧	٢-٢-٣- الغلاف الجوي

٣٧	٢-٢-٤ - وجود المسطحات المائية
٣٧	٢-٣ - مصادر الحرارة
٣٨	٢-٣-١ - الاشعاع الشمسي
٤٠	٢-٣-١-١ - العوامل المؤثرة على الاشعاع الشمسي
٤٠	٢-٣-١-١-١ - مدة سطوع الشمس
٤٠	٢-٣-١-١-٢ - شدة أشعة الشمس
٤١	٢-٣-١-١-٣ - زاوية سقوط الشمس
٤٤	٢-٣-١-٢ - الاكتساب الحراري من الاشعاع الشمسي
٤٥	٢-٤ - العزل الحراري
٤٥	٢-٤-١ - الأبنية المشمولة بكود العزل الحراري العربي السوري
٤٦	٢-٤-٢ - المواد العازلة للحرارة وأسس اختيارها وتطبيقاتها
٤٦	٢-٤-٣ - تصنيف المواد العازلة للحرارة
٤٦	٢-٤-٣-١ - تصنيف المواد العازلة للحرارة حسب طبيعة تركيبها الخلوي
٤٧	٢-٤-٣-٢ - تصنيف المواد العازلة للحرارة حسب طبيعة الشكل النهائي
	٢-٤-٣-٢ - تصنيف المواد العازلة للحرارة
٥٠	حسب طبيعة تركيبها الكيميائي
٥١	٢-٤-٤ - خصائص مواد العزل الحراري
٥١	٢-٤-٤-١ - معامل التوصيل الحراري
٥١	٢-٤-٤-٢ - الكثافة
٥١	٢-٤-٤-٣ - امتصاص الماء

٥١	٢-٤-٤-٤- امتصاص الرطوبة
٥٢	٢-٤-٤-٥- نفاذية بخار الماء
٥٢	٢-٤-٤-٦- ثبات المقاسات
٥٢	٢-٤-٤-٧- الاحتراق والاشتعال
٥٣	٢-٤-٤-٨- مقاومة الضغط
٥٣	٢-٤-٤-٩- مقاومة العوامل الجوية
٥٣	٢-٤-٤-١٠- درجة الحرارة التشغيلية
٥٣	٢-٤-٤-١١- التراص والهبوط
٥٤	٢-٤-٤-١٢- استرجاع الأبعاد
٥٤	٢-٤-٤-١٣- الالتصاق
٥٤	٢-٤-٤-١٤- الانكماش
٥٤	٢-٤-٥- اختيار مواد العزل الحراري
٥٥	٢-٤-٦- المواد العاكسة للحرارة
٥٦	٢-٥- أسس ومبادئ التصميم الحراري
٥٦	٢-٥-١- الغاية والهدف من التصميم الحراري
٥٧	٢-٥-٢- تصنيف الأبنية
٥٧	٢-٥-٢-١- حسب قصورها الحراري
٥٧	٢-٥-٢-٢- حسب درجة تعرضها إلى العوامل الجوية
٥٨	٢-٥-٣- العوامل المؤثرة في التصميم الحراري
٥٨	٢-٥-٣-١- الظروف الجوية
٥٩	٢-٥-٣-٢- الاتجاه الجغرافي وشكل البناء وموقعه

- ٦٠ ٢-٥-٣-٣ معامل الانتقال الكلي (U-value) للعناصر الانشائية
- ٦٠ ٢-٥-٤- توزيع الطبقات وعلاقته بالاختزان الحراري
- ٦٠ ٢-٥-٤-١ اختزان الحرارة
- ٦٢ ٢-٥-٤-٢ تأثير موضع العازل الحراري على الاختزان الحراري
- ٦٣ ٢-٥-٥- المتطلبات التصميمية
- ٦٣ ٢-٥-٥-١ معامل الانتقال الحراري الكلي (U-value)
- ٦٣ ٢-٥-٥-٢ كمية بخار الماء المتكاثف ضمن العناصر الإنشائية
- ٦٤ ٢-٥-٥-٣ الجسور الحرارية
- ٦٦ ٢-٥-٦- الحسابات الحرارية
- ٦٦ ٢-٥-٦-١ المبادئ الأساسية لانتقال الحرارة
- ٢-٥-٦-٢ حساب معامل الانتقال الحراري الكلي (U-value)
- ٦٧ للعناصر المؤلفة من عدة طبقات متجانسة
- ٢-٥-٦-٣ حساب معامل الانتقال الحراري الكلي للعناصر
- ٦٨ لامتجانسة التركيب
- ٧٠ ٢-٥-٦-٤ حساب معامل الانتقال الحراري الكلي لكامل البناء
- ٧١ ٢-٥-٦-٥ التيار الحراري المنتقل عبر العناصر الانشائية
- ٢-٦- تأثير مواد بناء واكساء الغلاف الخارجي
- ٧٣ على الأداء الحراري للمباني
- ٢-٦-١- دراسة تحليلية لتصميم الغلاف الخارجي لأحد المباني
- ٧٣ في مدينة حلب
- ٢-٦-١-١ الدراسات الخاصة بتصميم مقطع الجدار الخارجي
- ٧٤

٧٦	٢-٦-١-١-١- تأثير سماكة الجدار
٧٧	٢-٦-١-١-٢- تأثير نوع مواد البناء المستخدمة في الجدار
٧٨	٢-٦-١-١-٣- تأثير اختلاف مادة الاكساء الخارجي للجدار
٧٨	٢-٦-١-١-٤- تأثير وجود الطبقة العازلة للحرارة والتغير في سماكتها
٧٩	٢-٦-١-١-٥- تأثير كون الجدار مفرد أو مزدوج
٧٩	٢-٦-٢- تصميم المعالجات المناخية للنوافذ الخارجية بالمبنى
٨٠	٢-٦-٢-١- مساحة الفتحات
٨٠	٢-٦-٢-٢- نسبة التعرض للشمس
	٢-٦-٢-٣- نوعية زجاج الفتحات (الانتقالية الحرارية -
٨٣	معامل الكسب الحراري)
٨٧	٢-٦-٣- تصميم المعالجة المناخية لسقف المبنى
	الفصل الثالث:
٨٩	٣- الرطوبة
٨٩	٣-١- الرطوبة الداخلية في الأبنية
٨٩	٣-١-١- مقدمة
٨٩	٣-١-٢- بارامترات الرطوبة
٨٩	٣-١-٢-١- نسبة الرطوبة W
٨٩	٣-١-٢-٢- الرطوبة المطلقة Haw.a
٩٠	٣-١-٢-٣- درجة حرارة نقطة الندى t_d
٩٠	٣-١-٢-٤- الرطوبة النسبية φ

٩١	٣-١-٣- أشكال تكاثف بخار الماء
٩١	٣-١-٣-١- التكاثف السطحي لبخار الماء
٩٤	٣-١-٣-٢- التكاثف الجوي
٩٥	٣-١-٤- الآثار الضارة للتكاثف
٩٥	٣-١-٤-١- أضرار التكاثف السطحي
٩٦	٣-١-٤-٢- أضرار التكاثف الجوي
٩٦	٣-١-٥- اعتبارات هامة لتجنب التكاثف
٩٧	٣-٢- مسببات الرطوبة
٩٩	٣-٣- تأثير الرطوبة
٩٩	٣-٤- عزل الرطوبة
١٠٠	٣-٥- الطبقات العازلة للرطوبة
١٠١	٣-٦- مواد عزل للرطوبة
١٠١	٣-٦-١- المواد العازلة المرنة
١٠٤	٣-٦-٢- مواد عازلة نصف قاسية
١٠٦	٣-٦-٣- مواد عازلة قاسية
١٠٨	٣-٧- طريقة عملية لمحافظة البناء من الرطوبة الأرضية
١١١	٣-٨- منع الرطوبة في النفاذ للأعلى
١١١	٣-٨-١- طريقة صب الخرسانية
	٣-٨-٢- حماية الأسس الخرسانية المسلحة في تأثير المياه الجوفية
١١٢	باستخدام مانع الرطوبة

الفصل الرابع:

- ١١٣ ٤- الإضاءة
- ١١٣ ٤-١- الإضاءة الطبيعية وخصائصها
- ١١٤ ٤-١-١- مصادر الإضاءة الطبيعية
- ١١٧ ٤-١-٢- خواص الإضاءة الطبيعية
- ١١٩ ٤-٢- تأثير الإضاءة الطبيعية على صحة الانسان
- ١٢٠ ٤-٣- أهمية الإضاءة الطبيعية
- ١٢٠ ٤-٢-١- مميزات الإضاءة الطبيعية
- ١٢٠ ٤-٣-٢- عيوب الإضاءة الطبيعية
- ١٢١ ٤-٣-٣- أهمية الإضاءة الطبيعية في حياة الانسان
- ١٢٢ ٤-٣-٤- أهمية الإضاءة الطبيعية في تمييز الألوان
- ١٢٢ ٤-٣-٥- أهمية الإضاءة الطبيعية في الإحساس بالفراغ
- ١٢٢ ٤-٣-٦- أهمية الإضاءة الطبيعية في الإحساس بالمنظر
- ١٢٣ ٤-٣-٧- أهمية الإضاءة الطبيعية في حالة الطوارئ
- ١٢٤ ٤-٤- الإضاءة الطبيعية تأثيرها على تشكيل الكتل المعمارية
- ١٢٥ ٤-٤-١- الإضاءة داخل المباني
- ١٢٦ ٤-٤-٢- التصميم الجيد للمبنى
- ١٢٧ ٤-٥- الفتحات والتعرض للشمس
- ١٢٨ ٤-٦- الشبايك
- ١٢٩ ٤-٦-١- أنواع الشبايك

١٢٩	٤-٦-١-١- الشبايبك المفصلية
١٣٠	٤-٦-١-٢- الشبايبك المنزلقة
١٣٠	٤-٦-١-٣- الشبايبك المحورية
١٣١	٤-٦-١-٤- الشبايبك الثابتة
١٣١	٤-٦-٢- خامات الشبايبك
١٣١	٤-٦-٢-١- الشبايبك الخشبية
١٣١	٤-٦-٢-٢- شبايبك الألمنيوم
١٣١	٤-٦-٢-٣- الشبايبك المصنّعة من مادة ال PVC
١٣١	٤-٦-٢-٤- الشبايبك المصنّعة من الألياف الزجاجية
١٣١	٤-٦-٣- علاقة الشبايبك بالإضاءة الطبيعية
١٣٣	٤-٧- الكاسرات الشمسية والتظليل
١٣٩	٤-٨- الإضاءة الصناعية
١٤٠	٤-٨-١- أهمية الإضاءة
١٤٠	٤-٨-٢- المبادئ الأساسية للإضاءة الجيدة
١٤١	٤-٨-٣- أهداف الإضاءة
١٤٢	٤-٨-٤- عوامل تصميم الإضاءة
١٤٢	٤-٨-٥- اختيارات تقليل تكاليف الإضاءة

الفصل الخامس:

١٤٥	٥- الصوت
١٤٥	٥-١- لمحة تاريخية

١٤٥	٥-٢- الصوت وعلم الصوت
١٤٦	٥-٣- بعض مصطلحات الصوت
١٤٦	٥-٤- سرعة انتشار الصوت
١٤٧	٥-٥- العزل الصوتي
١٤٧	٥-٥-١- عوامل العزل
١٤٨	٥-٥-٢- مواد العزل الصوتي
١٤٩	٥-٥-٣- أنواع العزل الصوتي
١٥٠	٥-٥-٤- طرق العزل الصحيح
١٥١	٥-٥-٥- أشكال العزل الصوتي في الأبنية
١٥١	٥-٥-٥-١- طرق عزل الصوت في المباني
١٥٣	٥-٥-٥-٢- عزل الصوت في الغرف
١٥٤	٥-٥-٦- المواد المستخدمة في العزل الصوتي
١٥٦	٥-٥-٧- مواد تستخدم للعزل الصوتي والحراري معاً
١٥٧	٥-٥-٨- تصميم غرفة عازلة للصوت
١٥٩	٥-٥-٨-١- تفصيلات العزل
١٦٣	٥-٥-٨-٢- طرق عزل الصوت الناتج عن انتقال الصوت بالهواء

الفصل السادس:

١٦٧	٦- الطاقة ومصادرها العالمية
١٦٧	٦-١- أهمية وتعريف الطاقة
١٦٧	٦-٢- مصادر الطاقة العالمية

١٦٨	٦-٢-١ - مصادر الطاقة المحدودة (المصادر الحالية للطاقة)
١٦٩	٦-٢-١-١ - مصادر الطاقة الأحفورية
١٦٩	٦-٢-١-٢ - الطاقة الكهرومائية
١٧٠	٦-٢-١-٣ - الطاقة النووية
١٧١	٦-٢-٢ - مصادر الطاقة المتجددة
١٧٢	٦-٢-٢-١ - الطاقة الشمسية
١٧٣	٦-٢-٢-٢ - الطاقة الريحية
١٧٤	٦-٢-٢-٣ - طاقة الكتلة الحيوية
١٧٥	٦-٢-٢-٤ - طاقة حرارة باطن الأرض
١٧٥	٦-٢-٢-٥ - طاقة المد والجزر
١٧٦	٦-٣ - استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية
١٧٦	٦-٣-١ - العمارة واستهلاك الطاقة
١٧٧	٦-٣-٢ - مؤشرات عامة حول استهلاك الطاقة
١٧٧	٦-٣-١-١ - استهلاك الطاقة العالمي
	٦-٣-٢-٢ - ملامح قطرية للجمهورية العربية السورية
١٧٨	في استهلاك الطاقة
١٨٠	٦-٣-٣ - ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في الأبنية
١٨٠	٦-٣-٣-١ - ترشيد استهلاك الطاقة
١٨١	٦-٣-٣-٢ - تحسين كفاءة استخدام الطاقة
١٨٢	٦-٣-٤ - الاستهلاك الأمثل للطاقة في الأبنية

- ١٨٢ ٦-٣-٤-١ - مقدمة
- ١٨٣ ٦-٣-٤-٢ - العوامل المؤثرة على نسب تخفيض استهلاك الطاقة الحرارية
- ١٨٣ ٦-٣-٤-٢-١ - القصور الحراري للأبنية
- ١٨٣ ٦-٣-٤-٢-٢ - التخلف الزمني ومعامل التناقص
- ١٨٥ ٦-٣-٤-٢-٣ - فترة اشغال البناء وتشغيل أجهزة التزويد بالطاقة

الفصل السابع:

- ١٨٧ ٧- الحرائق
- ١٨٧ ٧-١ - مفهوم الحرائق
- ١٨٧ ٧-٢ - أسباب الحرائق
- ١٨٨ ٧-٣ - نظريات إطفاء الحريق (طرق الإطفاء)
- ١٨٩ ٧-٤ - تصنيفات الحريق
- ١٩١ ٧-٥ - المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة في المباني
- ١٩١ ٧-٥-١ - المهندس المعماري وأعمال الحريق
- ١٩٢ ٧-٥-٢ - أداء المبنى نفسه
- ١٩٣ ٧-٥-٣ - أداء شاغلي المبنى
- ١٩٣ ٧-٥-٤ - أداء مكافحي الحريق
- ١٩٤ ٧-٦ - عوامل الأمن والسلامة الخاصة باحتواء الحريق
- ١٩٦ ٧-٧ - مكونات نظام إنذار الحريق
- ٧-٨ - المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة الخاصة
- ١٩٨ بأنظمة إنذار الحريق
- ١٩٩ ٧-٩ - مكونات نظام إطفاء الحريق

٢٠١	١٠-٧ - المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة لأنظمة إطفاء الحريق
٢٠٢	١١-٧ - المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة الخاصة بطرق ومخارج الهروب
٢٠٢	١-١١-٧ - المحددات التصميمية الخاصة بممرات الهروب (الممرات والأدراج)
٢٠٣	١-١١-٧ - المحددات التصميمية الخاصة بسلامة الهروب
٢٠٥	١-١١-٧ - المحددات التصميمية الخاصة بمخارج الهروب
	الفصل الثامن:
٢٠٧	٨ - التصميم المناخي في العمارة
٢٠٧	٨-١ - تمهيد
٢٠٩	٨-٢ - مفهوم وأهمية التصميم المناخي
٢١٠	٨-٢-١ - تعريف التصميم المناخي
٢١٠	٨-٢-٢ - تحقيق الراحة الحرارية لمستعملي الفراغ
٢١٠	٨-٢-٣ - توفير ظروف مناخية آمنة لمستعملي الفراغ
٢١٢	٨-٢-٤ - تحقيق الأهداف بأقل قدر من التكاليف
٢١٢	٨-٣ - مقاييس الراحة الحرارية
٢١٢	٨-٣-١ - تعريف الراحة الحرارية
٢١٤	٨-٣-٢ - تأثير أشعة الشمس والاشعاع الحراري
٢١٥	٨-٣-٣ - تأثير درجة حرارة الهواء

٢١٦	٨-٣-٤ - تأثير الرطوبة النسبية
٢١٦	٨-٣-٥ - تأثير الرياح
٢١٧	٨-٤ - العوامل المؤثرة على الارتياح الحراري
٢٢١	٨-٥ - العوامل المؤثرة على التصميم المناخي
٢٢١	٨-٥-١ - التكيف مع المناخ
٢٢٢	٨-٥-٢ - الحفاظ على الطاقة
٢٢٦	٨-٥-٣ - احترام الموقع
٢٢٦	٨-٥-٤ - التوجيه للمبنى
٢٢٨	٨-٥-٥ - طرائق الإنشاء ومواد البناء
٢٢٩	٨-٥-٦ - الغلاف الخارجي للمبنى
٢٣٠	٨-٥-٧ - تصميم المبنى
٢٣٢	٨-٦ - المشاكل التي تواجه التصميم المناخي
٢٣٣	٨-٦-١ - مشاكل ترجع للمهندس المصمم
٢٣٤	٨-٦-٢ - مشاكل ترجع للمالك
٢٣٥	٨-٦-٣ - مشاكل ترجع لظروف الموقع المحيط
٢٣٦	٨-٦-٤ - مشاكل ترجع للحياة العامة
٢٣٦	٨-٧ - تكاليف المعالجات والحلول المناخية
٢٣٦	٨-٧-١ - حساب تكاليف الانشاء
٢٣٧	٨-٧-٢ - حساب تكاليف التشغيليات

الفصل التاسع:

- ٢٤١ -٩ فيزياء المباني والبيئة
- ٢٤١ ٩-١- البيئة وعلاقتها بالعمارة
- ٢٤٢ ٩-١-١- مفهوم البيئة
- ٢٤٢ ٩-١-٢- مكونات النظام البيئي
- ٢٤٣ ٩-١-٣- الانسان ودوره في البيئة
- ٢٤٥ ٩-١-٤- العلاقة بين البيئة والعمارة
- ٢٤٦ ٩-٢- الاستدامة والعمارة البيئية
- ٢٤٦ ٩-٢-١- تعريف ومبادئ الاستدامة
- ٢٤٧ ٩-٢-٢- مفهوم ومحاور التنمية المستدامة
- ٢٤٩ ٩-٢-٣- العمارة البيئية
- ٢٤٩ ٩-٢-٣-١- مفهوم العمارة البيئية
- ٢٥٠ ٩-٢-٣-٢- مبادئ العمارة البيئية
- ٢٥٠ ٩-٢-٣-٢-١- الحفاظ على الطاقة
- ٢٥١ ٩-٢-٣-٢-٢- التكيف مع المناخ
- ٢٥١ ٩-٢-٣-٢-٣- التقليل من استخدام الموارد المتجددة
- ٢٥٢ ٩-٢-٣-٢-٤- احترام الموقع
- ٢٥٢ ٩-٢-٣-٢-٥- احترام العاملين مع المبنى والمستخدمين
- ٢٥٣ ٩-٢-٣-٦- التصميم الشامل
- ٢٥٣ ٩-٢-٣-٣- محاور العمارة البيئية

٢٥٥	٩-٣- نظام تقييم ال LEED وال BREAM
	٩-٣-١- LEED
٢٥٥	(Leadership in energy and environmental design)
٢٥٦	٩-٣-١-١- كيفية الحصول على شهادة LEED للمباني
٢٦٢	٩-٣-٢- نظام تقييم المباني البيئية BREEM
	٩-٤- أمثلة عالمية عن مباني حازت على
٢٦٤	جائزة ال LEED أو ال BREAM
٢٦٤	٩-٤-١- برج (Conde Nast)
	٩-٤-٢- المبنى المستدام لعام ٢٠١٥
٢٦٥	BULLIT CENTER (مركز بوليت)
٢٦٦	٩-٤-٣- مبنى كريستال
٢٦٧	٩-٤-٤- برج (THE SWISS RE TOWER)
٢٦٧	٩-٤-٥- معهد العالم العربي في باريس
٢٦٨	٩-٤-٦- أمثلة عن مواد بناء حديثة
٢٦٨	٩-٤-٦-١- قرميد ذاتي التبريد
٢٧٢	٩-٤-٦-٢- زجاج لتوليد الطاقة الكهربائية
٢٧٣	٩-٤-٦-٣- زجاج نفوذ للضوء حاجب للحرارة

(الملحق)

٢٧٥	١- الجداول الملحقه
-----	--------------------

٢- صور توضح طريقة العمل على برنامج الـ ECOTECT

٣١٢

مع الشرح على الصور.

٣٢١

المراجع العربية

٣٢٥

المراجع الأجنبية



تمهيد

تنبع أهمية هذا الكتاب من هدفه إلى توضيح مفهوم فيزياء البناء واستخدامه في البناء حيث يركز هذا الكتاب على دراسة هيكل المبنى ومراعاة التصميم المعماري بحيث يتلائم مع البيئة المحيطة ودراسة الحالة الفيزيائية لهذا المبنى.

وقد تم في هذا الكتاب التعريف بالحرارة ومصادرها والعزل الحراري ومواده وخصائص هذه المواد وتأثير مواد البناء واكساء الغلاف الخارجي على الأداء الحراري للمباني، بالإضافة لدراسة الرطوبة وتأثيرها على المباني ومواد العزل وطرق تنفيذها في المباني، ولأهمية الإضاءة وتأثيرها على المباني وعلى استهلاك الطاقة أو توفيرها حسب التصميم فقد تم التعريف بالاضاءة الطبيعية ومصادرها وأهميتها وتأثيرها على صحة الانسان والاضاءة الصناعية وأهميتها والمبادئ الأساسية للاضاءة الجيدة، وكذلك الصوت والعزل الصوتي، والتعريف بالطاقة ومصادر الطاقة العالمية واستهلاك وترشيد الطاقة في المباني ولأمان المباني فقد تم التعريف بأسباب الحرائق والمحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة فيها وأنظمة إطفاء الحريق، ولدمج المباني مع البيئة المحيطة فقد تم التعريف بالتصميم المناخي في العمارة وأهميته والعوامل المؤثرة عليه بالإضافة للمشاكل التي تواجه التصميم المناخي واقتراح بعض المعالجات والحلول المناخية لها، وصولاً لديمومة المباني وعلاقة البيئة بالعمارة وشرح مصطلح الاستدامة والعمارة البيئية وفي الختام تم الاطلاع على نظام تقييم ال LEED وال BREEM للمباني مع ذكر أمثلة عالمية حصلت على إحدى هاتين الشهادتين ومعايير الحصول عليها. وأخيراً يجب التنويه إلى أن هذا الكتاب لا يلغي وجوب الاطلاع ومتابعة الأبحاث المتعلقة بهذا الموضوع للوصول على عمارة تحقق المنفعة والمتانة والجمال والاقتصاد، آملي أن نكون قد قدمنا عملاً مفيداً يساهم في رفع الكفاءة العلمية والعملية لطلابنا.

د. ابتسام سنو

حلب ٢٨/٣/٢٠١٩



مقدمة

ظهرت المباني منذ نشأتها لتحمي الإنسان من قوى الطبيعة الخارجية والتي لا يستطيع التحكم فيها أو في تأثيرها السلبي عليه، وتلخصت فكرة المباني في كونها المأوى بالنسبة للإنسان لتحقيق رغبته في البقاء وتوفير الأمان، إلا أن احتياجات الإنسان تتعدى ذلك إلى آفاق أوسع، ومع تطور المواد والتكنولوجيا بدأ المعماري في البحث من خلالها عن ما يمكن للبيئة المحيطة أن تقدمه للفراغات الداخلية بالمبنى لتحقيق احتياجات وظيفية ونفسية متنوعة، ومع الوقت أصبح التعامل مع البيئة الخارجية لتحقيق راحة الإنسان الحرارية والصوتية والضوئية في الفراغات الداخلية أحد أساسيات التصميم المعماري.

حيث يعتبر توفير الراحة الجسدية كالراحة الحرارية والضوئية والصوتية لمستخدم الفراغ من أكثر القضايا البيئية المطروحة أهمية في المجال المعماري، إلا أن للإنسان متطلبات بيئية ذات أبعاد أخرى أكثر عمقاً، فهي تتعدى متطلباته الجسدية إلى تحقيق رغبته في الارتباط والتعايش مع البيئة، وعلى الرغم من الإمكانيات المتاحة لذلك ظلت المباني تخطو ببطء نحو تحقيق تلك المتطلبات في مقابل متطلبات الإنسان الجسدية، وكان ذلك نتيجة لمجموعة من المعوقات، منها الأفكار القائمة على تعارض تحقيق الراحة الجسدية مع تحقيق الارتباط بالمحيط، حيث توجد صورة ذهنية راسخة عن أفضلية تحقيق الفصل الدائم للبيئة الداخلية عن الخارجية ليتمكن تجنب سلبياتها، وخاصة مع رسوخ فكرة ثبات خصائص المبنى وعدم القدرة على تغييرها مع الوقت، وعلى الرغم من ظهور أمثلة قامت على تحقيق كلا من الراحة الجسدية والارتباط بالمحيط إلا أن ذلك كان من خلال الارتباط البصري باستخدام مساحات كبيرة من الزجاج وهو ما أظهر معها مشكلة الاستهلاك العالي من الطاقة نتيجة اللجوء إلى توفير راحة الإنسان الجسدية بطرق اصطناعية، وإلى جانب ما سبق تظهر مشكلة أخرى وهو مقدار اهتمام المعماري باتخاذ قرارات معمارية فيما يتعلق بتحقيق تعايش مستخدمي الفراغات مع محيطهم، حيث يترك المعماري القرار للمبنى في إيصال التعبيرات الحسية الخارجية كيفما كانت، كما تنحصر دوماً فكرة الارتباط بالمحيط بالصورة

المباشرة لهذا الارتباط كالارتباط البصري، إلا أنه يمكن تحقيق الارتباط بالمحيط بالتأثير على جميع حواس الإنسان لاستشعار متغيرات البيئة المحيطة بصورة وجدانية مستمرة تحقق مفهوم التعايش، والذي يتعدى مجرد الارتباط، حيث يساعد التعايش على الارتباط بالمحيط بإدراك متغيرات البيئة الخارجية والتفاعل معها

ومن هنا ففيزياء البناء هو علم حماية المناخ في المباني والبنى التحتية، فهو تطبيق لمبادئ الفيزياء لتحسين البيئة المبنية، فعندما نقوم ببناء وتدفئة المنازل فإننا نراعي في ذلك أهمية خلق مناخ داخلي مريح والذي يمكن المحافظة عليه ضمن شروط وحدود معينة بغض النظر عن الاختلافات في المناخ الخارجي.

وللوصول لهذه الشروط فنحن بحاجة إلى هياكل قادرة على الصمود أمام القوى الخارجية والداخلية للرياح والثلوج ومختلف الأحمال في البيئة ولذلك فنحن أيضاً نحتاج لتوفير الهياكل الخارجية الملائمة تحوي صفات تساعد على القيام بدورها بفعالية مثل العزل الحراري، احتباس مياه الأمطار، والاستفادة من أهمية فيزياء البناء في تأمين بيئة داخلية مريحة بالإضافة إلى تأمين بيئة مناسبة لهيكل المبنى وعناصره ومواد البناء المستخدمة فيه بحيث تحميها من التآكل والتعفنات والتشققات الناتجة عن الفروقات الحرارية والرطوبة... الخ، فعندما نتحدث عن حالة فيزيائية لبنية مبنى ما فإننا عادة نقصد بذلك درجة الحرارة، ضغط الهواء، والرطوبة المحيطة.

ونقصد بالرطوبة الماء في حالات مختلفة، إن الحالة الفيزيائية إما أن تكون نتيجة الملاحظة والحسابات أو أن تكون نتيجة الحالة الأولية لحسابات أعقد من ذلك.

إن وجود الحرارة والرطوبة يمكن على سبيل المثال أن يؤدي لخطر يتمثل بنمو الفطريات والعفن في أجزاء بعض الأبنية، وتوزيع الحرارة في الأجزاء الصلبة من الأبنية يمكن أن يستخدم لتقدير الضغوطات الحرارية.

تتم فيزياء البناء أيضاً بكيفية أن الحرارة والهواء والرطوبة تنتقل خلال البناء ونظامه الانشائي.

الاحتمالات التي تفسر هذه العمليات ك بارامترات فيزيائية هي على التوالي: الحرارة، ضغط الهواء ومحتوى الرطوبة في الجو المحيط، وتتلخص فيزياء البناء بالمعنى العلمي في التعابير التالية (محاور فيزياء البناء):

١- الحفاظ على المصادر الطبيعية

٢- حماية البيئة المحيطة بالمبنى

٣- الحماية من الحرارة

٤- الحماية من الضجيج

٥- الحماية من الرطوبة

٦- استخدام الضوء وضوء النهار

٧- الحماية من الحرائق

٨- الأمان

٩- الراحة والصحة

١٠- حفظ الموارد وصونها





الفصل الأول

تطبيقات وفق مفهوم فيزياء البناء

١-١- مقدمة:

يتم في هذا الفصل استعراض بعض النماذج المدروسة وفق مفهوم فيزياء البناء مما يساهم في تكوين فكرة أولية عن مقررات الكتاب والأهداف المرجوة منه، كما يتم استعراض بعض التطبيقات والأدوات المستخدمة في فيزياء البناء.

١-٢-١- نماذج عن أبنية مدروسة وفق مفهوم فيزياء البناء ومحاورها:

١-٢-١- أكاديمية كاليفورنيا للعلوم - الولايات المتحدة الأمريكية:

يتضمن التصميم المعماري للأكاديمية قسم حوض السمك، القبة السماوية، معرض التاريخ الطبيعي، مختبرات الأبحاث والفصول الدراسية. يقلل سقف المبنى المغطى بـ ١,٧ مليون نبات من نباتات كاليفورنيا المحلية من هدر مياه العواصف والأمطار بمقدار النصف على الأقل بالمقارنة مع السقف التقليدي لمبنى ما، بالإضافة إلى أن حوض السمك الذي يستهلك ٧,٥ مليون لتر سنوياً من الماء سوف يعتمد كلياً على المياه المالحة الموجهة خلال الأنابيب مباشرة من مياه المحيط الهادي والتي سيتم تنقيتها وإعادة تدويرها.

يحتوي السقف نفسه على ٦٠ ألف خلية ضوئية لتوليد الكهرباء بالإضافة للألواح الشمسية التي ستستخدم لتوفير المياه الساخنة للمبنى، وعليه فإنه وبشكل عام فإن مبنى الأكاديمية سيستخدم طاقة أقل بـ ٣٠% من المتطلبات الحكومية، شكل (١).

على الأقل فإن ٩٠% من المساحات المبنية ستستفيد من الإضاءة الطبيعية مما يقلل من استخدام الطاقة ويقلل من الزيادة الحرارية الناتجة عن الإضاءة الكهربائية الصناعية.

إن الإضاءة الداخلية يتم التحكم بها وتغييرها أوتوماتيكياً استناداً للإضاءة الطبيعية الخارجية بالإضافة إلى لتطوير نظام التهوية الطبيعية للبناء بالاعتماد على نظام محاكاة الحاسوب.

إن البناء أيضاً يستخدم المواد المعاد تدويرها والقابلة للاستخدام مرة أخرى مثل الخشب المقطع المستدام حيث أن مواد الهدم الناتجة عن المنشأة القديمة قد تم إعادة تدويرها واستخدامها في هذا البناء بما في ذلك ٩٠٠٠ طن من الخرسانة و ١٢٠٠٠ طن من الحديد بالإضافة لـ ١٢٠ طن من النفايات الخضراء.



شكل (١) أكاديمية العلوم في كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية

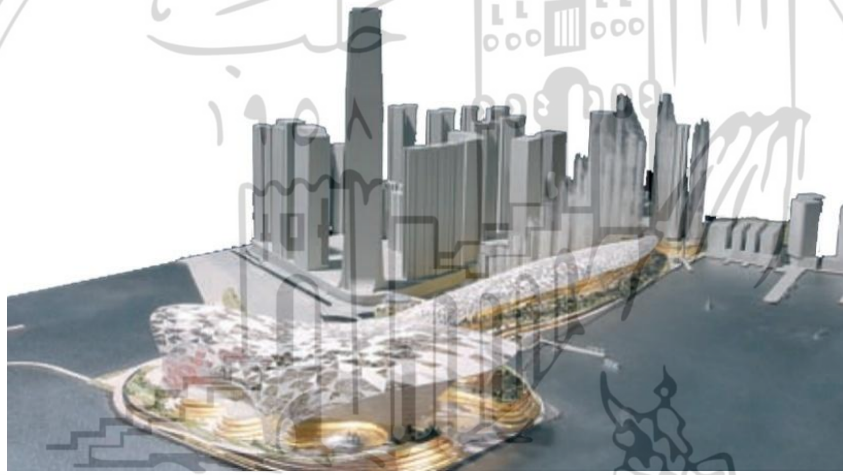
١-٢-٢- منطقة غرب كولون الثقافية - هونغ كونغ

إن المظلة الكبيرة هي الميزة الأكثر تميزاً في تطوير منطقة غرب كولون الثقافية، إن التصميم الفريد لهذه البيئة المحمية تضمّن اختياراً دقيقاً لمواد الأكساء والتي تتضمن مواد شفافة، نصف شفافة ومواد غير شفافة، بالإضافة لوجود عرائش مفتوحة، شكل (٢). إن موقع هذه العناصر المختلفة في المشروع يحسّن من المناخ المحلي والمساحات ضمنه وبذلك يكون مريحاً لمختلف النشاطات الثقافية والترفيهية.

كتعديل للمناخ يتم فتح المظلات في الساحات والمناطق الفنية والمناطق الثقافية وغيرها من المناطق في الأيام الماطرة، بالإضافة إلى أنها تعمل على تصفية إضاءة الشمس الطبيعية الإضافية، وتعوّق دخول رياح العواصف للمساحات الداخلية وتحولها إلى نسيمات هواء.

بالإضافة لما سبق فإن المظلة ستعمل كمصدر لجمع الموارد لتحويل مياه الأمطار، الأشعة الشمسية والرياح لأشكال قابلة للاستخدام.

إن قيمة هذه المظلة بالمشروع ظهرت بوضوح من خلال راحة المستخدمين بالمقارنة مع مشاريع أخرى بنفس المساحات وبدون أسقف أو مظلات.



شكل (٢) منطقة غرب كولون الثقافية - هونغ كونغ

١-٢-٣- مبنى ٤٠ غروسفينور - بريطانيا

تم تصميم هذا المبنى بمساحة ٢٦٠٠٠ متر مربع ليكون مبنى مكاتب في لندن. وقد تمت دراسته ليكون تقيمه مرتفع كمبنى صديق للبيئة حسب رغبة صاحب البناء، شكل (٣).

ولتحقيق هذه الغاية تم استخدام أرضية مصمتة لتأمين الهواء على المستويات المنخفضة، بالإضافة لاستخدام سقف مبرد بالاشعاعات تم تصميمه ليقبل من استخدام التهوية الصناعة والمراوح في البناء وهذا كان مرتبط بتصميم تفصيلات معينة لفتحات النوافذ

بالإضافة لدراسة الواجهات وتصميم مسقط المبنى بحيث يكون مجمع حول ردهة ذات تهوية طبيعية.

هذه العناصر أدت إلى تحكم بيئي صحي من خلال تقليل استخدام الطاقة بـ ٢٠% بالمقارنة مع الأبنية التي تعتمد في تهويتها على الطرق التقليدية، وقد تم منح هذا المبنى تقدير "ممتاز" من الـ BREEM.

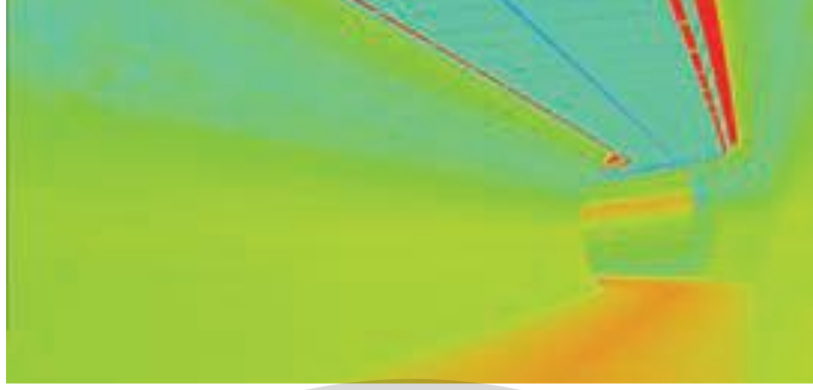


شكل (٣) مبنى Grosvenor Place ، UK ، ٤٠

١-٢-٤ - محطة تقاطع الملك - بريطانيا

من أجل إعادة تطوير محطة تقاطع الملك للسكك الحديدية في لندن، فقد تم تطبيق تقنيات حاسوبية مثلى لتعزيز تصميم الإضاءة، وتعتبر الإضاءة عنصر حيوي للمخطط، كركاب فإن التجربة الإيجابية لاستخدام الأنفاق تحت الأرض (التي تتضمن السلامة الشخصية المحسوسة) تعتمد بشكل أساسي على نوع ومستوى الإضاءة المركبة، شكل (٤). تم تطبيق الطرق الأمثل لتحديد أفضل شكل ممكن لانعكاس الضوء، للحصول على أعلى إضاءة ممكنة على جدران نفق المشاة وذلك بالاعتماد على سلسلة من خطوط إضاءة الفلوريسانت المثبتة على الأسقف.

وبالاعتماد على نموذج حاسوبي ثلاثي الأبعاد تم حساب وبشكل متكرر أداء الأشكال البديلة وكانت نتيجة التصميم الأمثل زيادة بنسبة ٥٠% في الأداء مقارنة مع الأساليب التقليدية.



شكل (٤) محطة تقاطع الملك - بريطانيا

١-٢-٥ - فيلا نوريس - اسبانيا

فيلا نوريس في اسبانيا هو مبنى سكني يتعرض نتيجة لموقعه الحار لأشعة الشمس القوية لذلك سعى المصمم لاستخدام مواد تنظم درجة الحرارة وتعتمد على الطاقة النظيفة حيث دمج بين مواد البناء التقليدية ومواد البناء الحديثة فوُقر بذلك ٥٠% من الطاقة، حيث استخدم في الواجهات ألواح من السيراميك ذات الأشكال الموجية التي أنتجت رقمياً عن طريق قوالب خاصة وهي تشكل أدى مواد الأكساء الخارجية الرئيسية للمبنى فكانت بمثابة جلد له وتم طلاؤها بأشكال مستوحاة من الزخارف، وتم تثبيتها على الواجهات الشمالية لتشتت أشعة الشمس وبالتالي توفير في طاقة التبريد في المبنى.

تم أيضاً استخدام ألواح الكوريان (الرخام الصناعي) في بناء الواجهات الخارجية الشمالية الشرقية والتي من ميزاتهما أنها مادة بيضاء شفافة وهي مادة مقاومة للحرائق وتقلل من الفروقات الحرارية في المبنى بالإضافة لإمكانية تشكيلها، شكل (٥).

المبنى يستند على ساقين من البيتون الذي يعمل على امتصاص أكبر قدر ممكن من الحرارة وتخزينها.

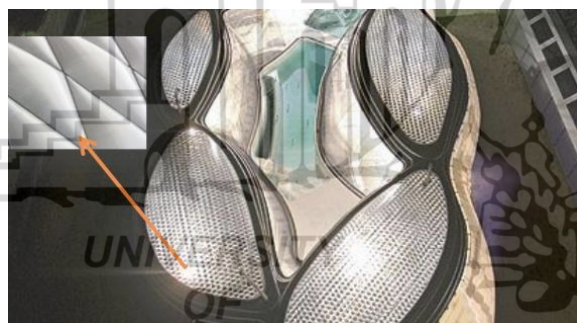
بالإضافة لما سبق فإن السقف يحتوي على وسائد ETFE (الفقاعات البلاستيكية) الموفرة للطاقة وهي مبنية من هياكل خفيفة الوزن والتي تعمل كعازل صوتي وحراري ما بين داخل وخارج المبنى وتحقيق كفاءة في استخدام الطاقة، وهي مصنوعة من مواد عالية الشفافية (الزجاج-الكريستال بولي بلاستيك).

وقد تم دمج خلايا ضوئية على واحدة من طبقات الـ ETFE وذلك لخلق نوع جديد من التظليل والعزل بالإضافة لتطوير عنصر بناء أخف وزناً قادر على أن تصبح كتلة مضيئة في الليل وبالتالي تكون مكثفية ذاتياً، شكل (٦).

المبنى لا يحتوي على جدران سوى الجدران الزجاجية المحيطة بالمسبح المركزي وقد استغرق عامين لتصنيعها حيث أن لكل منها انحناء مزدوج حرج وهذا الزجاج المضاعف يؤمن العزل الحراري ويعمل على تنظيم درجة حرارة المبنى.



شكل (٥) فيلا نوريس - اسبانيا



شكل (٦) الخلايا الضوئية المدمجة مع إحدى طبقات الـ ETFE

١-٣- برامج وتطبيقات وأدوات تستخدم لخدمة فيزياء البناء:

مع الأدوات الرياضية المتاحة لأجهزة الكمبيوتر الشخصية كآخر إصدار من برنامج Ecotect، Matlab، Maple Mathcad و كودات العناصر المحددة للفيزياء المتعددة مثل Comsol، فإن تطبيق فيزياء البناء على الأبنية قد وصل لحقبة جديدة من التطور.

(يوفر Maple بيئة تفاعلية لحل المشكلات، بالتكامل مع إجراءات لتنفيذ الحسابات الرمزية والرقمية والرسومية. في جوهر النظام الجبري لبرنامج Maple الحاسوبي لغة برمجة قوية، والتي يبنى على أساسها الأوامر الرياضية لمكتبات الـ Maple.

Matlab هو لغة برمجية ذات أداء عالي للتقنيات الحاسوبية فهو يدمج، يحسب، يصوّر ويبرمج لبيئة سهلة حيث المشاكل والحلول يتم التعبير عنها بملاحظات رياضية مألوفة.

Mathcad هو برنامج كمبيوتر يهدف في المقام الأول إلى التحقق من صحة الحسابات الهندسية والتحقق منها وتوثيقها وإعادة استخدامها.

Ecotect هو برنامج لتحليل البيئة وبذلك يسمح للمصمم بمحاكاة لأداء المبنى من المراحل الأولى للفكرة التصميمية.

Comsol هو تطوير لبرنامج Comsol Multiphysics وهو برنامج ذو بيئة تفاعلية لنمذجة ومحاكاة المشاكل العلمية والهندسية).

إن استطاع المستخدم معرفة معادلات الانتقال المسيطرة (الرئيسية)، الحالات الحدية والنظام الانشائي وبارامترات المواد وجعل معادلات الانتقال تصل للتوازن التي تسهم في الحفاظ على الطاقة والكتلة فإن الحلول ستعطى من جهاز الكمبيوتر.

معادلات الانتقال يمكن ألا تكون مستمرة وبارامترات الانتقال يمكن ألا تتخذ منحى واحداً فعلى سبيل المثال: التغير في الحالة الفيزيائية مثل التغير في درجات الحرارة أو تغير الرطوبة في الجو المحيط.



الفصل الثاني

الحرارة

٢-١- مقدمة:

إن درجة حرارة الهواء هو العنصر الذي يحدد حاجة المبنى للتدفئة والتكييف من خلال معرفة قيمة حرارة الهواء المتوسطة والقصى ومعرفة طور الحرارة ومقدار تباطؤها وبالتالي يمكننا من معرفة المواد المطلوبة لتصميم الجدران الخارجية، حيث يلعب التصميم الحراري الجيد للأبنية دوراً رئيسياً في تخفيض الأحمال الحرارية لأنظمة التدفئة والتكييف، وبالتالي تخفيض استهلاك الطاقة، وتخفيض التكاليف التأسيسية لتلك الأنظمة وما تتطلبه من تكاليف تركيب وصيانة دورية.

ودرجة حرارة الهواء هي أحد المتغيرات المناخية التي تختلف اختلافاً كبيراً من منطقة إلى أخرى، ووحدة قياس درجة الحرارة هي الدرجة المئوية أو الفهرنهايت (المعروف أن صفر درجة مئوية يساوي (٣٢ درجة فهرنهايت)، ويتم قياس درجة الحرارة بواسطة الترمومتر الجاف الذي يعطي القيمة الحقيقية لدرجات حرارة الهواء في الظل.

وتعطي محطات الأخبار بياناتها عن درجة الحرارة في جداول لمتوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى وأيضاً متوسط الاثنين معاً وذلك لليوم والشهر.

ومتوسط درجة الحرارة لليوم أو الشهر لا تعطي صورة دقيقة عن الحرارة لمنطقة ما، ويوضح جدول (١) مقارنة بين مدينتين تقعان في مناطق مناخية مختلفة ولكن لهما نفس متوسط درجات الحرارة وذلك عن شهر تموز:

جدول (١) متوسط درجات الحرارة لمدينتي القدس وجاكيل

المدينة	متوسط درجات الحرارة	متوسط العظمى	متوسط الصغرى
القدس	٢٤,٥٥ م	٤١,٥ م	١٠,٥٥ م
جاكيل في الأكودور	٢٤,٥٥ م	٣١,٥ م	١٩,٥ م

ولذلك فإن البيانات المطلوبة لإعطاء صورة واضحة عن درجات الحرارة هي:

أ- المتوسط الشهري لدرجة الحرارة.

ب- المتوسط الشهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى.

ج- أعلى وأقل درجة حرارة مطلقة سجلت خلال الشهر.

د- المدى الحراري، وهو الفرق بين أعلى وأقل درجة حرارة سجلت خلال يوم.

٢-٢-٢ العوامل المؤثرة في درجة الحرارة:

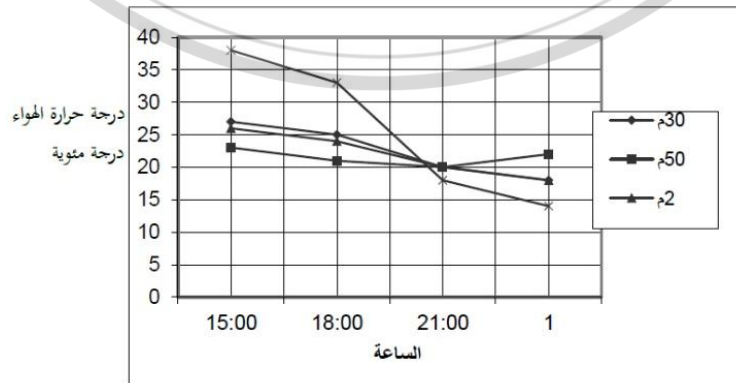
٢-٢-٢-١ خط العرض وفصول السنة:

نجد أنه كلما ابتعدنا عن خط الاستواء تقل زاوية سقوط الشمس وبالتالي تقل شدتها والحرارة الناتجة عنها.

وينتج من ذلك أن أقصى كمية للإشعاع الشمسي صيفا على سطح الأرض تكون محصورة بين خطي عرض 30° ، 45° شمالاً.

٢-٢-٢-٢ تأثير الطبوغرافيا:

نجد أنه بزيادة الإرتفاع عن سطح الأرض تقل درجة الحرارة وخاصة بعد الساعة الثالثة بعد الظهر ولذلك فإن الطبوغرافيا لها تأثير كبير ومباشر علي درجة الحرارة، والجدير بالذكر أننا نجد أن درجة الحرارة ترتفع خلال الليل في المناطق المرتفعة بمقارنتها بالمناطق المنخفضة، شكل (٧).



شكل (٧) العلاقة بين درجة الحرارة والإرتفاع عن سطح الأرض

٢-٢-٣- الغلاف الجوي:

للغلاف الجوي تأثير كبير على درجة الحرارة حيث أنه طبقاً لمدى صفاءه وخلوه من الشوائب له تأثير على كمية أشعة الشمس الواصلة لسطح الأرض وبالتالي إرتفاع أو إنخفاض درجة الحرارة في منطقة عن منطقة أخرى.

٢-٢-٤- وجود المسطحات المائية:

وهي الظاهرة المعروفة بنسيم البر والبحر والتي تؤدي إلى حركة الهواء بين البر والبحر نهاراً وليلاً حيث تبلغ سرعة اكتساب وفقد الحرارة بالنسبة للبر ضعف سرعة اكتساب وفقد الحرارة للبحر وذلك لنفس المساحة مما يكون منطقتي ضغط مرتفع وضغط منخفض وبالتالي حركة الهواء من المنطقة ذات الضغط المرتفع للمنطقة ذات الضغط المنخفض، وتلك الظاهرة تؤثر على درجة الحرارة ليلاً ونهاراً.

وأهم بيانات درجة الحرارة هي مدى الفرق بين درجات الحرارة ليلاً ونهاراً، حيث أنها تعطي مؤشراً للظروف الجوية العامة عن تلك المنطقة. فالمناخ الحار الجاف يكون متوسط مدى التراوح اليومي له كبير، وبالعكس فالمناخ الرطب يكون مدى التراوح اليومي له صغير، ومن المعروف أنه كلما زاد مدى التراوح اليومي زاد احساس الانسان بالإرهاق وعدم الراحة الحرارية.

٢-٣- مصادر الحرارة:

- الاشعاع الشمسي
- الحرارة الناتجة عن التجهيزات في المباني
- الحرارة الناتجة عن حرق الطاقة لدى الانسان بالعمليات الحيوية.

٢-٣-١ - الإشعاع الشمسي:

تعتبر الشمس من أهم مقومات الحياة، فهي ذات تأثير مباشر وقوى على الإنسان وعلى نشاطاته وعلى حياته اليومية، ويحتاج الإنسان الى قدر معين من الأشعة والتي يجب أن يتعرض لها جسمه وذلك كضرورة صحية لازمة له.

والإشعاع الشمسي عبارة عن الموجات الكهرومغناطيسية التي تبثها الشمس الى سطح الأرض، وتتراوح الأطوال الموجية للأنواع المختلفة للإشعاع الشمسي من ٠,٢٨ الى ٣,٠٠ ميكرون (١ ميكرون = ١/١٠٠٠ من المليمتر).

والجدير بالذكر أن كمية الإشعاع الشمسي الواصلة للأرض تقدر بحوالي ٥٠% من كمية الإشعاع الشمسي الأصلية المنبعثة منها، ويرجع ذلك إلى عدة عوامل يمكن تلخيصها كالتالي:

تنبعث كمية الإشعاع الشمسي من الشمس بنسبة ١٠٠% يصل منها حوالي ٥٠% فقط تتمثل في:

أ- أشعة مباشرة تسقط على الأرض بنسبة ٢٧%.

ب- أشعة تصل إلى الأرض بصورة موزعة بنسبة ٢٣%.

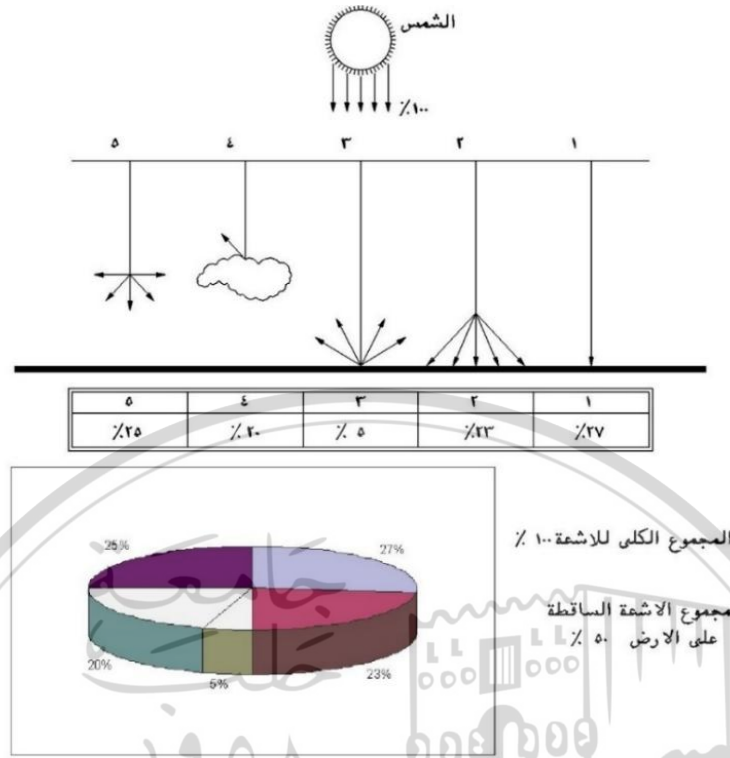
وتصبح النسبة الباقية ٥٠% من الإشعاع الشمسي تتوزع كالتالي:

أ- أشعة منعكسة من على سطح الأرض بنسبة ٥٥%.

ب- أشعة منعكسة من السحب بنسبة ٢٠%.

ج- أشعة يمتصها الغلاف الجوي بنسبة ٢٥%.

وتلك العوامل السابق هي التي تحقق الاتزان الحراري لسطح الأرض، ويوضح شكل (٨) اختراق الأشعة للغلاف الجوي وتوزيع النسب السابقة.



شكل (٨)

حيث أن:

- ١- أشعة مباشرة تسقط على الأرض.
- ٢- أشعة تصل للأرض بصورة موزعة.
- ٣- أشعة منعكسة من الأرض.
- ٤- أشعة منعكسة من السحب.
- ٥- أشعة يمتصها الغلاف الجوي.

وينقسم الإشعاع الشمسي بصفة عامة إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

- أ- الأشعة فوق البنفسجية: وهو يمثل الإشعاع ذو الطول الموجي الأقل من ٠,٤ ميكرون.
- ب- الأشعة تحت الحمراء: وهو يمثل الإشعاع ذو الطول الموجي الأكبر من ٠,٧٦ ميكرون.
- ج- الإشعاع المرئي: وهو يمثل جزءاً صغيراً من الكل.

وبالرغم من أن ذروة الكثافة للإشعاع الشمسي تقع في القطاع المرئي، إلا أن أكثر الطاقة المنبعثة من الشمس مصدرها الأشعة تحت الحمراء.

وهناك عدة عوامل تتحكم في تحديد قوة تأثير أشعة الشمس على الموقع وهي التي ينبغي دراستها قبل البدء في أي تصميم.

٢-٣-١-١- العوامل المؤثرة على الاشعاع الشمسي:

٢-٣-١-١-١- مدة سطوع الشمس:

والمقصود بها هي عدد الساعات الفعلية لظهور أشعة الشمس خلال النهار من الشروق وحتى الغروب.

ويُقاس سطوع الشمس اليومي بواسطة جهاز فوتوغرافي كهربائي يطلق عليه Sunshine Autograph وهو مسجل بسيط لأشعة الشمس المباشرة، كما يوجد أجهزة أخرى معقدة مثل ال Solarimeter وال Heliomer.

وتتأثر مدة سطوع الشمس في أي منطقة بحالة السماء التي يعبر عنها بكمية السحب الموجودة وتقاس كمية السحب بالأوكتاس oktas وهو يساوي ١٠/١ السماء الملبدة تماماً، فمثلاً (٥) أوكتاس معناها أن ٥٠% من السماء مغطى بالسحب.

وأطول مدة السطوع الشمس تقع على المناطق الواقعة بين خطي عرض ١٥°، ٣٥° شمال وجنوب خط الاستواء، كما أنه تزيد فترة سطوع شمس النهار في الصيف وتقل في الشتاء مع الانتقال لخطوط العرض الأعلى، ويرجع طول فترة النهار في مناطق خطوط العرض العليا جزئياً إلى صغر قيمة زاوية ميل الشمس عند هذه المناطق.

٢-٣-١-١-٢- شدة أشعة الشمس:

أكبر شدة لأشعة الشمس تكون في المكان الذي تسقط فيه عمودية علي سطح الأرض وهي في المناطق الشبه مداريه الجافة (وليس في المناطق الاستوائية كما هو معتقد) وذلك في فصل الصيف وكمعدل سنوي بوجه عام.

ويرجع ذلك الي أن أشعة الشمس تخترق مسافة أقل من الغلاف الجوي فتصل إلى سطح الأرض بدون فاقد كبير في طاقتها الحرارية (شكل ٩).

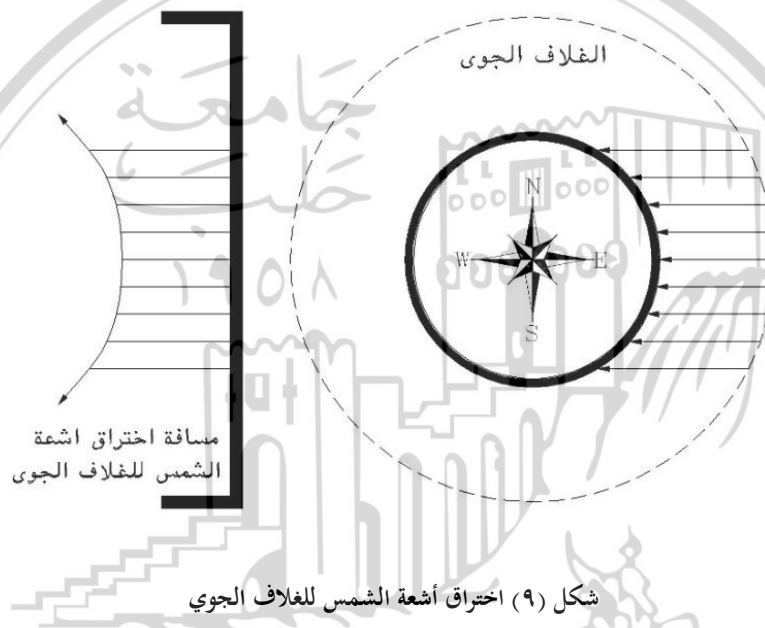
وأهم العوامل المؤثرة علي شدة أشعة الشمس تتمثل في الآتي:

أ- التعرض المباشر لأشعة الشمس.

ب- الطاقة المفقودة في الجو.

ج- زاوية السقوط على السطح.

د- درجة تشتت الإشعاع.



٢-٣-١-١-٣- زاوية سقوط الشمس: UNIVERSITY OF ALEPP

ويتم تمثيل زاوية سقوط الشمس عن طريق:

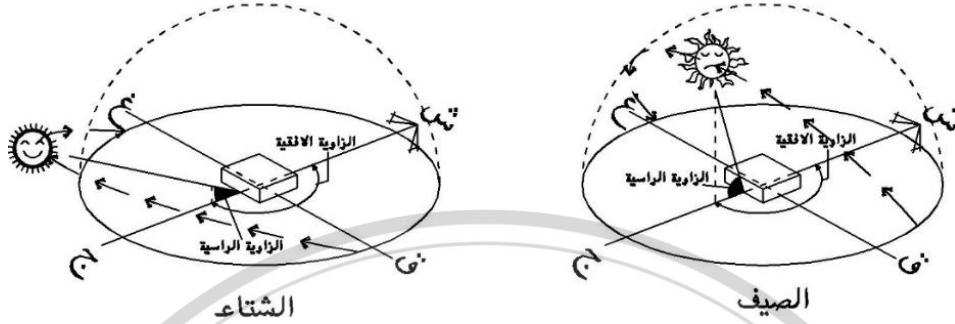
- الزاوية الرأسية

- الزاوية الأفقية

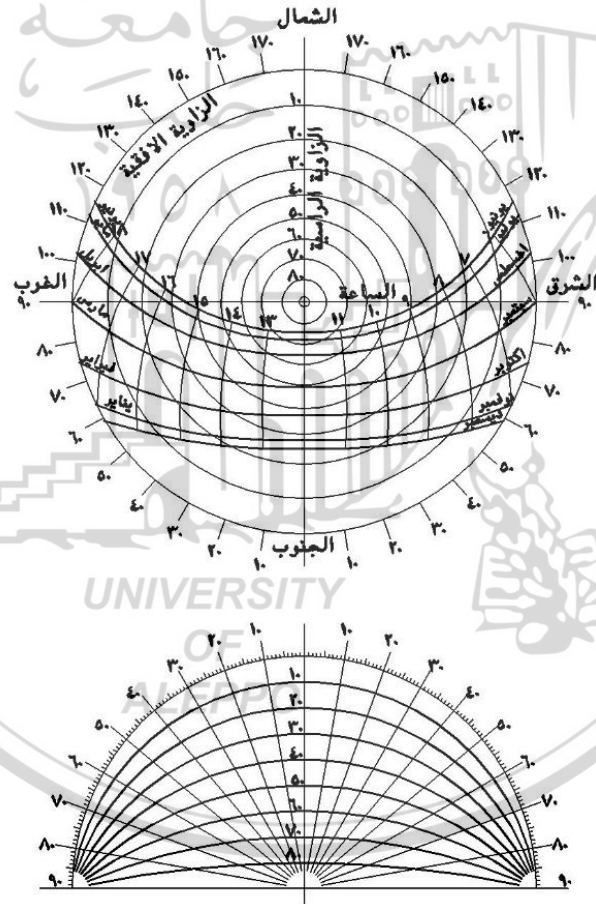
ويوضح شكل (١٠) كروكي لحركة الشمس صيفا وشتاءً وتمثيل الزوايا الأفقية والرأسية

لها كما يوضح شكل (١١) المونجرام الشمسي ومنقلة الزوايا والذي عن طريقه يتم تحديد زوايا الشمس الرأسية والأفقية.

ويوضح الشكل (١٢) قراءات مختلفة لزوايا سقوط الشمس الرأسية والأفقية عند خط عرض 30° شمالاً وتمثيل ذلك على المسقط الأفقي والقطاع الرأسي.



شكل (١٠) كروكي حركة الشمس وتمثيل الزوايا الأفقية والرأسية لإحدى المدن العربية

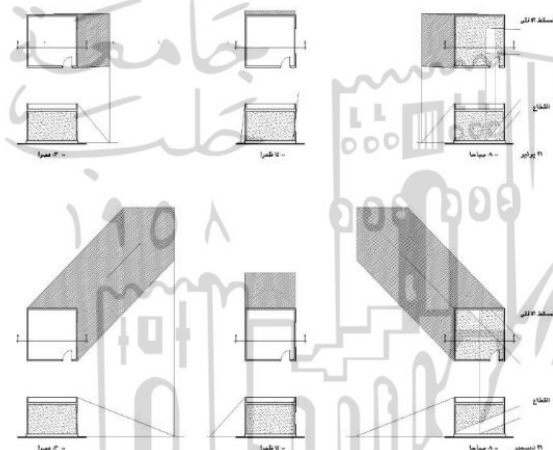


شكل (١١) - المونجرام الشمسي - منقلة الزوايا لتحديد زوايا سقوط الشمس

قراءة زوايا الشمس الأفقية والرأسية تتم عن طريق المونجرام الشمسي ومنقلة الزوايا

حيث تمثل القراءة على المحيط الخارجي للمونجرام الشمسي الزاوية الأفقية لأشعة الشمس وتمثل القراءة داخل دائرة المونجرام الشمسي الزاوية الرأسية لأشعة الشمس.

٠٠ : ٠٣ عصرا		٠٠ : ١٢ ظهرا		٠٠ : ٠٩ صباحا		
الزاوية الأفقية	الزاوية الرأسية	الزاوية الأفقية	الزاوية الرأسية	الزاوية الأفقية	الزاوية الرأسية	
٨٨ -	٤٩ °	صفر	٨٣ °	٨٨ °	٤٩ °	٢١ حزيران
٤٥ -	٢١ °	صفر	٤٧ °	٤٥ °	٢١ °	٢١ كانون الثاني



الشكل (١٢) قراءات مختلفة لزوايا سقوط الشمس الرأسية والأفقية عند خط عرض ٣٠ ° شمالا

واختلاف زوايا سقوط الشمس تؤثر على طول طريق أشعة الشمس عبر الغلاف الجوي كما يتضح ذلك من الشكل (١٣).



شكل (١٣) تأثير زاوية سقوط الشمس على طول طريق أشعة الشمس عبر الغلاف الجوي

والجدير بالذكر أنه بالنسبة لبعض البلاد العربية خاصة يمكن ملاحظة اختلاف شدة أشعة الشمس في شمال البلاد عن جنوبها، ويرجع ذلك إلى إختلاف خط العرض من الشمال إلى الجنوب وبالتالي إختلاف زوايا سقوط الشمس، وكذلك فإن لوجود المسطحات المائية والزراعات وتأثير البحر المتوسط الذي يتمثل في كثرة تجمعات السحب في الشمال عن الجنوب تأثيره الكبير على درجة الحرارة وعلى إمتصاص وعكس الإشعاع الشمسي.

كما تتوقف كمية الإشعاع الشمسي على سطح الأرض أيضا على درجة صفاء السماء ومدى خلوها من السحب وكذلك درجة نقاء الهواء ومدى خلوه من جزيئات الغبار العالقة وجزيئات بخار الماء وكذلك نسبة وجود غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء.

٢-٣-١-٢- الاكتساب الحراري من الاشعاع الشمسي

يعتبر الإشعاع الشمسي من أكثر العوامل المؤثرة على الغلاف الخارجي للمبنى والتي يجب على المصمم دراسته بعناية وحساب كل العوامل المرتبطة به والمؤثرة عليه، وذلك لأن للإشعاع الشمسي التأثير القوي والمباشر على إحساس الإنسان بالراحة الحرارية داخل الفراغ من عدمه، وكما سبق ذكره فإنه عند سقوط الإشعاع الشمسي على الغلاف الخارجي للمبنى يحدث تبادل حراري ما بين الفراغ الداخلي والخارجي عبر الغلاف الخارجي للمبنى عن طريق عدة عوامل تتمثل في:

- أ- الأشعة المباشرة الساقطة على الغلاف الخارجي للمبنى.
- ب- الأشعة المشتتة الساقطة على الغلاف الخارجي للمبنى.
- ج- الأشعة المنعكسة من الاسطح العاكسة المحيطة بالمبنى والساقطة على غلافه الخارجي.
- د- الإنتقال الحراري من الهواء الساخن المحيط بالمبنى عبر غلافه الخارجي.

بحيث أن محصلة هذه العوامل تعبر عن مدى الإكتساب أو الفقد الحراري للمبنى والذي يؤثر تأثيرا مباشرا على الحالة المناخية داخل الفراغ والمعبرة عن مدى إحساس المستعمل بالراحة الحرارية، ومن المعروف أنه في فصل الشتاء يعتبر الإكتساب الحراري من العوامل

المطلوبة للفراغ كوسيلة مؤثرة لتحقيق الراحة الحرارية، حيث تتدنى درجات الحرارة لتصل إلى نطاق تأثير غير مريح لمستعملي الفراغ، وعلى العكس تماما يعتبر الفقد الحراري في فصل الصيف من أنسب الوسائل لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة للحد من تأثير درجات الحرارة المرتفعة.

ويجب على المصمم دراسة وتحديد الإكتساب أو الفقد الحراري عبر الغلاف الخارجي للمبنى وتصميمه بالصورة الملائمة لتكون أقرب ما يكون للإكتساب أو الفقد الحراري والذي يحقق الراحة المناخية المطلوبة.

٢-٤- العزل الحراري

٢-٤-١- الأبنية المشمولة بكود العزل الحراري العربي السوري

تطبق الاشتراطات المحددة في هذا الكود على الأبنية التالية:

- ١- الأبنية السكنية.
- ٢- المدارس والجامعات ومعاهد التعليم والمكتبات.
- ٣- المستشفيات ودور الرعاية ورياض الأطفال.
- ٤- الفنادق والمطاعم.
- ٥- الأبنية العامة والمنشآت الحكومية.
- ٦- أبنية الإدارة والمكاتب.
- ٧- قاعات الاجتماع والاحتفال والمسارح.
- ٨- دور العبادة.
- ٩- المشاغل وقاعات التصنيع المغلقة.
- ١٠- المحلات والأسواق التجارية المغلقة.

ويستثنى من ذلك:

١- الأبنية المفتوحة للهواء الخارجي (المحلات التجارية وبعض المصانع والمشاغل والكراجات...).

٢- الأبنية غير المخصصة للإشغال البشري (المخازن والأقبية....).

٣- الأبنية ذات المتطلبات التصميمية الخاصة والتي تتطلب عزلاً حرارياً معيناً (غرف التبريد والمستودعات المخصصة لحفظ المواد التموينية والأدوية.....).

٢-٤-٢- المواد العازلة للحرارة وأسس اختيارها وتطبيقاتها:

تصنع المواد العازلة للحرارة من مواد مختلفة، منها مواد تكونت في الطبيعة مثل الصخور البركانية الخفيفة الوزن كحجر الخفاف والفيرميكيولايت والبيرلايت المعالج بالحرارة ومنها ما يعزل بوساطة الحرارة كالصوف الصخري والألياف الزجاجية، ومنها ما يصنع من مواد كيميائية كالبوليسترين والبولي يوريثان.

وتتميز مواد العزل الحراري بكثافة منخفضة وبمعامل توصيل حراري منخفض نتيجة احتوائها على مسامات وفراغات مملوءة بالهواء أو الغاز (تتميز الغازات بشكل عام برداءة التوصيل الحراري)، وهي موزعة بأحجام وأشكال مختلفة في المادة حيث تشكل نسبة كبيرة من الحجم الكلي للمادة.

٢-٤-٣- تصنيف المواد العازلة للحرارة:

لمعرفة وفهم خصائص المواد العازلة للحرارة والتي تعتبر أمراً أساسياً يساعد على اختيار هذه المواد في المكان المناسب وتحت الظروف المناسبة، لا بد من التعرف على طبيعة تركيب هذه المواد.

٢-٤-٣-١- تصنيف المواد العازلة للحرارة حسب طبيعة تركيبها الخلوي:

● المواد العازلة الرقائقية:

وهي مواد مؤلفة من أجزاء صغيرة على شكل رقائق متراكمة أو قشور يتخللها الهواء، ومثال على هذه المواد الفيرميكيوليت والميكا الممددة والطين الصفحي الممدد.

- المواد العازلة الليفية:

وهي مواد مكونة من ألياف شعرية يتخللها الهواء، ويمكن أن تكون مصنعة من مواد غير عضوية كالألياف الزجاجية والصوف الصخري أو من مواد عضوية كالصوف الطبيعي والقطن والألياف النباتية واللباد.

- المواد العازلة المسامية:

الفراغات في هذه المواد عبارة عن مسامات مختلفة في حجمها وطريقة توزيعها، منها ما هو طبيعي كالخشب والقش و القصب والحجارة البركانية و البيرلايت الممدد وخرسانة الركام الخفيف، ومنها ما هو صناعي بشكل لدائن مسامية كالإسفنج.

- المواد العازلة الخلوية:

وتتميز بتركيب خلوي ذو فراغات صغيرة الحجم وموزعة بشكل متجانس، ويمكن أن تكون مصنعة من مواد غير عضوية كالزجاج الرغوي والخرسانة الخفيفة الرغوية والخلوية والطين الممدد، أو من مواد عضوية كالبوليسترين الممدد المبثوق، الفلين الممدد والبولي وريثان و الفورمالديهايد والفينول الرغوي.

٢-٤-٣-٢- تصنيف المواد العازلة للحرارة حسب الشكل النهائي:

يتم إنتاج المواد العازلة بأشكال مختلفة لتتوافق وبسهولة مع الأنماط المختلفة لتطبيقات العزل الحراري وتكون بأحد الأشكال التالية:

أ- ألواح جاسئة:

وهي ألواح صلبة غير قابلة للثني بأبعاد وقياسات محددة، يمكن قصها ونشرها إلى قطع أصغر لتتوافق ونوع التطبيق، تستخدم ألواح العزل الحراري الجاسئة في الجدران السقوف وتحت الأرضيات بسماكات معينة، ويجب عند استعمال الألواح الجاسئة مراعاة خصائص المادة العازلة والظروف التشغيلية التي سوف تتعرض لها، فلا يجوز استعمال ألواح جاسئة مصنوعة من مادة قابلة للاحتراق في أماكن مكشوفة ومعرضة لأخطار الحريق، ولا يجوز

كذلك استعمال ألواح جاسئة ماصة للماء في أماكن معرضة لتسرب المياه أو تكاثف بخار الماء عليها إن لم تكن تلك الألواح معالجة بشكل مناسب ضد الاحتراق أو ضد امتصاص الماء ونفاذ بخار الماء، ويجب مراعاة قدرة تحمل الألواح الجاسئة للأحمال الواقعة عليها عند استخدامها في السقوف أو الأرضيات، كما يجب عدم استعمال الألواح المصنوعة من مواد قابلة للتحلل بأشعة الشمس فوق البنفسجية في مناطق مكشوفة ومعرضة لأشعة الشمس. ومن أمثلة الألواح الجاسئة، ألواح الصوف الصخري بكثافات عالية وألواح البوليسترين الجاسئة.

ب- ألواح شبه جاسئة: وهي ألواح مرنة (فرشات أو بطانيات)، وتستخدم في المناطق غير المعرضة لأي أحمال نظراً لعدم قدرتها على مقاومة الأحمال الواقعة عليها دون حدوث تغيير في شكلها ومقاساتها بسبب الانضغاط وتعتبر السقوف المعلقة أو ما شابهها من أفضل الأماكن لاستخدامها، ويجب عدم استخدام الألواح شبه الجاسئة أو المرنة في الجدران نظراً لإمكانية هبوطها تحت تأثير وزنها أو تشوهها خلال عملية البناء مما يسبب حدوث جسور حرارية في أماكن الهبوط والتشوه.

ومن أمثلة هذا النوع من العوازل الحرارية بطانيات الصوف الصخري والبولي يوريثان المرن.

ت - مغلفات الأنابيب: وتصنع على شكل قطع مسبقة التشكيل، لعزل الأنابيب والسطوح الاسطوانية وتنتج هذه المغلفات بأشكال جاسئة أو شبه جاسئة (مرنة).

ث - بطانيات ولفائف: حيث تكون قابلة للطّي والثني وتتصف بالليونة والمرونة، ويمكن اكساء سطوحها برقائق الألمنيوم أو الورق المعالج بالقار، كما يمكن تغطية أحد السطحين أو كلاهما بشبك

معدني مرن، ومن الأمثلة عليها الصوف الصخري والصوف الزجاجي، ويفضل عدم استعمال مثل هذه النمط في الجدران نظرًا لإمكانية هبوطها تحت تأثير وزنها، أو حدوث تشوهات لها أثناء عملية البناء، وفي حال استخدامها في الجدران يجب تثبيتها بحيث يتم ضمان عدم هبوطها.

ج- خرسانة عازلة للحرارة:

عبارة عن مزيج من انواع مختلفة من الركام الخفيف والأسمنت والماء، حيث تتحول بعد جفافها إلى خرسانة خفيفة عازلة للحرارة، كالخرسانة الرغوية و خرسانة الركام الخفيف. ح- مواد سائبة:

وتكون على شكل حبيبات أو ألياف سائبة أو مساحيق، تستخدم لملء الفراغات والتجاويف بطريقة السكب أو الضخ أو الملء باليد، وكمثال عليها حبيبات البيرلايت السائب وحبيبات البوليسترين السائب والركام الخفيف. ونظرًا لقدرة العوازل السائبة على امتصاص الماء أو الرطوبة، فيجب عدم تعرضها لمصادر مياه أو رطوبة.

كما أن هذه المواد قابلة للتراص حين تعرضها لأحمال ضاغطة، لذا يجب أخذ الاحتياطات اللازمة لعدم تعريضها إلى أية أحمال تغير من خصائصها لأن ذلك يقلل من كفاءتها في العزل الحراري.

خ- مواد رغوية (منفذة بالرش أو بالحقن):

تستعمل مواد العزل الحراري الرغوية في تعبئة الفراغات والفجوات في الجدران المزدوجة وفي الأماكن غير منتظمة الشكل بالحقن، وتتطلب هذه العملية مهارة فنية في التطبيق للتأكد من امتلاء الفراغات بشكل كامل ومتجانس، وتستخدم مواد العزل الرغوية على السقوف والأرضيات والسطوح الأخرى بسماكات مختلفة وحسب الحاجة بالرش، ويجب في هذه

الحالة مراعاة نظافة السطوح والأحوال الجوية السائدة كدرجة الحرارة والرياح والمطر عند تنفيذ العزل الحراري في الأماكن المكشوفة، ومن أمثلة هذه العوازل البولي يوريثان.

د- أشكال أخرى:

من أجل الأماكن التي يصعب فيها استعمال الأشكال السابقة من مواد العزل الحراري، أو التي تتطلب استخدام أنواع مختلفة لمواد العزل الحراري، يمكن أن نستخدم مواد عازلة بالأشكال التالية:

• مواد حشو للفواصل.

• معاجين عازلة للحرارة.

• أشربة عازلة للحرارة.

• طلاءات منفوشة.

٢-٤-٣-٣- تصنيف المواد العازلة للحرارة حسب تركيبها الكيميائي:

أ- مواد عضوية:

• البوليسترين الممدد (المشكل بالقبولة).

• البوليسترين المبتوق (المشكل بالبتق).

• البولي يوريثان وينتج كألواح جاسئة أو رغوة تطبق في الموقع.

ب- مواد غير عضوية:

• الألياف المعدنية وتشمل الصوف الصخري والصوف الزجاجي.

• الخرسانة الخفيفة العازلة للحرارة.

تستخدم الخرسانة الخفيفة كطبقة عازلة للحرارة في الأسقف والأرضيات، كما تستخدم في تعبئة الفراغات والفجوات في الجدران المزدوجة، كما تستخدم في إنتاج قطع إنشائية متنوعة على شكل بلوك خفيف مفرغ أو مصمت عازل للحرارة، ونظراً لقابلية

الخرسانة الخفيفة لامتصاص الماء فلا يجوز استعمالها في الأماكن المعرضة للمياه أو الرطوبة دون حمايتها بشكل مناسب.

٢-٤-٤ - خصائص مواد العزل الحراري:

٢-٤-٤-١ - معامل التوصيل الحراري:

تتماز مواد العزل الحراري مقارنة ببقية المواد بقيم منخفضة لمعامل التوصيل الحراري، وبالتالي يعتمد اختيار مادة العزل الحراري على مقدار تخفيض الفقد أو الكسب الحراري المطلوب.

٢-٤-٤-٢ - الكثافة:

وهي الخاصية التي تعبر عن وزن متر مكعب واحد من المادة العازلة للحرارة (كيلو غرام/متر مكعب) وتكمن أهمية هذه الخاصية لأغراض تصميم أنظمة العزل الحراري بتحديد صفاتها من حيث موصليتها الحرارية وثبات مقاساتها وقدرتها على الاختزان الحراري والتأخر الزمني ومعامل النقص للعناصر الإنشائية الداخلة في تركيبها، كما أن معرفة الكثافة ضرورية في إجراء الحسابات الإنشائية لعناصر المباني المختلفة.

٢-٤-٤-٣ - امتصاص الماء:

وهي الخاصية التي تعبر عن قدرة المادة أو قابليتها على امتصاص الماء عند غمرها فيه، وتكمن أهمية هذه الخاصية في معرفة كمية الماء التي يمكن أن يمتصها جسم مادة العزل الحراري أثناء تعرضه للمياه وبالتالي اتخاذ الإجراءات المناسبة لمنع وصول الماء إليه، حيث أن امتصاص المادة العازلة للماء يفقدها كفاءتها في عزل الحرارة.

٢-٤-٤-٤ - امتصاص الرطوبة:

وهي الخاصية التي تعبر عن قدرة المادة على امتصاص الرطوبة من الهواء المحيط والتي تكون على شكل بخار ماء، وتكمن أهمية هذه الخاصية في معرفة كمية الرطوبة التي يمكن للعازل الحراري امتصاصها وبالتالي اتخاذ الإجراءات المناسبة لمنع وصول الرطوبة إليه، مع السماح بخروج الرطوبة منه حيث أن وجود الرطوبة فيه يفقده كفاءته في عزل الحرارة.

٢-٤-٤-٥ - نفاذية بخار الماء:

وهي الخاصية التي تعبر عن كمية الرطوبة النافذة خلال المادة على شكل بخار ماء بتأثير فرق في ضغط بخار الماء بين سطحي المادة، وكظاهرة فيزيائية ينتقل بخار الماء من السطح المعرض للهواء الدافئ نافذاً خلال العناصر الإنشائية إلى الجهة المعرضة للهواء البارد، وتختلف المواد الإنشائية و مواد العزل الحراري بدرجة نفاذيتها لبخار الماء، ويجب اتخاذ الاحتياطات الوقائية كوضع أغشية حاجزة للبخار مثلاً في الأماكن التي يمكن أن تتعرض لتكاثف بخار الماء.

وفي بعض المواد العازلة للحرارة ذات الخلايا المغلقة لا تكمن الخطورة فحسب في إمكانية تكاثف البخار داخل خلاياها التي لا تسمح لدخول الماء السائل إليها بل إن هذه الخلايا قد تتعرض إلى تلف في حالة تجمع الماء المتكاثف في داخلها وبالتالي تفقدها كفاءتها في عزل الحرارة.

٢-٤-٤-٦ - ثبات المقاسات:

وهي الخاصية التي تعبر عن قدرة المادة على الاحتفاظ بحجمها وشكلها مع مرور الزمن رغم تعرضها لتغيرات الحرارة والرطوبة وغيرها، والمحافظة على ثبات أبعاد وسماكات مادة العزل الحراري له أهمية في استمرار الأداء الحراري لهذه المادة خلال عمرها التشغيلي.

٢-٤-٤-٧ - الاحتراق والاشتعال:

الاحتراق هو تلف المادة نتيجة تأكسدها عند تعرضها للنيران، أما الاشتعال فيعني حدوث اللهب مع الاحتراق، وتكمن أهمية هذه الخاصية في تحديد إمكانية احتراق المادة أو اشتعالها والمخاطر الناجمة عن ذلك، لذا يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة بعدم تركيب مثل هذه المواد العازلة للحرارة في العناصر الإنشائية في مواضع يمكن وصول النار إليها.

٢-٤-٤-٨- مقاومة الضغط:

وهي الخاصية التي تعبر عن قدرة المادة على تحمل ضغوط معينة قد تتعرض لها لسبب أو لآخر، وتكمن أهمية هذه الخاصية في تحديد مدى قدرة تحمل المادة لضغوط يتوقع أن تتعرض لها أثناء عمليات النقل والتركيب، أو خلال عمرها التشغيلي دون حدوث تهشم أو تشوه لها أو فقدان لأي من خصائصها التشغيلية الأخرى.

٢-٤-٤-٩- مقاومة العوامل الجوية:

وهي الخاصية التي تعبر عن مدى قدرة المادة على مقاومة العوامل الجوية عند تعرضها لها بشكل مباشر وبخاصة الأشعة فوق البنفسجية الناتجة عن أشعة الشمس إضافة إلى العوامل الأخرى كالأمطار والرياح والحرارة وغيرها. وتكمن أهمية هذه الخاصية في معرفة تأثير هذه العوامل على أداء المادة وعلى عمرها التشغيلي عند استعمالها بشكل مكشوف ومعرض لهذه العوامل.

٢-٤-٤-١٠- درجة الحرارة التشغيلية:

وهي الخاصية التي تعبر عن قدرة المادة على الاحتفاظ بخصائصها التشغيلية دون حدوث أي ضرر لها عند تعرضها لارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها عن حد معين، وتكمن أهمية هذه الخاصية في تحديد درجات الحرارة التشغيلية القصوى والدنيا التي يمكن للمادة أن تؤدي وظيفتها عندها بشكل جيد.

٢-٤-٤-١١- التراص والهبوط:

وهي الخاصية التي تعبر عن تغير أبعاد وكثافة المادة عند تعرضها للأحمال أو الاهتزازات وبالتالي تغير معامل التوصيل الحراري لها، وتكمن أهمية هذه الخاصية في تحديد مدى ملائمة مادة العزل الحراري كالمواد السائبة والليفية بحيث توضع بشكل مناسب في أماكن لا يؤدي فيه استعمالها إلى تكون جسور حرارية بسبب التراص أو الهبوط.

٢-٤-٤-١٢- استرجاع الأبعاد:

وهي الخاصية التي تعبر عن قدرة المادة على العودة إلى أبعادها الأصلية بعد زوال أي أحمال مؤقتة قد تتعرض لها، إذ أن عدم استرجاع أبعادها قد يتسبب في زيادة قيمة معامل التوصيل الحراري لها ونقصان مقاومتها الحرارية وبالتالي انخفاض كفاءتها في العزل الحراري.

٢-٤-٤-١٣- الالتصاق:

هذه الخاصية تبين قدرة المادة على الالتصاق على السطوح المخصصة للتطبيق عليها بدون تقشر أو تقبع لاحق، وهي من الخصائص المهمة التي يجب توفرها في المواد الرغوية العازلة للحرارة المنفذة بالطلاء أو الرش على السطوح، وتعتبر درجة الحرارة عند التطبيق وكذلك درجة حرارة السطح المراد تنفيذ العازل الحراري عليه عوامل مهمة تؤثر على خاصية الالتصاق يجب أخذها بالحسبان، كذلك فإنه من المهم بيان حدود درجات الحرارة التي يجب أن يطبق عندها العازل الحراري والتي تؤدي إلى التصاق سليم أو تحديد خاصية الالتصاق عند درجات حرارة مختلفة لضمان التصاق جيد طوال مدة الاستعمال.

٢-٤-٤-١٤- الانكماش:

وهي الخاصية التي تعبر عن تغير أبعاد مواد العزل الحراري الرغوية أو المنفذة بالرش بعد جفافها وتكمن أهمية هذه الخاصية في تحديد مدى انكماش المادة وتأثير ذلك على حجمها وخصائصها الحرارية ومدى إمكانية حدوث التشققات فيها بعد جفافها.

٢-٤-٥- اختيار مواد العزل الحراري:

يجب الأخذ بعين الاعتبار عند اختيار مادة العزل الحراري الظروف التشغيلية والبيئية المحيطة بها والقدرة على مقاومتها ومن ثم تحقيق المتطلبات التصميمية المطلوبة منا، ويتم الاختيار وفق الأسس التالية:

أ- المناخ السائد:

• طبيعة المناخ العام

• درجة التعرض للعوامل الجوية

ب- تصميم المباني وطبيعة إشغالها:

• توجيه المباني

• تهوية المباني

• العناصر الانشائية المستخدمة

ت- خصائص العزل الحراري:

• الموصلية الحرارية

• السعة الحرارية النوعية

• امتصاص الماء ونفاذية بخار الماء

• مقاومة العوامل الجوية

• الكثافة

• الانضغاطية

• الاحتراق والاشتعال

• درجة الحرارة التشغيلية

• الأخطار الصحية

• المواد المضافة

ج- جودة تصنيع العازل الحراري

د- الجدوى الاقتصادية للعزل الحراري

٢-٤-٦- المواد العاكسة للحرارة:

تختلف مبدئيًا طبيعة انتقال الحرارة في المواد المسامية أو الخلوية العازلة للحرارة عنها في المواد العازلة العاكسة للحرارة، ففي المواد المسامية أو الخلوية تشكل المسامات والخلايا الهوائية المنتشرة في المادة العازلة للحرارة حواجز أمام مجرى التيار الحراري وبذلك تعيق انتقال الحرارة

من السطح الحار إلى السطح البارد للمادة، أما في حالة المواد العازلة العاكسة للحرارة فتتم إعاقة الجزء المنتقل بالإشعاع من الحرارة خلال عناصر البناء حيث أن السطوح اللامعة لهذه المواد تعكس الجزء الأكبر من الأشعة الحرارية الساقطة عليها، ومن ناحية عملية فيمكن الحد من انتقال الحرارة خلال العناصر الإنشائية بعمل تجاويف فيها على شكل طبقة فراغية داخلية بحيث يتم تغليف أحد سطوح التجويف أو كلا السطحين بشرائح أو أغشية من المواد العازلة العاكسة للحرارة.

إن قيمة الانبعاثية للمواد العازلة العاكسة للحرارة لها أثر كبير على انتقال الحرارة الإشعاعية من سطوح المواد سلباً أو إيجاباً فالمواد العازلة العاكسة للحرارة ذات السطوح اللامعة لها قيم انبعاثية منخفضة لذلك فإنه من المفيد استخدامها في العزل الحراري.

٢-٥- أسس ومبادئ التصميم الحراري:

٢-٥-١ - الغاية والهدف من التصميم الحراري

يجب ان يهدف التصميم الحراري الأمثل للمباني إلى ما يلي:

- ١ - توفير الطاقة المستخدمة لأغراض التدفئة والتكييف.
- ٢ - تخفيض الضياع الحراري.
- ٣ - تخفيض الكلفة التأسيسية والصيانة لأجهزة وتديدات أنظمة التدفئة وتكييف الهواء.
- ٤ - تأمين شروط الارتياح الحراري والأجواء الصحية لشاغلي البناء طيلة فصول السنة.
- ٥ - تجنب حدوث التكاثف أو التقليل منه على السطوح الداخلية للبناء في المناطق الباردة عند استخدام التدفئة وتجنب الأضرار الناجمة عن ذلك.
- ٦ - تخفيض كلفة الصيانة الدورية الناتجة عن الإجهادات الحرارية للمباني.
- ٧ - إطالة العمر الاستثماري للبناء.

٢-٥-٢ - تصنيف الأبنية

تصنف الأبنية لأغراض الكود العربي السوري كما يلي:

٢-٥-٢-١ - حسب قصورها الحراري:

- ثقيلة (ذات قصور حراري كبير): وهي الأبنية المبنية من مواد ثقيلة الوزن (الخرسانة أو الطوب أو الحجر) وتحتوي على تقسيمات داخلية متعددة مبنية من مواد ثقيلة الوزن.
- متوسطة (ذات قصور حراري متوسط): وهي الأبنية المؤلفة من طابق واحد والمبنية من مواد ثقيلة الوزن (الخرسانة أو الطوب) وتحتوي على تقسيمات داخلية قليلة جدًا مبنية من مواد ثقيلة الوزن.
- خفيفة (ذات قصور حراري منخفض)، وتشمل:
 ١. الأبنية المؤلفة من طابق واحد والمبنية من مواد خفيفة الوزن ولا تحتوي على تقسيمات داخلية.
 ٢. الأبنية المؤلفة من طابق واحد والمبنية من مواد خفيفة الوزن و تحتوي على تقسيمات داخلية قليلة جدًا مبنية من مواد خفيفة الوزن.
 ٣. الطوابق العليا المبنية من مواد خفيفة الوزن ولا تحتوي على تقسيمات داخلية.

٢-٥-٢-٢ - حسب درجة تعرضها إلى العوامل الجوية:

● محمية:

حيث سرعة الرياح أقل من (٠,٥) متر / ثانية وتشمل:

الطابقين الأولين فوق مستوى سطح الأرض في الأبنية التي تقع ضمن المناطق

الداخلية من المدن

● معتدلة التعرض:

حيث سرعة الرياح (٠,٥ - ٥,٥) متر / ثانية وتشمل:

الطوابق الثالث والرابع والخامس في الأبنية التي تقع ضمن المناطق الداخلية من المدن.

الطوابق الأول والثاني والثالث في الأبنية التي تقع ضمن المناطق المحيطة بالمدين.

● شديدة التعرض:

حيث سرعة الرياح أكبر من (٥,٠) متر / ثانية وتشمل:

● الطابق السادس وما يعلوه في الأبنية التي تقع ضمن المناطق الداخلية من المدن.

● الطابق الرابع وما يعلوه في الأبنية التي تقع ضمن المناطق المحيطة بالمدين.

● الأبنية الموجودة على الشواطئ أو على جوانب المرتفعات.

٢-٥-٣- العوامل المؤثرة في التصميم الحراري:

٢-٥-٣-١- الظروف الجوية:

قبل البدء بعمليات التصميم يجب تحديد ما يلي:

● المتطلبات التصميمية اللازم توفرها داخل البناء وتتضمن ما يلي:

● درجات الحرارة الجافة التصميمية.

● الرطوبة النسبية التصميمية.

● معدل التهوية التصميمي.

● المتطلبات التصميمية الخارجية السائدة صيفاً وشتاءً لكل منطقة مناخية.

● درجات الحرارة الجافة التصميمية.

● الرطوبة النسبية التصميمية.

● سرعة الرياح التصميمية واتجاهها.

● كثافة الأشعة الشمسية وزاوية سقوطها.

٢-٥-٣-٢ - الاتجاه الجغرافي وشكل البناء وموقعه:

أ- الاتجاه الجغرافي:

كلما ازدادت سرعة الرياح انخفضت المقاومة الحرارية السطحية الخارجية لعناصر البناء، وبشكل خاص سطوح العناصر المواجهة لها، إضافة لازدياد إمكانية تسرب الهواء إلى داخله من خلال فواصل الأبواب والنوافذ.

كما تعتبر أشعة الشمس المباشرة مصدرا حراريا إضافيا يمكن الاستفادة منه في فصل الشتاء.

وبناء على ذلك يجب مراعاة ما يلي أثناء التصميم:

- التقليل قدر الإمكان من مساحات الأبواب والنوافذ والواجهات المعرضة للرياح السائدة مع ضرورة تزويدها بواقيات كالمظلات الخارجية والستائر.
- الاستفادة المثلى من مساحات النوافذ والأبواب والواجهات الزجاجية المعرضة بشكل مباشر لأشعة الشمس شتاءً.
- اتخاذ التدابير اللازمة لحجب أشعة الشمس من الدخول إلى البناء صيفا، والسماح بدخولها شتاءً باستخدام مظلات واقية.

UNIVERSITY
OF
ALEPPO

ب- شكل البناء وموقعه:

- اختلاف موقع البناء:
- يتعرض البناء الذي يقع على قمة مرتفعة للرياح وأشعة الشمس والأمطار أكثر مما لو كان واقعاً في واد منخفض، كما يتعرض البناء الذي يقع على السفح المواجه للرياح السائدة إلى تأثيرها أكثر من وقوعه على السفح المعاكس.
- موقع البناء من الأبنية المجاورة:

إن وجود البناء ضمن مجمع سكني كثيف يخفف من تأثير شدة الرياح والأمطار وأشعة الشمس عليه.

• ارتفاع البناء:

إن زيادة ارتفاع البناء عن باقي الأبنية المجاورة والمحيطة به يجعله عرضه لمواجهة الرياح والأمطار المباشرة أكثر مما لو كان متساويا في الارتفاع معها.

وبشكل عام، فكلما كان البناء أكثر تعرضا لعوامل الجو الخارجية، تطلب ذلك اهتماما أكبر في عمليات التصميم من حيث الشكل المعماري ونسبة الفتحات والواجهات الزجاجية واتجاهاتها ونوعية المواد المستخدمة في الجدران والسقوف والأرضيات وسماكتها وترتيب طبقاتها، ويراعى عند حساب معامل الانتقال الحراري الكلي (U-value) للعناصر الإنشائية أن تؤخذ درجة تعرض البناء للعوامل الجوية بالحسبان.

٢-٥-٣- معامل الانتقال الكلي (U-value) للعناصر الإنشائية:

تعتمد قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لعناصر البناء على عدة عوامل، منها خواص المادة أو المواد التي تتكون منها العناصر، وسماكتها ودرجة تعرض سطوحها الخارجية للعوامل الجوية، وبازدياد قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لعناصر البناء تزداد كمية الحرارة المفقودة شتاء والمكتسبة صيفا، وبالتالي زيادة في استهلاك الطاقة اللازمة لتدفئة وتكييف البناء.

وعليه يجب تصميم عناصر البناء بحيث تكون قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لها ضمن الحدود المسموح بها في الجدول (٣ من الملحق).

٢-٥-٤- توزيع الطبقات وعلاقته بالاختزان الحراري

٢-٥-٤-١- اختزان الحرارة:

تناسب قدرة المادة على اختزان الحرارة طردا مع كثافتها (p) وسعتها الحرارية النوعية (Cp) وحجمها (v) وتصاغ كمية الحرارة المختزنة (Δt) والفرق في درجات الحرارة المؤثرة (Qs) بالعلاقة (١) التالية:

$$Q_s = \rho \cdot C_p \cdot V \cdot \Delta t \quad (١)$$

حيث:

Q_s : كمية الحرارة المختزنة في المادة وتقدر بـ (جول)

ρ : كثافة المادة وتقدر بـ (كغ/م^٣)

C_p : السعة الحرارية النوعية بثبوت الضغط للمادة وتقدر بـ (جول/كغ.كلفن)

تؤخذ من الجدول (٢)

V : حجم المادة ويقدر بـ (م^٣)

Δt : فرق درجة الحرارة بين السطح الداخلي و الخارجي للمادة وتقدر بـ (كلفن)

ويوضح جدول (٢) السعة الحرارية النوعية لبعض المواد

جدول (٢)

المادة	السعة الحرارية النوعية (J/kg.k)
المواد اللاعضوية والمواد العازلة المصنوعة منها	١٠٠٠
الخشب والصفائح الخشبية	١٨٠٠
الألياف النباتية والنسجية	١٣٠٠
المواد اللدائنية والمواد العازلة المصنوعة منها	١٥٠٠
المعادن:	
• الألمنيوم	٩٠٠
• الفولاذ	٥٠٠
• النحاس	٤٠٠
الهواء (كثافة ١,٢) كغ / م ^٣	١٠٠٠
الماء	٤١٨٠

٢-٥-٤-٢- تأثير موضع العازل الحراري على الاختزان الحراري:

أ- عزل خارجي:

في الحالات التي يتم فيها وضع طبقة ثقيلة جيدة الاختزان الحراري في الجانب الداخلي من العنصر الإنشائي مع وضع الطبقة الخفيفة العازلة للحرارة إلى الخارج، فإن الطبقة الداخلية تقوم بامتصاص الحرارة الداخلية أثناء تدفئة البناء واختزانها والاحتفاظ بها، بينما تقوم الطبقة الخارجية (العازلة للحرارة) بإعاقة انتقال الحرارة المختزنة إلى الخارج والحيلولة دون فقدانها السريع.

وتكون كمية الحرارة المختزنة في هذه الحالة كبيرة، إلا أن هذه الحرارة المختزنة تنبعث ثانية إلى داخل البناء في فترات توقف أجهزة التدفئة عن العمل مما يساعد على بقاء الجو الداخلي دافئاً لفترة من الزمن.

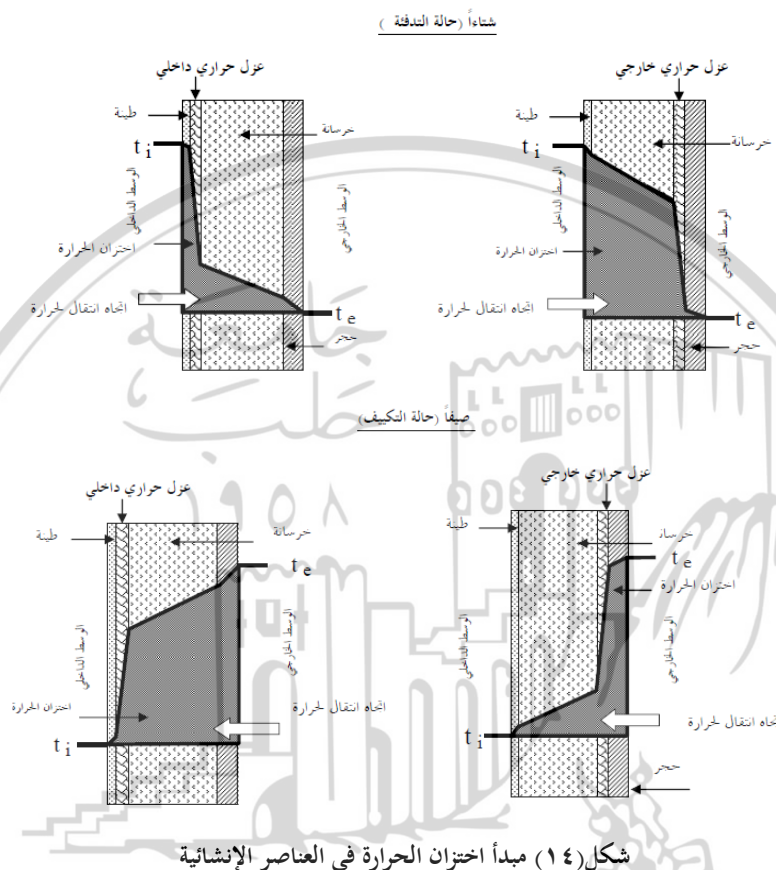
أما في فصل الصيف، فإن الطبقة الخارجية (العازلة للحرارة) تعمل على إعاقة انتقال الحرارة الخارجية المرتفعة إلى الداخل، وتحمي الطبقة الداخلية من تأثيرات الحرارة الخارجية، حيث تعمل هذه الطبقة الداخلية كخزان تبريدي منظم للحرارة الداخلية في البناء فتقوم بامتصاص الحرارة المتسربة إلى الداخل من خلال الأبواب والنوافذ، وإخمادها.

ب- عزل داخلي:

في الحالات التي يتم فيها وضع الطبقة الخفيفة العازلة للحرارة إلى الداخل، فإنها ونتيجة لصغر موصليتها الحرارية وتدني اختزانها للحرارة، تعمل على إسراع عملية تدفئة الأبنية أو تكييفها، إلا أن توقف أجهزة التدفئة أو التكييف يؤدي أيضاً إلى سرعة فقدان الحرارة الداخلية شتاءً وارتفاعها صيفاً.

يتضح مما سبق أن على المصمم وضع الطبقة العازلة للحرارة بما يتلاءم وطبيعة إشغال البناء ومتطلباته الحرارية (بيت سكني، مكتب، مدرسة ... الخ)، حيث أن الإشعاع الشمسي الخارجي أثناء النهار وتغير درجات الحرارة بين الليل والنهار لهما تأثير كبير على

مقدار الاختزان الحراري والإجهادات الحرارية التي تتعرض لها عناصر البناء في فصلي الصيف والشتاء، ويبين الشكل رقم (١٤) مبدأ اختزان الحرارة في العناصر الإنشائية لمواقع مختلفة للعازل الحراري صيفاً وشتاءً.



٢-٥-٥- المتطلبات التصميمية

٢-٥-٥-١- معامل الانتقال الحراري الكلي: (U-value)

بموجب هذا الكود يجب أن لا تتجاوز قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لكل عنصر من عناصر البناء القيم المذكورة في الجدول (٣ في الملحق).

٢-٥-٥-٢- كمية بخار الماء المتكاثف ضمن العناصر الإنشائية:

- يجب أن لا تتجاوز كمية بخار الماء المتكاثف داخل العنصر الإنشائي عن (٠,٥)

كغ/م^٢

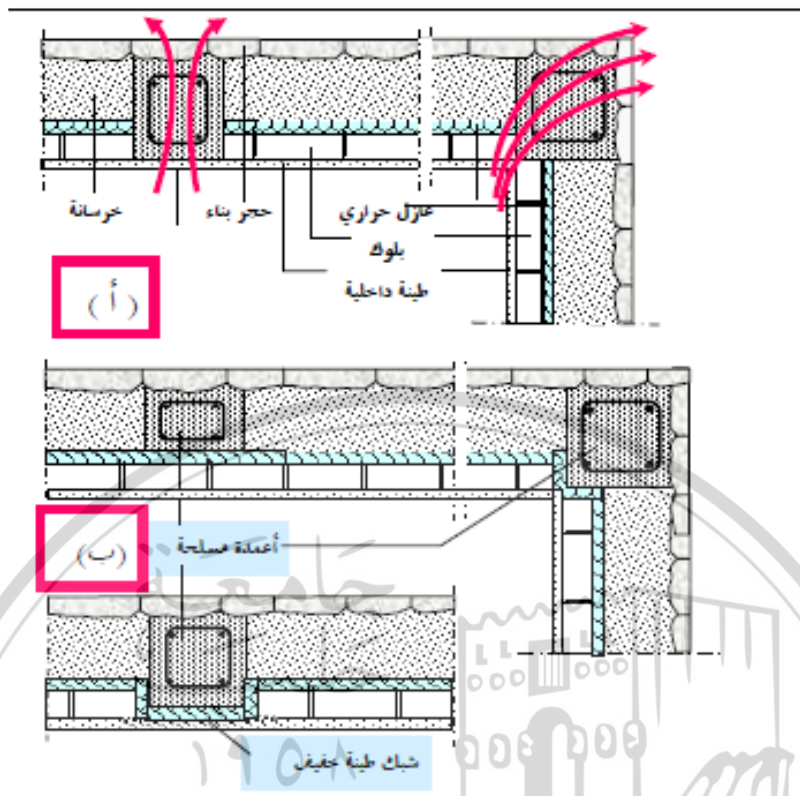
- يجب أن لا تتجاوز كمية بخار الماء المتكاثف عن (٠,٣٥) كغ/م^٢ داخل المادة العازلة من النوع الليفى أو ضمن فراغ هوائى أو أى مادة عالية الامتصاص للماء عند حدوث التكاثف الجوى ضمنهما.

٢-٥-٣- الجسور الحرارية:

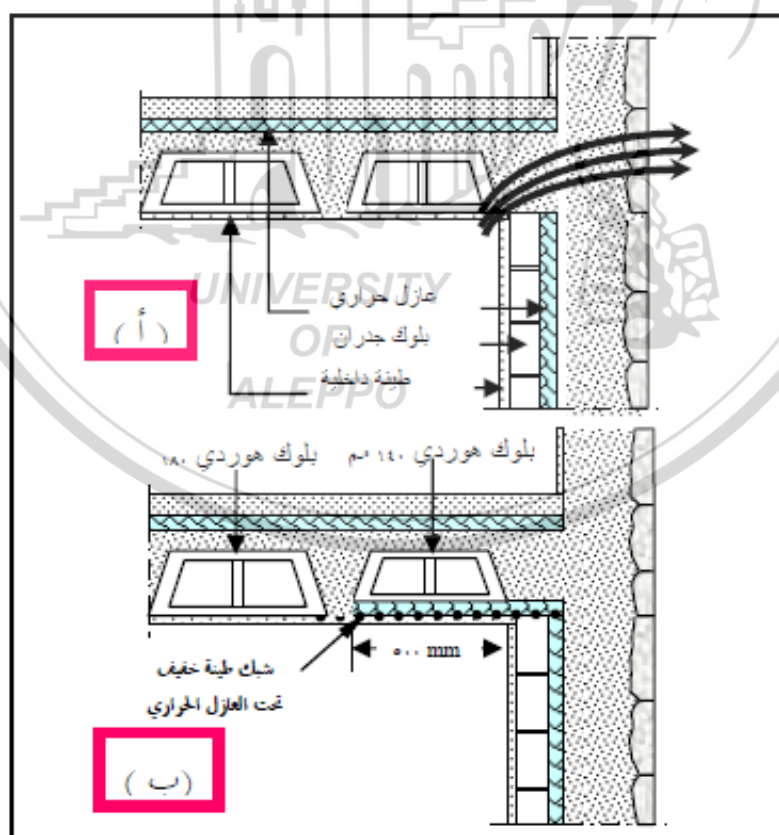
تعتبر الجسور الحرارية فى العناصر الإنشائية الخارجية مواضع ضعف ذات تأثير سلبي يجب تلافي حدوثها من قبل المهندس المصمم، وتعرف الجسور الحرارية على أنها أجزاء فى المنشأة ذات مقاومة حرارية منخفضة وتكون مجاورة لأجزاء أخرى ذات مقاومة حرارية أعلى. وتتعرض سطوح العناصر الإنشائية التى تشكل جسورًا حرارية لخطر تكثف الرطوبة الداخلية عليها لكونها الأشد برودة، وتعرف هذه الجسور أيضًا بالجسور الباردة، حيث تكون درجة الحرارة عند هذه الجسور متدنية فى فصل الشتاء، مما يجعلها عرضة لخطر التكثف السطحي ونمو العفن دون غيرها من سطوح العناصر الإنشائية الأخرى المجاورة.

وتبين الأشكال (١٥-١٦-١٧) أمثلة لبعض الجسور الحرارية التى تنشأ فى الأبنية المحلية خلال عملية البناء، والطرق العملية لتلافي حدوثها، وغالبًا ما تتشكل هذه الجسور عند زوايا الجدران الخارجية ومواضع التقاء الجدران بالأسقف والأرضيات، حيث ينقطع استمرار العازل الحرارى عند هذه المواضع.

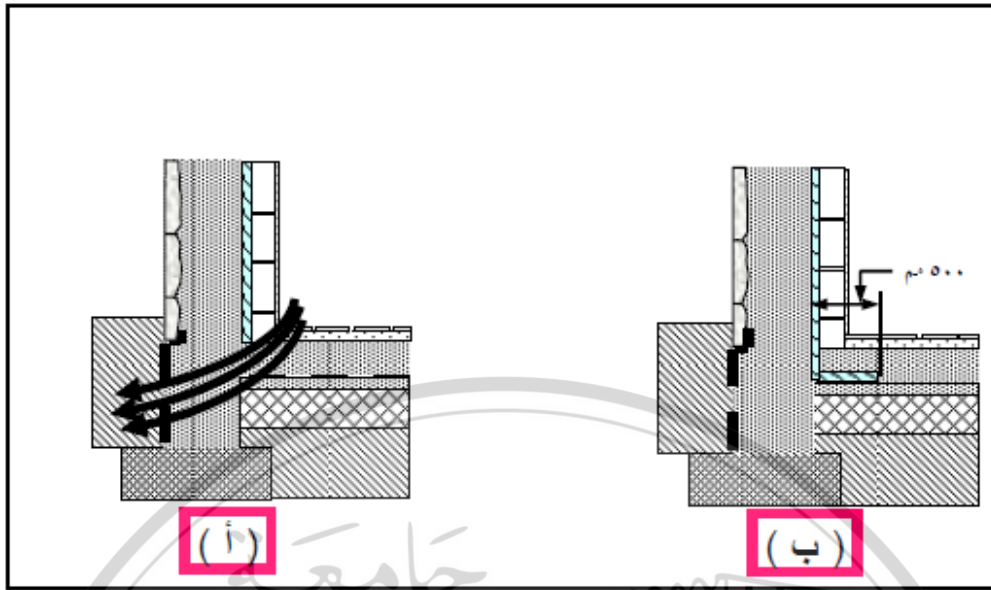
UNIVERSITY
OF
ALEPPO



شكل (١٥) مسقط أفقي لتلاقي جدارين والحل المقترح لمعالجة الجسور الحرارية عند نقاط الالتقاء



شكل (١٦) مسقط أمامي لتلاقي جدار خارجي مع السقف والحل المقترح لمعالجة الجسور الحرارية عند نقاط الالتقاء



شكل (١٧) مسقط أمامي لتلاقي جدار خارجي مع الأرضية والحل المقترح لمعالجة الجسور الحرارية عند نقاط الالتقاء

٢-٥-٦- الحسابات الحرارية:

٢-٥-٦-١- المبادئ الأساسية لانتقال الحرارة:

- انتقال الحرارة بالتوصيل:
هو انتقال الطاقة الحرارية من جزيئات الجسم الصلب الأسخن إلى الجزيئات الأقل سخونة والتي على تماس معها، نتيجة اختلاف درجة الحرارة بينها.
- انتقال الحرارة بالحمل:
هو انتقال الطاقة الحرارية بين سطح جسم صلب ووسط سائل أو غازي متحرك، ويتم ذلك إما بشكل طبيعي نتيجة اختلاف في كثافة الوسط (حمل حر) أو نتيجة تحريك الوسط بمؤثر خارجي (حمل قسري).
- انتقال الحرارة بالإشعاع:
هو التحول من الطاقة الحرارية الداخلية في جسم ما إلى طاقة إشعاعية (موجات كهرومغناطيسية) تنتقل عبر الفراغ لتتصادم بجسم آخر وتتحول من جديد إلى طاقة حرارية يمتصها الجسم المستقبل.

٢-٥-٦-٢ - حساب معامل الانتقال الحراري الكلي (U-value) للعناصر المولفة
من عدة طبقات متجانسة:

يتم حساب معامل الانتقال الحراري الكلي وفق العلاقة (٢):

علاقة (٢):

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_{i=1}^{i-n} \frac{d_i}{\lambda_i} + R_c + R_{se}}$$

حيث:

- U: معامل الانتقال الحراري الكلي ويقدر ب (واط/م^٢.كلفن)
- R_{si} : المقاومة الحرارية السطحية الداخلية وتقدر ب (م^٢.كلفن / واط) وتؤخذ قيمها من الجدول رقم (٤ من الملحق)
- R_c : المقاومة الحرارية للفراغات الهوائية وتقدر ب (م^٢.كلفن / واط) و تؤخذ قيمها من الجدول رقم (٦ من الملحق)
- R_{se} : المقاومة الحرارية السطحية الخارجية وتقدر ب (م^٢.كلفن / واط) وتؤخذ قيمها من الجدول رقم (٥ من الملحق)
- d_i : سماكة الطبقة i وتقدر ب (م)
- λ_i : معامل التوصيل الحراري للطبقة i وتقدر ب (واط / م.كلفن) وتؤخذ قيمتها من الجدول (٣ من الملحق)

وتتحدد كمية الحرارة المنتقلة عبر العنصر الإنشائي متعدد الطبقات بالعلاقة التالية:

$$Q = U.A(t_i - t_e)$$

حيث:

- t_i : درجة حرارة الوسط الداخلي وتقدر ب (كلفن)
- t_e : درجة حرارة الوسط الخارجي وتقدر ب (كلفن)

٢-٥-٦-٣- حساب معامل الانتقال الحراري الكلي للعناصر لامتجانسة التركيب:

يتم حساب معامل الانتقال الحراري الكلي للعناصر اللامتجانسة التركيب وذلك بتقسيمها إلى عدة مساحات متجانسة حيث أن المقاومة الحرارية لمكونات هذه العناصر تختلف من مساحة إلى أخرى كما هو الحال في السقف الهوردي، ومن ثم يتم حساب معامل الانتقال الحراري الكلي لكل مساحة على حدة وفق العلاقة (٢) ثم تحسب معامل الانتقال الحراري الكلي للعنصر وفق العلاقة (٣) التالية:

$$U = \frac{\sum U_i A_i}{A} \quad (W/m^2.k) \quad (3)$$

حيث:

A : المساحة الكلية للعنصر

A_i : هي مساحة الجزء (i) من العنصر المعني

U : معامل الانتقال الحراري الكلي للعنصر

U_i : معامل الانتقال الحراري الكلي للجزء (i) من العنصر المعني

وكمثال على ذلك، يحسب معامل الانتقال الحراري الكلي للسقف الهوردي والمبين

في الشكل رقم (١٨) وفق العلاقة (٤)

$$U = \frac{\sum U_i A_i + U_1 A_1}{A} \quad (W/m^2.k) \quad (4)$$

حيث:

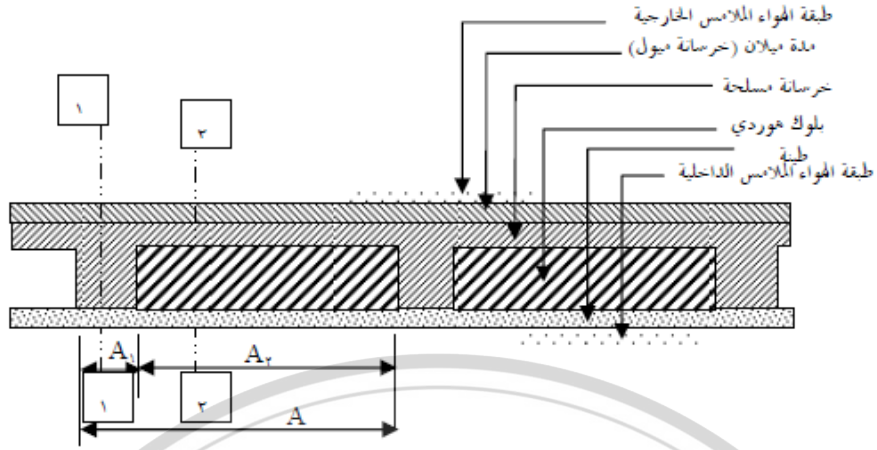
U_1 = معامل الانتقال الحراري الكلي لجزء العنصر الذي مقطعه (١-١)

A_1 = مجموع مساحة الجزء الذي مقطعه (١-١)

U_2 = معامل الانتقال الحراري الكلي لجزء العنصر الذي مقطعه (٢-٢)

A_2 = مجموع مساحات الجزء الذي مقطعه (٢-٢)

$A = A_1 + A_2$ = مجموع المساحات



شكل (١٨) مقطع في سقف هوردي

كما يتم حساب معامل الانتقال الحراري الكلي للجدران التي تحوي عناصر غير متجانسة من نوافذ وأبواب وفق العلاقة (٥).

$$U = \frac{\sum U_d A_d + \sum U_w A_w + \sum U_{win} A_{win}}{A} \quad (W/m^2.K) \quad (٥)$$

حيث:

U = معامل الانتقال الحراري الكلي للجدران الخارجية شاملة جميع الفتحات الخارجية.

U_d = معامل الانتقال الحراري الكلي للأبواب الخارجية.

U_w = معامل الانتقال الحراري الكلي للأجزاء المصمتة من الجدران الخارجية.

U_{win} = معامل الانتقال الحراري الكلي للنوافذ الخارجية.

A = المساحة الكلية للجدران الخارجية شاملة جميع الفتحات الخارجية.

A_d = المساحة الصافية للأبواب الخارجية.

A_w = المساحة الصافية للأجزاء المصمتة من الجدران الخارجية.

A_{win} = المساحة الصافية للنوافذ الخارجية.

وتؤخذ قيم معامل الانتقال الحراري الكلي للنوافذ والأبواب من الجدول (٧)، ٨، ٩ من الملحق)

٢-٥-٦-٤ - حساب معامل الانتقال الحراري الكلي لكامل البناء:

تحتسب قيمة معامل الانتقال الحراري الكلي لكامل البناء من العلاقة (٦) وذلك لتقدير الطاقة الحرارية اللازمة لكامل البناء.

$$U_T = \frac{\sum U_d A_d + \sum U_F A_F + \sum U_G A_G + \sum U_R A_R + \sum U_W A_W + \sum U_{win} A_{win}}{A} \quad (W/m^2.K) \quad (٦)$$

حيث:

U_T = معامل الانتقال الحراري الكلي لكامل البناء.

U_d = معامل الانتقال الحراري الكلي للأبواب.

U_F = معامل الانتقال الحراري الكلي للأرضيات المكشوفة و/أو غير الملامسة للتربة.

U_G = معامل الانتقال الحراري الكلي للأرضيات الملامسة للتربة.

U_R = معامل الانتقال الحراري الكلي للسقوف المكشوفة.

U_W = معامل الانتقال الحراري الكلي للأجزاء المصمتة من الجدران الخارجية.

U_{WIN} = معامل الانتقال الحراري الكلي للنوافذ.

A = المساحة الخارجية الكلية لكامل البناء.

A_d = المساحة الصافية للأبواب.

A_F = المساحة الأرضيات المكشوفة و/أو غير الملامسة للتربة.

A_G = مساحة الأرضيات الملامسة للتربة.

A_R = مساحة السقوف المكشوفة.

A_W = المساحة الصافية للأجزاء المصمتة من الجدران الخارجية.

A_{win} = المساحة الصافية للنوافذ.

٢-٥-٦-٥- التيار الحراري المنتقل عبر العناصر الإنشائية:

يتم حساب معدل التيار الحراري المنتقل خلال العناصر الإنشائية من داخل البناء (الدافئ) حيث درجة حرارة الهواء الداخلي (t_i) إلى الهواء الخارجي (البارد) (t_e) كالتالي:

$$Q = A \cdot U (t_i - t_e) (W)$$

وتعني (A) مساحة العنصر الإنشائي (بالأمتار المربعة) وبذلك تكون كثافة معدل التيار الحراري المار من خلال وحدة المساحة:

$$q = Q/A = U (t_i - t_e) (W/m^2)$$

ويستعمل معدل التيار الحراري (Q) أساساً لحساب كمية الحرارة المفقودة والمكتسبة خلال العناصر الإنشائية اللازمة لتحديد أحمال التدفئة وأحمال التكييف للبناء.

- درجة حرارة السطح الداخلي للعنصر الإنشائي:

تُحسب درجة حرارة السطح الداخلي للعنصر الإنشائي وفقاً للعلاقة الحسابية التالية:

$$t_{si} = t_i - (R_{si} \cdot q) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{si} = t_i - (R_{si} \cdot U \Delta t) \text{ } ^\circ\text{C}$$

حيث أن:

$$t_{si} = \text{درجة حرارة السطح الداخلي للعنصر الإنشائي } (^\circ\text{C})$$

$$t_{se} = \text{درجة حرارة السطح الخارجي للعنصر الإنشائي } (^\circ\text{C})$$

$$t_{se} = \text{درجة حرارة الهواء الداخلي } (^\circ\text{C})$$

$$t_{se} = \text{درجة حرارة الهواء الخارجي } (^\circ\text{C})$$

$$t_{se} = \text{المقاومة الحرارية للسطح الداخلي } (m^2 \cdot k/w)$$

$$t_{se} = \text{المقاومة الحرارية للسطح الخارجي } (m^2 \cdot k/w)$$

$$t_{se} = \text{كثافة معدل التيار الحراري } (w/m^2)$$

$$t_{se} = \text{معامل الانتقال الحراري الكلي للعنصر الإنشائي } (w/m^2 \cdot k)$$

t_{se} = الفرق بين درجة حرارة الهواء الداخلي والخارجي ($^{\circ}\text{C}$)

درجة حرارة السطوح الفاصلة بين طبقات العنصر الإنشائي:

تستخدم العلاقات التالية لحساب توزيع درجات الحرارة خلال العنصر الإنشائي

متعدد الطبقات عند نقاط تلامس الطبقات والمبينة في الشكل (١٩) وذلك على غرار درجة حرارة السطح الداخلي:



شكل (١٩) توزيع درجات الحرارة خلال عنصر إنشائي متعدد الطبقات

ويوضح الجدول (١٠) معامل التوصيل الحراري لبعض المواد وهي قيم استرشادية لحين توفر قيم مخبرية محلية معتمدة.

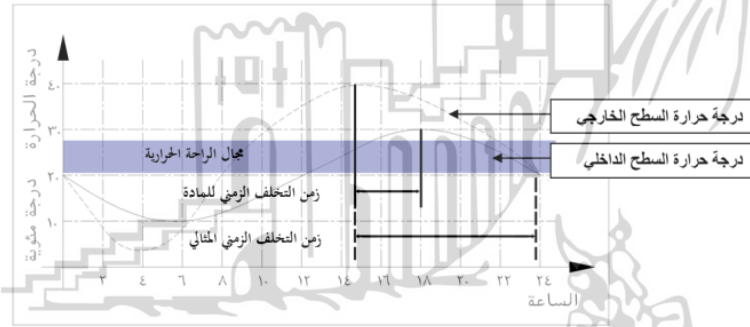
جدول (١٠) معامل التوصيل الحراري لبعض المواد (قيم استرشادية لحين توفر قيم مخبرية محلية معتمدة)
(بالإضافة لقيم أخرى في الملحق تنمة جدول ١٠)

معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)	الكثافة (ρ) (kg/m ³)	المادة	
١,٥٣	٢٢٠٠	حجر كلسي (Limestone)	حجارة طبيعية
١,٥	٢١٨٠		
٠,١٣	١٦٥٠	حجر رملي (Sandstone)	
١,٥	٢٣٠٠		
١,٣	٢٠٠٠	رخام (Marble) أو حجر بناء صلب	
٢,٢	٢٥٠٠	غرانيت (Granite)	رمل ناعم وحصى
٢,٣	٢٦٠٠	بازلت (Basalt)	
٢,٣	٢٦٠٠	رمل (Sand)	
٠,٣	١٥٠٠	رمل سيل (Wadi Sand)	
٠,٤٢	١٧٥٠	حصي سيل (Wadi Pebbles)	
٠,٤٢	١٥٤٠	(mesh ١٠٠-٢٠)	
		(mm ٦-٣)	

٢-٦- تأثير مواد بناء وإكساء الغلاف الخارجي على الأداء الحراري للمباني:

يمكن تحديد كفاءة الغلاف الخارجي من حيث قدرته على ترشيد الطاقة من خلال تقييم عناصره المعمارية (الأسقف - الجدران - الفتحات)، ومما سبق نجد أن لكل عنصر من العناصر الإنشائية المكونة للغلاف الخارجي للمبنى زمن تخلف مثالياً ومعدل الانتقال الحراري الملائم للظروف المناخية في منطقة الدراسة، وتحقيق تلك القيم يتم تحقيق الراحة الحرارية لمستخدمي المبنى مع ترشيد في الطاقة اللازمة لتحقيق تلك الراحة وهو هدف البحث الأساسي.

حيث أن التخلف الزمني (ساعة): هو الفرق الزمني للنهيات العظمى لكل المؤثرات الخارجية والاستجابة الحرارية الداخلية، شكل رقم (٢٠) يوضح العلاقة بين التذبذب في درجات الحرارة للأسطح الخارجية والداخلية مع الزمن موضحاً التخلف الزمني.



شكل رقم (٢٠) العلاقة بين التذبذب في درجات الحرارة للأسطح الخارجية والداخلية مع الزمن موضحاً التخلف الزمني



٢-٦-١- دراسة تحليلية لتصميم الغلاف الخارجي لأحد المباني في مدينة حلب:

فيما سبق تم استعراض العوامل المؤثرة في تحسين الأداء الحراري لعناصر الغلاف الخارجي (الأسقف-الجدران-الفتحات)، سواء أكان ذلك من خلال تشكيل الغلاف الخارجي أو من خلال الاختيار الملائم لمواد بناء وإكساء ذلك الغلاف بعد التعرف على

الخصائص والصفات الفيزيوقحرارية لتلك المواد، وسيتم في هذا الجزء من الكتاب استعراض الدراسات التحليلية والخاصة بتصميم غلاف خارجي للمبنى عن طريق تحديد المتغيرات والبدائل في قطاع العنصر الإنشائي الأساسي لدراسة تأثير كل متغير على الأداء الحراري لذلك العنصر، وقد تم إجراء هذه الدراسة على عدة خطوات متتالية للمقارنة والوصول لأفضل الحلول المناخية لتصميم غلاف خارجي للمبنى يحقق الراحة الحرارية ويساهم إلى حد كبير في ترشيد الطاقة، وقد شملت الدراسة:

- تصميم طبقات الجدار الخارجي للمبنى.

- تصميم المعالجة المناخية لسقف المبنى.

- تصميم المعالجات المناخية للنوافذ الخارجية بالمبنى.

٢-٦-١-١- الدراسات الخاصة بتصميم مقطع الجدار الخارجي:

أسس وفرضيات الدراسة التحليلية:

قام الدارس فيما يلي بتحديد المتغيرات والبدائل في مقطع الجدار الأساسي لدراسة تأثير كل متغير على الأداء الحراري للجدار، والمقارنة بين المقاطع المختلفة المستخدمة في تنفيذ الغلاف الخارجي للمباني في مدينة حلب، طبقاً لقيمة الانتقالية الحرارية U-Value التي يحققها كل مقطع من تلك المقاطع وبما يحقق الراحة الحرارية المطلوبة لمستعملي الفراغ، وتمثل هذه البدائل فيما يلي:

١- تأثير سماكة الجدار.

٢- تأثير نوع مواد البناء المستخدمة في الجدار.

٣- تأثير اختلاف مادة الأكساء الخارجي للجدار.

٤- تأثير تغيير سماكة الطبقة العازلة للحرارة.

٥- تأثير وجود أو عدم وجود الطبقة العازلة للحرارة داخل الجدار.

٦- تأثير كون الجدار مفرداً أو مزدوجاً.

ويمكن دراسة مدى تأثير كل عامل من العوامل السابقة على الأداء الحراري للجدار وذلك باختيار مقطع جدار أساسي والتغيير في أحد مكوناته مع تثبيت باقي المكونات وإجراء التحليل اللازم واستخلاص النتائج، فعلى سبيل المثال نغير في نوعية مادة بناء الجدار الأساسية مع تثبيت سماكة تلك المادة وتثبيت نوعية وسماكة مادة الإكساء الخارجية والداخلية، ونقارن بين المقاطع المختلفة للجدار الناتجة لدينا، طبقاً لقيمة الانتقالية الحرارية U-Value التي يحققها كل مقطع من تلك المقاطع البديلة وكلما قلت تلك القيمة كان الأداء الحراري للجدار أفضل، ومن هذا التحليل نستنتج مدى تأثير نوعية مواد البناء المستخدمة في الجدار على أدائه الحراري.

وفي العرض التالي سيتم تطبيق التحليل على مجموعة العوامل المؤثرة على الأداء الحراري للجدار والمذكورة آنفاً وذلك باستخدام المعادلة التالية لحساب معامل الانتقال الحراري لمختلف المقاطع:

$$R_w = R_o + \sum L/K + R_i$$

$$U = 1/R_w$$

حيث أن:

R_w = المقاومة الحرارية للجدار المدروس.

$R_o = 0,08$ (م.٢م/°) المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية المحمية.

$R_o = 0,06$ (م.٢م/°) المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية معتدلة التعرض.

$R_o = 0,03$ (م.٢م/°) المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية شديدة التعرض.

$\sum L/K$ = مجموع المقاومات الحرارية لمكونات الجدار (م.٢م/°)، حيث L سماكة

المادة (م)، و k الموصلية الحرارية لتلك المادة (واط/م.°).

$R_i = 0,12$ (م.٢م/°) المقاومة الحرارية للسطح الداخلي للجدار المدروس.

من المعادلة السابقة نجد أن السطوح الخارجية تصنف حسب درجة تعرضها للعوامل الجوية إلى ثلاث فئات كما يلي:

سطوح محمية: وتشمل الطابقين الأول والثاني فوق مستوى سطح الأرض في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن، (سرعة الرياح حوالي ٣ م/ث).

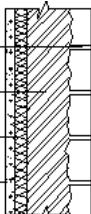
سطوح معتدلة التعرض: وتشمل الطوابق الثالث والرابع والخامس في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن، وتشمل كذلك الطوابق الأول والثاني والثالث في بناية تقع في المناطق المحيطة بالمدن، (سرعة الرياح حوالي ٦ م/ث).

سطوح شديدة التعرض: وتشمل الطوابق السادس فما فوق في بناية تقع في المناطق الداخلية من المدن، وتشمل الطوابق الرابع فما فوقه في بناية تقع في المناطق المحيطة بالمدن، وتشمل كذلك المباني الموجودة على الشواطئ والمرتفعات، (سرعة الرياح حوالي ٩ م/ث).

٢-٦-١-١-١-١ تأثير سماكة الجدار:

يمكننا معرفة تأثير سماكة الجدار الخارجي على قيمة الانتقالية الحرارية له من خلال تقييم مقطع جدار مكون على سبيل المثال من الخارج للداخل من طبقة إكساء هي حجر رخام، وبلوك إسمنتي مصمت، وعازل حراري، وزريقة إسمنتية، وذلك مع تغيير في سماكة أحد مكونات هذا الجدار مع تثبيت سماكة باقي المكونات انظر جدول (١١).

جدول (١١) توضيح تأثير تغيير سماكة الجدار على الانتقالية الحرارية له

القطاع الانشائي					الطبقة	الكثافة p	الموصلية الحرارية k	الحرارة النوعية (J/kg.c°)	d = السماكة (m)	
	1- حجر إكساء	١	٢٦٠٠	٢,٦	٨٨٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٥		
	2- بلوك إسمنتي	٢	١٦٠٠	١,٣	٨٨٠	٠,١٠	٠,١٥	٠,٢٥		
	3- عازل حراري	٣	٢٨	٠,٠٢٩	١٢٠٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣		
	4- زريقة إسمنتية	٤	٢٠٠٠	١,٤	٧٨٠	٠,٠٢	٠,٠٢	٠,٠٢		
					الانتقالية الحرارية u (w/m².c°)	منطقة محمية				٠,٧٥
						منطقة معتدلة التعرض				٠,٧٦
						منطقة شديدة التعرض				٠,٧٨

نتائج التحليل:

١- بزيادة سماكة الجدار تقل قيمة U-Value وتزداد الكفاءة الحرارية للجدار فعند استخدام بلوك إسمنتي مصمت بسماكة ٢٥ سم كان للجدار أداء حراري أفضل من استخدام نفس المادة ولكن بسماكة أقل.

٢- لم يحدث أي اختلاف في قيمة الانتقالية الحرارية للجدار عند استخدام حجر اكساء بسماكة ٥ سم بدل ٣ سم من نفس مادة الاكساء (حجر رخام).

٢-١-١-٦-٢ تأثير نوع مواد البناء المستخدمة في الجدار:

سيتم في الجدول (١٢ في الملحق) المقارنة بين مقاطع الجدار الناتجة من تغيير في نوعية مادة بناء الجدار الأساسية مع تثبيت سماكة تلك المادة بالاضافة لتثبيت نوعية وسماكة باقي مكونات الجدار طبقاً لقيمة الانتقالية الحرارية U-Value التي يحققها كل مقطع من تلك المقاطع البديلة.

نتائج التحليل:

عند تغيير نوعية البلوك المستخدم في الجدار مع تثبيت باقي مكونات الجدار نستنتج:

١- أثبت القرميد الأحمر الناري (الآجري) المفرغ أفضل أداء حراري يليه البلوك الإسمنتي المفرغ يليه البلوك الإسمنتي المصمت ثم القرميد العادي وآخر شيء الحجر.

٢- من الجدول السابق نستنتج أنه كلما قلت كثافة المادة تحسن أدائها الحراري فالقرميد الآجري تبلغ كثافته ٨٠٠ كغ/م^٣ بينما البلوك الإسمنتي المفرغ ١٢٠٠ كغ/م^٣ والبلوك الإسمنتي المصمت ١٦٠٠ كغ/م^٣ والقرميد العادي الأحمر ١٨٠٠ كغ/م^٣ أما حجر البناء فتبلغ كثافته ٢٥٠٠ كغ/م^٣ وتعليل ذلك أنه كلما قلت كثافة المادة (الوزن الحجمي) زادت الفراغات الهوائية داخل المادة وبالتالي زادت مقاومتها الحرارية وكان أدائها الحراري أفضل.

٢-٦-١-١-٣- تأثير اختلاف مادة الإكساء الخارجي للجدار:

سنقوم بتغيير مادة الإكساء الخارجي للجدار مع ثبات باقي مكونات وأبعاد الجدار كما سيظهر في الجدول (١٣ في الملحق)

نتائج التحليل:

١- لا يوجد تأثير يذكر باختلاف نوع مادة الإكساء الخارجية، فالانتقالية الحرارية للجدار بقيت ثابتة تقريباً أي إذا استعملنا حجراً للإكساء أو رشّة تيرولية لا يختلف الأداء الحراري للجدار والاختيار المناسب هنا يتوقف على توفير الشكل الجمالي للجدار بالإضافة إلى الناحية الاقتصادية ولكن عامل امتصاص وانعكاس الأشعة الشمسية لمادة إكساء الجدار يؤثر بشكل كبير على أدائه الحراري عند حساب المقاومة الحرارية المطلوبة للجدار، التي اختلفت بشكل ملحوظ باختلاف عامل امتصاص السطح الخارجي وذلك عند إجراء الحسابات لجدار غير مظلل وإدخال تأثير الأشعة الشمسية ضمن الحسابات. فكلما نقص عامل امتصاص المادة ازداد عامل انعكاس الأشعة الشمسية لها وينعكس ذلك على الأداء الحراري للجدار الذي يتحسن بشكل ملحوظ بانخفاض عامل الامتصاص وزيادة عامل الانعكاس لمادة الإكساء الخارجي.

٢-٦-١-١-٤- تأثير وجود الطبقة العازلة للحرارة و التغيير في سماكتها:

نستخدم للعزل الحراري مادة البوليسترين المبثوق بسماكات مختلفة مع ثبات باقي مكونات الجدار كما هو موضح في جدول (١٤ في الملحق).

النموذج المدروس مؤلف من إكساء حجر رخام بسماكة ٣ سم، بلوك إسمنتي مصمت ٣٠ سم طبقة عازلة متغيرة السماكة (٣-٤-٥) سم، زريقة إسمنتية.

نتائج التحليل:

١- إن لتغيير سماكة الطبقة العازلة تأثيراً كبيراً على قيمة الانتقالية الحرارية U-Value للجدار.

٢- كان لاستخدام الطبقة العازلة للحرارة التأثير الكبير على الأداء الحراري للجدار.

٣- يمكن بواسطة استخدام الطبقة العازلة للحرارة في الجدار الوصول لأفضل أداء حراري له، بحيث يحقق قيمة مثلى للانتقالية الحرارية U-Value حتى يمكن تحقيق المتطلبات الحرارية المثلى لمستعملي الفراغ، وذلك طبقاً لسماكة الطبقة العازلة للحرارة المطلوبة والتي تحقق قيمة الانتقالية الحرارية U-Value المثلى.

٢-٦-١-١-٥- تأثير كون الجدار مفرد أو مزدوج:

سنقوم في هذه الفقرة بتحليل جدارين لهما نفس المكونات من مواد البناء ولكن في الحالة الثانية تم توزيع البلوك الإسمنتي المصمت المستخدم في النموذج الأول ٣٠ سم إلى طبقتين لهما نفس سماكة البلوك في الجدار الأول كل طبقة ١٥ سم ولكن بينهما فراغاً هوائياً بسماكة ٥ سم كما هو موضح في الجدول التالي (١٥ في الملحق).

نتائج التحليل:

نجد من التحليل السابق أن للجدار المزدوج أداءً حرارياً أفضل من الجدار المفرد، ومن الجدول السابق نجد أن قيمة U-Value تنخفض باستخدام الجدار المزدوج بشكل واضح وبالتالي تزداد الكفاءة الحرارية للجدار.

٢-٦-٢- تصميم المعالجات المناخية للنوافذ الخارجية بالمبنى:

أسس وفرضيات الدراسة التحليلية: إن الفتحات والنوافذ الخارجية تمثل عبئاً حرارياً على الفراغ الداخلي، والذي يتحكم بمعدل التدفق الحراري عبر النافذة هو:

- مساحة الفتحات.
- نسبة التعرض للإشعاع الشمسي.
- نوعية الزجاج.
- الانتقالية الحرارية الإجمالية للفتحة تختلف باختلاف نوعية النوافذ (معدنية أم خشبية) بالإضافة إلى كون الزجاج مفرداً أو مزدوجاً وكونه معالجاً أو غير معالج.

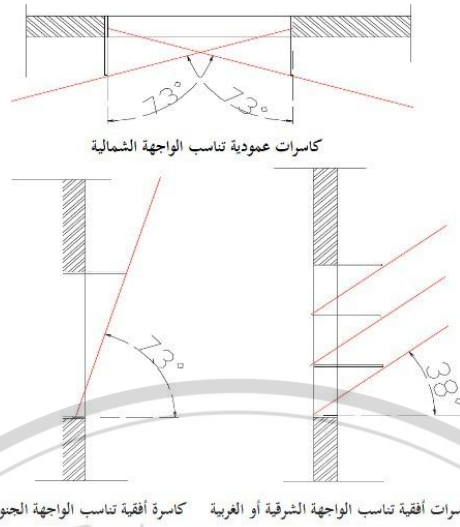
٢-٦-٢-١ - مساحة الفتحات:

كلما زادت مساحة الفتحات ازداد التدفق الحراري عبر الفتحات، وبالتالي تزداد الطاقة اللازمة لتأمين الراحة الحرارية للفراغ الداخلي، ومن التقييم البيومناخي الذي أجراه الباحث باستخدام جداول ماهوني نستنتج أن المساحة المناسبة للفتحات في مدينة حلب هي ١٥-٢٥% من مساحة الجدار.

٢-٦-٢-٢ - نسبة التعرض للشمس:

يمكن منع أشعة الصيف من النفوذ إلى داخل الفراغ عبر الفتحات، وذلك بتحديد الفترة التي تتعرض فيها الفتحات لأقصى إشعاع شمسي في الصيف وتحديد زاوية الظل الأفقية والرأسية لتلك الفترة ومن ثم تصميم الكاسرة الشمسية المناسبة لتلك الزوايا، وقد قام الباحث بحساب شدة الإشعاع الشمسي المباشر على الغلاف الخارجي للمباني في مدينة حلب ولكل أشهر السنة، كما تم تحديد الفترة التي تتعرض فيها الواجهات لأقصى إشعاع شمسي مباشر، وتحديد زوايا الظل الرأسية والأفقية للشمس لتلك الفترة كما هو موضح في جدول (١٦ في الملحق)، وبلاستفادة من هذا الجدول يمكن تصميم كاسرات الشمس المناسبة لمختلف الواجهات في مدينة حلب.

يمكن تصميم نموذج لكاسرات الشمس المناسبة لمختلف الواجهات في مدينة حلب وفقاً لزوايا ورود الشمس كما هو موضح في شكل (٢١)، مع العلم أن هناك نماذج أخرى كثيرة من الممكن استخدامها في تلك الواجهات وتحقيق الإظلال المطلوب وفقاً لنفس زوايا ورود الشمس.



شكل (٢١) تصميم نموذج من الكاسرات مناسبة للواجهات في مدينة حلب

– ولتأكيد أهمية التظليل في تقليل الحمل الحراري للنوافذ سنجري التحليل التالي:

سنأخذ مثلاً لنافذة تتعرض للإشعاع الشمسي وغير معالجة بكاسرات، ونقارنها بنافذة معالجة بالإظلال عن طريق الكاسرات، مع اعتبار أن للنافذتين المساحة ذاتها، أما الانتقالية الحرارية ومعامل الكسب الحراري فهما نفسهما للنافذتين بسبب استخدام نوعية واحدة من الزجاج للنافذتين، بتطبيق معادلة التدفق الحراري عبر الفتحات خلال فصل الصيف:

$$Q_g = A_g [F_{sh} \cdot \Gamma \cdot I + U_g (T_{out} - T_{in})] \quad (١)$$

حيث أن:

$$A_g = \text{مساحة الفتحة غير مظلة (م}^2\text{)}.$$

$$F_{sh} = \text{معامل التظليل ويساوي الصفر في حالة التظليل العام وتساوي الواحد}$$

في حال انعدام التظليل.

$$\Gamma = \text{معامل الكسب الحراري للنافذة.}$$

$$I = \text{الإشعاع الكلي الساقط على الواجهة الرأسية (واط / م}^2\text{)}.$$

$Ug =$ معامل انتقال الحرارة الكلي للنافذة (واط / م².°م).

$(T_{out} - T_{in}) =$ الفرق بين درجات حرارة الهواء الخارجي والداخلي (م°).

وبفرض أن الزجاج عادي ومعامل الكسب الحراري له ٠,٨٧ والانتقالية الحرارية للنافذة ٥,٦ واط / م².°م وشدة الاشعاع الشمسي الذي تتعرض له النافذة ٦٠٠ واط/م² ودرجة الحرارة الخارجية التصميمية للصيف ٣٥ م° ودرجة الحرارة الداخلية هي ٢٥ م° ومساحة النافذة ١,٨ م² بالتعويض في المعادلة نجد:

- الحالة الأولى النافذة غير مظلة: لا يوجد حولها كاسرات والحساب لساعة الذروة (واجهة شرقية):

$$\begin{aligned} Q_g &= Ag [F_{sh} \cdot \Gamma \cdot I + Ug (T_{out} - T_{in})] \\ &= 1,8 (1 \times 0,87 \cdot 600 + 5,6 \times 10) \\ &= 1040,4 \text{ watt} \end{aligned}$$

- الحالة الثانية النافذة مظلة بشكل كامل: (الكاسرات مصممة لحجب أقصى أشعة شمسية مباشرة تتعرض لها الواجهة في الصيف):

$$\begin{aligned} Q_g &= Ag [F_{sh} \cdot \Gamma \cdot I + Ug (T_{out} - T_{in})] \\ &= 1,8 (0 \times 0,87 \times 600 + 5,6 \times 10) \\ &= 100,8 \text{ watt} \end{aligned}$$

الحمل الحراري الموفر = الحمل الحراري للنافذة بدون تظليل - الحمل الحراري للنافذة المظلة

$$= 100,8 - 1040,4 = 939,6 \text{ واط}$$

- نسبة تقليل الحمل الحراري للنوافذ بسبب التظليل:

النسبة المئوية للتخفيض = الحمل الحراري الموفر / الحمل الحراري بدون تظليل

$$= 939,6 \div 1040,4 = 0,90 = 90\% \text{ نسبة التخفيض في}$$

الحمل الحراري بسبب التظليل وكاسرات الشمس.

وهي نسبة كبيرة وتستحق الاهتمام بشكل فعلي في تظليل النوافذ واختيار الكاسرات المناسبة التي تساهم في حجب أشعة شمس الصيف وتسمح لأشعة شمس الشتاء بالدخول للفراغ الداخلي.

٢-٢-٣- نوعية زجاج الفتحات (الانتقالية الحرارية -معامل الكسب الحراري):

يمكن تحسين الأداء الحراري للنوافذ في اختيار نوع الزجاج الذي يحقق أقل معدل اكتساب حراري أي الذي يكون نسبة الأشعة النافذة عبره والممتصة من قبل الزجاج أقل ما يمكن مع مراعاة نفاذية الضوء الطبيعي للفراغ الداخلي بشكل يساعد في تأمين الإنارة الطبيعية لداخل الفراغ معظم أوقات النهار والاستغناء عن الإنارة الصناعية، لأن توفير الإنارة الطبيعية للفراغ الداخلي يساعد في ترشيد الطاقة اللازمة لتأمين الإنارة لداخل الفراغ فيما لو استخدمت الإنارة الصناعية. وقد تم عرض أنواع مختلفة من الزجاج التي تساهم في ترشيد الطاقة في الباب الثاني من هذا البحث، كما أنه عند استخدام الزجاج المزدوج يمكن تحسين أدائه الحراري من خلال:

- ١- عزل الفراغات بين ألواح الزجاج مما يساعد على تخفيض قيمة الحرارة المنتقلة بالتوصيل.
- ٢- خفض غاز الأرجون أو الكربون في الفراغات لأنه يؤدي إلى خفض كميات الحرارة المنتقلة بالحمل بين ألواح الزجاج.

وتختلف الانتقالية الحرارية للفتحات بحسب نوع النوافذ معدنية أم خشبية بالإضافة إلى نوع الزجاج المستخدم في الفتحة وكلما قلت الانتقالية الحرارية للنوافذ تحسن أدائها الحراري وساهمت بترشيد الطاقة بشكل أكبر.

ويمكن إيضاح أهمية اختيار نوع الزجاج على ترشيد الطاقة من خلال إجراء التحليل

التالي:

نأخذ مثلاً لمبنى فيه نافذة ألومنيوم خارجية مساحة الزجاج فيها ٢ م^٢ وهو زجاج مفرد والانتقالية الحرارية له ١,٧ واط/م^٢.م^٠، وبما أنه يمكن ترشيد استهلاك الطاقة بمعالجة

الفتحات، وذلك باستبدال الزجاج العادي المفرد بزجاج مزدوج، على سبيل المثال نأخذ زجاجاً الانتقالية الحرارية له ٤,١ واط/م^٢ م° و بحساب التوفير بالطاقة الذي يؤمنه الزجاج المزدوج كما يلي:

باعتبار أن معامل الكسب الحراري للزجاج العادي ٠,٨٧، والزجاج المزدوج هو زجاج مكون من طبقتين من زجاج شفاف وبينهما فراغ هوائي ١,٢ ملم ومعامل الكسب الحراري له هو ٠,٦٨، وبفرض أن النافذتين غير مظللتين، وباعتبار أن شدة الإشعاع الشمسي الذي يتعرض لها الزجاج هي ٦٩٢ واط/م^٢ (الواجهة شرقية أو غربية)، ودرجة الحرارة التصميمية للشتاء (-٢ م°) وللصيف (٣٥ م°) في مدينة حلب وبالتعويض في المعادلات التالية نجد:

• الحالة الأولى: الحمل الناتج من النوافذ باستعمال الزجاج (المزدوج)

في فصل الصيف يمكن حساب التدفق الحراري عبر الفتحات غير المظللة وفق المعادلة التالية:

$$Q_g = A_g [F_{sh} \cdot \Gamma \cdot I + U_g (T_{out} - T_{in})] \quad (١)$$

$$= ٢ [١ \times ٠,٦٨ \times ٦٩٢ + ٤,١ (٣٥ - ٢٥)] = ١٠٢٣ \text{ watt}$$

حيث أن:

A_g = مساحة الفتحة غير مظللة (م^٢).

F_{sh} = معامل التظليل ويساوي الصفر في حالة التظليل العام وتساوي الواحد في

حالة انعدام التظليل.

Γ = معامل الكسب الحراري للنافذة.

I = الإشعاع الكلي الساقط على الواجهة الرأسية (واط / م^٢).

U_g = معامل انتقال الحرارة الكلي للزجاج (واط / م^٢ م°).

$(T_{out} - T_{in})$ = الفرق بين درجات حرارة الهواء الخارجي والداخلي (م°).

في فصل الشتاء يمكن حساب التدفق الحراري عبر الفتحات وفق المعادلة التالية:

$$sh.Ug (Tout - Tin) \quad (٢) \quad ,sh = Ag ,Qg$$

$$= ٢ \times ٤,١ [٢٢ - (-٢)] = ١٩٦,٨ \text{ watt}$$

$$sh , Ag = \text{مساحة الفتحة المظللة (م} ٢)$$

$$Ug = \text{معامل انتقال الحرارة الكلي للزجاج (واط / م} ٢ \text{ } ^\circ \text{C}) .$$

$$(Tout - Tin) = \text{الفرق بين درجات حرارة الهواء الخارجي والداخلي (م} ^\circ \text{C}) .$$

$$1219,8 = 196,8 + 1023 = Qg (\text{Summer}) +$$

$$Qg ,s (\text{winter}) = \text{الحمل الإجمالي}$$

• الحالة الثانية: الحمل الناتج من النوافذ باستعمال الزجاج العادي

بالتعويض في المعادلات السابقة بنفس الطريقة مع تغيير قيمة U- Value للزجاج العادي بدل U- Value للزجاج المزدوج، بالإضافة لعامل الاكتساب الحراري للزجاج العادي بدل عامل الاكتساب الحراري للزجاج المزدوج، مع تثبيت كافة الظروف الأخرى من نسبة إشعاع شمسي يتعرض لها الزجاج ومساحة الزجاج والاختلاف في درجة الحرارة بين الهواء الخارجي والهواء الداخلي، نجد:

$$Qg = Ag [Fsh.F.I + Ug (Tout - Tin)] \quad (١)$$

$$Qg (\text{Summer}) = ٢ [١ \times ٠,٨٧٦٩٢ + ٧,١ (١٠)] = ١٣٤٦ \text{ watt}$$

$$sh.Ug (Tout - Tin) \quad (٢) \quad ,sh = Ag ,Qg$$

$$Qg ,sh (\text{winter}) = ٢ \times ٧,١ (٢٤) = ٣٤٠,٨ \text{ watt}$$

$$= Qg (\text{Summer}) + Qg ,sh (\text{winter}) = \text{الحمل الإجمالي}$$

$$= ١٦٨٦,٨ = ٣٤٠,٨ + ١٣٤٦ \text{ واط}$$

• نسبة التخفيض في الحمل نتيجة استعمال الزجاج المزدوج هي:

$$\text{الحمل الحراري الموفر} = \text{الحمل الحراري قبل المعالجة} - \text{الحمل الحراري بعد المعالجة}$$

$$= 1686,8 - 1219,8 = 467 \text{ واط}$$

النسبة المئوية للتخفيض = الحمل الحراري الموفر / الحمل الحراري قبل المعالجة

$$1686,8 \div 467 = 0,28$$

مما سبق نستنتج أن معالجة الزجاج توفر ٢٨ % من الحمل الحراري للفتحات (صيفاً وشتاءً) وإذا أضفنا له أيضاً التوفير من خلال معالجة إطار الفتحات رغم صغر مساحتها بالمقارنة مع مساحة الزجاج في الفتحات إلا إنها ممكن أن تضيف نسبة أخرى للتوفير السابق. وقد أمكن باستخدام التكنولوجيا الحديثة من تطوير أنواع من الزجاج تصل قيمة الانتقالية الحرارية له إلى أقل من ١,٢ واط/م^٢م°، وهي بذلك تكافئ المواد التقليدية ذات خصائص العزل الحراري المتميز. كما ساهمت تكنولوجيا البناء أيضاً في تطوير معامل الاكتساب الحراري للزجاج حتى أمكن التحكم فيها في حدود ٠,١٧، مما يساهم في رفع نسبة التوفير إلى أكثر من ٢٨% بكثير. ولإثبات ذلك نجري التحليل التالي:

الحالة الثالثة : الحمل الناتج من النوافذ مع استعمال الزجاج (Versalux(TM)

Green ٢٠٠٠R

مثلاً لو أخذنا نوعاً آخر من الزجاج المعالج (Versalux(TM) Green ٢٠٠٠R) والذي تبلغ الانتقالية الحرارية له ١,١ واط/م^٢م° ومعامل الكسب الحراري له ٠,٣٦، وبالتعويض في المعادلات (١) و (٢) السابقة ولنفس المساحة من الزجاج ٢م^٢ نجد:

$$Q_g = A_g [F_{sh} \cdot \Gamma \cdot I + U_g (T_{out} - T_{in})] \quad (1)$$

$$Q_g (\text{Summer}) = 2 [1 \times 0,36 \times 692 + 1,1(10)] = 520,24 \text{ watt}$$

$$sh \cdot U_g (T_{out} - T_{in}) \quad (2) \quad , sh = A_g, Q_g$$

$$Q_g, sh (\text{winter}) = 2 \times 1,1(24) = 52,8 \text{ watt}$$

$$= Q_g (\text{Summer}) + Q_g, sh (\text{winter}) = \text{الحمل الإجمالي}$$

$$\text{الحمل الإجمالي} = 520,24 + 52,8 = 573 \text{ واط}$$

- نسبة التخفيض في الحمل نتيجة استعمال الزجاج Versalux(TM) Green ٢٠٠٠R هو:

الحمل الحراري قبل المعالجة - الحمل الحراري بعد المعالجة = الحمل الحراري الموفر

$$١٠١١,٨ - ١٥٨٤,٨ = ٥٧٣$$

النسبة المئوية للتخفيض = الحمل الحراري الموفر / الحمل الحراري قبل المعالجة

$$٠,٦٤ = ١٥٨٤,٨ \div ١٠١١,٨ =$$

إذاً يمكن أن نصل إلى نسبة توفير تصل إلى ٦٤% من الحمل الحراري على النوافذ فيما لو استخدمنا أنواعاً خاصة من الزجاج. إلا أن استخدام الزجاج في الواجهات الخارجية يجب أن يتبع معايير تصميمية دقيقة توائم بين الإضاءة الطبيعية والطاقة المستهلكة في التبريد والتدفئة والحدود الاقتصادية لاستخدام الزجاج.

٢-٦-٣- تصميم المعالجة المناخية لسقف المبنى:

أسس وفرضيات الدراسة التحليلية:

يعتبر السقف من العناصر المعتمدة وأداؤه الحراري يشابه الأداء الحراري للجدار لذلك يمكن أن نطبق نفس نتائج تحليل متغيرات الجدار التي تحدد أدائه الحراري على الأسقف وهي:

- ١- كلما ازدادت سماكة السقف تحسن أدائه الحراري.
- ٢- يتحسن الأداء الحراري للأسقف بوجود العزل.
- ٣- كلما قلت كثافة مواد إنشاء السقف تحسن أدائه الحراري.
- ٤- إن لتغيير سماكة الطبقة العازلة تأثيراً كبيراً على قيمة الانتقالية الحرارية U-Value للسقف وإن السماكة المناسبة للمادة العازلة هي التي تحقق المقاومة الحرارية المطلوبة للسقف والتي تم حسابها سابقاً بما يتلائم مع مكونات كل سقف.

٥- إن استعمال مواد عامل انعكاس الأشعة الشمسية لها مرتفع على السطح العلوي للسقف يحسن من الأداء الحراري للسقف، وهو بغاية الأهمية كون الأسقف أكثر عناصر الغلاف الخارجي تعرضاً للشمس.

٦- استعمال مواد ذات عامل امتصاص منخفض يحسن من الأداء الحراري للأسقف.

٧- تظليل الأسقف بالعرائش أو بواسطة البرغولا مثلاً يحسن أدائه الحراري بشكل كبير وذلك لأن وسائل التظليل تقلل الحمل الحراري الزائد والنتيجة من التعرض لساعات طويلة لأشعة الشمس.

ويوجد في الملحق الجداول (١٩-١٨-١٧) أمثلة لإجراء مقارنة حول الأداء الحراري لبعض الأسقف المستخدمة في سوريا مع نتائج التحليل المتعلقة بها.
(وسنجد أيضاً في الملحق جدول ٢٠ درجات الحرارة الساعية لمدينة حلب (درجة مئوية)) .



الفصل الثالث

الرطوبة

٣-١- الرطوبة الداخلية في الأبنية

٣-١-١- مقدمة:

يعتبر تشكل الرطوبة على سطوح العناصر الإنشائية وفي داخلها من أهم المشاكل التي تتعرض لها الأبنية، حيث تؤثر الرطوبة سلباً على الخواص الفيزيائية لعناصر البناء، وبشكل خاص على المقاومة الحرارية لمواد العزل الحراري، لذا فمن الضروري تحديد إمكانية تشكل الرطوبة على سطوح العناصر الإنشائية وفي داخلها ومراعاة ذلك خلال عملية التصميم.

٣-١-٢- بارامترات الرطوبة:

٣-١-٢-١- نسبة الرطوبة W:

وتسمى أيضاً محتوى الرطوبة (Humidity Content) وهي نسبة كتلة بخار الماء (Mw) في عينة من الهواء الرطب إلى كتلة الهواء الجاف (Md.a) في هذه العينة وتعطى بالعلاقة:

$$W = \frac{M_w}{M_{d.a}} [g_w / Kg_{d.a}]$$

٣-١-٢-٢- الرطوبة المطلقة Haw.a:

وتسمى أيضاً كثافة بخار الماء (Water Vapor Density) وهي نسبة كتلة بخار الماء (Mw) في عينة من الهواء الرطب إلى الحجم الكلي لهذه العينة (Vw.a) وتعطى بالعلاقة:

$$H_{aw.a} = \frac{M_w}{V_{w.a}} [g_w / m^3_{w.a}]$$

٣-١-٢-٣- درجة حرارة نقطة الندى t_d :

وهي درجة حرارة الهواء الرطب التي يبدأ عندها بخار الماء الموجود فيه بالتكاثف عند تبريد هذا الهواء بثبوت الضغط ونسبة الرطوبة. ويبين الشكل (٢٢) العلاقة بين درجة حرارة نقطة الندى والرطوبة النسبية للهواء عند درجات الحرارة المختلفة للهواء.

٣-١-٢-٤- الرطوبة النسبية ϕ :

هي نسبة كمية بخار الماء الفعلية الموجودة في الهواء عند درجة حرارة معينة إلى كمية بخار الماء القصوى التي يمكن لهذا الهواء استيعابها عند نفس درجة الحرارة، وتعتمد خاصية استيعاب الهواء لبخار الماء على درجة حرارة الهواء، فكلما ارتفعت درجة حرارة الهواء زادت قدرته على استيعاب كميات أكبر من بخار الماء والعكس بالعكس. وعليه يكون:

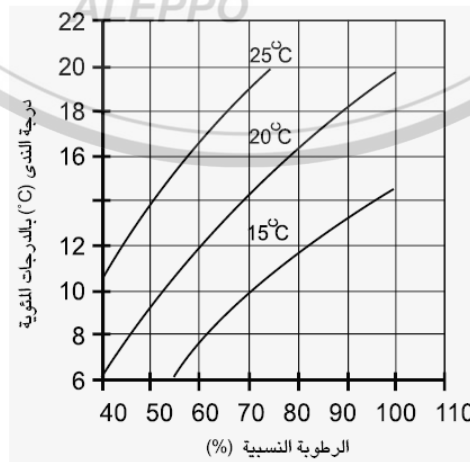
$$\phi = \frac{W}{W_s} = \frac{M_w}{M_{w.s}} \%$$

حيث:

M_w = كتلة بخار الماء الموجودة فعلياً في الهواء عند درجة حرارة معينة.

$M_{w.s}$ = كتلة بخار الماء عند الإشباع عند نفس درجة الحرارة.

ويبين الجدول (٢١) نسبة الرطوبة عند الاشباع عند درجات الحرارة المختلفة للهواء.



شكل (٢٢) العلاقة بين درجة حرارة نقطة الندى والرطوبة النسبية للهواء عند درجات الحرارة المختلفة

جدول (٢١) نسبة الرطوبة عند الاشباع (W_s) عند درجات الحرارة المختلفة للهواء.

t (°C)	W_s (g/Kg)	t (°C)	W_s (g/Kg)	t (°C)	W_s (g/Kg)	t (°C)	W_s (g/Kg)
-١٠	٢,١٤	٠	٤,٨٤	١٠	٩,٤	٢٠	١٧,٣
-٩	٢,٣٣	١	٥,٢	١١	١٠	٢١	١٨,٣
-٨	٢,٥٤	٢	٥,٦	١٢	١٠,٧	٢٢	١٩,٤
-٧	٢,٧٦	٣	٦	١٣	١١,٤	٢٣	٢٠,٦
-٦	٢,٩٩	٤	٦,٤	١٤	١٢,١	٢٤	٢١,٨
-٥	٣,٢٤	٥	٦,٨	١٥	١٢,٨	٢٥	٢٣
-٤	٣,٥١	٦	٧,٣	١٦	١٣,٦	٢٦	٢٤,٤
-٣	٣,٨١	٧	٧,٨	١٧	١٤,٥	٢٧	٢٥,٨
-٢	٤,١٣	٨	٨,٣	١٨	١٥,٤	٢٨	٢٧,٢
-١	٤,٤٧	٩	٨,٨	١٩	١٦,٣	٢٩	٢٨,٧

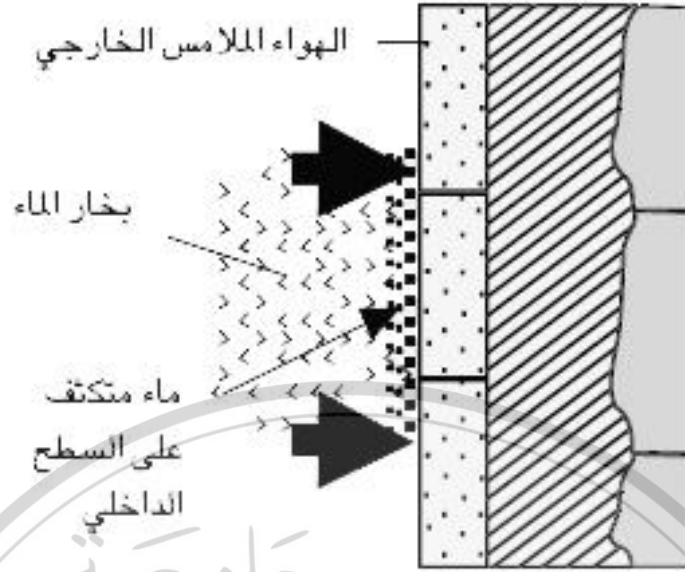
ويمكن إيجاد درجة حرارة نقطة الندى بدلالة الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة للهواء من الجدول (٢٢) في الملحق

٣-١-٣- أشكال تكاثف بخار الماء:

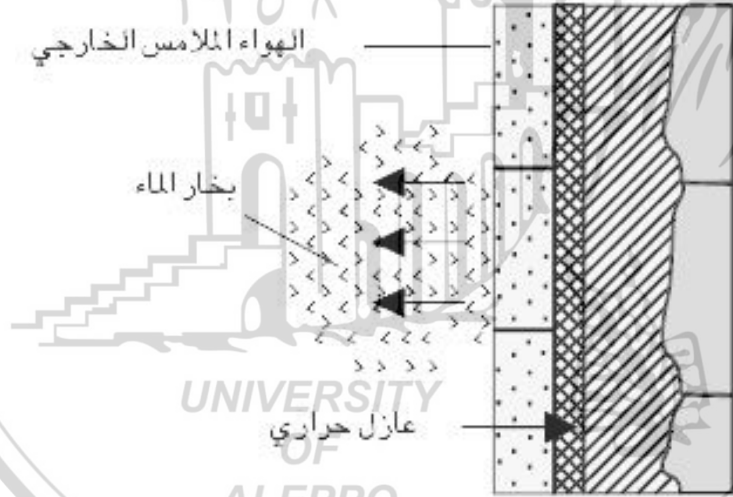
٣-١-٣-١- التكاثف السطحي لبخار الماء:

أ- يحدث التكاثف السطحي عند ملامسة الهواء الرطب الدافئ لسطح بارد تقل درجة حرارته عن درجة حرارة الهواء الرطب الدافئ إلى حد يصبح فيه درجة حرارة الهواء الملامس للسطح البارد أقل أو تساوي درجة حرارة نقطة الندى.

يمكن تجنب حدوث التكاثف على السطوح الداخلية لعناصر البناء بعزلها حراريًا، حيث يعمل العزل الحراري على رفع درجة حرارة تلك السطوح بحيث تصبح أقرب ما يمكن إلى درجة حرارة هواء الغرفة الدافئ، كما هو مبين في الشكلين (٢٣) و (٢٤).



شكل (٢٣) حدوث التكاثف السطحي لبخار الماء على جدار



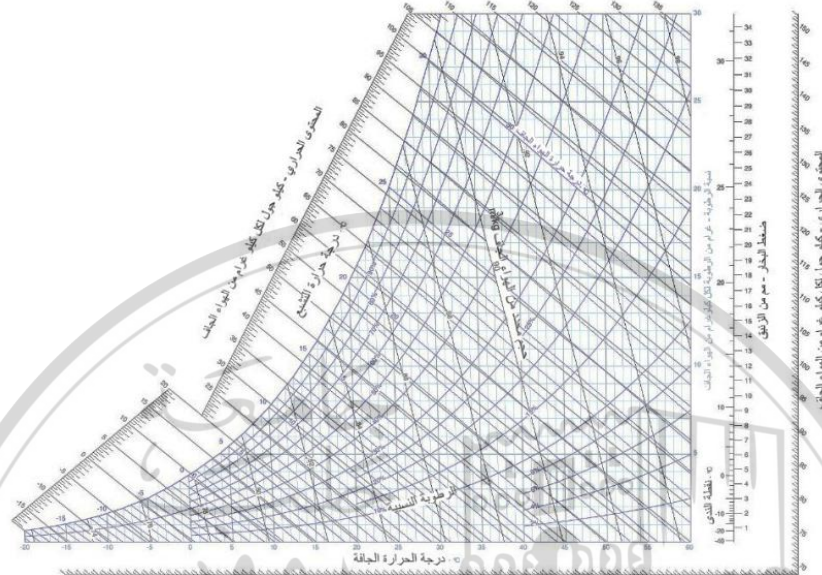
عدم حدوث تكثف سطحي

شكل (٢٤) تجنب التكاثف السطحي لبخار الماء على جدار

ب- العلاقة المتبادلة بين محتوى الرطوبة في الهواء ودرجة الحرارة:

يبين الشكل (٢٥) مخطط الهواء الرطب والذي يوضح العلاقة بين درجة حرارة الهواء ومحتوى الرطوبة في الهواء عند مستويات مختلفة من الرطوبة النسبية للهواء، إضافة إلى العلاقة

المتبادلة بين ضغط بخار الماء ودرجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية، ويستعمل المخطط في إيضاح آلية التكاثف في الأبنية.



شكل (٢٥) مخطط الهواء الرطب

يوضح المخطط كيفية تخفيض الرطوبة الداخلية في الأبنية عن طريق التهوية إضافة إلى عملية التكاثف على السطوح الباردة كما يلي:

المثال الأول: تخفيض الرطوبة الداخلية بالتهوية:

النقطة A : هوية المكان بإدخال هواء خارجي نقي درجة حرارته (5°C) ورطوبته النسبية (٩٠%) حيث يكون محتوى الرطوبة فيه ($1,6\text{ g/kg}$).

النقطة B: يتم تسخين الهواء البارد إلى درجة حرارة الغرفة (20°C) بذلك تنخفض الرطوبة النسبية للهواء المتجدد إلى (٣٥%) مع بقاء محتوى الرطوبة فيه ثابتاً كما كان عليه في حالته الباردة دون تغيير ($1,6\text{ g/kg}$).

النقطة Bs: يمكن لهذا الهواء الدافئ الآن أن يستوعب كميات زائدة من بخار الماء المنتج داخل المنزل عند درجة حرارة الغرفة قد تصل إلى درجة الإشباع ($\phi=100\%$)

النقطة C: الحالة التي تصل فيها الرطوبة النسبية للهواء إلى (٧٠%) عند درجة حرارة الغرفة

(20°C) وذلك باستيعاب كميات زائدة من البخار المنتج داخل البناء حيث يكون الهواء قد أصبح محملاً بكمية من الرطوبة على شكل بخار ماء تعادل ($12,2\text{ g/kg}$).

المثال الثاني: التكاثف على السطوح الباردة

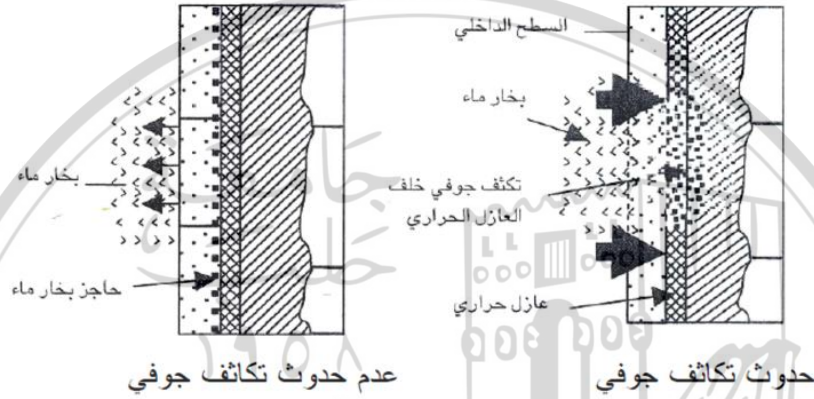
النقطة D: الحالة التي تنخفض فيها درجة حرارة الهواء داخل الغرفة من (20°C) إلى ($14,1^{\circ}\text{C}$) بعد أن كانت الرطوبة النسبية فيه قد وصلت إلى (٧٠%) حيث يصبح الهواء في حالة اشباع وهي نقطة الندى ($\phi = 100\%$) تحدث هذه الحالة مثلاً عند توقف تدفئة المكان ليلاً حيث يبدأ عندها بخار الماء بالتكاثف.

النقطة E: ملامسة الهواء المشبع لأي سطح تقل درجة حرارته عن نقطة الندى، كسطح جدار بارد مثلاً درجة حرارته (10°C)، فإن بخار الماء الذي يحتويه الهواء يتكثف على هذا السطح على شكل ماء سائل إذ تبلغ كمية الرطوبة القصوى التي يمكن للهواء أن يستوعبها عند هذه الدرجة ($9,4\text{ g/kg}$).

٣-١-٢- التكاثف الجوفي:

أ- يتم انتقال بخار الماء في فصل الشتاء بفعل الفرق في ضغط بخار الماء عبر العناصر الإنشائية من الجانب الداخلي (الدافئ) للمبنى إلى الجانب الخارجي (البارد) حيث يكون ضغط بخار الماء في الداخل أعلى منه في الخارج، أو من خارج البناء إلى داخله إذا كان ضغط البخار في الخارج أعلى منه في الداخل كما هو الحال في الأبنية والغرف المبردة وفي المناطق الحارة التي تسود فيها رطوبة نسبية عالية في فصل الصيف وتكون مبانيها مكيفة في الداخل. يحدث التكاثف الجوفي في المواضع التي تكون درجة حرارتها مساوية لدرجة الندى أو دون ذلك في أثناء انتقال بخار الماء عبر عناصر البناء.

ب- لا توجد هناك خطورة من نفاذ بخار الماء عبر العنصر الإنشائي إلى خارج البناء ما لم يحدث تكثف للبخار في جوف العنصر الإنشائي يزيد عن حد معين يحدد من المتطلبات التصميمية في كود العزل السوري من البند (٢/٨/٢)، ويمكن تجنب حدوث التكاثف الجوفي باستخدام حواجز بخار الماء في الجانب الدافئ لمادة العزل الحراري لمنع تغلغل بخار الماء خلال عناصر البناء، كما هو مبين في الشكل (٢٦).



شكل (٢٦) عملية التكاثف الجوفي في العنصر الإنشائي، والإجراءات المتبعة لمنع حدوث التكاثف باستعمال حاجز بخار ماء.

٣-١-٤- الآثار الضارة للتكاثف:

٣-١-٤-١- أضرار التكاثف السطحي:

- أ- تعتبر الرطوبة النسبية التي تزيد عن (٧٠%) وتستمر لفترة داخل البناء سبباً في نمو العفن السطوح الباردة حيث تزيد الرطوبة النسبية عند هذه السطوح.
- ب- يؤدي استمرار التكاثف السطحي إلى:

- ١- انتشار الرطوبة الداخلية وتكون العفن في مواضع مختلفة من البناء وخاصة على السطوح الداخلية الجدران وسقف البناء، كما يظهر العفن خلف الستائر وقطع الأثاث الملاصقة للجدران الخارجية للمبنى وخزائن الملابس المركبة داخل هذه الجدران أو الملاصقة لها، وكذلك يسبب إتلاف طبقة الطينة والدهان.

٢- أضرار صحية لساكلي البناء.

٣- زيادة تكاليف التدفئة وأعمال الصيانة الدورية.

٣-١-٤-٢- أضرار التكاثف الجوفي:

أ- صدىً حديد التسليح وانخفاض المقاومة الحرارية لمادة العزل الحراري وأحياناً إلى تلفه إذا تجاوزت كمية بخار الماء المتكاثف الحدود المبينة في كود العزل السوري من البند (٢/٨/٢)

ب- انتفاخ في مواد عزل الرطوبة المرنة ذات المقاومة العالية لنفاذ بخار الماء والتي قد تؤدي إلى تمزق هذه المادة وتعطيل وظيفتها.

ت- زيادة محتوى الرطوبة في عناصر البناء وخاصة تلك التي تحتوي على مواد عالية الامتصاص للماء الأمر الذي يؤدي إلى زيادة في فقدان الحرارة عبر هذه العناصر، وبالتالي زيادة برودة السطوح الداخلية لهذه العناصر واحتمال حدوث التكاثف السطحي عليها.

ث- تشكل أملاح و مواد كيميائية تسبب أضراراً كبيرة في التمديدات الكهربائية والصحية والميكانيكية.

٣-١-٥- اعتبارات هامة لتجنب التكاثف:

أ- استعمال التدفئة المستمرة والتي يزيد عدد ساعات تشغيلها عن (١٦ س/يوم) في الأبنية من النوع الثقيل كالأبنية المحلية الحجرية والحرسانية، بسبب تعرض السطوح الداخلية للجدران الخارجية لتكاثف بخار الماء عليها، حيث أن استجابتها الحرارية بطيئة، وتحتاج إلى فترة زمنية معينة لاختزان حرارة التدفئة قبل أن تصبح درجة حرارتها سطوحها الداخلية أعلى من درجة حرارة التكاثف (نقطة الندى)

ب- استعمال التدفئة المتقطعة والتي تقل عدد ساعات تشغيلها عن (٨ س/يوم) في الأبنية الخفيفة والأبنية التي تقع فيها مادة العزل الحراري تحت طبقة الطينة الداخلية لعناصرها المحيطة بحيز الإشغال دون خشية حدوث التكاثف السطحي نظراً للاستجابة الحرارية السريعة لهذه العناصر.

ج- استخدام التهوية الطبيعية أو الميكانيكية لتخفيض ضغط بخار الماء، أو تقليل كمية بخار الماء المنتجة داخل البناء.

ح- استخدام حواجز بخار الماء، ويبين الجدول رقم (٢٣ في الملحق) بعض أنواع هذه الحواجز.

ذ- زيادة درجة حرارة السطوح الداخلية لعناصر البناء بعزلها حراريًا بشكل جيد بحيث لا يزيد الفرق بين درجة حرارتها عن درجة حرارة الهواء الداخلي عن (٣ °C).

ر- أن تكون الطبقة التي تلي مادة العزل الحراري من الجهة الباردة ذات نفاذية عالية لبخار الماء مما يساعد على مرور بخار الماء من خلالها بسهولة إلى السطح الخارجي، دون أن يتكاثف على مادة العزل الحراري والإضرار بخصائصها الحرارية.

ز- اختيار المواد التي تتكون منها طبقات العنصر الإنشائي الخارجي بحيث يكون ترتيبها من الداخل إلى الخارج تناقصيًا من حيث مقاومة هذه المواد لبخار الماء، و تؤخذ قيم مقاومته لبخار الماء من الجدول رقم (٢٤ في الملحق).

س- أن توضع طبقة مادة العزل الحراري داخل العنصر الإنشائي أقرب إلى جانبه الخارجي، في حين توضع الطبقات الأقل مقاومة للحرارة (الأكثر توصيلًا للحرارة) في الجانب الداخلي.

٣-٢- مسببات الرطوبة:

١- اتجاه المبنى: الجدران التي يصلها المطر وقليل من أشعة الشمس تجعلها أكثر عرضة للرطوبة.

٢- مياه المطر: تختلف كمية سقوطها من مكان لآخر فعادة مياه المطر تمثل خطورة على المباني الغير مجهزة بموانع للرطوبة نظراً لقدرة المياه على الاختراق المباشر لسقف المباني وعناصره المختلفة ولذلك يجب عزل السقف وغيره من الرطوبة كذلك يمكن أن تخترق الرطوبة الجدران الخارجية المعرضة للمطر الشديد ان لم يعمل لها عازل مناسب.

٣- المياه السطحية: تتكون من الأنهار والبحار والبرك متكونة نتيجة المطر أو السيول ففي بعض الأحيان تختلط هذه المياه بالتربة الأرضية و تكون مناطق من الطين المشبع بالمياه قرب أساسات المبنى وقد تتسرب بعض هذه المياه داخل التربة و تتجمع مع المياه الجوفية وبذلك يزيد منسوبها و قد تصل هذه المياه الى أساسات المبنى القريبة منها عن خاصية الشعيرة الأفقية مما يهدد المبنى ان لم يعمل له عازل في تأثير هذه المياه.

٤- المياه الجوفية: هي المياه المتكونة تحت سطح الأرض من خلال مسام تربتها الى أن تستقر على منسوب يكاد يكون ثابتاً لكل منطقة وعلى ذلك فالتربة القريبة من المياه الجوفية تكون عادة مشبعة بالمياه ولا يفضل أن تخترق أقبية المباني هذه المنطقة بدون عمل موانع للمياه فيها وإلا حدث البلل أو الفيضانات داخل هذه الأقبية.

٥- صعود الرطوبة الأرضية: تصعد الرطوبة من التربة الرطبة تحت المنشأ إلى الطابق الأرضي أو الأقبية في المباني عن طريق الخاصية الشعيرية خلال مسام التربة و المواد البنائية المستعملة في المبنى.

٦- التكثيف: يحتوي الهواء البارد على كمية بخار أقل من الهواء الساخن و على ذلك فالرطوبة تترسب في الحوائط و الأسقف و الأرضيات عندما يبرد الهواء الساخن المحمل بالرطوبة و هذا ما يعرف بالتكثيف.

٧- سوء صرف المياه في الموقع: يحدث تجمع مياه الصرف تحت المبنى إذا صعب صرفها من أراضي الموقع المنخفضة وخصوصاً اذا كانت تربة الموقع غير منفذة للمياه وعلى ذلك يحدث رطوبة لهذه المباني المنشأة على تلك الأراضي.

٨- التشييد الحديث: الجدران المشيدة حديثاً تبقى في حالة رطوبة لفترة معينة.

٩- العمالة السيئة: عيوب تقفيلات وصلات السقف و الطيانة و الشبايك و الأجهزة الصحية و التمديدات.... الخ حيث أن هذا يؤدي إلى السماح بنفاذ المياه داخل المبنى و احداث رطوبة و مثال على ذلك اهمال عمل ميول الأسطح و تصريف الأمطار أو عملها بطريقة سيئة.

٣-٣- تأثير الرطوبة:

- ١- حالة غير صحية لمستخدمي المبنى
 - ٢- عدم تماسك الليفة في المبنى
 - ٣- تمليح للجدران و الأرضيات و الأسقف
 - ٤- فساد الأخشاب المستخدمة و انحناءها
 - ٥- تعويض الحديد المستخدم للصدأ
 - ٦- اتلاف الدهان
 - ٧- تلف التمديدات الكهربائية
 - ٨- تلف الأكساء للأرضيات و الجدران و الأسقف
 - ٩- تكاثر الفطريات و البكتيريا في المبنى
- ### ٣-٤- عزل الرطوبة:

- ١- نفاذية المياه: وهو مصطلح يعبر عن مادة لها قابلية لمرور المياه و بخارها من خلال مسامها بدون القطاع.
- ٢- منفذ المياه: وهو مصطلح يعبر عن مادة بها شقوق أو ثقوب أكبر قليلاً من مسام الخاصية الشعرية و التي تسمح بمرور المياه من خلال مسامها و عكسها هي المادة الغير منفذة للمياه.
- ٣- مقاوم للمياه: وهو مصطلح يعبر عن مادة بغض أو عدم وجود ثقوب أكبر من مسام الخاصية الشعرية و هذه المادة لا تسمح بنفاذ الرطوبة أو مرور المياه أو بخارها كما تعبر المادة التي بها هذه الصفة عازلة للرطوبة.
- ٤- مقاوم للبلل: وهو مصطلح يعبر عن مادة لا تبل و لكنها لا تنقل المياه خلالها بواسطة الخاصية الشعرية وحدها، والمياه يمكن أن تمر خلالها تحت ضغط هيدروليكي عالي و تعبر المادة التي بها هذه الصفة عازلة للرطوبة أيضاً.

٥- عازل للمياه: وهو مصطلح يعبر عن مادة غير مسامية للمياه أو بخارها فهي تمنع مرور المياه أو بخارها خلالها سواء كانت بضغط هيدروليكي أو بدونه و تعتبر المادة التي لها هذه الصفة شديدة العزل للرطوبة و المياه.

• اختيار العزل المناسب يجب مراعاة ما يلي:

ما هو الغرض من العزل؟

عزل الرطوبة الأرضية أم عزل الرطوبة للقبو وما تحته أم عزل الحمامات أم عزل الأسطح و الأسقف؟.

ما هي طبيعة الأرض المقام عليها المبنى؟

رملية، صخرية، طينية جافة، طينية مشبعة بالمياه، أرض طينية أو رملية معرضة لتسربات مياه من مصادر محيطة بها؟؟!!.

ما هو نوع المناخ؟

جو معتدل الرطوبة خفيف المطر أو معتدل المطر أو كثير الأمطار و عالي الرطوبة أو تساقط الثلوج؟

٣-٥- الطبقات العازلة للرطوبة:

الغرض من الطبقات العازلة للرطوبة هو منع انتقال مسارات الرطوبة أو المياه من منطقة إلى أخرى، ويعتبر عزل الرطوبة هو الطريقة التي تمنع مرور الرطوبة أو المياه بين مواد البناء من انتشارها داخل المباني سواء كان مصدرها المباشر من المياه الجوفية أو مياه الرش أو المطر أو كان مصدرها غير مباشر و ذلك بانتقالها عن طريق الخاصية الشعرية المندفعة بالضغط الاسموزي من المصادر الرئيسية لها وتتجه حركة مسارات الرطوبة والمياه بين مواد البناء إلى أعلى في جدران الأساسات و الطابق الأرضي و تتميز طريقة عزل الرطوبة عن طريقة عزل المياه بوضع مادة عازلة للأخيرة تقاوم الضغط الهيدروستاتيكي المستمر.

ويجب وضع طبقة أفقية عازلة فوق الأرض في الجدران التي لها أساسات تحت منسوب الأرض الطبيعية لمنع مسارات الرطوبة الأرضية المتجهة إلى أعلى من خلال أساساتها لأن عدم منع هذه الرطوبة سوف تعرض الجدران التي فوق الأرض الطبيعية للترطيب و العفن و اتلاف تشطيبات الجدران الداخلية و الخارجية لذلك يجب أن توضع الطبقة العازلة للرطوبة فوق سطح الأرض مستندة على كل الجدران وتكون على ارتفاع حوالي ١٥ سم فوق الرصيف وقد جرى العرف عند تشييد أعمال هذه المباني أن تقف عند هذا الارتفاع مؤقتاً حتى يضع على جدران المباني الطبقة العازلة لها بجانب مطابقة وضع المبنى بقوانين التخطيط و التنظيم التابعة للمنطقة المنشأ عليها.

٣-٦- مواد عزل للرطوبة:

وهي ثلاثة أنواع:

١- المواد العازلة المرنة

٢- المواد العازلة نصف القاسية

٣- المواد العازلة القاسية

٣-٦-١- المواد العازلة المرنة:

١- ألواح معدنية

٣- السوائل العازلة

١- الألواح المعدنية:

٢- البيتومين

٤- البولي إيثيلين



شكل (٢٧) استخدام الألواح المعدنية في عزل الرطوبة

وهي ألواح تستعمل لشدة عزلها للرطوبة و المياه في الأسطح و الجدران و الأرضيات و صناديق الزهور و خلافه، شكل (٢٧).

و الألواح المعدنية لها أشكال كثيرة منها:

أ- ألواح الرصاص: يجب أن يكون سمك اللوح لا يقل عن ٣ ملم و يزن ١٩,٥ كجم / م^٢ يعتبر الرصاص مانعاً جيداً للرطوبة و المياه و هو قابل للصدأ عند ملامسته أو دفته في الطبقة من مونة الجير أو الاسمنت وعلى ذلك يجب حماية فرخ الرصاص قبل استعماله بدهان وجهيه بالبيتومين.

ب- ألواح النحاس: يجب أن يكون سمك اللوح لا يقل عن ٠,٢٥ ملم و يزن ٢,٢٨ كجم / م^٢ و يعتبر النحاس مانعاً جيداً للرطوبة و الماء و هو مادة لدنة ومن صفاته قوة تحمله للشد العالي و الانبعاج حتى عند هبوط المبنى الخفيف ومن عيوب هذه المادة انها تصدأ و تتغير معالم سطحها حيث يتحول الصدأ إلى اللون الأخضر أما استعماله في المباني فهو مثل مثل أفرخ النحاس تماماً و يضاف إلى ذلك امكان استعماله لتغطية السطح الخارجي للقباب و القبوات و خلافه لسهولة تشغيله.

ت- ألواح الألمنيوم: وهي مادة لا تصدأ بالعوامل الجوية بسرعة و يمكن معالجتها بعملية الأنودة وكسبها ألوانا كثيرة ويسهل استعمالها كمادة عازلة لكسوة الأسطح الخارجية للجدران و القباب و القبوات نظراً لصيانتها الغير مكلفة و سهولة تركيبها بالإضافة إلى أن ألواح الألمنيوم من أكثر الألواح المعدنية استعمالاً في الوقت الحاضر نظراً لمقاومتها الشديدة للرطوبة في المباني بخلاف ثمنها و خفة وزنها بالمقارنة إلى ألواح المعادن الأخرى.

أنودة الألومنيوم: هو تشكيل طلاء واقية خاص على سطح المنتجات بواسطة طريقة الكهربية، أفلام أكسيد التي يتم تشكيلها في هذه العملية يكون سمك ٥ إلى ٢٥ ميكرون وموثوق بها حماية المعادن من التآكل، كما أنها تستخدم كأساس للطلاء والورنيش الطلاء، ويمكن أيضا أن تستخدم هذا الإجراء لأغراض الديكور).

ث- ألواح الحديد المجلفن: لا تصدأ الا بعد تلف الطبقة المجلفنة التي تغطيها و يستعمل دائماً في تغطية النهايات.

ج- ألواح حديد الاستنلس استيل: مقاوم للصدأ و تستعمل عادة في الأماكن الظاهرة للعين المجردة مثل: تغطية نهايات الأسطح و خلافه.

ح- البيتومين: يصنع البيتومين من ما تبقى من تقطير البترول الخام حيث يتراوح قوامه بين الصلابة و شبه الصلابة كما أن لونه يتراوح بين أسود و بني وهو قابل للذوبان في كبريتور الكربون ومن أشهر أنواعه المستعملة في العزل الرطوبي:

أ- البيتومين المنفوخ (المؤكسد): ينتج من خفض نسبة الهيدروجين الى الكربون في البيتومين المصهور مع انقاص الزيوت السائلة التي يحتويها بنفخ الهواء فيه مما يزيد من ليونته و قابليته للشد والثني.

ب- البيتومين المتصلد: و يتكون بتقطير البيتومين تحت ضغط تفريغي لطرد الزيوت الثقيلة و المختلطة به فيتحول الى حالة الصلابة و يستخدم لذلك عند وجود أحمال ميكانيكية عالية و درجات حرارة منخفضة في نفس الوقت و يستبعد لهذا السبب استخدامه لعزل المنشآت العالية.

ت- معلقات بتومينية: وهي معلقات للبيتومين تنتج من تفتيته تفتيتاً زائداً في الماء و في وجود عوامل مساعدة و عند استخدام هذا النوع في أعمال البناء ينفصل فيه الماء عن البيتومين ويعتبر البيتومين من المواد المرنة التي تقاوم انبعاج المباني نتيجة هبوط جدرانها الطفيفة بدون تلف كما يعتبر البيتومين من أكثر المواد المستخدمة في الوقت الحاضر في عزل الرطوبة نظراً لرخص ثمنه عن بقية المواد العازلة الأخرى بخلاف مرونته و سهولة استخدامه و مقاومته لتكاثر الفطريات و السوس والنمل وخلافه أما الورق أو الخيش المشبع بالبيتومين و المصنع في لفائف لغرض وضعه لتغطية سمك الجدران فيجب أن يثبت بركوب ١٠ سم على الأقل.

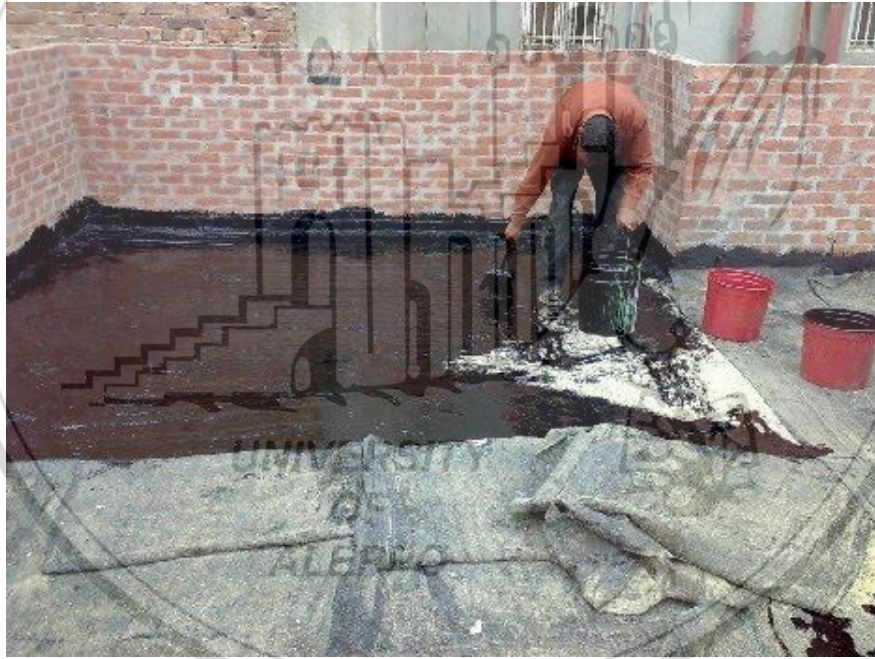
٢- سائل عزل المياه: يصنع هذا السائل من خلط مادة الرافين الى الزيت الطيار حيث يدهن المخلوط السائل بالفرشاة أو يرش بماكينات الرش الخاصة على المناطق المنفذة

للمياه أعلى منسوب الأرض ويمكن الاعتماد على هذه الطريقة لمنع الرطوبة من ٣ - ٥ سنوات حسب نوع المادة و كيفية تعرضها للرطوبة.

٣- مشمع البولي إيثيلين: وهو أسود اللون ولاستعماله كمادة عازلة للمباني يجب أن يكون سمكه لا يقل عن ٠,٤٦ ملم و وزنه حوالي ٠,٤٨ كجم/م^٢ ويعتبر البولي إيثيلين من المواد المرنة التي تقاوم الانبعاج المترتب على هبوط المباني الخفيفة بدون تلف و نظراً لرقعة سمك هذا المشمع عن مادة البيتومين لذلك يفضل وضعه في لحامات مونة المباني و كذلك في عزل الحمامات وأحواض الاستحمام.

٣-٦-٢- مواد عازلة نصف قاسية:

• الاسفلت:



شكل (٢٨) استخدام الاسفلت والخيش في العزل

وهو عازل جيد للرطوبة ومن عيوبه عدم قوة تحمله للشد العالي و الانبعاج و خصوصاً عند هبوط المبنى الخفيف لأن الاسفلت ينشرخ و يتلف ويكون عرضة لتدخل المياه وعلى ذلك لا يفضل وضعه في الأماكن الا بعد دراسة خاصة، شكل (٢٨).
و للأسفلت أنواع كثيرة منها الاسفلت الطبيعي و الصناعي.

- لفات اسفلتية:



شكل (٢٩) استخدام اللفات الاسفلتية في العزل

تعتبر هذه النوعية ذات إمكانية العزل و التغطية معاً فهي مصنعة من مادة اسفلتية و ملصق بها مادة رقيقة جداً من المعدن مثل الألمنيوم أو خلافة وتوضع هذه المادة عادة لعزل الرطوبة و الحرارة أيضاً داخل الجدران و الأسقف أو على الأسطح النهائية، شكل (٢٩).

- رقائق اسفلتية صغيرة (مواد نصف صلبة):

و توجد هذه الرقائق بأشكال مختلفة حيث توضع على بعض بركوب وهذه كثيرة الاستعمال على الأسطح المائلة نظراً لسهولة تركيبها و مقاومتها للرطوبة و الأمطار بجانب ثمنها المناسب بالمقارنة للمواد الأخرى وقد تعتبر هذه المادة من النوعية ذات إمكانية عزل وتغطية معاً.

٣-٦-٣ - مواد عازلة قاسية:



شكل (٣٠) استخدام مادة البياض السمنتي في العزل على أساسات المباني

بياض اسمنتي: قد تعمل هذه المادة لتكون مواد عزل فقط أو مواد تغطية وعزل معاً وعلى ذلك فبياض الاسمنت يعمل غالباً بزيادة كمية الاسمنت في المخلوط الاسمنتي والرمل ويوضع على جدران الأساسات وغرف النوم المعرضة للرطوبة الأرضية وغالباً يوضع هذا البياض على أساسات المباني في التربة العادية من طبقتين سمك كل منهما ٦, ٠ سم ومن مساوئ هذه الطريقة أنه نظراً لتصلب هذه الطبقة فقد يحدث شروخ يمكن أن ترى بالعين المجردة ولذلك يجب أن تصلح وترمم باستمرار أما في حالة التربة المبللة جيداً يجب دهان البيتومين على طبقة بياض الاسمنتي، شكل (٣٠).

إضافات لعزل المياه: خلط مواد إضافية أو سوائل مانعة للمياه للخرسانة لوقف نفاذية الماء فيها ويتم عمل ذلك بملء الفراغات بين الحبيبات الخرسانية بهذه المكونات لمنع نفاذية المياه فيها كما تسرع من عملية الكيميائية لنشاط الاسمنت ومن بين هذه المواد الدائمة الاستعمال الجير المائي، الدهن الحامضي بوردرة الحديد، مواد السيككا، والسمنتون والمدسا والبدلو.

ألواح الأردواز: استعملت هذه الألواح كثيراً عبر التاريخ لعزل الرطوبة قبل اكتشاف مادة البيتومين والاسفلت وتعتبر هذه الطريقة غير مستعملة في الوقت الحاضر نظراً لتكالييفها الباهظة بجانب مظهرها السيء ونظراً لصلابتها فغالباً يحدث فيها كسر عندما تهبط المباني.

ألواح الاسبستوس الصغيرة: وهي اسبستوس صغيرة لها أشكال كثيرة تتركب على الأسقف بركوب مناسب فوق بعضها وتعتبر هذه ألواحاً ذات إمكانية عزل وتغطية معاً.

ألواح وشطف خشبية صغيرة: وهذه المواد شائعة الاستعمال في الأسطح المائلة و الجدران وتستعمل بكثرة في البلاد الباردة لأنها معالجة لمقاومة الرطوبة والمياه ويساعد وجودها على الأسطح المائلة بطرد المياه من عليها بسرعة والعيب الوحيد فيها أنها سريعة الاحتراق وعلى ذلك فتعتبر من المواد ذات إمكانية العزل والتغطية معاً.

ألواح الاسبستوس الاسمنتي: وهي مواد ذات إمكانية عزل وتغطية معاً وتصنع من خلط الاسمنت البورتلاندي مع ألياف الاسبستوس التي تكون مبللة ثم تشكل وتضغط إلى ألواح وإنتاج هذا النوع يكون قوياً ومعمراً ومقاوماً للحريق والمياه والأحماض والعفن والفطريات والحشرات وتستعمل هذه الألواح أحياناً في اكساء الأسطح المائلة وتمتاز بخفة الوزن والعزل الحراري ويصنع منها نوعان:

ألواح مموجة وتصنع بعرض ٩٥ سم وبطول ١,٢ - ١,٥ متر وسمك ٦ ملم

ألواح مسطحة وتصنع بمقياس ١,٢٠ × ١,٢٢ متر وسمك ٦-٨ ملم

طبقة البلاستيك: وهي مواد ذات إمكانية العزل والتغطية معاً ولعمل طبقة البلاستيك للألواح الديكورية يغمس ورق الكرافت في محلول شمع الفيتول ثم يوضع فوق كل ذلك لوح من شمع الميلاين ولعمل الفورميكا يوضع لوح رقيق من الألمنيوم تحت اللوح السابق عمله حيث سيزيل الحرارة بسرعة ويشكل طبقة رقيقة جداً لمقاومة اللهب وهذه الطبقة عازلة للمياه والحرارة معاً.

القرميد المزجج: وهي مواد ذات إمكانية العزل والتغطية معاً ويصنع القرميد من مادة فخارية جيدة وتستعمل لأكساء الأسطح المائلة وهو جيد لعزل الرطوبة والمياه ويساعد وجوده على الأسطح المائلة على طرد المياه من عليها بسرعة ويعتبر القرميد من المواد المعمّرة

لحماية الأسقف المائلة من مياه المطر بجانب منظره الجميل ويمكن طلاؤه بالألوان المطلوبة كما يوجد أنواع كثيرة منه أهمها:

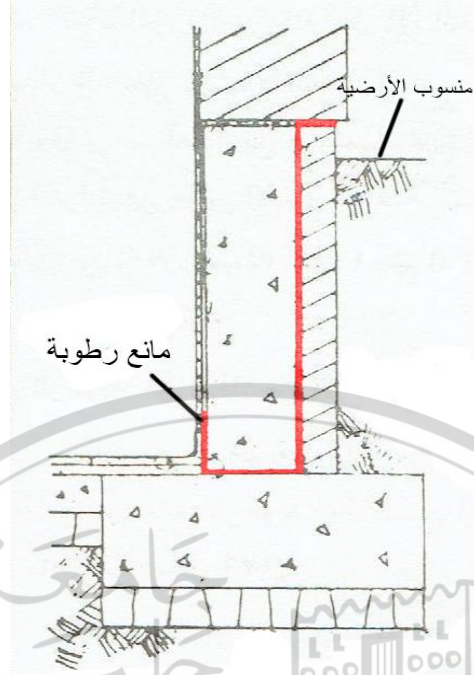
- القرميد اليوناني
- القرميد الروماني
- القرميد الاسباني
- القرميد السادة

٣-٧- طريقة عملية للحفاظ على البناء من الرطوبة الأرضية:

للحفاظ على أي بناء من الرطوبة الأرضية لا بدّ أن نعرف وضعية البناء الداخلية ومواقع مستوى الأرض ومستوى التطبيق للطابق الأول ويلاحظ في هذه المستويات أن هناك احتمال ثلاث حالات متباينة يجب أن تجرى لها محافظة مختلفة كل حسب مواقع المستويات المذكورة.

- الحالة الأولى:

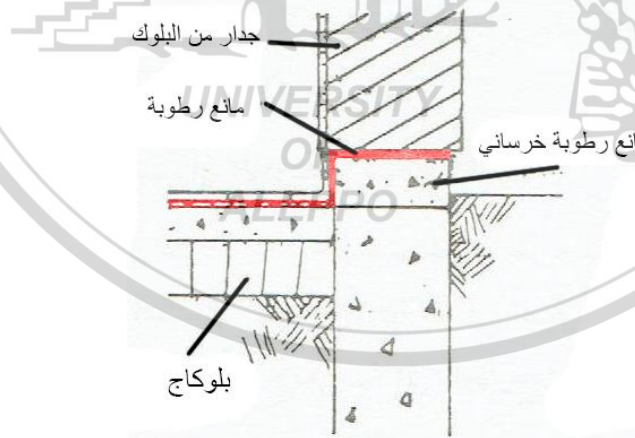
عندما يكون مستوى التطبيق للطابق الأرضي منخفض أكثر من مستوى الأرض كما في السرايب والمخازن التي تكون تحت مستوى الأرض، شكل (٣١) فيجب في هذه الحالة المحافظة الأفقية على مستوى التطبيق والعمودية بمحاذاة الجدار الملاصق للتربة وإلى مستوى الأرض وبشكل أفقي عند مستوى الأرض.



شكل (٣١) مستوى التطبيق منخفض أكثر من مستوى الأرض

● الحالة الثانية:

عندما يكون مستوى التطبيق للطابق الأرضي بمستوى الأرض، شكل (٣٢) ويجب في هذه الحالة أن يحفظ الجدار أفقياً فقط.

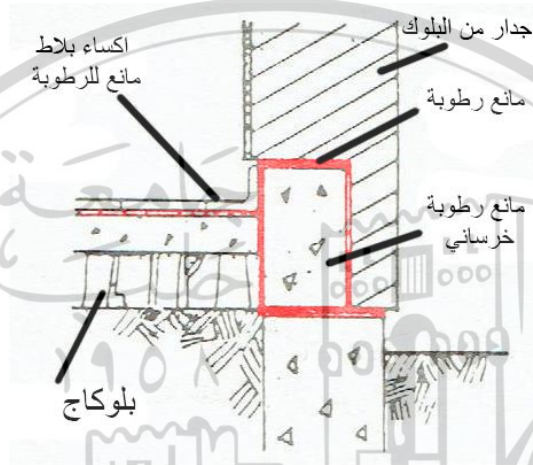


شكل (٣٢) مستوى التطبيق مع مستوى الأرض

● الحالة الثالثة:

عندما يكون مستوى التطبيق للطابق الأرضي أعلى من مستوى الأرض، شكل (٣٣) عندئذ يجب أن يحفظ الجدار أفقياً بمستوى الأرض ثم عمودياً محاذياً لتربة الدفن ثم

أفقياً، إن هذه الطريقة قد تختزل بالمحافظة الأفقية بمستوى التطبيق فقط نظراً لعدم وجود ضرورة كبيرة في تأثير الرطوبة على القسم الخارجي في الجدار ولا يوجد ضرر نهائياً من الناحية الصحيّة وهذه الطريقة متّبعة في أكثر المنشآت السكنية والتي يعمل الجدار الخارجي فيها عادة بسمك أعرض في الجدار الحامل للثقل بمقدار ١٢ سم احتياطاً في حدوث أي خلل بسبب التبلور أو التآكل وبذلك تكون الطريقة مثالية.



شكل (٣٣) مستوى التطبيق أعلى من مستوى الأرض

- جميع الحالات تم ذكرها لمحافظة الرطوبة الأرضية الصاعدة في التربة وبملاحظة المواد السابق ذكرها بالشكل التالي:

أن تستعمل طبقة من مانع الرطوبة الخرساني مع مواد سائلة أو مسحوق اسمنتي بسمك لا يقل عن ٨ سم، توضع هذه الصبّة بحيث يكون مستواها يرتفع عن مستوى الأرض ويكون مستوى التطبيق الداخلي للمنشأ في منتصف هذه الطبقة ثم تمد وتصل بطبقة من الاسمنت والرمل مع مانع رطوبة يوضع فوقها طبقة من الاسفلت بعرض الجدار وبذلك تكون المحافظة كاملة وذلك لأن وضع مانع الرطوبة خرساني لا يكفي غالباً إذ أنه كثيراً ما يحدث فيه كسور وشقوق بسبب هبوط البناء بشكل نسبي وتكون هذه الكسور منافذ لصعود الرطوبة فيوضع أطوال الاسفلت تكون هذه الخط الثاني لمنع الرطوبة علاوة على خاصية الاسفلت في عدم تأثره بالجلوس لليونته ولحماية هذه الكسور عند حدوثها في الخرسانة.

أما الطريقة الحديثة لمنع الرطوبة الأرضية هي:

لعزل الرطوبة الأرضية للجدران توضع الطبقة العازلة لجدران المبنى على ارتفاع ١٥ سم من فوق رصيف المبنى الخارجي مكونة من مخلوط الاسفلت الساخن والرمل بسمك يتراوح بين ١,٥ - ٢ سم ثم يوضع فوقها طبقة من مونة الاسمنت والرمل بسمك ١ سم لتكملة مباني حائط المبنى كما يمكن عزل هذه الجدران بوضع طبقات من الخيش المقطرن ودهانها بالبيتومين بدلاً من طبقة مخلوط الاسمنت والرمل يحدد ذلك تبعاً لرطوبة التربة كالاتي:

في المناطق التي تكون فيها التربة جافة تعمل الطبقة العازلة من طبقة واحدة من الخيش المقطرن ووجهين بيتومين في حالة التربة ذات الرطوبة البسيطة تعمل الطبقة العازلة من طبقتين من الخيش المقطرن وثلاثة أوجه بيتومين بينهم في حالة التربة ذات الرطوبة العالية تعمل الطبقة العازلة من ٣ طبقات من الخيش المقطرن مع أربعة أوجه بيتومين بينهم ولعزل الرطوبة الأرضية لأرضيات الدور الأرضي وغرف المنامة والحمامات وماشابه ذلك توضع الطبقات العازلة بعد صب الخرسانة العادية أو المسلحة لزوم أعمال الأرضيات حيث يفرش فوقها مونة الاسمنت والرمل بسمك ٢-٣ سم وذلك لضبط أفقيتها وتنعيم سطحها ليكون أملس ثم يفرش فوقها بعد جفافها طبقة من مخلوط الاسفلت والرمل بسمك لا يقل عن ٢ سم ثم يوضع عليها طبقة الرمل بسمك ٣ سم ثم المونة ٢ سم ثم البلاط ٢ سم، وقد تصب طبقة من البيتون المسلح الفينو سمك ٥ سم فوق الطبقة العازلة مباشرة لحفظها ثم يوضع على الأرضية التشطيبات اللازمة.

٣-٨- منع الرطوبة في النفاذ للأعلى:

هناك عدة طرق فيما يلي نشرح أفضلها:

٣-٨-١- طريقة صب الخرسانية:

هي أفضل طريقة وأكثرها كلفة إذ تصب مربعات لا تزيد مساحتها عن المتر المربع يعادل قدرها سنتيمتراً واحداً بين مربع وآخر يملأ على القالب وتكون الصبّات بسمك لا

يقل عن ٥ سم وقد يغلق بصّات جاهزة في الخرسانة بمساحة ٨٠×٨٠ سم بمفاصل منكسرة ومعالجة بمانع الرطوبة توضع على طبقة من الرمل الجاف وتدرز المفاصل بقيمة اسمنت أو بمواد اسفلتية خاصة.

٣-٨-٢- حماية الأسس الخرسانية المسلحة في تأثير المياه الجوفية باستخدام مانع الرطوبة:

أشارت الدراسات السابقة إلى أن إضافة المواد المانعة للرطوبة إلى الخلطة الخرسانية يزيد من قابلية الخرسانة المتصلّبة على منع نفاذ المياه لداخلها ولكن في نفس الوقت يقلل من قابلية تحملها للإجهادات

ولمعرفة مقدار انخفاض مقاومة الخرسانة للإجهادات ومقدار تقليل نفاذيتها ولغرض حماية الأسس الخرسانية المسلحة من مهاجمة المياه الجوفية ذات التأثير السلبي على ديمومة خرسانة الأسس وتآكل حديد تسليحها، تم إضافة مادة السيلكا وهي إحدى المواد المانعة للرطوبة الشائعة الاستخدام إلى نماذج من الخرسانة المسلحة وغير المسلحة بنسب ٢% - ٤,٦% من وزن الاسمنت المستعمل في الخلطة الخرسانية وتم تهيئة نماذج لاجراء فحوصات الانضغاط، الانشطار، الانثناء، والنفاذية.

بيّنت النتائج مقدار الانخفاض الكبير في نفاذية الخرسانة بزيادة نسبة المادة المضافة، كما بينت مقدار الضعف الحاصل في كل من مقاومتي انضغاط وانشطار الخرسانة وكذلك مقدار انخفاض مقاومة انثناء الخرسانة المسلحة.

أخيراً تم تحديد النسبة الأفضل الواجب إضافتها من مانع الرطوبة إلى خرسانة الأسس لحمايتها من مهاجمة المياه الجوفية، كما تمت التوصية بتخفيض قابلية تحمل الخرسانة عند تصميم الأسس الخرسانية الواقعة ضمن تأرجح منسوب المياه الجوفية.

الفصل الرابع

الإضاءة

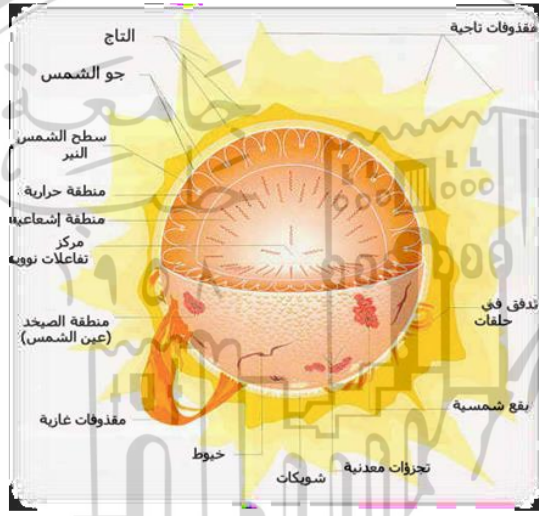
٤-١ - الإضاءة الطبيعية وخصائصها:

يحقق استخدام الإضاءة الطبيعية الراحة البصرية و النفسية لدى الكثيرين فقد دلت الدراسات على تفضيلها على الإضاءة الصناعية لتتعدد مميزاتهما حيث يشكل التوجيه الأفقي للأشعة الضوئية شكلاً معقولاً للظلال وحداً أدنى للإنعكاسات المزعجة و إضاءة ممتازة للأسطح الرأسية كذلك فان تنوعه التدريجي على مدى ساعات النهار يؤدي إلى تأقلم العين دون مجهود فيعتبر هذا تمريناً بصرياً مفيداً و في نفس الوقت بعداً عن ملل الإضاءة الثابتة. وعلاوة على ذلك تعتبر الإضاءة الطبيعية الوسط الصحيح لمراجعة و تكوين الالوان، كما ان الحرارة الناتجة عن استعمالها تقل كثيراً عن معظم أنواع الاضاءة الصناعية. وفي المناطق الحارة تتوافر الإضاءة الطبيعية لفترة طويلة من اليوم. وتعتبر الإضاءة الطبيعية ناجحة عندما تحقق هدفين أساسيين: أولهما: إنارة الفراغ الداخلي و محتوياته بطريقة منظمة تحقق الجمال و الراحة النفسية و البصرية.

ثانيهما: التركيز على أغراض معينة لتوضيح ملمسها و شكلها، أو في حالة وجود نشاط معين مثل القراءة مثلاً يتم إنارة المكان بدرجة تسمح بتأدية هذا النشاط بكفاءة عالية وبالتأكيد فان تحقيق الغرض الثاني يكون أسهل عندما يكون مكان النشاط ثابتاً مثل القراءة او الكتابة إذ يمكن تحديد أماكن المناضد و المقاعد المثلى بالنسبة لمصدر الضوء وبالطبع تزداد العملية صعوبة حينما تتعدد وظائف المكان الواحد.

٤-١-١- مصادر الإضاءة الطبيعية:

الشمس هي مصدر الضوء الطبيعي وتتوقف شدة الإضاءة في مكان معين و في ساعة محددة على زوايا سقوط أشعة الشمس التي تتغير بتغير خط العرض و التاريخ و ساعات النهار، وكذلك على الحالة الجوية من حيث وجود سحب أو غبار أو سقوط مطر، وأيضاً على تأثير خصائص الموقع من حيث وجود حواجز طبيعية أو مصطنعة تؤدي إلى انعكاسات متعددة، والشكل (٣٤) يعبر عن مقطع في الشمس ويوضح طبقاتها ونواتجها.



شكل (٣٤)

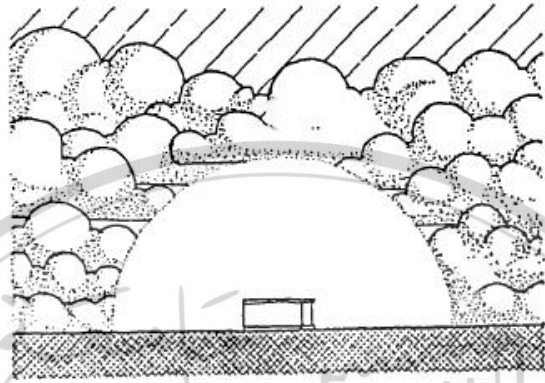
ونتيجة للتغير اللاحدود للعوامل السابقة، كان من الضروري تحديد الحالات الرئيسية لأشكال الإضاءة الطبيعية أو ما يطلق عليه حالات السماء المضية وهي:

- ١- السماء المغطاة كلياً بالسحب
- ٢- السماء المغطاة جزئياً بالسحب
- ٣- السماء الصافية بدون شمس
- ٤- ضوء الشمس المباشر

أولاً: السماء المغطاة كلياً بالسحب:

التي تقع في شمال خط عرض 48° مثل إنجلترا والدول الاسكندنافية و فيها يكون توزيع شدة لمعان السماء غير منتظم حيث يبلغ عند الافق $3/1$ قيمته عند نقطة الأوج

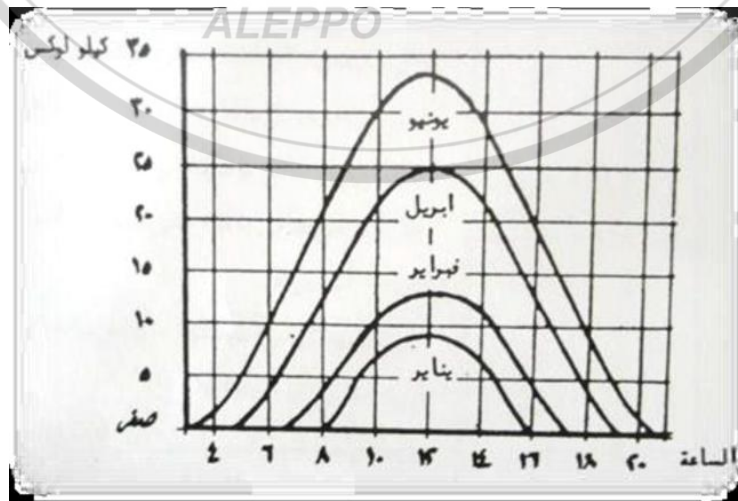
zenith وفي هذه الحالة تبلغ شدة الإضاءة على المستوى الأفقي حوالي مرتين ونصف شدة الإضاءة على المستوى الرأسي والشكل (٣٥) يوضح حجب أشعة الشمس عن الكتلة بسبب تغطية السحب للسماء.



شكل (٣٥)

ثانياً: السماء المغطاة جزئياً بالسحب:

حتى الان لم يتم التوصل لطريقة تعبر رياضياً عن توزيع شدة اللمعان لمثل هذا النوع من حالات السماء وذلك لتعبرها اللا نهائي و مع ذلك أمكن عن طريق المعلومات الاحصائية التي تسجلها مكاتب الأرصاد عن حالة السماء في الأماكن المختلفة الوصول إلى جداول أوجدت علاقة بين نسبة السماء المغطاة و القوة الضوئية المناظرة في أيام معلومة و هذه الجداول يمكن تطبيقها على جميع حالات السماء ويمثل الشكل (٣٦) المنحنيات التي تعبر عن نسبة السماء المغطاة في أيام معلومة.



شكل (٣٦)

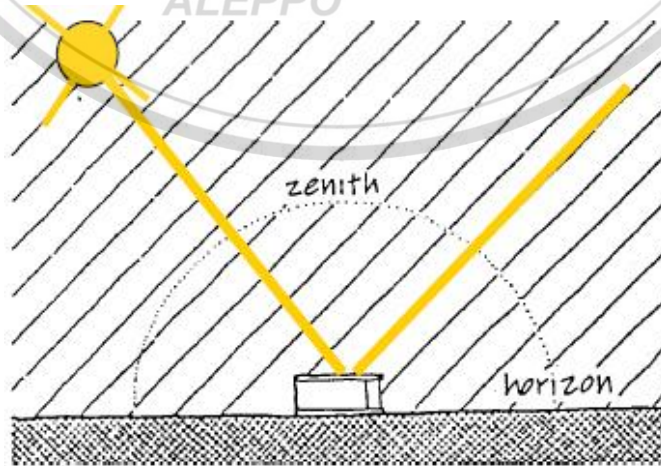
ثالثاً: السماء الصافية بدون شمس:

يمكن اعتبار الفترة قبل ظهور الشمس في الصباح ويعد غروبها حالة السماء بدون الشمس ولكن المقصود هنا الاضاءة التي تصل إلى المباني من السماء فقط دون التعرض المباشر لأشعة الشمس مثل الواجهات الشمالية و الواجهات الشرقية و الغربية في الاوقات التي لا تكون الشمس واقعة عليها وقد تم فصل حالي السماء الصافية بالشمس و بدونها وذلك نظرا لان شدة لمعان السماء ترتفع كثيرا بوجود الشمس و هذا النوع من الضوء اي السماء الصافية بدون شمس هو المطلوب حيث يحقق انتظاما في توزيع الاضاءة، وفي هذه الحالة يكون توزيع شدة لمعان السماء عكس الحالة الأولى حيث يبلغ عند نقطة الأوج ٣/١ قيمتها عند الأفق.

رابعاً: ضوء الشمس المباشر:

في المناطق الاستوائية بالإمكان أن تصل شدة الاستضاءة لهذه الحالة إلى ١٠٠,٠٠٠ لوكس في حالة ضوء الشمس المباشر تكون الأشعة الضوئية موحدة في الاتجاه و الظلال حادة و التباين شديد وتصبح الأسطح العاكسة المحيطة مصدراً للزغلة، شكل (٣٧).

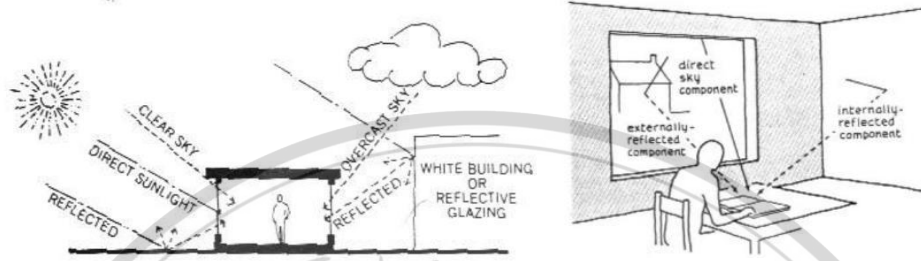
وهذا النوع من الاضاءة غير مفضل سواء بسبب عدم الراحة البصرية التي بسببها أو بسبب الحرارة التي تصاحبه ولكن قد يتم معالجته.



شكل (٣٧) وصول ضوء الشمس المباشر للكتلة والسماء صافية

٤-١-٢- خواص الإضاءة الطبيعية:

أولاً: تعد من أهم خواص الضوء بصفة عامة أنه يسير في خطوط مستقيمة، شكل (٣٨) ما لم يعترضه جسم يؤدي الى حدوث التأثيرات التالية:

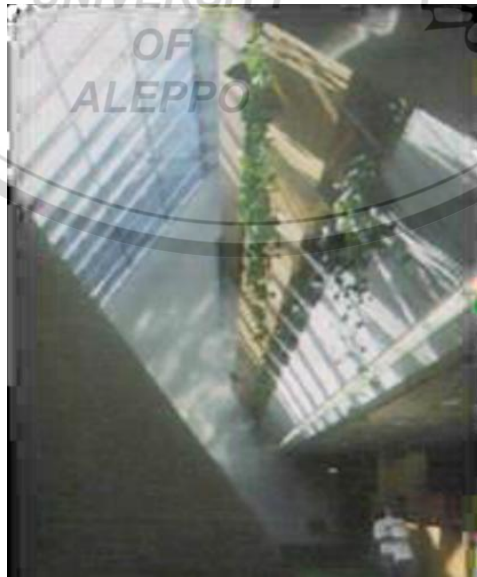


شكل (٣٨) الإضاءة الطبيعية

١- الانعكاس:

وهو ارتداد الاشعاع الضوئي نتيجة لوجود سطح أدى الى انعكاسه دون ان يحدث اي تغير بتردد الموجات وتسمح هذه الخاصية لمصممي الإضاءة بتقليل التوهج والسطوع والتحكم في اتجاه الضوء وتقوية الشكل والملمس للعنصر الداخلي.

استخدم مصمم ملحق مكتبة مدرسة الحقوق، في جامعة ميتشجن تسليح عريض مغطاة بالمرايا وعمودية على مستوى المسطح الزجاجي لقاعة المطالعة لتعمل على عكس الأشعة الشمسية المباشرة وتمنع الزغلة بقاعات المطالعة، شكل (٣٩).



شكل (٣٩) صورة توضح استخدام خاصية انعكاس الضوء بقاعة المطالعة بمكتبة مدرسة الحقوق ب ميتشجن

٢- التشتت:

وينتج عن سقوط الاشعة الضوئية على الاسطح الخشبية أو المدهونة بجزيئات عاكسة حيث يعمل كل جزء عمل مرآة منفصلة ذات ميل مختلفة مما يؤدي الى وجود اتجاهات عديدة للأشعة المنعكسة مصدره ضوء مشتت يريح العين بشكل أكبر من الضوء الساطع المركز.

ولقد استغل مصمم المكتبة الاكاديمية (مدريد) اسبانيا هذه الخاصية بقاعات المطالعة في المكتبات شكل (٤٠) حيث صممت الفتحات الضوئية بالسقف مشتتة لأشعة الشمس التي تصل مباشرة الى مركز المكتبة بواسطة الواح معدنية تولد ضوء مريحاً للعين.



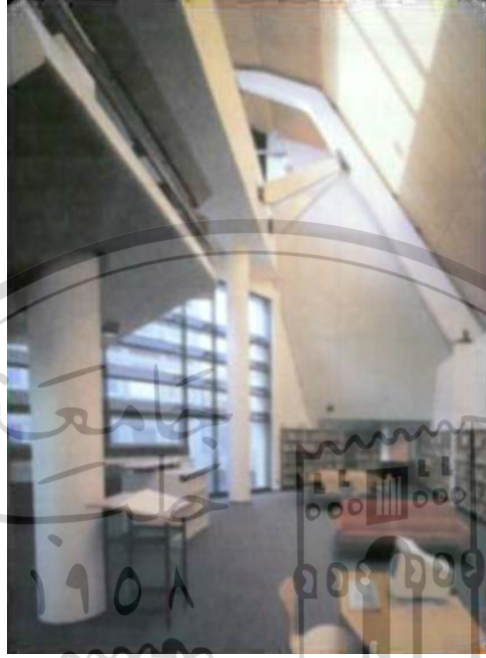
شكل (٤٠) منظر السقف من الداخل بين الاضاءة الطبيعية العلوية وتوزيعها على الأدوار واستخدام خاصية تشتيت الضوء في قاعة اكااديمية مدريد

٣- الانكسار:

وهو التغير في اتجاه الشعاع المنكسر عند سقوط الضوء على وسط ذو سماكة مؤثراً على نفاذة من الناحية الاخرى لذلك فانه يمكن استغلال هذه الخاصية في تغير مسار الأشعة الضوئية وذلك حسب الاحتياج.

ومن أمثلة قاعات المطالعة التي استفادت من هذه الخاصية مكتبات المدينة (مونستير) المانيا، شكل (٤١) حيث ان قاعة المطالعة تحتوي على شبابيك علوية ينفذ منها الضوء

لينكسر بفعل الأكسدة النحاسي للجدران الداخلية مما يجعل القراءة على طاولات المطالعة هادئة ومريحة بصرياً.



شكل (٤١) الصورة توضح استخدام خاصية انكسار الضوء بقاعة المطالعة مكتبة مونستير

ثانياً: إضاءة مركزة والشمس مصدر من مصادر الضوء المركزة وهي أشعة محددة لا يوجد حائل يعمل على تشتيتها فتكون مركزة على الجسم.

ثالثاً: تباين شديد: فنجد المناطق المواجهة للضوء ذات إضاءة عالية وتظهر مناطق للظلال قائمه و حادة و دون تدرج بين مناطق الضوء و مناطق الظلال.

رابعاً: ظلال حادة: تنتج الإضاءة المركزة ظلالاً ذات حواف حادة.

خامساً: مساحات إضاءة ضيقة: الإضاءة المركزة تجعل الإشعاع الضوء محددًا مما ينتج عن ذلك إضاءة الجزء الساقط عليه فقط.

٤-٢- تأثير الإضاءة الطبيعية على صحة الإنسان:

أثبتت الأبحاث الحديثة أن التعرض للإضاءة الصناعية لمدة طويلة يتسبب في أضرار جسيمة لصحة الإنسان على المستويين النفسي والجسدي.

وتعد عملية التعرض للتذبذبات الضوئية لمصابيح الفلورسنت والافتقار للإضاءة الطبيعية أهم الآثار السلبية الناجمة عن العمل المكتبي.

فتحتّم تطوير نظم الإضاءة الطبيعية الحديثة بحيث تعيد توجيه ضوء الشمس وغيرها من المصادر الطبيعية الى أماكن مطلوبة.

وتعتمد هذه النظم على آليات بصرية متقدمة تعمل على انعكاس وانكسار أو تحقيق انعكاس كلي داخلي لضوء الشمس ويمكن تصميم نظم الإضاءة الطبيعية لتقوم بتعقب ضوء الشمس بشكل نشط أو للتحكم السلي في أشعة الشمس المباشرة.

٤-٣- أهمية الإضاءة الطبيعية:

عند تصميم الابنية ينحصر فكر المعماري في كيفية اضاءتها بالقدر الذي يساعد على الرؤية و يظهر عناصرها المعمارية و هو في هذا يلجأ الى وسائل مختلفة طبقا لما تقتضيه طبيعة الموقع وحالة الاضاءة وفي بعض الأحيان يضطر المعماري الى الاستعانة بالاضاءة الصناعية عندما تنخفض الاضاءة في عمق المبنى نتيجة فتح نوافذ على مناوور او افنية داخلية. الى هنا يبدو الغرض منطقيا اذا كان الغرض من الاضاءة هو الانارة فقط.

٤-٣-١- مميزات الإضاءة الطبيعية:

- أشعة الشمس لها أهمية كبيرة بالنسبة لكبار السن والأطفال حيث تعتبر المصدر الأهم لفيتامين (د) والذي يعد ضروري لنمو عظام الإنسان فيساعد ذلك على النمو للأطفال ويحمي كبار السن من الإصابة بهشاشة العظام، والشكل (٤٢) يوضح الاستفادة من الإضاءة الطبيعية في الغرف

- الاضاءة الطبيعية تبعث على زيادة النشاط وضبط الساعة البيولوجية.

٤-٣-٢- عيوب الإضاءة الطبيعية:

- كثرة التعرض لأشعة الشمس الضارة تسبب السرطان.
- تسبب عدم القدرة على التمييز بين درجات الإضاءة والألوان.



شكل (٤٢)

٤-٣-٣- أهمية الإضاءة الطبيعية في حياة الانسان:

تتغير الإضاءة الطبيعية في شدتها و لونها من الشروق الى الغروب و من يوم لآخر و في خلال شهور السنة و لهذا فإن التغير المستمر له تأثير على الإنسان و تكييفه مع المكان الذي يعيش فيه.

و في السنوات الأخيرة ركزت الابحاث العلمية على مدى تأثير الضوء الطبيعي على صحة الإنسان و نشاط أعضائه و على توازن الجسم و مقاومته.

و قد أجمع كثير من العلماء على أن الإنسان يحتاج إلى التغير المستمر في إضاءة المراتب حتى يحافظ على مستوى ذكائه، كذلك فإن الثبات في الإضاءة له أثر سيء بالنسبة لمعدلات إفراز الهرمونات و نشاط مركز الاعصاب و الجهاز التنفسي وحيوية الأوعية القريبة من الجلد و كذلك مقدرة الإنسان على الإحساس و من أبحاث أجراها الدكتور هاردي على مجموعة من الناس تعيش داخل أبنية إضاءتها عادية وجد أن الناس المعرضة لمثل هذه الاضاءة المتوسطة تصاب بتلف الأنسجة و تمزق الشرايين و اضطراب الدورة الدموية وأمراض الكلى و ضعف عضلات القلب علاوة على نقص كمية الاوكسجين بأنسجة الجسم و ينهي الدكتور هاردي قائلاً إن ثمن عدم إضاءة الأبنية بإضاءة كافية هو الإصابة بالشيخوخة المبكرة، و في مؤتمر الغضاءة لخبراء الطاقة الذي عقد في ولاية أوهايو الأمريكية سنة ١٩٨٠ أكد مستشارو شركة جنرال اليكتريك أهمية زيادة الإضاءة لزيادة نشاط الانسان و أن النتائج الاقتصادية التي تترتب على هذا لا يستهان بها.

٤-٣-٤ - أهمية الإضاءة الطبيعية في تمييز الألوان:

ثمة خاصية أخرى للإضاءة الطبيعية هي اظهار الألوان فمن الصعب تمييز مجموعات من الألوان المجتمعة في حالة الاضاءة الصناعية ولكن هذا التمييز يكون من السهل تحقيقه تحت تأثير الضوء الطبيعي ولكن يلاحظ في نفس الوقت أن للإضاءة الطبيعية تأثيراً آخر وهو شحوب اللون و ذلك لأنها تحتوى على كمية كبيرة من الاشعة فوق بنفسجية ولكن يمكن تجنب ذلك باستخدام مرشح لتلك الأشعة في زجاج الشباك.

و كذلك يلاحظ أن للألوان المستخدمة في الاسطح الداخلية لحيز داخلي معين تأثيراً على كمية الضوء فالأسطح ذات الالوان الفاتحة تعكس الضوء وتوزعه بانتظام على عكس السطح ذات الالوان الداكنة.

٤-٣-٥ - أهمية الإضاءة الطبيعية في الإحساس بالفراغ:

الاضاءة الطبيعية تضيف أو تزيد من الاحساس بالاتساع بالنسبة للغرفة وذلك لأن فتحة الاضاءة الطبيعية تفتح الغرفة للخارج مما يعطى احساساً بأن فراغها أكثر اتساعاً، هذه الظاهرة قد درست بواسطة عدد من معامل أبحاث البيئة حيث وجد اينوي و مايتا في عام ١٩٧٣ أن الاحساس يزداد في الغرفة ذات الشبايك الواسعة أو كبيرة الحجم، كذلك فان دخول الشمس والضوء الطبيعي في فراغ الغرفة يخلق خاصية ديناميكية للفراغ، ولا يمكن تحقيقها بأي عناصر تصميمية أخرى وذلك لما يحققه من تباين في لون الغرفة وفي الضوء نفسه مما يزيد من جمال الفراغ.

٤-٣-٦ - أهمية الإضاءة الطبيعية في الإحساس بالمنظر:

ان من أهم خصائص نوافذ الاضاءة انها تعد قنوات اتصال حيوي بين الداخل و الخارج وهو ما يحقق عنصراً هاماً هو عنصر المنظر و قد أجريت كثير من الابحاث لدراسة النسبة المثلى بين مساحة النافذة و مساحة الحائط الذى توجد به حتى يحقق منظرًا جيداً

يمكن تقسيم المنظر الخارجي إلى ثلاثة أجزاء: الأول هو منظر السماء و الثاني منظر الأفق و الثالث فهو منظر الأرض.

فالمنظر الأول وهو منظر السماء يعطي الانسان الاحساس بمرور الوقت طوال اليوم وكذلك بطيب حالة السماء، وبالتالي الاحساس المباشر بالتغير المستمر في الضوء الطبيعي طوال اليوم مما يبعد الملل و الخمول.

و المنظر الثاني وهو منظر الأفق، ويعطي الانسان الشعور بالتوازن و الأمان لوجود الاحساس بالسماء و الارض في نفس الوقت.

أما منظر الأرض فانه يرتبط بالأنشطة المختلفة الموجودة حوله بالخارج، وهناك كثير من الابحاث والاحصائيات تدرس أي نوع من أنواع المناظر هو المفضل، أهو منظر السماء أم الأفق ام الأرض، و غنى عن البيان أن كل منهما مرتبط بموضع النافذة في الجدار.

٤-٣-٧- أهمية الإضاءة الطبيعية في حالة الطوارئ:

هناك عامل منفعة اخر للمباني المضاءة طبيعياً وهو دور فتحات الاضاءة الطبيعية في حالات الحريق و غيره من حالات الطوارئ.

وبعد استعراض عدد من الحرائق الشديدة في المباني عديمة النوافذ، استنتج جوليرات خطورة عدم قدرة السكان على فتح النوافذ لإخراج الدخان من الداخل، علاوة على ذلك فان الاعتماد الكلي على الاضاءة و التهوية الصناعية.

في المباني عديمة النوافذ يعنى أن أي طارئ لانقطاع التيار قد يخلق موقفاً حرجاً الا اذا توافرت طاقة احتياطية (جوليرات ١٩٦٤).

٤-٤- الإضاءة الطبيعية وتأثيرها على تشكيل الكتلة المعمارية:



شكل (٤٣) الإضاءة الطبيعية وتأثيرها على تشكيل الكتلة المعمارية

تعتبر الإضاءة الطبيعية أهم عنصر معماري حسّاس في عملية التصميم المعماري وتشكيل الكتلة المعمارية، شكل (٤٣) ولذلك فإن أي خطأ في ذلك يظهر جلياً في التصميم المعماري كعمل غرفة بدون فتحة خارجية.

وقد نلجأ في بعض الحدود القصوى للإضاءة العلوية لإعطاء ضوء طبيعي لعنصر من عناصر المبنى فإن استعمال الضوء الصناعي تحدي غير مرغوب فيه، ولذلك يجب تعريض معظم الغرف والفراغات للمبنى للضوء الطبيعي وذلك بإظهار شبابيك زجاجية على جدران المبنى الخارجية.

ويعتبر تشكيل الأرض عنصراً مرناً ولذلك يمكن ان نطوعه لتكوين الكتلة والفراغات على مستوى ارض الموقع بعدة طرق مختلفة بما يتوافق مع دراسة الإضاءة الطبيعية.

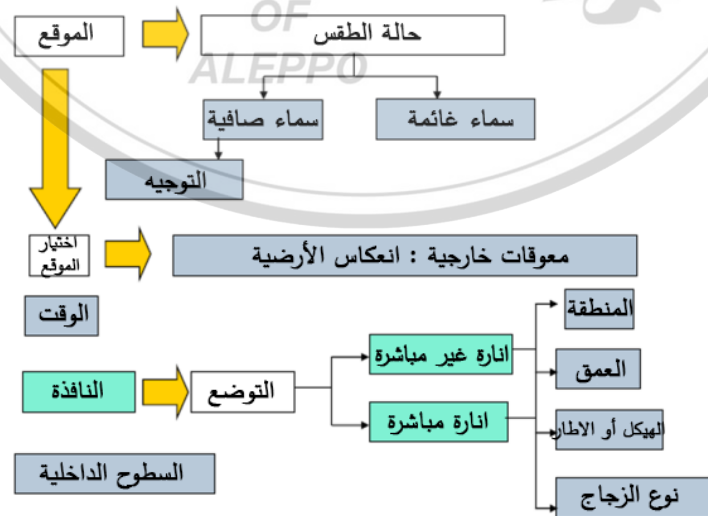
فمثلاً في المناطق الحارة فيكون توجيه المبنى في هذا الإقليم لاعتبارات الشمس أكثر من اعتبارات الرياح وذلك لضمان توفير أكبر قدر من الظلال والبعد عن الهواء الجاف الساخن ويستحسن أن يمر الهواء على المناطق الرطبة قبل دخوله الى المبنى.

ومن هذا المنطلق يكون التوجيه الأمثل للفتحات هو الشمال ويأتي بعد ذلك التوجيه جنوب شرقي وينصح في هذه المناطق الى الجنوب حيث تكون عملية التظليل اسهل ويمكن ان يمتد إلى ٢٥° باختيار شكل المبنى الذي لا يأخذ استطالة، حيث يحقق أكبر قدر من الفراغات الداخلية بعيداً عن الأحوال المناخية الخارجية وإذا وجدت الاستطالة تكون

غالباً للمباني القائمة بذاتها وتكون في اتجاه شرق-غرب حيث يكون أكبر قدر من الواجهات شمالياً فلا تشكل أشعة الشمس مشكلة وجنوبي حيث يكون التظليل أسهل وشكل المبنى ذو الكتل المركبة المسقطة للظلال هو المرغوب في مثل هذه المناطق، كما تفصل التصميمات القائمة مباشرة على الأرض أو أسفلها خاصة في البيوت السكنية التي يمكن إقامتها كلها أو جزء منها تحت سطح الأرض وذلك للتقليل بقدر الامكان من الانتقال الحراري الى الداخل، أما في المناطق الرطبة فيكون توجيه المبنى لاعتبارات الرياح أكثر من الشمس حيث يمكن معالجة الشمس بطرق عدة وفي حالة تكييف المبنى تعود الشمس لتأخذ الاعتبار الاول في التصميم، ويستحسن أن يأخذ شكل المبنى استطالة اتجاه شرق غرب فذلك يزيد من مساحة الواجهات الخارجية ويسهل عملية التهوية.

٤-٤-١- الإضاءة داخل المباني:

الشمس هي المصدر الأساسي للضوء الطبيعي على الكرة الأرضية و الضوء ينتشر على هيئة موجات كهرومغناطيسية و للتعرف على أهمية كمية الاضاءة لحياة الانسان يتم التأكيد على أن الرؤية تستهلك ربع الطاقة الكلية اللازمة للجسم في حالة الاضاءة الصحية و النظر السليم، و إن أي نقص في هذه الإضاءة معناه استنزاف الطاقة من الجسم لتعويض هذا النقص، ويوضح الشكل (٤٤) عوامل التأثير على الإضاءة استناداً لمنافذ ضوء النهار.



شكل (٤٤)

٤-٤-٢- التصميم الجيد للمبنى

ان التصميم الجيد للمبنى يجب أن يشتمل على ما يلي:

١- أن يكون بكل حجرة نافذتان بقدر الامكان موزعتان على حائطين حتى يتم تجنب ظاهرة الزغلة

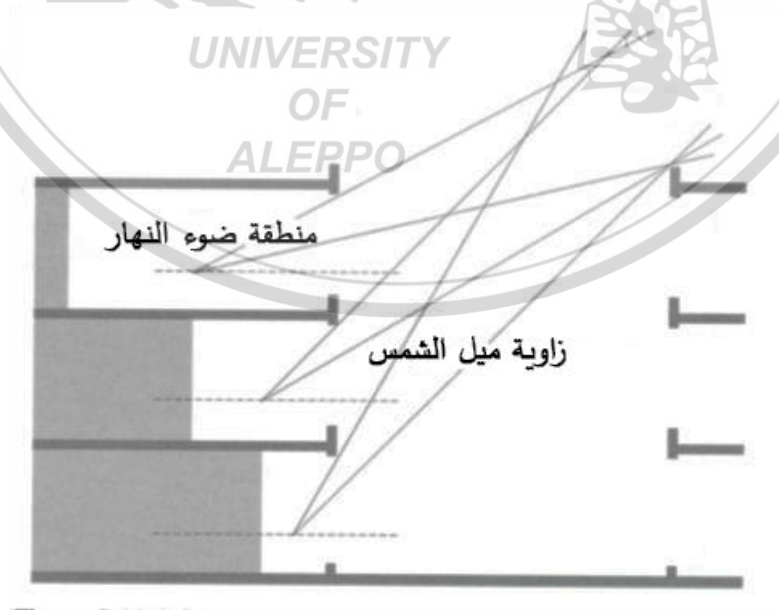
٢- توزيع الشبايك و اختيار اماكنها للحصول على أكبر قدر من الضوء الطبيعي و بخاصة المنعكس مع محاولة تجنب الضوء المباشر.

٣- تخصيص بعض الفراغات المكشوفة (كالأفنية مثلاً) بالمبنى تسمح للإنسان بأن يستفيد من الأشعة فوق البنفسجية مع مراعاة عامل الخصوصية.

٤- أن يراعى في تخطيط الموقع ارتفاعات المباني و المسافات بينها بحيث لا يحجب مبنى الضوء الطبيعي عن مبنى آخر قريب منه أو يواجهه.

يتوقف التوزيع الفعلي لشدة الإضاءة داخل الغرفة على الآتي:

١- عمق الغرفة حيث تقل شدة الإضاءة كلما بعدت المسافة عن الشباك وعموماً يمكن الإعتماد على الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ حتى مسافة ٦ متر الى ٧,٥ متر من مصدر الضوء و هذا يتوقف لها أساساً على شكل الفتحات و مسطحها، شكل (٤٥).



شكل (٤٥) تأثير عمق الغرفة على الإضاءة

٢- وضع الفتحات يسمح الشباك ذو الارتفاع الكبير للضوء بالدخول الى عمق داخل الغرفة أكبر من ذلك الذى يسمح به شباك ذو ارتفاع صغير بنفس الحجم و يمكن استخدام العواكس في اسقاط الأشعة الضوئية في مسافات أعمق داخل الفراغ و ذلك بعكسها على السقف.

٣- لون الاسطح الداخلية: و هو من أهم العوامل التي تساعد على التحكم في الضوء، فالأسطح ذات الالوان الفاتحة تعكس الضوء و توزعه بانتظام كما تقلل من شدة اللمعان الذى قد يكون متعبا للعين و يشكل السقف أهم عنصر مؤثر في توزيع الاضاءة المنعكسة و من المستحب أن يكون فاتح اللون أو ابيض، أما الأرضية فهي ليست ذات تأثير كبير و هي بذلك تعطى الحرية للمصمم في استعمال الألوان الغامقة مع مراعاة تجنب التباين الشديد المرهق للعين شكل (٤٦).



شكل (٤٦) تأثير لون الأسطح الداخلية على شدة الإضاءة

٤-٥- الفتحات والتعرض للشمس:

من العوامل التي تحدد التأثير الحراري لمساحة النافذة هي الظلال فعندما تكون النوافذ قابلة للفتح ومظللة فإن زيادة مساحتها يجعل درجات الحرارة الداخلية قريبة من المستوى الخارجي ويتم هذا نتيجة لعاملين:

● معدل التهوية الأعلى

● المقاومة الحرارية بالنسبة لمساحات الزجاج بمقارنتها بالجدران العادية

وعندما لا يتم تظليل النوافذ فإن ذلك يؤدي إلى اكتساب أعلى للحرارة الشمسية وبالتالي يرفع من درجة الحرارة الداخلية.

وفي دراسة على مباني بالحجم الطبيعي في منطقة قريبة من البحر تم تسجيل درجات الحرارة الداخلية في مبنى سكني مسبق الصنع مساحة النافذة فيها إلى مساحة الأرضية لا تزيد عن ٦% وقد تضمنت ظروف الاختبار تطبيقات متعددة للنوافذ والشيش الخارجي الذي كان من النوع القابل للسحب ويمكن تلخيص نتائج هذا الاختبار فيما يلي:

في حالة النوافذ المغلقة والشيش المغلق جزئياً الذي يقطع الإشعاع بينما يسمح بمرور الهواء كان معدل درجة الحرارة الداخلية يتراوح ما بين ١ إلى ٢ درجة مئوية تحت درجة الحرارة الخارجية القصوى.

وبالنسبة للنوافذ المغلقة والشيش فقد كان معدل درجة الحرارة الداخلية حوالي ٤ درجات مئوية من حوالي ٤ درجات فوق درجة الحرارة الخارجية الصغرى إلى ١ درجة مئوية تحت درجة الحرارة القصوى.

وبالنسبة للنوافذ المغلقة والشيش المفتوح وهو أعلى تسخين بواسطة النوافذ فقد ثبتت درجة حرارة الخارجية عند حوالي ١ درجة مئوية تحت درجة الحرارة القصوى.

٤-٦- الشبايك

تعتبر الشبايك وحدات أساسية في المباني بجانب أنها وسيلة للتهوية والإضاءة والنظر من خلالها إلى المناظر الخارجية أو الداخلية إلا أنها يجب أن تتحقق فيها بعض صفات ووظائف الجدران والقواطع كما قد يضاف إلى بعضها أنواعها وظائف لأغراض مختلفة.

ويشيد ارتفاع أعتاب الشبايبك (أعلى الشباك) في جدران المباني عادة بارتفاع أعتاب الأبواب كما أنها تشيد داخل فتحات الجدران المعدة لذلك بمقاسات تناسب غرضها وقد تصنع الشبايبك من الأخشاب اللينة أو الصلبة أو المعادن.

يفضل أن لا يقل عرض الشباك الخارجي لأي حجرة يستعملها الإنسان لمعيشته (Habitable Room) عن ١٠/١ من مساحة أرضية الحجرة مقسوما على ارتفاع الشباك كما يجب أن تصنع الشبايبك وتركب بطريقة لا تسمح بمرور تيار الهواء أو تسرب مياه الأمطار من بين أجزائها إلى داخل الحجرة.

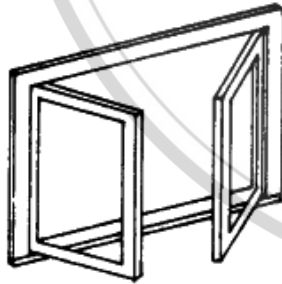
٤-٦-١- أنواع الشبايبك:

٤-٦-١-١- الشبايبك المفصلية: وتضم الشبايبك

المفصلية عدة أنواع:



- الشبايبك ذات الدرفتين: وتتميز هذه الشبايبك بأنها تعطي تهوية جيدة لأنه يمكن فتحها بالكامل، من الممكن استخدامها في غرف النوم وغرف المعيشة.. وبمعنى آخر يمكن استخدامها في الغرف المحددة المساحة.



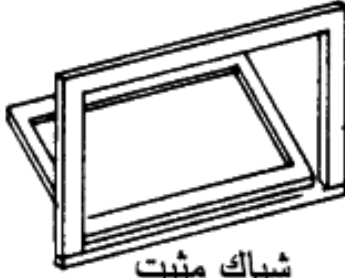
UNIVERSITY OF ALEPPO

- الشباك المنفتح أفقياً وهو نوعان:
أ- شباك مثبت بمفصلات علوية:

وهو شباك عبارة عن درفة واحدة مثبتة بمفصلات من الأعلى وهي متعددة الفوائد فبجانب الإضاءة والتهوية تعتبر وسيلة جيدة لحماية الغرفة من الأمطار ولأنها لا تنفتح بشكل كامل فهي لا توفر تهوية عالية مثل الشباك ذو الدرفتين.

ويتميز هذا الشباك بأنه يعطي مساحات واسعة إلا أنه من المفضل استخدامه في الصالونات والبهو الواسع وغرف الطعام.

ب- شباك مثبت بمفصلات سفلية:



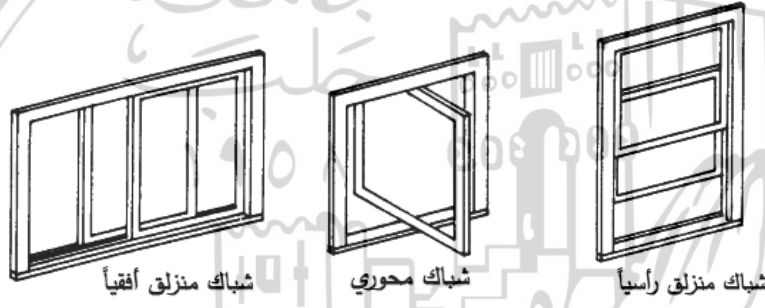
شباك مثبت
بمفصلات سفلية

وهو لا يختلف كثيراً عن الشباك السابق إلا أنه يمنع دخول الأمطار.

٤-٦-١-٢- الشبايبك المنزلقة:

ميزتها توفر مساحه كما انها من الزجاج والألوميتال مما يسهل تنظيفها والتعامل معها.

هناك عدة أنواع من الشبايبك المنزلقة.



- الشبايبك المنزلقة أفقياً:

تتميز هذه الشبايبك بمرونة تصميمها وسهولة استخدامها وتستعمل بنطاق واسع في المباني الحديثة

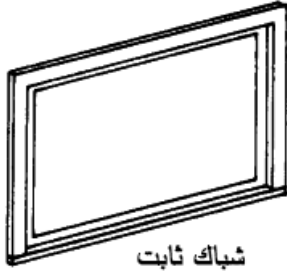
- الشبايبك المنزلقة رأسياً:

تتميز بتوفيرها للمساحة وسهولة استخدامها وتستعمل بنطاق واسع وخاصة في الدول الأوروبية وتكون إحدى الدرفتين ثابتة والأخرى متحركة أو كلتاها متحركتين.

٤-٦-١-٣- الشبايبك المحورية:

وهي عبارة عن شبايبك ذات درفة دوارة تدور حول محور رأسي أو أفقي وتستعمل أكثر في المباني العامة.

٤-٦-١-٤ - الشبابيك الثابتة:



وهي شبابيك غير قابلة للفتح الغرض منها الإضاءة الطبيعية فقط ولا تستخدم في التهوية لأنها لا تسمح بمرور الهواء وفي الغالب تكون الشبابيك الثابتة مع شبابيك أخرى قابلة للفتح حسب التصميم.

٤-٦-٢-٤ - خامات الشبابيك:

٤-٦-٢-١-٤ - الشبابيك الخشبية:

تتميز الشبابيك الخشبية بأنها عازلة جيدة للحرارة ولكنها تحتاج إلى عناية وصيانة بصفة دائمة لأنها تتأثر بالرطوبة ويمكن معالجتها عن طريق الدهان بمواد عازلة للرطوبة.

٤-٦-٢-٢-٤ - شبابيك الألمنيوم:

تتميز الشبابيك الألمنيوم بأنها أكثر تحملاً من الخشب ولكن الألمنيوم يتأثر بالحرارة والبرودة لذلك فهو لا يعزل البرودة بشكل جيد ويفقد حرارته بسهولة ولكن هناك تقنيات جديدة لمعالجة هذا العيب.

٤-٦-٢-٣-٤ - الشبابيك المصنعة من مادة الـ PVC:

وهي شبابيك جديدة مصنعة من مادة Polyvinyl chloride (PVC) وتتميز هذه الشبابيك بأنها لها خواص جيدة للتحكم في المناخ ولا تحتاج لصيانة بصفة دائمة ولها مقاومة جيدة لفقدان الحرارة ومادة الـ PVC متعددة الألوان وتناسب جميع الاستخدامات.

٤-٦-٢-٤-٤ - الشبابيك المصنعة من الألياف الزجاجية:

وهي شبابيك حديثة وإلى حد كبير تشبه شبابيك الـ pvc ولكنها تتمتع بصلابة أكبر.

٤-٦-٣-٤ - علاقة الشبابيك بالإضاءة الطبيعية:

هناك عدة عوامل مرتبطة بالشباك ومؤثرة على شدة الإضاءة:

١- أبعاد الشبايك وعددها:

كلما زاد مسطح الشباك بالنسبة للفراغ كانت الإضاءة أشد لذلك تكون مسطحات وأعداد الشبايك أكبر في الأماكن التي لا ترى الشمس بصفة دائمة وبالنسبة للأماكن التي تشتد فيها الشمس تكون مسطحات الشبايك أصغر و أعدادها أقل.

٢- توجيه الشباك:

توجيه الشباك يؤثر على الإضاءة الطبيعية ففي الواجهة الشرقية والغربية يكون ضوء الشمس مبهرًا في فترات محددة ويسبب ذلك إزعاجاً بصرياً أما في الشمال فتكون الإضاءة جيدة وغير مبهرة لذلك فمعظم المباني الإدارية والتعليمية وغيرها من المباني التي تعتمد على الإضاءة الطبيعية بشكل رئيسي تكون شبايكها موجهة ناحية الشمال.

أما الواجهات الشرقية والغربية يمكن معالجتها بكاسرات رأسية والواجهة الجنوبية بكاسرات أفقية أو باستخدام الشيش للتحكم اليدوي في كمية الإضاءة المرغوب فيها، شكل (٤٧).



شكل (٤٧) استخدام الشيش لامكانية التحكم اليدوي في كمية الإضاءة المرغوب فيها

٣- نوع الزجاج المستخدم:

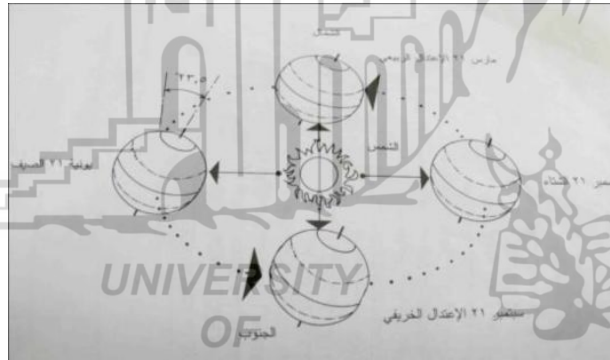
نوعية الزجاج تؤثر على كمية الضوء الذي يدخل الفراغ وكذلك لون الزجاج فالزجاج الملون يقلل من شدة الضوء.

٤- زاوية ميل الشباك:

الشباك الرأسى هو أكثر الشبائك اللى تسمح بمرور الضوء أما الشبائك المائلة والأفقية فتقلل من كمية الضوء المار بها وذلك لقابلية تراكم الأتربة على السطح.

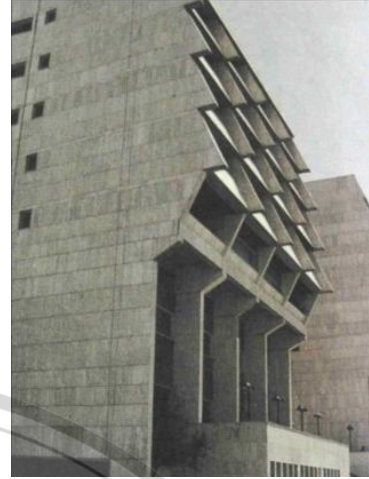
٤-٧- الكاسرات الشمسية والتظليل:

يوجد للأرض حركتان هما دوران الأرض حول نفسها مره كل لأربعة وعشرين ساعة و هو ما يسبب تعاقب الليل و النهار و دوران الأرض حول الشمس مرة كل سنة وهو ما يسبب تعاقب الفصول الأربعة على أن الحركة الظاهرية للشمس حول الأرض خلال السنة تكون بين مدار السرطان شمالاً و مدار الجدى جنوباً و تكون الأشعة عمودية على مدار السرطان (خط عرض ٢٣,٥ درجة شمالاً) في شهر يونيو وهو أقصى خط عرض تصله الشمس في نصف الكرة الشمالي حيث يكون الصيف بينما يكون الشتاء على نصف الكرة الجنوبي، شكل (٤٨).



شكل (٤٨) حركة الأرض حول الشمس وحول محورها

إن الهدف الأساسي من وجود كاسرات الشمس هو منع أشعة الشمس من السقوط على الغلاف الخارجي للمبنى أو النفاذ الى الفراغات الداخلية عندما تصبح درجات الحرارة للهواء الخارجي أعلى من معدلات المطلوبة للراحة الحرارية للإنسان، شكل (٤٩ - ٥٠) أما خلال فصل الشتاء البارد لا تكون هناك ضرورة لحماية المبنى من أشعة الشمس بل قد يكون سقوط الأشعة و نفاذها الى الفراغات الداخلية ضرورياً من أجل المساعدة في التدفئة.



شكل (٤٩) استخدام الكاسرات الأفقية في واجهات المباني

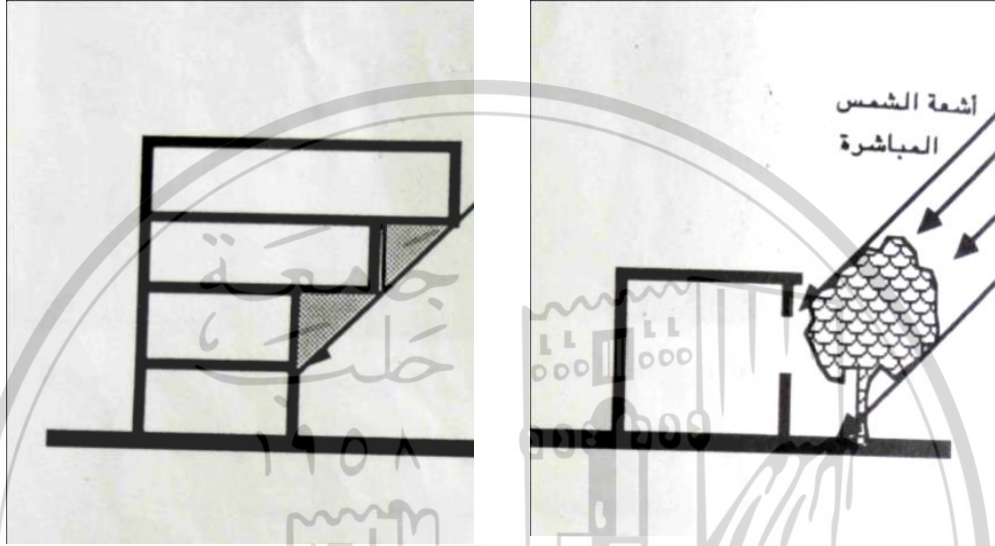
ينقسم تأثير أشعة الشمس الى قسمين رئيسيين القسم الأول يتمثل في تدفق الحرارة و الثاني يتمثل في أشعة الشمس المباشرة الداخلة الى الفراغ الداخلي من خلال الفتحات و النوافذ و المواد الشفافة.



شكل (٥٠) استخدام الكاسرات الشاقولية في واجهات المباني

عندما تكون قوة أشعة الشمس عالية جداً كما هو الحال في معظم المناطق الحارة و عندها يكون التظليل للنافذة في غاية الأهمية و هناك العديد من الوسائل التي تتيح الحماية للنافذة من أشعة الشمس و التي تتمثل في تصميم المبنى أو التظليل بواسطة الأشجار أو التظليل بواسطة كاسرات الشمس، شكل (٥١) و التي تعتبر الوسيلة الأكثر انتشاراً و أكثر فعالية إذا كان تظليل المبنى من المتطلبات الهامة فإن تظليل الفتحات و النوافذ يعتبر ذا أهمية قصوى، و ينقسم الحمل الحراري من أشعة الشمس إلى ثلاثة عناصر رئيسية هي أشعة

الشمس المباشرة و الأشعة المنعكسة و الأشعة المنتشرة، ففي المناطق ذات المناخ الحار الرطب ترتفع نسبة الأشعة المنتشرة في الفضاء الخارجي نتيجة لوجود السحب الكثيفة بينما ترتفع نسبة الأشعة المنعكسة في المناطق ذات المناخ الحار الجاف نتيجة لوجود المسطحات الصخرية.

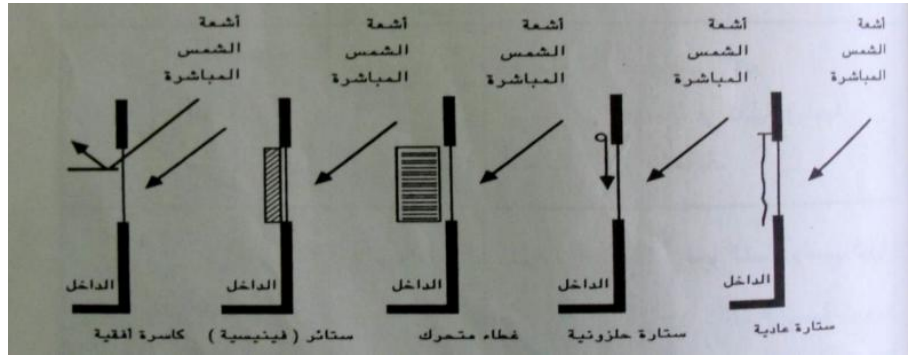


شكل (٥١)

أ- التظليل بواسطة الأشجار

ب- التظليل بواسطة شكل المبنى

إن المساحة الشاسعة التي تأتي منها الأشعة المنتشرة يجعل التحكم فيها أمر بالغ الصعوبة، ولكن يمكن التقليل من مفعولها بواسطة الكاسرات و الستائر الداخلية أو تلك التي توضع داخل الفراغ الخاص بالزجاج المزدوج.. أما التحكم في مفعول الأشعة المباشرة يأتي بفاعلية كبيرة بواسطة كاسرات الشمس الخارجية، شكل (٥٢) إن كاسرة الشمس المثالية يجب أن توفر الحماية المطلوبة من أشعة الشمس المباشرة دون حجب الرؤية أو التقليل من فعالية التهوية الطبيعية.



شكل (٥٢) اختلاف مساحات الكاسرات وإمكانية استخدام كاسرات متحركة في واجهات المباني

شكل الكاسرة	وصف الكاسرة	التوجيه الأفضل	خصائص الكاسرة
	كاسرة أفقية	الشرقية الغربية الجنوبية	تحجز الهواء الحار وتتراكم عليها الاتربة والشوائب والجليد
	كاسرة أفقية مكونة من زعانف	الشرقية الغربية الجنوبية	حرية في حركة الهواء تراكم قليل للاتربة والجليد
	كاسرة عمودية من الزعانف	الشرقية الغربية الجنوبية	تساعد في تخفيض الطول الأفقى للكاسرة الأفقية كما أنها تؤثر على مستوى الرؤية
	كاسرة عمودية	الشرقية الغربية الجنوبية	حرية في حركة الهواء لا وجود للاتربة والجليد تحجب الرؤية
	زعانف عمودية	الشرقية الغربية الشمالية	تحجب الرؤية فعالة في تظليل الواجهة الشمالية
	زعانف مائلة	الشرقية الغربية	تميل نحو الشمال وتحجب الرؤية

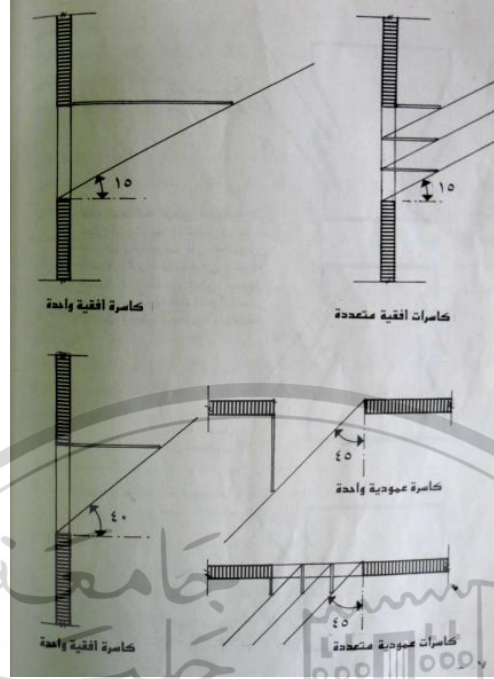
شكل (٥٣)

إن الكاسرة الأفقية فعالة جداً عندما تعمل لتظليل نافذة على الواجهة الجنوبية خلال فصل الصيف، و ذلك لأن زاوية ارتفاع الشمس تكون كبيرة في هذه الفترة، في حين أن فعاليتها تكون محدودة عندما تستعمل لتظليل الواجهة الشرقية أو الجنوبية الشرقية، أو الجنوبية الغربية، أو الغربية.

أما الكاسرة العمودية تكون فعالة جداً عندما تستعمل لتظليل نافذة على الواجهة الشمالية، هناك صعوبة كبيرة في تظليل النوافذ التي توجد على الواجهتين الشرقية و الغربية، و ذلك لأن زاوية ارتفاع الشمس تكون صغيرة جداً في الصباح على الواجهة الشرقية، و قبل غروب الشمس على الواجهة الغربية ولا شك أن الحل الأمثل في هذه الحالة يكمن في تفادي عمل فتحات على هاتين الواجهتين. أما إذا كانت هناك ضرورة ملحة فإن الحل يكون بتوجيه النافذة قدر المستطاع نحو الشمال أو الجنوب.

و في حالة تعذر اللجوء الى الحل الأخير يمكن استعمال الكاسرات الأفقية و العمودية معاً، و التي قد تؤدي الى حجب الرؤية، شكل (٥٣) يوضح أنواع الكاسرات وخصائصها والتوجيهات الأفضل لكل منها.

وبما أن الهدف الاساسي من الكاسرات هو منع أشعة الشمس المباشرة من النفاذ إلى الفراغ الداخلي أثناء الفترة الحارة، فإن استعمال عدة وحدات من الكاسرات الصغيرة تؤدي المفعول نفسه الذي تؤديه كاسرة واحدة كبيرة، (شكل ٥٤_أ_ب_ج).



شكل (٥٤)

أ- استخدام الكاسرات الأفقية والشاقولية بزوايا مختلفة في المباني

نمط التظليل	رسم توضيحي للكاسرة	خصائص الكاسرة
		الكاسرة الأفقية فعالة جدا على الواجهة الجنوبية.
		إن كاسرات الشمس المتوازية والتي على شكل زعانف louvers تساعد في حركة الهواء حولها.
		إن كاسرات الشمس الأفقية المصنوعة من القماش المثبت لها نفس فعالية الكاسرة الأفقية ولكنها مرنة.
		عندما تكون زاوية ارتفاع الشمس منخفضة جدا يمكن استعمال كاسرات على شكل زعانف يتم تعليقها من الكاسرة الأفقية.
		عندما تكون الكاسرة عمودية ومتوازية مع الحائط فإنها تحمي النافذة من أشعة الشمس عندما تكون زاوية ارتفاعها منخفضة.
		كاسرات الشمس الأفقية المتحركة والتي تكون على شكل زعانف يتغير أداؤها نتيجة لاختلاف زاوية الميل.

شكل (٥٤) ب- توضيح التظليل الناتج عن نوع معين من الكاسرات

نمط التظليل	رسم توضيحي للكاسرة	خصائص الكاسرة
		إن كاسرات الشمس العمودية فعالة جدا على الواجهتين الشرقية والغربية ويكون أداؤها متماثل تماما.
		إن كاسرات الشمس العمودية غير متعامدة وغير ملتصقة مع الحائط يكون أداؤها غير متماثل وتمنع تدفق الحرارة بواسطة التوصيل.
		كاسرات الشمس العمودية المتحركة والتي تكون على شكل زعانف يمكن التحكم فيها حسب حركة الشمس.
		إن أداء كاسرة الشمس المزدوجة عبارة عن أداء كاسرة أفقية وأخرى عمودية، وعندما تكون الكاسرة العمودية متعامدة مع الحائط يكون أداؤها متماثلا.
		إن أداء الكاسرة المزدوجة وغير المتعامدة مع الحائط يكون أداؤها غير متماثل.
		إن الكاسرات المزدوجة التي تحتوي على كاسرات أفقية متحركة تكون فعالة في المناطق الحارة.

شكل (٥٤-ج) توضيح التظليل الناتج عن نوع معين من الكاسرات

٤-٨- الإضاءة الصناعية:

تعد الإضاءة أحد العناصر الأساسية لتهيئة الإطار الصحي والنفسي اللازم للعمل، والتوزيع الجيد للإضاءة يحمي العين من الإجهاد ويمنع وقوع الحوادث ويزيد من قدرة الشخص على العطاء في العمل، و الإضاءة الصناعية الصادرة من المصابيح هي المصدر الأساسي لاستهلاك الطاقة على المستوى العالمي بسبب زيادة الاعتماد على مصادر الإضاءة الصناعية في المدن بالمصابيح الكهربائية. وقديما كان الغاز يستخدم في الإضاءة كذلك الشموع ومصابيح الكيروسين.

يبلغ استهلاك الطاقة في الإضاءة من ٢٠ % إلى ٥٠ % في البلاد المختلفة وهناك بعض الأنواع من المصابيح التي تساعد في توفير من استهلاك الطاقة التيار الكهربائي.

وهناك أنواع عديدة من مصادر الإضاءة الثابتة تبعا للوظيفة وغالبا ما تكون وظيفة الإضاءة تحت التصنيفات التالية:

إضاءة عامة: هي التي تضيء المكان و تحقق الضوء العام للغرفة.

إضاءة مركزة: هي التي تعطي دعم و مزيد من الضوء المباشر لمراكز العمل و النشاط في الغرفة.

إضاءة موجهة: هي التي تستخدم لتبرز النقاط الجمالية في المنزل و تلفت النظر إليها كالتحف أو اللوحات أو الديكورات الإنشائية، لذلك يراعى التوزيع الجيد للإضاءة الصناعية.

٤-٨-١ - أهمية الإضاءة:

إن تحقيق إضاءة جيدة من حيث الكم والنوع هو من الأمور الضرورية في الأنشطة الصناعية والتجارية سواء من حيث عمليات الإنتاج نفسها أو من حيث متطلبات السلامة للأفراد العاملين والمتواجدين في الموقع.

التأثير الصحي:

من المهم اختيار شدة الإضاءة واللون المناسب للعمل على راحة العين، كذلك تصميم إضاءة الحجرات ليس من أجل الاقتصاد في الطاقة وتوزيعها بشكل مناسب فقط، ولكن الإضاءة المرتفعة لها تأثير أيضا سلبي على الصحة الجسدية ونفسية.

٤-٨-٢ - المبادئ الأساسية للإضاءة الجيدة:

عند تقييم أي نظام للإضاءة فإن المثالية في استخدام الطاقة وتحقيق الإنتاجية وتوافر السلامة والأمان هي أهم الأهداف. ويمكن تحقيق زيادة ضخمة في الإنتاج بعمل تعديلات في الإضاءة تؤدي إلى تقليل في التكاليف السنوية للطاقة المستخدمة للإضاءة الكهربائية.

ونستعرض هنا المبادئ الأساسية لمتطلبات منظومة الإضاءة والتي تأخذ في اعتبارها جميع ظروف المنشأة من حيث الهدف من الإضاءة والقيود المفروضة وتتعلق هذه المبادئ بعامل التكوين الإنشائي والمعماري للمبنى ويشمل هذا العامل ما يأتي:

- أ- الأبعاد الداخلية: الطول، العرض، والارتفاع
- ب- ارتفاع وحدات الإضاءة في كل مساحة (أقصى وأقل ارتفاع ممكن والارتفاع المفضل)
- ت- معاملات انعكاس الأسطح الداخلية (السقف والجدران) وكذلك الأجسام الموجودة
- ج- عوائق الهيكل الإنشائي والسقف وكذلك التعارض مع أجهزة الخدمات الأخرى كالتسخين والتبريد والتهوية وأجهزة إطفاء الحريق والأجهزة والتمديدات الكهربائية وغيرها.
- د- وزن وحدات الإضاءة للتأكد من تحمل السقف لهذه الوحدات.
- هـ- مدى إمكانية الاستفادة من ضوء النهار في الإضاءة الداخلية وتكامله مع الإضاءة الكهربائية.

٤-٨-٣- أهداف الإضاءة

وتحدد أهداف الإضاءة بناءً على ما يأتي:

- أ- الغرض من المكان، حيث يتم تحديد الأغراض المراد إضاءتها.
- ب- المصاعب المتوقعة، فنحدد مثلاً مدى الحاجة إلى الرؤية الدقيقة تبعاً لظروف العمل، بالإضافة إلى المصاعب المتوقعة بسبب أي عامل مثل انخفاض معاملات الانعكاس مثلاً أو انخفاض التباين أو خلاف ذلك.
- ت- تحديد مدى الحاجة إلى الضوء الموجه للحصول على إضاءة عالية في مناطق محددة وكذلك تحديد طريقة التحكم في هذه الإضاءة (بواسطة العامل أو تحكم مركزي).
- ث- تحديد احتمال حدوث انعكاسات مزعجة (حدوث البهر).
- ج- نوع الإضاءة العامة المطلوبة.
- ح- متطلبات مظهر اللون ودليل أمانة نقل الألوان.

٤-٨-٤ - عوامل تصميم الإضاءة

وتشمل ما يأتي:

- أ- النسبة بين المسافة وارتفاع التعليق
- ب- الحاجة إلى الإضاءة الراسية
- ت- نوع المصابيح التي تحقق متطلبات اللون
- ج- الكفاءة الضوئية للمصابيح ومدى ملاءمتها لمساعدات الإضاءة المتاحة وشروط التصميم
- د- مدى الحاجة لخفض الارتعاش
- هـ- منحني توزيع شدة الاستضاءة للوحدات الضوئية ومعامل الاستفادة
- و- الحاجة إلى وحدات إضاءة خاصة لتناسب متطلبات معينة.

٤-٨-٥ - اختيارات تقليل تكاليف الإضاءة:

هناك طرق مختلفة يجب إتباعها لتقليل تكاليف الإضاءة وهي:

- ١- الصيانة المنتظمة: يوفر التنظيف الدوري للمصابيح ووحدات الإضاءة المترية حوالي ٢٠% من فائدة الإضاءة وتكلفة الطاقة المستخدمة على مدى عمر المصباح أو الوحدة.
- ٢- استبدال المصابيح: يجب استبدال المصابيح الفلورسنت عند نهاية حياته الفعلية (وهذه تحدد على أساس ٧٠% من المدة المفترضة) نظراً لأن المقياس النسبي لكفاءة مصدر الضوء مقاساً بواسطة تقسيم ناتج اللبنة (اللومينز) على مقدار القوى الكهربائية الداخلة يبدأ في التضاؤل عند هذه النقطة.
- ٣- تقليل ارتفاع المثبتات: إن تقليل ارتفاع وحدات الإضاءة المثبتة في السقف لتصبح أكثر قرباً من مكان العمل يزيد من كمية الإضاءة المتاحة والمركزة على المهمة التي تؤدي، وإذا

بلغت المسافة بين وحدة الإضاءة ومسطح العمل ثلاثة أمتار أو أكثر فإن ذلك يستحق مزيداً من البحث.

٤- إعادة الطلاء: تتأثر الإضاءة الكلية مباشرة بلون الأسقف والجدران والمعدات والأسطح الأخرى الموجودة في مكان العمل. إن اختيار ألوان أفتح وأكثر عكساً للضوء عند القيام بإعادة الطلاء يزيد من التباين ويساعد على تحقيق الأمان بزيادة مقدار الضوء المتاح.

٥- ضوء النهار: وقد استطاعت بعض المنشآت تركيب أجهزة تنسيق شدة الإضاءة أوتوماتيكياً مع الضوء الطبيعي أن تحقق كميات ضخمة من الوفر باستخدام هذه الأجهزة، وعلى الرغم من التوصية بمحاولة استخدام أكبر قدر ممكن من ضوء النهار (الضوء الطبيعي) عن طريق النوافذ وفتحات الأسقف إلا أن ذلك لا بد أن يسبقه تحليل شامل لعدد من العوامل المؤثرة.

٦- تغيير نوع المصباح: إن التحول إلى مصادر ضوء أكثر كفاءة هو من الأمور التي تتيح قدر كبير من الوفر المحتمل، وقد كشفت التجارب أن استبدال المصابيح العادية بوحدة إضاءة ذات قدرة منخفضة أو فلورسنت ذات كفاءة عالية من الممكن أن تعوض تكاليفها خلال سنتين وذلك بما توفره من التكاليف للطاقة.

٧- أجهزة التحكم: ويمكن عند تركيب أجهزة إضاءة متنوعة تقليل تكاليف الطاقة، وقد استطاعت التكنولوجيات المتطورة في مجال مكونات نظم الإضاءة الصناعية تقليل الاستهلاك بدرجة كبيرة جداً عن طريق التحكم الأوتوماتيكي والمرتبطة بفترة زمنية معينة.



الفصل الخامس

الصوت

٥-١- لمحة تاريخية:

سعى الإنسان منذ بداية الخليقة إلى حماية نفسه من الظواهر الطبيعية، كأصوات الرياح والرعد وأصوات الحيوانات، وذلك بغية توفير الجو الهادئ المناسب للنوم ليلاً في الكهوف، غير أن الجزء المتعلق بدراسة الصوت في الأبنية بقي عمومًا، جزءاً غير متطور من علم الصوت حتى العصر الحديث. ومع ذلك فقد أبدى المهندس المعماري الروماني ماركوس بوليو Marcus Pollio (الذي عاش في القرن الميلادي الأول) ملاحظات وثيقة الصلة بهذا الموضوع وبعض التخمينات الذكية التي تتعلق بارتداد الصوت وتداخله.

وقد أدى التطور العلمي والصناعي منذ مطلع القرن العشرين وانتشار منظومات النقل بالسيارات والقطارات والطائرات وكذلك آليات البناء إلى حدوث تزايد في الأضرار الناتجة من الأصوات القوية وصار الضجيج من الأمور الملحة التي يتوجب إيجاد حلول مناسبة لها، ومنها العزل الصوتي.

٥-٢- الصوت وعلم الصوت:

هو أحد صور الطاقة وينتقل الصوت من مكان لآخر بواسطة أمواج ميكانيكية وأمواج تضغط تحدث ذبذبات في الهواء وتقاس بالميكروبار ويمكن التمييز بين صوت حديث شخصين وصوت موسيقى وعلم الصوت Acoustics يصف مصدر الصوت و انتقاله والاحساس به ولكي ندرك مدى قدرة الانسان على الشعور بحاسة السمع في البيئة المحيطة به يجب دراسة جهازه السمعي لتقدير ذلك، ونظرا لأن الأصوات المستمرة و المتقطعة المحيطة بالإنسان تمثل طاقة خاصة قد تؤدي إلى توتره العصبي وتؤثر على طريقة سلوكياته وتصرفاته لذلك علينا دراسة البيئة المحيطة بالإنسان سواء خارج المبنى أو داخله دراسة معمارية وتنفيذية

للتحكم في تهيئة مستوى الأصوات المناسبة لمعيشته وعمله، وهذا لا يتم إلا بالتحكم في شكل الفراغ الداخلي للمبنى سواء في التصميم المعماري أو التنفيذي بجانب حسن اختيار أنسب المواد العازلة للصوت ووضعها في مكانها الصحيح مع ضبط تشطيبها. إن ذلك يساعد على الحد من الأصوات الخارجية الغير مرغوب وصولها للإنسان بالإضافة الى التحكم في درجة مستوى الصوت الداخلي المناسب.

٥-٣- بعض مصطلحات الصوت:

سرعة الصوت: ينتقل الصوت خلال الهواء العادي في درجة حرارة ٢٠ م بسرعة ٣٤٠ متراً في الثانية على شكل موجات صوتية.

تردد الصوت: هو عدد الموجات الصوتية في الثانية الواحدة ويقاس بوحدة هيرتز.

شدة الصوت: هو مسار الطاقة الصوتية في وحدة زمنية خلال وحدة مساحية ويقاس بوحدة (وات/سم^٢) فتحدد نوعية الصوت أما شدة الصوت فتحدد آلية الصوت وعموماً فإن مدى السمع عند الإنسان يتراوح بين ٢٠ هيرتز - ٢٠٠٠٠ هرتز.

امتصاص الصوت: عندما تقع موجة الصوت على سطح ما فإن طاقة الصوت تتوزع إلى ثلاثة اتجاهات رئيسية جزء منها يدخل في السطح والجزء الثاني يمتص بالاحتكاك مع السطح والجزء الأخير ينعكس من السطح ويعتمد وجود صدى صوت على آلية فقد موجة الطاقة الصوتية نتيجة احتكاك الصوت بالسطح وهذا يمثل أهمية أخرى للصوت.

٥-٤- سرعة انتشار الصوت:

جدول (٢٥) الوسط الناقل للصوت (م/ثا)

الهواء	٣٤٣
المطاط	١٥٠-٤٠
الفلين	٥٣٠-٤٥٠
الماء	١٣٢٠

٣٠٠٠-١٠٠٠	الخشب حسب نوعه واتجاه أليافه
٣٢٠٠-٢٨٠٠	الخرسانة
٣٥٠٠	حجر متوسط القساوة
٤٠٠٠	بلوك آجر غير مفرغ
٥١٠٠-٤٧٠٠	الحديد والفولاذ
٦٠٠٠-٥٠٠٠	الزجاج

تختلف سرعة انتشار الصوت حسب الوسط الناقل له، ولها تأثير كبير في اختيار مواد العزل، ففي حين تبلغ سرعة انتشار الصوت في الهواء ٣٤٣ م/ثا فهي فقد تصل في الخرسانة (البيتون المسلح) إلى ٣٠٠٠ م/ثا، وفي الزجاج إلى ٦٠٠٠ م/ثا (من الجدول ٢٥).

يُمتص الصوت عن طريق الهواء والجدران والأسقف والأرضيات والأثاث والأشخاص، وتؤثر نوعية مواد الإكساء في كمية الصوت الممتص، فالمواد المصقولة والملساء والصلبة والكثيمة ثقيلة الوزن من ثم فإن امتصاصها للصوت أقل من المواد ذات الأسطح الخشنة والمسامية واللدنة الخفيفة الوزن.

٥-٥- العزل الصوتي:

هو مجموعة المعايير والإجراءات التي تهدف إلى توفير عزل مناسب لمكان ما بغية التخفيف من الأصوات المزعجة الناتجة من المصادر الصوتية المختلفة أو الحد منها.

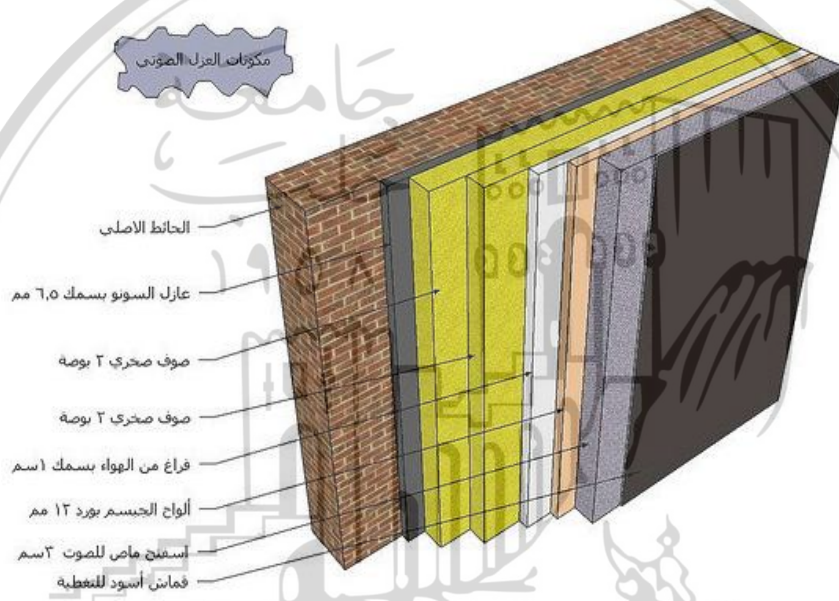
٥-٥-١- عوامل العزل:

- ١- كثافة المادة
- ٢- طبيعة المادة
- ٣- سمك المادة الموضوع ضمن البناء
- ٤- طريقة ربطها مع بعضها
- ٥- طريقة ونوع وضعها في البناء

فكلما كان سمك الجدار كبيراً كان ذا عزل أكبر للصوت ويفضّل ألا تتصل الجدران المجوّفة مع بعضها البعض إلا في النهايات فقط وإن أي اتصال يخفّض العزل الصوتي.

طريقة امتصاص الصوت:

إن مواد البناء المألوفة كالزجاج وبياض الجص والاسمنت تعكس ما يقرب من ٩٥% من الموجات الصوتية وتستمر بالانعكاس إلى أن تتلاشى باستمرار، شكل (٥٥) يوضح مكونات العزل الصوتي.



شكل (٥٥)

٥-٥-٢- مواد العزل الصوتي:

تُقسم مواد العزل الصوتي إلى مواد ماصّة وأخرى عاكسة للصوت كالفلين واللباد. المواد اللينة تمتص معظم الأصوات التي تصطدم بها، على الرغم من أنها قد تعكس بعض الأصوات ذات التردد المنخفض. أما المواد القاسية كالحجر والمعادن فتعكس معظم الأصوات التي تصطدم بها.

تُقسم المواد الماصّة للصوت إلى:

١- مواد ماصّة مسامية: وهي ألياف رخوة سماكتها نحو ١٠ مم، لها امتصاص قوي للأصوات

ذات الترددات المتوسطة.

٢- مواد ماصّة غشائية: وهي مواد جيدة لامتصاص الترددات المنخفضة

٣- مواد ماصّة مثقّبة: وهي مواد ذات ثقبٍ تحوي مواد ماصّة للصوت

٤- مشتتات صوتية: وهي عناصر توضع على الأرضيات أو تعلّق على الجدران أو الأسقف بتوزيع معيّن لتشتيت الصوت.

٥- موانع الضجيج الصوتية: التي تستخدم لعزل المعدّات والآلات التي تولّد ضجيجاً وتوضع كغطاء حول مصادر الضجيج لتخفيفه بمقدار ٢٥ ديسبل على الأقل.

أما المواد العاكسة للصوت:

فستستخدم في الأماكن التي تتطلب زيادة في شدة الصوت كقاعات الاجتماعات وصالات المحاضرات والمسارح ودور الأوبرا، فتساعد على توزيع الصوت فيها بانتظام وإيصاله إلى جميع الحضور من دون تشكّل صدى.

٥-٣- أنواع العزل الصوتي:

يتحقق العزل الصوتي في الأبنية والمنشآت بعزل أرضيتها وجدرانها وأسقفها ونوافذها وأبوابها والآلات الموجودة فيها عزلاً مناسباً.

وتعتبر طريقة الانشاء المضاعف أفضل طريقة لعزل الأرضيات أي بإنشاء أرضية أخرى فوق الأرضية الأساسية مع وضع طبقة عزل للصوت بين الأرضيتين.

وكلما كانت الجدران أكثر سماكة كان العزل الصوتي أفضل، فمثلاً يمكن أن ينقص جدار اسمنتي سمكه ١٥ سم الضجيج بمقدار ٤٧ ديسبل، كذلك يُنصح ببناء جدران مضاعفة مزودة بفراغ هوائي بحيث لا تنتقل الاهتزازات من الجدار الأول إلى الثاني.

وتُعزل الأسقف باستخدام مواد ماصّة للصوت أو عاكسة له، تعد النوافذ نقاط ضعف أساسية في الأبنية التي تحتازها الموجات الصوتية من خارج المبنى إلى داخله.

ولتوفير عزل أفضل للصوت والحرارة، ينصح بتزويد النوافذ بألواح زجاجية مضاعفة مزودة بفراغ هوائي سماكته ٢ سم.

أما الأبواب فهي أيضاً ضعيفة العزل الصوتي فيتوجب حمايتها باستخدام مواد عازلة توضع حولها كذلك يتوجب توفير عزل عزل مناسب لجميع الآلات الموجودة في الأبنية والتي يمكن أن يصدر عنها صوت مزعج.

ويتم ذلك بوضع مواد عازلة ومخمّدت عزل خاصة، ويفضل عموماً وضع المعدّات والآلات المصدرة للأصوات في أقبية الأبنية.

حلول وأمثلة:

يمكن تخفيف الضجيج في الأبنية بشكل ملموس، بإبقاء مسافات كافية بين مواقف السيارات والأبنية، أو بإنشاء مواقف للسيارات تحت الأرض، وترك مسافة لا تقل عن ٢٠٠ م بين الملاعب الرياضية والمدرسية والأبنية السكنية، وحماية رياض الأطفال والمدارس من التأثيرات الصوتية الخارجية عن طريق وضعها ضمن المجموعات السكنية لابد من مراعاة العزل الصوتي عند وضع المخططات التنظيمية الجديدة للمدن والقرى والمناطق السكنية وتحقيق المسافات الضرورية ما بين مصادر الصوت والأبنية، كذلك لابد من أخذ قياسات صوتية دورية للضجيج الصادر عن حركة المرور في المدن، وغيرها من مصادر الضجيج وذلك بغية التأكد من ألا تتجاوز الحدود المسموحة.

كذلك لابد من وضع المعايير التصميمية المناسبة للأبنية ومراعاتها بحيث توفر عزلاً صوتياً مناسباً.

٥-٤- طرق العزل الصحيح:

حتى نضمن الحصول على عزل جيد ومنع لاختراق الأصوات من عبر الجدران يجب الحرص على تنفيذ عملية العزل بشكل مثالي بجميع أنواعها، وبشكل خاص فهناك العديد من الخطوات التي ينصح بتنفيذها عند وضع ألواح البوليسترين المنبثق في العزل ومنها:

- ١- استخدام مواد عزل معتمدة ومضمونة.
- ٢- تغطية كافة السطح المراد عزله بالمادة العازلة.
- ٣- عدم وجود فواصل كبيرة بين قطع المادة العازلة.
- ٤- إغلاق الفواصل بين القطع باستخدام شريط لاصق خاص.
- ٥- تغطية العازل باستخدام شرائح خاصة تعمل على حمايته.

٥-٥-٥-٥ أشكال العزل الصوتي في الأبنية:

ويتم ذلك من خلال منع انتقال الصوت من خلال القواطع والجدران والسقوف الخارجية بالإضافة لعزل الصوت عبر منع انتقال الاهتزازات والأصوات الناتجة من الآلات، وعزل الصوت من خلال امتصاص الصوت والضوضاء الناتجة من الداخل.

٥-٥-٥-١ طرق عزل الصوت في المباني:

يجب عمل تصميم خاص للمباني المراد عزل الصوت فيها بحيث تكون الجدران مكوّنة من طبقتين من الطوب بينهما فراغ، ويوضع داخل هذا الفراغ الفلين؛ نظراً لقدرته على امتصاص الأصوات القادمة من الخارج.

ولعزل الصوت يتم استخدام الصوف الزجاجي وهو يستخدم للآلات الكبيرة في المصانع بحيث يوضع تحت قاعدة الماكينة حتى يخفّف من الصوت الصادر عنها ويمكن أيضاً استخدامه لعمل حشوة سميكة في الجدران.

أما لعزل النوافذ والزجاج في المباني:

فيتتم تركيب طبقتين من الزجاج لكل نافذة بحيث يكون هناك فراغ بين كل طبقة وأخرى، ممّا يسمح بتقليل الأصوات الداخلة إلى المبنى ونفس الشيء يتم عمله بالنسبة للأبواب حيث يتم تركيبها باستخدام طبقتين سميكتين من الخشب. عزل الصوت في الأبواب والشبابيك عند التفكير بعزل الصوت المار من الباب نفكر بنوعية الباب الذي سيتم تركيبه هو من المصنوع من الخشب المضغوط، وهناك أبواب مقاومة للصوت وهي التي تكون

محشوة بالفلين أو البولسترين أو محشوة بالصوف الصخري، أما الشبايك يتم عزل الصوت القادم منها عن طريق سد الفتحات حول إطار الشباك باستخدام مادة لاصقة، و تكون سماكة لوح الزجاج المركب " لوح زجاج سميكة " كبيرة لأن سماكة الزجاج تمنع الصوت من الانتقال.

يمكن عمل عزل للأسقف والأرضيات باستخدام نوع من الخشب وألواح زجاجية أو مادة البولسترين بحيث يتم وضع أي من هذه المواد على السقف قبل عملية صبة بالإسمنت، أما إذا أردنا عزل الصوت فوق الاسمنت فيتم استخدام ألواح من الجبس مع ألواح من الخشب وتركيبها على السقف فالخشب من أكثر المواد العازلة للصوت ويجب أن تكون هذه الطبقة سميكة. لعزل الأرضيات يتم وضع دعائم معدنية أو خشبية، ثم توضع فوقها القضبان وبعدها الرمل وأخيراً البلاط.

عزل الصوت في الأرضيات: يتم استخدام السجاد و الموكيت في تخفيف حدة الصوت حيث يعمل السجاد على امتصاص الصوت و تخفيف حدته لأن الغرف الغير مفروشة تكون سهلة لتكون الصدى، و يجد الإشارة أن الأرضيات إذا كانت مرصوفة من الرخام و البورسلان سهل نقل الصوت بسرعة لذلك يفضل استخدام الصوف الصخري عند عملية إلصاق الرخام و البورسلان حيث يكون الصوف الصخري عازل للصوت و عازل للحرارة أيضاً، يعتبر الفلين أيضاً من المواد المستخدمة في عملية عزل الصوت و يتم استخدام قطع الفلين بطرق فنية يحددها مهندس البناء.

يذكر إن المصانع التي يوجد فيها ضوضاء من الماكينات تستخدم اللباد المطاطي والفلين و الصوف الصخري لمنع انتقال الصوت عبر الترددات.

عزل الصوت في الجدران و الأسطح و الأسقف: من الطرق الحديثة المستخدمة في عزل الجدران هو حشو الفراغ الموجود بين الجدران بالإسمنت أو حشوها بقطع الفلين و البولسترين أو بقطع من القماش و الصوف الصخري حيث بعد الانتهاء من عملية حشو الفراغ نقوم بإحضار الاسمنت و صنع خليط يضغط عملية الحشو، و إذا كان لا يوجد فرع

بين الجدران يتم تركيب جدران من البولسترين أو ألواح الجبس التي بدورها تعزل الصوت. أما بالنسبة للأسقف والسطح يمكن استخدام مكعبات البولسترين قبل عمل السقف بالإسمنت و إذا كان السقف عبارة عن إسمنت نستطيع إصاق ألواح من الجبس و ألواح من الخشب حيث يعتبر الخشب مادة عازلة للصوت.

لعزل الصوت في الغرف: يتم استخدام الإسفنج بحيث يعزل الصوت بين كل غرفة وأخرى، ولا ننس أهمية الأثاث في التقليل من حدة صدى الصوت في المنزل فالسجاد والستائر وبعض الديكورات المصنوعة من الجبس على الحائط تساعد على تقليل الإزعاج النابع من الأصوات المختلفة داخل المنزل، ونفهم من هذا كله أنّ الأساس في فكرة عزل الصوت هو استخدام مواد سميكة محشوة بالإسمنت، أو الفلين، أو الإسفنج للتقليل من الأصوات القادمة من داخل أو خارج المبنى لذا يجب اختيار المواد الصحيحة ذات الجودة العالية عند التفكير بعزل الأصوات واستخدامها خلال عملية البناء.

٥-٥-٢- عزل الصوت في الغرف:

تعاني العديد من المنازل من وصول ضوضاء الشارع من سيارات ومارة إلى داخل غرفها، بالإضافة إلى أصوات الأطفال عند خروجهم للعب وأصوات الجيران العالية عند تواجدهم في أفنية البيت، الأمر الذي يؤرق الكثيرين من الباحثين عن الراحة والهدوء بعد يوم شاق وطويل، ويكون الحل الأمثل لهؤلاء تبطين غرفهم الخاصة بعازل جيد للصوت، والذي يحجب عنهم حتى صوت لعب أطفالهم في الغرف المجاورة.

تركيب عازل الصوت الخشبي للغرف:

لتركيب عازل صوت للغرف يراعى الاستعانة بنجار محترف وذلك من أجل أخذ قياسات جدران الغرفة بدقة، والبدء بقص الألواح الخشبية من نوعية بلاكاش الكبس بوزن خفيف بحسب قياسات جدران الغرفة والسقف، وعند الانتهاء من ذلك يتم تثبيت البلاكاش على الجدران إمّا من خلال إصاقها مباشرةً بالجدران أو من خلال ترك مسافة

بسيطة بينها وبين الجدران، حيث تعمل هذه المساحة على عزل الصوت بشكل أفضل، ويتم تثبيت البلاكاش على الجدران والسقف باستخدام مسامير أو براغي بحجم وطول مناسبين، مع تحديد مكان أسلاك الكهرباء لتجنب ضربها بالبراغي والمسامير، كما يتم عمل ثقب صغير في مكان وجود مفاتيح الكهرباء ومكان تعليق اللبنة في السقف، كما يمكن طلاء الألواح الخشبية بدهان يتناسب مع ديكور وأثاث الغرفة.

تركيب عازل الصوت ألواح الفلين للغرف:

تقدم كلاً من ألواح الفلين وألواح الصوف الصخري نفس الفائدة في عزل الصوت عن ومن الغرف، مع مراعاة اختيار الألواح بسمك لا يقل عن ٥ سم ولا يزيد عن ١٠ سم للحصول على النتيجة المثلى، ثم اتباع الخطوات التالية: تغلف الجدران الأصلية للغرفة بجدران من الجبس، مع مراعاة مطابقة الجبس للجدران من أعلى نقطة فيها وحتى أخفض نقطة. تلصق ألواح الفلين أو ألواح الصوف الصخري على جدران الجبس، مع مراعاة مطابقتها مع الجدران من جميع الجهات لمنع تسريب الصوت إلى الغرفة من أي مصدر كان. يتم لصق مجموعة جديدة من جدران الجبس على ألواح الفلين أو ألواح الصوف الصخري العازلة، وذلك من أجل ترتيب مظهر الغرفة مع إمكانية طلاء جدران الجبس بلون مناسب للديكور والأثاث الموجود فيها.

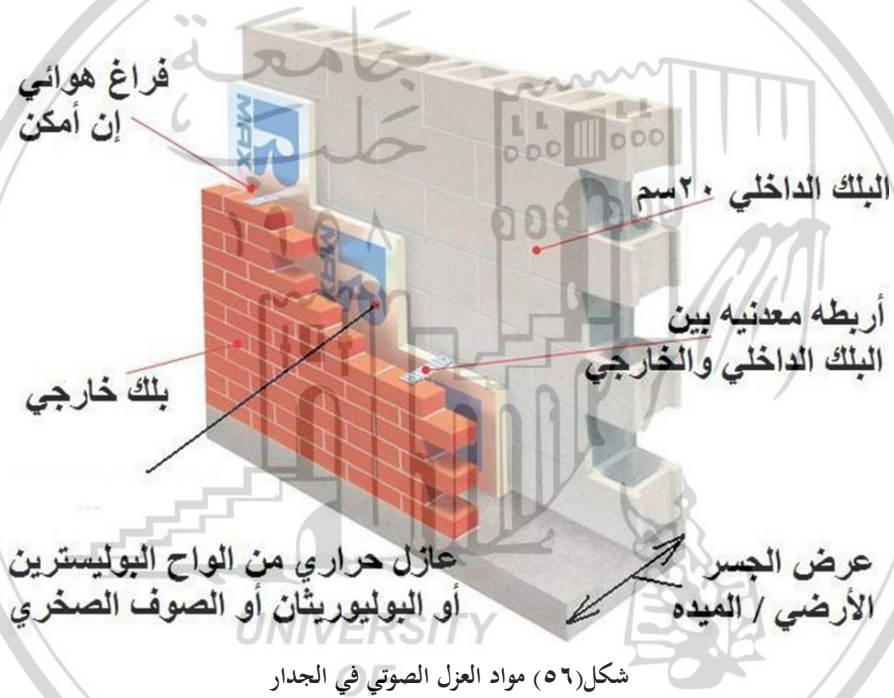
يمكن اختصار الخطوة السابقة من خلال استخدام ألواح الفلين المضغوطة العازلة والتي تشبه في ملمسها الخارجي الملمس الناعم لجدران الجبس، مما يسهل طلاءها أو تركيب ورق الجدران عليها، كما يمكن هنا عمل إمدادات كهرباء جديدة للغرفة أو المحافظة على مكان الأصلية منها وترك فراغات في أماكن تواجدها.

٥-٥-٦- المواد المستخدمة في العزل الصوتي:

تدخل الكثير من المواد الانشائية والمصنعة بشكل خاص في عمليات عزل الصوت،

شكل (٥٦) ومنها:

- ١- ألواح البوليسترين المنبثق
- ٢- ألواح الفلين
- ٣- ألواح من الجبس
- ٤- مونة رغوية خفيفة (الفوم)
- ٥- ألواح من الرغوة البلاستيكية المثقبة
- ٦- ألواح من الألياف المعدنية مع مادة الاسمنت البورتلاندي الأسود
- ٧- ألواح من مواد ورقية مضغوطة ومثقبة الوجه.



مواد أخرى للعزل الصوتي:

- ٨- وحدات جدارية عازلة للصوت بلاطات ممتصة للصوت، تتكون من وجهين غالبا وتكون محبة من الكوارتز الملون والملصق بالراتنج، وتتميز بقدرتها على التحمل وسهولة التنظيف ولا يمكن تشويهها بالرسم عليها.
- ٩- ألواح الصوف الزجاجي:

يتكون اللوح من وجه من الصوف الزجاجي والوجه الآخر من ورق الألمنيوم المثقب الذي يقوم بامتصاص الصوت، ويمكن تركيبها في الجدران والأرضيات والأسقف، وتستخدم

في المباني التجارية والصناعية الجديدة أو التي تحتاج إلى تجديد.

١١- ألواح من رغوة البلاستيك مثقبة أو محببة الوجه

١٢- ألواح من مواد ورقية مضغوطة ومثقبة الوجه

١٣- ألواح مربعة أو مستطيلة من الجبس مع ألياف في الوجه والداخل

١٤- ألواح من ألياف المعادن مع مادة الاسمنت البورتلاندي الأسود.

٥-٧- مواد تستخدم للعزل الصوتي والحراري معاً:

هناك بعض المواد التي يمكن استخدامها كعوازل للصوت والحرارة معاً منها:

١- ألواح الصوف الزجاجي:

مصنوعة من الصوف الزجاجي المغطى بطبقة رقيقة من الزجاج تكسبها الصلابة، كما أن هذه الألواح لديها القدرة على مقاومة الرطوبة وسوء الاستخدام إذ أنها تخلو من المواد القابلة للصدأ، ويمكن استخدامها في مختلف أنواع المباني لعزل الجدران والأسقف، شكل (٥٧).

٢- ألواح العزل الحراري والصوتي:

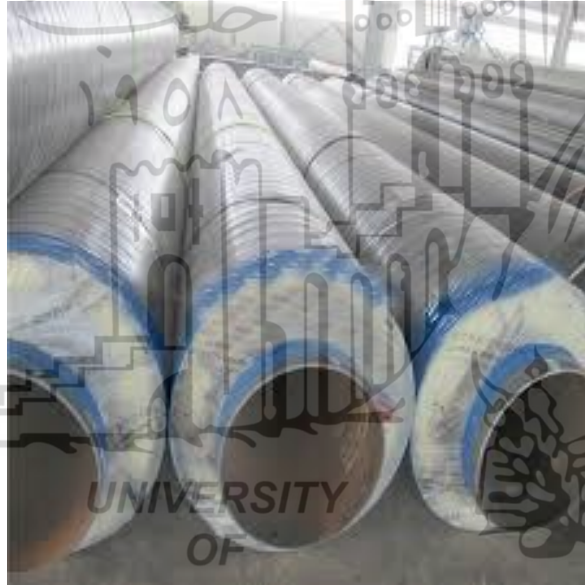
تستخدم هذه الألواح دون الحاجة إلى تغطيتها من الداخل وتصلح خاصة لأسقف المصانع حيث تناسب جميع الأبعاد الكبيرة للإنشاء، وهذه الألواح تقاوم الغبار والرطوبة والتآكل حيث تغلفها طبقة حماية بلاستيكية ذات عمر طويل، وهذه الألواح نقية من المواد المشجعة على الصدأ.

٣- البيرلايت:

وهو عبارة عن صخور بركانية بيضاء اللون، ويعتبر البيرلايت من أفضل العوازل المستخدمة لصناعة وتخزين الغازات السائلة تحت درجات حرارة منخفضة جداً، كما أنه يعتبر عازلاً جيداً للصوت ويعطي السطح مقاومة كبيرة للحرائق، ويستخدم البيرلايت لعزل الأسقف والجدران والأرضيات، شكل (٥٧-٥٧، ١-٢).



شكل (٢-٥٧) بعض أشكال مواد العزل الصوتي والحراري (البيرلايت - ألواح الصوف الزجاجي)



شكل (٢-٥٧) بعض أشكال مواد العزل الصوتي والحراري (البيرلايت - ألواح الصوف الزجاجي)

٥-٥-٨ - تصميم غرفة عازلة للصوت:

عزل الصوت: يعتمد الصوت في فيزيائه على الاهتزاز وعلى ذلك، فإن الاسفنج اذا تم لصقه على الجدار لن يؤدي بأي حال من الأحوال إلى عدم تسرب الأصوات من الخارج إلى داخل الغرفة ويكون الحل الأمثل لعزل الصوت هو الآتي:

بناء غرفة داخل غرفة، وكيفية تحقيق ذلك تكمن في وضع جدران مزدوجة

الجدار الأول: هو الجدار الطوبوي الذي تتكون منه الغرفة أصلاً

أما الجدار الثاني: فمن الممكن أن يكون من أي مادة مصمتة (بدون فراغات هوائية).

من أهم الأمور التي يجب مراعاتها هي ألا يكون الجدار الجديد ملاصقاً للجدار الأصلي، شكل (٥٨ - أ - ١ - ٢، ٥٨ - ب - ج - د - هـ).

أما عن كيفية عمل ذلك: فإن الأمر متروك للذوق الشخصي والميزانية.

ماذا عن الاسفنج اذا؟

يعمل الاسفنج أصلاً لامتصاص الأصوات الصادرة من داخل الغرفة وليس القادمة من الخارج حيث لدى الاسفنج قدرة صوت فيزيائية "اكوستك" على امتصاص الترددات العالية التي لديها قابلية الانعكاس داخل الغرفة مما يؤدي إلى تشويه الصوت المراد تسجيله، شكل (٥٩).

تختلف الترددات المراد امتصاصها على سمك الاسفنج وشكل سطحه، حيث تزداد قابلية الامتصاص كلما زاد السمك وتزداد قابلية تشتيت الانعكاسات بعدم استواء سطح المادة الاسفنجية.

ومن أكثر المواد الاسفنجية رواجاً في الاستوديوهات هي "السونكس" sonix التي يشبه شكلها كرتون البيض.

إذا كنت تسجل من الكمبيوتر: من المعروف دائماً أنه إذا كنت تسجل من الكمبيوتر أن يتسرب صوت مراوح التبريد الموجودة في الكمبيوتر إلى المايكروفون، وتوجد هناك حلول غير مكلفة وعملية لذلك ومنها.

١- توجيه المايكروفون في اتجاه معاكس تماماً للكمبيوتر، مع مراعاة عدم وجود سطح عاكس مواجه للمايكروفون وإلا لن تستطيع التخلص من "الطحنة" أيضاً.

٢- وضع أي جسم بين الكمبيوتر والمايكروفون: أريكة على سبيل المثال أو شماعة معلق بها ملابس قطنية أو جسم كبير الحجم يحتوي على قطن أو اسفنج.

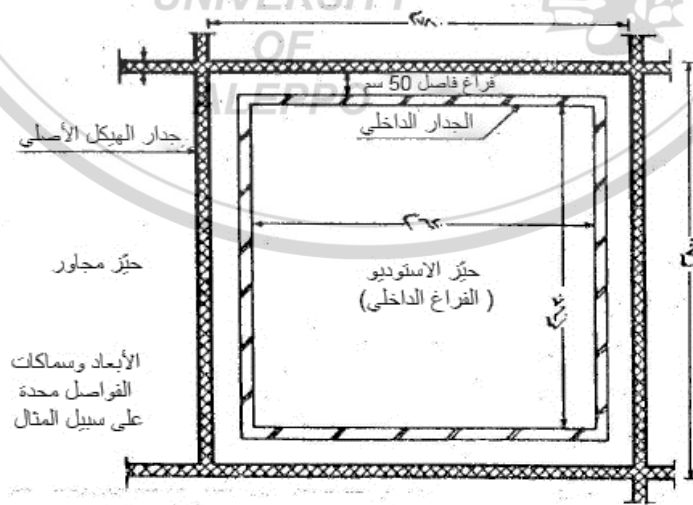
صوت المكيف: اذا لم يكن لديك تكييف مركزي فإن صوت المكيف شر لا بد منه،
إلا اذا قررت أن تسجل تحت ظروف قاسية فمن التقنيات التي تستحب مراعاتها عند
التسجيل في المنزل:

١- عدم وضع الآلة المراد تسجيلها بعيداً عن المايكروفون، حيث سوف يتسرب صوت
رنين الغرفة إلى التسجيل مما قد يضعف جودة الصوت ونقاوته.

٢- عدم استعمال المايكروفون اذا كان من الممكن الاستغناء عنه، حيث أن المايكروفون
يدخل معه الكثير من الضجة الغير مرغوب بها والتي قد يصعب التخلص منها، استعمال
الكيورد كبديل مثلاً

٣- عدم استعمال السماعات واستعمال سماعات الرأس لتقليل تسرب الأصوات الأخرى
إلى الصوت الذي تقوم بتسجيله، حيث يتساهل البعض ويقول: " يضع الصوت مع
الغسيل " نعم يضع الصوت في الغسيل وقد لا تسمعه، ولكن من ميزات الصوت أن
الأصوات التي لا نسمعها والتي يتم تسجيلها تؤثر كثيراً في الجودة النهائية للعلم الفني
(التسجيلات) من حيث النقاوة.

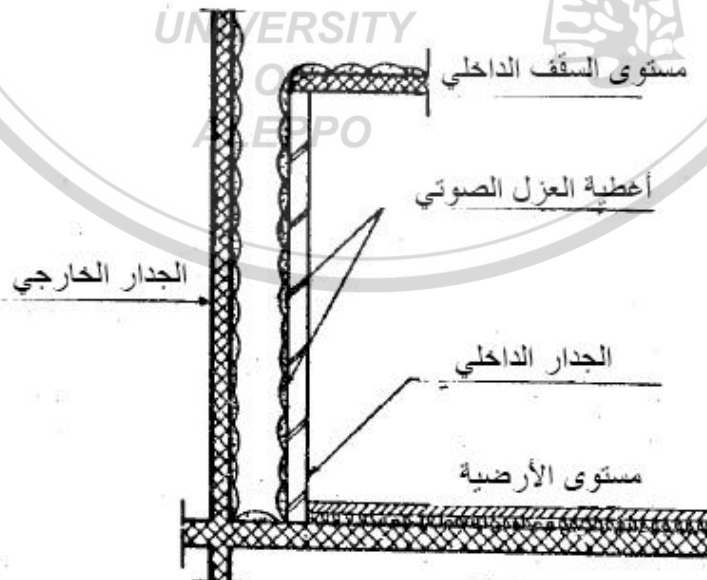
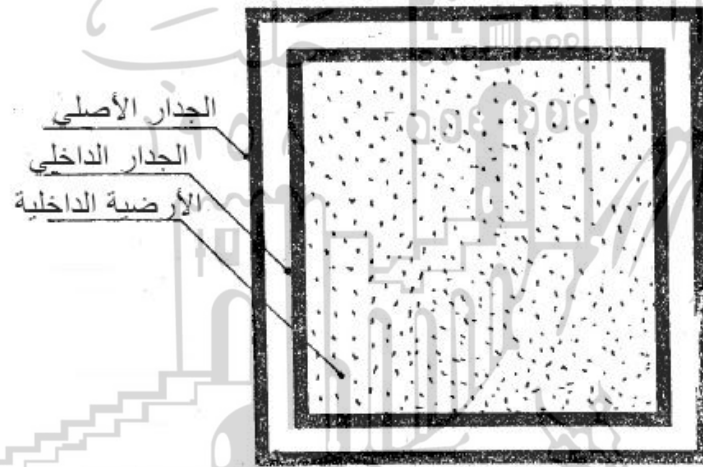
٥-٥-٨-١- تفصيلات العزل:



شكل (٥٨_أ_١) عزل فراغ الاستوديو عن الفراغ المحيط



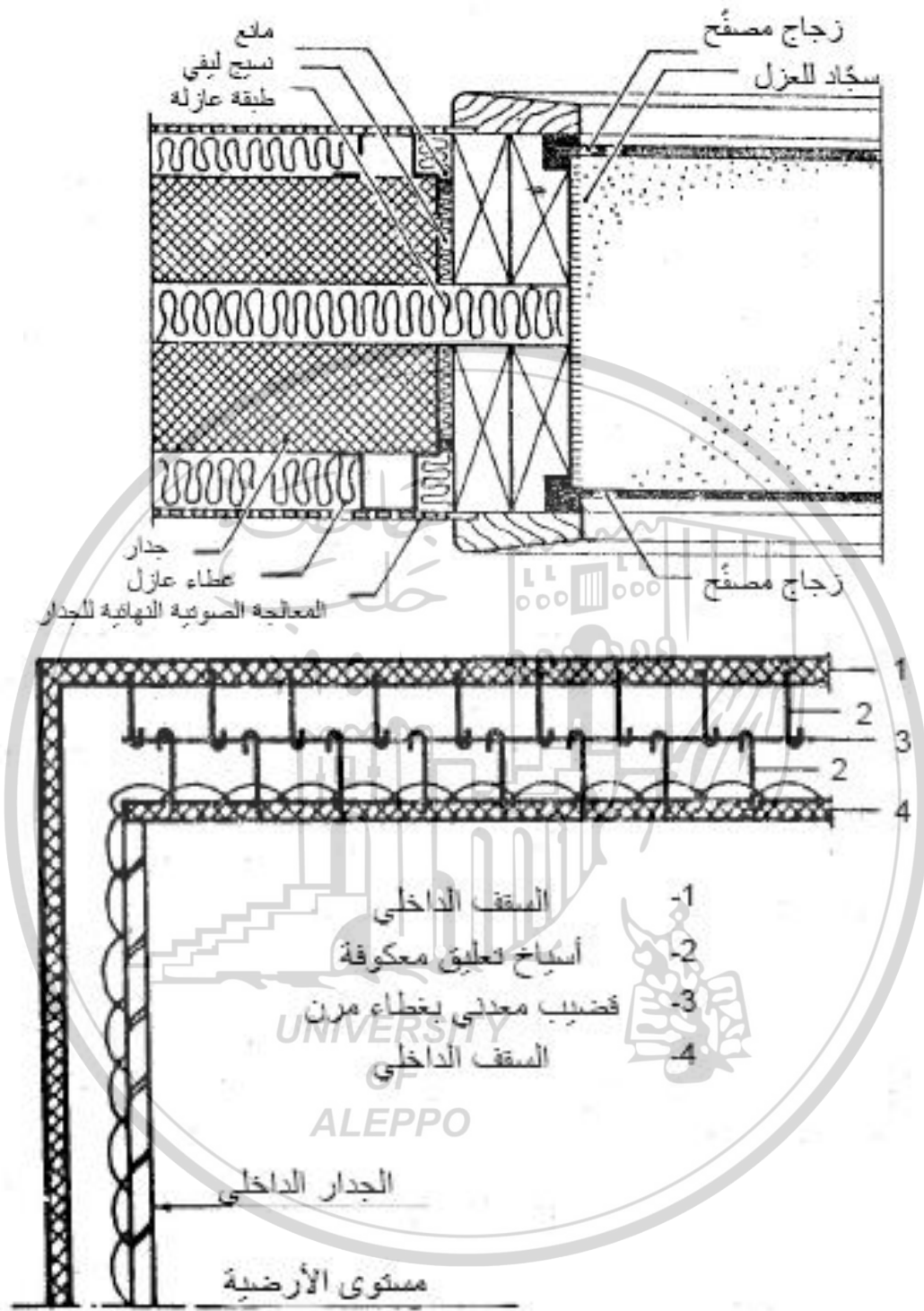
شكل (٥٨ أ-٢) عزل فراغ الاستوديو عن الفراغ المحيط



شكل (٥٨ ب-) مسقط ومقطع لغرفة معزولة صوتياً



شكل (٥٨-ج) مقطع طولي وعرضي يوضحان طريقة عزل قاعدة الجدار والأرضية)



شكل (٥٨ د) تفصيلة نافذة العزل بين غرفة التسجيل وغرفة التحكم بالصوت)

شكل (٥٨ هـ) مقطع يوضح العزل صوتي بمضاعفة السقف ووجود أسياخ تعليق)



شكل (٥٩) وحدات جدارية عازلة للصوت

ويتم انتقال الصوت بإحدى الطريقتين:

١- انتقال الصوت بالهواء:

حيث ينتقل الصوت بالهواء مباشرة من خلال الفتحات كالأبواب والشبابيك أو من خلال اهتزاز الجدار الفاصل بين المكانين حيث ينقل هذا الإهتزاز الصوت إلى الغرفة الثانية.

٢- انتقال الصوت بواسطة جسم المنشأة:

وهذا يحدث عادة بالطرق أو اهتزاز آلة مثبته بالأرض أو السقف أو الجدار.

٥-٥-٨-٢- طرق عزل الصوت الناتج عن انتقال الصوت بالهواء:

١- أن يكون صلبا جدا وذا كتلة كبيرة و مثبتاً بشكل قوي بحيث لن تستطيع موجات الصوت هزه بسهولة.

٢- أو أن يكون هنالك فصل بين طرفيه بحيث ان اهتزاز احد أطرافه أو جهاته لن ينتقل الى الجهة الاخرى لعدم وجود رابط صلب يربطهما ببعض، وهذا يجعل بالا مكان عمل فواصل خفية ذات سمكات بسيطة ولها عازلية صوتية عالية.

يكون الفاصل بين اللوح به دعائم خشبية مفرقة حتى لا يتم انتقال الاهتزازات من

الألواح الموجودة على طرفي الدعامات المعدنية أو الخشبية بين صفين من الدعامات يتم انشاؤها وليست على نفس المستوى بحيث تثبت ألواح الجبس أو الفير أو الخشب على الصف الأول و اللوح الثاني على الصف الآخر ويمكن ملء الفراغ بين الطبقتين و الدعائم بفرشات من الصوف الصخري و التي تساعد في امتصاص الصوت و منع انتقال الصوت من الطرفين خلال الفراغ الهوائي بينهما وتحسن قيمة العازلية الصوتية.

عزل الأرضيات:

و بالنسبة للأرضيات فان افضل طريقة لزيادة العزل تتم بعمل ما يسمى بالأرضية العائمة بوضع دعامات من المعدن او الخشب على مسافات تتراوح من (٤٠ - ٦٠ سم) توضع بينهما ألواح من البليثرين الصلب فوقها طبقة رقيقة من الخرسانة مع قضبان صغيرة من التسليح ثم الرمل فالبلاط.

التخلص من الإزعاج في الكراجات و غرف المحركات: من الممكن تخفيف الإزعاج و انتقاله في مواقف السيارات المغلقة أو غرف المحركات و المولدات بواسطة احدى الطريقتين:
١- وضع مواد ممتصة للصوت على الجدران خاصة ألواح الصوف الصخري و الزجاجي و كذلك الألواح المصنوعة من الألياف النباتية الخفيفة وغير المضغوطة، وهذه الألواح لها معامل امتصاص للصوت مرتفع جدا ويزيد عن ٩٠%، ولكن هذه الطريقة مكلفة عادة و هذه الألواح خفيفة ولا تتحمل ظروف صعبة مما يؤدي الى تلفها و تآكلها مع الوقت.

٢- استعمال الطوب المجوف مع فتحات وهذا الطوب عالي الامتصاص للصوت بواسطة ظاهرة الرنين ويمكن أن تكون جميع الطوب ذات فتحات و يمكن أن يكون جزء منها فقط و الباقي مغلق.

الأصوات الناشئة عن جسم المنشأة:

يمكن تقليل الاصوات الناشئة عن الطرق و اهتزاز الماكينات و ذلك من خلال احدى

الطرق التالية:

- ١- استعمال قواعد مطاطية مناسبة تحت الماكينات والاجسام المهتزة
- ٢- رفع الماكينات على جاكات هوائية
- ٣- وضع الماكينات او المحركات فوق سطح تحته عجلات مطاطية منفوخة بالهواء.
- ٤- وضع الماكينات او المحركات فوق سطح محمول على زنبركات.
- ٥- في حالة الحاجة الى الطرق على الجدران يوضع جدار آخر داخلي مثبت على الجدار الأصلي بواسطة نوابض.
- ٦- إذا كانت كل الطرق السابقة غير كافية نعمل غرفة معدنية معلقة داخل الغرفة الأصلية بواسطة نوابض معدنية قوية و معلقة من الأعلى.





الفصل السادس

الطاقة ومصادرها العالمية

٦-١ - أهمية وتعريف الطاقة:

يكتسب قطاع الطاقة أهمية كبيرة بين قطاعات الاقتصاد القومي من خلال الدور الحيوي الذي يلعبه في تحقيق التنمية المستدامة. فهي من ناحية تعتبر مطلباً مشتركاً لكافة القطاعات التنموية المختلفة ومن ناحية أخرى تمثل أحد المدخلات المؤثرة في رفع كفاءة الإنتاج، وبالتالي مستوى رفاهية المجتمع.

وعلى صعيد البحث العلمي، فإن العلماء يلقون كامل ثقلهم في مجال الطاقة ومصادرها، لأن حل معضلة مصادر الطاقة فيه نجاة للبشرية وبقاؤها، حيث سيصحو أحفادنا يوماً ما ليس بالبعيد في مقاييس الزمن، ليجدوا أن آخر قطرة في آخر بئر نפט قد اعتصرت، وأن آخر الأقدام المكعبة من الغاز الطبيعي جرى استهلاكها، وحينها إما أن تعود البشرية إلى عصورها الأولى أو أن تكسب هذا السباق الشاق بالنجاح، ليس في خلق مصادر بديلة فحسب بل في تعلم كيفية العيش في عالم جديد يخلو من النفط ومشتقاته ومشكلاته البيئية الخطيرة على حياة البشر، هذا ويمكننا تعريف الطاقة بالشكل الآتي:

هي القدرة اللازمة للقيام بعمل ما، حيث تتواجد الطاقة في صور مختلفة مثل: الميكانيكية الحرارية، الكيميائية، الكهربائية، الذرية، وغيرها، ويظل مقدارها ثابتاً وإن كانت تتحول من صورة إلى أخرى وتميل كل أشكال الطاقة إلى التحول إلى الطاقة الحرارية، كما أنها لا تفنى ولا تستحدث من العدم.

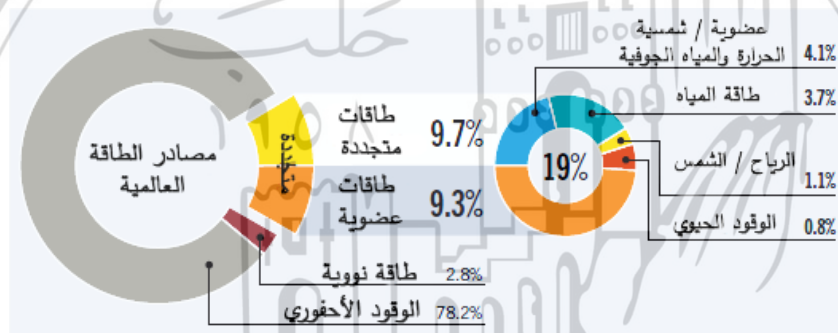
٦-٢ - مصادر الطاقة العالمية:

تتنوع مصادر الطاقة الأولية في العالم من التقليدية كالطاقة الأحفورية (كالفحم الحجري، النفط والغاز الطبيعي) إلى الطاقات المتجددة (كالطاقة الشمسية، طاقة الرياح،

طاقة الكتلة الحيوية، طاقة حرارة باطن الأرض، وطاقة المد والجزر (إضافةً إلى الطاقات الأخرى (كالطاقة الكهرومائية، والنووية)

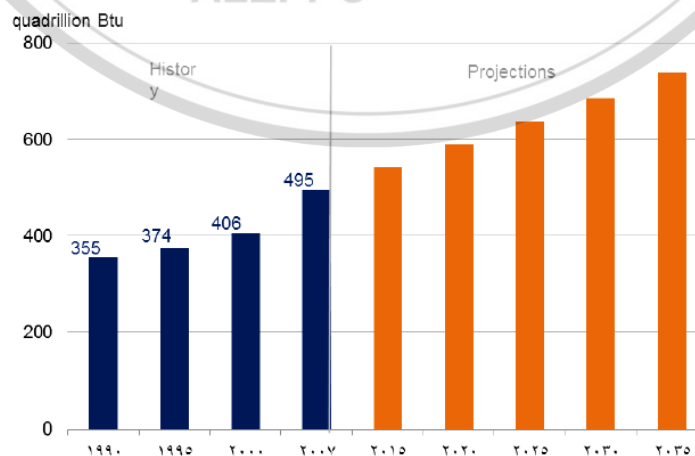
٦-٢-١ - مصادر الطاقة المحدودة (المصادر الحالية للطاقة):

هي المصادر الناضبة - أي التي ستنتهي مع الزمن لكثرة استخدامها - وهي موجودة في الطبيعة بكميات محدودة كما أنها ملوثة للبيئة، وتشكل حوالي ٨١% من حاجة العالم الكلي للطاقة وفق إحصائيات عام ٢٠١١، في حين أنه لا زالت مساهمة مصادر الطاقة المتجددة تمثل نسبة صغيرة تبلغ نحو ١٩% من إجمالي إنتاج العالم، بالإضافة إلى مساهمة الطاقة النووية بنسبة حوالي ٣% ويتركز معظمها في الدول المتقدمة (الشكل رقم ٦٠-٦١).



(شكل ٦٠) نسبة مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في الطلب الكلي للطاقة لعام ٢٠١١

وقد أوضحت الدراسات أن النفط سوف ينضب عام ٢٠٥٠ والغاز الطبيعي عام ٢١٠٠ والفحم عام ٢٣٣٠ كنتيجة طبيعية للاعتماد المتزايد على مصادر الطاقة الغير متجددة.



(شكل ٦١) الزيادة المتوقعة للطلب العالمي على الطاقة خلال الفترة /١٩٩٠ - ٢٠٣٥/

ويمكن تقسيم مصادر الطاقة المحدودة في العالم كما في الشكل (٦٢).



الشكل (٦٢) مصادر الطاقة المحدودة في العالم

٦-٢-١-١- مصادر الطاقة الأحفورية:

وهي التي تشكل عصب مصادر الطاقة الحالية، وتشارك في أنها تتكون من مواد هيدروكربونية (مركبات الكربون والهيدروجين) إضافة إلى نسب مختلفة من شوائب أخرى كالماء والكبريت والأوكسجين والنتروجين وأكسيد الكربون، حيث تختلف نسب الكربون والهيدروجين في المصادر الأحفورية من مصدر إلى آخر، فالفحم مثلاً يتكون من الكربون بشكل أساسي، وكلما ارتفعت نسبة الكربون أو الهيدروكربونات في المادة، ارتفعت كمية الطاقة المخزنة فيها. وتتكون مصادر الطاقة الأحفورية من:

أ- الفحم الحجري

ب- النفط

ت- الغاز الطبيعي

٦-٢-١-٢- الطاقة الكهرومائية:

يرتبط مفهوم الطاقة في الوقت الحالي بمحطات توليد الطاقة الكهربائية التي تقام على مساقط الأنهار، ويترافق مع إقامة هذه المحطات بناء السدود وتكوين البحيرات الاصطناعية

لحجز مياه الأنهار ولضمان توفير كميات كبيرة من المياه تكفل تشغيل محطات الطاقة بشكل دائم. تقوم العنفات المائية المركبة على مسار تدفق المياه بتحويل الطاقة الحركية للمياه إلى طاقة ميكانيكية تعمل على تدوير المولدات الكهربائية التي تحول بدورها الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية، وتتعلق كمية الطاقة المتولدة بكمية الماء المتدفق والارتفاع الشاقولي التي يسقط منها الماء.

ومن أبرز ميزات الطاقة الكهرومائية:

- ✓ لا تحتاج إلى وقود، مع الوثوقية في التشغيل
- ✓ تعد محطات الطاقة الكهرومائية ناضجة وذات مردودية عالية تصل إلى ٨٠-٩٠٪ مقارنة بمحطات توليد الطاقة الحرارية، ذات أعمار طويلة كما هو الحال بالنسبة لمعظم تقنيات الطاقة المتجددة.

أما أبرز مساوئها فهي:

- ✓ التكاليف التأسيسية العالية
- ✓ المساحة الواسعة للأراضي المستخدمة، إضافة إلى المشاكل المسببة للسكان المحليين
- ✓ صعوبة إيجاد المكان المناسب إضافة لاحتمال معارضة السكان المحليين أحياناً.

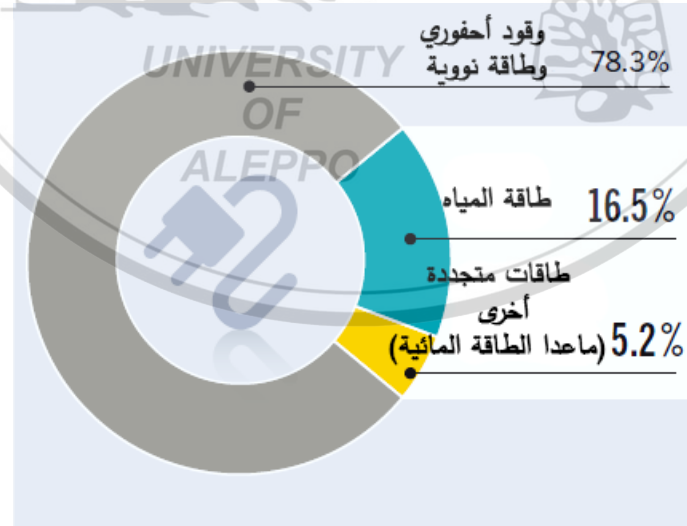
٦-٢-١-٣- الطاقة النووية:

تعتمد كثير من البلدان على الصعيد التجاري على الطاقة النووية لتوليد الكهرباء، ووفقاً لإحصاء أجرته الوكالة الدولية للطاقة في ديسمبر ١٩٩١، تبين أنه يوجد ٤٢١ / محطة نووية لتوليد الطاقة تعمل في جميع أنحاء العالم وتبلغ إجمالي قدرتها الإنتاجية ٣,٠٢٦ / ميغا وات، وقد وصلت نسبة مشاركة الطاقة النووية في بلجيكا إلى ٦٠,١ ٪، وفي كوريا ٤٩,١ / ٪ من الطاقة الكهربائية فيهما، أما الولايات المتحدة الأمريكية فتضم أعلى سعة مركبة من المحطات النووية في العالم، حيث يبلغ مجموعها ١٠١ / ميغا وات أي بنسبة ٢٠,١ ٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة فيها.

٦-٢-٢- مصادر الطاقة المتجددة:

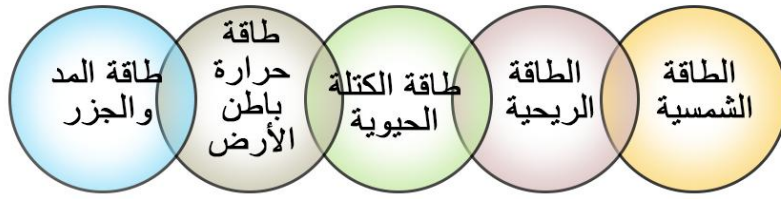
تتميّز مصادر الطاقة المتجددة بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاد منابعها فالطاقة المتجددة هي تلك التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، وهي طاقة مستدامة نظيفة وغير ملوثة للبيئة، كونها لا تعتمد على احتراق الوقود لتوليدها، بل إنها تعتمد على مصادر لا تنفذ ولا تنضب، وهي تعتبر أقدم مصادر الطاقة التي استخدمها الإنسان، وهي بذلك على عكس الطاقات الغير متجددة الموجودة غالباً في مخزون جامد في الأرض، لا يمكن الاستفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإخراجها منها.

بيّن أحد التقارير الصادرة عن وكالة الطاقة الدولية أن الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة ستشكّل نحو ٢٥/٪ من إنتاج الكهرباء الكلي في العالم بحلول عام ٢٠١٨، محققةً بذلك ارتفاعاً من نحو ٢١,٧/٪ في عام ٢٠١٢ ووفقاً للتقرير ذاته فإنه ومع هبوط تكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمصادر الأخرى فإن المصادر المتجددة ستتفوق على الغاز الطبيعي وستشكل ضعفي الطاقة النووية بحلول عام ٢٠١٦، كما هو موضح في الشكل رقم (٦٣).



شكل رقم (٦٣) مساهمة الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء عالمياً لعام ٢٠١٢

وهذا يمكن تقسيم مصادر الطاقة المتجددة في العالم كما في الشكل (٦٤) أدناه:

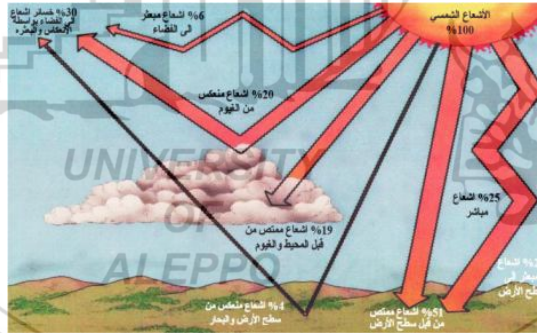


الشكل رقم (٦٤) مصادر الطاقة المتجددة في العالم

٦-٢-١- الطاقة الشمسية

أ- نبذة عن طاقة الشمس:

تعتبر الشمس مصادر جميع الطاقات على الأرض حيث تصل طاقتها إلى الأرض على شكل إشعاع شمسي مكون من: (الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة المرئية، والأشعة تحت الحمراء)، تستقبل الأرض طاقة الشمس بما يعادل 10^6 / أضعاف الطاقة المدخلة في جميع احتياطات الطاقة غير المتجددة ويقدر الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض كل عام بحوالي 10^{14} / بيتا واط وهو يعادل 10^5 / ألف مرة الطلب العالمي على الطاقة الأولية، حيث ينعكس منه 30% إلى الفضاء الخارجي، في حين تمتص الأرض 51% ، أما 20% الباقية فتحرك الرياح وتدفع دورة المياه وتزود عملية التركيب الضوئي. انظر الشكل رقم (٦٥).



شكل رقم (٦٥) تغيرات الإشعاع الشمسي داخل الغلاف الجوي

ب- استخدامات الطاقة الشمسية:

يعد أرخميدس أول من استخدم الطاقة الشمسية بطريقة علمية ومدروسة، عندما قام بتركيز أشعة الشمس على الأسطول الروماني وإحراقه قرب مدينة سيراكوس في عام 212 / ق.م، ومن ذلك الوقت بدأت تدل الإشارات على استعمال الإنسان للطاقة الشمسية بناءً على دراسة ومعرفة خصائص الإشعاع الشمسي والمرآيا العاكسة في ذلك الوقت.

ومع بداية القرن العشرين، أخذ الاهتمام بإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية يزداد انتشاراً ففي ثلاثينيات القرن الماضي أخذ العلماء يهتمون بإنتاج الطاقة الشمسية لتلبية متطلبات الأبنية وخاصة السكنية واحتياجاتها من المياه الساخنة وتدفئتها، غير أن الحرب العالمية الثانية وضعت حداً لهذه الآمال ليتبعها بعد ذلك دخول العالم عصر النفط والطاقة الرخيصة، مما أدى إلى تراجع أبحاث الطاقة الشمسية.

وبعد أزمة الطاقة عام ١٩٧٣ تركزت معظم أبحاث الطاقة الشمسية على توليد الطاقة الكهربائية بمختلف الطرق الممكنة، ويعود السبب في ذلك إلى أن استعمال الكهرباء قد شاع بشكل واسع وهي في ذات الوقت طاقة نظيفة في مكان الاستعمال، بمعنى أن آثارها التلويثية تحصل في محطات توليد الطاقة وليس في حين استعمالها لأغراض الإضاءة أو التدفئة أو تسخين المياه، في نقاط الاستعمال النهائي لهذه الطاقة.

ومن أجل الاستفادة من الطاقة الشمسية فلا بدّ من تحويل أشعتها والاستفادة منها بالعديد من الطاقات سواءً كانت حرارية أو ميكانيكية أو كهربائية، ويتطلب هذا التحويل أنواعاً من التقنيات المناسبة لكل نوع من الطاقة، كما هو موضح في الشكل (٦٦) أدناه:



الشكل (٦٦) طرق تحويل الأشعة الشمسية إلى طاقة يمكن الاستفادة منها

٦-٢-٢-٢-٢- الطاقة الريحية:

استخدمت طاقة الرياح منذ أقدم العصور سواءً في تسيير السفن الشراعية أو في إدارة طواحين الهواء لطحن الحبوب، أو رفع المياه من الآبار.

تنشأ الرياح أصلاً نتيجة تحرك كتل من الهواء في الغلاف الجوي بسبب تغيرات في الضغط الجوي والاختلاف في درجات الحرارة على الأرض، وتنتج طاقة الرياح بسبب

اختلاف درجات تسخين الشمس للجو، فعندما تقوم الشمس بتسخين منطقة معينة من الأرض يقوم الهواء حول تلك المنطقة بامتصاص البعض من تلك الحرارة، ثم يبدأ بالارتفاع بسرعة كبيرة لأن حجم الهواء الحار أخف من حجم الهواء البارد وعندما يرتفع الهواء الحار الأخف فجأةً تندفق تيارات هوائية أبرد بسرعة لسد الفراغ الذي تركه الهواء الحار وراءه، وأما استخدامات طاقة الرياح فهي:

- تحويل طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية تستخدم مباشرةً
- تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية من خلال "طواحين هوائية" ومحطات توليد تنشأ في مكان معين، ويتم تغذية المناطق المحتاجة عبر الأسلاك الكهربائية.
- ولعلّ المشكلة الأساسية التي تواجه طاقة الرياح تكمن في كونها لا تتوافر إلا في بعض المواقع، وفي عدم استقرار قوتها وصعوبة حفظ الطاقة الكهربائية التي يمكن توليدها، والمعروف أن هذه الطاقة ليست ثابتة، بل تتغير باختلاف سرعة الهواء، مما يغيّر إنتاج الطاقة الكهربائية المطلوبة.

٦-٢-٣- طاقة الكتلة الحيوية

يقصد بطاقة الكتلة الحيوية أو العضوية، الطاقة التي يمكن استخراجها من المواد النباتية والحيوانية والنفايات بعد تحويلها إلى سائل أو غاز بالطرق الكيميائية أو التحلل الحراري، كما يمكن الاستفادة منها عن طريق إحراقها مباشرةً واستخدام الحرارة الناتجة في تسخين المياه أو إنتاج البخار الذي يمكن بواسطته تشغيل التوربينات من أجل توليد الطاقة الكهربائية.

ويعتبر هذا النوع من الطاقة غير تجاري ويستعمل على نطاق ضيق في الدول النامية وبعض الدول الصناعية وهو يعتمد بصورة أساسية على الأخشاب وبقايا النباتات وفضلات الحيوانات ولكن النوع الذي يحظى بالأهمية من بين مصادر الطاقة العضوية هو إنتاج كحول "الإيثانول" من بعض المنتجات الزراعية (كقصب السكر، الشمندر السكري، والذرة)

حيث يستعمل هذا الكحول كوقود للسيارات بعد مزجه بالبنزين كما هو حاصل في البرازيل والولايات المتحدة الأمريكية.

٦-٢-٤- طاقة حرارة باطن الأرض

هي طاقة حرارية دفيئة في أعماق الأرض وموجودة بشكل مخزون من المياه الساخنة أو البخار والصخور الحارة، وحتى الآن ليس هناك دراسات شاملة حول حجم ومدى إمكان استغلال هذه الموارد إذ أن نسبة استخدامها لا تزال ضئيلة، وتبقى زيادة مساهمة هذا المصدر في تلبية احتياجات الانسان رهناً بالتطورات التكنولوجية وأعمال البحث والتنقيب التي ستجري مستقبلاً.

توجد الطاقة الجيوحرارية في ٥٦/ دولة في العالم منها ٢٣/ دولة تستخدمها في انتاج الكهرباء.

وقد قدرت وزارة الطاقة الأمريكية أن الطاقة الحرارية المختزنة في العشرة كيلومترات العليا من سطح الكرة الأرضية تعادل ٥٠/ ألف ضعف من إجمالي الاحتياطي العالمي للنفط والغاز، وتشير التقارير إلى أنه يمكن لطاقة حرارة باطن الأرض أن تفي بنسبة ١٠٠% من احتياجات ٣٩ دولة، وبنسبة ٥٥% من احتياجات ٤ دول، وبنسبة ٢٠% من احتياجات ٥ دول وبنسبة ١٠% من احتياجات ٨ دول، وهي تستخدم لأغراض (تسخين المياه، تدفئة الأبنية السكنية، وتدفئة البيوت الزجاجية المخصصة لأغراض الزراعة)

٦-٢-٥- طاقة المد والجزر

تعتبر حركة المد والجزر إحدى الظواهر الطبيعية التي تحدث في البحار والمحيطات على سطح الكرة الأرضية، تشكل طاقة المد والجزر نوعاً من طاقة الحركة التي تكون مخزونة في التيارات الناتجة عن المد والجزر، وقد بدأت الكثير من الدول الساحلية بالاستفادة من هذه الطاقة الحركية لتوليد الطاقة الكهربائية وبالتالي تخفيف الضغط عن محطات الطاقة الحرارية، وبالتالي تخفيف التلوث الصادر عنها.

يمكن توليد الطاقة من خلالها إما عن طريق إنشاء الحواجز المديّة وتدعى " بالطريقة الشاطئية " أو عن طريق عنفات تشبه العنفات الريحية ولكنها تكون تحت الماء وتدعى " بالطريقة البعيدة عن الشاطئ".

٦-٣- استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية

يسير استعمال الطاقة كل مساعي الإنسان، كما يتيح تحقيق التقدم الاجتماعي والاقتصادي فالطاقة تستخدم في التدفئة والتبريد والإنارة والصحة والغذاء والتعليم والإنتاج الصناعي والنقل، وقد أدرجت البلدان إنتاج الطاقة الكافية واستهلاكها في عدّاد التحديات الرئيسية التي تواجهه، وأصبح مقدار الاستهلاك الفردي من الطاقة من بين المؤشرات على تحديث بلد من البلدان متقدّمة.

٦-٣-١- العمارة واستهلاك الطاقة

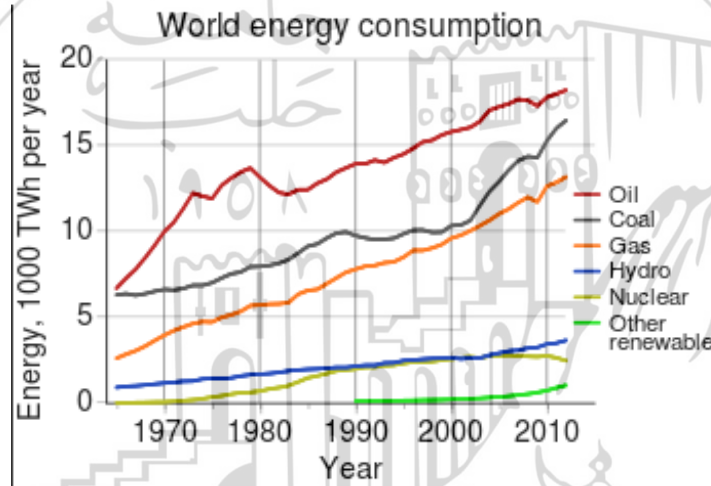
أدى التطور العلمي والتكنولوجي في بداية القرن العشرين إلى ظهور أنواع جديدة من المباني التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة، حيث ترجع أسباب زيادة استهلاك الطاقة في المباني لما يلي:

- ظهور الخرسانة المسلحة وشيوع استخدامها بكثرة في هياكل وأغلفة المباني.
- الإسراف الكبير في استخدام الزجاج في الواجهات، إلى أن وصلت إلى الجدران الساترة (أي تغطية كامل الواجهات الخارجية بالألواح الزجاجية)
- ظهور أجهزة التدفئة والتبريد واستخدامها بكثرة في المناطق الحارة
- تعاظم الدعوة إلى الاقتصاد في تكاليف المبنى، مما أدى بالمصممين إلى تقليل سماكات الجدران في الأغلفة الخارجية للمباني دون النظر إلى الخصائص والصفات الحرارية لمواد البناء المستخدمة.

٦-٣-٢- مؤشرات عامة حول استهلاك الطاقة

٦-٣-٢-١- استهلاك الطاقة العالمي:

بلغ الاستهلاك العمالي للطاقة في عام ٢٠٠٨ نحو ٤٧٤ إكساجول ($10^{18} \times 474$ جول) حيث وصل نصيب انتاج الطاقة بنسبة (٨٥% إلى ٩٠%) من الوقود الأحفوري، وهذا يعادل معدل استهلاك للطاقة بمقدار ١٥ / تيرا واط ($10^{13} \times 15$ واط) الشكل رقم (٦٧)، ولا تستفيد كل البلدان بنفس النسبة من الطاقة وبنفس الكفاءة، كما يختلف كمية الطاقة المخزونة في براميل النفط بحسب نوعه وكذلك الفحم الحجري.



شكل رقم (٦٧) استهلاك الطاقة العالمي مقدرة بـ " تيرا واط " خلال الفترة /١٩٧٠-٢٠١٠/

أما توزيع نسب استهلاك الطاقة في قارات العالم لعام ٢٠٠٣ فكانت كما يلي:
انظر الشكل (٦٨).

٢٣% في شمال ومركز وجنوب أمريكا

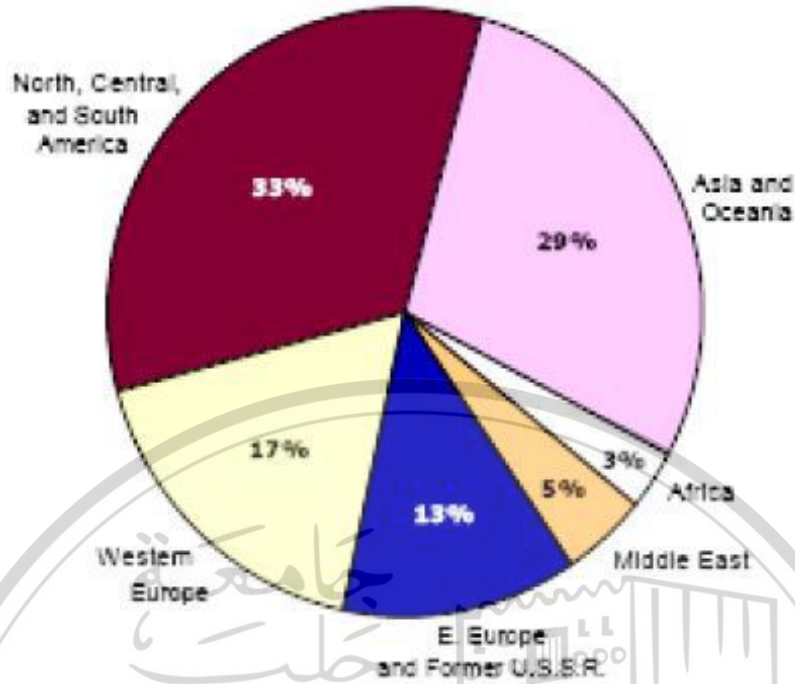
٢٩% في آسيا

١٧% في غرب أوروبا

١٣% في أوروبا

٥% في الشرق الأوسط

٣% في أفريقيا



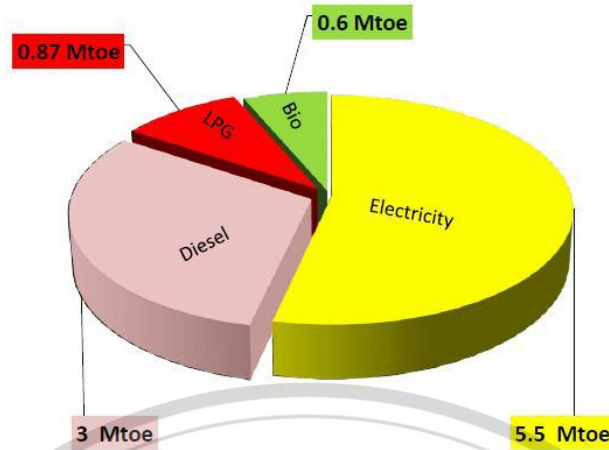
شكل رقم (٦٨) توزيع نسب استهلاك الطاقة العالمي للعام ٢٠٠٣

٦-٣-٢-٢ - ملامح قطرية للجمهورية العربية السورية في استهلاك الطاقة:

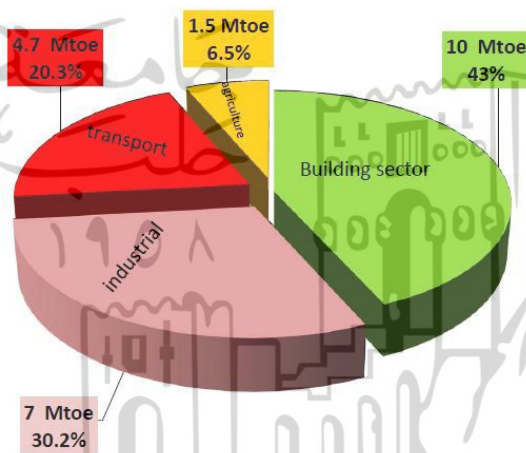
إن القطاعات التي تستهلك الطاقة النهائية وتتلقى خدماتها بشكل عام هي: (قطاع الأبنية قطاع الصناعة، قطاع النقل، وقطاع الزراعة)، ووفقاً لبيانات المركز الوطني لبحوث الطاقة في سوريا لعام ٢٠٠٨ فإن قطاع الأبنية (السكنية، التجارية، الإدارية، الصحية.. إلخ) يعتبر المستهلك الأكبر للطاقة الأولية بنسبة ٤٣% فيما يحتل قطاع الصناعة المرتبة الثانية بنسبة ٣٠% بينما يعد قطاع النقل يعتبر ثالث أكبر مستهلك للطاقة بنسبة ٢٠% ويأتي قطاع الزراعة في المرتبة الأخيرة بنسبة ٦,٥% (الشكل ٦٩ - أ).

أما الطاقة الكهربائية فتعتبر أكثر مصادر الطاقة استهلاكاً في قطاع الأبنية في سوريا بنسبة ٥٦% حيث يستهلك ٥,٥/ مليون طن وكافئ نفطي (الشكل ٦٩ - ب).

كما ويبين الجدول (٢٦) أدناه الطلب على الطاقة في سوريا مقارنة بالطلب العالمي، وبعض المؤشرات الهامة المسجلة وفق بيانات المركز الوطني لبحوث الطاقة في سوريا لعام ٢٠٠٨.



أ- نسب استهلاك الطاقة الأولية وفق كل قطاع



ب- استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية

شكل (٦٩) نسب استهلاك الطاقة في سوريا للعام ٢٠٠٨

الجدول (٢٦) مؤشرات الطلب على الطاقة في سوريا للعام ٢٠٠٨

العالم	سورية	عدد السكان (مليون نسمة)
6800	19.88	
12379	23.2	الطلب الكلي على الطاقة (مليون طن نفط مكافئ)
3928	17.08	مشتقات النفط (مليون طن نفط مكافئ)
2726	4.80	الغاز الطبيعي (مليون طن نفط مكافئ)
718	0.72	الطاقة الكهرومائية (مليون طن نفط مكافئ)
972	0.60	الكتلة الحيوية (مليون طن نفط مكافئ)
3304	0.00	الفحم الحجري (مليون طن نفط مكافئ)
718	0.00	الطاقة النووية (مليون طن نفط مكافئ)
112	0.00	الطاقات المتجددة (مليون طن نفط مكافئ)
20202	41.02	الطاقة الكهربائية المنتجة (مليار ك.و.س)
33423	67.53	غازات الدفيئة الناتجة عن استخدامات الطاقة (مليون طن CO2 مكافئ)
43000	36	الناتج المحلي الإجمالي (مليار يورو)
288	640	الكثافة الطاقية (كغ نفط مكافئ/ألف يورو تقريبا من الناتج المحلي الإجمالي)
1820	1162	تصيب الفرد من جميع مصادر الطاقة (كغ نفط مكافئ/سنة)
2970	2063	تصيب الفرد من الطاقة الكهربائية (ك.و.س/سنة)
12/411	40	نسبة مساهمة الطاقة الكهربائية في ميزان الطاقة (%)

٦-٣-٣- ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في الأبنية

يعد قطاع الأبنية من أهم القطاعات المستهلكة للطاقة في معظم دول العالم، ولا سيما بالنسبة للطاقة الكهربائية، إذ يستهلك ما يقارب ٤٥/ % من الاستهلاك الكلي للكهرباء.

وقد شهدت السنوات العشر السابفة تطوراً كبيراً على المستوى العالمي في مجال التقنيات المستخدمة لتوفير خدمات الطاقة بقطاع الأبنية، بالإضافة إلى اتباع عدد من الإجراءات والحلول البيئية المؤدية إلى ترشيد الاستهلاك النهائي للطاقة في المباني.

ونتيجة لما سبق، فقد تزايد الاعتراف العالمي بالحقيقة القائلة: (إن إجراءات الحفاظ على الطاقة وترشيد استهلاكها هو خير " مصدر " من مصادر الطاقات البديلة)، فتحسن كفاءة الاستخدام مصدر لطاقة رخيصة، حيث إن كلفة ترشيد استهلاك ١/ كيلو واط ساعي هي أقل بأضعاف من كلفة توليده.

وفي الوقت الذي تساهم فيه مصادر الطاقة المتجددة (كالطاقة الشمسية، الرياح... إلخ) بنسبة لا تتجاوز ١/ % من استهلاك الطاقة الأولية لعام ١٩٩٦، فإن ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها يساهم بأضعاف هذه النسبة.

٦-٣-٣-١- ترشيد استهلاك الطاقة:

يقصد بترشيد استهلاك الطاقة: " حسن استخدام المتاح من الطاقة باستثماره بكفاءة الوسائل الممكنة للحصول على عائد اقتصادي "، وقد أصبح هذا المجال من أبرز أولويات الدول في القرن الحادي والعشرين، فقد قامت الكثير من دول العالم إضافة إلى التشريعات المساندة وبرامج التوعية بتبني سياسات ومشاريع لترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية، وقد تضمنت الآتي:

- تنفيذ برامج رفع كفاءة استخدام الطاقة على جانبي العرض والطلب.
- خفض معدل نمو الطلب على الطاقة الكهربائية.

- تبني برامج إدارة الطلب على الطاقة متضمنة سياسة " الشرائح في أسعار الطاقة " .
 - تشجيع تقنيات وأنظمة الطاقات المتجددة.
- كما وتشمل إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة رفع كفاءة استخدام الطاقة على جانبي التزويد والطلب:

ففي الجانب المتعلق بالتزويد: نجد أن خيارات عرض الطاقة التي تزيد من الكفاءة وتحد من الانبعاثات الملوثة للبيئة هي:

- زيادة دور الغاز الطبيعي
- التخفيف من الضياعات والمفاقد الفنية
- التقدم الواعد في مجال توليد الطاقة الكهربائية باستخدام مصادر الطاقة المتجددة.
- استخدام مبدأ الدارات المركبة " فيول + غاز " في محطات توليد الطاقة الكهربائية، حيث يمكن تحقيق كفاءة تتراوح بين ٦٠-٧٠٪ مقارنةً مع المتوسط العالمي الذي يبلغ ٠/٠٪ حالياً.

أما في الجانب المتعلق بالطلب: فهناك عدة عوامل رئيسية يمكن أن تسهم إسهاماً جدياً في تخفيض الاستهلاك الكبير للطاقة، وبالتالي الحد من تغير المناخ وتلوث البيئة المحيطة بنا، وهي:

- تحسين المردود وتقليل الضياعات والمفاقد في تجهيز المنشآت القائمة المستهلكة للطاقة.
- إدخال التكنولوجيا وطرائق الإنتاج الحديثة الأكثر كفاءة في المنشآت والمعدات الجديدة
- التحول عن استخدام المواد ذات الاستهلاك الكثيف للطاقة والتوجه نحو مواد وأنماط معيشية ذات استهلاك أقل للطاقة.

٦-٣-٢-٣ - تحسين كفاءة استخدام الطاقة:

يقصد بتحسين كفاءة استخدام الطاقة: " تخفيض كمية الطاقة اللازمة لوحدة النشاط الاقتصادي إلى أقل قدر ممكن، دون المساس بالتأثير الجوهري على مستوى هذا النشاط " .

ويمكن تصنيف طرق تحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع الأبنية في ثلاثة محاور، وهي:

- طرق ترتبط بالمبنى نفسه، من خلال تصميم كتلة المبنى ومعالجة غلافه الخارجي.
- طرق ترتبط بالتجهيزات والأدوات المستهلكة للطاقة والمستخدم في المبنى، كاستخدام الأجهزة الكفوءة طاقياً وذات المردود الاقتصادي العالي.
- طرق تتيح إمكانية توليد طاقة بديلة من المصادر المتجددة، كاستخدام بعض أنظمة الطاقة المتجددة لتوفير بعض احتياجات الإنسان في المبنى والموضحة في الجدول (٢٧).

جدول (٢٧) استخدام أنظمة الطاقة المتجددة في المباني

عناصر استهلاك الطاقة	الطرق التقليدية	أنظمة الطاقة المتجددة
تدفئة المباني	• مدافئ الكهرباء والغاز والمازوت • المكيفات • التدفئة المركزية	• نظام التدفئة الشمسي السالب • نظام التدفئة الشمسي الفعّال
تهوية وتبريد المباني	• المراوح • المكيفات	• نظام التهوية الطبيعية • ملاقف الهواء
إضاءة الفراغ الداخلية	• الإضاءة الاصطناعية التقليدية	• نظام الإضاءة الطبيعية
تسخين المياه	• السخان الكهربائي • سخان الغاز • سخان المازوت	• السخان الشمسي
توليد الكهرباء	• محطات التوليد التقليدية • مولدات القدرة الاحتياطية	• الأنظمة الشمسية • الأنظمة الريحية

٦-٣-٤ - الاستهلاك الأمثل للطاقة في الأبنية

٦-٣-٤-١ - مقدمة:

يتم تصميم الأبنية حرارياً باختيار الظروف الأكثر حرجاً من حيث درجات الحرارة التصميمية وخلافها، إلا أنه من المعروف أن مثل هذه الظروف ليست ثابتة طوال الوقت، فهناك اختلاف بين درجات حرارة النهار ونظيرتها في الليل، كما أن هناك اختلافاً في درجات

الحرارة بين يوم وآخر، وشهر وآخر، وينتج عن هذه الظاهرة عدم الحاجة إلى تشغيل أجهزة التدفئة والتكييف بشكل دائم مستمر، وإنما تشغل وفق الحاجة، وكذلك، وحتى في حالة التشغيل المستمر فإن الأجهزة سوف تتوقف عن العمل أوتوماتيكياً لفترات محددة، وفقاً لتعليمات أنظمة التحكم الموجودة ضمن شبكات تزويد الطاقة وتوزيعها.

٦-٣-٤-٢- العوامل المؤثرة على نسب تخفيض استهلاك الطاقة الحرارية:

٦-٣-٤-٢-١- القصور الحراري للأبنية:

وفق أغراض هذا الكود تم تقسيم الأبنية حسب قصورها الحراري و بدون استعمال مواد العزل الحراري إلى ثلاثة أنواع، ثقيلة ومتوسطة وخفيفة وفقاً للفقرة (١/٤/٢). ويعرف القصور الحراري بأنه كمية الحرارة المختزنة داخل البناء عند درجة حرارة معينة ويساوي حاصل ضرب كتلة البناء في سعته الحرارية النوعية ودرجة حرارته.

٦-٣-٤-٢-٢- التخلف الزمني ومعامل التناقص:

ترتفع درجة حرارة السطوح الخارجية لعناصر البناء المعرضة لأشعة الشمس والهواء الساخن نهاراً لتصل ذروتها عند منتصف النهار تقريباً، ثم تبدأ بعدها بالانخفاض إلى أن تصل إلى أدنى قيمة لها خلال ساعات ما بعد منتصف الليل. حيث تتأثر أيضاً السطوح الداخلية لهذه العناصر بهذا التغير في درجات الحرارة، إلا أن التغير في درجة حرارة السطوح الداخلية يكون عادةً أقل من نظيره للسطوح الخارجية، والذي يعتمد على خواص المواد المكونة للعنصر، مثل السعة الحرارية والكثافة والسماعة، كما أن التغير الحراري يصل إلى السطوح الداخلية بعد فارق زمني يتراوح من زمن قصير نسبياً إلى ساعات عديدة حسب تركيب العنصر المعني.

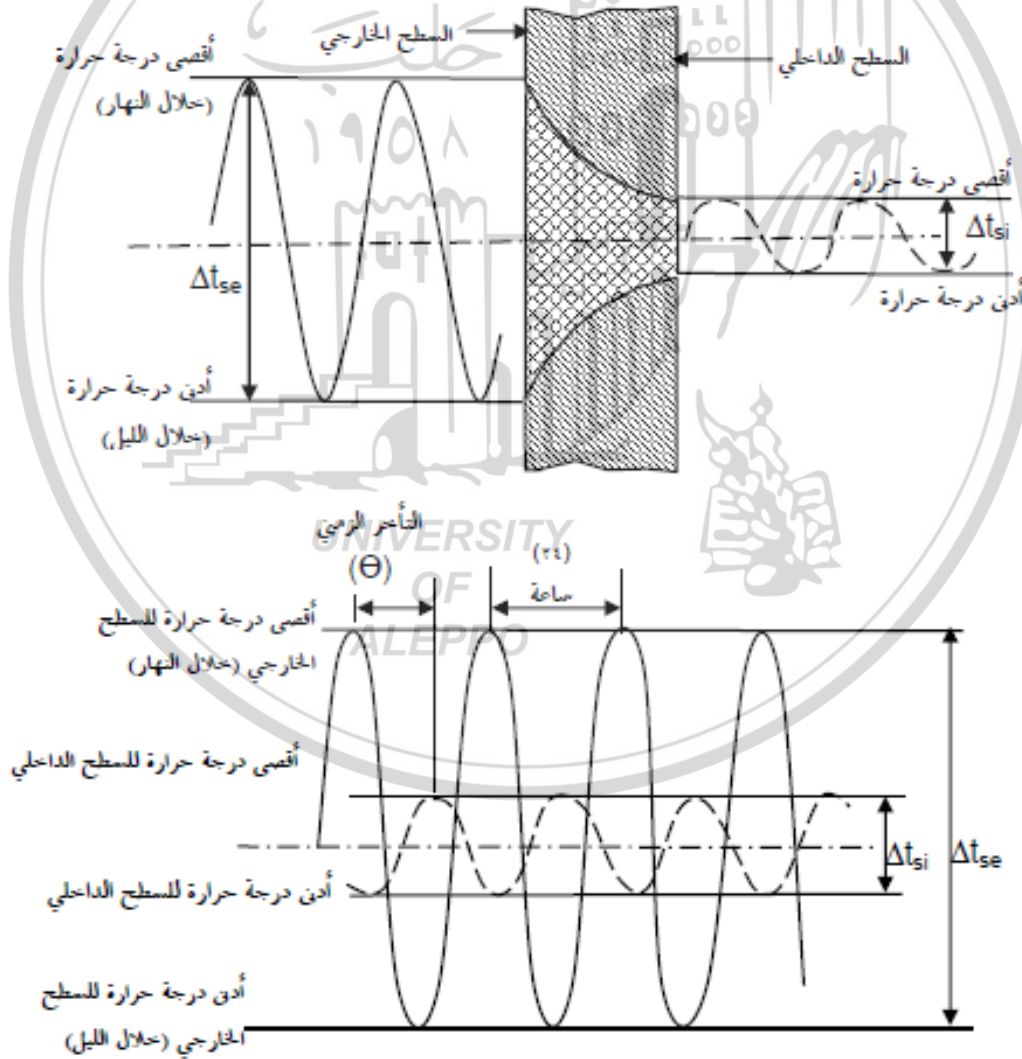
ويسمى الفارق الزمني الذي تستغرقه الموجة الحرارية في الانتقال من السطح الخارجي لعنصر ما إلى سطحه الداخلي بالتخلف الزمني (Time-Lag) ويرمز له بـ (Θ) ويقاس بالساعات.

أما النسبة بين أقصى تغير في درجات حرارة السطح الداخلي لعنصر ما وأقصى تغير في درجات حرارة

سطحه الخارجي خلال فترة (٢٤) ساعة فتسمى معامل التناقص (Decrement Factor) و يرمز له بـ (μ) ، و يعطى بالعلاقة:

$$\text{معامل النقص } (\mu) = \frac{\Delta t_{si}}{\Delta t_{so}} = \frac{\text{أقصى تغير في درجات حرارة السطح الداخلي}}{\text{أقصى تغير في درجات حرارة السطح الخارجي}}$$

ويبين الشكل (٧٠) عملية انتقال الموجة الحرارية المؤثرة على السطح الخارجي لجدار ما إلى سطحه الداخلي خلال (٢٤) ساعة، مع بيان قيمة التأخر الزمني ومعامل التناقص.



شكل (٧٠) انتقال الموجة الحرارية من السطح الخارجي لجدار ما إلى سطحه الداخلي

خلال ٢٤ ساعة، مع بيان قيمة التأخر الزمني ومعامل التناقص

٦-٣-٤-٢-٣- فترة اشغال البناء وتشغيل أجهزة التزويد بالطاقة:

تلعب فترة إشغال الأبنية الأسبوعية واليومية وكذلك فترة تشغيل أجهزة التزويد بالطاقة دوراً مهماً في تحديد النسبة التصميمية لتخفيض الطاقة. وتؤخذ عادةً فترة التشغيل المستمر لأجهزة التزويد بالطاقة كأساس للتصميم، ويتم تقليل النسبة التصميمية لتخفيض الطاقة في حالات التشغيل المتقطع تبعاً لنوع البناء وتأخره الزمني حسب الجدول رقم (٢٨)، كما تؤخذ فترة الإشغال الأسبوعية الكاملة (٧ أيام)

ولفترة إشغال يومي (٨ ساعات) كأساس للتصميم وتتم زيادة النسبة التصميمية لتخفيض الطاقة بزيادة فترة الإشغال، كما يتم تقليل النسبة بتقليل فترة الإشغال، وحسب الجدول (٢٩).

جدول (٢٨) نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة التشغيل

التخلف الزمني للأبنية			
منخفض *	عالي **		
أقل من (٨) ساعات	أكثر من (١٠) ساعات		
١,٠		تشغيل مستمر لأجهزة التزويد بالطاقة	
٠,٥٥	٠,٧٠	أبنية خفيفة القصور الحراري	تشغيل يومي متقطع لأجهزة التزويد بالطاقة
٠,٧٠	٠,٨٥	أبنية متوسطة القصور الحراري	
٠,٨٥	٠,٩٥	أبنية ثقيلة القصور الحراري	
* إذا كانت الطبقة الداخلية للعناصر الإنشائية ذات كثافة منخفضة.			
** إذا كانت الطبقة الداخلية للعناصر الإنشائية ذات كثافة عالية.			
المصدر: الكودات العربية الموحدة لتصميم وتنفيذ المباني (كود العزل الحراري)			

جدول (٢٩) نسب تخفيض الطاقة الحرارية حسب فترة اشغال البناء

نوع البناء حسب قصوره الحراري				
ثَقِيل	مَتَوَسِّط	خَفِيف		
١,٠			(٧) أيام مستمرة	فَتْرَة الإِشْغَال الْأَسْبُوعِي
٠,٨٥		٠,٧٥	(٥) أيام	
٠,٩٦		٠,٦٨	(٤)	فَتْرَة الإِشْغَال اليومي (بالساعات)
١,٠٠		١,٠٠	(٨)	
١,٠٢		١,٢٥	(١٢)	
١,٠٣		١,٤٠	(١٦)	
ملاحظة: هذه القيم هي للحالة التي تكون فيها مستويات الراحة متوفرة باستمرار.				
المصدر: الكودات العربية الموحدة لتصميم و تنفيذ المباني (كود العزل الحراري)				

وتستعمل النسبة التصميمية لتخفيض الطاقة الحرارية في حساب كمية استهلاك الطاقة المتوقعة لأي بناء وبالتالي إمكانية تقدير الكلفة المتوقعة لاستهلاك الطاقة (الكلفة التشغيلية).

مثال:

بناء من النوع الخفيف تأخره الزمني عال، وفترة اشغاله (١٢) ساعة يومياً لمدة (٥) أيام أسبوعياً يراد معرفة النسبة التصميمية لتخفيض الطاقة في هذا البناء.

الحل:

النسبة التصميمية لتشغيل يومي متقطع لبناء خفيف تأخره الزمني عال = (٠,٧٠)

النسبة التصميمية لفترة إشغال أسبوعية مقدارها (٥) أيام = (٠,٧٥)

النسبة التصميمية لفترة إشغال يومية مقدارها (١٢) ساعة = (١,٢٥)

النسبة التصميمية لتخفيض الطاقة (h) : ساعة = $h = ٠.٧ \times ٠.٧٥ \times ١.٢٥ = ٠.٦٦$

الفصل السابع

الحرائق

٧-١ - مفهوم الحرائق:

هي تلك الظاهرة الكيميائية التي تحدث نتيجة اتحاد مادة مشتعلة بأكسجين الهواء مع وجود عامل تأثير درجة حرارة.

ويتضح من هذا المفهوم أن الحريق يحدث بتوافر ثلاثة عناصر وهي:
المادة (الوقود) والأكسجين والحرارة، وهذا ما يطلق عليه اسم مثلث الاشتعال، شكل (٧١).



شكل (٧١) مثلث الاشتعال

٧-٢ - أسباب الحريق:

يعتبر الإهمال وغياب الرقابة الجادة في تطبيق الاشتراطات الوقائية اللازمة في المباني بأنواعها المختلفة هو السبب الرئيسي لاندلاع الحريق، بالإضافة إلى ذلك فهناك أسباب أخرى:

- أسباب طبيعية: مثل (الصواعق - البرق - البراكين - ارتفاع درجة حرارة الجو).
- الأسباب الخارجة عن الإرادة: مثل (تسرب السوائل أو الغازات القابلة للاشتعال - حدوث ماس كهربائي دون احتياط - شرر الماكينات الثابتة أو المتحركة).
- أسباب بفعل بشري ارادي: مثل (الحريق المتعمد - التفجير - إلقاء أجسام مشتعلة).
- كما يوجد أسباب أخرى تعرض المبنى للحريق وتعمل على سرعة انتشاره وعدم كفاءة المواجهة لإطفائه منها:
- غياب المحددات التصميمية لتلافي تخفيف أثر الحريق أو التحكم فيه وحصره في مكانه.

استخدام مواد البناء القابلة للإشعال دون اتخاذ الاحتياطات اللازمة لوقايتها من النيران.

- ضعف كفاءة المسؤولين عن مكافحة الحريق وقلة تدريبهم ودرايتهم بأساليب الأمن الصناعي.

من خلال استعراض الأسباب المؤدية إلى اندلاع الحريق يتضح أن على المهندس المعماري دوراً رئيسياً في حماية المبنى وشاغليه من أخطاره والتقليل من خسائره، لذا يتحتم عليه أن تكون عملية الوقاية من الحريق جزءاً من التصميم الأساسي، وذلك من خلال وضع مجموعة من المحددات والاشتراطات التصميمية الواجب توافرها في المرحلة التصميمية للوقاية من الحريق ومخاطره.

٧-٣- نظريات إطفاء الحريق (طرق الإطفاء):

تعتمد نظريات إطفاء الحريق على كسر مثلث الاشتعال المسبب للحريق، وذلك بإزالة أو كسر أحد أضلاعه أو كل أضلاعه، لذا تخضع نظريات الإطفاء لثلاث طرق هي:

أولاً نظرية تبريد الحريق:

تعتمد نظرية تبريد الحريق بإنقاص نسبة أكسجين الهواء، وذلك من خلال امتصاص وتخفيض حرارة المادة المشتعلة باستخدام المياه.

ثانياً نظرية خنق الحريق:

تعتمد نظرية خنق الحريق بتغطيته بحاجز يمنع وصول أكسجين الهواء إليه، وذلك بالوسائل التالية:

تغطية المادة المشتعلة بالرغاوى الكيماوية.

غلق منافذ وفتحات التهوية بمكان الحريق للتقليل من نسبة الأكسجين في الهواء إلى النسبة التي لا تسمح باستمرار الاشتعال.

فصل اللهب عن المادة المشتعلة فيها النيران، وذلك عن طريق نسف مكان الحريق باستخدام مواد ناسفة كالدynamيت، وهذه الطريقة المتبعة عادة لإطفاء حرائق آبار البترول.

ثالثاً نظرية تجويع الحريق:

تعتمد نظرية تجويع الحريق بالحد من كمية المواد القابلة للاشتعال، وذلك بالوسائل التالية:

١- نقل البضائع والمواد المتوفرة بمكان الحريق بعيداً عن تأثير الحرارة واللهب.

٢- غلق محابس الغازات القابلة للاشتعال.

٧-٤- تصنيفات الحريق:

تختلف تصنيفات الحريق تبعاً لاختلاف المواد المشتعلة، كما تعتمد كيفية إطفائها تبعاً لنوع الحريق ومدى انتشاره وخطورة المواد المخزنة في محيطه، ويوضح الجدول رقم (٣٠) تصنيفات الحريق بناءً على طبيعة المواد المشتعلة ونظرية الإطفاء والوسيط الإطفائي لكل نوع:

جدول (٣٠) - يوضح تصنيفات الحرائق بناءً على طبيعة المواد المشتعلة ونظرية الإطفاء والوسيط الإطفائي

نوع الحريق	نوع المواد المستخدمة	نظرية الإطفاء والوسيط الإطفائي
حرائق المواد الصلبة Class (A) Fires	الحرائق الناتجة عن استخدام المواد الصلبة التي تكون غالباً ذات طبيعة عضوية (مركبات الكربون) مثل: (الورق، البلاستيك، الأقمشة، الأخشاب)	يعتمد إطفاء هذه الحرائق على نظرية التبريد: وذلك باستخدام المياه أو محاليل تحتوي على نسبة كبيرة من المياه.
حرائق المواد السائلة Class (B) Fires	الحرائق الناتجة عن استخدام المواد السائلة أو المنصهرة القابلة للاشتعال:	يعتمد إطفاء هذه الحرائق على نظرية الخنق:

وذلك باستخدام الرمال أو المواد الرغوية أو غاز ثاني أكسيد الكربون أو البودرة الكيميائية الجافة.	(النفط، الزيوت، الشحوم، الدهانات)	
يعتمد إطفاء هذه الحرائق على نظرية التجويع: وذلك باستخدام الرغوى والمساحيق الكيميائية الجافة في حالة السيولة عند تسربها على الأرض وتستخدم رشاشات المياه لتبريد عبوات الغاز.	الحرائق الناتجة عن استخدام المواد الغازية القابلة للاشتعال مثل غاز: (الميثان، الأسيتيلين، الأكسجين، البيوتان، البروبان).	حرائق المواد الغازية Class (C) Fires
يعتمد إطفاء هذه الحرائق على نظرية الخنق: وذلك باستخدام كميات من الرمال أو الجرافيت أو بودرة المعادن، كما يحظر تماماً استخدام الماء	الحرائق الناتجة عن استخدام مواد المعادن القابلة للاشتعال.	حرائق مواد المعادن Class (D) Fires
طبقاً للتصنيف الحديث لأنواع الحرائق لم يخصص نوع مستقل لحرائق الكهرباء، والسبب في ذلك يرجع إلى أن الحرائق التي تبدأ بسبب التجهيزات الكهربائية تنشأ في الواقع بمواد تعتبر حرائقها من النوع الأول أو الثاني. ويتم مواجهة هذه الحرائق بإتباع نظرية الخنق وذلك على النحو التالي: ١- فصل التيار الكهربائي قبل إجراء عملية الإطفاء.		حرائق الكهرباء

٢- استخدام وسائل الإطفاء التي تتناسب مع نوعية المواد المشتعلة فيها النيران.

٣- في حالة تعذر فصل التيار الكهربائي أو عدم التيقن من ذلك فتستخدم مواد الإطفاء التي

ليست لها خاصية التوصيل الكهربائي وأيضاً عدم التأثير الضار على التجهيزات، وهذه

المواد تتضمن أبخرة الهالوجينات والمساحيق الكيماوية الجافة وثاني أكسيد الكربون.

٧-٥- المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة في المباني:

تلعب المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة في المباني دوراً مهماً في هذا الوقت الذي يشهد تطوراً رهيباً في شتى تخصصات التكنولوجيا، الأمر الذي يزداد معه أخذ الحيلة والحذر من وقوع حوادث أو طوارئ مفاجئة، لذا كان الاهتمام الأول بعوامل تساعد في وقف نشاط التفاعلات المتوقعة حدوثها وعلى رأسها أعمال الحريق الذي يتلف الممتلكات والأنفس.

٧-٥-١- المهندس المعماري وأعمال الحريق:

لتوضيح الواجبات والمسؤوليات المتعلقة بالمهندس المعماري اتجاه أعمال الحريق، لابد من توضيح بعض المصطلحات الأساسية التالية:

منع الحريق :

ويقصد به كافة الإجراءات والاحتياطات الفنية اللازمة لمنع حدوث الحريق.

الوقاية من الحريق:

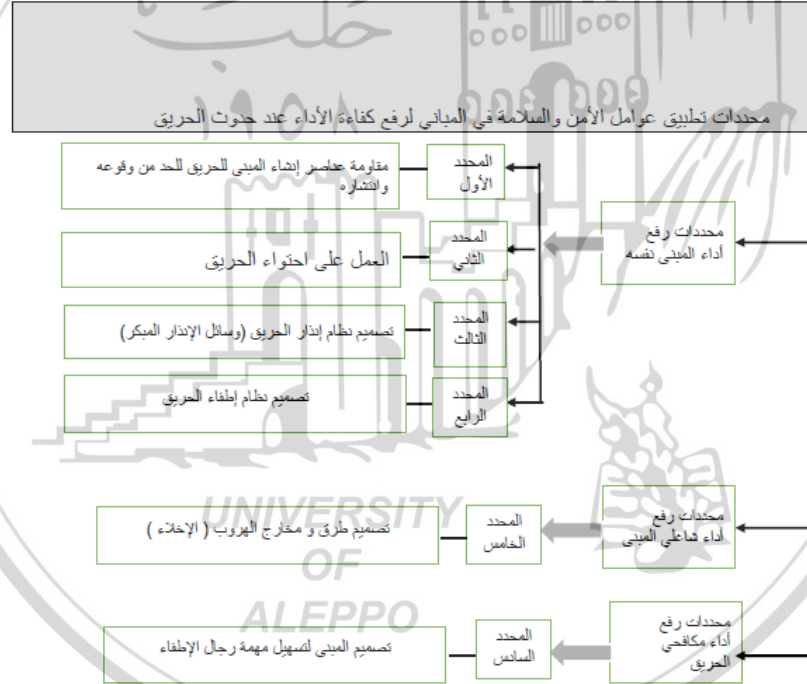
ويقصد به كافة الإجراءات والاحتياطات الفنية اللازمة للحد من خطورة الحريق حال

حدوثه.

مكافحة الحريق:

وهي عمليات التعامل الايجابية مع الحريق بغرض إطفائه (إخماده).

من خلال التوضيح للمصطلحات السابقة يتضح بأن المهندس المعماري لا يملك السيطرة الكاملة على منع حدوث الحريق، ولا يضمن للتصميم المعماري ما يمنع بدء الحريق، وبالتالي فإن مسؤولية المهندس المعماري الأساسية تتركز في عمليات الوقاية والمكافحة، وذلك من خلال الأخذ بعين الاعتبار جميع المحددات التصميمية التي تكفل نجاح تطبيق عوامل الأمن والسلامة اللازمة لرفع كفاءة الأداء حال حدوث الحريق، ويقصد بالأداء هنا -انظر شكل (٧٢).



شكل (٧٢) - يوضح محدّدات تطبيق عوامل الأمن والسلامة في المباني لرفع كفاءة الأداء عند حدوث الحريق

٧-٥-٢ - أداء المبني نفسه:

بمعنى أن يتضمن التصميم المعماري جميع المحددات التصميمية التي تكفل منع وانتشار الحريق والعمل على احتوائه والحد من أضراره بشتى الوسائل والتجهيزات.

٧-٥-٣- أداء شاغلي المبنى:

بمعنى أن يتضمن التصميم المعماري جميع المحددات التصميمية التي تكفل تحقيق سرعة إخلاء المبنى من شاغليه بأمان وقت حدوث الحريق.

٧-٥-٤- أداء مكافحي الحريق:

بمعنى أن يتضمن التصميم المعماري جميع المحددات التصميمية التي تكفل تيسير مهمة رجال الإطفاء أثناء مكافحتهم لأعمال الحريق.

● المحدد الأول: مقاومة عناصر إنشاء المبنى للحريق للحد من وقوعه وانتشاره:

تتضمن جميع الكودات متطلبات خاصة بمقاومة عناصر إنشاء المبنى للحريق معبراً عنها كمعيار زمني (ساعة، ساعتين... الخ)، وهذا المعيار يعبر عن مقاومة العنصر الإنشائي للحريق طبقاً لاختبارات قياسية تحت ظروف حريق قياسي، ويعرف الحريق القياسي بأنه " علاقة محددة لتغير درجة الحرارة مع الزمن ".

ولتحديد مقاومة عناصر إنشاء المبنى للحريق كمعيار زمني فإنها تختبر على أساس تحقيق خاصيتين هما:

أ- الثبات الإنشائي: وهو زمن تحمل العناصر الإنشائية للحريق قبل الانهيار.

ب- الفصل: وهي خاصية منع انتقال الحريق من أحد جانبي العنصر الإنشائي إلى الجانب الآخر.

مما سبق يتضح أن محددات التصميم لمقاومة عناصر إنشاء المبنى للحريق تتحدد طبقاً لنوعية الاشغال، والمواد المستخدمة في الإنشاء وأعمال التشطيب.

المحددات التصميمية لمقاومة عناصر إنشاء المبنى للحريق للحد من وقوعه وانتشاره:

على المهندس المعماري مراعاة المحددات التصميمية التالية في مرحلة التصميم لإنجاح تطبيق عوامل الأمن والسلامة الخاصة بمقاومة عناصر إنشاء المبنى للحريق للحد من وقوعه وانتشاره، وذلك من منطلق (درهم وقاية خير من قنطار علاج):

- ١-مراعاة أن يكون تصميم الهيكل الإنشائي للمبنى وجدرانه من مواد مقاومة للحريق.
- ٢-مراعاة اختيار مواد التشطيب المناسبة لوظيفة إشغال كل فراغ.
- ٣-مراعاة الفصل التام للفراغات الخطرة وذات الخصوصية التي يمكن أن تسبب الحريق.
(غرف المولدات، مناطق التخزين)، بحيث تكون في مناطق مستقلة وبعيدة عن حركة شاغلي المبنى

- ٤-العمل على إيجاد تهوية جيدة، وممرات ذات حركة آمنة تكون سهلة الوصول إليها عند حدوث الخطر، خاصة الفراغات الخطرة وذات الخصوصية التي يمكن أن تسبب الحريق.
- ٥-العمل على إيجاد مخارج وسلاسل للطوارئ مع تزويدها بأبواب عازلة تفتح إلى الخارج.
- ٦-الرجوع إلى لوائح السلامة في تصميم وتشغيل جميع أنواع الأجهزة المستخدمة داخل المبنى.

- المحدد الثاني: العمل على احتواء الحريق:

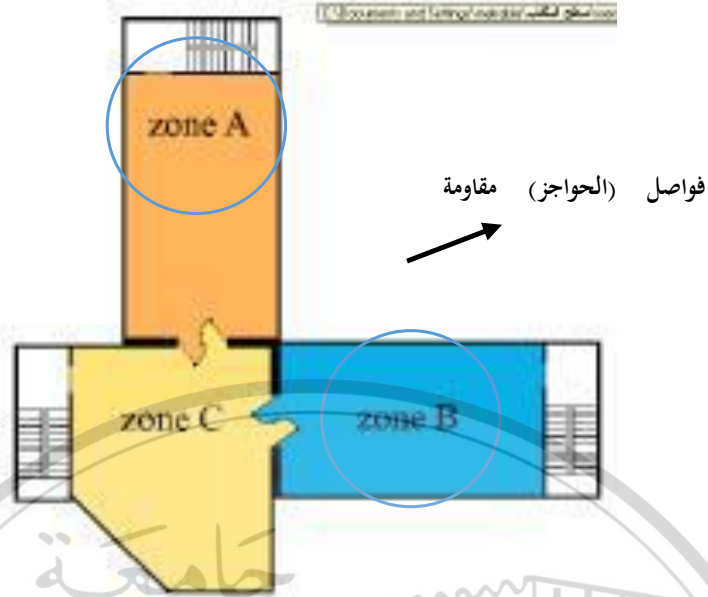
احتواء الحريق يعني منع انتشار الحريق من منطقة إلى أخرى وحصره في منطقة صغيرة فترة طويلة من الوقت مما يسمح لشاغلي باقي أجزاء المبنى من مغادرته.

٦-٧- عوامل الأمن والسلامة الخاصة باحتواء الحريق:

- ١- العمل على تصميم الفواصل (الحواجز) المقاومة للحريق والتي تعمل أوتوماتيكياً عند حدوث الحريق بحيث تفصل أجزاء المبنى إلى مناطق، (Zones) لا تزيد مساحة المنطقة المحتواة عن (٤٠٠) متر مربع انظر شكل (٧٣).

٢- تركيب أبواب مقاومة للحريق وذلك لمخارج الهروب والفراغات الخطرة وذات الخصوصية.

- ٣- العمل على إيجاد التهوية الجيدة لمنع انتشار اللهب أو الأدخنة السامة إلى الأدوار العلوية عن طريق الآبار الرأسية) آبار السلام والمصاعد والمناور.



شكل (٧٣) يوضح الفواصل (الحواجز) المقاومة للحريق

- ٤- العمل على منع انتشار اللهب أو الأدخنة السامة من خلال مجاري خدمات المبنى (قنوات بالإضافة إلى توصيل التهوية والتكييف)، وذلك باستخدام موقوفات الحريق أنظمة التهوية والتكييف مع أنظمة إنذار الحريق.
- المحدد الثالث: تصميم نظام إنذار الحريق (وسائل الإنذار المبكر).
- يستخدم نظام إنذار الحريق كوسيلة للإنذار المبكر ليشعر شاغلو المبنى بحدوث أمر طارئ (خطر) مما يتيح لهم المجال للخروج من المبنى بأسرع وقت ممكن قبل استشراء هذا الخطر.

وينقسم نظام إنذار الحريق من حيث التشغيل إلى قسمين:

- نظام إنذار الحريق التلقائي (الاتوماتيكي).
- نظام إنذار الحريق اليدوي.

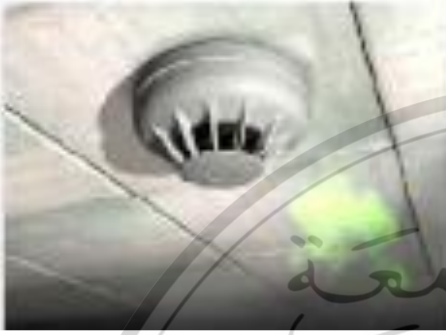
أولاً: نظام إنذار الحريق التلقائي (الاتوماتيكي):

يكثر استخدام هذا النظام في الأماكن والفراغات التي تتزايد احتمالات حدوث الحريق بها وما قد تنجم عنه من خسائر كبيرة في فترة زمنية قصيرة.

٧-٧- مكونات نظام إنذار الحريق:

١- كواشف الحريق

يوجد أنواع مختلفة من الكواشف التي تساعد في الكشف عن الحريق في مراحل مبكرة منها انظر شكل (٧٤).



كواشف اللهب

كواشف الدخان

كواشف الحرارة

كواشف الغاز

شكل (٧٤) يوضح أحد أنواع كواشف الحريق

ولا بد من الإشارة هنا أنه من الضروري عند تصميم كواشف الحريق مراعاة التالي:

- ١- الزيادة في عدد الكواشف يعتبر زيادة في التكلفة وتكون غير مبررة في بعض الأحيان
 - ٢- مراعاة تحديد نوعية الكواشف بحيث تتناسب مع نوع المواد المعرضة للحريق داخل الفراغ.
 - ٣- مراعاة الدقة في نوعية حساسية الكواشف لأن الزيادة في حساسية الكواشف ينتج عنها إشارات خاطئة.
- ٢- لوحة التحكم الرئيسية:

عند حدوث حريق في مكان ما تقوم الكواشف بتحسس الدخان أو اللهب، فيتم إرسال إشارة إلى لوحة التحكم الرئيسية ومن ثم تصدر هذه اللوحة إشارة إلى وسيلة الإنذار المبكر لإنذار المتواجدين بالخطر.

٣- وسيلة الإنذار المبكر (المسموعة والمرئية):

هي عبارة عن وسائل تعطي أصوات وإشارات داخل أنحاء المبنى بحيث يمكن تمييزها مثل صفارات الإنذار (Sirens) والإشارات الضوئية

٤ - وسيلة لاستدعاء رجال الإطفاء المختصين:

لا يؤدي نظام الإنذار التلقائي الغرض المخصص من أجله إلا إذا تم إخطار رجال الإطفاء بالسرعة المطلوبة، ويتم ذلك بتركيب خط مباشر بين لوحة التحكم الرئيسية وغرفة المراقبة الموجودة بإدارة الدفاع المدني، حيث يتم الإخطار تلقائياً بمجرد تشغيل نظام الإنذار. ثانياً: نظام إنذار الحريق اليدوي:

لا يعتبر نظام إنذار الحريق متكاملاً إلا بوجود نظام إنذار الحريق اليدوي، الذي يكون مرتبطاً وملحقاً بمكونات نظام إنذار الحريق التلقائي، ويعمل هذا النظام بشكل أساسي بقيام الشخص بالضغط على زر الإنذار (مفتاح كسر الزجاج).

٥ - مفاتيح كسر الزجاج:

هي عبارة عن مفاتيح (ضواغط) يتم تركيبها في مختلف أنحاء المبنى (في الممرات وعند المخارج)، ويتم استخدامها في حالات نشوب الحريق بالضغط عليها أو كسرها يدوياً لتعمل عمل الكواشف، فيتم عند الضغط عليها أو كسرها إرسال إشارة إلى لوحة التحكم الرئيسية ومن ثم تصدر هذه اللوحة إشارة إلى وسيلة الإنذار المبكر لإنذار المتواجدين بالخطر.

ملاحظة:

ينبغي أن تكون شبكة الأسلاك الخاصة بتشغيل نظام إنذار الحريق مطابقة للمواصفات ومعتمدة من الجهة الفنية والرقابية، كما أنه من الضروري أن يعتمد تشغيل نظام الإنذار على مصدرين من الكهرباء أحدهما التيار الرئيسي الخاص بالمبنى والآخر ثانوي (بطاريات) يستعمل في حالة انقطاع التيار الرئيسي وذلك لضمان قيام نظام الإنذار بوظيفته في كافة الظروف.

٧-٨ - المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة الخاصة بأنظمة إنذار الحريق:

على المهندس المعماري مراعاة المحددات التصميمية التالية في مرحلة التصميم لإنجاح تطبيق عوامل الأمن والسلامة الخاصة بتصميم نظام إنذار الحريق:

- ١- التنسيق مع المهندس الميكانيكي والكهربائي على تجهيز جميع متطلبات شبكات الأسلاك الخاصة بتشغيل النظام.
- ٢- تجهيز فراغ خاص لوضع لوحة التحكم الرئيسية، حيث تكون في المباني الكبيرة من ملحقات غرف الأمن.
- ٣- دراسة شكل وعدد و أماكن توزيع كواشف الحريق ووسائل الإنذار المسموعة والمرئية ومفاتيح (كسر الزجاج)، وذلك بما يتلاءم مع وظيفة إشغال كل فراغ.
- ٤- تجهيز وتهيئة بعض الفراغات داخل الممرات لوضع لوحات إرشادية مزودة بمخطط المبنى، للاستدلال على مكان الحريق بأسرع وقت حيث يتم فيها تقسيم المبنى إلى مناطق زونات (Zones)

المحدد الرابع: تصميم نظام إطفاء الحريق:

تعتمد كثير من المباني في عملية إطفاء (إخماد) الحريق خاصة المباني الكبيرة علي نظام إطفاء الحريق الذي يعتبر مكماً لنظام إنذار الحريق المبكر، وتنقسم أنظمة إطفاء الحريق من حيث المادة المستخدمة في الإطفاء إلى:

- أنظمة إطفاء الحريق باستخدام المياه
- أنظمة إطفاء الحريق باستخدام الغاز

(من حيث التشغيل) معدات إطفاء الحريق:

- (معدات إطفاء الحريق الآلية الثابتة) نظام الرش الأوتوماتيكي بالمياه أو الغاز.
- (معدات إطفاء الحريق اليدوية المتنقلة) الطفايات اليدوية، خراطيم الإطفاء.

٧-٩ - مكونات نظام إطفاء الحريق:

يتكون نظام إطفاء الحريق من العناصر الرئيسية التالية:

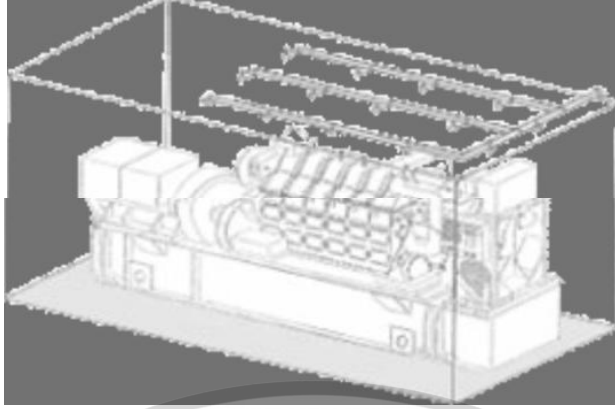
- ١ - خزانات المياه المخصصة لنظام الإطفاء (مياه الطوارئ).
- ٢ - مضخة ماء تعمل علي الكهرباء بضغط يتراوح من ٢ إلى ١٠ بار.
- ٣ - مضخة ماء تعمل علي الديزل تستخدم في حالات انقطاع التيار الكهربائي الرئيسي.
- ٤ - وقافات المياه: وهي عبارة عن وقافات موزعة في الساحات العامة ومناطق التخزين، وتكون مزودة بماء الطوارئ الخاص بنظام إطفاء الحريق، وتكون هذه الوقافات مزودة بفتحات التغذية حيث يتم توصيل خرطوم الإطفاء فيها أثناء عمليات المكافحة.
- ٥ - معدات الإطفاء والتي تتمثل في:

معدات الإطفاء الآلية (الثابتة) (نظام الرش الأوتوماتيكي بالمياه أو الغاز).

معدات الإطفاء اليدوية (المتحركة) (الطفايات اليدوية، خرطوم الإطفاء).

أولاً: معدات إطفاء الحريق الآلية (الثابتة) (نظام الرش الأوتوماتيكي بالمياه أو الغاز):

هي أنظمة الإطفاء المنتجة للماء أو لوسائط الإطفاء الأخرى مثل الغاز بحيث تتناسب مع نوع المواد المعرضة للاحتراق، وتعمل هذه المعدات آلياً من خلال رشاشات على إطفاء الحريق فور اندلاعها ولها التأثير الفاعل في حماية الموقع من تفاعل الحرائق وتطورها وانتشارها، وتكون هذه الأنظمة مرتبطة مع نظام إنذار الحريق من خلال لوحة التحكم الرئيسية، ويكثر استخدامها في الأماكن الخطرة مثل غرف التخزين والمولدات وأماكن انتظار السيارات أسفل المباني (الكراجات) - انظر شكل (٧٥):



الشكل (٧٥): يوضح نظام الرش الاتوماتيكي بالمياه والغاز داخل فراغ مولدات الكهرباء

ثانياً: معدات الإطفاء اليدوية (المتنقلة) (الطفايات اليدوية، خراطيم الإطفاء):

أ- الطفايات اليدوية:

هي عبارة عن معدات يدوية متنقلة تستعمل للمكافحة الأولية للحريق من قبل الأشخاص العاديين المتواجدين في المبنى، ويجب أن تكون الطفاية اليدوية مطابقة للمواصفات القياسية ومعتمدة من الجهات المختصة، وتعد طفاية البودرة الجافة أفضل الطفايات المستخدمة لإطفاء الحريق لكونها لا تسبب أضراراً مادية أو معنوية من جراء استخدامها، انظر شكل (٧٦).

ب- خراطيم الإطفاء:

هي عبارة عن وسائل إطفاء تستخدم لمكافحة حرائق النوع الأول وتعمل على قاعدة تخفيض درجة حرارة المادة المشتعلة، والمادة المستخدمة في الإطفاء هي الماء، ويمنع استخدام هذه المعدات لمكافحة حرائق الأجهزة الكهربائية، وتوجد في معظم الأبنية والمنشآت، وهي أحد تجهيزات الوقاية الرئيسية والهامة في المواقع المختلفة - انظر شكل (٧٧).



شكل (٧٦)

يوضح معدات الإطفاء اليدوية (الطفايات اليدوية)



الشكل (٧٧) : يوضح معدات الإطفاء اليدوية (خراطيم الإطفاء)

٧-١٠- المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة لأنظمة إطفاء الحريق:

المحددات التصميمية اللازمة لنظام إطفاء الحريق الاتوماتيكي هي:

- دراسة وتحديد خطوط الشبكة المزودة بالرشاشات الاتوماتيكية من حيث عدد نقاط الرشاشات وشكلها وكيفية توزيعها وارتفاعها.
- المحددات التصميمية اللازمة لنظام إطفاء الحريق اليدوي:
- تجهيز أماكن لوضع الطفايات اليدوية بما يتناسب مع المكان والعدد وطبيعة إشغال الفراغ.
- تجهيز أماكن لوضع كبائن خراطيم المياه، وذلك في حدود مسافة لا تزيد عن (٢٥) من أبعد نقطة في الطابق، وأن تتصل بمصدر مياه خاص بالطوارئ وتحت ضغط مناسب.

المحدد الخامس: (تصميم طرق ومخارج الهروب) الإخلاء:

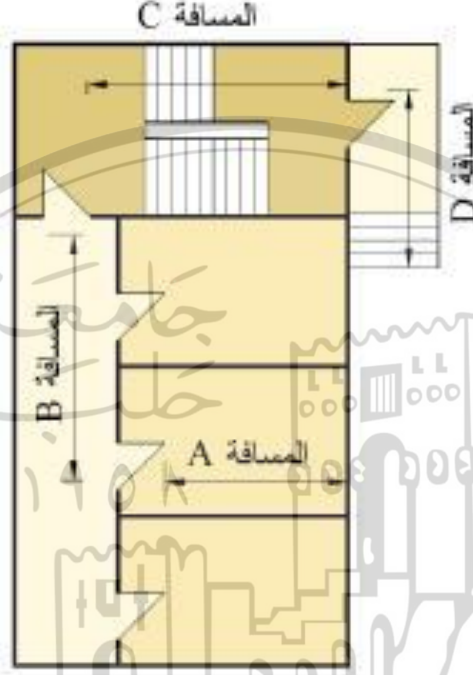
يعتبر تصميم طرق ومخارج الهروب من أهم المحددات التصميمية للوقاية من الحريق وحماية شاغلي المبنى، ولتصميم هذه الطرق والمخارج يجب معرفة المراحل الأربعة المختلفة للهروب في حالة حدوث حريق والتي تتمثل في: انظر شكل (٧٨).

المرحلة الأولى (المسافة) A : وهي المرحلة التي يقطعها الشخص من النقطة الموجودة بها داخل غرفة المبنى إلى باب الغرفة عند علمه بحدوث حريق.

المرحلة الثانية المسافة B : وهي حركة الشخص من باب الغرفة مروراً بالممر الذي تفتح عليه غرفة الطابق إلى باب السلم المؤدي إلى خارج المبنى.

المرحلة الثالثة المسافة C : حركة الناس داخل سلم الهروب.

المرحلة الرابعة المسافة D: هي المسافة من نهاية السلم بالدور الأرضي وحتى الوصول إلى نقطة الأمان.



شكل (٧٨) - يوضح المراحل الأربعة المختلفة للهروب في حالة حدوث حريق

١١-٧- المحددات التصميمية لتطبيق عوامل الأمن والسلامة الخاصة بطرق ومخارج الهروب:

على المهندس المعماري مراعاة المحددات التصميمية التالية في مرحلة التصميم لإنجاح تطبيق عوامل الأمن والسلامة الخاصة بطرق ومخارج الهروب الإخلاء.

١١-٧-١- المحددات التصميمية الخاصة بممرات الهروب (الممرات والأدراج):

- يجب أن تكون الممرات حرة ولا يقل عرضها في المباني العامة عن ١.٨٠ م.
- يجب أن تؤدي الممرات بطريقة مباشرة إلى مخارج الهروب.

- يجب أن تكون مواد التشطيب الخاصة بالممرات (جدران، أسقف، أرضيات) من مواد مقاومة للحريق لمدة ساعة واحدة على الأقل.
- يجب إنارة الممرات بأكملها بالإضافة إلى تواجد إنارة تعمل بالبطاريات (إنارة طوارئ).
- مراعاة توفير اللوحات الإرشادية المضيئة لتوضيح اتجاه حركة شاغلي المبنى وقت الهروب.
- مراعاة أن لا تؤدي الممرات إلى نهايات ميتة لأكثر من (٦م) بعد فتحة مخرج الهروب حيث يؤدي ذلك إلى انسياق شاغلي المبنى وقت الهرب تلقائياً نحو تلك النهاية ورجوعهم إلى المخرج في اتجاه عكسي مما يسبب التدافع والعرقلة، شكل (٧٩).



شكل (٧٩) - يوضح كيفية نهاية الممرات بعد فتحة مخرج الهروب

٧-١١-١-١ المحددات التصميمية الخاصة بساللم الهروب:

تنقسم ساللم الهروب في المباني إلى قسمين (ساللم داخلية وخارجية):

أ- المحددات التصميمية لساللم الهروب الداخلية:

- ساللم الهروب الداخلية هي التي توجد داخل المبنى وتتصل بطوابقه عن طريق ردهات وفتحات موصله إلى مواقعها، حيث يراعى في تصميمها المحددات التصميمية التالية:
- ١- أن تكون مواد إنشائها وتشطيبها (جدران، أسقف، أرضيات) من مواد مقاومة للحريق.
- ٢- أن تكون الأبواب المتصلة بالممرات مقاومة للحريق وموانعة لتسريب الأدخنة.

٣- أن تكون مواقعها مناسبة وتراعى المسافات المقطوعة للوصول إليها وأن توصل نهاياتها إلى المنطقة الآمنة لشاغلي المبنى.

٤- مراعاة الرؤية والإضاءة الواضحة داخل بئر السلم وتفضل الإضاءة الطبيعية نهاراً.

٥ - مراعاة التهوية الكافية التي لا تسمح بتراكم الأدخنة أو الأبخرة وتفضل التهوية الطبيعية.

٦ - مراعاة وضع اللوحات الإرشادية لتوضيح حركة اتجاه الصعود والهبوط.

٧ - مراعاة عرض السلم وفق عدد شاغلي المبنى ومعدل التدفق والوقت اللازم للإخلاء.

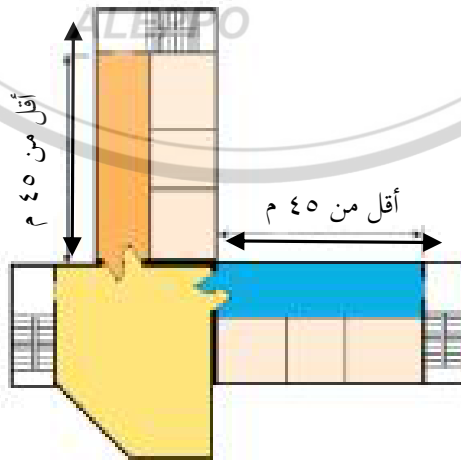
٨ - مراعاة أسس تصميم السلم بحيث: لا يقل طول النائمة عن (١ م) وعرضها عن (٠,٢٥ م) لا يزيد ارتفاع القائمة عن (٠,١٩ م) ولا يقل ارتفاع الدرابزين عن (٠,٨٥ م).

ب- المحددات التصميمية لسلم الهروب الخارجية:

سالم الهروب الخارجية هي التي تتركب خارج المبنى، وغالباً تكون مكشوفة للهواء، ويلجأ إلى تركيبها في حالة عدم كفاية السلم الداخلية كوسائل للهروب، ويشترط فيها المحددات التالية:

١ - أن تكون مواقعها مناسبة وتراعى المسافات المقطوعة للوصول إليها - انظر شكل (٨٠)

٢ - أن تكون هيكلها الإنشائي من مواد مقاومة للحريق، ولا تتأثر بتغيرات الجو من حيث:



الشكل (٨٠) يوضح المسافة المقطوعة للوصول إلى المخرج

٣- يجب أن تكون مواقع السلا لم بعيدة عند النوافذ وفتحات المبنى المحتمل خروج اللهب أو الدخان منه بمسافة لا تقل عن مترين.

٤- مراعاة الإضاءة الجيدة حتى تكون واضحة أثناء الليل.

٥- مراعاة أسس تصميم السلم السابق ذكرها في السلا لم الداخلية.

٧-١١-٢- المحددات التصميمية الخاصة بمخارج الهروب:

تتمثل المحددات التصميمية الخاصة بمخارج الهروب بالمحددات التالية:

١- اتساع وحدة المخرج:

هي الوحدة القياسية للمسافة المطلوبة لمرور شخص واحد، وتقدر بالمسافة بين كتفي الشخص (٠,٥٦ م)، ويجب أن لا تقل وحدة المخرج عن وحدتين أي (١م).

٢- المسافة المقطوعة للوصول إلى المخرج:

وهي المسافة التي يقطعها الشخص من أبعد نقطة للوصول والتي يجب ألا تزيد عن (٤٥ م) وطول هذه المسافة متوقفة على نوعية إشغال المبنى والمواد المستخدمة في أعمال الإنشاء والتشطيب، شكل (٨٠).

٣- معدل تدفق الأشخاص من وحدة المخرج:

وهو معدل عدد الأشخاص الممكن خروجهم من وحدة المخرج خلال دقيقة واحدة فقط، ويقدر هذا المعدل بأربعين شخصاً في الدقيقة.

٤- تحديد عدد المخارج:

يتم تحديد عدد المخارج المطلوبة للمبنى تبعاً لمساحة المبنى ولعدد شاغليه ونوعية إشغاله وبما تنص عليه لوائح الأمن والسلامة الخاصة بتصنيف نوع المبنى.

٥- الوقت اللازم للإخلاء:

يقدر معدل الوقت اللازم لإخلاء المبنى من شاغليه من دقيقتين إلى ثلاث دقائق، وذلك متوقف على نوعية إشغال المبنى ومواد إنشائه وتشطيبه، فكلما كان المبنى منشأ من مواد سهلة الاحتراق كلما تطلب الأمر سرعة الإخلاء.

● المحدد السادس: تصميم المبنى لتسهيل مهمة رجال الإطفاء:

يعتبر رجال الإطفاء (الإنقاذ) خط الدفاع الأول لمكافحة أعمال الحريق وعدم انتشاره، ويترتب نجاح مهمة رجال الإطفاء بمراعاة المهندس المعماري للمحددات التصميمية التالية:

- ١- تركيب خط مباشر بين لوحة التحكم الرئيسية لنظام إنذار الحريق وغرفة المراقبة الموجودة بإدارة الدفاع المدني، لإخطار رجال الإطفاء تلقائياً بمجرد تشغيل نظام إنذار الحريق المبكر.
- ٢- مراعاة تخطيط الموقع العام والممرات والشوارع المحيطة بالمبنى خاصة في المشاريع الكبرى أو المنشآت العالية، بحيث تكون بعروض مناسبة (لا يقل عرضها عن ٦.٠ م (وذلك لتسهيل وصول معدات وآليات رجال الدفاع المدني وخروجها بدون أي عوائق).
- ٣- يجب أن يكون هناك مرونة في تصميم فتحات الشبابيك والشرفات المطلة إلى الخارج، لتسهيل إمكانية وصول رجال الإطفاء إلى جميع طوابق المبنى من خلالها.
- ٤- يجب توفير وقائف مزودة بمياه الإطفاء) مياه الطوارئ (وذلك في الساحات الخارجية وأماكن التخزين لتسهيل مهمة رجال الإطفاء في توصيل الخرطوم بها أثناء عملية مكافحة.
- ٥- يجب توفير مخططات تصميم المبنى بطوابقه المختلفة، حيث توضع تلك المخططات في الطوابق الأرضية مع توضيح أماكن المخارج والطوارئ للطوابق المختلفة وأماكن وجود خزانات المياه الخاصة بشبكة مكافحة الحريق.

الفصل الثامن

التصميم المناخي في العمارة

٨-١- تمهيد:

إن المناخ والعوامل المناخية لا يلعب دورا أساسيا في تكوين التربة الأرضية فحسب بل إنها أيضا تؤثر على خواص النبات والحيوان في المناطق المختلفة، والأهم من ذلك هو تأثير العوامل المناخية على الطاقة الإنتاجية للإنسان وإحساسه بالراحة. فقد كان الشغل الشاغل للإنسان منذ بدء الخليقة هو محاولة التكيف مع البيئة المحيطة به والتي لا يساعده تركيبه الفيزيقي على التغير والتأقلم معها مثل الكائنات الأخرى. لذلك فإنه سكن الكهوف في الجبال والأكواخ المبنية بطرق بدائية خلال عصور ما قبل التاريخ للحماية من الحيوانات المفترسة وللتغلب على تقلبات المناخية كمحاولة منه لخلق بيئة صالحة لمعيشته وعلى مر العصور وبعد معاشته وتفهمه لظواهر البيئة وصفاتها الجغرافية والمناخية، أمكن للإنسان بذكائه وما لديه من ملكة للخلق والإبداع، تطوير مسكنه مستفيدا في هذا المجال ممن سبقوه وذلك باستيعاب وتطوير الطرق الإنشائية المختلفة وكيفية الاستفادة بما حوله من مواد بناء وذلك بعد التعرف على خصائصها.

وبتطور أنماط الحياة وتكون المجتمعات الحضارية بات هدف الإنسان لا يقتصر على الاهتمام ببناء مسكنه فحسب، بل امتد أيضا ببناء أماكن عمله من مصانع، ومباني إدارية، ومعاهد تعليمية ومستشفيات للعلاج، إلى غير ذلك من مبان لخدمة المجتمع الذي يعيش فيه، فأصبحت كل الأشكال المتطورة من المباني سواء السكنية أو الصناعية أو غيرها تمثل بكل بساطة التطور الطبيعي للكهف الحجري والذي كان مأوى للإنسان.

لقد كانت فكرة أن المبنى شكل من أشكال المأوى أحد المحاور الرئيسية للفكر المعماري منذ العصور القديمة وحتى عصرنا هذا والذي استحدثت فيه طرق جديدة للإنشاء واستخدمت مواد حديثة مثل الحديد الصلب والخرسانة المسلحة مما ساعد على تطور

التشكيل المعماري والتحرر في التصميم ونتج عن كل ذلك ما وصلت إليه العمارة المعاصرة من استعمال المسطحات الكبيرة من الزجاج، وأصبح لزاما على المهندس المعماري حماية الفراغات الداخلية بالمباني من أشعة الشمس ومحاولة منع نفاذ الطاقة الحرارية الناتجة عنها إلى هذه الفراغات، بهدف خلق الجو المريح لمن يستعمل هذه الفراغات سواء في عمله أو في سكنه.

فبعد أن كان من السهل حماية الفراغات الداخلية من التقلبات المناخية والحرارية خارج المبنى بوسائل بسيطة ومتعارف عليها وتحقيق الراحة الحرارية اللازمة لمستعملي الفراغ، وذلك لكون مسطحات الجدران الصماء الخارجية كبيرة بالنسبة لمسطح الفتحات وكذلك ثخانة سمك الجدران والتي كانت قائمة أساسا على المتطلبات الإنشائية كجدران حاملة، أصبح الآن العبء ثقيلًا على المصمم لتحقيق الراحة الحرارية اللازمة للمستعمل، مما شجع على خلق الجو المناسب للإنسان لسكنه وعمله باستعمال الطرق الصناعية لتكييف الهواء، إلا أنه إذا أمكننا استعمال الطرق الصناعية لتكييف الهواء الداخلي في المباني الكبيرة، فإنه قد يصعب علينا من الناحية الاقتصادية استعمالها في المباني الصغيرة أو في المباني التي يكون فيها العامل الاقتصادي هو الفيصل للوصول إلى فكرة التصميم الأمثل، ومثال ذلك المساكن لذوي الدخل المحدود، كما أنه إذا جاز بالنسبة للدول الغنية والمتقدمة تكنولوجيا تجميع استعمال طرق التكييف الصناعي للهواء في المباني، فقد يصعب تطبيق الطريقة نفسها في الدول النامية وغير المتقدمة تكنولوجيا حيث أن اقتصادياتها قد لا تتحمل مثل هذا الاتجاه، وحتى لو توفرت وسائل التمويل فقد يكون من غير الممكن تبني هذا النظام خاصة في المناطق النائية حيث لا تتوفر الخبرة التكنولوجية لإنجاز الأعمال على الوجه الأكمل.

ورغم وجود عدد محدود من المباني والتي تم فيها مراعاة العوامل المناخية وتحقيق الراحة الحرارية اللازمة داخلها، إلا أنه من الملاحظ أن هناك عدد كبيرًا من المباني سواء العامة أو السكنية تم تصميمها دون مراعاة للعوامل المناخية إما بسبب عدم المعرفة الكافية للمعماري عن متطلبات التصميم المتوافق مناخيا، أو للتكلفة الكبيرة نسبيا للمعالجات

المناخية والتي يرى المالك من وجهة نظره عدم جدوى تلك الحلول نسبة إلى تكلفتها الاقتصادية.

لذلك فإن من واجب المهندس المعماري على الأخص، أن تكون دراساته وأفكاره أساسها التفهم العميق لإمكانيات العصر الذي يعيشه، وطبيعة المجتمع الذي يخدمه وأن تكون محققة لرغبات أفرادهم. كما يجب أن تكون هذه الدراسات والأفكار منتمية إلى البيئة المحيطة ومستفيدة من صفاتها الجغرافية والمناخية بحيث يكون المنتج المعماري وكأنه يخرج أساساً من البيئة المحيطة متكيفاً معها مراعيًا للظروف المحيطة به، بحيث نحس وكأن هذا المنتج هو جزء من هذه البيئة المحيطة به، وكذلك التأكيد على الطابع المميز لها مع الاستفادة بما للعصر من مميزات فكرية وتكنولوجية وذلك لتحقيق متطلبات هذا العصر دون فقدان الصلة بماضينا العريق.

٨-٢- مفهوم وأهداف التصميم المناخي:

مما لا شك فيه أن التصميم المناخي ليس أحد الجوانب العلمية فقط بل هو أحد العناصر الأساسية في عملية التصميم لتحقيق الراحة اللازمة لمستعملي الفراغ، وهذا الجانب من الدراسات البيئية المناخية ليس حديثاً بل هو قديم قدم العمارة ذاتها، وإن كان يمارس قديماً بصورة تلقائية ناتجة عن التجربة والخطأ والمعلومات المتوارثة من الأجيال السابقة، ونظراً لأهمية هذا العلم فقد أخذ يتبلور ويأخذ اتجاهاً علمياً ذو أسس ومناهج علمية، بل أصبح له مهندسوه المتخصصون فقط في الدراسات المناخية نظراً لأهمية هذا الجانب وتشعبه وخاصة في المشاريع الكبيرة والهامة ذات الأهداف الاقتصادية الكبرى، كما أنه قد حدث تطور كبير للتصميم المناخي في الآونة الأخيرة وأصبحت به مناهج وأدوات جديدة للتصميم المناخي شجعت على تبلوره كتخصص واضح وسهل الإدماج في عملية التصميم المعماري، ويوضح شكل (٨١) تسلسل الدراسات المناخية وعلاقتها بكل مرحلة من مراحل تصميم المبنى وصولاً إلى إعداد الرسومات التنفيذية النهائية.

٨-٢-١- تعريف التصميم المناخي

"التصميم المناخي هو جانب من عملية تصميم البيئة المبنية، يهتم بتوفير الظروف المناخية الآمنة والمريحة للإنسان بأقل قدر من التكاليف".

ويمكننا من ذلك التعريف التعرف على أهم أهداف التصميم المناخي والتي تقوم الدراسات المناخية علي تحقيقها، ويمكن ذكر هذه الأهداف كالتالي:

٨-٢-٢- تحقيق الراحة الحرارية لمستعملي الفراغ

يتضح من تعريف التصميم المناخي أن هدفه الأساسي هو تحقيق الراحة الحرارية الملائمة لمستعملي الفراغ، ذلك لأنه ذو تأثير مباشر علي الأنشطة التي تتم داخل الفراغ، وكفاءة مستعملي الفراغ في أداء النشاط وكفاءته في الإنتاج، ويوجد عدة عوامل مؤثرة على الراحة الحرارية نهاراً وليلاً والذي يؤثر على حالة الإنسان بصورة عامة.

ويتم دراسة الراحة الحرارية والجوانب المختلفة لهذه الراحة بالتفصيل وكيفية تمثيلها كميًا وأهم العناصر المحددة للراحة الحرارية وذلك لأهميتها عند عمل دراسات التصميم المناخي.

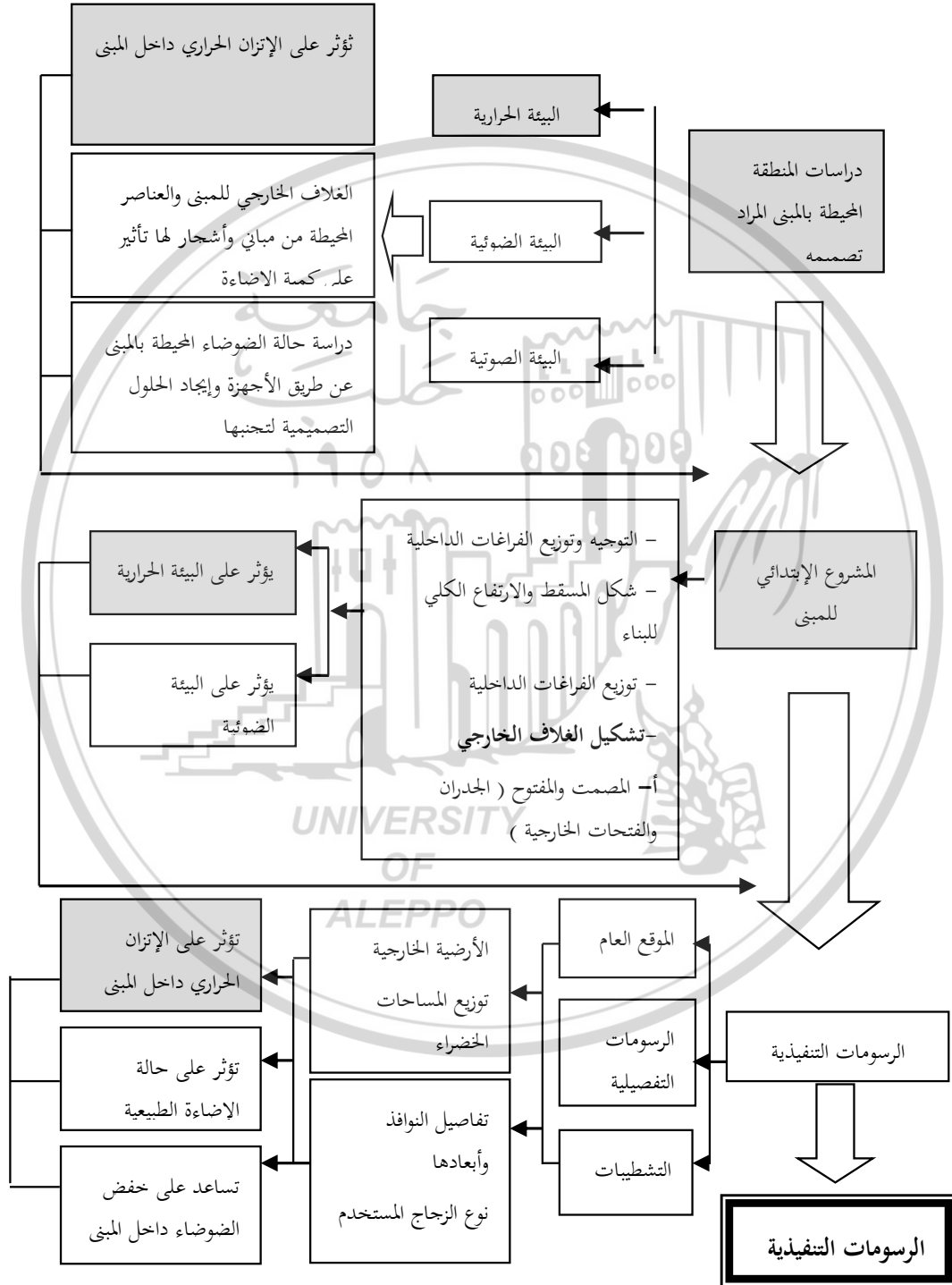
٨-٢-٣- توفير ظروف مناخية آمنة لمستعملي الفراغ

إن فكرة أن المبنى شكل من أشكال المأوى، فكرة قديمة الأزل، فقد لجأ الإنسان للبناء لتوفير الحماية اللازمة له سواء من الحيوانات المتوحشة قديماً، أو من العناصر المناخية القاسية والتي لا يمكن التكيف معها.

وقد استمر هذا المفهوم حتى الآن وأصبح شرط لا يمكن التنازل عنه لاستمرار الحياة مثله مثل توفير السلامة الإنشائية للمبنى، فقد تصل الظروف المناخية في بعض الأحيان لدرجة قاتلة ناتجة عن الحرارة المرتفعة أو البرودة الشديدة التي تؤدي لأمراض قاتلة.

ولذلك أصبح من أحد أهم أهداف التصميم المناخي هو توفير الظروف المناخية الملائمة للإنسان والتي توفر له الأمن والأمان داخل المبنى، بحيث أنه يمكن التكيف والتعايش

معها، وخاصة في المناطق التي تتميز بالظروف المناخية القاسية والتي لا يمكن للإنسان التعايش معها، بل أنها تمثل خطورة على حياته، مثل المناطق الصحراوية شديدة الحرارة أو المناطق القطبية شديدة البرودة لدرجة لا يحتملها الإنسان ولا يستطيع التكيف معها.



شكل (٨١) تسلسل الدراسات المناخية وعلاقتها بكل مرحلة من مراحل تصميم المبنى وصولاً إلى إعداد الرسومات التنفيذية النهائية.

٨-٢-٤ - تحقيق هذه الأهداف بأقل قدر ممكن من التكاليف

من أهم معوقات تنفيذ الحلول المناخية تكلفتها الاقتصادية العالية في البداية، حيث أنها تنفذ عند إنشاء المبنى بالكامل ولذلك يلجأ البعض إلى تحقيق الراحة الحرارية بالطرق الميكانيكية مثل التكييف حيث أن تكلفتها في أغلب الأحوال تكون أقل من تكلفة الحلول المناخية في البداية، ولكن الجدير بالذكر أن تكلفة هذه الطرق الميكانيكية هي تكلفة مستمرة من مصاريف صيانة وتشغيل طوال عمر المبنى، ولذلك فإنه في الكثير من الأحيان تكون التكلفة الإجمالية للمعالجات المناخية المعتمدة علي الدراسات والحلول المناخية الطبيعية أقل بكثير من التكلفة الإجمالية لتوفير الراحة الحرارية للمستعمل بالطرق الميكانيكية.

فمهمة المصمم المناخي هو كيفية استغلال كل الطرق المتاحة للوصول بالفراغات المعمارية والعمرانية إلى تحقيق الراحة الحرارية، مع الالتزام بتحقيق أقل قدر من التكاليف الاقتصادية، وذلك حتى لا تمثل الحلول المناخية عبء اقتصادي على المالك قد يضطره ذلك إلى عدم تنفيذ هذه الحلول المناخية فجوهر التصميم المناخي هو أهمية الموازنة بين المنفعة والتكلفة، وهذا ما يمثل أكبر مشكلة تعوق عملية التصميم المناخي.

٨-٣-٣ - مقاييس الراحة الحرارية

٨-٣-١ - تعريف الراحة الحرارية

١ - تعريف واطسون للراحة الحرارية

"هي حالة عقلية يشعر معها الإنسان بالرضى عن ظروف البيئة المحيطة به".

٢ - تعريف ماركوس وأولجاي للراحة الحرارية:

"الراحة الحرارية أو التعادل الحراري هي حالة لا يشعر معها الإنسان بالبرد أو الحر، أو يشعر بأي مضايقة نتيجة لخلل في البيئة الحرارية".

فالراحة الحرارية من العناصر التي لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة حيث أنها لا تتوقف علي الحالة الفسيولوجية فقط والتي يمكن قياسها بطريقة أو بأخرى، وإنما يدخل أيضا في

تحديدها عوامل نفسية وما إلى غير ذلك من عوامل ومؤثرات أخرى، وهي ما لا يمكن قياسها بصورة مباشرة، والجدير بالذكر أن أهم العوامل الفسيولوجية والتي تؤثر بشدة على حالة الإنسان هي الراحة الحرارية، ويشعر الإنسان بالراحة الحرارية عندما يمكن للجو المحيط إزالة حرارة الجسم ورطوبته الزائدة بنفس معدل إنتاجهما.

وأساليب اكتساب الحرارة تتمثل في:

أ- التمثيل الغذائي.

ب- التوصيل: عند ملامسة الأجسام الساخنة.

ج- الانتقال: عندما يكون الهواء المحيط بالجسم درجة حرارته أعلى.

د- الإشعاع: من الشمس والأجسام الساخنة.

أما فقدان الحرارة فيكون عن طريق:

أ- التوصيل: عند ملامسة الأجسام الباردة.

ب- الانتقال: عندما يكون الهواء المحيط بالجسم درجة حرارته أقل.

ج- الإشعاع: إلى السماء ليلاً أو إلى الأجسام الباردة المحيطة بالجسم.

د- البخر: للعرق أو الرطوبة.

ويوضح شكل (٨٢) كيفية اكتساب وفقد الحرارة أثناء الليل والنهار مما يكون له تأثير على الإنسان بإحساسه بالراحة الحرارية من عدمه، والعوامل المناخية هي العوامل ذات التأثير المباشر على إحساس الإنسان بالراحة الحرارية من عدمه، وكما سبق ذكره فإن العوامل المناخية الأساسية تتمثل في:

- الإشعاع الشمسي.

- درجة حرارة الهواء.

- الرطوبة النسبية.

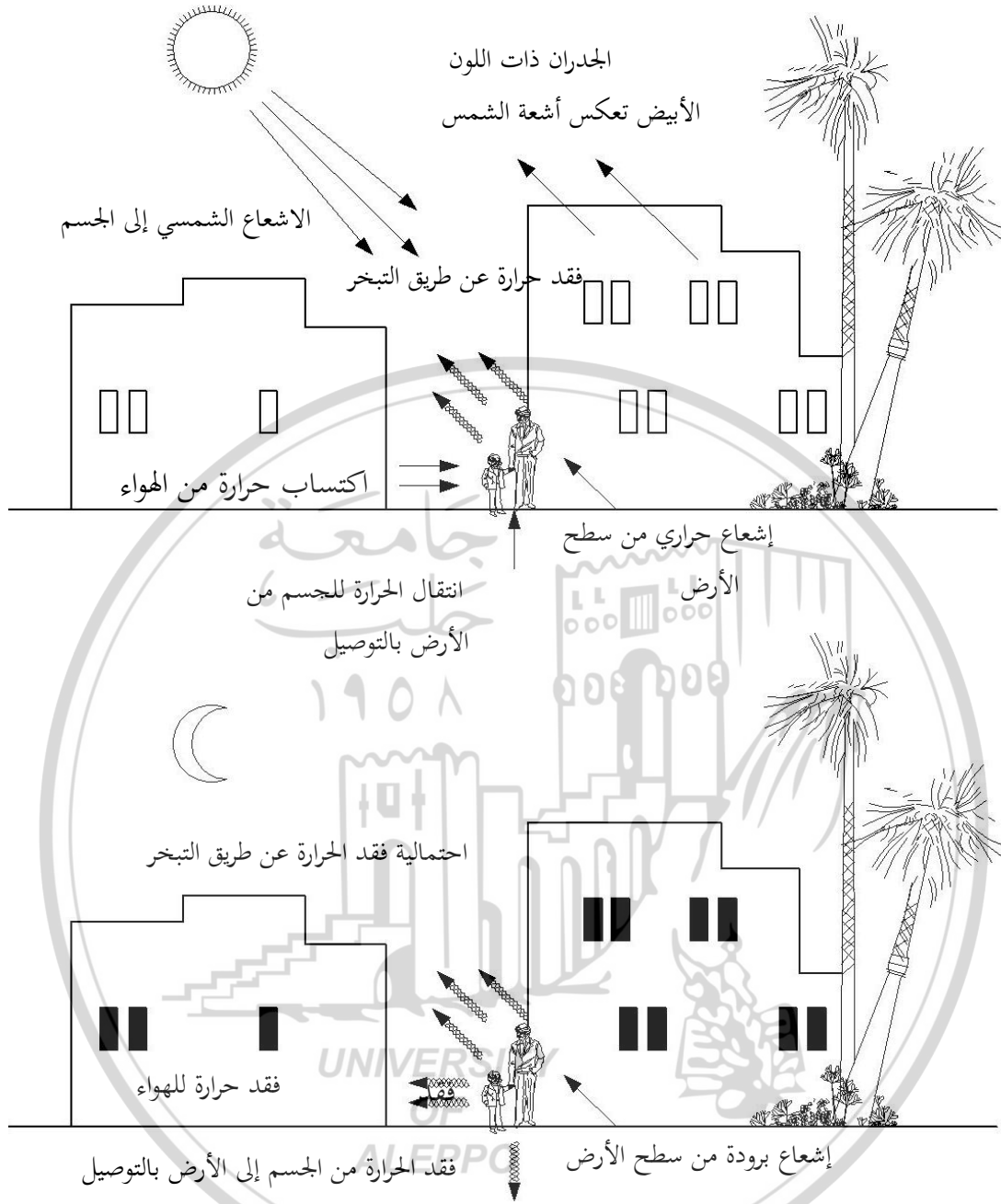
- الرياح.

٨-٣-٢- تأثير أشعة الشمس والإشعاع الحراري:

يأتي تأثير أشعة الشمس في المرتبة الثانية بعد تأثير درجة الحرارة على جسم الإنسان، ولكن بغض النظر عن درجة الحرارة، يشعر الإنسان بالحرارة إذا تعرض لأشعة الشمس، حتى لو كان في الشتاء، مما يعطيه إحساساً بالدفء في الشتاء، وإحساسه بالحرارة في الصيف.

فأشعة الشمس تؤدي إلى رفع درجة حرارة البشرة، ولكن الإحساس بها يختلف بين الصيف والشتاء، ففي الصيف يؤدي التعرض لأشعة الشمس إلى الإحساس بالحرارة الشديدة والضيق، بعكس التعرض لها في الشتاء حيث تعطي إحساساً بالدفء، والإنسان قد يتعرض لأشعة الشمس بطريقة غير مباشرة، حيث يتعرض لتأثير الإشعاع الصادر من جسم ساخن بسبب تعرضه لأشعة الشمس، مثل تعرض الإنسان لإشعاع الجدران المختزنة للحرارة طوال اليوم، مما قد يعطيه إحساساً بالدفء أو الشعور بالحرارة الشديدة على حسب درجة حرارة الجسم المشع ودرجة حرارة البشرة الخارجية، ويتوقف تأثير أي عنصر مشع (شمس / حائط / ... إلخ) على مساحته وبعده عن نقطة التأثير ودرجة حرارة الجسم المشع ودرجة حرارة الجسم المستقبل للإشعاع.

UNIVERSITY
OF
ALEPPO



شكل (٨٢) نظام / آلية فقد واكتساب الحرارة أثناء النهار والليل

٨-٣-٣- تأثير درجة حرارة الهواء:

يمكن تبسيط تأثير درجة حرارة الهواء على الإنسان بأنها عملية تبادلية، ففي حالة أن درجة الحرارة المحيطة أعلى من درجة حرارة البشرة فإن حرارة الجسم تجد صعوبة في الخروج من جسم الإنسان إلى الخارج، مما ينتج عنه إفراز جسم الإنسان للعرق، لأنه عند تبخره

من على سطح البشرة يعطي بعض الإحساس بالبرودة ويساعد على فقد الجسم لجزء من درجة حرارته الغير مرغوب فيها.

أما في حالة انخفاض درجة الحرارة الخارجية عن درجة حرارة الجسم، يؤدي ذلك إلى فقد حرارة الجسم، وبالتالي الإحساس بالبرودة وخاصة الإحساس ببرودة اليدين والقدمين، وفي حالات البرد الشديدة تحدث رعشة لا إرادية نتيجة انقباض الشعيرات الدموية تحت الجلد كمحاولة لإكساب الحرارة إلى الجسم.

٨-٣-٤ - تأثير الرطوبة النسبية:

إفراز الجسم للعرق وتبخره من على سطح البشرة يعطي إحساسا بالبرودة، ومدى تبخر العرق من على سطح الجسم يتوقف على الرطوبة النسبية بالجو، حيث تربطهما علاقة عكسية، فنجد أنه في الجو الجاف يزيد مدى تبخر العرق من على سطح البشرة والعكس صحيح.

وانخفاض الرطوبة إلى حد كبير يسبب جفافاً شديداً بالبشرة خاصة بالشفاه والأنف، وبالعكس فإن ازدياد الرطوبة يؤدي إلى قلة البخر من على سطح الجسم مما يسبب شعورا بالضيق وقد يصل الأمر إلى انسداد المسام.

٨-٣-٥ - تأثير الرياح:

إن حركة الرياح المحببة المستمرة تساعد على الشعور بالراحة الحرارية، حيث أنها تساعد على التخلص من درجة حرارة الجسم الزائدة وذلك بطريقتين:

١- في حالة أن درجة حرارة الهواء أقل من درجة حرارة البشرة، فإن الرياح تساعد البشرة

على التخلص من الحرارة، وتسبب شعورا بالانتعاش، وبالعكس إذا زادت درجة حرارة

الهواء عن درجة حرارة البشرة تسبب الشعور بالحرارة.

٢- تساعد حركة الرياح على زيادة عملية بخر العرق من على سطح البشرة، مما يؤدي إلى

فقد حرارة الجسم عن طريق البخر، وبالتالي التخلص من الحرارة الزائدة.

كما يوضح جدول (٣١) العلاقة بين سرعة الرياح والإحساس بتأثيرها على الإنسان:

جدول (٣١) العلاقة بين سرعة الرياح وإحساس الإنسان بتأثيرها

سرعة الرياح م / ث	تأثيرها على الإنسان
صفر - ٠,٢٥	غير ملحوظة
٠,٢٥ - ٠,٥	محببة
٠,٥ - ٠,٠١	الحرص من تأثير الهواء
١,٥ -	مثير للضيق
أعلى من ١,٥	مزعجة

ونخلص مما سبق بأن جسم الإنسان في حاجة إلى اتزان حراري، حيث يحتاج جسم الإنسان إلى الحفاظ على درجة حرارة ثابتة لأنسجة الجسم وهي ٣٧ م°، أما التغير في درجة حرارة جسم الإنسان يمثل خطر على حياته لعدم قدرة أنسجته على التكيف مع درجات الحرارة المختلفة، ولذلك فإننا نجد أن جسم الإنسان يكتسب الحرارة ويفقدها بطرق عديدة وذلك لتحقيق الاتزان الحراري المطلوب لجسمه، وفي حالة أي اضطراب أو خلل في الموازنة السابقة يؤدي ذلك لشعوره بعدم الراحة الحرارية.

٨-٤- العوامل المؤثرة على الارتياح الحراري

يعتبر الارتياح الحراري وتأمين الجو الصحي المريح من أهم الأهداف التي يسعى إليها التصميم الحراري للبناء، ويعرف الارتياح الحراري بأنه (الحالة الذهنية التي يشعر فيها الإنسان بالرضا والنشاط في البيئة الحرارية المحيطة به) ويتحدد مستوى الارتياح بمجموعة من العوامل المؤثرة على الحالة الفيزيولوجية (Physiological) للإنسان في الحيز الذي يعيش فيه، حيث يصبح الشخص في حالة ارتياح حراري إذا كانت معدلات الطاقة التي ينتجها الجسم بما يتناوله من غذاء أو ما يسمى بالتفاعل الحيوي تعادل تلك التي يفقدها إلى الجو المحيط، ويعبر عن هذه الحالة أيضاً بالاتزان الحراري.

أما العوامل المؤثرة على الارتياح الحراري للإنسان فهي:

- عوامل مرتبطة بالإنسان نفسه:

نوع النشاط: تتعلق معدلات الطاقة الحرارية الناتجة عن التفاعل الحيوي لجسم الإنسان والتي يقوم بتبديدها في الجو المحيط بنوع النشاط الذي يمارسه كما هو مبين في الجدول (٣٢).

جدول (٣٢) كمية الحرارة المتحررة عن جسم الانسان حسب نوع النشاط المبذول

نوع النشاط	كمية الحرارة المتحررة (واط / شخص)
النوم	٧٠
الجلوس مع حركة خفيفة	١٦٠-١٣٠
الوقوف مع عمل خفيف	١٩٠-١٦٠
الجلوس مع حركة كثيفة	٢٣٠-١٩٠
الوقوف مع عمل معتدل وحركة خفيفة	٢٩٠-٢٣٠
المشي مع حمل أو رفع أشياء خفيفة	٤١٠-٢٩٠
عمل كثيف متقطع	٥٨٠-٤٤٠
عمل شاق محتمل	٧٠٠-٥٨٠
عمل شاق بأقصى حد لمدة ٣٠ دقيقة	١١٠٠
القيم أعلاه هي قيم متوسطة من عدة مصادر وهي تشمل مجموع الحرارة المحسوسة والكامنة	

- الملابس: يحدد نوع اللباس الذي يرتديه الإنسان كمية الحرارة التي يفقدها الجسم إلى الوسط المحيط وتنقص هذه الكمية بازدياد سماكة هذه الملابس ومقدرتها على عزل الحرارة.

- عوامل مؤثرة ذات ارتباط مباشر بالظروف البيئية المحيطة:

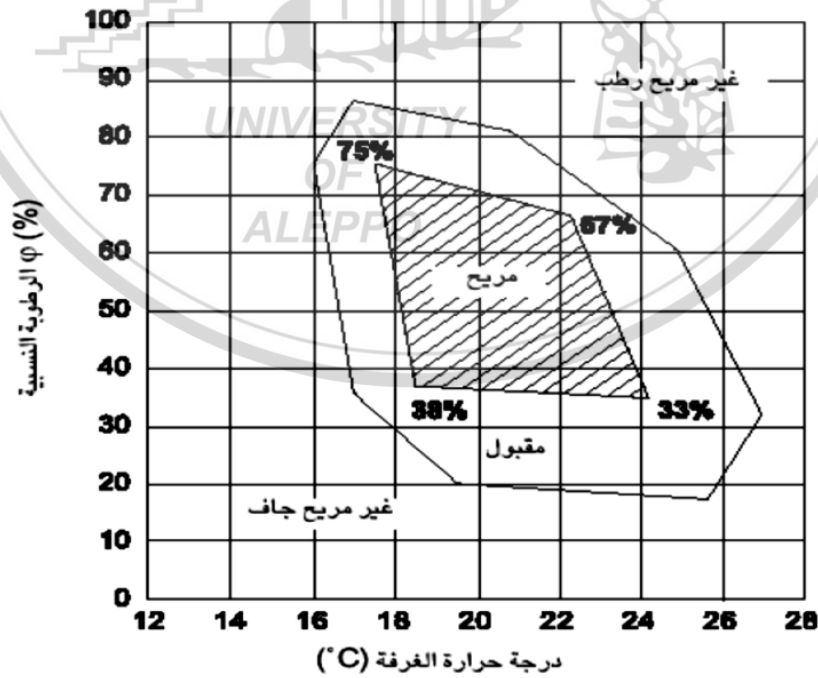
- درجة حرارة الهواء (°C)
- الرطوبة النسبية (%)
- حركة أو سرعة الهواء (m/s)

• متوسط الحرارة الإشعاعية ($^{\circ}\text{C}$)

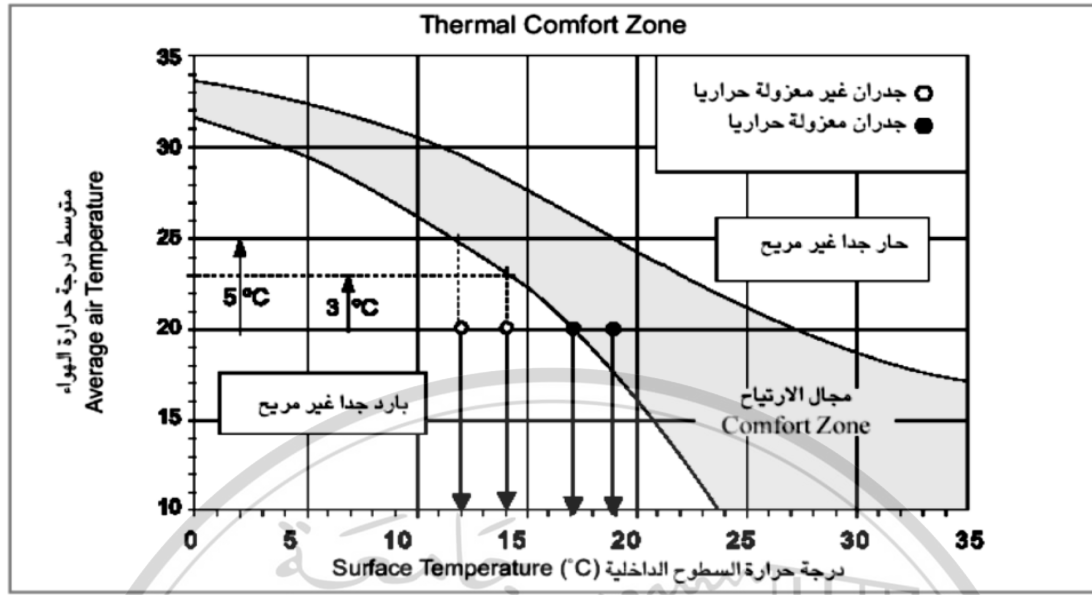
يمكن التحكم عمليًا بالعوامل الثلاثة الأولى المذكورة أعلاه بواسطة أجهزة التدفئة والتكييف والتهوية الصناعية للوصول إلى المستويات المرغوب فيها، إلا أن درجة الحرارة الإشعاعية تتعلق مباشرة بدرجة حرارة السطوح الداخلية لعناصر البناء المحيطة بحيز الإقامة كالجدران والسقف والنوافذ والتي لا يمكن التحكم بها وتقليل أثرها السلبي إلا عن طريق التصميم الحراري لهذه العناصر بعزلها حراريًا بطريقة مناسبة، ويجري تحديد مستوى الارتياح الحراري للعوامل المؤثرة المذكورة أعلاه بأشكال بيانية تبين مجال الارتياح الحراري الذي يقع فيه هذا المستوى.

يبين الشكل (٨٣) مجال الارتياح الحراري تبعًا لدرجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية داخل حيز الإشغال بينما يبين الشكل (٨٤) مجال الارتياح الحراري تبعًا لسرعة الهواء داخل حيز الإشغال.

أما الشكل (٨٥) فيبين مجال الارتياح الحراري تبعًا لمتوسط درجة حرارة الهواء داخل حيز الاشغال ومتوسط درجة حرارة السطوح الداخلية لعناصر البناء.



شكل (٨٣) مجال الارتياح الحراري تبعًا لدرجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية



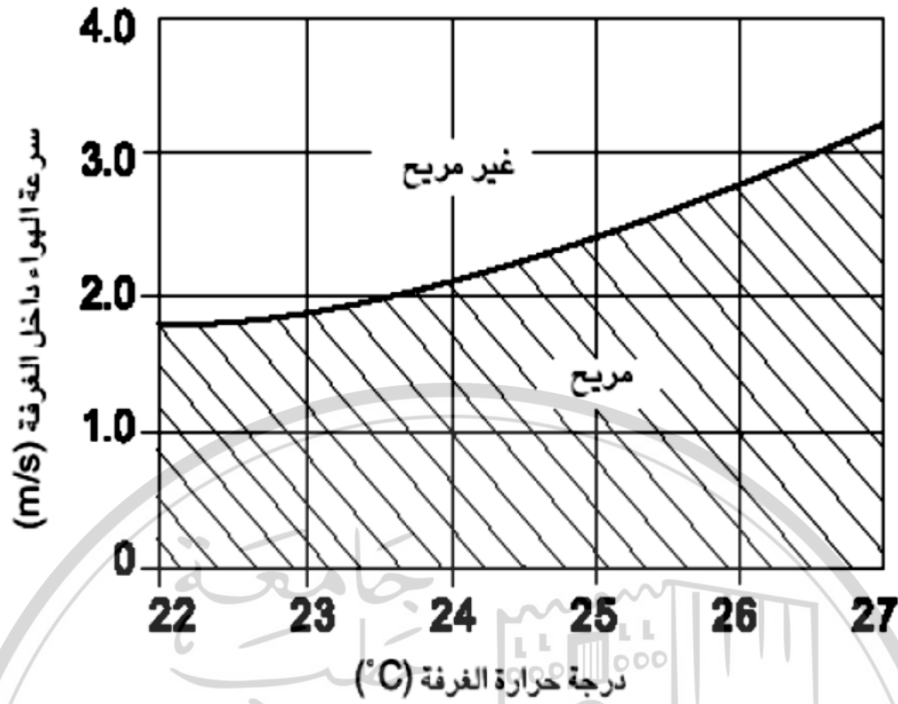
شكل (٨٤) مجال الارتياح الحراري تبعاً لسرعة الهواء

فعلى سبيل المثال إذا كانت درجة حرارة الهواء داخل بناء غير معزول حرارياً شتاءً تساوي (٢٠°C) ومتوسط درجة حرارة السطوح الداخلية لعناصر البناء تساوي (١٢°C) فإن الإقامة داخل هذا البناء غير مريحة بسبب ازدياد كمية الطاقة الاشعاعية الصادرة عن جسم الإنسان إلى السطوح الداخلية الباردة لعناصر البناء والتي تشكل الجزء الأكبر من الطاقة الحرارية التي يفقدها جسم الإنسان مما يؤدي إلى حدوث خلل في الاتزان الحراري.

مما يتطلب رفع درجة حرارة الهواء داخل البناء عدة درجات للدخول في مجال الارتياح الحراري والذي يعني هدر المزيد من الطاقة.

أما في حالة العزل الحراري الجيد لهذا البناء فإن قيمة درجة حرارة السطوح الداخلية لعناصره تكون قريبة من قيمة درجة حرارة الهواء داخل البناء وتقع ضمن مجال الارتياح الحراري.

ومن جهة أخرى يبين الشكل الحدود القصوى للارتياح الحراري التي يجب مراعاتها في تصميم العناصر الخارجية للبناء بهدف الوقاية الحرارية في فصل الصيف.



شكل (٨٥) مجال الارتياح الحراري تبعاً لمتوسط درجة حرارة الهواء داخل حيز الإشغال ومتوسط درجة حرارة السطوح الداخلية لعناصر البناء.

٨-٥- العوامل المؤثرة على التصميم المناخي:

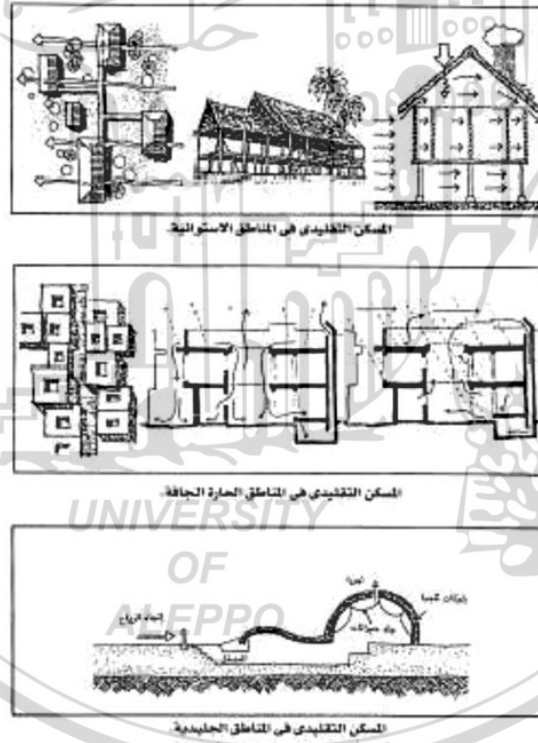
٨-٥-١- التكيف مع المناخ:

إن مشكلة التحكم المناخي وخلق جو مناسب لحياة الإنسان قديمة منذ أن خلق الله سبحانه وتعالى الإنسان، فقد حرص على أن يتضمن بناؤه للمأوى عنصرين رئيسين هما: الحماية من المناخ ومحاولة إيجاد جو داخلي ملائم لراحته، وقد عكس تصميم المبنى وتشكيله عبر التاريخ الحلول المختلفة المناسبة لكل حقبة لتحقيق هذا الهدف، لذلك نجد أن المسكن التقليدي في أي منطقة مناخية، غالباً ما يكون تراكم خبرات سنين عديدة قد تصل إلى قرون من محاولات الوصول إلى المثالية في تصميمه وتشكيله بيئياً وبصورة معمارية جميلة أيضاً.

فمثلاً نجد أن المسكن الجليدي (في مناطق الأسيكو مثلاً) بتشكيله الخارجي المتميز وتشكيل فراغه الداخلي يوفر المعيشة في مكان مرتفع يتجمع فيه الهواء الساخن للتدفئة بعيداً عن المناخ الثلجي القارص البرودة بالخارج وبأسلوب بسيط، وفي المقابل نجد المسكن

ذو الفناء الداخلي يقوم بتخزين الهواء البارد ليلاً لمواجهة الحرارة الشديدة نهاراً في المناخ الحار الجاف، بينما يعمل التشكيل العام لكتلة المسكن الاستوائي على تسهيل حركة الهواء خلاله مما يساعد على التخلص من الرطوبة العالية التي تعمل على زيادة الإحساس بالسخونة، شكل رقم (٨٦) فطرية استخدمها الإنسان لمقاومة قسوة المناخ، وهذه الأساليب هي نتاج التفاعل بين عنصرين أساسيين هما:

الأول هو الثروات الطبيعية من المواد الخام، والثاني هو المناخ السائد في المنطقة وذلك في وجود أنشطة معينة تمارس داخل هذه المباني وحوّلها وفي إطار هيكل اجتماعي يؤثر على أساليب التصميم.



شكل (٨٦) تأثير المناخ على تصميم المباني التقليدي

٨-٥-٢- الحفاظ على الطاقة:

فالمبنى يجب أن يصمم ويشيد بأسلوب يتم فيه تقليل الاحتياج للوقود والاعتماد بصورة أكبر على الطاقة الطبيعية، والمجتمعات القديمة فهمت هذا المبدأ وحققته في أحيان

كثيرة، إن هذا الفكر متواجد منذ أن اختار الإنسان سكن الكهوف المواجهة للجنوب لاستقبال الشمس بدلاً من الشمال وذلك في المناطق ذات الأجواء المعتدلة.

يظهر تأثير العوامل المناخية، سواء في المناطق الباردة أو الحارة على الإنسان والبيئة المبنية، من خلال الحاجة إلى استخدام الطاقة من أجل التبريد أو التدفئة حسب المنطقة المناخية لتوفير ما يطلق عليه بالراحة الحرارية داخل المبنى ويعرف البعض الراحة الحرارية بأنها الإحساس الفسيولوجي (الجسدي والعقلي) الكامل بالراحة.

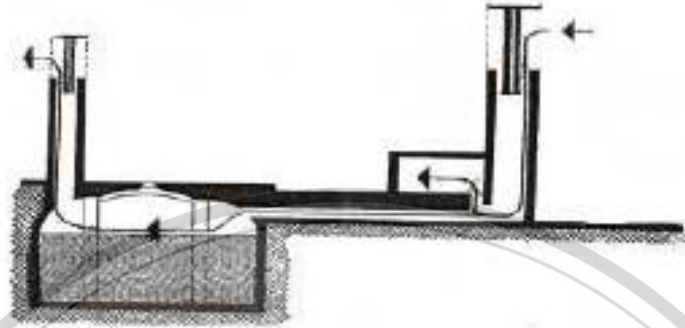
نجد أن مشكلة المناخ في المناطق الحارة الجافة كما في بعض المناطق باليمن والسعودية وبعض البلدان العربية الأخرى، فيجب على المعماري أن يستخدم استراتيجيات التصميم المناخي الواعي بالطاقة والذي يسعى إلى تحقيق هدفين أساسيين وهما:

أولاً: في فصل الشتاء يراعى في تصميم المبنى الاستفادة القصوى من الاكتساب الحراري عن طريق الإشعاع الشمسي مع تقليل فقدان الحرارة من داخل المبنى.

ثانياً: في فصل الصيف حيث يحتاج المبنى للتبريد فيراعى العمل على تجنب الإشعاع الشمسي وتقليل الاكتساب الحراري، والعمل على فقد الحرارة من داخل المبنى وتبريد الفراغات الداخلية بالوسائل المعمارية المختلفة الطبيعية.

حيث أن الموارد والطاقات الطبيعية والتي تتمثل في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح متوفرة ويمكن استخدامها بأساليب تصميمية معينة وهو ما كان يحدث في المباني التقليدية القديمة، فهذه المباني كانت تستعمل مواد بناء ذات سعة حرارية كبيرة كالحجر أو الطين والقش مثلاً لأن هذه النوعية من مواد البناء تعمل على تأخير انتقال الحرارة من خلالها إلى داخل المبنى وحتى ساعة متأخرة من النهار وبذلك يظل الجو الداخلي للمبنى مريحاً أغلب ساعات النهار الحارة، كما كانت الفتحات الخارجية ضيقة، بينما نلاحظ اتساع الفتحات في العمارة الحديثة، فكانت تستخدم المشربيات الخشبية ذات الخراط الخشبي والذي يعمل على كسر حدة أشعة الشمس مع السماح بدخول الهواء ونسبة معقولة من الضوء الطبيعي

كما تم استخدام ملاقف الهواء في بعض المباني والمنازل لتهوية بعض الحجرات أو القاعات للتهوية والتبريد (شكل ٨٧ - ١ ، ٨٧ - ٢).

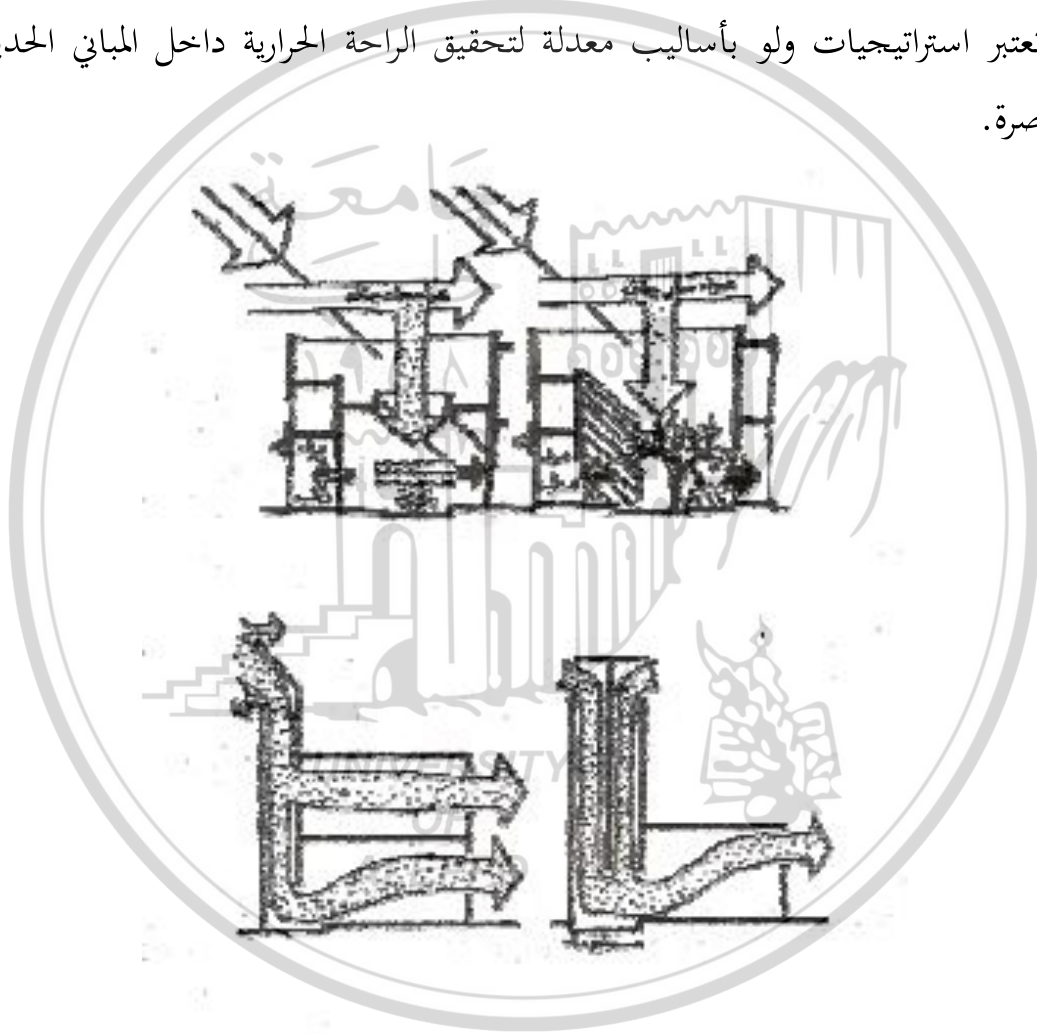


شكل رقم (٨٧-١) الملف الهوائي الذي كان يستعمل لتبريد الماء



شكل رقم (٨٧-٢) الملف الهوائي متعدد الاتجاهات في إيران ودولة الإمارات العربية المتحدة

أما الأفنية الداخلية المكشوفة والتي كانت تعتبر القاسم المشترك بين هذه المباني، فقد وفرت أماكن مظلة بالصيف وقدراً معقولاً من دخول الشمس أثناء الشتاء إلى جانب ما يوفره الفناء من خصوصية تامة لأهل المنزل ومكان آمن للعب الأطفال، (شكل رقم ٨٨). هذه هي بعض النماذج لعناصر معمارية كانت تستخدم الطاقات الطبيعية من أجل تدفئة أو تبريد المباني التقليدية القديمة، ولقد تنبّه العديد من الباحثين إلى أن هذه العناصر قد تعتبر استراتيجيات ولو بأساليب معدلة لتحقيق الراحة الحرارية داخل المباني الحديثة المعاصرة.



شكل رقم (٨٨) استخدام العناصر التقليدية التي تعتمد على الطاقات الطبيعية
لحل المشكلات المناخية - نماذج العمارة الإسلامية

٨-٥-٣ - احترام الموقع

يشرع المصمم فور استكمال معرفته بالموقع - في توجيه وتصميم المبنى، بما يحقق الانتفاع من إيجابيات ومميزات الموقع إلى أقصى حد ممكن يعد أسلوب التوجيه ناجحاً، إذا تم تمكن المصمم من دراسة عوامل البيئة والمناخ المحيط، كحرارة وضوء الشمس، الحياة النباتية للموقع، تيسير التوجيه نحو إطلالات جميلة، وتيسير البعد عن الإطلالة المزعجة، ومعالجة الموقع من الضوضاء، الاستفادة من معالجات الرياح السائدة في الموقع أو القدرة على تغيير خط سيرها واتجاهها، والاستفادة من أشكال تضاريس الموقع.

٨-٥-٤ - التوجيه للمبنى:

تخضع اعتبارات توجيه المبنى في المناطق الحارة لاعتبارات الرياح أكثر من الشمس، وتحت جميع الظروف يجب أن تتم تهوية المبنى بهدف التبريد، كما يكون من المهم تظليل الواجهات الشرقية والغربية على حد سواء.

• تأثير الشجيرات والأشجار:

إن الأشجار الموسمية، المتسمة بتساقط أوراقها شتاءً، تمنح مناخاً بارداً أثناء فصل الصيف، ومناخاً معتدلاً في فصل الشتاء، إذا تحول أوراق الأشجار صيفاً بين أشعة الشمس وبين الوصول إلى داخل فراغات المبنى بينما تتيح أغصان الأشجار العارية شتاءً وصول أشعة الشمس إلى داخل فراغات المنزل.

تستخدم النباتات دائمة الخضرة، نتيجة لكثافتها الورقية أمام الواجهة الشمالية، والشمالية الغربية لتقوم بصد الرياح العاصفة، حيث تقوم بشكل فعال بحماية البناء من التأثير بالرياح السائدة، وتعيد توجيه الرياح، على مدار السنة بعيداً عن الأسطح المواجهة لها في المباني.

- الاستفادة من تضاريس الموقع في ضبط حركة رياح المنطقة المحيطة بالمبنى عن طريق إنشاء حواجز وأسوار وزراعة كمية كثيفة من الأشجار ذات الأوراق العريضة التي تعمل كمصد للرياح والحد من قوتها، (شكل رقم ٨٩).
- إشادة مجموعة من المباني في مكان مجاور للمباني تعمل كمصد لاتباح الرياح أيضاً.
- كما تساعد أسطح الأبنية ذات الزوايا المنخفضة، والمبنية على مساحات ضيقة من الأرض على تغيير مسار الرياح السائدة حول المبنى وعادة توجيهها نحو الأعلى، حيث تتابع سيرها، فوق منسوب الأبنية.
- يمكن أيضاً الحد من تأثيرات الرياح، بتقليص فتحات البناء التي تقع بمواجهة الرياح السائدة.

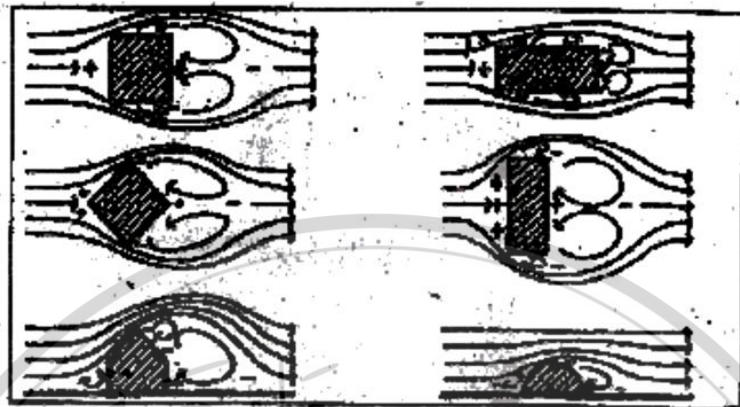


شكل رقم (٨٩) تستخدم الأشجار موسمية الأوراق لضبط أشعة الشمس ومنعها للوصول صيفاً وتركها شتاءً تتسلل إلى داخل فراغات المنزل

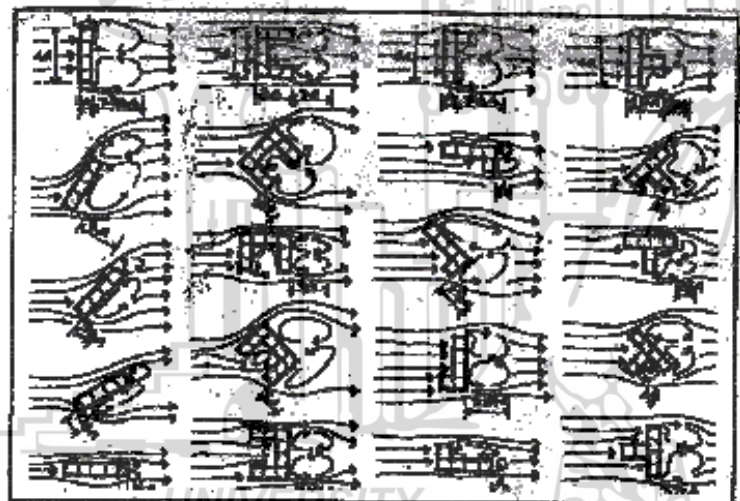
يفضل العمل على تلقي الرياح ذات السرعة الخفيفة المدعوة بالنسيم العليل خاصة في فصل الصيف، حيث تعمل على تلطيف حرارة الصيف، كما أن وضع المنزل إلى جوار مسطحات مائية متسعة الأبعاد يساعد على تلقي نسائم عليل، حيث يتحرك الهواء المحمل بالرطوبة ليحل محل الهواء الحار الصاعد نحو الأعلى.

- توجيه المبنى على مناطق الضغط حوله
- تعامد واجهة الكتلة على حركة الرياح يزيد مناطق الضغط الموجب والسالب حول المبنى فيزيد من حركة الهواء العابرة والداخلية للكتلة وكلما تغير توجيه الكتلة بزوايا مختلفة

على تعامدها مع الرياح قلت قيم الضغوط حول المبنى وبالتبعية تقل حركة الرياح، وعمومًا تختلف الضغوط حول المبنى باختلاف شكل المبنى، (شكل رقم ٩٠ - ١، ٩٠ - ٢).



شكل (٩٠ - ١) يوضح حركة الهواء حول المبنى



شكل (٩٠ - ٢) اختلاف أشكال المباني ونسبها وتوجيهها بالنسبة للرياح يؤثر على مناطق الضغط السالب والموجب وبالتالي يؤثر على الهواء حول المبنى وسرعته.

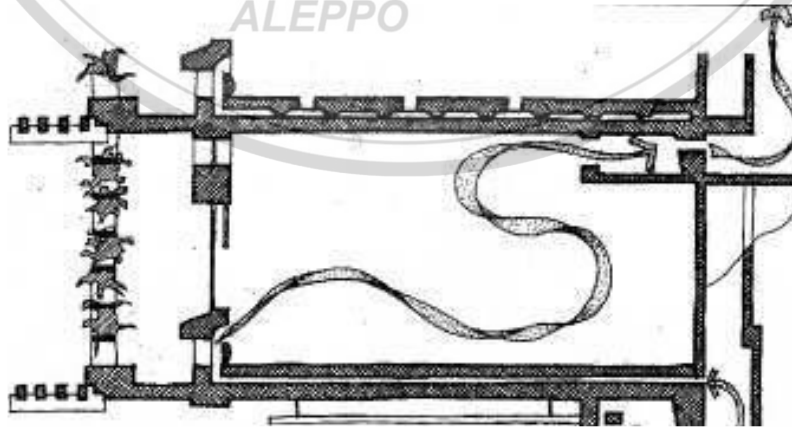
٨-٥-٥- طرائق الإنشاء ومواد البناء

- المواد المناسبة للبناء هي المواد ضعيفة التوصيل للحرارة للحد من شدة الحرارة داخل المبنى. يستحسن استخدام مواد الأكساء الخارجي فاتحة اللون لتعمل على انعكاس أشعة الشمس وبالتالي تقلل من درجة الحرارة داخل المبنى صيفًا.
- يفضل عمل السقف المزدوج الذي يترك فراغًا بين جزئيه، وذلك لكي يمر فيه تيار الهواء وما يحققه استمرار التهوية حول المبنى، شكل (٩١).

- مراعاة استخدام الخامات الطبيعية والمحلية مثل الحجر الجيري والحجر الرملي والطين بشكل مميز معمارياً وفي الوقت نفسه التأكد على توافق المبنى مع الظروف المناخية.

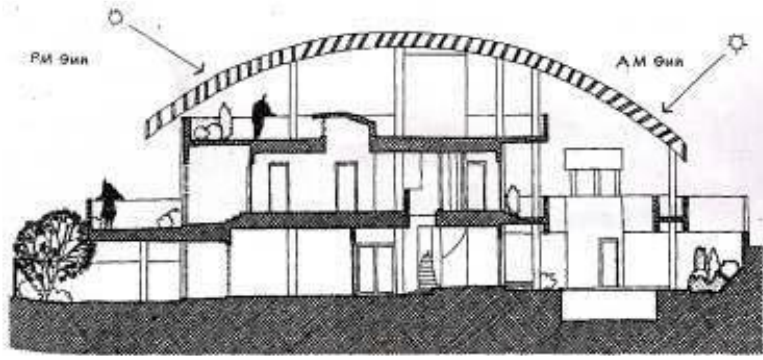
٨-٥-٦- الغلاف الخارجي للمبنى

- توجد طرائق كثيرة لحماية المبنى (جدران وفتحات وأسطح) من الإشعاع الشمسي الساقط، وذلك بعمل بروز للأدوار كلما ارتفعنا لأعلى مع توفير كاسرات الشمس المناسبة أمام الفتحات.
- أيضاً لتصميم الأسطح المزدوجة كما هو مستخدم في المنازل في ماليزيا بطريقة مستحدثة واستخدام الأسطح كحديقة، شكل (٩٢-١، ٩٢-٢).
- تصميم وسائل الإظلال للتحكم في دخول الشمس إلى المبنى أثناء الشتاء ومنعها في الصيف وأصبحت هذه الكاسرات تستخدم طبقاً للزوايا الشمسية في الشتاء والصيف.
- شكل وموضع فتحات المبنى: تزيد مناطق الضغط الموجب والسالب حول المبنى في حالة إغلاقه للفتحات وتبدأ حركة الهواء بداخل الفراغ عند توافر الفتحات المناسبة به، والتي تنقل بدورها من مناطق الضغط السالب خلف المبنى إلى مناطق الضغط الموجب أمامه، شكل (٩٣).
- يجب أن تغطي جميع الفراغات المعيشية بفتحتين خارجتين على الأقل وذلك بوجود فتحة لدخول الهواء والأخرى لخروجه.

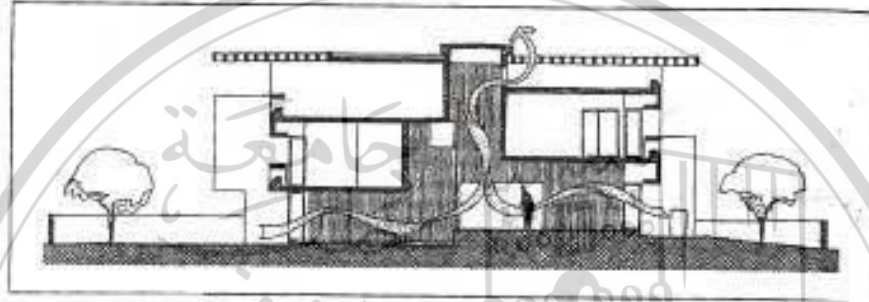


شكل (٩١) السقف المزدوج يستخدم في تقليل نفاذ الحرارة وحماية المبنى

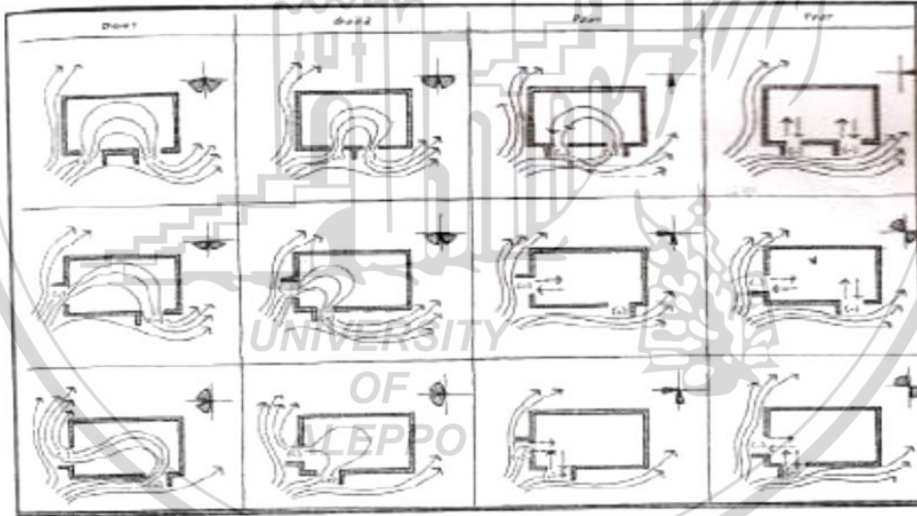
من الاشعاع الشمسي وتم تطويره واستخدامه في عملية التهوية بالمبنى



شكل (٩٢-١) استخدام السقف المزدوج بطريقة حديثة لتقليل الحرارة بأحد المنازل بماليزيا



شكل (٩٢-٢) استخدام السقف المزدوج وعمل حديقة سطح كأحد الحلول المعمارية



شكل (٩٣) تأثير اختلاف أماكن الفتحات وعددها وأماكنها على حركة الهواء داخل وخارج المبنى

٨-٥-٧- تصميم المبنى

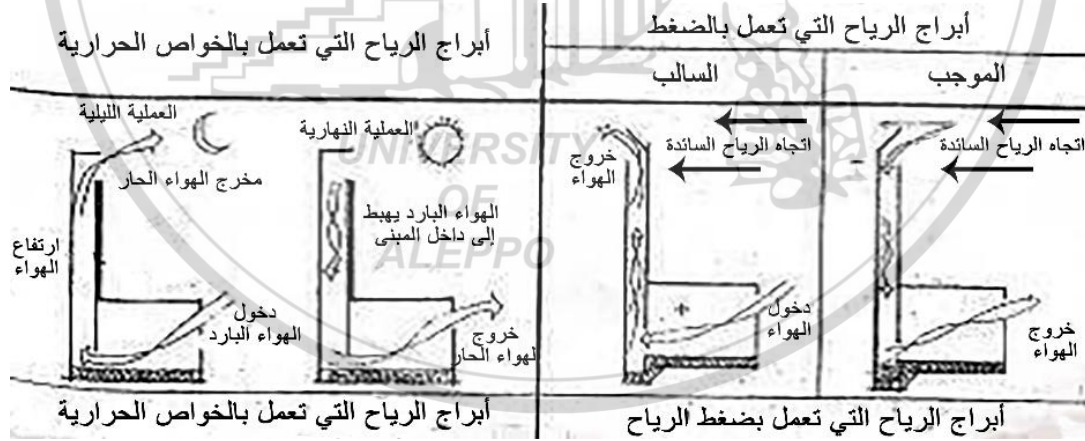
إن جميع مبادئ العمارة التي تحمي الإنسان من عوامل المناخ المختلفة يجب أن تراعى بصورة متكاملة أثناء عملية تصميم المباني أو تخطيط المدن، فالعديد من المباني والمسكن في تراث العمارة الإسلامية على سبيل المثال قد أعطت نماذج واستخدمت عناصر معمارية مستخدمة المواد الطبيعية المتوفرة بالبيئة، أو في استخدام الأفنية الداخلية بما توفر من ظلالها

نهارًا وتخزينها للهواء البارد ليلاً، كما أن ملاقف الهواء استخدمت لتهوية الحجرات غير المواجهة مباشرة لجهة الرياح السائدة أو لتهوية السراييب، أما استعمال المشريبات الخشبية بالواجهات فقد ساعد على كسر حدة أشعة الشمس مع توفير عامل الخصوصية، كل هذه العناصر المعمارية السابقة وغيرها ما زالت قادرة على العطاء للمباني الحديثة كما هي أو بعد تطويرها بما يتلاءم مع متطلبات وتقنيات العصر ودرجة تقدمه.

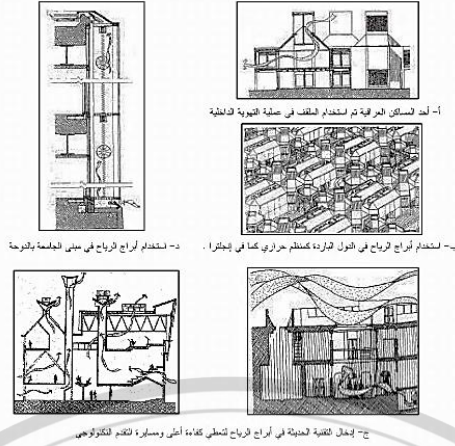
- أبراج الرياح المعروفة في البلدان الحارة في جميع أنحاء العالم وبالرغم من اختلاف الشكل العام والتفاصيل الإنشائية من بلد إلى آخر فإن الهدف واحد وهو الحصول على تيار هواء طبيعي للتهوية والتبريد داخل المبنى.

توجد أنواع مختلفة منها التي تعمل لضغط الهواء، ومنها تعمل بالخواص الحرارية، شكل (٩٤).

- ونجد أن استخدام أبراج الرياح في جامعة قطر بالدوحة وفي المنازل العراقية ولم يقتصر استخدامها في الدول ذات المناخ الحار، ولكن تم استخدامها في الدول الأوروبية مثل إنجلترا بحيث يتناسب مع ظروفها المناخية، وقد تم تطويرها بحيث يتناسب مع التصميم الحديث ودمج التكنولوجيا الحديثة مع العناصر التقليدية، شكل (٩٥).

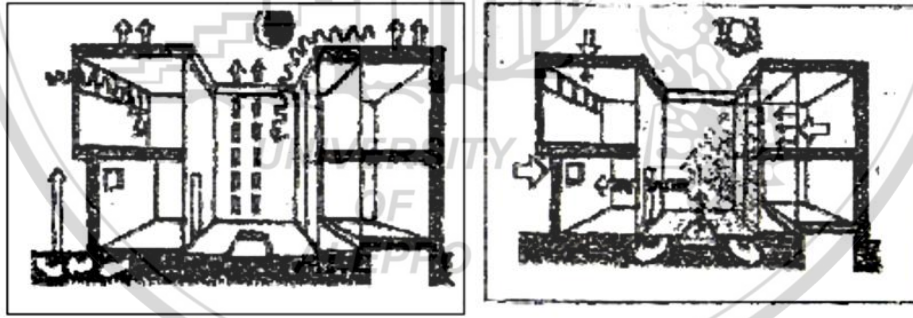


شكل (٩٤) الأنواع المختلفة لأبراج الرياح وتأثيرها على تهوية المباني على مدار اليوم



شكل (٩٥) بعض التطبيقات لأبراج الرياح

- الأفنية الداخلية: يعتبر الفناء السماوي أو الحوش فراغاً رئيساً للنشاط الاجتماعي في المناطق الحارة وهو فراغ رئيسي يؤثر على الحالة الفسيولوجية حيث الحماية من الضوضاء والتلوث الخارجي ويسمح بالإضاءة الطبيعية بالإضافة لكونه منظماً حرارياً حيث يبرد الأسطح المطلّة عليه ليلاً بالإشعاع الليلي البارد المختزن فيه طوال الليل فيقلل درجة حرارة هوائه من ٢ إلى ٥ درجات مئوية عن الهواء الخارجي خلال فترة ما قبل وبعد الظهيرة تبعاً لدرجة احتوائه ومعالجته، شكل (٩٦).



شكل (٩٦) الفناء كمنظم حراري نهاري حيث يخزن الطاقة الحرارية أثناء النهار ويُنْثَرُ ليلاً لتدْفئة جو الفناء كمنظم حراري ليلاً حيث يخزن الهواء البارد وتشع مسطحات الفناء كمية الطاقة التي اكتسبها الفناء نهاريًا

٨-٦- المشاكل التي تواجه التصميم المناخي:

يتضح لنا مما سبق أهمية التصميم المناخي ودوره الفعال في إكساب العمل المعماري نجاحه المطلوب في تحقيق الراحة المناسبة لمستعملي الفراغ، والسؤال الآن هو لماذا لا يوجد

في بعض البلدان مبان مصممة مناخيا بالقدر الكافي الذي تتحقق معه الراحة المناخية المطلوبة إذا كان ذلك ذو أهمية كبيرة كما يتضح مما سبق؟.

ويمكن الإجابة عن هذا السؤال بتحليل المعوقات والمشاكل التي تعوق عملية التصميم المناخي والأسباب التي تؤدي إلى إهمال عملية الدراسات المناخية والتصميم المناخي عند عمل الدراسات الخاصة بالمشروع وعند التنفيذ، ولدراسة المشاكل التي تواجه التصميم المناخي سيتم تقسيمها طبقاً للأطراف المشاركة في العملية التصميمية والذين لهم تأثير على هذه العملية التصميمية وهذه الأطراف تتمثل في:

- المهندس المصمم
- المالك
- ظروف الموقع المحيطة

٨-٦-١- مشاكل ترجع للمهندس المصمم:

١- نقص أعداد المهندسين المتخصصين في هذا المجال:

يحتاج المهندس المصمم المناخي إلى معرفة العديد من مجالات العلوم والتي يحتاجها أثناء قيامه بالدراسات المناخية التحليلية، مثل علوم الفيزياء والفلك والمناخ والأرصاد الجوية.....إلخ.

وتعتبر هذه المعارف علوم غير معمارية لا يبرع فيها المهندس المعماري، ولذلك فإنه يعاني نقصاً شديداً في تمكنه من ممارسة مجال التصميم المناخي، ولذلك فقد لجأ الكثير من المماريين إلى الاكتفاء بقيامهم بالتصميم المعماري فقط دون مراعاة النواحي المناخية معتمدين على استخدام الوسائل الميكانيكية في تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة لمستعملي الفراغ.

٢- عدم اهتمام المعماري بالدراسات المناخية:

يدور تخصص التصميم المناخي في حلقة مقفلة، بسبب أن المهندس المصمم لا يهتم بالدراسات المناخية ويعتبرها ليست ذات قيمة، ويرجع ذلك إلى أن أي دراسات مناخية قد تمت لا يوجد ما يؤكد نجاحها أو جدوى القيام بها، وذلك لأنهم لا يملكون اليقين التام بجدوى مقترحاتهم المناخية.

ويرجع عدم اليقين بجدوى تلك الدراسات وفائدتها للأسباب الآتية:

- أ- تلك الدراسات والمقترحات عبارة عن دراسات بحثية لم تخضع للتجربة الواقعية.
- ب- قلة أعداد النماذج المعروفة للمباني المصممة مناخياً.
- ج- صعوبة عمل التجارب المناخية المطلوبة على نماذج مجسمة مصغرة للمبنى لتكلفته الزائدة.

٣- الحافز المادي:

يهتم أي مالك في الوقت الحالي بتحقيق الربح الاقتصادي في المقام الأول، ومن أهم الطرق التي تساعد على ذلك تقليل تكلفة المشروع، وخصوصاً تكلفة المشروع الابتدائي، فيلجأ إلى إلغاء بعض البنود، ومنها الدراسات المناخية الخاصة بالمشروع. وذلك يجعل من الصعب على أي مكتب هندسي استهلاك الوقت والمال في التصميم المناخي المبهد والمكلف اقتصادياً وزمناً والذي لن يدفع تكاليفه أحد.

٨-٦-٢- مشاكل ترجع للمالك

١- محاولة المالك لتقليل التكلفة:

بسبب اهتمام المالك بتحقيق ربح اقتصادي في المقام الأول، فإنه يلجأ لتقليل تكلفة تصميم وإنشاء المبنى، ومن أحد الطرق لتقليل التكلفة إلغاء تنفيذ أية حلول مناخية توفيراً لتكلفتها الاقتصادية وذلك بغض النظر عن تحقيق راحة حرارية لمستعملي الفراغ، حتى وإن

اضطر المستخدم لتحمل نفقات الحلول الميكانيكية لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة، ك شراء جهاز تكييف مثلاً.

وفي حالة كون المالك هو نفسه المستخدم، فإنه يلجأ أيضاً لتقليل التكاليف الابتدائية بسبب مشاكل التمويل، حتى لو أدى ذلك إلى زيادة النفقات بعد استخدام المبنى لاحقاً، فيفضل شراء جهاز تكييف مثلاً عن أن يتكلف ثمن تنفيذ الحلول المناخية عند إنشاء المبنى.

٢- عدم معرفة المالك بوجود هذا التخصص:

هناك بعض المالك لا يعرفون أصلاً بوجود تخصص التصميم المناخي وعمل الحلول المناخية وخاصة في المناطق الشعبية التي ينخفض فيها المستوى الثقافي عن المناطق الأخرى، فأهمل هذا الجانب في عمليات التصميم وانعدم الطلب عليه.

٣- اقتصاديات السوق:

في المشاريع الكبرى، والتي تكون دراسات الجدوى الاقتصادية هي الفيصل في تنفيذ المشروع من عدمه، فإن أسلوب ترسية المناقصة فيها هي اختيار المصمم ذو الأتعب الأقل، مما يدفع المكاتب الهندسية إلى إهمال جانب الدراسات المناخية ارضاءً للمالك والفوز بالمناقصة.

٨-٦-٣- مشاكل ترجع لظروف الموقع المحيط:

١- عدم دقة وتكامل المعلومات المناخية:

أغلب المواقع قد لا تتوافر عنها معلومات مناخية متكاملة بسهولة، ليتمكن المصمم من القيام بدراساته المناخية المطلوبة، فنجد أن أية معلومات مناخية متوافرة غير كاملة بالدرجة الكافية وقد تم رصد هذه المعلومات منذ مدة كبيرة، فمثلاً نجد أنه من الصعوبة الحصول علي معلومات ذات دقة عالية وكاملة عن الرياح مثلاً في موقع ما بعينه، وذلك لأن الرياح عند ما تهب على هذا الموقع تكون قد تغيرت خصائصها لعدة أسباب منها العوائق التي تقابلها مثل المباني الأخرى والأشجار.

٢- عدم خطورة الظروف المناخية في البلاد:

من المعروف أن مواقع بعض البلدان العربية تتميز بمواقع لا يمثل فيه المناخ خطورة على حياة الإنسان طوال العام، فلو لم يتم تصميم المبني مناخيا لن يؤدي ذلك إلى خطورة كبيرة على المستخدم بعكس المناطق الأخرى مثل القطب الشمالي والذي يمثل فيه المناخ خطرا على حياة الإنسان، وخاصة البرودة الشديدة والتي يجب حماية المستخدم منها داخل منزله وإلا أدت إلى وفاته.

٨-٦-٤- مشاكل ترجع للحياة العامة

٨-٧-٥- تكاليف المعالجات والحلول المناخية:

مما سبق ينتج لنا أن الفصيل في عمل وتنفيذ الحلول المناخية والميكانيكية هو التكلفة الاقتصادية حيث في الغالب يكون السبب الأساسي لإنشائه هو تحقيق الربح الاقتصادي. فعندما يقرر المالك تنفيذ الحلول المناخية أو الميكانيكية، يتجه إلى اختيار الحلول الأقل تكلفة بحيث لا تشكل عبئا مادياً كبيراً عند التنفيذ، والمشكلة الأساسية هي تشعب وتعدد تكلفة تلك الحلول بحيث يصعب على المالك اختيار أمثلها، مما قد يؤدي إلى إلغاء هذا البند تماما كما سبق ذكره، أو اختيار بند من الظاهر أنه أقل تكلفة ولكنه فعليا يصبح أكثر تكلفة من أي حل آخر بسبب وجود بعض التكاليف الغير ظاهرة في البداية كالصيانة وتكلفة التشغيل مثلا والتي تظهر بعد تشغيل المبني وليس في أول الأمر كتكلفة الإنشاء.

ولحساب أي تكلفة لأي بند من بنود المبني يتم تحليله إلى مكوناته الأساسية من مواد إنشاء وعمالة وما إلى غير ذلك من مصاريف أخرى، وبتجميع هذه المصاريف يمكن حساب تكلفة هذا البند ومن أمثلة ذلك:

٨-٧-١- حساب تكاليف الإنشاء:

يمكن طرح بدائل مختلفة لطرق الإنشاء، وحساب تكلفة كل بديل من البدائل السابقة بتحليلها إلى بنودها الأساسية، واختيار الحل الأقل تكلفة انشائيا، مع مراعاة عوامل أخرى

كالوقت والتكلفة الناتجة بسببه، وكذلك عدم إهمال النواحي المعمارية الجمالية في المبنى أيضاً.

٨-٧-٢ - حساب تكاليف التشطيبات:

يمكن طرح بدائل مواد التشطيب المختلفة، ولكل بديل يتم حساب:

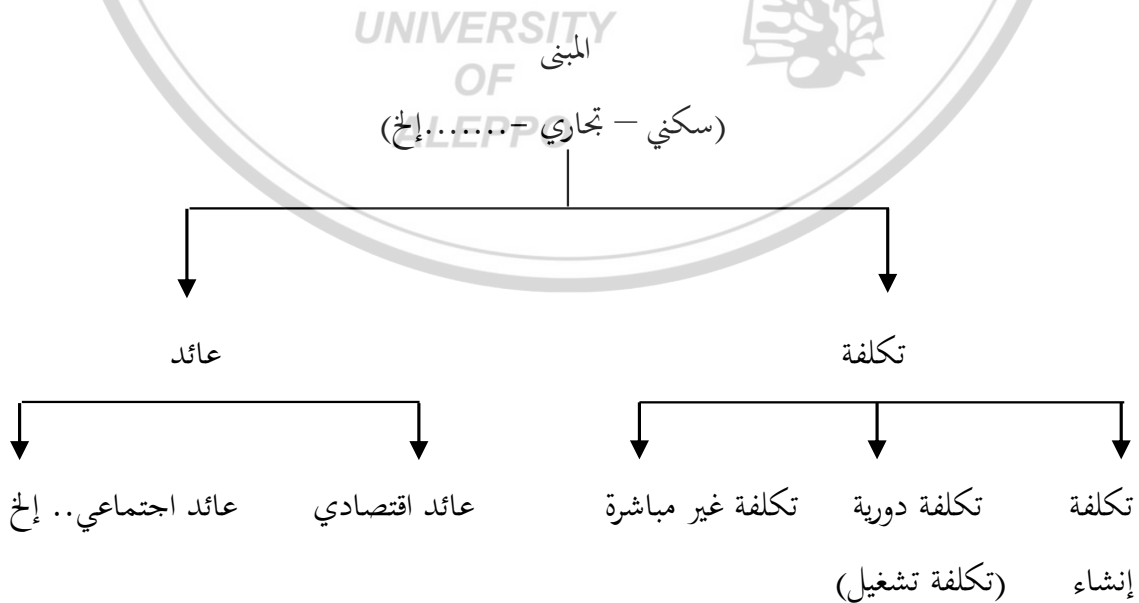
١ - تكلفة تنفيذ هذا البديل.

٢ - تكلفة صيانة البديل وعمره الافتراضي.

وبالتالي يمكن المقارنة بين تكلفة كل بديل من بدائل التشطيب المختلفة، وبالتالي اختيار أنسب البدائل، مع مراعاة عدم إهمال النواحي الجمالية أيضاً.

ولكننا نرى الأمر مختلف في حساب تكاليف الحلول المناخية، وذلك لتعدد الحلول المناخية واختلافها جذرياً بين حل وآخر واختلاف العائد بين عائد مادي ومعنوي إلى جانب صعوبة المقارنة بين العائد من الحل المناخي وتكلفة هذا الحل، ولتسهيل حساب التكلفة الاقتصادية لأي حل مناخي يمكن تحليله إلى بنود التكلفة الأساسية لأي مبنى.

فأي مبنى سواء كان سكنياً أو تجارياً له تكلفة وعائد، وتكلفة وعائد المبنى وبنوده الأساسية كالتالي:



وفي الوقت نفسه تنقسم المعالجات المناخية إلى:

- حلول بيئية.

- حلول ميكانيكية.

ويوضح جدول (٣٣) تحليل بأسلوب مبسط لبنود التكلفة للحلول المناخية والميكانيكية أثناء وبعد إنشاء المبنى كمنهج استرشادي لحساب تكاليف المعالجات المناخية طبقاً لبنود تكلفة المبنى ونوع المعالجة المناخية، وهي كالتالي:

جدول (٣٣) تحليل مبسط لبنود تكلفة الحلول المناخية والميكانيكية

بند التكلفة	حلول بيئية	حلول ميكانيكية
	وهي تتمثل في تكلفة إنشاء وتنفيذ الحلول المناخية نفسها مثل: إنشاء كاسرات الشمس. زيادة سمك الجدران. تكلفة استخدام مواد العزل الحراري للجدران والأسقف. تكلفة إنشاء ملاقف الهواء. تكلفة استخدام عناصر نباتية أو مائية بغرض عمل حلول مناخية. وما يتطلبه ذلك من تكلفة تابعة لها على بنود المبنى مثل:	وهي تتمثل في تكلفة شراء الأجهزة الميكانيكية المستخدمة في تكييف الهواء لتحقيق الأتزان الحراري المطلوب مثل: أجهزة التكييف. أجهزة المراوح إلخ. وما يتطلبه ذلك من تكلفة تابعة لها على بنود المبنى مثل: تكلفة إنشاء بعض الفراغات كمكلفة إنشاء فراغ غرفة تكييف مركزي مثلاً. تكلفة زيادة بعض العناصر الإنشائية كمستطلب إنشائي تابع لبعض الأجهزة الميكانيكية. تكلفة عمالة لتركيب الأجهزة الميكانيكية المستخدمة بالمبنى. - تكلفة عدم استغلال فراغات من المبنى كفراغ التكييف المركزي مثلاً وعدم الاستفادة ببيعها وتحقيق الربح المادي الذي يهمل المالك بصورة أولى.
تكلفة إنشاء	وما يتطلبه ذلك من تكلفة تابعة لها على بنود المبنى مثل: تكلفة تشطيبات الحلول المناخية مثل تكلفة تشطيبات الحلول السابق ذكرها. تكلفة عماله لازمة لعمل الحلول المناخية مثل الحلول السابق ذكرها. - تكلفة عدم استغلال مسطحات من المبنى واستخدامها في أغراض مناخية كالأفنية مثلاً بدلاً من بيعها كفراغ داخل المبنى.	

من الملاحظ أن التكاليف الدورية للحلول الميكانيكية ذات تكلفة مرتفعة نسبياً مع الزمن واستمرار عمل المبنى ولا يمكن إهمالها، وذلك لاعتماد المبنى بصورة أساسية على استمرار عمل هذه الوسائل الميكانيكية والتشغيل المستمر لها ومن أمثلة بنود هذه التكلفة: تكاليف استهلاك الوقود / الكهرباء / الغاز الطبيعي / المياه إلخ، واللازمة لتشغيل الأجهزة الميكانيكية. تكاليف صيانة الأجهزة الدورية، وتغيير الأجزاء التالفة منها باستمرار. - تكاليف العمالة القائمة على تشغيل هذه الأجهزة الميكانيكية.	وهي تمثل التكاليف الدورية التي تتضمن استمرار عمل المعالجات البيئية بصورة جيدة، ونادراً ما تحتاج الحلول المناخية إلى تكلفة دورية، إلا أنها تتمثل في بعض البنود البسيطة غير ذات التكلفة العالية مثل: تكلفة استهلاك المياه في بعض الحلول المناخية. - تكلفة صيانة بعض الحلول المناخية، كصيانة المشريبات مثلاً، وتكلفة صيانتها مثلها مثل صيانة باقي بنود المبنى.	تكلفة دورية	
من المعروف أن قيمة أي مبلغ الآن تصبح قيمته أكبر بعد فترة من الزمن، وذلك لأنه يكون قد تم استثمار هذا المبلغ في هذه الفترة والحصول على نسبة ربح ما، ونسبة هذا الربح تختلف حسب الزمان والمكان، ونستنتج من ذلك ما يلي: تكلفة الحلول المناخية تدفع بالكامل وقت تنفيذ المبنى. تكلفة الحلول الميكانيكية تنقسم إلى جزئين، أحدهما يدفع عند شراء الأجهزة الميكانيكية، والآخر تكلفة دورية تدفع على فترات طوال عمر المبنى. وبالمقارنة بين البندين السابقين، يمكننا عن طريق الحسابات وضع نسبة عائد الربح في الاعتبار عند حساب تكاليف أي من الحلين السابقين.	استثمار رأس المال	تكلفة استثمار رأس المال	
الحلول الميكانيكية تستلزم تغيير بعض الأجزاء التالفة منها من وقت لآخر، وذلك عند إجراء الصيانة الدورية لها، دون تغيير كلي للجهاز الميكانيكي، وإن كان بعد فترة من الزمن يصبح نموذج أقل كفاءة من نماذج حديثة تظهر بعد ذلك، مما قد يضطر المستعمل معه إلى تغيير الجهاز بأكمله.	بعد فترة من الزمن تصل الحلول المناخية إلى حالة متهاكة لا يصلح معها إجراء صيانة دورية لها، مما يترتب عليه إعادة إنشاؤها من جديد بتكلفة جديدة بعد انتهاء عمرها الافتراضي.	تجديد	

بتحليل البنود والتكاليف السابقة، يمكن بطريقة مبسطة استخدام العامل الاقتصادي كحد فاصل لاختيار أنسب المعالجات المناخية، وذلك لأهمية العامل الاقتصادي عند إنشاء أي مبنى جديد سواء أكان هذا المبنى سكنياً أو تجارياً، فقد يلجأ المالك إلى معالجة المبنى

بمحلول مناخية بالكامل أو بمحلول ميكانيكية بالكامل، أو باختبار بعض من المحلول الميكانيكية مع بعض المحلول المناخية.

فكل ما سبق ليتمكن المصمم من تنفيذ مبنى يحقق الراحة الحرارية للمستعمل والتي تؤثر بشكل مباشر على المستعمل وأنشطته اليومية، ويجب على المعماري أن يتمكن من تقييم الراحة الحرارية وتحويلها إلى كميات ومواصفات لإمكانية تقييم المباني من حيث كفاءتها في تحقيق الراحة الحرارية للمستعمل.



الفصل التاسع

فيزياء المباني والبيئة

عند الإشارة لقضية بيئية فإن البارامترات (العوامل المتغيرة) هي الأداء والمتانة للبناء. إن متراً مربعاً واحداً من العزل في بناء معزول بشكل جيد يمكن أن تقلل من التدفئة المطلوبة للبناء لـ ٥ أمتار مربعة من النفط (المازوت المستخدم للتدفئة) بالمقارنة مع بناء معزول بشكل ضعيف.

وعلى هذا فإن القضية البيئية الرئيسية لا تتمثل فقط في الجودة البيئية للمواد المستخدمة في البناء بل أيضاً في أن المواد المستخدمة ستخدم وظيفتها بالشكل الأمثل، بغض النظر عن التقنيات المستخدمة والعامل الاقتصادي والعوامل البيئية.

بازدياد المتانة والحياة الخدمية للمبنى، فإن التأثير البيئي الذي أصبح جزءاً لا يمكن إهماله خلال سنة واحدة من الاستعمال يجب أن يقل.

إن التصميم السيء لعزل البنية الانشائية يخلق أيضاً ظروفاً مثالية لنمو البكتيريا والتي يمكن أن تعرض حياة الانسان المستخدم للمبنى والهواء الداخلي لتأثيرات سلبية بشكل عام للبيئة الداخلية والراحة.

٩-١- البيئة وعلاقتها بالعمارة:

إن الانسان يتأثر ضمن مسكنه أو عمله بمحيطه البيئي الذي يغلف حياته، لذا لا بدّ من التعريف بالبيئة وعلاقتها المتبادلة مع الانسان والعمارة وتحديد مفهوم النظام البيئي الذي يشكل نتيجة هذه العلاقة بين العناصر المختلفة. ومن هنا فإن الوعي البيئي هو من المسلّمات على مختلف المستويات المؤسسية والإدارية والهندسية، خاصة مع ما يفرزه - القرن الحالي - كل يوم من تدهور كبير في المحيط البيئي ونقص في الموارد الطبيعية غير المتجددة ومن أهمها " الطاقة".

٩-١-١ - مفهوم البيئة:

تعد كلمة البيئة لفظ شائع الاستخدام يرتبط مدلوله بنمط العلاقة بينها وبين مستخدميها، فتقول البيئة الزراعية، البيئة الصناعية، البيئة الصحية، البيئة الاجتماعية، البيئة الثقافية والسياسية... إلخ ويعني ذلك علاقة النشاطات البشرية المتعلقة بهذه المجالات.

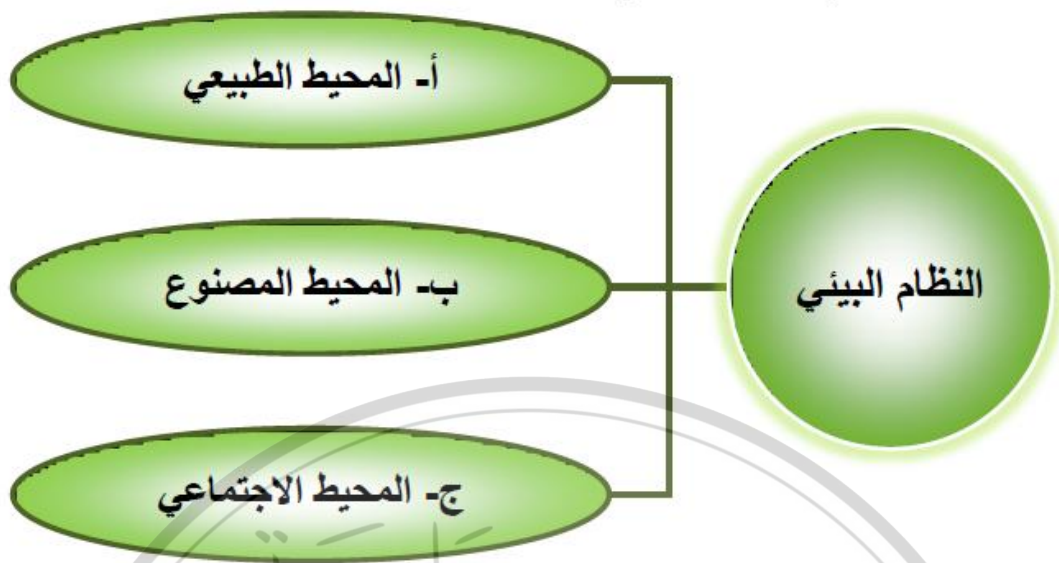
ومن الصعب وضع تعريف محدد وموحد للبيئة نظراً لوجود وجهات نظر مختلفة تنطلق من مبادئ وأسس متباينة تبعاً للغاية والسبب والوسيلة، ولكن يمكن أن نعرفها كما يلي:

البيئة بمفهومها العام: هي الوسط والإطار الذي يعيش فيه الإنسان ويمارس فيه نشاطه الاجتماعي والانتاجي، وهي مستودع للموارد غير المتجددة " كالمعادن والنفط " والموارد المتجددة " كالشمس والرياح والمياه " حيث أنها يمكن أن تتغير مع الزمن كماً ونوعاً وفقاً للأنشطة الاقتصادية وما يُستخر لها من تكنولوجيات

علم البيئة "Ecology" ترجمت كلمة "Ecology" إلى اللغة العربية بعبارة " علم البيئة" والتي وضعها العالم الألماني ارنست هيجل عام ١٨٦٦ بعد دمج كلمتين يونانيتين هما (Oikes) ومعناها " مسكن "، و (Logos) ومعناها " علم ". وقد عُرِّفَتْ بأنها: (العلم الذي يدرس علاقة الكائنات الحية بالوسط الذي تعيش فيه، حيث يهتم هذا العلم بالكائنات الحية وتغذيتها، وطرق معيشتها وتواجدها في مجتمعات أو تجمعات سكنية أو شعوب، كما يتضمن أيضاً دراسة العوامل غير الحية مثل خصائص المناخ " الحرارة، الرطوبة، الاشعاع الشمسي، الرياح " والخصائص الفيزيائية والكيميائية للأرض والماء والهواء)

٩-١-٢ - مكونات النظام البيئي:

يتشكل النظام البيئي أو المنظومة البيئية من عدد من المكونات لكل منها بناءؤه الذاتي وتفاعلاته الداخلية مع أمثاله، ومع غير أمثاله ممن يشاركونه الحيز المكاني، ويمكن تقسيم النظام البيئي إلى ثلاثة مكونات رئيسية كما في الشكل (٩٧) أدناه.



الشكل (٩٧) - مكونات النظام البيئي

- أ- المحيط الطبيعي: وهو المحيط الحيوي أو الحيز الذي تكون فيه الحياة، أو يمكن أن تكون فيه الحياة.
- ب- المحيط المصنوع: وهو ما صنعه الانسان وبنائه وأقامه في حيز المحيط الحيوي مثل (المدن والمستوطنات البشرية ومراكز الصناعة والمزارع وشبكات المواصلات وشبكات المياه والصرف الصحي والطاقة..... الخ) وغير ذلك من الوسائل التي يعتمد عليها الانسان في تحويل عناصر المحيط الحيوي إلى سلع وخدمات تشبع حاجات المجتمع.
- ت- المحيط الاجتماعي: وهو ما وضعه الانسان من نظم ومؤسسات لإدارة العلاقات بين المجتمع ومكونات النظام البيئي الأخرى، والعلاقات بين أفراد المجتمع.

٩-١-٣- الانسان ودوره في البيئة:

يعتبر الانسان أهم عامل حيوي في إحداث التغير البيئي والإخلال الطبيعي البيولوجي، فمنذ وجوده وهو يتعامل مع مكونات البيئة، وكلما توالى الأعوام ازداد تحكماً وسلطاناً في البيئة، وخاصة بعد أن يُسر له التقدم العلمي والتكنولوجي مزيداً من فرص إحداث التغير في البيئة، وهكذا قطع الانسان أشجار الغابات وحول أرضها إلى مزارع ومصانع ومساكن، وأفرط في استهلاك المراعي بالرعي المكثف ولجأ إلى استخدام الأسمدة

الكيميائية والمبيدات بمختلف أنواعها، وهذه كلها عوامل فعّالة في الإخلال بتوازن النظم البيئية ينعكس أثرها في نهاية المطاف على حياة الانسان نفسه.

كما أن للتصنيع والتكنولوجيا الحديثة آثاراً سيئة أيضاً على البيئة، فانطلاق الأبخرة والغازات وإلقاء النفايات، أدى إلى اضطراب السلاسل الغذائية، وانعكس ذلك على الانسان الذي أفسدت الصناعة بيئته، وجعلتها في بعض الأحيان غير ملائمة لحياته كما يتضح مما يلي:

- تلوث المحيط المائي: إن للنظم البيئية المائية علاقات مباشرة وغير مباشرة بحياة الانسان، فمياهها التي تتبخّر، تسقط على أشكال أمطار ضرورية للحياة على اليابسة، ومدخراتها من المادة النباتية والحيوانية، تعتبر مدخرات غذائية للإنسانية جمعاء، كما أن ثرواتها المعدنية ذات أهمية بالغة.
- تلوث الهواء: تتعدّد مصادر تلوث الهواء، ويمكن القول أنها تشمل المصانع ووسائل النقل والانفجارات الذرية والفضلات المشعّة، كما تتعدّد هذه المصادر وتزداد أعدادها يوماً بعد يوم، ومن أمثلتها: (أول وثاني أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت، أكسيد النتروجين، أملاح الحديد والزنك والرصاص والزرنيق، وبعض المركبات العضوية والعناصر المشعّة).
- وإذا ازدادت نسبة هذه الملوثات عن حد معيّن في الهواء الخارجي، أصبح لها تأثيرات واضحة على الانسان وعلى كائنات البيئة.

- تلوث التربة: تتلوّث التربة نتيجة لاستعمال المبيدات المتنوعة والأسمدة وإلقاء الفضلات الصناعية وينعكس ذلك على الكائنات الحية في التربة، وبالتالي على خصوبتها وعلى النباتات والحيوانات مما ينعكس أثره على الانسان في نهاية المطاف.

٩-١-٤ - العلاقة بين البيئة والعمارة:

للبيئة علاقة وثيقة ومترابطة مع العمارة والعمران، فكل تغيير في البيئة أو اضطراب أو نقص سيؤثر حتماً على العمارة والمدينة، وهذا الارتباط أدى إلى ظهور وتبني مفهوم " العمارة البيئية " والتي تشمل التصميم والتخطيط المتخصص لتحقيق أفضل استخدام للأراضي، حيث يؤكد اختصاصي العمارة البيئية على دعم البيئة الطبيعية من خلال تخصيص استعمالات الأراضي، وإدارة أشكالها، وتحديد الأنشطة في الأماكن الخارجية، وحماية المنظومات البيئية.

ولما كانت العمارة تبنى وتنشأ ضمن البيئة، كان لا بد أن يكون هناك تأثير أساسي بين البيئة والعمارة، حيث يمكن تحديد العلاقة فيما بينهما من خلال ما يلي:

- كيفية تشييد بناء يؤثر بشكل إيجابي ولا يسيء إلى البيئة التي تحيط به وتغلفه
- كيفية إنشاء بناء يستفيد من البيئة المحيطة به على الشكل الأمثل.

إلا أنه وفي بدايات القرن العشرين، ظهرت اتجاهات مختلفة في العمارة تبنّاها مَقكرون ومعماريّون عالميّون، أمثال (لوكوربوزيه، ميس فان دي روه) الذين تبنّوا فكرة الدعوة إلى اتجاه معماري جديد بمفردات جديدة، تمثّلت باستخدام مواد بناء جديدة (كالخرسانة المسلّحة والحديد والألواح الزجاجية) ترافق ظهورها مع بداية إنشاء الأبراج العالية وناطحات السحاب والتي حلّت محل المباني المستقلّة و تركت آثاراً سلبية على علاقة البناء مع بيئته المحيطة به، وقد أدى هذا إلى التسبب بما يلي:

- خلل وعدم اتزان بيئي، نتج من الممارسات السلبية في استهلاك المواد الملوثة للبيئة.
- مشاكل اقتصادية، تمثّلت في هدر الموارد الطبيعية (كالطاقة والمياه ومواد البناء) وزيادة مصاريف التشغيل والصيانة خلال دورة حياة المباني - كما في الشكل (٩٨) أدناه



الشكل (٩٨) تأثير العمارة والعمران على البيئة

٩-٢- الاستدامة والعمارة البيئية:

يعد مصطلح " الاستدامة " من أحدث المصطلحات التي أنتجتها البشرية في أواخر القرن العشرين، وتعود معظم أسباب نشأته إلى القلق الذي ظهر مع بدايات القرن الماضي نتيجة المستجدات التي طرأت على البشرية بسبب التطور الصناعي والحروب العالمية، وقد تصاعد في النصف الثاني منه بسبب الزيادة السكانية وبعض الظواهر كظاهرة "الاحتباس الحراري" والثقب الحاصل في طبقة الأوزون، وزيادة نسب التلوث في الهواء والماء، والتخوف من نضوب بعض المصادر الطبيعية (كالنفط والمياه) وغيرها.

٩-٢-١- تعريف ومبادئ الاستدامة:

تناولت الكثير من المؤتمرات والندوات والأبحاث التي قامت بها العديد من الدول والمنظمات العالمية والمحيطية فكرة " الاستدامة " في البناء أو الطاقة أو البيئة، واجتمع العديد

من المختصين والمهتمين بهذا الشأن لتبني تعريفٍ موحدٍ للاستدامة، ولكن ظهرت خلافات وتباينت آراء بين الدول المعنية بالموضوع وذلك تبعاً لمصالح محلية، أو تبعاً لمفاهيم معمارية وبيئية خاصة بها، أو لنواحٍ اقتصادية وقد أصبحت فكرة الاستدامة منذ عام ١٩٨٠ مرتبطة على نحو متزايد بإدماج الميادين الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وفي عام ١٩٨٧ عقدت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية بالأمم المتحدة WCED "World Commission on Environment and Development" (لجنة برونتلاند) مؤتمراً خاصاً عن التنمية، حيث حدّدت تعريف الاستدامة بأنها: " تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها".

ومن خلال تعريف الاستدامة يمكننا تحديد المبادئ العامة للاستدامة كما يلي:

- ١- المساواة والعدالة بين الأجيال: تزويد الأجيال القادمة بنفس الاحتياجات البيئية على النحو القائم حالياً.
- ٢- فصل النمو الاقتصادي عن التدهور البيئي: حيث تكون إدارة النمو الاقتصادي قائمةً على أساس ترشيد استهلاك الموارد، والتقليل من التلوث.
- ٣- التكامل أو الدمج: من خلال تحقيق التكامل بين كل القطاعات البيئية، والاجتماعية، والاقتصادية عند وضع سياسات الاستدامة.
- ٤- المرونة مع البيئة والحفاظ عليها: عبر تحقيق القدرة على التكيف مع النظام البيئي
- ٥- منع الضرر الذي يصعب إلغاؤه: على المدى الطويل على النظم البيئية وصحة الانسان
- ٦- نشر الوعي التعليمي والمشاركة الشعبية: بين الناس في المجتمعات لبحث المشاكل ووضع الحلول لها.

٩-٢-٢- مفهوم ومحاور التنمية المستدامة:

تعدّدت وتنوّعت وجهات النظر حول تعريف " التنمية المستدامة " ومن هذه

التعريفات:

في عام ١٩٩٢ عرّفها معهد موارد العالم بأنها: استغلال الموارد الطبيعية القابلة للتجدّد بحيث لا يتم إهمالها أو الإخلال بها أو الحد من قابليتها للتجدّد، وذلك من أجل الأجيال القادمة، من خلال المحافظة على المخزون الثابت من الموارد الطبيعية.

وفي عام ١٩٩٣ عرّفت التنمية المستدامة تعريفاً شاملاً وهو: ما يفي باحتياجات الحاضر والمستقبل ويقتصر على استعمال الثروات المتجددة، وعدم الضرر بالنظم الطبيعية والبشرية للموقع أي الهواء والماء والأرض والطاقة والنظام الحيوي أو تلك الأنظمة خارج الموقع.

ومن التعريفات السابقة نستنتج أن التنمية المستدامة هي عملية متشعبة الجوانب تتضمن البيئة الطبيعية والنظام الاقتصادي، وتشمل الحياة الاجتماعية، ولا بدّ من تضافر الجهود في كافة التخصصات والمجالات لتحقيق الاستدامة والمحافظة على عالمنا الذي نعيش فيه.

إن التنمية المستدامة هي تنمية ذات ثلاثة محاور مترابطة ومتداخلة في إطار تفاعلي يتّصف بضبط وترشيد المواد، حيث تعتبر هذه المحاور الدعائم الرئيسية لها، وباختلال أحدهم تتأثر الأهداف الرئيسية للتنمية المستدامة، انظر في الشكل (٩٩)، وهذه المحاور هي:

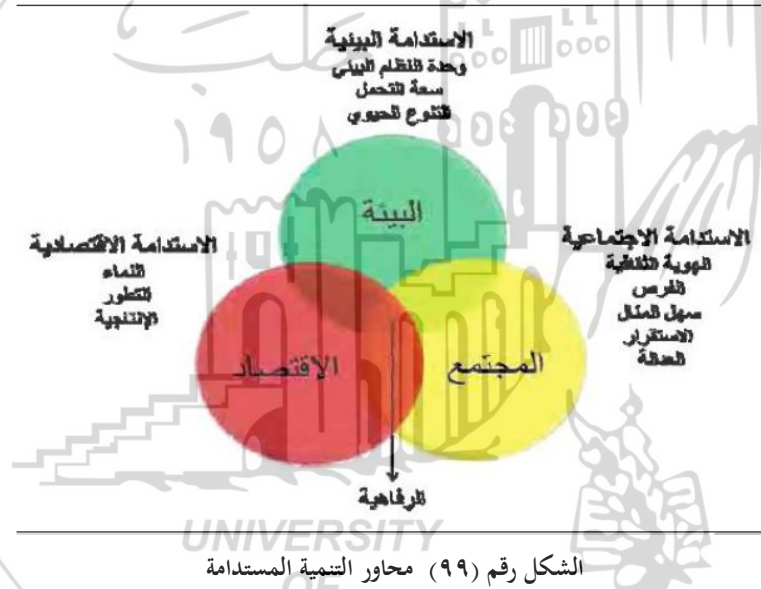
- البيئة
- الاقتصاد
- المجتمع

ولنجاح عملية التنمية المستدامة لا بدّ من ارتباط هذه المحاور وتكاملها نظراً للارتباط الوثيق بين البيئة والاقتصاد ومستوى الحياة الاجتماعية، حيث تقوم فكرة الاستدامة على ترك الأرض في حالة جيدة للأجيال القادمة، دون تلويثها وإفساد الأنظمة البيئية واستنزاف مواردها، ويمكن تحقيق ذلك من خلال تطبيق وسائل تحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة.

ت- البعد البيئي: تحقيق استدامة البيئة من خلال تقليل المخلفات والانبعاثات الغازية الضارة بالبيئة وتقليل الآثار السلبية على صحة الانسان، واستخدام المواد الأولية المتجددة والصديقة للبيئة.

ث- البعد الاقتصادي: يتحقق من خلال خلق أسواق وفرص للتنمية وتخفيض الكلفة وتحسين الأداء واستخدام الطاقة والمواد من المصادر المتجددة وخلق قيم إضافية.

ج- البعد الاجتماعي: يتحقق من خلال الاهتمام بصحة الانسان وسلامته والتحكم في التأثير على المجتمعات المحلية، والتأثير على نوعية الحياة، وتحقيق الفائدة للفئات المحرومة في المجتمع مثل: (الفقراء وذوي الاحتياجات الخاصة)



٩-٢-٣- العمارة البيئية:

٩-٢-٣-١- مفهوم العمارة البيئية:

إن عبارة " العمارة البيئية " تتكون من مزج العمارة بالبيئة، إذ يشكل هذين المحورين الأساس في أي تعريف يمكن ان يوضع لمفهوم العمارة البيئية أو المستدامة، وهي متعددة ومتنوعة نتيجة لاختلاف المداخل التطبيقية المستخدمة ويمكن أن نعرفها كما يلي:

" هي العمارة التي تملك أقل ما يمكن من الصفات المؤثرة على البناء والبيئة الطبيعية، والغرض منها تحقيق نوع من التكاملية بين الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بطريقة

واسعة جداً، حيث يساهم الاستخدام العقلاني للمصادر الطبيعية والإدارة الملائمة في وقاية المصادر النادرة، أي استهلاك الطاقة بصورة منخفضة لتحسين نوعية البيئة.

كما تعرّف العمارة البيئية على أنها: تصميم المباني مع مراعاة وضع الأهداف البيئية والتنمية المستدامة نصب أعيننا، حيث تسعى العمارة البيئية إلى تقليل التأثيرات السلبية للمباني على البيئة، وذلك بتعظيم الكفاءة والاعتدال في استخدام مواد البناء والطاقة وتطوير الفراغات.

٩-٢-٣-٢- مبادئ العمارة البيئية:

ترتكز مبادئ العمارة البيئية على مجموعة من المبادئ من أجل تحقيق أهدافها بإنشاء وتشغيل المباني المشيئة صحياً ولتحقيق أهدافها فهي تعتمد على ستة مبادئ رئيسية موضحة في الشكل (١٠٠) أدناه:



الشكل (١٠٠) مبادئ العمارة البيئية

٩-٢-٣-١- الحفاظ على الطاقة:

يجب على المبنى أن يصمّم بأسلوب يتم فيه تقليل الاحتياج بالنسبة للوقود الأحفوري، والاعتماد بصورة أكبر على الطاقات الطبيعية، ومن أهم وسائل الحفاظ على الطاقة في الأبنية السكنية

- زيادة كفاءة الأجهزة المنزلية
- ترشيد استهلاك الطاقة
- توليد الطاقة والحصول عليها من المصادر الطبيعية المتجددة (كالشمس والرياح والمياه)

٩-٢-٣-٢-٢- التكيف مع المناخ:

يجب على المبنى أن يتكيف مع المناخ وعناصره المختلفة، ففي اللحظة التي ينتهي فيها إنشاء البناء يصبح جزءاً من البيئة، كشجرة، أو حجر، ويصبح معرضاً لنفس تأثيرات أشعة الشمس أو الرياح أو الأمطار، كأى شيء آخر متواجد في البيئة فإذا استطاع المبنى أن يواجه الضغوط والمشكلات المناخية وفي نفس الوقت يستعمل جميع الموارد الطبيعية المتاحة من أجل تحقيق راحة الإنسان داخل المبنى، عندها يمكن أن يطلق عليه بأنه " متوازن مناخياً"، لذلك من أجل تقليل التأثير السلبي فإن التصميم الملائم للمناخ يكون أفضل وسيلة.

٩-٢-٣-٢-٣- التقليل من استخدام الموارد المتجددة:

يحث هذا المبدأ المصممين على مراعاة التقليل من استخدام الموارد الجديدة في المباني التي يصممونها، حيث يمكن استخدام (الخشب) مثلاً بشرط ألا يدمر ذلك الغابات، كما تؤخذ في الاعتبار المواد الأخرى على أساس عدم سميّة العناصر التي تنتجها مع انعدام أو انخفاض ما ينبعث منها من عناصر أو غازات ضارة.

هذا وتعتبر إعادة التدوير المواد والفضلات ومخلفات المباني من أهم الطرق المتبعة لتقليل استخدام الموارد والمواد الجديدة، نظراً لأنها تضم مواد غير نشطة من حيث انعدام التفاعلات الكيميائية الداخلة فيها، بالإضافة للاهتمام بتوفير فراغ عمراي كافٍ لتنفيذ برامج التخلص من المخلفات الصلبة وإعادة تدوير مخلفات الهدم الشكل رقم (١٠١).



الشكل رقم (١٠١) دورة حياة المبنى المتكاملة

٩-٢-٣-٢-٤ - احترام الموقع:

الهدف الأساسي من هذا المبدأ هو أن يطاء المبنى الأرض بشكل وأسلوب لا يؤدي إلى إحداث تغييرات جوهرية في معالم الموقع. ومن وجهة نظر مثالية ونمذجية فإن المبنى إذا تم إزالته أو تحريكه من موقعه، فإن الموقع يعود كسابق حالته قبل أن يتم بناء المبنى.

٩-٢-٣-٢-٥ - احترام العاملين مع المبنى والمستخدمين:

إن سلامة الإنسان والحفاظ عليه هو الهدف الأسمى للعمارة البيئية أو المستدامة، كالعامل الذي يساهم في إنشاء المبنى ويكون احترامه هو بزيادة حرصه حين استخدام الآلات التي تقوم بالأعمال الخطرة وعدم استعمال مواد بناء أو تشطيبات ذات تأثير سلبي وضار، أما بالنسبة لمستخدمي المبنى فإن صيغة الاحترام تكمن في جودة التشييد والبناء.

٩-٢-٣-٦- التصميم الشامل:

إن جميع مبادئ العمارة البيئية يجب أن تراعي بصورة متكاملة في أثناء عملية تصميم المبنى أو تخطيط مدينة، فالعديد من المباني والمساكن في تراث العمارة الإسلامية على سبيل المثال قد أعطت نماذج واستخدمت عناصر معمارية (خضراء)، وظهر ذلك في استخدام المواد الطبيعية المتوفرة بالبيئة، أو في استخدام الأفنية الداخلية بما توفره من ظلال نهاراً وتخزينها للهواء البارد ليلاً، كما أن ملاقف الهواء استخدمت لتهوية الحجرات غير المواجهة مباشرة لجهة الرياح السائدة أو لتهوية الأقبية، كل هذه العناصر المعمارية السابقة وغيرها مازالت قادرة على إعطاء لمبانينا الحديثة كما هي أو بعد تطويرها بما يتلاءم مع متطلبات وتقنيات العصر ودرجة تقدمه.

٩-٢-٣-٣- محاور العمارة البيئية:

إن دراسة الاستدامة في العمارة (العمارة البيئية) تنطلق في عدة محاور لتشمل مختلف المحيط الذي يعيش فيه الإنسان ضمن بيئته ومجتمعه، ويبين الشكل (١٠٢) أدناه أهم هذه المحاور:



الشكل (١٠٢) محاور العمارة البيئية

التخطيط البيئي: يتم في العمارة على مستوى المدينة بمختلف مبانيها وفعاليتها ووظائفها، أو على مستوى الموقع العام للبناء السكني أو التجاري أو الإداري أو التعليمي.. إلخ.

التصميم البيئي: هو خطوة أساسية لتحقيق العمارة البيئية، حيث يسعى إلى تحقيق التوازن بين احتياجات الإنسان من جهة، والحفاظ على الموارد الطبيعية من جهة أخرى للتقليل من نسب التلوث البيئي. وقد حدّد معهد "روكي ماونتين" خمسة عناصر للتصميم البيئي وهي:

- شمولية التخطيط والتصميم وأهمية القرارات الابتدائية، إذ أن لها أكبر الأثر في تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وكذلك الأمر بالنسبة للإضاءة الطبيعية والتكيف الطبيعي.
 - اعتبار التصميم المستدام فلسفة بناء أكثر من كونه مقترحاً للبناء، حيث أن المباني التي تبني بهذا الفكر تكون غير محدّدة الشكل أو الطابع.
 - لا يتعيّن زيادة كلفة المباني المستدامة عن المباني التقليدية، كما أنها لا تختلف عنها في بساطة وعدم تعقيد التصميم.
 - تكامل التصميم باعتبار كل عنصر من العناصر جزء من الكل، وهو ضروري لنجاح هذا التصميم
 - اعتبار خفض استهلاك الطاقة والحفاظ على صحة الأفراد وتحسينها.
- الإنشاء البيئي أو المستدام: وهو الابتكار والإدارة المسؤولة عن بناء بيئة صحية قائمة على الموارد والمبادئ البيئية، وهناك عوائق كثيرة تحدث أثناء عملية الانشاء، منها:
- عدم معرفة المقاول بالآثار السلبية للبناء على البيئة، والتي تفاقم بسبب عدم وجود مبادئ توجيهية تحكم أداء الاستدامة، وقلة الدراسات حول موضوع تقييم استدامة الأبنية.
 - عدم وضوح مفهوم الاستدامة التي يجري النظر فيها من قبل المالكين والمطورين، مما يتطلب الكثير من العمل الإضافي.

- توافر محدود من المنتجات والمواد المستدامة في الأسواق العالمية.
- عدم وجود تصنيف نظام بيئي موحد للمنتجات ومواد البناء.
- عدم كفاية الأدلة أن البناء المستدام يمكن أن يحقق عوائد مالية ثابتة.

التمكين البيئي: يعتبر مفهوم التمكين البيئي إعادة صياغة لمفهوم التمكين في عمليات التنمية المستدامة، فهو يعنى بتمكين المجتمع في منظومة التنمية العمرانية، وبمعنى آخر إتاحة الفرصة للمجتمع للقيام بدور فعال في جميع مراحل عملية التنمية بكل من الجوانب العمرانية والإدارية والاجتماعية والاقتصادية من حيث اتخاذ القرار، التخطيط، التنفيذ، المتابعة، والتقييم.

وبالتالي يمكن أن نعرفه على أنه: توسيع قدرات الناس وخياراتهم وإكسابهم القدرة على الاختيار المتحرر من الجوع والحرمان وإتاحة الفرصة أمامهم للمشاركة في صنع القرارات التي تمس حياتهم أو الموافقة عليها، وهو أي مقارنة تقدم وسائل أو فرصاً لرفع إمكانيات الأفراد والمؤسسات.

الاقتصاد البيئي: إن عملية تطوير أي مبنى أو فراغ معماري أو عمراني، بالإضافة إلى تأثيراتها البيئية والاجتماعية، تحكمها ضوابط اقتصادية لازمة لإتمام عملية التطوير ضمن كلفة منضبطة وذات مردود جيد. وقد عرّف الاقتصادي البولوني " أوسكار لانكيه " الاقتصاد بأنه: هو الذي يأخذ بعين الاعتبار محدودية الأنظمة وتأمين فرص عادلة من توزيع الموارد المتجددة بين الحاضر والمستقبل، ومحدودية البيئة في تلقي الملوثات لها."

٩-٣- نظام تقييم المباني الـ LEED والـ BREEM

٩-٣-١ - LEED (Leadership in energy and environmental design)

تم تطوير نظام التقييم LEED من قبل هيئة المباني الخضراء الأمريكية (USGBC) منذ عام ١٩٩٤ وهو في تطوير وتحديث مستمر.

وهو نظام معياري وغير ملزم، وأهدافه هي:

١- تعريف المباني الخضراء عن طريق المواصفات القياسية

٢- تعزيز تطبيقات نظام التصميم الشامل

٣- تحفيز وتشجيع الريادة البيئية في صناعة التشييد

٤- تشجيع المنافسة بين أصحاب المشاريع

٥- لفت نظر المجتمع إلى فوائد المباني الخضراء

٦- زيادة الكفاءة الاقتصادية للمباني المستدامة

٧- تقييم أداء المبنى خلال دورة حياته بالكامل.

فوائد شهادات الـ LEED:

الوفر المادي للمالك (تقليل كلفة الصيانة - زيادة القيمة المادية للمبنى - زيادة معدل السكن والاستخدام - زيادة معدلات التأجير نظراً للخدمات البيئية المتوفرة).

٩-٣-١-١ - كيفية الحصول على شهادة LEED للمباني:

تعتمد على مقياس مكوّن من ١٠٠ نقطة بالإضافة إلى ١٠ نقاط إضافية، وتنقسم الشهادات إلى ٤ مستويات:

١- مصدّق certified (٤٩-٤٠) نقطة

٢- الفضي silver (٥٩-٥٠) نقطة

٣- الذهبي gold (٧٩-٦٠) نقطة

٤- البلاتيني platinum (٨٠) نقطة وما فوق

وللحصول على شهادة LEED على المشروع أن يحقق كل من:

١- الحد الأدنى من متطلبات برنامج التقييم

٢- كافة الشروط الإلزامية

٣- تحقيق مجموع النقاط المطلوب لمستوى الشهادة المعايير الأساسية لشهادة LEED.

ويوضح الجدول (٣٤) المعايير والنقاط المطلوبة للحصول على شهادة الـ LEED.

ويوضح الجدول (٣٥) المعايير والنقاط المطلوبة للحصول على شهادة ال LEED للمباني السكنية

ويوضح جدول (٣٦) الاشتراطات والنقاط المعطاة لكل معيار بشكل تفصيلي.

جدول (٣٤) المعايير والنقاط المطلوبة للحصول على شهادة ال LEED

المباني القائمة	تصميم وانشاء المباني	
	النقاط	المجالات
٢٦	٢٦	الموقع المستدام
١٤	١٠	كفاءة استخدام المياه
٣٥	٣٥	الطاقة والغلاف الجوي
١٠	١٤	المواد والمصادر
١٥	١٥	جودة البيئة الداخلية
١٠٠	١٠٠	المجموع
		النقاط الإضافية
٦	٦	الإبداع
٦	٤	الأولوية الجغرافية
١٠	١٠	المجموع
١١٠	١١٠	المجموع الكلي

جدول (٣٥) المعايير والنقاط المطلوبة للحصول على شهادة ال LEED للمباني السكنية

المنازل	
المجالات	النقاط
الموقع المستدام	٢٢
كفاءة استخدام المياه	١٥
الطاقة والغلاف الجوي	٣٨

١٦	المواد والمصادر
٢١	جودة البيئة الداخلية
١١	الإبداع في التصميم
١٠	الموقع والارتباط
٣	التعليم والتوعية
١٣٦	المجموع الكلي

جدول (٣٦) الاشتراطات والنقاط المعطاة لكل معيار بشكل تفصيلي

٢٦	الموقع المستدام	
النقاط	الاشتراط / الاعتماد	الرقم
إلزامي	منع التلوث الناجم عن الأعمال الانشائية	الاشتراط ١
١	اختيار الموقع	الاعتماد ١
٥	الاتصال المجتمعي وتطوير كثافة المبنى	الاعتماد ٢
١	إعادة تطوير الأراضي الصناعية المهجورة	الاعتماد ٣
٦	وسائط النقل البديلة - النقل العام	الاعتماد ١, ٤
١	وسائط النقل البديلة - تخصيص مواقف للدراجات الهوائية	الاعتماد ٢, ٤
٣	وسائط النقل البديلة - المركبات منخفضة الانبعاث والوقود البديل	الاعتماد ٣, ٤
٢	وسائط النقل البديلة - سعة المواقف	الاعتماد ٤, ٤
١	تطوير الموقع: حماية الحياة الطبيعية	الاعتماد ١, ٥
١	تطوير الموقع: زيادة المساحات المفتوحة	الاعتماد ٢, ٥
١	إدارة مياه الأمطار: التحكم الكمي	الاعتماد ١, ٦
١	إدارة مياه الأمطار: التحكم النوعي	الاعتماد ٢, ٦

١	تأثير حرارة الأماكن المطورة: المواقع المكشوفة	الاعتماد ١,٧
١	تأثير حرارة الأماكن المطورة: المواقع المغطاة	الاعتماد ٢,٧
١	التقليل من التلوث الضوئي	الاعتماد ٨

١٠	كفاءة استخدام المياه	
النقاط	الاشتراط / الاعتماد	الرقم
إلزامي	تخفيض استهلاك المياه	الاشتراط ١
٤	كفاءة المياه في المسطحات الخضراء	الاعتماد ١
٢	الابداع التكنولوجي لمياه الصرف الصحي	الاعتماد ٢
٤	تخفيض استهلاك المياه	الاعتماد ٣

٣٥	الطاقة والغلاف الجوي	
النقاط	الاشتراط / الاعتماد	الرقم
إلزامي	التخطيط الأساسي لأنظمة الطاقة في المبنى	الاشتراط ١
إلزامي	الحد الأدنى لأداء الطاقة	الاشتراط ٢
إلزامي	التخطيط الأساسي لإدارة التبريد	الاشتراط ٣
١٩	المستوى الأفضل لأداء الطاقة	الاعتماد ١
٧	الطاقة المتجددة	الاعتماد ٢
٢	تعزيز التشغيل	الاعتماد ٣
٢	تعزيز إدارة التبريد	الاعتماد ٤
٣	القياسات والتدقيق	الاعتماد ٥
٢	الطاقة المستدامة	الاعتماد ٦

١٥	جودة البيئة الداخلية	
النقاط	الاشتراط / الاعتماد	الرقم
إلزامي	الحد الأدنى لأداء جودة الهواء الداخلي	الاشتراط ١
إلزامي	التحكم البيئي في دخان التبغ	الاشتراط ٢
١	مراقبة الهواء الخارجي الداخل للمبنى	الاعتماد ١
١	زيادة التهوية	الاعتماد ٢
٢	خطة إدارة جودة الهواء الداخلي — أثناء الانشاء	الاعتماد ١,٣
١	خطة إدارة جودة الهواء الداخلي — قبل التشغيل	الاعتماد ٢,٣
١	المواد ذات الانبعاثات الضئيلة — الأصماغ وموانع التسرب	الاعتماد ١,٤
١	المواد ذات الانبعاثات الضئيلة — الدهانات المواد التغطية	الاعتماد ٢,٤
١	المواد ذات الانبعاثات الضئيلة — أنظمة الأرضيات	الاعتماد ٣,٤
١	المواد ذات الانبعاثات الضئيلة — المنتجات الخشبية والليفية	الاعتماد ٤,٤
١	التحكم في مصدر الملوثات والكيميائيات الداخلة	الاعتماد ٥
١	الأنظمة القابلة للتحكم — الإنارة	الاعتماد ١,٦

١	الأنظمة القابلة للتحكم - الراحة الحرارية	الاعتماد ٢,٦
١	الراحة الحرارية - التصميم	الاعتماد ١,٧
١	الراحة الحرارية - التدقيق	الاعتماد ٢,٧
١	الإضاءة الطبيعية والرؤية - الإضاءة الطبيعية	الاعتماد ١,٨
١	الإضاءة الطبيعية والرؤية - الرؤية	الاعتماد ٢,٨

١٤	المواد والمصادر	
النقاط	الرقم	الاشتراط / الاعتماد
إلزامي	الاشتراط ١	تخزين وتجميع المواد القابلة للتدوير
٣	الاعتماد ١,١	إعادة استخدام المبنى - الجدران والأرضيات والسقف
١	الاعتماد ١,٢	إعادة استخدام المبنى - العناصر الداخلية غير الانشائية
٢	الاعتماد ٢	إدارة النفايات الانشائية
٢	الاعتماد ٣	إعادة استخدام المواد
٢	الاعتماد ٤	المحتوى المدور
٢	الاعتماد ٥	المواد المحلية
١	الاعتماد ٦	المواد المتجددة سريعاً
١	الاعتماد ٧	الخشب المعتمد

٩-٣-٢ - نظام تقييم المباني البيئية BREEM:

BREEM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method)

أهداف BREEM:

- ١- تخفيف آثار دورة حياة المبنى على البيئة
 - ٢- لكي تصبح المباني معرفة من خلال منافعها البيئية
 - ٣- لتوفير طابع بيئي للمباني
 - ٤- لتحفز الطلب على المباني المستدامة
- ويوضح الجدول (٣٧) المعايير الأساسية المطلوبة للحصول على شهادة الـ BREEM.

جدول (٣٧) المعايير الأساسية المطلوبة للحصول على شهادة الـ BREEM

المياه	الطاقة
استهلاك المياه	التقليل من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون
رصد المياه	رصد الطاقة
منع ارتشاح المياه	كفاءة طاقة الإضاءة الخارجية
كفاءة معدّات المياه	التكنولوجيات منخفضة أو خالية الكربون
النفايات	كفاءة طاقة التخزين البارد
إدارة نفايات البناء	كفاءة نظام طاقة النقل
الركام المعاد تدويرها	نظم اختبار كفاءة الطاقة
تشغيل النفايات	المعدات الموفرة للطاقة
	تخفيف الفراغ

النقل	المواد
مدى توفر النقل العام	التأثير على دورة الحياة
القرب من وسائل الراحة	الحفاظ على المناظر الطبيعية وحماية الحدود
وسائل الراحة المؤمنة لراكبي الدراجات	تحديد المصدر المسؤول للمواد
أكبر سعة لمواقف السيارات	العزل
خطة السفر	متانة التصميم
استعمال الأرض وعلم البيئة	التلوث
اختيار الموقع	تأثير المبردات
القيمة البيئية للموقع / حماية العناصر البيئية	انبعاثات الـ CO ₂ من مصادر التدفئة والتبريد
تخفيف التصادم البيئي	نفاذ المياه السطحية
تحسين بيئة الموقع	الحد من التلوث الضوئي في الليل
التأثير على المدى الطويل على التنوع الحيوي	تخفيف الضجة

الصحة والعافية	الادارة
الراحة البصرية	المعطيات المستدامة
جودة الهواء الداخلي	ممارسات البناء المسؤول
الراحة الحرارية	تأثير انشاء الموقع
جودة المياه	مشاركة أصحاب الشأن
الأداء الصوتي	التخطيط وحساب التكاليف
الحماية والأمان	الابتكار

٩-٤- أمثلة عالمية لمباني بيئية مستدامة

٩-٤-١- برج (Conde Nast):

وهو بناء مكون من ٤٨ طابق في ساحة التايمز في نيويورك، وهو مصمم بواسطة المعماريين Fox، Fowle architects (فوكس وفول)، شكل (١٠٣).

يعد هذا المبنى أحد الأمثلة المبكرة التي طبقت العمارة المستدامة الخضراء في مبنى حضري كبير وقد استعملت فيه تقريباً جميع التقنيات التي يمكن تخيلها لتوفير الطاقة، فقد استخدم في المبنى نوعية خاصة من الزجاج تسمح بدخول أشعة الشمس الطبيعية وتبقى الحرارة والأشعة البنفسجية خارج المبنى و تقلل من فقدان الحرارة الداخلية أثناء الشتاء.

وهناك أيضاً خليتان تعملان على وقود الغاز الطبيعي تزودان المبنى ب (٤٠٠) كيلو واط من الطاقة وهو ما يكفي لتغذية المبنى بكل كمية الكهرباء التي يحتاجها ليلاً بالإضافة الى (٥٠%) من كمية الكهرباء التي يحتاجها نهاراً أما عادم الماء الحار فقد أنتج بواسطة خلايا الوقود المستخدمة للمساعدة على تسخين المبنى وتزويده بالماء الحار.

بينما وضعت أنظمة التبريد والتكييف على السقف كمولد غاز أكثر من كونها مولد كهربائي، وهذا يخفض من فقدان الطاقة المرتبط بنقل الطاقة الكهربائية.

كما ان لوحات (phatoro panels) الموجودة على المبنى من الخارج تزوده بطاقة إضافية تصل الى (١٥) كيلو واط وداخل المبنى تتحكم حساسات الحركة بالمرآح و الإضاءة في المناطق قليلة الاستعمال مثل التحكم في الإضاءة بمنطقة السلام.

أما إشارات الخروج فهي مضاءة بثنائيات خفيفة منخفضة لاستهلاك الطاقة و النتيجة النهائية هي ان المبنى يستهلك اقل بنسبة (٣٠-٤٠ %) مقارنة باني مبنى تقليدي مماثل.



شكل (١٠٣) مبنى برج (conde nast)

٩-٤-٢- المبنى المستدام لعام ٢٠١٥ BULLIT CENTER (مركز بوليت):

مبنى تجاري تقع في ولاية واشنطن في الولايات المتحدة الأمريكية، يولد طاقة كهربائية عن طريق سلسلة من الألواح الطاقة الشمسية في سطح المبنى بما يعادل ٨٣% من الاستهلاك الكلي للتيار الكهربائي سنوياً. وهو المبنى الأكثر استدامة لعام ٢٠١٥ حسب لجنة LEED بما يقابل ٢٣٠,٠٠٠ كيلوواط ساعي سنوياً، شكل (١٠٤).



شكل (١٠٤) مبنى BULLIT CENTER

٩-٤-٣- مبنى كريستال:

عملاق الإلكترونيات سيمنس SEIMENCE يفتح واحداً من أكثر المباني المتقدمة والصديقة للبيئة في العالم، تم بناؤه على بعد مسافة صغيرة من الحديقة الأولمبية في لندن لتستخدم جدرانه المصنوعة من الزجاج والكريستال كشاشات للعرض، شكل (١٠٥).

كريستال هو مبنى يعمل بالطاقة الكهربائية التي يتم توليدها عن طريق الطاقة الشمسية ومضخات الحرارة الأرضية، المبنى يحتوي أيضاً على بطارية عملاقة تقوم بحفظ الطاقة وتخزينها واستخدامها عند الحاجة. المهندسة المعمارية هاتي هارتمان: “لقد تم بناء أوتاد الطاقة وهي على بعد مئة وخمسين متراً تحت سطح الأرض، مهمتها الاستفادة من الفرق بين درجة الحرارة في المبنى ودرجة الحرارة داخل الأرض في كل موسم على حده.”



شكل (١٠٥) مبنى كريستال

٩-٤-٤-٤: برج (THE SWISS RE TOWER):



شكل (١٠٦) مبنى برج THE SWISS RE TOWER

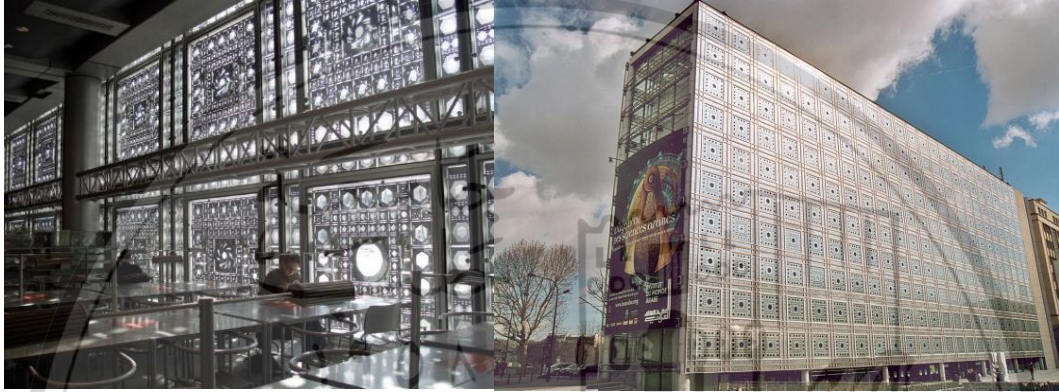
يقع البرج في مدينة لندن وهو المصمم بواسطة المعماري نورمان فوستر وشركاه، إن الشيء الرائع في هذا المبنى ليس شكله المعماري الجميل ولكن كفاءته العالية في استهلاك الطاقة، فتصميمه المبدع والخالق يحقق وفراً متوقعاً في استهلاك الطاقة يصل إلى (٥٠%) من إجمالي الطاقة الذي تستهلكه بناية تقليدية مماثلة. ويتجلى غنى المبنى بمزايا توفير الطاقة في استعمال الإضاءة والتهوية الطبيعية كل ما أمكن ذلك.

وتتكون واجهة المبنى من طبقتين من الزجاج (الخارجية منها عبارة عن زجاج مزدوج)، والطبقتان تحيطان بتجويف متهوى بالستائر الموجهة بالحاسب الآلي، شكل (١٠٦).

٩-٤-٥- معهد العالم العربي في باريس:

تم تنفيذ المبنى في عام ١٩٨٠ وهو عبارة عن مركز ثقافي يقع على ضفاف نهر السين بفرنسا.

تم تصميم نموذج شباك المبني بفكرة (المشربية) التي تراعي إمكانية تصغير وتكبير فتحاتها بحيث تسمح بدخول الضوء بطريقة تحكم ميكانيكية مرتبطة بشدة السطوع خارج المبني حيث تحتوي وحدة الشباك على خلايا تشبه تماما عدسات كاميرات التصوير الفوتوغرافي بمقاسات مختلفة يتم التحكم فيها اوتوماتيكيا والكثرونيا بهدف تثبيت كمية الضوء النافذ داخل الفراغ، شكل (١٠٧).

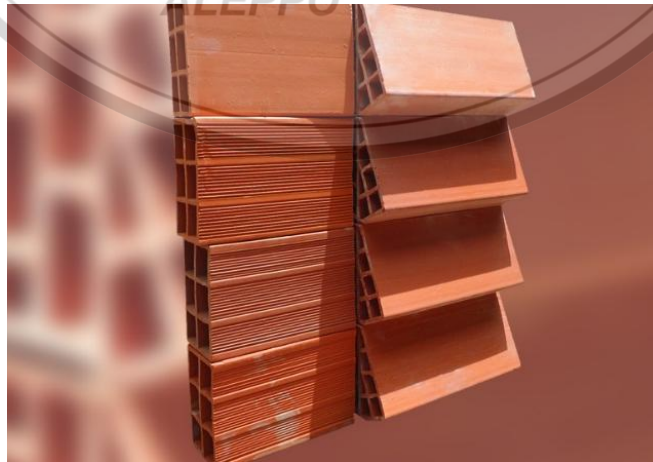


شكل (١٠٧) مبني معهد العالم العربي بباريس

٩-٤-٦- أمثلة عن مواد بناء حديثة

٩-٤-٦-١- قرميد ذاتي التبريد

القرميد ذاتي التبريد هو عبارة عن قطع طوب قرميدي معدة للبناء، ذات مقطع غير منتظم يسمح بتخفيف كمية الحرارة التي يكتسبها المبني، شكله غير المتناظر مكوّن من مستطيل ومثلث غير منتظم شكل (١٠٨).

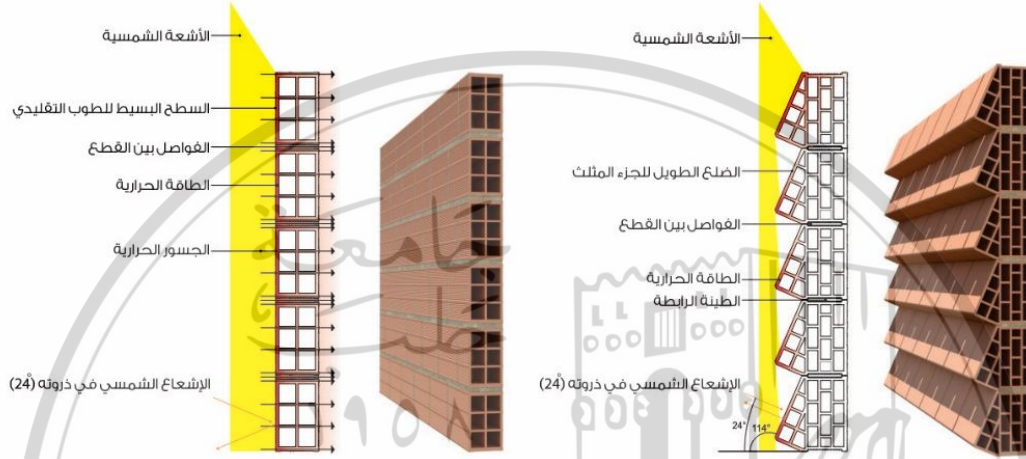


شكل (١٠٨)

آلية التبريد الذاتي ضمن القرميد:

١ - التظليل الذاتي:

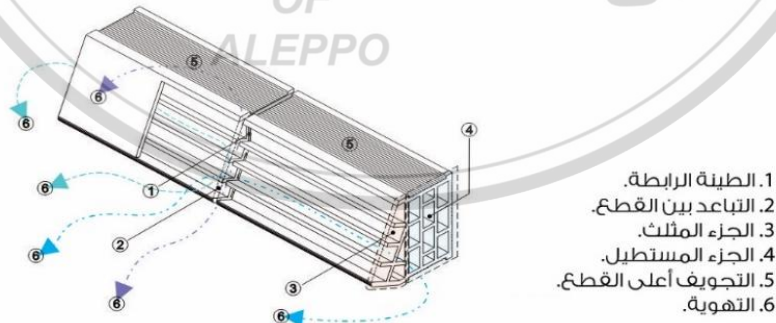
يميل الضلع الخارجي للمثلث غير المنتظم من الخارج بزاوية 114° ، بعكس زاوية الإشعاع الشمسي في ذروته 24° ، (شكل ١٠٩).



شكل (١٠٩) المقارنة في سقوط أشعة الشمس على الجدار القرميدي التقليدي والحديث

٢ - فراغات تسمح بمرور التيارات الهوائية:

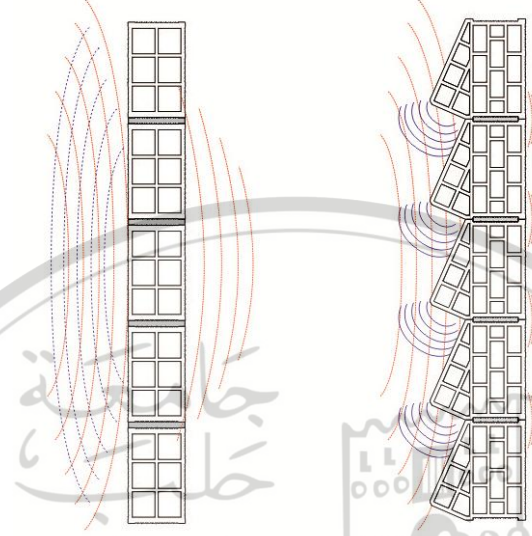
إن التباعد بين قطع القرميد بالإضافة للقنوات التي تشكل المثلث غير المنتظم هي التي تسمح بمرور التهوية عبر الطوب لتشتت الحرارة المخزنة وتقلل من الحرارة المنتقلة إلى داخل المبنى، شكل (١١٠).



شكل (١١٠) مقطع يوضح تصميم قطعة القرميد الحديثة

الأسطح البسيطة لقطع القرميد التقليدي تمتص الضجيج وتسمح بانتقاله عبر كامل الجدار، ثم تعكسه على سطحها الخارجي والداخلي. بينما الشكل غير المنتظم لقطع القرميد

الحديث يعمل كمخفض للضجيج، كاسراً الموجات الصوتية المستمرة ومخففاً كمية الصوت المنعكسة في داخل وخارج المبنى، شكل (١١١).



شكل (١١١) مقارنة بين امتصاص الصوت ما بين جدار القرميد التقليدي والحديث

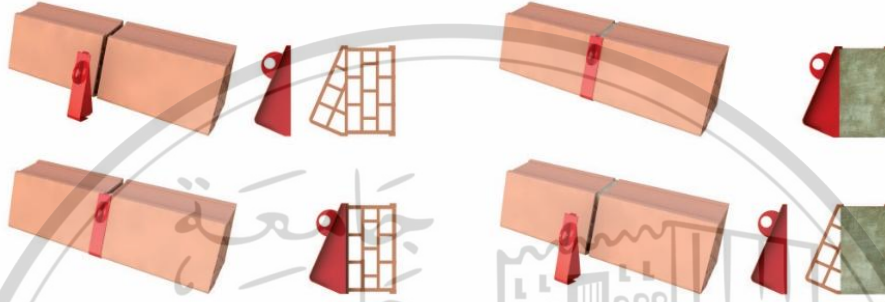
بناء الجدران باستخدام الطوب التقليدي يعطي سطوحاً ثنائية الأبعاد بحاجة للإتهاء، بينما تسمح قطع القرميد الحديث بعدد كبير من خيارات التراكب لتعطي أشكالاً متعددة ثلاثية الأبعاد، فهي تعطي حرية التعبير معمارياً وتخلق نوعاً من الوعي الجمالي على مستوى المنطقة، شكل (١١٢).



شكل (١١٢) إمكانية تكوين الجدار باستخدام قطع القرميد الحديث بكل سلاسة وبشكل متنوع

إن للجزء المستطيل في قطع القرميد الحديث نفس مقاسات قطع الطوب التقليدي مما يسهل عملية دمج القطع الجديدة مع التقليدية عند البناء.

أما عملية التركيب فهي مماثلة تماماً لعملية تركيب القطع التقليدية بالإضافة لاستخدام مفاصل تسمح بضبط توضع القطع وتحجز الطينة الإسمنتية الرابطة ضمن الجزء المستطيل لتحافظ على قنوات الجزء المثلث نظيفة تماماً. فهي توحد الفراغات بين قطع الطوب بحيث يؤدي الجزء المثلث عمله متحرراً من المادة اللاصقة، شكل (١١٣).



شكل (١١٣) استخدام المفاصل بين قطع القرميد الحديث

للكثير من الواجهات المبنية بقطع الطوب التقليدي جدران غير مكتملة بسبب أسطحها البسيطة التي تكشف الطينة الاسمنتية بينها وتترك الفضلات وتسبب الهدر أثناء التركيب وتضر بالإتجاهات. كما تتفاعل بشكل سيئ مع البيئة المحيطة. بينما لقطع القرميد الحديث تجويف في أعلى كل منها لحجز الطينة الإسمنتية بحيث تكون كمية الطينة متماثلة لكل قطعة. هذا ما يمنع الهدر ويوفر في كمية المواد أثناء التركيب. فإخفاء الطينة الإسمنتية والتلاعب بتراكب القطع أثناء التركيب يضيف مزيداً من الجمالية على الواجهات ويساهم في تجميل المحيط، شكل (١١٤).



شكل (١١٤) مقارنة بين جمالية سطح الجدار القرميدي التقليدي وبين سطح الجدار القرميدي الحديث

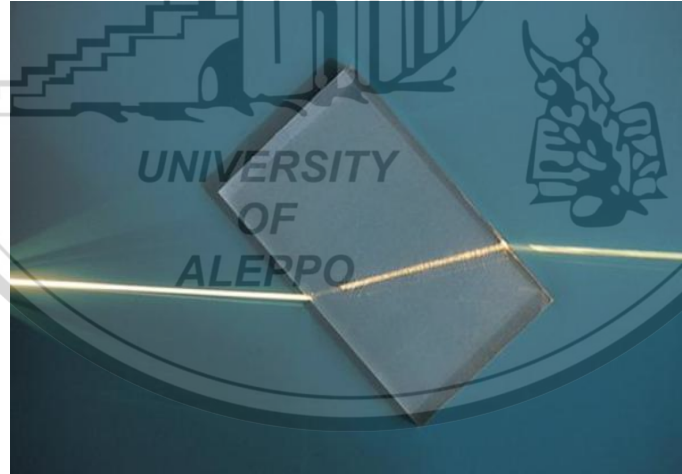
٩-٤-٦-٢- زجاج لتوليد الطاقة الكهربائية

حديثاً تم تطوير زجاج نوافذ قادر على توليد الطاقة الكهربائية، حيث تكمن الفكرة بوضع مكثف شمسي لامع وشفاف يمكن وضعه على النافذة أو على سطح شفاف آخر، شكل (١١٥).



شكل (١١٥) توليد الطاقة الكهربائية من انعكاس الضوء على الزجاج باستخدام مكثف شمسي

يستطيع المكثف حصد الطاقة الشمسية دون التأثير على شفافية السطح للضوء، وتستخدم هذه التكنولوجيا جزيئات عضوية قادرة على امتصاص الأمواج الضوئية ذات الأطوال غير المرئية للعين المجردة مثل الأشعة تحت الحمراء والفوق البنفسجية، شكل (١١٦).



شكل (١١٦) عدم تأثير المكثف على شفافية السطح للضوء

سيستفاد من هذا التطور بالشكل الأكبر بتطبيقه على واجهات المباني، بما أن مساحة الواجهات العمودية للمباني أكبر من مساحة أسطحها، خاصة في الأبراج الزجاجية،

حينها سيصبح حصد الطاقة الشمسية أكثر جمالاً وفعاليةً وبدون تقديم تنازلات على مستوى التصميم المعماري، شكل (١١٧).



شكل (١١٧) إمكانية تطبيق تقنية الزجاج الحديث في الأبراج المرتفعة

هذا الاختراع سيفتح أمام المعمارين الكثير من الأبواب فيما يتعلق باستغلال الطاقة الشمسية لزيادة فعالية المبنى، خاصة أن استخدامها لا يؤثر على أي من القرارات التصميمية المتعلقة بالشكل الخارجي للمبنى.

٩-٤-٦-٣- زجاج نفوذ للضوء حاجب للحرارة

تمكن باحثون من تصنيع زجاج "ذكي" يمكنه أن يمنع حرارة الشمس من اختراقه ساحماً لأشعتها فقط بالدخول بشكل تام أو جزئي حسب الرغبة، حيث يتم إضافة بلورات من أكسيد الأنديوم إلى الزجاج، مهمتها جعل الزجاج "ذكياً"، يتم طلاء الطبقة السطحية من الزجاج بهذه البلورات، بهدف التلاعب بالضوء المار خلال الزجاج. على عكس التقنيات السابقة، يقدم هذا الطلاء الحديد تحكم أمثل بالضوء المرئي و الضوء تحت الأحمر المسبب للحرارة.

تتلخص فكرة الزجاج الذكي بمنع مرور الأشعة تحت الحمراء دون المساس بالأشعة المرئية. تعتمد هذه الفكرة على فعل الفصل الكهربائي electrochromic effect، حيث تنقلب المادة بمقدار صغير من الكهرباء، من مادة نفوذة للأشعة تحت الحمراء، إلى مادة مانعة لمرورها، شكل (١١٨).



شكل (١١٨) السماح للأشعة الشمسية بالنفوذ من الجدار لداخل الكتلة ومنع حرارتها من اختراقه
إن منع دخول الأشعة تحت الحمراء لداخل المنازل هو المطلوب، حيث أنه سوف يعطي اضاءة طبيعية للمنزل دون حرارة إضافية، تخفيف استهلاك الطاقة لتبريد المنزل، تخفيف الحاجة لصرف الطاقة على الاضاءة المنزلية، ويمكن أيضا جعل الزجاج أسود اللون، بحيث يمنع من دخول الأشعة المرئية و تحت الأحمر معا، أو حتى جعل الزجاج يدخلهما معاً.

الملحق

١- الجداول الملحقة:

جدول (٣) القيم العظمى المسموح بها لمعامل انتقال الحرارة الكلي لعناصر البناء

العنصر الانشائي	معامل الانتقال الحراري الكلي الأعظمي ($w/m^2.k$)
السقف الأخير	Uroof ٠,٥
الجدران الخارجية بدون فتحات	Uow ٠,٨
الفتحات الزجاجية عندما تكون:	Uwin ٥,٢
$A_{win} \leq 0.2 A_{facade}$	
الفتحات الزجاجية عندما تكون:	Uwin ٣,٥
$A_{win} > 0.2 A_{facade}$	
الواجهات الخارجية شاملة جميع الفتحات	Ufacade ١,٥
الأرضيات الملاصقة للتربة	UG ١
الأرضيات ما بين الطوابق	UF ١
الأرضيات المكشوفة	UF ٠,٥
حيث: Afacade: مساحة الواجهة	
Awin: مساحة النوافذ والأبواب	

جدول (٤) قيم المقاومة الحرارية السطحية الداخلية

المقاومة الحرارية للسطح الداخلي (م ٢. كلفن / واط)	اتجاه انتقال الحرارة		
	أفقي	إلى الأسفل	إلى الأعلى
	٠,١٣	٠,١٧	٠,١

المقاومات الحرارية للسطوح الداخلية لعناصر البناء معطاة بدلالة اتجاه تدفق الحرارة وذلك من أجل سطح داخلي ذو انبعاثية ($\epsilon \geq 0.9$)

جدول (٥) قيم المقاومة الحرارية السطحية الخارجية

سرعة الرياح (م/ثا)	المقاومة الحرارية للسطح الخارجي (م ٢. كلفن / واط)
١	٠,٠٨
٢	٠,٠٦
٣	٠,٠٥
٤	٠,٠٤
٥	٠,٠٤
٧	٠,٠٣
١٠	٠,٠٢

المقاومات الحرارية للسطوح الخارجية معطاة لكل من الأسقف والجدران وذلك من أجل سطح خارجي ذو انبعاثية ($\epsilon \geq 0.9$) وعند سرعات رياح مختلفة

جدول (٦) قيم المقاومة الحرارية للفراغات الهوائية

سمائة طبقة الهواء (مم)	اتجاه انتقال الحرارة		
	أفقي	أسفل	أعلى
٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠
٥	٠,١١	٠,١١	٠,١١

٧	٠,١٣	٠,١٣	٠,١٣
١٠	٠,١٥	٠,١٥	٠,١٥
١٥	٠,١٧	٠,١٧	٠,١٦
٢٥	٠,١٨	٠,١٩	٠,١٦
٥٠	٠,١٨	٠,٢١	٠,١٦
١٠٠	٠,١٨	٠,٢٢	٠,١٦
٣٠٠	٠,١٨	٠,٢٣	٠,١٦

تتناسب المقاومة الحرارية للفراغات الهوائية مع نوع مادة السطوح المحيطة بالفراغ، وعرض الفراغ واتجاه تدفق الحرارة من خلاله.

وبشكل عام فإن المقاومة الحرارية للفراغ الهوائي الرأسي تزداد بزيادة عرض الفراغ حتى تصل إلى قيمتها القصوى عند عرض يعادل (٢٠) ملليمتر تقريباً، أما الفراغ الهوائي الأفقي فإن مقاومته للتدفق الحراري الهابط أعلى من مقاومته للتدفق الحراري الصاعد، كما تزداد المقاومة الحرارية للفراغ إذا كانت سطوحه ذات ابتعائية منخفضة كأن تغلف أحد سطوحه بورق الألمنيوم مثلاً.

وتعتبر الفراغات المهوأة ذات مقاومة حرارية تقل عن تلك التي تمتاز بها الفراغات المغلقة، لذلك تستعمل الفراغات الهوائية المغلقة لرفع كفاءة العزل الحراري للعناصر الإنشائية التي تحتويها لتقليل فقدان الحرارة، أما الفراغات المهوأة فتستعمل في المناطق الحارة لتقليل الحرارة المنتقلة إلى الداخل بالتوصيل وبخاصة في الأبنية غير المكيفة، وقيمة المقاومة الحرارية للفراغات غير المهوأة معطاة بدلالة اتجاه تدفق الحرارة حيث السطحين الداخليين المتقابلين لهما ابتعائية $(\epsilon \geq 0.8)$.

جدول (٧) قيم معامل الانتقال الحراري الكلي للنوافذ والأبواب

نمط تركيب ألواح الزجاج	معامل انتقال الحرارة الكلي للنفاذه (Uwin) (W/(m ² .K))								
	معامل انتقال الحرارة الكلي للإطار (Uf) (W/(m ² .K))								
	معامل انتقال الحرارة الكلي للزجاج (Ug) (W/(m ² .K))								
أحادي	١	١,٤	١,٨	٢,٢	٢,٦	٣	٣,٤	٣,٨	٧
مضاعف	٥,٧	٤,٣	٤,٤	٤,٥	٤,٦	٤,٨	٤,٩	٥,١	٦,١
	٣,٣	٢,٧	٢,٨	٢,٩	٣,١	٣,٢	٣,٤	٣,٥	٣,٦
	٣,١	٢,٦	٢,٧	٢,٨	٢,٩	٣,١	٣,٢	٣,٣	٣,٥
	٢,٩	٢,٤	٢,٥	٢,٧	٢,٨	٣	٣,١	٣,٢	٣,٣
	٢,٧	٢,٣	٢,٤	٢,٥	٢,٦	٢,٨	٢,٩	٣,١	٣,٢
	٢,٥	٢,٢	٢,٣	٢,٤	٢,٦	٢,٧	٢,٨	٣	٣,١
	٢,٣	٢,١	٢,٢	٢,٣	٢,٤	٢,٦	٢,٧	٢,٨	٢,٩
	٢,١	١,٩	٢	٢,٢	٢,٣	٢,٤	٢,٦	٢,٧	٢,٨
	١,٩	١,٨	١,٩	٢	٢,١	٢,٣	٢,٤	٢,٥	٢,٧
	١,٧	١,٦	١,٨	١,٩	٢	٢,٢	٢,٣	٢,٤	٢,٥
	١,٥	١,٥	١,٦	١,٧	٢	٢,١	٢,٣	٢,٤	٢,٥
	١,٣	١,٤	١,٥	١,٦	١,٧	١,٩	٢	٢,١	٢,٢
	١,١	١,٢	١,٣	١,٥	١,٦	١,٧	١,٩	٢	٢,١
	١,١	١,٢	١,٣	١,٥	١,٦	١,٧	١,٩	٢	٢,١

هذه القيم تؤخذ في حالة مساحة الإطار تشكل ٣٠ % من المساحة الكلية للنفاذه، يمكن الاعتماد على هذه القيم في الحسابات عند عدم توفر قيم مخبرية معتمدة .

جدول (٨) قيم معامل الانتقال الحراري الكلي للنوافذ والأبواب

نمط تركيب ألواح الزجاج	معامل انتقال الحرارة الكلي للنفاذه (Uwin) (W/(m ² .K))								
	معامل انتقال الحرارة الكلي للإطار (Uf) (W/(m ² .K))								
	معامل انتقال الحرارة الكلي للزجاج (Ug) (W/(m ² .K))								
أحادي	١	١,٤	١,٨	٢,٢	٢,٦	٣	٣,٤	٣,٨	٧
مضاعف	٥,٧	٤,٨	٤,٨	٤,٩	٥	٥,١	٥,٢	٥,٣	٥,٩
	٣,٣	٢,٩	٣	٣,١	٣,٢	٣,٣	٣,٤	٣,٥	٤
	٣,١	٢,٨	٢,٨	٢,٩	٣	٣,١	٣,٢	٣,٣	٣,٤
	٢,٩	٢,٦	٢,٧	٢,٨	٢,٨	٣	٣	٣,١	٣,٢
	٢,٧	٢,٤	٢,٥	٢,٦	٢,٧	٢,٨	٢,٩	٣	٣,١
	٢,٥	٢,٣	٢,٤	٢,٥	٢,٦	٢,٧	٢,٨	٢,٩	٣
	٢,٣	٢,١	٢,٢	٢,٣	٢,٤	٢,٥	٢,٦	٢,٧	٢,٨
	٢,١	٢	٢,١	٢,٢	٢,٢	٢,٣	٢,٤	٢,٥	٢,٦
	١,٩	١,٨	١,٩	٢	٢,١	٢,٢	٢,٣	٢,٤	٢,٥
	١,٧	١,٧	١,٨	١,٩	٢	٢,١	٢,٢	٢,٣	٢,٤
	١,٥	١,٥	١,٦	١,٧	١,٨	١,٩	٢	٢,١	٢,٢
	١,٣	١,٤	١,٥	١,٦	١,٧	١,٨	١,٩	٢	٢,١
	١,١	١,٢	١,٣	١,٤	١,٥	١,٦	١,٧	١,٨	١,٩
	١,١	١,٢	١,٣	١,٤	١,٥	١,٦	١,٧	١,٨	١,٩

هذه القيم تؤخذ في حالة مساحة الاطار تشكل ٢٠ % من المساحة الكلية للنفاذه، يمكن الاعتماد على هذه القيم في الحسابات عند عدم توفر قيم مخبرية معتمدة .

جدول (٩) قيم معامل الانتقال الحراري الكلي للزجاج

معامل انتقال الحرارة الكلي للزجاج (Ug) (W/m ² .K)					مواصفات الألواح الزجاجية			
نوع الغاز بين ألواح الزجاج					الأبعاد (مم)	الانبعاثية	ألواح الزجاج	النوع
SF ₆	كربيتون	أرغون	هواء					
٣	٢,٨	٣	٣,٣	٤-٦-٤	٠,٨٩	زجاج عادي (غير مطلي)	زجاج مضاعف	
٣,١	٢,٦	٢,٨	٣	٤-٩-٤				
٣,١	٢,٦	٢,٧	٢,٩	٤-١٢-٤				
٣,١	٢,٦	٢,٦	٢,٧	٤-١٥-٤				
٣,١	٢,٦	٢,٦	٢,٧	٤-٢٠-٤				
٢,٦	٢,٢	٢,٦	٢,٩	٤-٦-٤	≤٠,٤	أحد الألواح المطلي		
٢,٧	٢	٢,٣	٢,٦	٤-٩-٤	≤٠,٢			
٢,٧	٢	٢,١	٢,٤	٤-١٢-٤				
٢,٧	٢	٢	٢,٢	٤-١٥-٤				
٢,٧	٢	٢	٢,٢	٤-٢٠-٤				
٢,٣	١,٩	٢,٣	٢,٧	٤-٦-٤				
٢,٧	٢	٢,٣	٢,٦	٤-٩-٤				
٢,٤	١,٥	١,٧	١,٩	٤-١٢-٤				
٢,٥	١,٦	١,٦	١,٨	٤-١٥-٤				
٢,٥	١,٦	١,٧	١,٨	٤-٢٠-٤				
٢,١	١,٧	٢,٢	٢,٦	٤-٦-٤		≤٠,١		
٢,٢	١,٣	١,٧	٢,١	٤-٩-٤				
٢,٣	١,٣	١,٥	١,٨	٤-١٢-٤				
٢,٣	١,٣	١,٤	١,٦	٤-١٥-٤				
٢,٣	١,٣	١,٤	١,٦	٤-٢٠-٤				
٢	١,٥	٢,١	٢,٥	٤-٦-٤	≤٠,٠٥			
٢,١	١,٣	١,٦	٢	٤-٩-٤				
٢,٢	١,١	١,٣	١,٧	٤-١٢-٤				
٢,٢	١,١	١,٢	١,٥	٤-١٥-٤				
٢,٢	١,٢	١,٢	١,٥	٤-١٥-٤				
تؤخذ هذه القيم عندما يكون تركيز الغاز ≤ ٩٠ % ، يمكن الاعتماد على هذه القيم في الحسابات عند عدم توفر قيم مخبرية معتمدة								

تتمة جدول (١٠) معامل التوصيل الحراري لبعض المواد
(قيم استرشادية مخبرية لحين توفر قيم محلية معتمدة)

٠,٣	١٢٥٠	حصى سيل (Wadi Gravel) (mm ١٩-١٠)	رمل ناعم وخشن
١,٧٣	٢٦٠٠	دولوميت (Dolomite)	
٠,٨٥	-	صهارة بركانية (لافا)	
٠,٠٩	٤٨٠	خفاف (Pumice)	
٠,١٦	٤٠٠	الغضار المشوي الممدد (Foamed Clay)	
٠,١١	٥٦٠	خبث الأفران (Blast Furnace Slag)	
٠,١٣	٦٤٠	خبث الأفران الممدد (Foamed Slag)	
٠,١٤	٤٥٠	دياتوميت (Diatomite)	رمل ناعم
معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)	الكثافة (ρ) (kg/m ^٣)	المادة	
١,٤	١٩٠٠	حصى مفكك رطب	
١,٤	١٨٠٠	رملية مفككة رطبة	
٠,٧	١٣٠٠	رملية مفككة جافة	
١,٥	-	غضارية (Clay)	
١,٢	-	رملية غضارية (Loam)	
١,١٦	٦٠٠	تربة غضارية قابلة للانتفاخ (Expansive Clay)	خرسانة
١,٨٥	٢٤٠٠	خرسانة إنشائية (رمل عادي، رمل خفيف)	
١,٧٥	٢٣٠٠		
١,٤٨	٢٢٠٠		
١,١٧	٢٠٠٠		
٠,٨٩	١٨٠٠		
٠,٦٨	١٦٠٠		
٠,٥٦	١٤٠٠		
		خرسانة خفيفة	١

٠,٤	١٢٠٠	خرسانة رمل خفيف أو معالج صناعيا	مونة وطينة
٠,٣	١٠٠٠		
٠,٢٥	٨٠٠		
٠,٢	٦٠٠	خرسانة رغوية وخلوية معالجة بالبخار	
٠,١٦	٥٠٠		
٠,١٢	٤٠٠		
٠,٧٢	١٨٥٠	ملاط (طينة) اسمنتي	
٠,٥٣	١٥٧٠		
٠,٤٨	١٤٤٠	ملاط (طينة) اسمنتي كلسي	
٠,٤٦	١٢٨٠	ملاط (طينة) جبسي	
٠,٣٨	١١٢٠		
٠,١٩	٦١٠	ملاط (طينة) بيرلايني	
٠,٠٨	٤٠٠		
٠,٢٥	٨٨٠	ملاط (طينة) اسمنتي رغوي	

المادة	الكثافة (ρ) (kg/m ³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
ملاط (طينة) فيرميكولائيتي	٩٦٠	٠,٣
	٨٠٠	٠,٢٦
	٦٤٠	٠,٢
	٤٨٠	٠,١٤
	٢٢٠٠	١,٤
مونة اسمنتية	١٨٨٠	٠,٥٤
	١٧٢٠	٠,٣٢
طوب (بلوك) اسمنتي عادي		

المادة		الكثافة (ρ) (kg/m ^٣)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
طوب (آجر)		١٤٠٠	٠,٦
مصمت		١٩٠٠	١,٢
مفرغ		١٦٠٠	١
		١٤٠٠	٠,٩
		١٢٠٠	٠,٧٧
		١٠٠٠	٠,٦٥
		١٤٠٠	٠,٩٥
طوب (بلوك) إسمنتي خفيف (رمل خفيف)			
مصمت		١٦٠٠	٠,٧٩
		١٤٠٠	٠,٦٤
		١٢٠٠	٠,٥٢
		١٠٠٠	٠,٤٧
		١٦٠٠	٠,٥٦
مفرغ		١٤٠٠	٠,٤٩
		٧٨٠	٠,٤١
طوب (بلوك) اسمنتي خفيف (خلوي معالج بالبخار)		٦٤٠	٠,٣٨
		٤٧٠	٠,٣٣
		طوب (آجر) غضاري مشوي للواجهات	
مصمت		١٩٠٠	١,٠٥
		١٧٠٠	٠,٧٩
طوب (آجر) غضاري مشوي للبناء			
مصمت		١٨٠٠	٠,٧٩
		١٤٠٠	٠,٦
		١٢٠٠	٠,٥٢

طوب (آجر) غضاري مشوي

٠,٥٢	١٢٠٠	طوب (آجر) غضاري مشوي خفيف	غضاري مشوي
٠,٤٧	١٠٠٠		
٠,٤٧	١٠٠٠		
٠,٤١	٨٠٠		
٠,٣٨	٧٠٠		
٠,٣٥	٦٠٠		
طوب (بلوك) رملي كلسي			طوب (بلوك) رملي كلسي
١,١	٢٠٠٠	مصمت	
٠,٩٩	١٨٠٠		
٠,٧٩	١٦٠٠		
٠,٧٩	١٦٠٠	متقرب	
٠,٧	١٤٠٠		
٠,٤٤	١١٠٠		طوب (بلوك) زجاجي مفرغ (سماكة ٨٠ مم)
١,١	٢٠٠٠	طوب (بلوك) رملي راتنجي (Sand/Epoxy Resin)	طوب (بلوك) (أنواع أخرى)
طوب (آجر) حراري (ناري)			
ألومينا			
٠,٢٩	٧٢٠	(٥٠٠ °س)	
٠,٣٤	٧٢٠	(١٠٠٠ °س)	
ديأتومايت			
٠,١٨	٧٢٠	(٥٠٠ °س)	
٠,٢١	٧٢٠	(١٠٠٠ °س)	
٠,١٣	٤٨٠	(٥٠٠ °س)	
٠,١٤	٤٨٠	(١٠٠٠ °س)	
سيليسي			
١,٣	١٩٠٠	(٥٠٠ °س)	
١,٤	١٩٠٠	(١٠٠٠ °س)	
فير ميكبولاييتي			
٠,٢٦	٧٠٠	(٥٠٠ °س)	
٠,٢٩	٧٠٠	(١٠٠٠ °س)	
معامل التوصيل الحراري		المادة	الكثافة (p)

(λ) (W/m.K)	(kg/m ^٣)		بلاط وأرضيات
١,١	٢١٠٠	بلاط اسمنتي	
١,٦	٢٤٥٠	بلاط بحصة	
٠,٨٥	١٩٠٠	بلاط غضاري مشوي	
٠,٧٩	١٨٠٠	بلاط قرميد	
١,٠٥	١٩٠٠	بلاط سيراميكي موزاييك (موزال)	
٠,٤	١٦٠٠	بلاط اسمنتي اسبستي	
٠,٢٣	١٥٠٠	بلاط متعدد كلوريد الفينيل (غرانيت أو رخام صناعي)	
٠,٣٥	١٧٥٠	بلاط راتنجي لدائني	
١,١	٢٠٠٠	بلاط راتنجي مع رمل	
٠,٥	١٨٠٠	بلاط مطاطي	
٠,٣	١٦٠٠		
٠,١٧	١٠٠٠	اللينوليوم	
٠,٠٨	٧٠٠	اللينوليوم الفليني (السجاد(موكيت)	
٠,١٢	٤٠٠	مع طبقة سفلية مطاطية	
٠,٠٧	٢٧٠	مع طبقة سفلية ليفية	
		أرضيات الألواح الخشبية	
٠,١٤	(٦٠٠)	الصنوبر (Pine)	
٠,٢١	(٨٠٠)	البلوط (Oak)	
٠,٢	(٧٠٠)	الساج (Teak)	
١,٥	٢٠٠٠	رصفة الدبش	
١,٤	٢٢٠٠	رصفة اسمنتية	

المادة	الكثافة (p)	معامل التوصيل الحراري
(kg/m ³)	(λ) (W/m.K)	
ألواح جبس	١٠٠٠	٠,٢١
ألواح جبس مقوى بالكرتون	٩٥٠	٠,١٦
ألواح الخشب المعاكس (Plywood-board)	٩٥٠	٠,١٨
	٨٠٠	٠,١٧
	٦٠٠	٠,١٤
ألواح شطايا خشبية مضغوطة (Chip board)	٨٠٠	٠,١٥
ألواح الخشب الليفي (Fiber board)		
القاسي	(١٠٠٠)	٠,١٧
المتوسط	(٤٠٠)	٠,٠٦٥
الطري	(٣٠٠)	٠,٠٥٨
ألواح مخلفات الخشب مع مواد بوليميرية والاسمنت	٥٠٠	٠,٠٩
ألواح الصوف الخشبي (Wood Wool)	٦٠٠	٠,١١
ألواح زجاج الشبائيك	٢٥٠٠	١,٠٥
ألواح الزجاج المقاوم للحرارة	٢٢٥٠	١,١
ألواح الزجاج المقسى (Flint Glass)	٣٥٠٠	٠,٧
ألواح دياتومايت	١٢٠٠	٠,٢٣
ألواح بيرلايت	٨٠٠	٠,١٨
ألواح مازونائيت (Mosonite)	٣٢٠	٠,٠٤٨
ألواح سيلولوزية ورقية (Cellulosic)	٦٠٠	٠,٠٧
ألواح نشارة الخشب (Sawdust)	٥٥٠	٠,١
ألواح قش (Straw board)	٧٠٠	٠,٧٢
ألواح كرتون مقوى (Cardboard)		
عادي	—	٠,٢٢
مشمع	٧١٠	٠,١٢
ألواح ذات خلايا من كرتون (Honeycomb paper board)		
غير محشوة	—	٠,١٨
محشوة بالفلين	—	٠,٠٨
محشوة بالفيرميكيولايت	—	٠,١

المادة	الكثافة (ρ) (kg/m ³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
اليوريا فورمالديهايد الرغوي (رغوة مطبقة في الموقع)	٣٠	٠,٠٣٢
	١٥	٠,٠٣٢
	١٢	٠,٠٣٦
	٨	٠,٠٣٨
ألواح الفينول الرغوي	٥٠	٠,٠٣٦
	٣٠	٠,٠٣٨
الفينول الرغوي (رغوة مطبقة في الموقع)	≥٣٠	٠,٠٣
		٠,٠٣٥
		٠,٠٤
		٠,٠٤٥
ألواح بولي إيثيلين الرغوي (أو رغوة مطبقة في الموقع)	١٢٠	٠,٠٤٧
	٩٠	٠,٠٤٢
	٧٠	٠,٠٣٨
	٥٠	٠,٠٣٦
	٣٠	٠,٠٣٥
ألواح الفينيل الرغوي	٨٠	٠,٠٣٥
	٥٠	٠,٠٣٤
	٢٥	٠,٠٣٥
	٩٣٠	٠,١٦
صفائح مطاط طبيعي	١٥٠٠	٠,٢٩
صفائح مطاط مصلد بالفلكنة ومحشو	١٣٨٠	٠,٢
صفائح مطاط اصطناعي		
عادي	٩٦٠	٠,١٦
محشو	١٥٠٠	٠,٢٧
صفائح مطاط سيليكوني	١٢٠٠	٠,٢٥
ألواح مطاط خلوي	٤٠٠	٠,٠٨٥

مطاط

معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)	الكثافة (ρ) (kg/m ³)	المادة
أخشاب طرية (Softwoods)		
٠,١١	(٤١٥)	خشب الشوح (Spruce)
٠,١٤	(٦٠٠)	خشب الصنوبر (Pine)
أخشاب قاسية (Hardwoods)		
٠,٢١	(٨٠٠)	خشب البلوط (Oak)
٠,١٧	٧٥٠	خشب الزان (Beech)
٠,٢	(٧٠٠)	خشب الساج (Teak)
٠,١٤	٦٦٠	خشب الجوز (Walnut)
٠,١٦	٧٠٠	خشب الماهوجوني (ماغانو) (Mahogany)
المواد العازلة للحرارة: مواد عضوية لدائنية		
ألواح بوليستيرين مشكل بالبتق		
٠,٠٣٥-٠,٠٢٨	٣٥-٣٠	ذات سطوح ملساء
٠,٠٣٧	٢٨	ذات سطوح منشورة
٠,٠٣٣	٣٠	ألواح بوليستيرين مشكل بالقولبة
٠,٠٣٦	٢٠	
٠,٠٣٩	١٥	
٠,٠٢٣	٣٠	ألواح البوليوريثان
٠,٠٢٦	٣٠	البوليوريثان (رغوة مطبقة في الموقع)
٠,٠٤-٠,٠٣٥	٣٠-٢٣	البوليوريثان الرغوي المرن
٠,٠٥٥	٢٤٠	ألواح أبونايت (مطاط مصلد ومعالج بالكبريت)
٠,٠٤٣	١٦٠	
٠,٠٤	٨٠	
٠,٠٢٩	٦٤	

المادة	الكثافة (ρ) (kg/m ³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
المواد العازلة للحرارة: مواد عضوية طبيعية		
ألواح فلين ممدد	١٦٠	٠,٠٤٥
	١٤٥	٠,٠٤٢
	١٣٠	٠,٠٤
	١١٠	٠,٠٣٩
ألواح فلين مع مواد رابطة		
مع الأسمنت	٤٠٠	٠,١
	٢٨٠	٠,٠٧٣
	٦٤٠	٠,١٤٥
مع البيتومين أو الأسفلت	٢٤٠	٠,٠٥٥
	٤٨٠	٠,٠٨
	٣٢٠	٠,٠٦٢
مع المطاط	٢٥٠	٠,٠٥
	٧٠٠	٠,٠٧١
	٣٣٠	٠,٠٥٣
مع الراتنج	٥٠٠	٠,٠٧٢
	٤٠٠	٠,٠٦٢
	٣٠٠	٠,٠٤٧
ألواح لبّ الخشب (Pulp Wood)	٢٠٠	٠,٠٤٣
	٤٠٠	٠,٠٧
	٤٠٠	٠,٠٧
لبّاد خشب (Wood Felt)	٣٣٠	٠,٠٥٣
	٥٠٠	٠,٠٧٢
	٤٠٠	٠,٠٦٢
ألواح صوف خشبي (Wood Wool)	٣٠٠	٠,٠٤٧
	٢٠٠	٠,٠٤٣
	٤٠٠	٠,٠٧
ألواح مخلفات الخشب مع الإسمنت	٥٥٠	٠,١
	١٦٠	٠,٠٥
	٦٧٠	٠,١١
ألواح نشارة الخشب (Sawdust)	٣٠٠	٠,٠٧
	٩٠٠	٠,١٣
	٧٥٠	٠,٠٩٤
ألياف الكتان مع مواد راتنجية رابطة	٦٠٠	٠,٠٨
	٥٦٠	٠,٠٧٩
	٤٨٠	٠,٠٨٥
ألواح الورق المقوّى	٢٥٥	٠,٠٥٥
	٤٨٠	٠,٠٨٥
	٢٥٥	٠,٠٥٥
ألواح ورق البردي (Papyrus Grass)	٤٨٠	٠,٠٨٥
	٢٥٥	٠,٠٥٥
	٢٥٥	٠,٠٥٥

المادة	الكثافة (ρ) (kg/m ³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
المواد العازلة للحرارة: مواد غير عضوية		
صخري صوف	ألواح جاسئة	٠,٠٤
	الواح شبه جاسئة	٠,٠٣٨
		٠,٠٣٩
		٠,٠٤٣
	بطانيات ولفائف لبادية	٠,٠٣٦
		٠,٠٣٧
		٠,٠٤
صخري صوف	بطانيات ولفائف لبادية	٠,٠٤٤
	فرشات سطوحها مغلقة بشبك معدني	٠,٠٣٦
		٠,٠٤
زجاجي صوف	ألواح جاسئة (مع مادة رابطة)	٠,٠٣٨
		٠,٠٣٩
زجاجي صوف	مغلفات أنابيب جاسئة	٠,٠٤
	فرشات ولفائف سطوحها مغلقة بشبك معدني	٠,٠٤٢
	فرشات غير مغلقة	٠,٠٤٤
		٠,٠٤٥
		٠,٠٣٥
	بطانيات مع مادة رابطة	٠,٠٥٥
		٠,٠٦
	بطانيات ناعمة الألياف	
	دون مادة رابطة	٠,٠٤٤
	مع مادة رابطة	٠,٠٣٧
	ألواح جاسئة (مع مادة رابطة عضوية)	٠,٠٥٢
	مغلفات أنابيب جاسئة	٠,٠٦٨
	بيرلايت إسمنتي (مطبق بالرش)	٠,٠٨

* معامل التوصيل الحراري للمواد مقاسة عند الدرجة (١٠٠°س)

المادة	الكثافة (ρ) (kg/m³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
طينة اسمنتية عازلة للحرارة*	طينة اسمنتية(كلسية-جصية) مع رمل دياتوميت	٥١٢-٣٦٨
	إسمنت مع ألياف معدنية(Mineral Fiber Cement)	
	عادي	٧٠٤-٤٨٢
	مع مادة رابطة عضوية واسمنت هيدروليكي	٣٥٢-٥١٢
	إسمنت مع الكاولين مع ألياف معدنية (يطبق بالرش)	٢٤٠-١١٢
زجاج خلوي*	ألواح زجاج خلوي (Cellular Glass)	١٧٥
	٠,٠٦٣	٠,٠٧١
سيليكات عازلة للحرارة*	نسج زجاج خلوي (Woven Cloth) (Cellular Glass)	٠,٠٤٧
		٠,٠٩
		٠,٠٦
	ألواح ومغلفات أنابيب من السيليكا الممددة مع مادة رابطة	٠,٠٥٧
		٠,٠٨٥
		٠,١١
	المواد العازلة للحرارة: مواد سائبة (عضوية وغير عضوية)	
مواد سائبة عازلة للحرارة	ألياف مواد سيليلولوزية	٢٤٠-١٦٠
	٠,٠٤٦-٠,٠٣٩	٥٠-٣٥

المادة	الكثافة (ρ) (kg/m ³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
حبيبات فلين		
خام	١١٥	٠,٠٥٢
ممدد	١٠٠	٠,٠٤٥
حبيبات دياتوميت		
خشن	٣٢٠	٠,٠٦٢
ناعم	٢٧٠	٠,٠٦٩
نشارة/براية خشب	٢٤٠-١٢٨	٠,٠٦٥
مواد سائبة عازلة للحرارة		
ألياف خشب طري	٥٦-٣٢	٠,٠٤٣
ألياف صوف خشبي	٤٠	٠,٠٤
ألياف كتان	٢٤٠	٠,٠٤٤
ألياف قطن	٨٠	٠,٠٤٢
ألياف صوف صخري (Rock Wool)	٢٨٨-٩٦	٠,٠٤٢-٠,٠٣٨
ألياف صوف زجاجي (Glass Wool)	١٦٠-٦٤	٠,٠٤٢-٠,٠٣٨
ألياف صوف خثي (Slag Wool)	١٩٢	٠,٠٣٨
ألياف معدنية (Fibers Mineral)		
معالجة بزيوت نباتية	١٩٢-٦٤	٠,٠٤٥
بدون معالجة	٢٤٠-١٦٠	٠,٠٧٨
حبيبية (Granulated)	١٢٠-٨٠	٠,٠٤٥
كريات جصية (Gypsum Pellets)	٤٨٠-٣٢٠	٠,١٤٣-٠,٠٦٧
المادة	الكثافة (ρ) (kg/m ³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
حبيبات بيرلايت		
حبيبات بيرلايت	١٢٥	٠,٠٥٢
	٨٠	٠,٠٤٥
	٦٥	٠,٠٤٢
حبيبات فيرميكوليت متقشر	١٣٠-١١٢	٠,٠٦٨
	٩٦-٦٤	٠,٠٦٣
حبيبات سيلكا هلامية (Aerogel Silica)	١٣٠	٠,٠٢٤
مواد سائبة عازلة للحرارة		

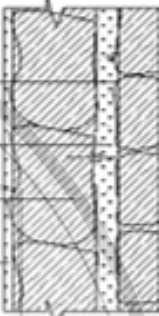
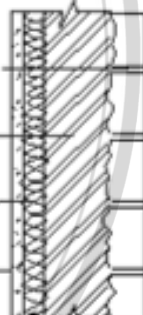
٠,٠٤٥	١٥	حبيبات بوليستيرين	
مواد أخرى			
٠,١٩	٩٠٠	لفائف بيتومينية مع شرائح ألومنيوم	مواجز الأبنية
٠,١٩	١٢٠٠	شرائح رقيقة من بولي كلوريد الفينيل	
٠,١٩	١٠٠٠	شرائح رقيقة من بولي إيثيلين	
٠,١	٢٣٠٠	معجونة اسفلتية (Mastic Asphalt)	مواد مانعة لتفاد الماء
٠,٧	٢٠٠٠		
٠,١٧	١١٠٠	بيتومين	
٠,١٧	١٢٠٠	لفائف بيتومينية لبادية للأسقف	
٠,١٩	١٢٠٠	شرائح مطاط النيوتريل (R١١)	
٠,١٩	١٠٠٠	شرائح بولي إيثيلين مع بيتومين (ECB)	
٠,٣	١٢٠٠	شرائح مطاط إيثيلين-بروبيلين (EPDM)	
١٢٠	٨٣٠٠	أصفر (Cu٦٥% ، Zn % ٣٥)	مواد متفرقة
٤٠	٧٠٠٠	حديد صب (Cast Iron)	
٦٠	٧٨٠٠	فولاذ (Steel)	
٦٠	٧٣٠٠	قصدير (تتك) (Tin)	
١١٠	٧١٠٠	زنك (خارصين) (Zinc)	
٦٠	٨٩٠٠	نيكل (Nickel)	
٠,٠٧	٧٢٠	رماد خشب (Ash Wood)	
٠,٠٦	١٩٠	فحم بلدي (خشب) (Char Coal)	
٠,٠٧	٥٧٥	فحم حجري (Coal)	
٠,٠٧	١٥٠٠	طباشير (Chalk)	
٠,٠٥	٢٠٠	تراب البيتموس (peat Moss)	
٠,٠٧	١٦٠٠-١٤٠٠	اسمنت بورتلاندي عادي (مسحوق)	
دهان			
٠,١٩	١٠٧٥	ورنيش	
٠,١٦	٨٠٠	ضد التكاثر	
٠,٢٦	١٠٠٠	شمع النحل (Bees Wax)	
٠,٢٤	٩٠٠	شمع برافين (Praffin Wax)	

المادة	الكثافة (ρ) (kg/m³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
ألومنيوم (Aluminum)	٢٨٠٠	٢٠٠
نحاس (Copper)	٨٩٠٠	٣٨٠
سبيكة نحاس (نحاس وزنك)		
أحمر (Cu ٨٥%) ، (Zn % ١٥)	٨٧٠٠	١٥٠

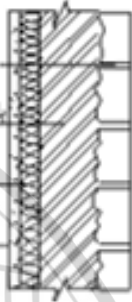
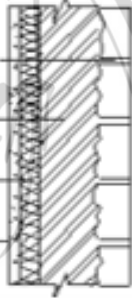
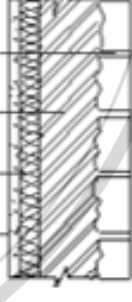
المادة	الكثافة (ρ) (kg/m³)	معامل التوصيل الحراري (λ) (W/m.K)
جليسرین (Glycerine)	١٢٠٠	٠,٢٩
شحم (Grease)	٩٥٠	٠,١٤
مانع تسرب (Sealants)	١٣٥٠	٠,٤
مواد احكام الفواصل (Gaskets)		
فلين	٤٨٠	٠,٠٦

٠,٤	١٧٥٠	جرافيت
٠,٤	١٩٠٠	معدنية
٠,١٤	١٠٩٠	ورق كرافت للبناء (Kraft Building Paper)
٠,٠٩	-	كتان (Linen)
٠,١٦	١٠٠٠	جلد طبيعي (Leather)
٢,٢٥	٩٢٠	جليد (Ice)
ثلج		
٠,١٧	١٩٠	متساقط
٠,٤٣	٤٠٠	مدموك
ماء		
٠,٦	١٠٠٠	٢٠ درجة مئوية
٠,٦٣	٩٩٠	٤٠ درجة مئوية
٠,٦٧	٩٧٠	٨٠ درجة مئوية
٠,٥٨	١٠٢٥	ماء البحر (٢٠ درجة مئوية)
٠,٠٢	١,١٧	الهواء

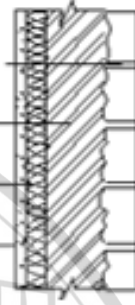
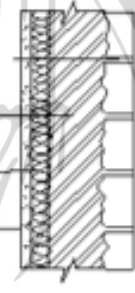
جدول (١٢) توضيح تأثير تغيير مادة بناء الجدار على الانتقالية الحرارية له

القيمة الانتقالية الحرارية لسطوح شديدة التعرض	القيمة الانتقالية الحرارية لسطوح معتدلة التعرض	القيمة الانتقالية الحرارية لأسطح محمية وإظام 2 م	الكثافة كغ/م ³	إظام م كالموصلة الحرارية	بدل الجدار		قطاع الجدار
					سمك م	الطبقة	
2.98	2.74	2.6	2600	2.6	0.10	1	
			1850	1.4	0.06	2	
			2500	2.2	0.20	3	
			2000	1.4	0.02	4	
0.72	0.70	0.69	2600	2.6	0.03	1	
			1800	1.6	0.30	2	
			28	0.029	0.03	3	
			2000	1.4	0.02	4	

تابع جدول (١٢) توضيح تأثير تغيير مادة بناء الجدار على الانتقالية الحرارية له

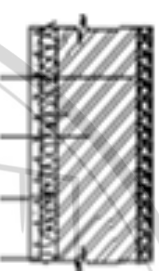
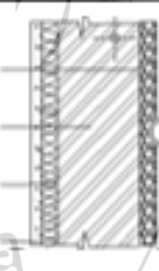
قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح شديدة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح معتدلة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح معتدلة التعرض	الكتافة مع 3م	الموصلية الحرارية K والطبقة	بفيل الجدار		قطاع الجدار
					سمائة م	الطبقة	
0.69	0.68	0.67	2600	2.6	0.03	1	 1- حجر اكساء 2- بلوك اسمنتي مسمت 3- عازل حراري 4- زريقة اسمنتية
			1600	1.3	0.30	2	
			28	0.029	0.03	3	
			2000	1.4	0.02	4	
0.63	0.62	0.61	2600	2.6	0.03	1	 1- حجر اكساء 2- بلوك اسمنتي مغرغ 3- عازل حراري 4- زريقة اسمنتية
			1200	0.8	0.30	2	
			28	0.029	0.03	3	
			2000	1.4	0.02	4	
0.484	0.48	0.47	2600	2.6	0.03	1	 1- حجر اكساء 2- فوميند تجوي 3- عازل حراري 4- زريقة اسمنتية
			800	0.35	0.30	2	
			28	0.029	0.03	3	
			2000	1.4	0.02	4	

جدول (١٣) توضيح تأثير تغيير مادة إكساء الجدار على الانتقالية الحرارية له

قيمة الانتقالية الحرارية U	لسطوح شديدة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U	لسطوح معتدلة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U	لسطوح محمية بالظل و ٥.٠	الكتافة كغ/م ³	الموصلية الحرارية K والطول. م	بديل الجدار		قطاع الجدار
								سمائة م	الطبقة	
0.69	0.68	0.67				2600	2.6	0.03	1	
						1600	1.3	0.30	2	
						28	0.029	0.03	3	
						2000	1.4	0.02	4	
0.69	0.68	0.67				2400	1.86	0.03	1	
						1600	1.3	0.30	2	
						28	0.029	0.03	3	
						2000	1.4	0.02	4	

UNIVERSITY
OF
ALEPPO

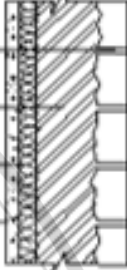
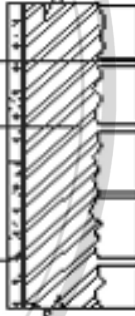
تابع جدول (١٣) توضيح تأثير تغيير مادة إكساء الجدار على الانتقالية الحرارية له

قيمة الانتقالية الحرارية U لسطح شديدة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U لسطح معتدلة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U لسطح محمية بطلاء 2 و 9	الكثافة كغ/م ³	الموصلية الحرارية K واطام W/mK	بدل الجدار		قطاع الجدار
					سمائة م	الطبقة	
0.689	0.675	0.67	2000	1.4	0.03	1	
			1600	1.3	0.30	2	
			28	0.029	0.03	3	
			2000	1.4	0.02	4	
0.68	0.67	0.66	1800	0.87	0.03	1	
			1600	1.3	0.30	2	
			28	0.029	0.03	3	
			2000	1.4	0.02	4	
0.68	0.66	0.65	1400	0.7	0.03	1	
			1600	1.3	0.30	2	
			28	0.029	0.03	3	
			2000	1.4	0.02	4	

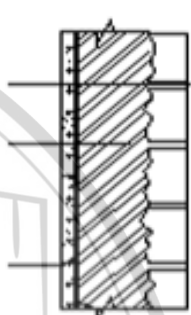
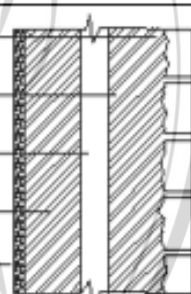
جدول (١٤) توضيح تأثير تغيير سماكة الطبقة العازلة للحرارة على الانتقالية الحرارية للجدار

قيمة الانتقالية الحرارية للسطح شديدة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية للسطح معتدلة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية للسطح محمية واطم 2 م	الكثافة كغ/م ³	الموصلية الحرارية K واطم ٥ م	بدل الجدار		قطاع الجدار
					سماعة م	الطبقة	
0.69	0.68	0.67	2600	2.6	0.03	1	
			1600	1.3	0.30	2	
			28	0.029	0.03	3	
			2000	1.4	0.02	4	
0.56	0.55	0.546	2600	2.6	0.03	1	
			1600	1.3	0.30	2	
			28	0.029	0.04	3	
			2000	1.4	0.02	4	

تابع جدول (١٤) توضيح تأثير وجود أو عدم وجود الطبقة العازلة للحرارة على الانتقالية الحرارية للجدار

قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح شديدة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح معتدلة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح محمية والمظلم 2م ²	الكتافة كج/م ³	الموصلية الحرارية K واطم ^٥	بديل الجدار		قطاع الجدار
					سمك م	الطبقة	
0.47	0.46	0.458	2600	2.6	0.03	1	 1- حديد إسمنت 10- 2- بلوك إسمنتى 10- 3- عازل حرارى 5- 4- ديمية إسمنتية 10-
			1600	1.3	0.30	2	
			28	0.029	0.05	3	
			2000	1.4	0.02	4	
2.5	2.3	2.2	2600	2.6	0.03	1	 1- حديد إسمنت 10- 2- بلوك إسمنتى 10- 3- ديمية إسمنتية 10-
			1600	1.3	0.30	2	
			2000	1.4	0.02	3	

جدول (١٥) توضيح تأثير نوعية الجدار مفرداً أو مزدوجاً على الانتقالية الحرارية له

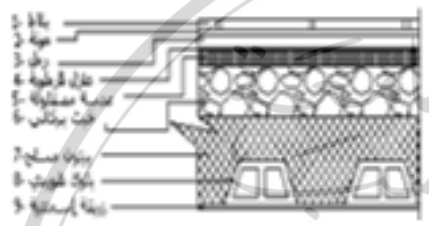
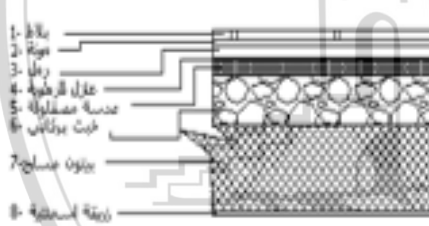
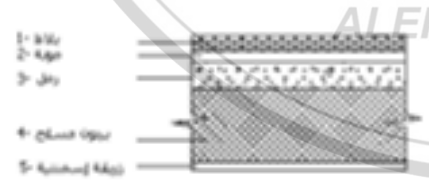
قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح شديدة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح معتدلة التعرض	قيمة الانتقالية الحرارية U لمسطوح محمية وإظام 2م ²	الكتافة كغ/م ³	الموصية الحرارية K وإظام م ² °C	بديل الجدار		قطاع الجدار
					سمائة م	الطبقة	
2.5	2.3	2.2	2600	2.6	0.03	1	
			1600	1.3	0.30	2	
			2000	1.4	0.02	3	
1.9	1.8	1.78	2600	2.6	0.03	1	
			1600	1.3	0.15	2	
			-	0.45	0.05	3	
			1600	1.3	0.15	4	
			2000	1.4	0.02	5	

جدول (١٦) تحديد الفترة التي تتعرض فيها الواجهات لأقصى إشعاع شمسي مباشر خلال فصل الصيف وزوايا الظل الأفقية والرأسية لنفس الفترة

نوع الواجهة	اسم الشهر	شدة الإشعاع واط/م ²	المساحة	زاوية الظل الأفقية	زاوية الظل الرأسية
شمالية	22 حزيران	160	6 صباحاً 18 مساءً	72°	35°
شمالية شرقية	22 حزيران	510	7 صباحاً	36°	31°
شرقية	حزيران وتموز	600	8 صباحاً	5°	38°
جنوبية شرقية	تموز	475	9 صباحاً	37°	53°
جنوبية	تموز	250	12 صباحاً	0°	73°
جنوبية غربية	تموز	475	15 مساءً	37°	53°
غربية	حزيران وتموز	600	16 مساءً	5°	38°
شمالية غربية	22 حزيران	510	17 مساءً	36°	31°

UNIVERSITY
OF
ALEPPO

جدول (١٧) مقارنة بين الانتقالية الحرارية لأنواع من الأسقف المستخدمة في سورية

قطاع السقف	بذيل السقف		الموصلية الحرارية w/m.c°	الكثافة kg/m3	U - اسطوح مدمية	U - اسطوح معقلة التعرض	U - اسطوح شديدة التعرض
	الطبقة	سمائة m					
	1	0.03	1.0	200	0.88	0.90	0.92
	2	0.02	1.4	1850			
	3	0.05	0.35	1600			
	4	0.004	0.17	1100			
	5	0.05	1.6	2200			
	6	0.10	0.22	600			
	7	0.10	1.8	2400			
	8	0.18	0.95	1400			
	9	0.02	1.4	2000			
	1	0.03	1.0	200	1.05	1.09	1.11
	2	0.02	1.4	1850			
	3	0.05	0.35	1600			
	4	0.004	0.17	1100			
	5	0.05	1.6	2200			
	6	0.10	0.22	600			
	7	0.20	1.8	2400			
	8	0.02	1.4	2000			
	1	0.03	1.0	200	2.11	2.25	2.35
	2	0.02	1.4	1850			
	3	0.05	0.35	1600			
	4	0.15	1.8	2400			

نتائج التحليل:

- كلما ازدادت سمائة السقف نقصت الانتقالية الحرارية له وبالتالي كان أدائه الحراري

أفضل.

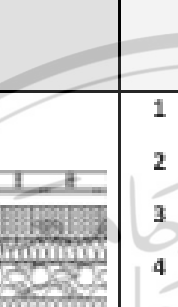
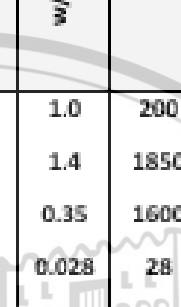
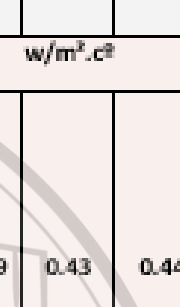
تابع جدول (١٧) مقارنة بين الانتقالية الحرارية لأنواع من الأسقف المستخدمة في سورية

		5	0.02	1.4	2000			
		1	0.03	1.0	200			
1- بلاط		2	0.02	1.4	1850			
2- مونة		3	0.05	0.35	1600			
3- رمل		4	0.10	1.8	2400	1.51	1.58	1.63
4- بيوتون مسلح		5	0.18	0.95	1400			
5- بلوك هوردي		6	0.02	1.4	2000			
6- زريقة إسمنتية								

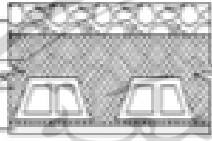
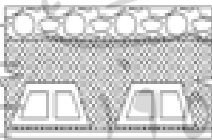
نتائج التحليل:

- ١- إن وجود العزل الحراري يؤدي إلى تغير ملحوظ في قيمة الانتقالية الحرارية للسقف ويزيد من المقاومة الحرارية للسقف.
- ٢- العزل الحراري يحسن من الأداء الحراري للسقف بنسبة أكبر مقارنة بالبلوك الهوردي

جدول (١٨) مقارنة بين الانتقالية الحرارية لأنواع من الأسقف المستخدمة في سورية

أقسام السقف	بديل السقف		الموصلية الحرارية $w/m.c^\circ$	الكثافة kg/m^3	U - أسطح مدمجة	U - أسطح معقنة التعرض	U - أسطح شديدة التعرض
	الطبقة	سمكها m					
	1	0.03	1.0	200	0.429	0.43	0.44
	2	0.02	1.4	1850			
	3	0.05	0.35	1600			
	4	0.05	0.028	28			
	5	0.07	1.6	2200			
	6	0.20	1.8	2400			
	7	0.02	1.4	2000			
	1	0.03	1.0	200	0.62	0.63	0.64
	2	0.02	1.4	1850			
	3	0.05	0.35	1600			
	4	0.03	0.028	28			
	5	0.07	1.6	2200			
	6	0.20	1.8	2400			
	7	0.02	1.4	2000			
	1	0.03	1.0	200	0.31	0.31	0.32
	2	0.02	1.4	1850			
	3	0.05	0.35	1600			
	4	0.075	0.028	28			
	5	0.07	1.6	2200			
	6	0.20	1.8	2400			
	7	0.02	1.4	2000			

جدول (١٩) مقارنة بين الانتقالية الحرارية لأنواع من الأسقف المستخدمة في سورية

قطاع السقف	بنيل السقف		الحرارية الحرارية $w/m^2 \cdot c^{\circ}$	الكثافة kg/m^3	U السطح معدية	U السطح معدية التبريد	U السطح معدية التبريد
	الطبقة	سمكها m					
	1	0.07	1.6	2200	2.05	2.17	2.27
	2	0.10	1.8	2400			
	3	0.18	0.95	1400			
	4	0.02	1.4	2000			
	1	0.07	0.22	600	1.31	1.35	1.39
	2	0.10	1.8	2400			
	3	0.18	0.95	1400			
	4	0.02	1.4	2000			

نتائج التحليل:

كلما قلت كثافة المواد المستخدمة في السقف تحسن الأداء الحراري لذلك السقف فمثلاً عند استخدام مادة الخبث البركاني والتي تبلغ كثافتها ٦٠٠ كغ/م^٣ بدل البيتون العادي الذي تبلغ كثافته ٢٢٠٠ كغ/م^٣ في عدسة الميول للسقف تحسن الأداء الحراري للسقف بشكل ملحوظ كما هو موضح في الجدول (١٩) السابق.

بعد الدراسة السابقة نعود لقوانين حساب الانتقالية الحرارية للعناصر الانشائية لتطبيقها على أي نموذج مدروس ومن ثم حساب التدفق الحراري عبر الغلاف الخارجي للمنشأ خلال فصل الصيف والشتاء قبل وبعد المعالجة، ومنها يتم حساب تكلفة معالجة الغلاف الخارجي للمنشأ وحساب الجدوى الاقتصادية من معالجة الغلاف الخارجي للمنشأ.

جدول (٢٠) درجات الحرارة الساعية لمدينة حلب (درجة مئوية)

DEC	NOV	OCT	SEP	AUG	JUL	JUN	MAY	APR	MAR	FEB	JAN	الساعة
3.9	7	13.5	18.4	22.1	22.5	19.3	14.3	9.3	5	2.6	3	6
4.3	7.7	14.2	19.2	23	23.2	20	14.9	10.1	5.6	3	3.4	7
4.8	8.4	15	20	24	23.9	20.6	15.6	11	6.2	3.5	3.8	8
6.65	11.2	18.25	23.45	27.15	27.4	24.25	19.45	14	9.1	6.15	5.8	9
8.5	14	21.5	26.9	30.3	29.2	27.5	23.3	17	12	8.8	7.5	10
9.5	15.6	23.4	28.85	32.3	31	29.9	25.4	18.75	13.5	9.2	8.6	11
10.5	17.2	25.3	30.8	34.3	35	32	27.5	20.5	15	9.6	9.7	12
11	18	26.3	31.9	35	36	33.15	28.7	21.4	15.8	11.3	10.25	13
11.7	18.9	27.3	33	36.4	37	34.3	29.9	22.4	16.7	13	10.8	14
11.35	18.35	26.75	32.3	35.8	36.4	33.65	29.2	21.8	16.15	12.65	10.5	15
11	17.8	26.2	31.6	35.2	35.8	33	28.5	21.3	15.6	12.3	10.2	16
10.15	16.55	24.6	30	33.45	34	31.25	26.75	19.85	14.4	11.15	9.3	17
9.3	15.3	23	28.3	31.7	32.4	29.5	25	18.4	13.2	10	8.4	18
10.3	13.9	21.25	26.55	29.95	30.5	27.55	23	16.8	11.8	8.6	7.35	19
7.3	12.5	19.5	24.8	28.2	28.6	25.6	21	15.2	10.4	7.2	6.3	20
6.75	11.75	18.65	23.9	27.35	27.75	24.75	20	14.35	9.7	6.6	5.9	21
6.2	11	17.8	23	26.5	26.9	23.9	19	13.5	9	6	5.5	22
5.85	10.5	17.15	22.25	25.75	26.2	23.15	18.25	12.9	8.35	5.5	5	23
5.5	10	16.5	21.5	25	25.5	22.4	17.5	12.3	7.7	5	4.7	24
5.2	9.4	16	21	24.5	25	21.85	16.9	11.85	7.15	4.5	4.3	1
5	8.9	15.4	20.4	24	24.4	21.3	16.3	11.4	6.6	4	4	2
4.7	8	15	20	23.5	23.5	20.6	15.7	10.8	5	3.5	3	3
4.4	7.8	14.4	19.3	22.9	23.3	20	15	10.3	5.5	3	3.4	4
4.2	7.4	14	19	22.5	23	19.7	14.6	10.8	5.2	2	3	5

جدول (٢٢) درجة حرارة نقطة الندى بدلالة الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة للهواء

درجة حرارة الهواء (°س)	درجة حرارة نقطة الندى (t_d) عند قيم رطوبة نسبية (ϕ) مختلفة									
	٤٥%	٥٠%	٥٥%	٦٠%	٦٥%	٧٠%	٧٥%	٨٠%	٨٥%	٩٠%
-١٠	-١٨,٦٢	-١٧,٤٥	-١٦,٦٢	-١٥,٦٨	-١٤,٧٨	-١٣,٩٥	-١٣,١٥	-١٢,٥	-١١,٩٥	-١١,٦
-٥	-١٤	-١٢,٩٥	-١١,٩٥	-١٠,٩٣	-١٠	-٨,٩٣	-٨,٢٦	-٧,٦	-٦,٩٤	-٦,١٨
-٢	-١١,٢٩	-١٠,٠٦	-٩	-٧,٩٤	-٧,١	-٦,٢٦	-٥,٤٥	-٤,٦٧	-٣,٨٥	-٣,١٥
±٠	-٩,٤٥	-٨,٢١	-٧,١	-٦,١	-٥,١٦	-٤,٢٦	-٣,٣٨	-٢,٥٩	-١,٩٩	-١,٤٢
٢	-٧,٧٧	-٦,٥٦	-٥,٤٣	-٤,٤	-٣,١٦	-٢,٤٨	-١,٧٧	-٠,٩٨	-٠,٢٦	٠,٤٧
٤	-٦,١١	-٤,٨٨	-٣,٦٩	-٢,٦١	-١,٧٩	-٠,٨٨	-٠,٠٩	٠,٧٨	١,٦٢	٢,٤٤
٦	-٤,٤٩	-٣,٠٧	-٢,١	-١,٠٥	-٠,٠٨	٠,٨٥	١,٨٦	٢,٧٢	٣,٦٢	٤,٤٨
٨	٢,٦٩	-١,١	-٠,٤٤	٠,٦٧	١,٨	٢,٨٣	٣,٨٢	٤,٧٧	٥,٦٦	٦,٤٨
١٠	-١,٢٦	٠,٠٢	١,٣١	٢,٥٣	٣,٧٤	٤,٧٩	٥,٨٢	٦,٧٩	٧,٦٥	٨,٤٥
١٢	٠,٣٥	١,٨٤	٣,١٩	٤,٤٦	٥,٦٣	٦,٧٤	٧,٧٥	٨,٦٩	٩,٦	١٠,٤٨
١٤	٢,٢	٣,٧٦	٥,١	٦,٤	٧,٥٨	٨,٦٧	٩,٧	١٠,٦١	١١,٦٤	١٢,٥٥
١٥	٣,١٢	٤,٦٥	٦,٠٧	٧,٣٦	٨,٥٢	٩,٦٣	١٠,٧	١١,٦٩	١٢,٦٢	١٣,٥٢
١٦	٤,٠٧	٥,٥٩	٦,٩٨	٨,٢٩	٩,٤٧	١٠,٦١	١١,٦٨	١٢,٦٦	١٣,٦٣	١٤,٥٨
١٧	٥	٦,٤٨	٧,٩٢	٩,١٨	١٠,٣٩	١١,٤٨	١٢,٥٤	١٣,٣٧	١٤,٥	١٥,٣٦
١٨	٥,٩	٧,٤٣	٨,٨٣	١٠,١٢	١١,٣٣	١٢,٤٤	١٣,٤٨	١٤,٥٦	١٥,٤١	١٦,١٣
١٩	٦,٨	٨,٣٣	٩,٧٥	١١,٠٩	١٢,٢٦	١٣,٣٧	١٤,٤٩	١٥,٤٧	١٦,٤	١٧,٣٧
٢٠	٧,٧٣	٩,٣	١٠,٧٢	١٢	١٣,٢٢	١٤,٤	١٥,٤٨	١٦,٤٦	١٧,٤٤	١٨,٣٦
٢١	٨,٦	١٠,٢٢	١١,٥٩	١٢,٩٢	١٤,٢١	١٥,٣٦	١٦,٤	١٧,٤٤	١٨,٤١	١٩,٧٧
٢٢	٩,٥٤	١١,١٦	١٢,٥٢	١٣,٨٩	١٥,١٩	١٦,٢٧	١٧,٤١	١٨,٤٢	١٩,٣٩	٢٠,٢٨
٢٣	١٠,٤٤	١٢,٢	١٣,٤٧	١٤,٨٧	١٦,٠٤	١٧,٢٩	١٨,٣٧	١٩,٣٧	٢٠,٣٧	٢١,٣٤
٢٤	١١,٣٤	١٢,٩٣	١٤,٤٤	١٥,٧٣	١٧,٠٦	١٨,٢١	١٩,٢٢	٢٠,٣٣	٢١,٣٧	٢٢,٣٢
٢٥	١٢,٢	١٣,٨٣	١٥,٣٧	١٦,٦٩	١٧,٩٩	١٩,١١	٢٠,٢٤	٢١,٣٥	٢٢,٢٧	٢٣,٣
٢٦	١٣,١٥	١٤,٨٤	١٦,٢٦	١٧,٦٧	١٨,٩	٢٠,٠٩	٢١,٢٩	٢٢,٣٢	٢٣,٣٢	٢٤,٣١
٢٧	١٤,٠٨	١٥,٦٨	١٧,٢٤	١٨,٥٧	١٩,٨٣	٢١,١١	٢٢,٢٣	٢٣,٣١	٢٤,٣٢	٢٥,٢٢
٢٨	١٤,٩٦	١٦,٦١	١٨,٢٤	١٩,٣٨	٢٠,٨٦	٢٢,٠٧	٢٣,١٨	٢٤,٢٨	٢٥,٢٥	٢٦,٢
٢٩	١٥,٨٥	١٧,٥٨	١٩,٠٤	٢٠,٤٨	٢١,٨٣	٢٢,٩٧	٢٤,٢	٢٥,٢٣	٢٦,٢١	٢٧,٢٦
٣٠	١٦,٧٩	١٨,٤٤	١٩,٩٦	٢١,٤٤	٢٢,٧١	٢٣,٩٤	٢٥,١١	٢٦,١	٢٧,٢١	٢٨,١٩
٣٢	١٨,٦٢	٢٠,٢٨	٢١,٩	٢٣,٢٦	٢٤,٦٥	٢٥,٧٩	٢٧,٠٨	٢٨,٢٤	٢٩,٢٣	٣٠,١٦
٣٤	٢٠,٤٢	٢٢,١٩	٢٣,٧٧	٢٥,١٩	٢٦,٥٤	٢٧,٨٥	٢٨,٩٤	٣٠,٠٩	٣١,١٩	٣٢,١٣
٣٦	٢٢,٢٣	٢٤,٠٨	٢٥,٥	٢٧	٢٨,٤١	٢٩,٦٥	٣٠,٨٨	٣١,٩٧	٣٣,٠٥	٣٤,٢٣
٣٨	٢٣,٩٧	٢٥,٧٤	٢٧,٤٤	٢٨,٨٧	٣٠,٣١	٣١,٦٢	٣٢,٧٨	٣٣,٩٦	٣٥,٠١	٣٦,٠٥

جدول (٢٣) المقاومة البخارية لحواجز بخار الماء

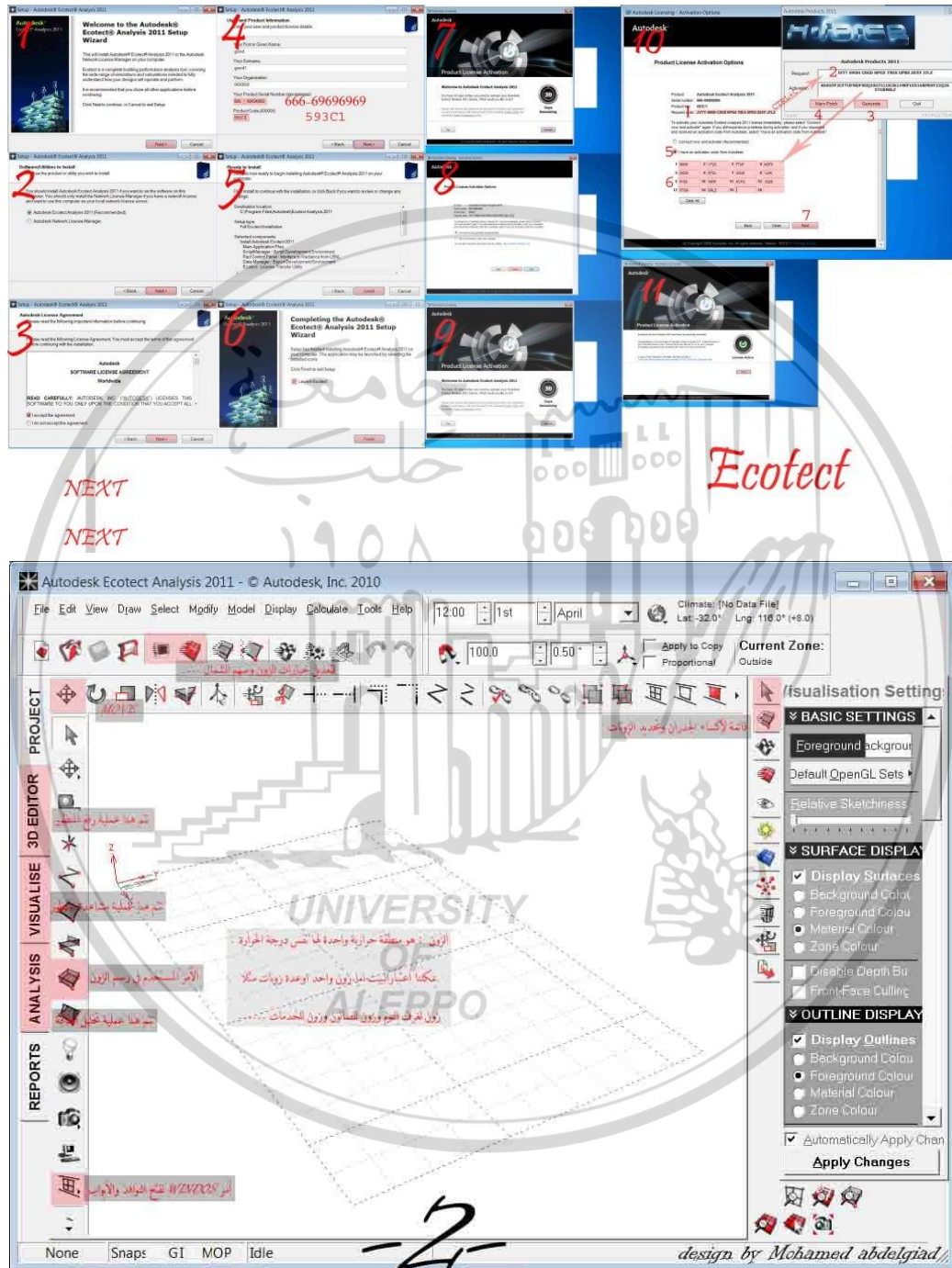
الرقم	المادة	المقاومية البخارية (ميغانيوتن.ثانية/غرام.متر) (MN.s/g.m)
١	الدهانات الراتنجية: * ايبوكسي (Epoxy resin) * ميلامين (Melamine resin)	٣٦٠٠٠٠ – ٣٢٤٠٠٠ ٢١٦٠٠٠ – ١٠٠٠٠٠
٢	البولي بروبيلين	١٣٠٠٠٠
٣	مبلمر كلوريد الفينيل * أغشية سماكتها (٠,٤) ملليمتر * أغشية سماكتها (٠,٥) ملليمتر	٤٦٠٠٠ ٩٢٠٠٠
٤	البولي إيثيلين * أغشية سماكتها (٠,١٠) ملليمتر * أغشية سماكتها (٠,٣٠) ملليمتر	٣٥٠٠٠٠ ١٨٤٠٠٠
٥	طلاء زفتي بارد سماكته (١,٠) ملليمتر	٣٢٤٠
المرجع: الكودات العربية الموحدة لتصميم و تنفيذ المباني (كود المزل الحراري)		

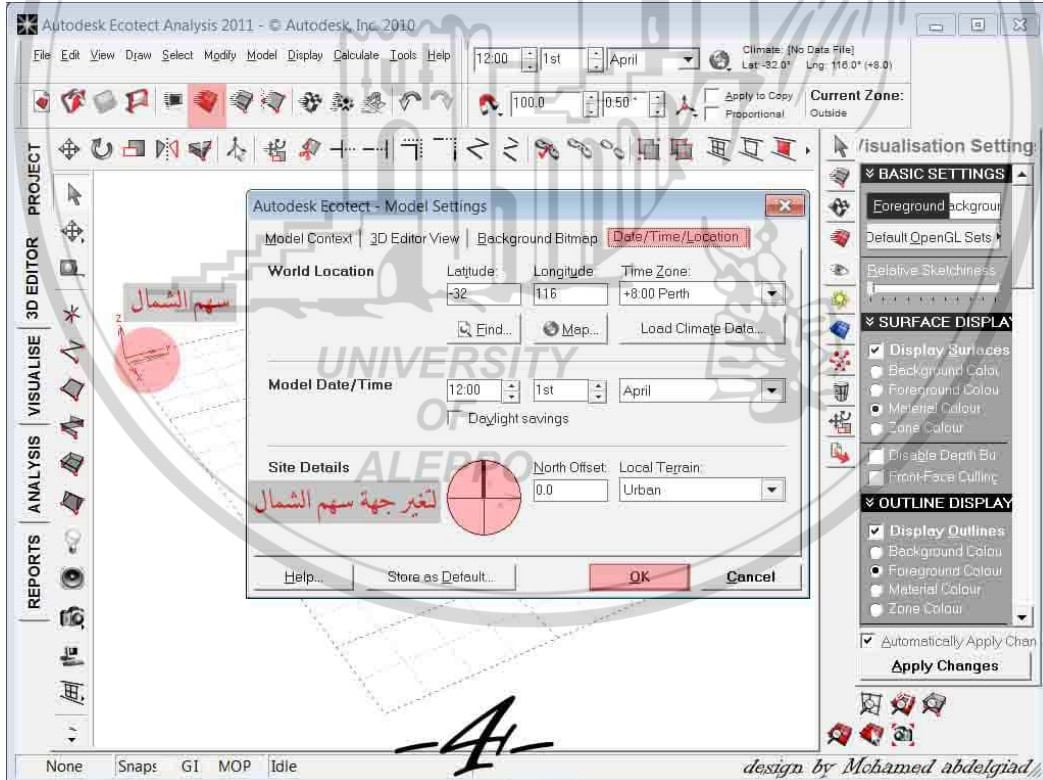
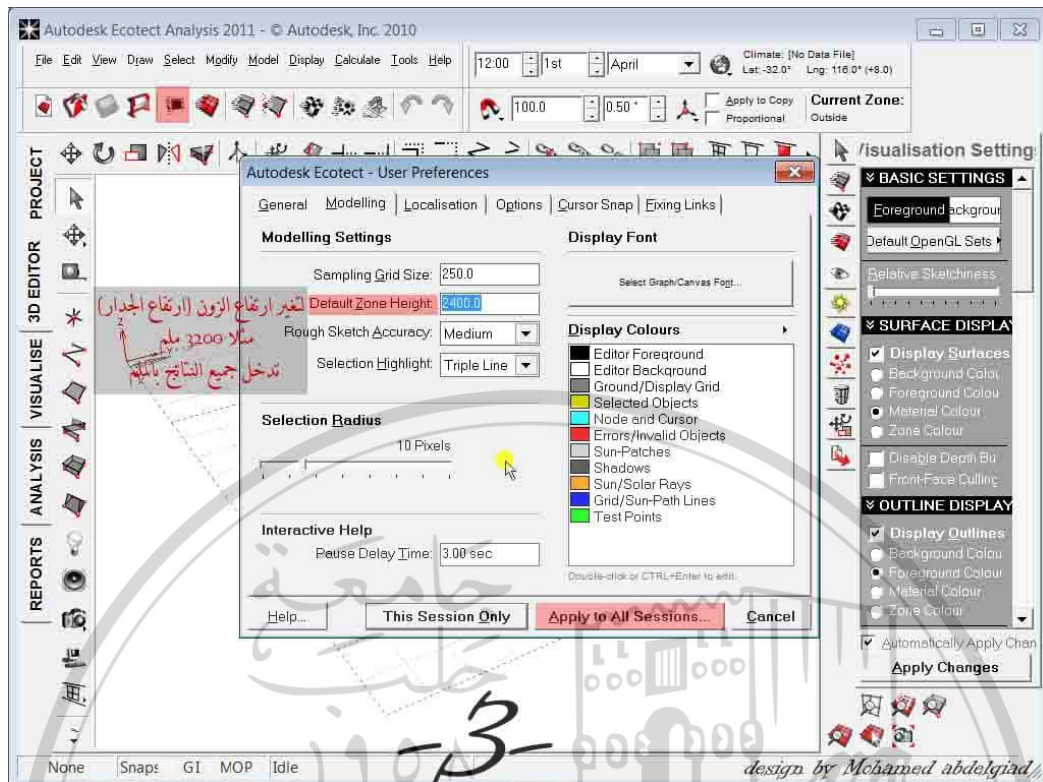
جدول (٢٤) المقاومة البخارية لبعض المواد

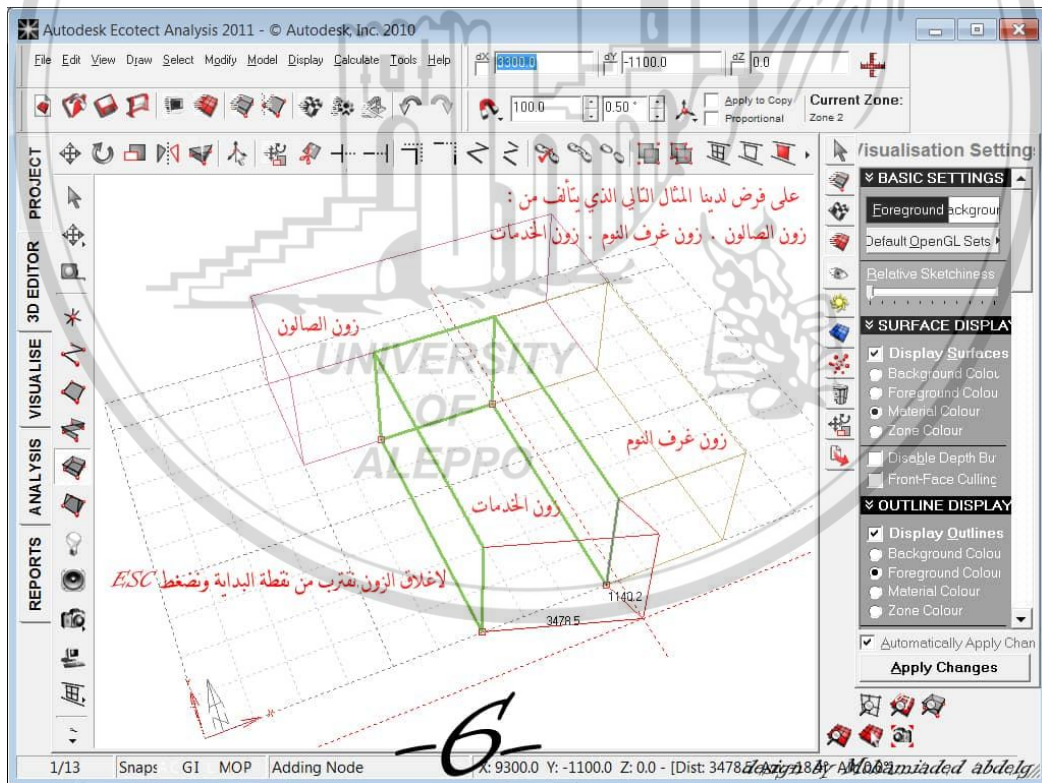
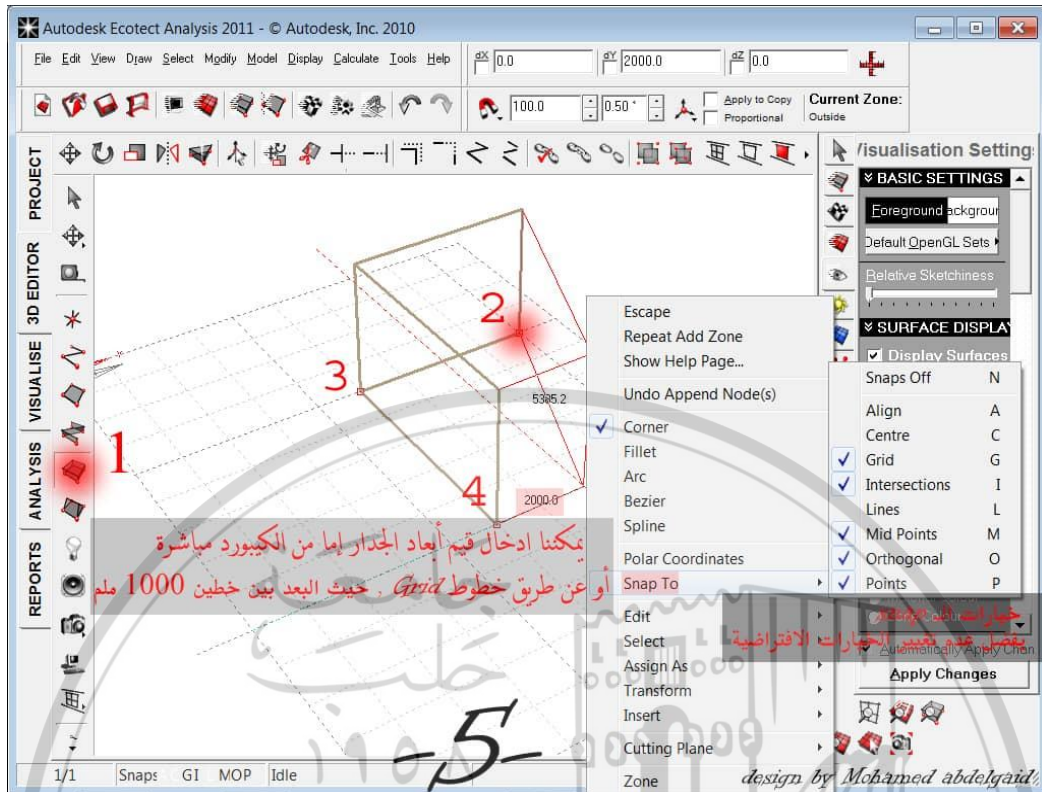
الرقم	المادة	المقاومة البخارية (ميغانيوتن.ثانية/غرام.متر) (MN.s/g.m)
١	الصخور الكلسية والرملية (أحجار البناء)	٨٠ - ١٣٥
٢	الطوب: * الخرسانى المصمت * الخرسانى المفرغ * الطيني المشوي المصمت والمفرغ * الرملي الجيري * الزجاجي	٨٠ - ٥٤ ٢٧ - ٥٤ ٢٧ - ٥٤ ٨٠ - ١٣٥ ٨٠٠
٣	الخرسانة: * خرسانة الركام العادي والخفيف الوزن * الخرسانة الرغوية	٣٨٠ - ٨٠٠ ٢٧ - ٥٤
٤	الأرضيات والجدران: • بلاط السيراميك • اللينوليموم • المطاط	٥٤٠ - ١٦٢٠ ٢٧٠٠ ٤٣٠٠
٥	طبقة الطينة: * الإسمنتية * الجبسية	٨٠ - ١٩٠ ٥٤
٦	الخشب: • الأخشاب الطبيعية • الألواح الليفية القاسية • الألواح الليفية الطرية • ألواح الخشب الرقائقي (المعكس)	٢٠٠ ٣٨٠ ٢٧ ٢٧٠ - ٥٤٠
٧	ألواح الاسبستوس الإسمنتي (الامينط)	١٠٠ - ٢٧٠
٨	الطبقات المانعة للترطيب:	
	* الزفت والبتيومين بسماكة (٢٠) ملليمتر	١٠٠٠٠
	* اللباد الزفتي	٧٠٠٠ - ١٦٠٠٠

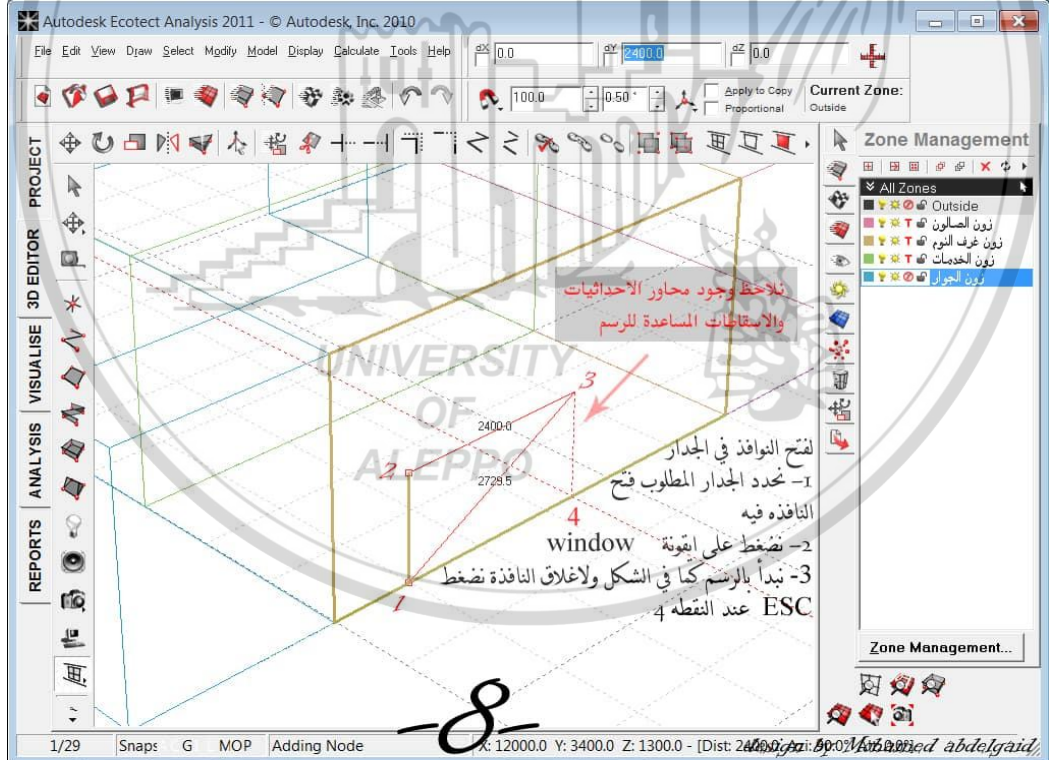
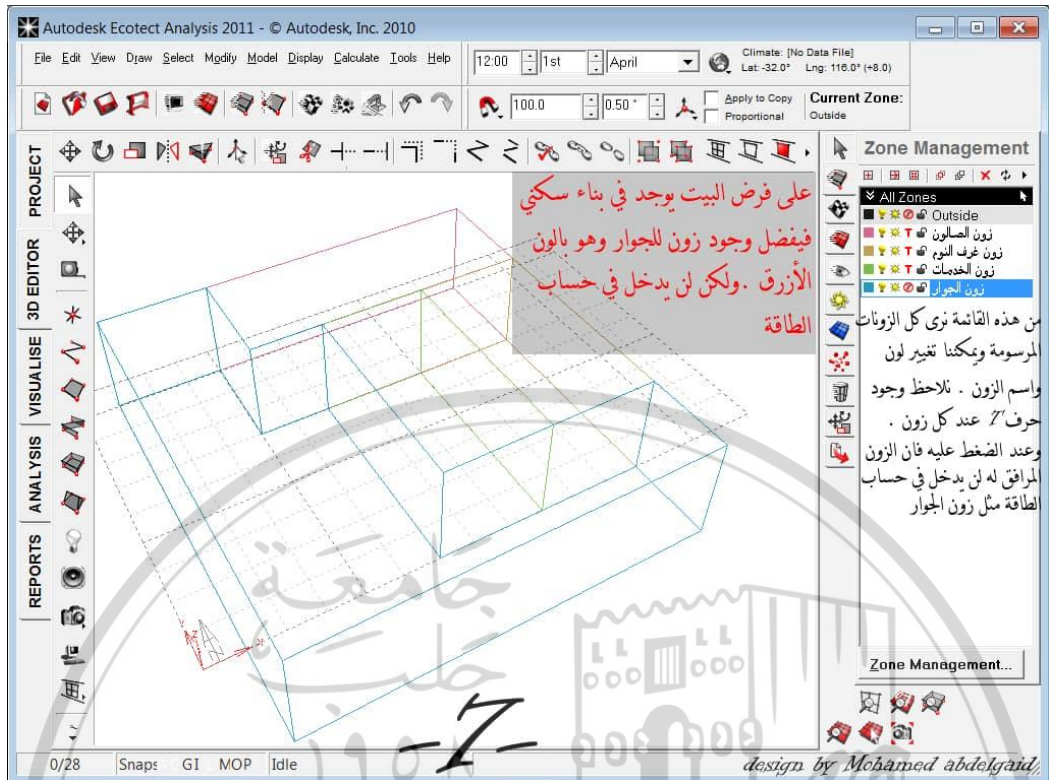
٩	المواد العازلة:	
	أ - اللدائن الرغوية:	
	* ألواح البوليستيرين كثافة (٣٠) كغ / م ^٣	٢٠٠ - ٥٤٠
	* ألواح البوليستيرين كثافة (٢٥) كغ / م ^٣	١٦٠ - ٣٨٠
	* ألواح البوليستيرين كثافة (١٥) كغ / م ^٣	١٠٠ - ٢٧٠
	* البولي يورثين	١٦٠ - ٥٤٠
	ب - الألياف المعدنية والنباتية	٥,٤
	ج - ألواح الفلين	٢٧ - ١٦٠
ملاحظة عند عدم معرفة القيمة الحقيقية للمقاومة البخارية للمادة، تؤخذ القيم الدنيا المحددة في الجدول. وللحصول على المقاومة البخارية (R_v) يتم ضرب المقاومة البخارية في سماكة المادة (بالمتر)، حسب المعادلة رقم (٩) التالية: $R_v = \frac{1}{\delta} \cdot d \quad (\text{MN.s/g}) \quad (\text{ميجانيوتن. ثا/غ})$		

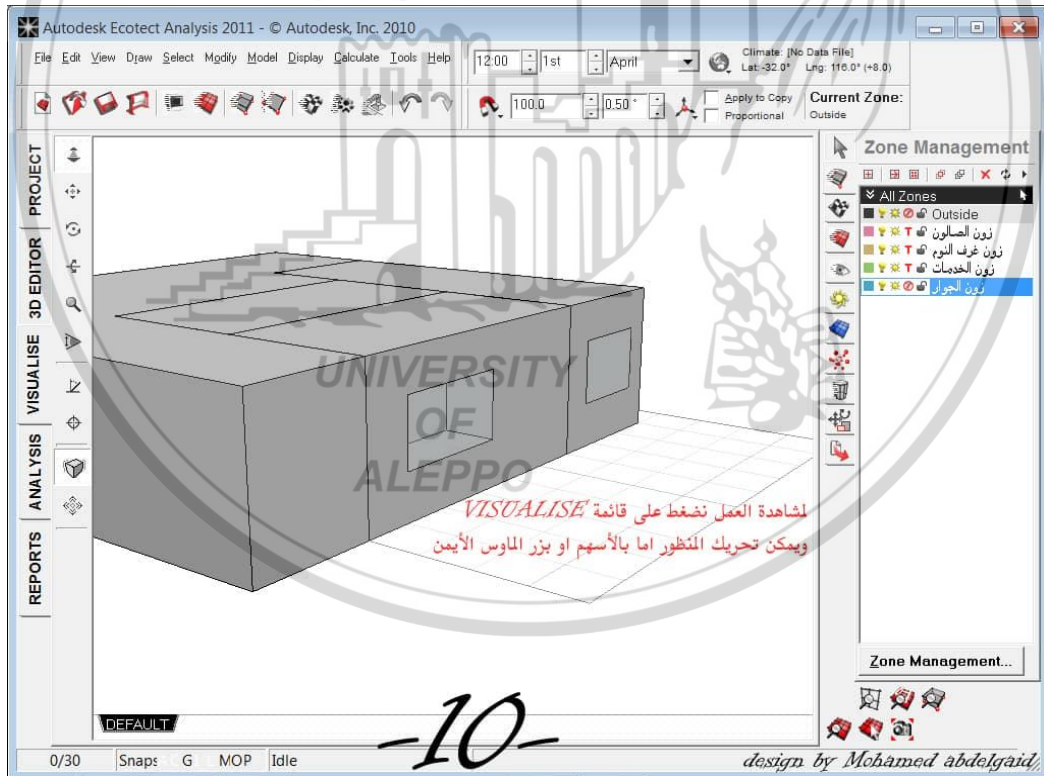
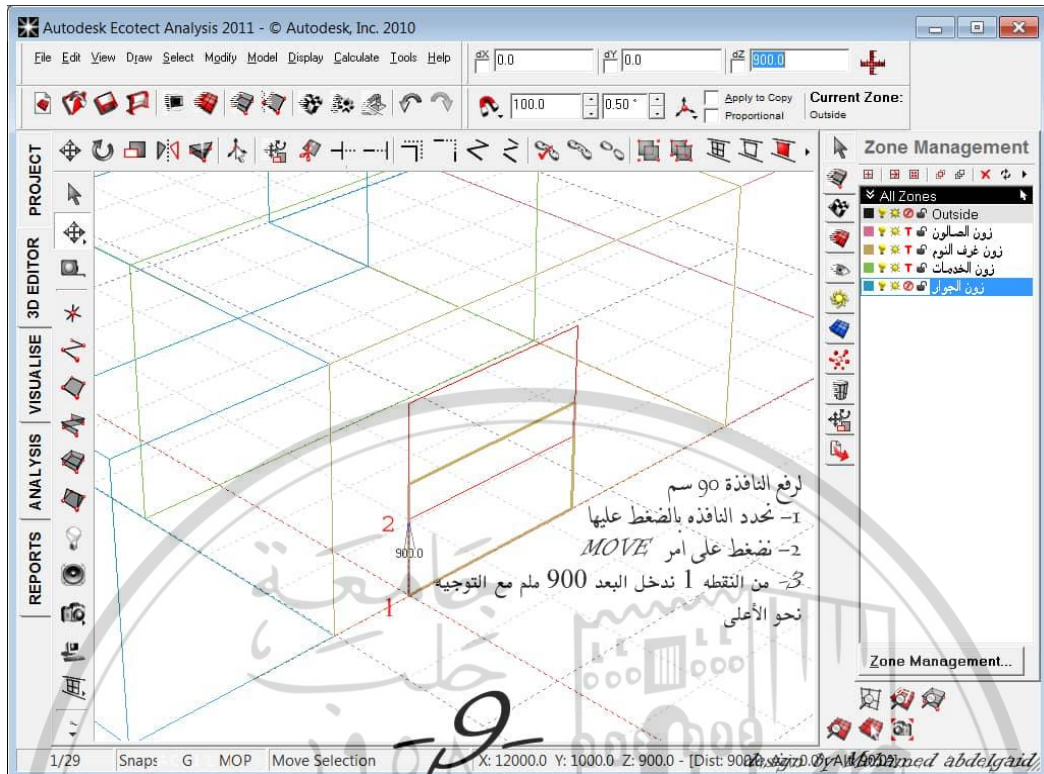
٢ - صور توضح طريقة العمل على برنامج ال ECOTECT مع الشرح على الصور:

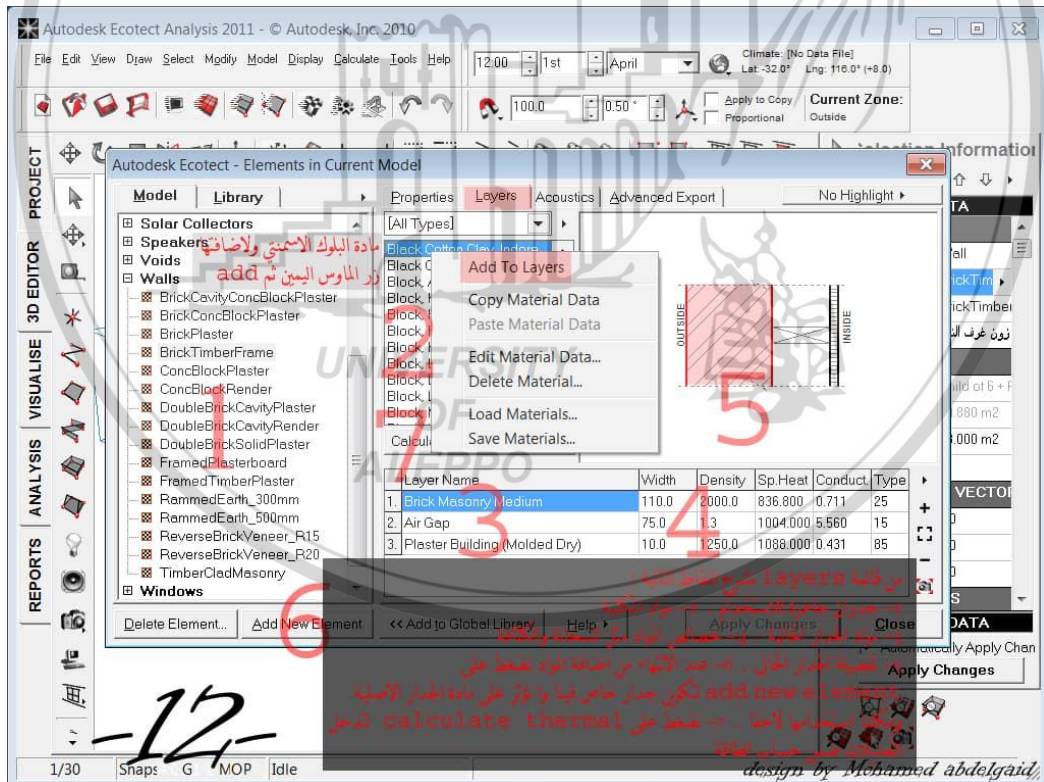
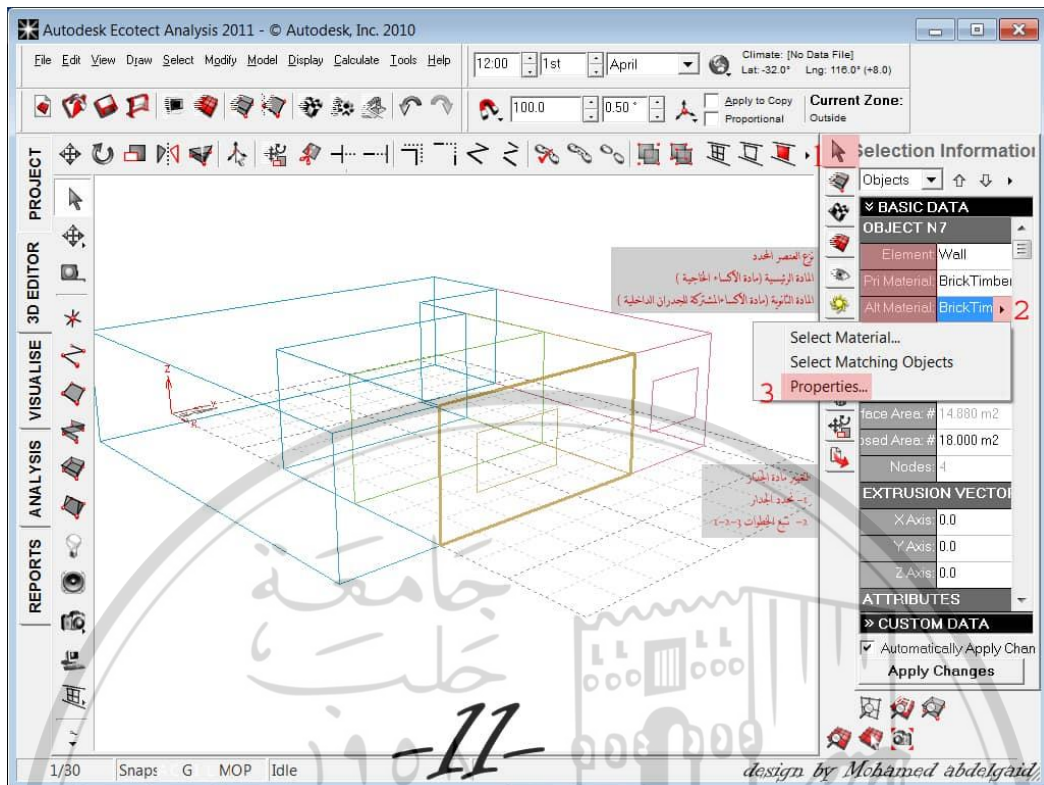


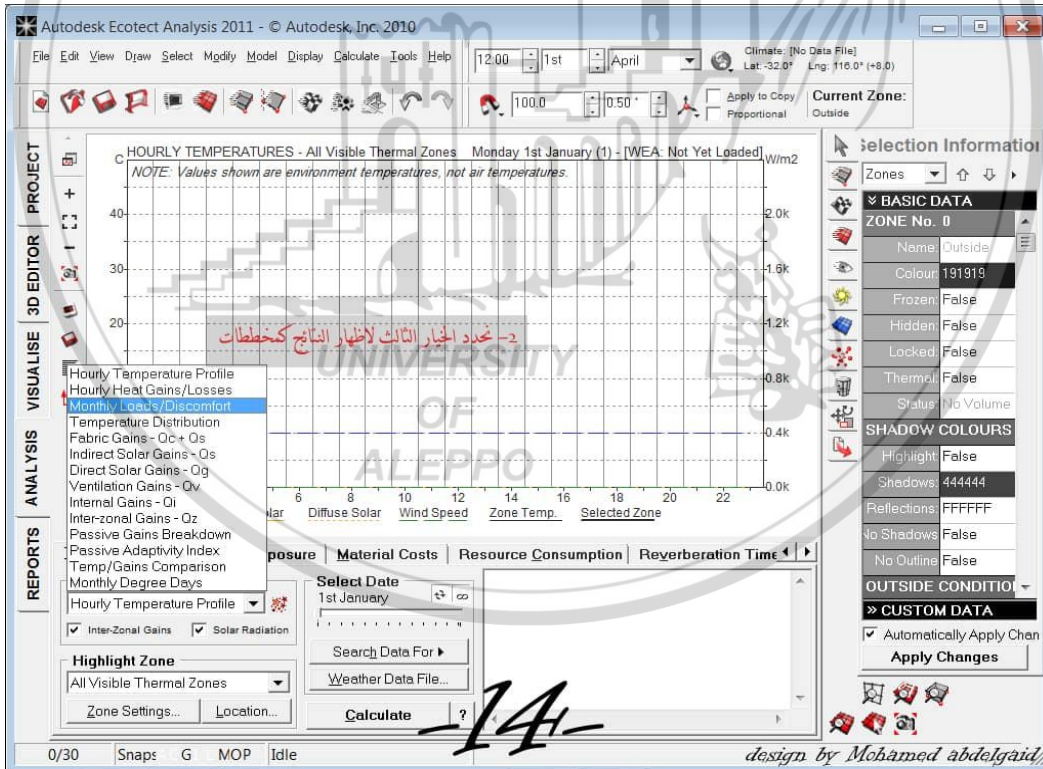
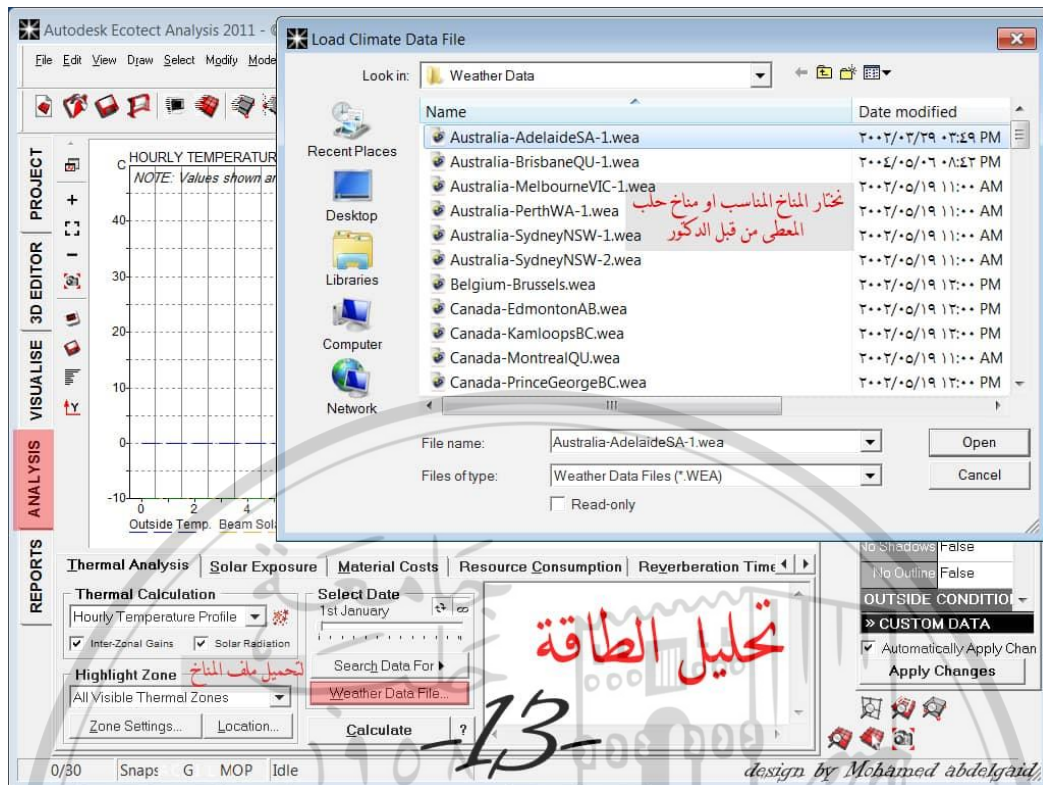


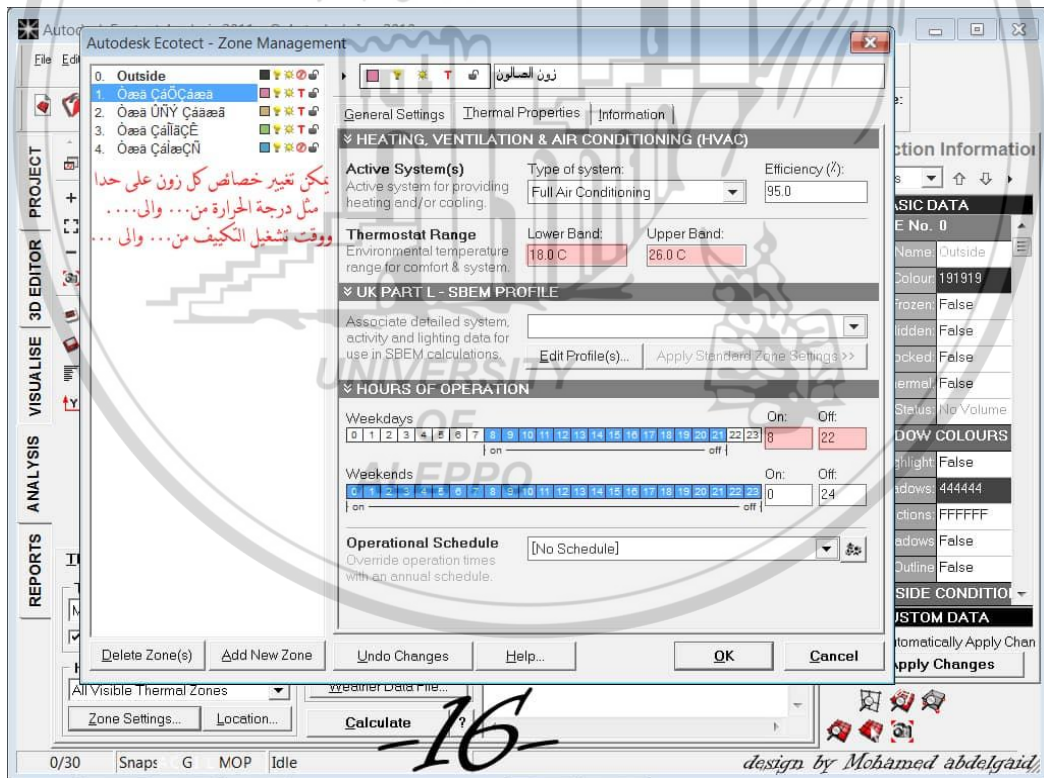
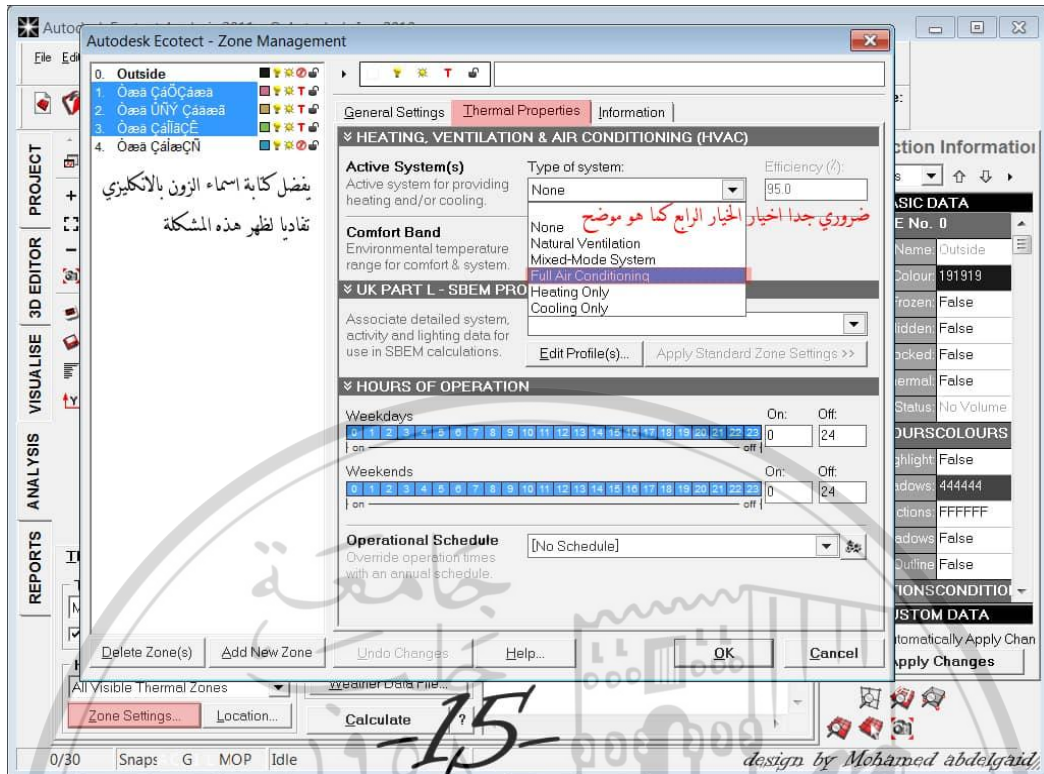


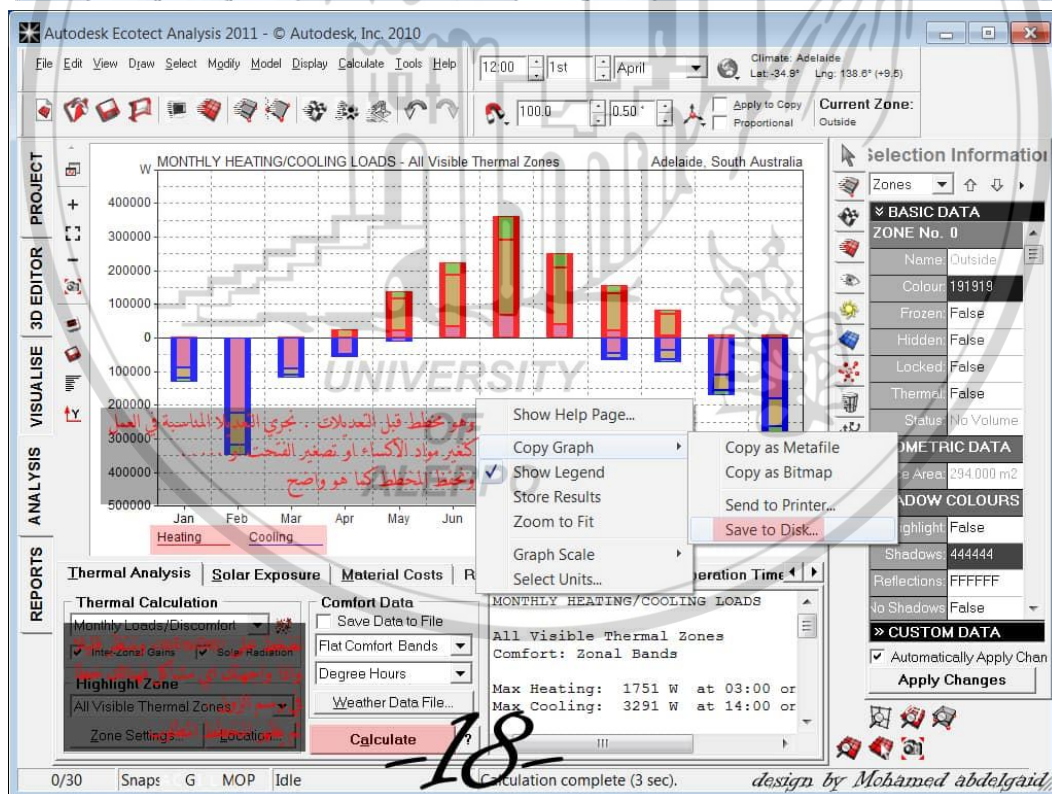
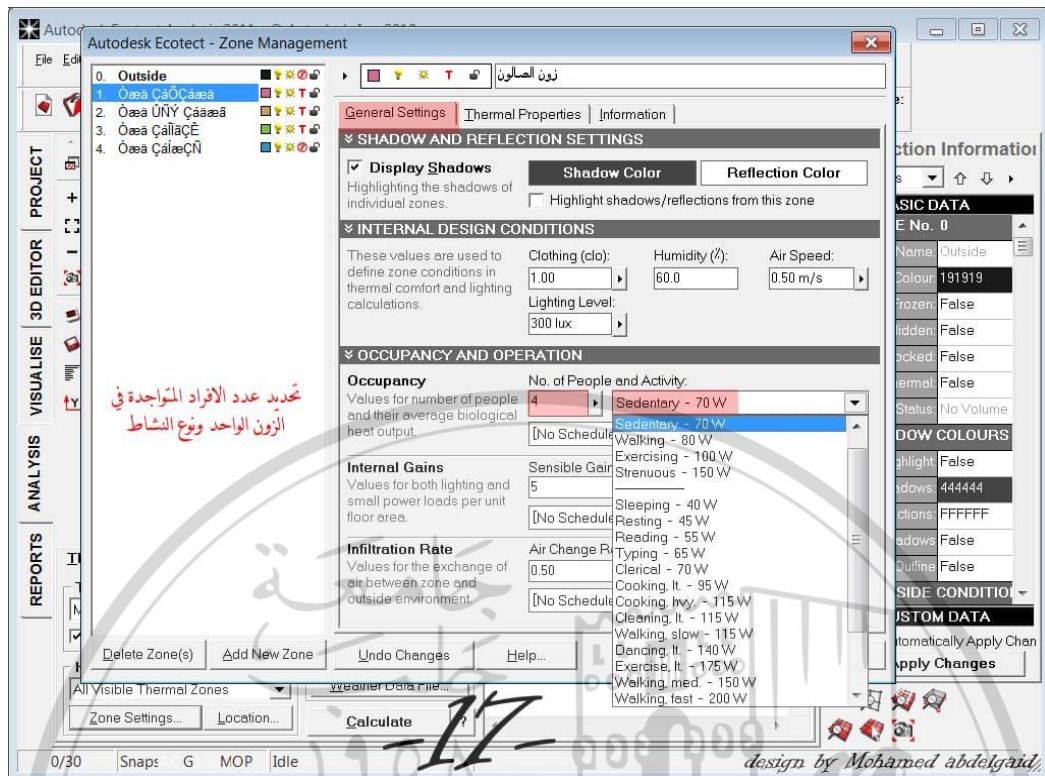


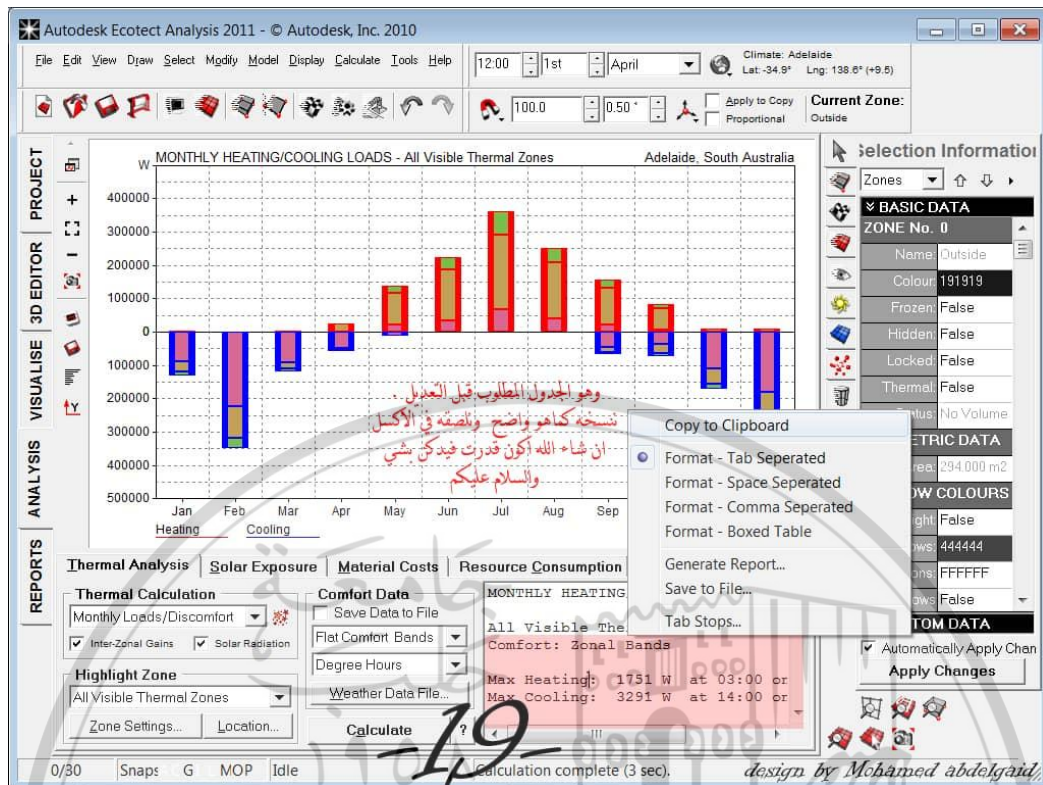












UNIVERSITY
OF
ALEPPO

المراجع العربية:

- ١- العيسوي، محمد عبد الفتاح أحمد
تأثير تصميم الغلاف الخارجي للمبنى على الإكتساب الحراري والراحة الحرارية
للمستعملين (منهج لعملية التصميم البيئي للغلاف الخارجي للمباني) _ جامعة
القاهرة _ ٢٠٠٣
- ٢- سنو، ابتسام محمد
مواد بناء وإكساء الغلاف الخارجي للمباني ودورها في ترشيد الطاقة _ جامعة
حلب _ ٢٠٠٦
- ٣- جميل، سميرة جمال
المناخ والعمارة _ مجلة العلوم والتكنولوجيا _ ٢٠٠٩
- ٤- جميل، أسوس محمد علي
تأثير الرطوبة على المباني وطريقة عزل الرطوبة ومواد العزل المستخدمة _
اتحاد مهندسي كوردستان _ ٢٠١٥
- ٥- حنّان، محمود قصّاب
انعكاس المؤثرات " البيئية - التقنية " للأبنية السكنية الذكية على الكفاءة
الاقتصادية والبيئية _ كلية الهندسة المدنية _ قسم الإدارة الهندسية والإنشاء _
٢٠١٥
- ٦- النّمر، نادر جواد
محددات تطبيق عوامل الأمن والسلامة من الحريق في المباني وأثرها على
التصميم المعماري

- ٧-المركز الوطني لبحوث الطاقة ٢٠١١ - كود العزل للأبنية في سورية
أسس ومبادئ التصميم المعماري
- ٨-المركز الوطني لبحوث الطاقة ٢٠١١ - كود العزل للأبنية في سورية
المواد العازلة للحرارة وأسس اختيارها وتطبيقاتها
- ٩-المركز الوطني لبحوث الطاقة ٢٠١١ - كود العزل للأبنية في سورية -
الرطوبة الداخلية في الأبنية
- ١٠ - المركز الوطني لبحوث الطاقة ٢٠١١ - كود العزل للأبنية في سورية
- الاستهلاك الأمثل للطاقة في الأبنية
- ١١ - فتحي، حسن
العمارة والبيئة "سلسلة كتابك"، دار المعارف - القاهرة ١٩٧٧.
- ١٢ - أحمد منير، سليمان
الإسكان والتنمية المستدامة في الدول النامية ١٩٩٦، الطبعة الأولى، دار
الراتب الجامعية، بيروت، لبنان
- ١٣ - الحلبي، صباح
تحسين كفاءة المباني السكنية في استهلاك الطاقة كاستراتيجية لحماية البيئة
في سوريا، بحث غير منشور للحصول على درجة الماجستير، قسم
التصميم المعماري، كلية الهندسة المعمارية، جامعة حلب، سوريا ٢٠١١
- ١٤ - الخوري، محمد بدر الدين
المؤثرات المناخية والعمارة العربية ١٩٧٥، جامعة بيروت العربية، لبنان

١٥- صادق، ماهر

مبادئ أسس وتطبيق التصميم المستدام في المباني السكنية في سوريا، بحث
غير منشور للحصول على درجة الماجستير، قسم التصميم المعماري،
كلية الهندسة المعمارية، جامعة البعث، حمص ٢٠٠٩

١٦- عوف، سعيد

العناصر المناخية والتصميم المعماري ١٩٩٤، كلية العمارة والتخطيط، جامعة
الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

١٧- تشينج، فرانسيس

(ترجمة: سليم صبحي الفقيه) ٢٠٠٤، الواضح في إنشاء المباني، الجامعة
الأردنية، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية

١٨- دليل المباني الخضراء، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة ٢٠١٠

١٩- بنود، عبد الحكيم

المباني المستدامة، ٢٠٠٩ كلية الهندسة المدنية، جامعة حلب، سوريا

٢٠- فكري أحمد، الزعفراني عباس محمد

الزجاج ذو النفاذية الاختيارية للاشعاع الشمسي، مدخل التصميم البيئي
للفتحات الزجاجية في المباني، بحث منشور، مؤتمر قسم الهندسة
المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر.



المراجع الأجنبية

- ١- Building Physics Tools
Needs ,Use and the Lack of Use in the Building
Process.Modelling Non-Isothermal Moisture Flow and Frost
Penetration ,Stephen Burke ,(٢٠٠٩)
- ٢- Amina Technologies Ltd ,(٢٠٠٧) ,amina inwall loudspeaker
solutions ,U.K.
- ٣- Bingham ,David Paul ,(١٩٩٤) ,Response to the Sun ,Faculty
of the Verginia ,Polytechnic Institute and State University ,
Master of Architecture.
- ٤- John K.Branner Travelling Fellowship ,(٢٠٠٤) ,On Light and
Dematerialization in Architecture ,Final Report ,USA
- ٥- Klopff ,John C. ,(٢٠٠٠) Gimme Shelter Dwelling in an
Extreme Climate.
- ٦- M.Shenouda ,A report on The Request of Advanced
Chemical Engineering Systems ,an Unpublished Report ,
School of Sciences and Engineering ,American University
in Cairo ,July ٢٠٠١.
- ٧- R.Thomas ,M.Fordham & Partners ,Environmental Design
"An Introduction for Architects and Engineers" ,E & FN
Spon ,London ١٩٩٩.
- ٨- Brown/ G.z.sun ,wind Slight.ed Z.New york: John Wiley
Sons ,Inc.٢٠٠١.
- ٩- Merrirr ,Frederick design and construction hand book ,٦th
edition ,Mc _ Grow _Hill company ,New York ٢٠٠١.
- ١٠- Bowle ,J.E , " Foundation Analysis and Design " ,٥th
Edition ,McGraw Hill Book Co ,New York ,١٩٩٦.
- ١١- Youssef K.A. ,٢٠٠٥- The Conflict of Architectural
Intelligence: Towards an Integrated Profile of Intelligent

Architecture.Sixth International Architectural Conference
in Assiut ,Egypt.

- ١٢- Farrelly L.(٢٠٠٩- Construction+ Materiality.AVA
Publishing SA ,U.S.A.
- ١٣- Yang J.; Sidwell A.(٢٠٠٥- Smart & Sustainable Built
Environment.Black well Publishing ,Oxford ,U.K.
- ١٤- Leung A.(٢٠٠٦- The Evolution and Application of The
Intelligent Building Index.Seminar on Sustainable Built
Environment: Intelligent Building.Hong Kong: City
University of Hong Kong.
- ١٥- Baker N.; Steamers K.(٢٠٠٠- Energy and Environment
in Architecture a Technical Design Guide.E & FN Spon ,an
Imprint of The Taylor & Francis Group New Fetter lane ,
London ,U.K.
- ١٦- Reporart A.(١٩٩٨- The Meaning of the Built
Environment.Sage Publications Beverly Hills.
- ١٧- Liu Z.; Makar J.(٢٠٠١ - Development of Fire Detection
Systems in the Intelligent Building.١٢th International
Conference on Automatic Fire Detection ,Gaithersburg ,
Canada.
- ١٨- Leo D.(٢٠٠٧ - Engineering Analysis of Smart Material
Systems.John Wiley & Sons Press ,Hoboken ,New Jersey.
- ١٩- Berge B.(٢٠٠١ - The Ecology of Building
Materials.Translated by: Filip Henley ,Architectural
Pressm ,An print of Butterworth- Heinemann.
- ٢٠- Ladwing ,T ,H (١٩٩١).Industrial Fire Prevention And
protection ,I deition.Van Nostrand rinhold ringold New
yourk.
- ٢١- Taylor ,J.and cooke G.(١٩٧٨) the fire precautions Act
in Practice first edition ,GB

- ٢٢- Yew Wah ,W.,٢٠٠٠- " Energy Audit for Building " BCA Seminar on Energy Efficiency in Building Design , Singapore.
- ٢٣- ASHRAE ,١٩٩٧- Hand Book of Fundamentales , American ,Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ٢٤- Givoni B.,١٩٩٨- Climate Considerations in Building and Urban Design.Van Nostrand Reinhold ,United States , ٤٦٤ Pages.
- ٢٥- Hanna G.B.,١٩٨٣- Passive and Low Energy Architecture ,proceeding of The Second International Plea Conference Crete ,Greece ٢٨ June -١ July.
- ٢٦- ISO ,Dis ١٣٧٩٠ , " Thermal Performance of Building Calculation of Energy use for Heating " .
- ٢٧- Land/Design Research ,Columbia ,Maryland , Landscape Planning for Energy Conservation ,Library of Congress ,١٩٧٧.
- ٢٨- Watson Donald and Kenneth Labs ,١٩٩٢ - Climatic Building Design ,Mc.Graw -Hill , Inc ,New York.
- ٢٩- Markus T.A.,Morris E.N.,١٩٨٠- Buildings.Climate and Energy ,Spottiswoode Ballantyne Ltd ,Colchester , Great Britain and London ,٥٤٠ pages.

دَقَّقَ الكتابَ علمياً:

الدكتور	الدكتور	أ.الدكتور
لميس حربلي	ياسر ضاشوالي	سعد الدين زيتون

دَقَّقَ الكتابَ لغوياً:

