دولة فلسطين

كود البناء الفلسطيني

كود المباني الموفرة للطاقة

وزارة الحكم المحلي

الإصدار الأول للعام 2023

الكود يضمن سلامتك

كود البناء الفلسطيني
كود المباني الموفرة للطاقة

الطبعة الأولى للعام 2023م

فخامة الرئيس محمود عباس

بدأنا ببناء الإنسان في التعليم والأجهزة المدنية والعسكرية، من أجل أن نصل إلى بناء مؤسسات بكادر قوي ومتمكن، وصولا إلى بناء مؤسسات الدولة، باعتبار جميع مفاصل العمل التطويري هي حلقات مكملة لبعضها البعض.

دولة رئيس الوزراء الدكتور محمد اشتية

إن المواصفات والمعايير الفلسطينية تعتبر ركيزة الاقتصاد الوطني وإحدى حلقات بناء مؤسسات الدولة.

كلمة معالي وزير الحكم المحلي
المهندس مجدي الصالح

يقدم الإصدار الأول للعام ٢٠٢٣ من كود البناء الموفر للطاقة تقاطعاً بين أطر إدارة المشروع ونهج الاستدامة بتقديم أفضل الممارسات على مستوى المبنى بأكمله، والأنظمة المادية (مثل التصميم للمبنى وغلاف المبنى، والإضاءة، وأنظمة الكهرباء، وأنظمة HVAC، وأنظمة التحكم، وأنظمة معلومات البناء و أي تقنيات معلومات إدارة الطاقة للمبنى).

ويوفر كود المباني الموفرة للطاقة في فلسطين إطار الاستدامة للمبنى بأكمله بناءً على ثلاث مكونات: (١) التكلفة المالية (الربح)، (٢) التكلفة البيئية (الكوكب)، (٣) التكلفة البشرية/الاجتماعية (الأشخاص: الراحة والإنتاجية). ويعد الهدف الرئيسي من اعتماد هذا الكود باعتباره محفزًا للاستثمار في تحسينات الطاقة في المباني. فكافة المباني تشيد لاستخدامها لعدة عقود وربما لأكثر من مئة عام كما هو الحال في فلسطين فان كفاءة الطاقة في المباني الجديدة سوف تحدد استهلاك الطاقة في قطاع البناء لفترة طويلة جدا. فان تأثيرها سيكون أطول بكثير من القطاعات الأخرى والتي غالبا لا تتجاوز ثلاثة عقود.

ويُعد تحسين كفاءة المباني في مرحلة التخطيط أمرًا بسيطًا نسبيًا وقليل التكلفة، بينما تكون التحسينات بعد إنشائها الأولي أكثر صعوبة، فالقرارات التي يتم اتخاذها خلال مرحلة تنفيذ مشروع المبنى ستحدد بالتالي الاستهلاك على مدى عمر المبنى. وتُعد التدابير المتخذة لتحسين الكفاءة (الطاقة) ممكنة فقط أثناء البناء أو من خلال عمليات التجديد الرئيسية، والتي من المحتمل أن تحدث فقط بعد عدة عقود. اما التحسينات الأخرى فسوف تكون فعالة من حيث التكلفة أو ربما مجانية أو بتكاليف قليلة عند تنفيذها في مرحلة المشروع، ولكنها قد تكون باهظة الثمن في مرحلة لاحقة.

ويعتبر إستهلاك الطاقة في المباني هو جزء كبير من إجمالي الاستخدام النهائي للطاقة في العالم بشكل عام وفي فلسطين بشكل خاص. ونظرًا للإمكانيات العديدة لتقليل متطلبات الطاقة للمباني بشكل كبير، فإن التوفير المحتمل لكفاءة الطاقة في قطاع المباني من شأنه أن يساهم بشكل كبير في تقليل استهلاك الطاقة على مستوى المجتمع. ولأن حجم كفاءة الطاقة في المباني كبير بما يكفي للتأثير على السياسة الأمنية والحفاظ على المناخ والصحة العامة على المستوى الوطني والعالمي. ومن خلال تقليل استهلاك الطاقة في المباني، يمكن تقليل الاعتماد على الطاقة المستوردة وتعزيز موقعها الاستراتيجي.

الفريق الوطني لإعداد كود البناء الفلسطيني

	اسم العضو	المسمى	الجهة
1	م. سهيل حرز الله	مقرر الفريق	وزارة الاقتصاد الوطني
2	ماهر أبو حجلة	سكرتير الفريق	مجلس الوزراء
3	م. حيدر حجة	عضو فريق	مؤسسة المواصفات والمقاييس
4	عميد. م. مالك عالية	عضو فريق	الدفاع المدني
5	م. منذر دويكات	عضو فريق	نقابة المهندسين
6	م. ربا أبو ميزر	عضو فريق	وزارة الحكم المحلي
7	م. وسيم جبارين	عضو فريق	وزارة الأشغال العامة والإسكان
8	م. أحمد فليفل	عضو فريق	اتحاد المقاولين

اللجنة الفنية لإعداد كود المباني الموفرة للطاقة

	اسم العضو	المسمى	الجهة
1	ربا أبو ميزر	مقرر اللجنة	وزارة الحكم المحلي
2	طاهر أبو شمله	عضو لجنة	وزارة الأشغال العامة والإسكان
3	هشام الخفش	عضو لجنة	وزارة الاقتصاد الوطني
4	كهرمانة الكيلاني	عضو لجنة	سلطة جودة البيئة
5	محمود أبو خيزران	عضو لجنة	مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية
6	محمد أبو جعب	عضو لجنة	مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية
7	شاكر دويكات	عضو لجنة	نقابة المهندسين
8	خالد صافي	عضو لجنة	اتحاد الصناعات الإنشائية
9	عبد الناصر دويكات	عضو لجنة	اتحاد المقاولين الفلسطينيين
10	سامح منى	عضو لجنة	جامعة النجاح الوطنية
11	مهند الحاج حسين	عضو لجنة	جامعة النجاح الوطنية

اللجنة الفنية لإعداد الإصدار الأول للعام 2023
لكود المباني الموفرة للطاقة

الفريق الاستشاري الذي قام بإعداد كود المباني الموفرة للطاقة من جامعة النجاح الوطنية			
	اسم العضو	المسمى	الجهة
1	د.م. معتصم فؤاد بعباع	رئيساً	جامعة النجاح الوطنية
2	د.م. سامح شريف منى	عضو اً	جامعة النجاح الوطنية
3	د.م. مهند جميل الحاج حسين	عضو اً	جامعة النجاح الوطنية
4	د.م. فؤاد معتصم بعباع	عضو اً	جامعة النجاح الوطنية

تم اعداد كود المباني الموفرة للطاقة بإصداره الأول ضمن برنامج إصلاح وتطوير الحكم المحلي LGRDP-II،
بالشراكة مع وكالة التنمية البلجيكية Enabel، وبتمويل من الحكومة البلجيكية.

Belgium partner in development
Enabel

المقدمة

تعد كودة المباني الموفرة للطاقة من الأدوات الرئيسية التي تهدف إلى تعزيز الاستدامة والكفاءة الطاقية في قطاع البناء في فلسطين. يمثل هذا الكود مرجعًا مهمًا للمهندسين والمطورين وأصحاب المشاريع في بناء المباني بطريقة تحقق أقصى استفادة من موارد الطاقة المحدودة وتقليل الآثار البيئية الضارة. واهمية هذه الكودة تتمثل فيما يلي:

١- توفير الطاقة: يسعى كود المباني الموفرة للطاقة إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني، مما يقلل من استهلاك الكهرباء والوقود الأحفوري وبالتالي يساهم في توفير الطاقة.

٢- حماية البيئة: من خلال تقليل الانبعاثات الكربونية والآثار البيئية الضارة، يلعب الكود دورًا مهمًا في الحفاظ على البيئة والحد من التغير المناخي.

٣- تحسين الجودة: تطبيق كود المباني الموفرة للطاقة يسهم في تحسين جودة المباني وراحة سكانها من خلال توفير درجات حرارة مثالية وجودة الهواء.

أهداف الكود: تهدف هذه الكودة الى تحقيق ما يلي:

•تعزيز الكفاءة الطاقية: يهدف الكود إلى تحقيق أعلى مستويات الكفاءة في استخدام الطاقة في المباني من خلال متطلبات صارمة.

•تعزيز الاستدامة: يشجع الكود على استخدام المواد والتقنيات المستدامة في بناء المباني.

•ضمان راحة المستخدمين: يهدف الكود إلى توفير بيئة داخلية مريحة وصحية للسكان.

•تقليل التكاليف: من خلال توفير الطاقة وتقليل التكاليف الاستهلاكية للمباني.

وتتكون هذه الكودة من ستة فصول وهي:

١- الفصل الأول: مقدمة عامة وتعريف بالكود وأهميته. يشرح هذا الفصل الأسس العامة للكود وأهميته في تحقيق الاستدامة وتوفير الطاقة في قطاع البناء.

٢- الفصل الثاني: كود الطاقة لغلاف المبنى. يتعامل هذا الفصل مع التفاصيل الفنية لكيفية تصميم وبناء غلاف المبنى بحيث يكون موفرًا للطاقة وعازلاً حراريًا.

٣- الفصل الثالث: كفاءة الطاقة في الإنارة وأنظمة التحكم. يركز هذا الفصل على كيفية تصميم أنظمة الإنارة والتحكم لتحقيق أقصى كفاءة وتوفير الطاقة.

٤- الفصل الرابع: كفاءة الأجهزة والمعدات المستخدمة بالمباني. يتناول هذا الفصل كيفية اختيار واستخدام الأجهزة والمعدات ذات الكفاءة العالية لتقليل استهلاك الطاقة.

٥- الفصل الخامس: أنظمة التدفئة والتكييف والتهوية. يشرح هذا الفصل كيفية تصميم وتشغيل أنظمة التدفئة والتكييف والتهوية بكفاءة عالية.

٦- الفصل السادس: أداء الطاقة. يتناول هذا الفصل كيفية تقييم وقياس أداء الطاقة في المباني وتحليل البيانات لتحسين الكفاءة.

تمثل كودة المباني الموفرة للطاقة في فلسطين خطوة مهمة نحو تحقيق الاستدامة البيئية وتوفير الموارد الطاقية، مما يسهم في تحسين جودة الحياة وتقليل تكاليف الطاقة.

المحتويات

1- الفصل الأول: عام

1.1	مقدمة	17
1.2	الحاجة إلى كفاءة الطاقة في كود البناء	17
1.3	فوائد المباني الموفرة للطاقة على المجتمع	17
1.4	الاستثمار في كفاءة الطاقة في المباني الجديدة	19
1.5	المشاركون في الكود	20
1.6	متطلبات كفاءة الطاقة في قوانين البناء	20
1.7	آليات تحقيق الاهداف	21
1.8	تأثير استهلاك الطاقة بالمباني على الاحتباس الحراري	22
1.9	معوقات تنفيذ المباني الموفرة للطاقة	23
1.10	المقارنة المعيارية للطاقة ENERGY BENCHMARKING	24
1.11	المناخ وأثره على كفاءة الطاقة بالمباني	26
1.12	المناطق المناخية	29
1.13	طرق استخدام الكود	30

2- الفصل الثاني: كود الطاقة لغلاف المبنى

2.1	مقدمة	31
2.2	غلاف المبنى المصمت	31
2.3	تاثير موضع العزل الحراري	38
2.4	المكون الزجاجي لغلاف المبنى	42
2.5	التظليل للتحكم في الاشعاع الشمسي (غير الزامي)	45
2.6	تقليل تأثير الجزر الحرارية الحضرية (غير الزامي)	48
2.7	بيانات عن غلاف المبنى	49
2.8	المراجع	51

3- الفصل الثالث : كفاءة الطاقة في الانارة و انظمة التحكم

3.1	مقدمة	52
3.2	شدة الاستنارة والتجانس الضوئي (UNIFORMITY)	55
3.3	قدرة الانارة الداخلية (LIGHTING POWER DENSITY)	56
3.4	قدرة الاضاءة الخارجية	61
3.5	التحكم بالإضاءة	61
3.6	اشارات الخروج	63
3.7	المراجع	64

4- الفصل الرابع: كفاءة الاجهزة والمعدات المستخدمة بالمباني

	مقدمة	65
4.1	ملصقات الطاقة ENERGY LABELS	66
4.2	تسخين المياه	69
4.3	قواعد عامة لتسخين المياه في المباني	71
4.4	قواعد خاصة	71
4.5	المراجع	72
4.6		

5- الفصل الخامس: أنظمة التدفئة والتكييف والتهوية

5.1	مقدمة	73
5.2	حجم المعدات	73
5.3	كفاءة معدات التكييف	77
5.4	التهوية الميكانيكية	78
5.5	حجم وكفاءة المراوح	79
5.6	تصميم قنوات الهواء لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء	80
5.7	تصميم انابيب المياه لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء	83
5.8	نظام الهواء الموفر	83
5.9	اجهزة للتحكم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء	84
5.10	متطلبات تركيب أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء	84
5.11	المراجع	86

6- الفصل السادس: أداء الطاقة

6.1	مقدمة	87
6.2	التطبيقات	87
6.3	متطلبات التوافق	87
	الملحقات	90

فهرس الجداول

الجدول 2.1 تفاصيل بناء الجدران الخارجية والأرضيات والأسقف الدارجة والخصائص الحرارية للمواد	32
الجدول 2.2 قيم الموصلية الحرارية U المطلوبة لغلاف المبنى للمناطق المناخية المختلفة في فلسطين	36
الجدول 2.3 قيم الموصلية الحرارية U المطلوبة لغلاف البناء الملامس للأرض	36
الجدول 2.4 قيم الموصلية الحرارية U المطلوبة للأبواب في المناطق المناخية المختلفة في فلسطين.	36
الجدول 2.5 خصائص الزجاج الرأسي المطلوبة للمناطق المناخية المختلفة في فلسطين إذا كانت WWR ≥ 50٪	43
الجدول 2.6 خصائص الزجاج الرأسي المطلوبة للمناطق المناخية المختلفة في فلسطين إذا كانت WWR < 50%	43
الجدول 2.7 خصائص الزجاج المستخدم في الاسقف و المطلوبة للمناطق المناخية المختلفة في فلسطين	44
الجدول 2.8 التظليل المطلوب حسب الاتجاه	47
الجدول 2.9 مضاعفات SHGC للإسقاطات الدائمة حسب ASHRAE 90.1: 2016	47
الجدول 2.10 مؤشر الانعكاس الشمسي SRI لمواد الاسقف	49
الجدول 3.1 مقارنة بين مواصفات مصابيح الانارة المختلفة	53
الجدول 3.2 معامل انعكاس المواد الشائعة الموجودة في المباني وبعض ألوان الطلاء	55
الجدول 3.3 كثافة قدرة الإضاءة الداخلية باستخدام طريقة مساحة المبنى	58
الجدول 3.4 كثافة قدرة الإضاءة الداخلية وقيمة الاستنارة باستخدام طريقة وظيفة الفراغ.	59
الجدول 3.5 قدرة الإضاءة المسموحة لتطبيقات خارجية محددة في المباني.	61
الجدول 4.1 فوائد المعدات والأجهزة الموفرة للطاقة في المباني	66
الجدول 4.2 الاستهلاك السنوي للكهرباء في المساكن ذات المعدات الموفرة للطاقة [kWh]	68
الجدول 4.3 الاستخدام السنوي للكهرباء لمعدات المكاتب ل	69
الجدول 4.4 مقارنة بين الانواع المختلفة من سخانات المياة المستخدمة في فلسطين	70
الجدول 5.1 متطلبات تصميم البيئة الداخلية	74
الجدول 5.2 متطلبات تصميم البيئة الخارجية	75
الجدول 5.3 متطلبات أحمال السكان	76
الجدول 5.4 متطلبات معامل الأداء (COP) لأنواع مختلفة من أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء	77
الجدول 5.5 متطلبات ختم القنوات الهوائية	83
الجدول 5.6 متطلبات الحد الأدنى من عزل قنوات الهواء	83
الجدول 5.7 متطلبات الحد الأدنى من عزل انابيب المياه	84

فهرس الاشكال

شكل 1.1 استهلاك الطاقة حسب القطاع في فلسطين – 2020	18
شكل 1.2 معدل استهلاك الطاقة بالمباني السكنية في نصف قرن بالولايات المتحدة	19
شكل 1.3 محاكاة نموذجية تظهر مقارنة بين استهلاك الطاقة بالمبنى مقارنة بمبنى مرجعي	25
شكل 1.4 توزيع المدن الرئيسة بالضفة الغربية على المناطق المناخية حسب ASHRAE Climatic Zones	28
شكل 1.5 المناطق المناخية في الأراضي الفلسطينية بما فيها المناطق المناخية الأربع المختارة	29
شكل 1.6 مخطط انسيابي لطرق الامتثال للطاقة في الكود	30
شكل 2.1 تفاصيل الجسور الحرارية عند التقاء الجدران بالأعمدة الانشائية (أ) الجسر الحراري و (ب) الحل	34
شكل 2.2 التكثيف الداخلي على اليمين والحل المطبق بحاجز بخار الماء على اليسار	38
شكل 2.3. اختزان الحرارة في العناصر الانشائية الخارجية وتأثير موضع العزل الحراري	40
شكل 2.4. انتقال الموجة الحرارية المؤثرة على السطوح الخارجية لعناصر المبنى الى السطوح الداخلية	41
شكل 2.5 ألواح زجاجية نموذجية مفردة (أ) ومزدوجة (ب) وثلاثية (ج) الطبقات	42
شكل 2.6 أنواع مختلفة من التظليل (المصدر: source: net zero energy building in Jordan)	46
شكل 3.1 العمر الافتراضي لمختلف انواع المصابيح	54
شكل 3.2 (a) قيم درجة حرارة اللون (b) CCT، قيمة مؤشر تجسيد الالوان CRI لعدد من المصابيح الكهربائية	54
شكل 4.1 استهلاك الطاقة في المباني السكنية حسب الاستخدامات النهائية (2010).	65
شكل 4.2 نموذج لملصق الطاقة الأوروبي القديم والجديد لثلاجة بدون مجمّد.	67
شكل 5.1 أ. حمل الطلب على التدفئة لكل ساعة من المحاكاة السنوية؛ ب- منحنى حمل التدفئة	75
شكل 5.2 التهوية الميكانيكية	78
ب-1 شكل :انواع الخلايا الشمسية وفعالياتها	99
ب-2 شكل :الواجهة الرئيسة لبرنامج PVGIS الأوروبي لقييم أداء الخلايا الشمسية	100
ب-3 شكل :امثلة على التكامل بين البناء والخلايا الشمسية	101
ب-4 شكل : شكل طريقة تثبيت الخلايا الشمسية على الاسقف مع إبقاء فراغ هوائي لا يقل عن 10سم للتهوية	101
ب-5 شكل : مخطط لنظام الخلايا الشمسية المربوطة بشبكة الكهرباء الوطنية	103
ب-6 شكل :مخطط نظام الطاقة الشمسية المستقل مع تخزين	103

الرمز	المصطلح		الوحدة
A	المساحة	Area	m^2
AH	الرطوبة المطلقة	Absolute Humidity	g/kg
C	السعة الحرارية	Thermal Capacity	J/K
Cp	الحرارة النوعية	Specific Heat	J/kg.K
D	السماكة	Thickness	m
H	التوصيل الحراري السطحي	Surface Thermal Conductance	$K.W/m^2$
K	الموصلية الحرارية	Thermal Conductivity	W/m.K
R	المقاومة الحرارية	Thermal Resistance	$K/W.m^2$
Ψ	النفاذية الحرارية الخطية	Linear Thermal Transmittance	W/mK
RH	الرطوبة النسبية	Relative Humidity	(%)
Δt	الفرق في درجة الحرارة	Temperature Difference	K
t, T	درجة الحرارة	Temperature	(C°) (K)
U-value	النفاذية الحرارية	Thermal Transmittance	$K.W/m^2$
P	الكثافة	Density	Kg/m^3
Φ	التخلف الزمني	Time Lag	(h)
Δ	مقاومة البخار	Vapor Resistance	MN.s/g.m
η	فعالية الطاقة	Energy Efficiency	%
COP	معامل الاداء	Coefficient of Performance	Ratio

تعريف المصطلحات الفنية

الموصلية الحرارية (K)

هي مقدار التيار الحراري بالواط المار باتجاه عمودي على سطح مادة مساحتها مترا مربعا واحدا وسماكتها مترا واحدا بعامل تأثير فرق درجة حرارة واحدة بين سطحيها وحدة القياس (واط/م.ك) .

المقاومة الحرارية R-value

هي معكوس الموصلية الحرارية ووحدة قياسها (م.ك/واط) وهي المقاومة التي يبديها العنصر الانشائي امام انتقال الحرارة بالتوصيل خلال سماكته وزيادتها تعني زيادة قدرة العنصر الانشائي على عزل الحرارة لذلك يطلق على هذه القيمة ايضا مصطلح العازلية الحرارية. يجري حساب المقاومة بقسمة سماكة المادة على موصليتها الحرارية .

التوصيل الحراري C

هي مقدار التيار الحراري بالواط المار عموديا خلال وحدة مساحة عنصر انشائي وذلكبفعل فرق في درجة الحراره مقداره درجة واحدة بين سطحي العنصر وتحسب بقسمة الموصلية الحرارية على سماكة المادة .

النفاذية الحرارية U

هي التيار الحراري بالواط المنتقل خلال متر مربع واحد من العنصر الانشائي خلال طبقاته المختلفة بتأثير فرق درجة حرارة واحدة للهواء داخل وخارج المبنى. وتعتبر معرفة قيمة الانتقالية الحرارية ضرورية للحكم على نوعية ومدى كفاءة العزل الحراري للعناصر المختلفة (كالجدران والاسقف) ولحساب الطاقة الحرارية المفقودة من خلال العنصر الانشائي من داخل المبنى الى خارجه. كلما فلت قلت قيمة الانتقالية الحرارية زادت قدرة العزل الحراري وارتفعت نسبة التوفير في الطاقة الحرارية المفقودة من خلال اجزاء البناء الخارجية في فترة التدفئة وحدة القياس هي واط/م2.ك.

الموصلية الحرارية السطحية

تعرف هذه القيمة ايضا بمعامل انتقال الحرارة السطحي وهي مقدار التيار الحراري بالواط المار عموديا بين سطح العنصر الانشائي والهواء الملامس له او بالعكس وذلك خلال وحدة المساحة وبفعل فرق في درجة الحرارة بين سطح العنصر والهواء الملامس مقدار درجة واحدة ووحدة قياسها واط/م2.ك.

المقاومة الحرارية السطحية

هي معكوس الموصلية الحرارية السطحية ووحدة قياسها م2.ك/واط .

السعة الحرارية النوعية (C)

هي كمية الحرارة بالجول اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوغرام من المادة درجة مئوية واحدة ووحدة قياسها (جول/كغم.ك) .

الانبعاثية (∋)

هي النسبة بين تدفق الاشعاع الحراري الصادر عن وحدة مساحة من سطح المادة وبين التدفق الاشعاعي الصادر عن وحدة المساحة نفسها من سطح الجسم الاسود عند درجة الحرارة ذاتها باعتبار ان انبعاثية الجسم الاسود تساوي واحد. يعرف الجسم الاسود حسب المواصفات البريطانية بانه الجسم الذي يمتص كافة الطاقة الاشعاعية الساقطة عليه ويقوم بابتعاث اقصى كمية ممكنة من التدفق الحراري مقارنة بما يبعثه اي جسم اخر عند درجة الحرارة نفسها.

التخلف الزمني (μ)

يسمى الفارق الزمني في وصول الموجة الحرارية المؤثرة في الصيف على السطح الخارجي للعنصر الانشائي الى سطحه الداخلي بالتخلف الزمني ويقاس بالساعات. يؤثر موضع العازل الحراري في العنصر الانشائي في حالة العناصر المعزولة حراريا على قيمة التخلف الزمني .

الجسور الحرارية

هي اجزاء من المبنى نشأ ذات مقاومة حرارية منخفضة (فقد حراري عالي) وتكون مجاورة لأجزاء اخرى ذات مقاومة حرارية اعلى (فقد حراري اقل) وتتعرض سطوح العناصر الانشائية التي تشغل جسورا حرارية لخطر تكثف الرطوبة الداخلية عليها لكونها الاشد برودة.

الامتصاص

نسبة الماء الذي تمتصه المادة بعد تجفيفها بالفرن ثم غمرها بشكل كامل في الماء لفترة زمنية معينة وتكون هذه النسبة اما وزنية او حجمية .

التكثف

هي العملية التي يتحول فيها بخار الماء الموجود في الهواء الى ماء سائل عند انخفاض درجة حرارة الهواء الى اقل من نقطة الندى حيث يصبح الهواء في حالة اشباع وهناك حالتين من التكثف :

1 - التكثف السطحي وهو التكثف الذي يحدث على السطوح الظاهرة الباردة داخل المبنى .

2- التكثف الجوفي وهو التكثف الذي يحدث في جوف العنصر الانشائي للمبنى او بين الطبقات التي يتكون منها العنصر الانشائي .

الرطوبة الداخلية

هي الماء الموجود على شكل بخار ماء في الهواء او متكثف على السطوح الباردة او في جوف العناصر الانشائية وتتكون الرطوبة الداخلية بشكل رئيسي من مصدر داخل المبنى .

الرطوبة النسبية

هي النسبة المئوية لضغط بخار الماء الذي يحتويه الهواء عند درجة حرارة معينة الى ضغط بخار الماء في الهواء المشبع عند درجة الحرارة نفسها وتساوي ايضا النسبة المئوية لكمية بخار الماء الذي يحتويه الهواء عند درجة حرارة معينة الى كمية البخار في الهواء المشبع عند درجة الحرارة نفسها .

ضغط بخار الماء الفعلي

هو ذلك الجزء من الضغط الجوي المتسبب من وجود بخار الماء في الهواء ويعبر عنه بوحدة باسكال .

ضغط بخار الاشباع

هو ضغط بخار الماء في الهواء عند نقطة حرارة الندى ويقاس بال "باسكال" .

حواجز بخار الماء

هي مواد على شكل طبقات او اغشية تستخدم ضمن العناصر الانشائية للحد من تغلغل بخار الماء خلال هذه العناصر وحماية المواد العازلة للحرارة من خطر التكثف عليها .

عزل المياه

هو معالجة سطوح عناصر المبنى وفواصله لمنع تسرب الماء من خلالها بوجود ضغط هيدروستاتيكي او من دونه .

محتوى الرطوبة

هو مقدار كتلة الماء الموجودة في المادة منسوبة الى كتلة المادة الجافة .

معدل التهوية

هي المعدل الزمني للهواء داخل مكان الاشغال اللازم تبديله بالهواء الخارجي ويعبر عنه بأحد التعبيرات التالية:

1- عدد المرات التي يتم فيها تبديل كامل حجم هواء المكان بالساعة. (تبديل الهواء /الساعة)

2- معدل تغيير الهواء معبرا عنه بالمتر المكعب بالساعة (م3/ساعة)

مقاومة بخار الماء

مقياس للمقاومة التي تبديها وحدة مساحة العنصر الانشائي المكون من مادة او عدة مواد امام نفاذ بخار الماء عبر سماكته وهي معكوس منافذة بخار الماء ووحدة قياسها Mn.s/g

الفصل الأول

عام

1.1 مقدمة

تقدم كود المباني الموفرة للطاقة في فلسطين إطار عمل استدامة ثلاثي القواعد لصناع القرار والمستثمرين في قطاع البناء. الهدف الرئيسي هو جعل هذا الكود محفزًا للاستثمار في تحسينات الطاقة في المباني.

يتم تقديم أفضل الممارسات على مستوى المبنى بأكمله، وكذلك لبناء الأنظمة المادية - مثل التصميم السلبي وغلاف المبنى، والإضاءة، وأنظمة الكهرباء، وأنظمة HVAC، وأنظمة التحكم، وأنظمة معلومات البناء - أي تقنيات معلومات إدارة الطاقة. يتجنب هذا الكود فرض متطلبات صارمة أو إجراءات ملزمة ويترك الكثير من الحرية لفريق التصميم لتحقيق الأهداف المرجوة.

1.2الحاجة إلى كفاءة الطاقة في كود البناء

يمثل استخدام الطاقة في المباني نسبة كبيرة من إجمالي استخدام الطاقة النهائي. في قطاعات مثل القطاع السكني والتجاري، يحدث الجزء الأكبر من استهلاك الطاقة في المباني. ويشمل ذلك الطاقة المستخدمة للتدفئة والتبريد والتهوية وتوفير الراحة الحرارية في المباني، بالإضافة إلى الطاقة المستخدمة للإضاءة والأجهزة والمعدات الأخرى. في القطاعات الأخرى، يتم استخدام جزء صغير من استهلاك الطاقة لأغراض مماثلة فيما يتعلق بالمباني، كما هو الحال في المباني في المباني الصناعية أو الزراعية وغيرها.

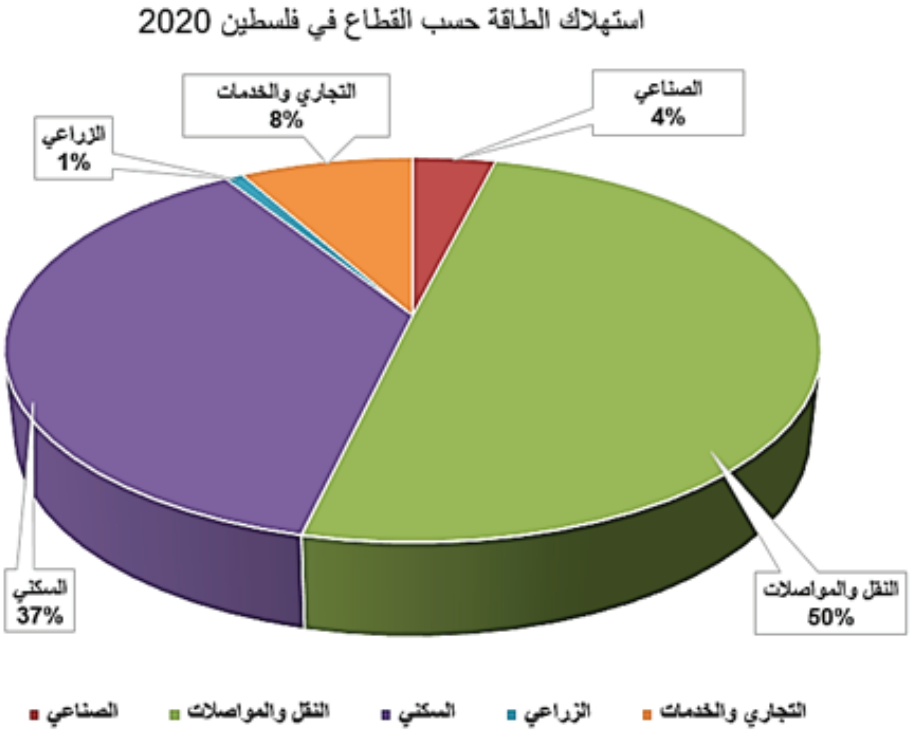
وحيث ان المباني تشيد لاستخدامها لعدة عقود وربما لأكثر من مئة عام كما هو الحال في فلسطين فان كفاءة الطاقة في المباني الجديدة سوف تحدد استهلاك الطاقة في قطاع البناء لفترة طويلة جدا. هذا فان تأثيرها سيكون اطول بكثير من القطاعات الاخرى والتي غالبا لا تتجاوز ثلاثة عقود.

يعد تحسين كفاءة المباني في مرحلة التخطيط أمرًا بسيطًا نسبيًا وقليل التكلفة، بينما تكون التحسينات بعد إنشائها الأولي أكثر صعوبة: فالقرارات التي يتم اتخاذها خلال مرحلة تنفيذ مشروع المبنى ستحدد بالتالي الاستهلاك على مدى عمر المبنى. بعض التدابير لتحسين الكفاءة ممكنة فقط أثناء البناء أو من خلال عمليات التجديد الرئيسية، والتي من المحتمل أن تحدث فقط بعد عدة عقود. اما التحسينات الأخرى فسوف تكون فعالة من حيث التكلفة أو ربما مجانية أو بتكاليف سلبية عند تنفيذها في مرحلة تصميم المشروع، ولكنها قد تكون باهظة الثمن في مرحلة لاحقة.

1.3فوائد المباني الموفرة للطاقة على المجتمع

إن استهلاك الطاقة في المباني هو جزء كبير من إجمالي الاستخدام النهائي للطاقة في العالم بشكل عام وفي فلسطين بشكل خاص. كما هو مبين في الشكل 1.1 تتطلب المباني السكنية والتجارية ما يقرب من 45٪ من الاستخدام النهائي للطاقة

بالإضافة إلى أن هذه الطاقة تستخدم للمباني أيضًا في الصناعة. وعلى الصعيد العالمي، تمثل المباني ما يقرب من 40٪ من إجمالي الاستخدام النهائي للطاقة. نظرًا للإمكانيات العديدة لتقليل متطلبات الطاقة للمباني بشكل كبير، فإن التوفير المحتمل لكفاءة الطاقة في قطاع المباني من شأنه أن يساهم بشكل كبير في تقليل استهلاك الطاقة على مستوى المجتمع. لذا لا ينبغي التقليل من الآثار المترتبة على هذا التخفيض المحتمل، لأن حجم كفاءة الطاقة في المباني كبير بما يكفي للتأثير على السياسة الأمنية والحفاظ على المناخ والصحة العامة على المستوى الوطني والعالمي. ومن خلال تقليل استهلاك الطاقة في المباني، يمكن للأمة تقليل الاعتماد على الطاقة المستوردة وتعزيز موقعها الاستراتيجي.



شكل 1.1 استهلاك الطاقة حسب القطاع في فلسطين – 2020

المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2021. ميزان الطاقة الفلسطيني2011-2020. رام الله – فلسطين.

الاعتدال في الاستخدام النهائي للطاقة في المباني سيقلل أيضًا من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والتلوث الناتج عن احتراق الوقود الأحفوري. وتنعكس هذه الفائدة البيئية على مقياسين محلي وعالمي. ولأن الكثير من طلب المباني على الطاقة يتطلب احتراقًا محليًا للطاقة في أنظمة التدفئة الفردية أو التدفئة المركزية، فإن انخفاض الطلب على الطاقة يؤدي إلى تحسين جودة الهواء على المستوى المحلي. على وجه الخصوص في البلدان النامية، كما ان انخفاض الطلب على الطاقة سيؤدي الى تقليل عدد محطات الطاقة الكهربائية المطلوبة، مما يؤدي إلى تأخير أو تفادي بناء محطات توليد جديدة وانخفاض قدرة الشبكة مما يمكن المجتمعات المحلية من تخصيص الأموال العامة في مشاريع تنموية اخرى. وبالنظر إلى الحجم المحتمل لتوفير الطاقة عبر قطاع البناء، يمكن لتراجع الاستهلاك الطاقي واستخدام الوقود الأحفوري أن يسهم بشكل كبير في تحقيق التزام فلسطين بتحقيق الأهداف المحلية والدولية للتقليل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والتي تلعب دورًا أساسيًا في التصدي لتغير المناخ.

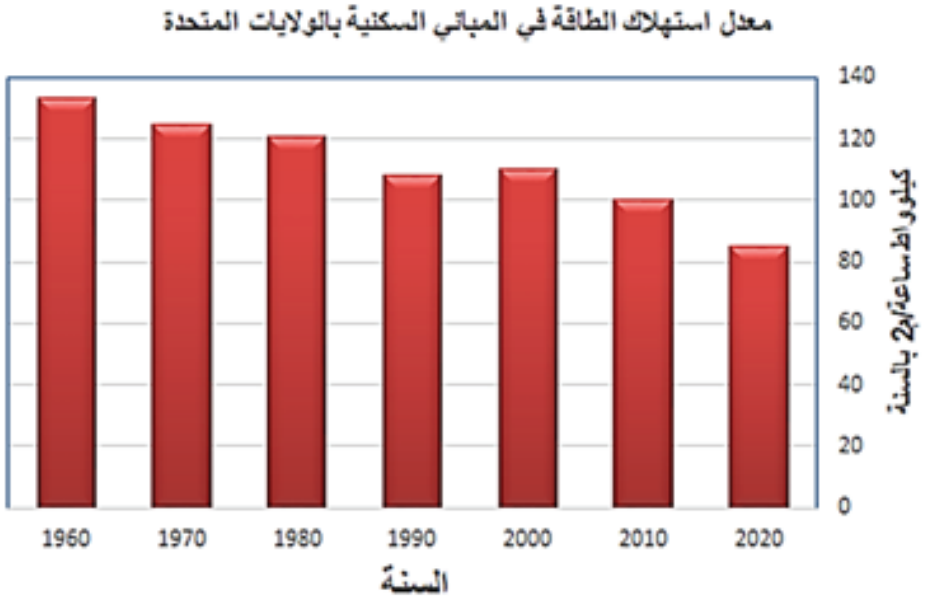
عندما يتم تهوية المباني الموفرة للطاقة بشكل كافٍ، تكون عمومًا أكثر صحة من المباني التقليدية. نظرًا لأن سكان المباني الموفرة للطاقة يمكنهم تدفئة منازلهم وتبريدها في حدود الراحة المقبولة بتكلفة اقتصادية معقولة، كما انها لن تلجأ الى وسائل تدفئة رخيصة الثمن وفي نفس الوقت ملوثة للهواء بالمبنى كاستخدام الحطب والفحم وخلافهما من المواد العضوية.

1.4 الاستثمار في كفاءة الطاقة في المباني الجديدة

توفير الطاقة في المباني الجديدة يتيح للمستثمرين الاستفادة من فوائد مالية إضافية بالإضافة إلى المزايا البيئية، وهذا ينعكس إيجابًا على الجانب الاقتصادي. عادةً ما يحقق أصحاب ومستخدمو المباني الذين يستثمرون في كفاءة الطاقة توفيرًا ملموسًا في تكاليف الطاقة والتشغيل في فترة زمنية قصيرة. يمكن أن يكون فترة استرداد التكلفة للاستثمار في كفاءة الطاقة قصيرة جدًا، ربما تمتد على مدى بضع سنوات فقط، مما يعزز جاذبية الاستثمار في هذه التقنيات الفعّالة. هذه التوفيرات في الطاقة تنعكس ايضا على الاقتصاد الكلي للسياسة الوطنية. وبالمحصلة فان زيادة الكفاءة في المباني الجديدة تعتبر مربحة لأصحاب المباني والمجتمع ككل.

تشير الاحصائيات أن نشاط البناء في فلسطين مرتفع نسبيًا، الامر الذي يجعل إمكانات توفير الطاقة للمباني الجديدة كبيرة. وتتراكم هذه الإمكانات عامًا بعد عام بسبب العمر الطويل للمباني: حيث ستظل معظم المباني المشيدة اليوم قيد الاستخدام بعد عام 2050. ومن الناحية المنطقية، تمثل المباني الجديدة فرصة جيدة لتوفير الطاقة على المدى الطويل. وهذا سيسهم في حل ازمة الطاقة بشكل عام والكهرباء بشكل خاص والحاجة الماسة الى زيادة القدرة بشكل دائم. وهو ما شكل عبئا اقتصاديا كبيرا على المواطن وعلى الاقتصاد الوطني.

الشكل 1.2 يوضح كمية انخفاض الطاقه المستخدمة في المباني مع بداية تبني الولايات المتحده الامريكية لقوانين البناء الاخضر.



شكل 1.2 معدل استهلاك الطاقة بالمباني السكنية في نصف قرن بالولايات المتحدة

1.5المشاركون في الكود

• المسؤولون الحكوميون: تحتاج الوزارات المختلفة في الحكومة ذات العلاقة بقطاع البناء إلى المشاركة بشكل فاعل في تطوير كود البناء الموفرة للطاقة وتطبيقها

في عمليات تطوير، وتطبيق الكود الوطني يشارك مسئولو الحكومة من وزارات وهيئات متعددة كوزارة الحكم المحلي والاشغال وسلطة الطاقة وسلطة حماية البيئة. في كل مرة يتم فيها إصدار جديد من الكود تقوم الوزارات المعنية بتحديد ما إذا كان الإصدار الجديد يوفر الطاقة مقارنة بالإصدار السابق المعد من وزارة الحكم المحلي في سنوات سابقة. كما تساعد هذه الوزارات في التدريب اللازم للمهندسين والمقاولين للتعامل معها وتنفيذ ما ورد فيها من تعليمات وارشادات لتحقيق الغايات المرجوة منها.

• المنظمات غير الحكومية (NGO's). تدعم المنظمات غير الحكومية اعتماد وتنفيذ كود كفاءة الطاقة بالمباني من خلال تنفيذها بالمشاريع المقترحة، واستخدامها كمصدر للمعلومات، وتقديم المساعدة للخبراء.

• العقارات ومديري العقارات. يمكن أن يكون مديرو العقارات أيضًا مشاركين رئيسيين في تحسين تنفيذ قوانين كفاءة الطاقة في المباني والامتثال لما ورد بالكود. وهنالك عدة أدوار موصى بها للعقارات والمرافق منها، : 1) تعزيز قياسات الطاقة وتحديد مستويات الامتثال الأساسية لاستهداف تحسين الأداء، 2) تطوير آلية التقييم ومقارنة الاداء مع القياسات المرجعية او الاستهلاك السابق للمباني القائمة، 3) تأمين الموافقة على توفير الموازنات المطلوبة لتحسين كفاءة الطاقة في العقارات الجديدة والقائمة، ٤) توفير التدريب اللازمة للطواقم الفنية لفهم متطلبات الكود والتقنيات الحديثة المتوفرة لتطبيقها.

•البناؤون والمقاولون وأصحاب المباني. أصبح البناة والمقاولون والمالكون والمديرون أكثر انخراطًا في تطوير رموز الطاقة النموذجية الوطنية لأنهم مسؤولون عن تنفيذ الأحكام والقوانين في الكود.

المتخصصون في صناعة المواد الانشائية. يشارك علماء البناء وممثلو الشركات المصنعة وخبراء الصناعة الآخرون في تطوير الكود وعملية التنفيذ للتأكد من أن عناصر الكود ومتطلباته تتماشى مع التقنيات المتاحة وعلوم البناء.

1.6 متطلبات كفاءة الطاقة في قوانين البناء

كودات البناء ليست اختراعًا جديدًا، وهذه الكودات او معايير البناء للمباني الجديدة تعالج العديد من المخاوف، مثل سلامة البناء والسلامة من الحرائق وصحة شاغليها. وبناء عليه فإن العديد من البلدان أو المدن لديها تقليد طويل في وضع قواعد لبناء المباني الجديدة، والتي غالبًا ما تبدأ استجابةً لكوارث مثل حريق كبير أو وباء أو كارثة طبيعية مثل الزلزال. ثم يتم تحديد متطلبات تشييد المباني من أجل تجنب أو تقليل الكوارث المستقبلية.

بالمقارنة مع كود كفاءة الطاقة هذه للمباني الجديدة فهي جديدة نسبيًا في معظم البلدان. وتم وضع معظمها بعد ازمة النفط في عام 1974. وقد تركزت في بدايتها على تحسين مستويات العزل السيئة لغلاف المبنى التي يمكن أن تؤدي إلى مشاكل صحية بسبب الرطوبة أو تسرب الهواء. كذلك فقد حفزت أزمة تغير المناخ وارتفاع اسعار الطاقة على تطوير متطلبات كفاءة الطاقة للمباني.

لذا نجد أن العديد من الدول التي تطبق بالفعل كودات الكفاءة قامت، بشكل عام، بتعزيز معاييرها خلال العقود الأربع الأخيرة. يهدف هذا التعزيز إلى زيادة جهود تقليل استهلاك الطاقة وتحقيق تقليل في الاعتماد على مصادر الوقود الأحفوري. اما في البلدان النامية فنجد ان الكودات لا تزال غير اجبارية وهي تسعى إلى تحسين الراحة وتقليل الزيادة الهائلة في استهلاك الطاقة في هذا القطاع مع القدرة الاقتصادية على تركيب أنظمة التبريد أو التدفئة.

1.6.1 تحديد متطلبات كفاءة الطاقة

عندما يتم تحديد متطلبات كفاءة الطاقة في كود مستقلة عن غيرها من كودات البناء، فإنها تكون أقل التزامًا بقواعد البناء الأخرى ويمكن أن تحتوي على المزيد من العينات والوثائق المحددة للاستخدام المحتمل للمقاولين أو مصممي المباني. ومع ذلك، ككود منفصلة، فإنها تتطلب نظام تطبيق خاص بها. وعادة ما يتم تحديد متطلبات كفاءة الطاقة المدرجة في قوانين المباني في فصل محدد ويتم فرضها جنبًا إلى جنب مع القواعد العامة لقوانين البناء.

1.6.2 الاتجاهات الدولية في متطلبات كفاءة الطاقة للمباني الجديدة

أظهر العقد الماضي اتجاهاً في التعاون بين مجموعات البلدان لتطوير متطلبات أو معايير كفاءة الطاقة الدولية. ومن الأمثلة على ذلك التوجيه الأوروبي لأداء الطاقة في المباني (EPBD) الذي يتطلب من الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي تحديد متطلبات كفاءة الطاقة للمباني الجديدة. يفرض الاتحاد الأوروبي (EU) ما يقرب من "صفر طاقة" من معايير مباني الطاقة لجميع المباني العامة الجديدة اعتبارًا من عام 2018 فصاعدًا، ولكل المباني الجديدة اعتبارًا من عام 2020. وقد حددت بروكسل، بلجيكا معيار بناء الطاقة بما يقرب من الصفر وهو أقل بكثير من متطلبات الاتحاد الأوروبي. واعتبارًا من يناير 2015، جعلت بناء "المنزل السلبي" إلزاميًا في قانون البناء.

يُستخدم معيار الطاقة الأمريكي للمباني (ANSI / ASHRAE / IES Standard 90.1-2019) في الولايات المتحدة وكندا. حيث بدأت بمعيار واحد مشترك لكفاءة الطاقة لكافة أنواع المباني والمنشآت، ولكن بمرور الوقت طورت معايير منفصلة للمباني السكنية الصغيرة والبسيطة والمباني الكبيرة أو المعقدة أو غير السكنية، مع مراعاة أداء الطاقة المختلف.

1.7آليات تحقيق الاهداف

يمكن تحقيق أهداف هذا الكود من خلال مجموعة من الإجراءات، مثل تلك الموضحة في الحلول المقبولة التي سيتم تبيانها لاحقًا، والتي تهدف إلى السماح للمبنى أو عناصره بأداء الوظائف التالية:

- تقليل كمية انتقال الحرارة غير المنضبط من خلال غلاف المبنى.
- تقليل كمية الهواء المتسرب عبر غلاف المبنى.
- الحد من كمية تسرب الهواء غير المنضبط من خلال مكونات النظام.
- تقليل كمية نقل الحرارة غير المنضبط من خلال مكونات النظام.
- تقليل الطلب و / أو استهلاك الطاقة غير الضروري للتهوية.

- تقليل الطلب و / أو الاستهلاك غير الضروري للطاقة للإضاءة.
- تقليل الطلب و / أو الاستهلاك غير الضروري للطاقة للتدفئة والتبريد.
- تقليل الطلب غير الضروري على الطاقة و / أو الاستهلاك لتسخين المياه.
- تقليل الطلب غير الضروري على الطاقة و / أو استهلاك المعدات والأجهزة الكهربائية.
- تقليل عدم كفاءة المعدات.
- الحد من عدم كفاءة النظم.
- الحد من الرفض غير الضروري للطاقة المهدرة القابلة لإعادة الاستخدام (استعادة الحرارة والتوليد المشترك).
- زيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في توليد الطاقة او تسخين المياه او تدفئة المباني.

1.8 تأثير استهلاك الطاقة بالمباني على الاحتباس الحراري

لقد أصبح واضحا الآن أن المناخ على الأرض يتغير بسرعة، وأن الأنشطة البشرية تساهم إلى حد كبير في هذا التغيير. ويعتبر استهلاك الطاقة الاحفورية في جميع القطاعات أحد اهم المسببات لهذا التغيير. وحيث ان استهلاك الطاقة بالمباني يشكل نسبة عالية من مجمل الطاقة المستهلكة، لذا تأتي اهمية الوصول الى مباني عالية الكفاءة بالطاقة.

- انبعاثات غازات الدفيئة

ثبت أن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تؤثر بشكل مباشر على عملية الاحترار العالمي التي يمر بها كوكبنا، ويعتبر احتراق الوقود الأحفوري أحد الأسباب الرئيسية لذلك. وتوكد الدراسات أن استهلاك الطاقة للتدفئة والتبريد في المباني يساهم بنسبة تصل إلى 30٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في جميع أنحاء العالم، وما يصل إلى 40٪ لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. لذا لا بد من اتخاذ تدابير مهمة في هذا القطاع، والتي تم تأكيدها في اتفاقية باريس للمناخ عام 2015. والتي تدعو إلى الوصول إلى انبعاثات غازية صافية صفرية ناتجة عن الأنشطة البشرية خلال النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين. تحدد اتفاقية باريس هدفين طويلا الأمد فيما يتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة:

أولاً: بلوغ ذروة الانبعاثات في أسرع وقت ممكن (مع الاعتراف بأن الأمر سيستغرق وقتاً أطول بالنسبة للبلدان النامية).

ثانيا: الهدف الثاني هو تحقيق التوازن في الانبعاثات الصادرة عن النشاط البشري من مصادر مختلفة مع عمليات الإزالة، مثل البواليع الكربونية، بهدف تحقيق حياد صافي لغازات الاحتباس الحراري في النصف الثاني من هذا القرن.

- أثر المباني في انتاج ثاني أكسيد الكربون

يمكن للمباني المستدامة أن تقلل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير من خلال تدابير مختلفة، تعمل في اتجاهات مختلفة مثل:

- تحسين أداء النظام للتدفئة والتبريد والاحتياجات الإضافية.
- زيادة الاعتماد على الإضاءة النهارية واستخدام أحدث حلول الإضاءة الاصطناعية المتاحة.
- استخدام مواد صديقة للبيئة، حتى المعاد تدويرها، قدر الإمكان، واختيار المصادر والموردين المحليين.

- استخدام المياه الصالحة للشرب بطريقة مسؤولة ومدروسة، وتكييف المبنى لإدارة وإعادة استخدام مياه الأمطار.
- استخدام الطاقة المتجددة وفق أحدث المتطلبات وأنظمة الاعتماد.
- تطبيق إدارة النفايات.
- تشجيع المواطنين على استخدام وسائل النقل العام وتوفير طرق للمشاة والدراجات تتسم بالكفاءة.
- تقليل الطلب على الطاقة في المباني.

1.9 معوقات تنفيذ المباني الموفرة للطاقة

هناك العديد من الحواجز التي تحول دون تنفيذ كفاءة الطاقة في المباني. ومن بين تلك المعوقات قلة المعلومات، ونقص التمويل الكافي لتحسين الكفاءة، وتعدد متخذي القرار، وكل ذلك يعيق الأداء الفعال للمباني.

عندما يتم تصميم المباني وإنشاؤها، فإن كفاءة الطاقة ليست سوى مصدر قلق واحد من بين العديد، وقد يعتبرها بعض صانعي القرار أقل إلحاحًا من غيرها. حيث من الممكن أن تكون سلامة المبنى من الزلازل والحرائق، وحتى المظهر العام للمبنى من أكثر المتطلبات إلحاحًا، في حين أن كفاءة الطاقة في المباني هي مطلب ثانوي لصناع القرار.

1- عدم وجود حوافز للاستثمار في كفاءة الطاقة

السلطات المسؤولة عن تنظيم قطاع البناء، مثل وزارة الحكم المحلي أو البلديات أو نقابة المهندسين، ليس لديها أي قوانين أو لوائح لتشجيع الاستثمار في كفاءة الطاقة في المباني. ويعتبر تخفيض الضرائب أو رسوم الترخيص أو الفوائد المصرفية للمباني التي تحقق مستوى معينًا من كفاءة الطاقة من اهم الحوافز المعروفة دوليًا.

2- عدم وجود قوانين إلزامية لكفاءة الطاقة

حتى الآن، لا نجد أي جهة رسمية تضع أي قوانين إلزامية بشأن كفاءة الطاقة في المباني العامة أو الخاصة في فلسطين. على الرغم من وجود خطط من قبل عدد من الهيئات النشطة مثل وزارة الأشغال العامة والحكومة المحلية والتعليم لتشجيع تشييد المباني عالية الكفاءة، إلا أن أيا من هذه الخطط لم تجد القدرة الإلزامية لاعتماد قوانين البناء الموفرة للطاقة. لذلك، فإن الحاجة إلى تشريعات إلزامية لتوفير الحد الأدنى من كفاءة الطاقة هي حاجة ملحة في هذا الوقت بسبب أهميتها الاستراتيجية على المستوى الوطني أو الفردي.

3- صعوبة الحصول على المواد والمعدات اللازمة

تتضمن بعض تدابير كفاءة الطاقة معدات خاصة أو خبرة غير متوفرة بسهولة في جميع الأسواق. يمكن أن يؤدي الافتقار إلى السعة والتأخيرات المحتملة بسبب وقت التسليم أو الرسوم الإضافية المدفوعة للخبير إلى ردع اهتمام المقاولين بالبناء الفعال وتقليل اهتمام السوق بالمنتجات أو التقنيات الفعالة. بالإضافة إلى ذلك، لا يرغب بعض البناة في الاستثمار في تدريب طواقمهم على المعدات اللازمة او الوسائل المتاحة لزيادة كفاءة الطاقة.

4- تركيز المالك على التكاليف الإضافية

يميل المموّلون والمستثمرون في مشاريع البناء إلى التركيز على تكاليف الاستثمار والبناء دون مراعاة تكاليف التشغيل المستقبلية للمباني. غالبًا ما يكون لأصحاب المصلحة هؤلاء مصلحة مباشرة فقط في ميزانية البناء وليس الميزانية الإجمالية، أو أنهم غير قادرين على تقييم التكاليف المستقبلية، بما في ذلك تكاليف الطاقة والموارد الأخرى.غير المعروفة.

كذلك فإن قلة من الجهات المشاركة في تشييد المباني لديها القدرة على تحليل تكاليف دورة حياة المبنى وتوجيه ممارسات البناء لتحسين الكفاءة في المستقبل. وبالتالي، يتم النظر في التكاليف المعروفة في عملية تشييد المباني بعناية أكبر من التكاليف المستقبلية

5- لا يهتم صناع القرار بالتكاليف المستقبلية

يتم بناء العديد من المباني الكبيرة من قبل مستثمرين أو مطورين محترفين ومعظم المباني الجديدة يتم بناؤها من قبل شركات المقاولات. وبعد البناء يتم بيع المباني أو تأجيرها لأشخاص آخرين. في معظم الحالات فان الأشخاص الذين يتخذون القرارات بشأن أداء الطاقة ليسوا هم من سيدفعون فواتير الطاقة. ونادرًا ما يشارك شاغلو المبنى الذين يدفعون فواتير الطاقة في تصميم المبنى.

6- نقص المعرفة والوعي الكافيين

يتخذ العديد من صانعي القرار قرارات يمكن أن تؤثر على كفاءة الطاقة في المباني الجديدة مثل المصممين والممولين والمقاولين والمشترين، لكن معظم هؤلاء لا يعرفون سوى القليل جدًا عن كفاءة الطاقة في المباني. يمكن أن يؤدي افتقارهم إلى المعرفة إلى إعاقة كفاءة الطاقة في المباني الجديدة.

قد لا يدرك المشترون غير المختصين الآثار المترتبة على انخفاض كفاءة الطاقة وتكاليفها، وحتى لو كانوا كذلك، فقد يتدخلون بعد فوات الأوان أثناء في عملية تشييد المباني لتعزيز كفاءة استخدام الطاقة في المباني الجديدة. وبالتالي، يمكن ترك كفاءة الطاقة للجهات الفاعلة الأخرى المشاركة في عملية تشييد المباني.

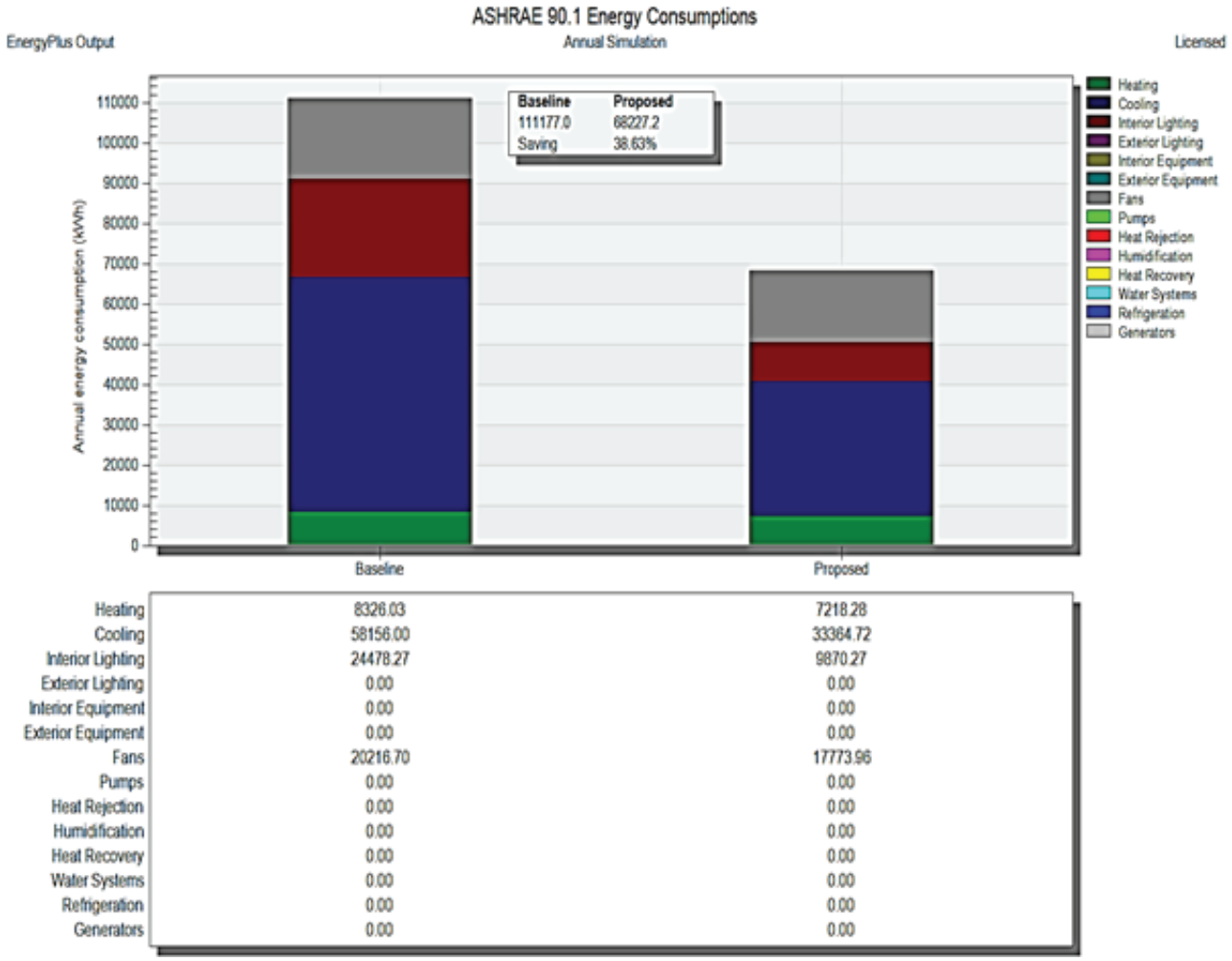
نظرًا لأن المصممين والمقاولين يتخذون القرارات الأولية التي تؤثر على أداء الطاقة، يمكن لكلا المجموعتين صياغة هيكل فعال. في كثير من الأحيان، لا يشارك المهندسون ولا مستشارو الكفاءة على نطاق واسع في عملية التصميم المبكرة.

عند تقييم مشروع بناء محتمل، تركز المؤسسة المالية المقرضة بشكل عام على تكاليف البناء دون الالتفات إلى التكاليف المستقبلية الضمنية للطاقة. وبالتالي، قد يحجم المموّلون أو المانحون أو البنوك عن تمويل الاستثمارات في تدابير الكفاءة، وقد لا يتمكن المستهلكون والبناؤون الذين يسعون إلى إنشاءات ذات كفاءة في استخدام الطاقة من الحصول على أموال أو قروض لتمويل الاستثمار الفعال.

1.10 المقارنة المعيارية للطاقة Energy Benchmarking

المقارنة المعيارية للطاقة تعني تقييم وتحليل استخدام الطاقة والمياه للمبنى ثم مقارنتها بالأداء السابق للمبنى (قبل التحديث)، أو بالمباني المماثلة (لمبنى جديد)، أو محاكاة نموذجية لمبنى مرجعي وفقًا لمعيار معين كما هو مبين بالشكل 1.3.

تعتبر معايير الطاقة هي الطريقة الأكثر فاعلية لقياس أداء الطاقة للمبنى بمرور الوقت، وبالنسبة للمباني السكنية والتجارية واسعة النطاق، فهي جزء أساسي من إدارة الطاقة. ببساطة، تتضمن المقارنة المعيارية تقييم وتحليل استخدام الطاقة والمياه للمبنى ثم مقارنتها بالأداء السابق للمبنى، أو المباني المماثلة، أو محاكاة نموذجية لمبنى مرجعي بمعيار معين (مثل معايير ENERGY STAR) تسهل المقارنة المعيارية للطاقة تحديد نسبة التوفير بالطاقة نتيجة الاجراءات المستخدمة لزيادة الفعالية، وتحديد المجالات التي تفتقر إلى الكفاءة، واتخاذ قرار بشأن التحسينات المحتملة، واتخاذ قرارات مستنيرة بشأن إدارة الطاقة على المدى الطويل.



شكل 1.3 محاكاة نموذجية تظهر مقارنة بين استهلاك الطاقة بالمبنى مقارنة بمبنى مرجعي باستخدام DesignBuilder & EnergyPlus Software

كيف يتم عمل المقارنة المعمارية

تستند المقارنة المعيارية إلى مجموعتين من البيانات: داخلية وخارجية. تتضمن أمثلة البيانات الداخلية استهلاك الطاقة والمياه للفترات السابقة، مما يساعد في تحديد المشكلات الخاصة بالمبنى. تتضمن البيانات الخارجية أنماط الاستهلاك والبيانات التاريخية الخاصة بالمباني ذات الخصائص المماثلة لتلك الموجودة في المبنى. يمكن جمع البيانات الخارجية بواسطة أدوات مثل ENERGY STAR Portfolio Manager. تعمل مجموعات البيانات الداخلية والخارجية جنبًا إلى جنب لمنح الخبراء ومديري العقارات المعلومات اللازمة لاتخاذ قرارات إدارة الطاقة الصحيحة.

بمجرد الحصول على البيانات، فسوف يكون بالمكان التحقق من قياس الطاقة. يتضمن ذلك التأكد من أن البيانات دقيقة وموثوقة. تتضمن عملية التحقق الخطوات التالية:

١- تحديد قيم كثافة استخدام الطاقة (Energy Use Intensity EUI) المرتفعة أو المنخفضة بشكل غير طبيعي في المبني مقارنة بقيم متوسط EUI الوطني ان وجد. وفي حالة عدم توفره يمكن استخدام بعض المرجعيات مثل - Target Finder Energy Star لإيجاد قيمة المتوسط لكثافة استهلاك الطاقة في المباني الرجعية المماثلة.

1- إجراء التحقق في الموقع من كافة المعطيات والبيانات.

2- المقارنة مع القيم المرجعية الاساسية، أي تتبع استخدام الطاقة في المبنى مقابل نفسه بمرور الوقت.

3- استخدم برنامج إدارة الطاقة لتقييم كيفية مقارنة أداء الطاقة في المبنى بأدائه المحتمل.

1.10.1 فوائد المقارنة المعيارية

يمكن للمالك او مشغل المبنى جني الفوائد التالية من قياس الطاقة: زيادة التحكم في استخدام الطاقة، والقدرة على إدارة تكاليف الطاقة، وتحسين الأداء التشغيلي.

في بعض الدول، تعتبر معايير الطاقة إلزامية، ويجب ان تلتزم المباني مطلوبة لتلبية بمعايير معينةمحددة. لهذا تصبح المقارنة المعيارية الإلزامية ضرورية لتحديد مدى التزام المبنى بالمعايير المطلوبة. وفي الحالة الفلسطينية حيث لا يوجد إلزام بكود كفاءة الطاقة بالمباني، الا انه من الحكمة القيام بالمقارنة المعيارية حيث يمكن جني الفوائد التالية:

- زيادة التحكم في استخدام الطاقة.
- القدرة على إدارة تكاليف الطاقة، وبالتالي تحسين الأرباح.
- فرصة الاستفادة من البيانات الداخلية والخارجية لتطوير، تحسين إدارة الطاقة، تحسين الأداء التشغيلي، أو الحصول على تمويل لمشاريع كفاءة الطاقة.
- القدرة على التخطيط لأوقات التحميل القصوى أو مشاكل المعدات أو البنية التحتية المحتملة. على سبيل المثال، إذا كان جانبًا معين من المبنى لا يفي بالكفاءة فبالإمكان اتخاذ الاجراءات اللازمة قبل الوصول الى الحمل الاقصى.

1.11 المناخ و أثره على كفاءة الطاقة بالمباني

تتمثل المهمة الرئيسية لمشروع فعال ومستدام للطاقة في دراسة وفهم المناخ المحلي وخصائصه، واستغلاله بالطريقة الأنسب لتجنب أي إهدار للطاقة من أجل الراحة الداخلية. على مر التاريخ، تمكنت البشرية دائمًا من تحقيق علاقة استجابة وقابلة للتكيف مع المناخ المحلي في الهواء الطلق، وعلى الرغم من عدم وجود أنظمة قياس الا انها فهمت أهمية الظروف الجوية عند تشكيل المباني.

أدى ظهور الحداثة وتكنولوجيا تكييف الهواء إلى إهمال المنشئين والمصممين في كثير من الأحيان لقضايا المناخ الإقليمي وإعطاء راحة المستخدمين للأنظمة الميكانيكية المستهلكة للطاقة. وحيث ان سلوك الانسان يتغير باستمرار نتيجة لظهور المشاكل البيئية الكبيرة كتغير المناخ لذا نجد اليوم ان المحترفين يبدون وعيًا بأهمية البيانات المناخية من المراحل الأولية للمشاريع. كما ان استخدام التصنيفات الخاصة، مثل Köppen و ASHRAE يمكن ان تساعد المصممين والمهندسين لتحليل الحالة المحلية في جميع أنحاء العالم.

1.11.1 عناصر المناخ

العناصر الرئيسية للمناخ، والتي تهم التصميم الحضري والمباني:

- درجة الحرارة
- الرطوبة النسبية
- هطول الأمطار
- السحاب
- الاشعاع الشمسي
- سرعة الرياح
- اتجاه الرياح

وتتوفر البيانات، التي تميز هذه العناصر المناخية للمناطق أو المواقع بطريقة مناسبة للمصممين، في مصادر إحصائية مختلفة وغالبًا ما يتم تقديمها جنبًا إلى جنب مع أدوات محاكاة البناء.

1.11.2 التصنيفات المناخية

هناك حاجة واضحة لأخذ الظروف المناخية في الاعتبار عند تقييم أو مقارنة رموز البناء أو غيرها من التدابير الخاصة بالمباني أو عند اختيار أفضل الممارسات. تعمل المباني بشكل مختلف في المناخات الباردة والدافئة. لذلك لا يمكن مقارنة متطلبات التدفئة بشكل مباشر، على سبيل المثال في أريحا مع متطلبات التبريد في الخليل أو حلحول.

تستخدم بعض البلدان ذات المناطق المناخية المتعددة نظامًا لتصنيف المناطق المختلفة وتضع متطلبات مختلفة لكفاءة الطاقة للعزل وكفاءة الطاقة بناءً على الظروف المناخية في هذه المناطق. هذا، على سبيل المثال، هو الحال بالنسبة للولايات المتحدة الأمريكية والصين حيث تم تضمين التصحيح المناخي في أكواد كفاءة الطاقة بناءً على أيام الدرجة (Degree-days).

1.11.3 تصنيف مناخ كوبن Köppen Climate Classification

غالبًا ما تستند تصنيفات المناخ إلى نظام تصنيف مناخ كوبن، والذي يقترح ستة أنواع مناخية عامة: أ) استوائي، ب) جاف، ج) معتدل د) قاري هـ) قطبي و) المناطق الجلية . تنقسم كل فئة إلى فئات فرعية حسب نوع الشتاء أو الصيف. تنقسم المناخات الأساسية الستة إلى 23 مناخًا فرعيًا مختلفًا على الأقل. كان تصنيف مناخ كوبن هو الأساس لأنظمة مختلفة من أنظمة كفاءة الطاقة في المباني التي تضع متطلبات مختلفة للمناطق المناخية المختلفة.

المناخات الأساسية الستة في تصنيف كوبن ليست متجانسة بما يكفي لتقييم ومقارنة قوانين البناء لأن بعض المناخات تشمل مجموعة كبيرة ومتنوعة من الظروف التي ستعمل فيها المباني بشكل مختلف من حيث التدفئة والتبريد. المناخات الفرعية أكثر تجانسًا، ولكن من ناحية أخرى يبدو الأمر معقدًا للغاية للعمل مع 23 فئة مختلفة عند مقارنة كفاءة الطاقة في المباني.

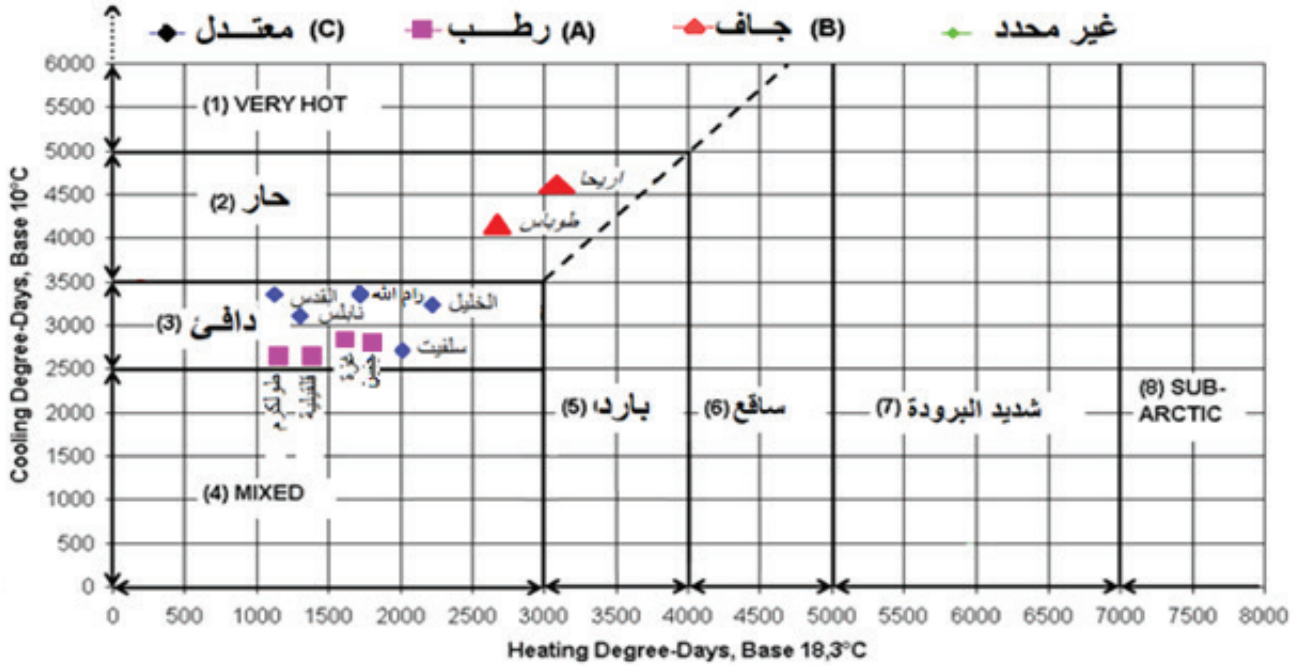
1.11.4 أكواد البناء القياسية

تُصنف المناطق المناخية باستخدام سجلات طويلة الأمد للأمطار ودرجات الحرارة لوصف الظروف الجوية النموذجية المتوقعة في منطقة معينة. يمكن للمصممين والمهندسين استخدام مناطق المناخ كمعيار للمباني واتخاذ قرارات مبكرة بشأن أنظمة التدفئة والتهوية وتكوين الواجهات ونوافذ البناء، ومستويات العزل. تستخدم صناعة البناء اثنين من التصنيفات المناخية الرئيسية: تصنيف كوبن-جيغر للمناخ والتصنيف المناخي للمجلس الدولي للبناء (ICC) / الجمعية الأمريكية للتدفئة والتبريد وتكييف الهواء (ASHRAE). بالإضافة إلى ذلك، تجمع طريقة محدودة، أيام درجات التصميم، بين درجة الحرارة والزمن.

على الساحة العالمية، تعتبر يعتبر نظام تصنيف كوبن-جيغر للمناخ هو الأكثر استخدامًا على نطاق واسع لنمذجة البيئة مثل تقييم تأثير تغير المناخ. يقسم النظام العالم إلى خمس مجموعات مناخية رئيسية: الاستوائي (A)، الجاف (B)، المعتدل الحار (C)، القاري (D)، والقطبي (E). تُقسم المجموعات الرئيسية الخمسة إلى مجموعات فرعية بناءً على الأمطار ودرجات الحرارة. فتصنف الأمطار إلى فئات صحراوية (W)، سهوبية (S)، رطبة تمامًا (f)، صيف جاف (s)، شتاء جاف (w)، وموسم الرياح الموسمية (m). تُصنف درجات الحرارة إلى حارة جافة (h)، باردة جافة (k)، صيف حار (a)، صيف دافئ (b)، صيف بارد (c)، قارية للغاية (d)، صقيع قطبي (F)، أو تندرا قطبية (T). في الولايات المتحدة، وضعت ICC وASHRAE خريطة منطقة مناخية واحدة. تحتوي خريطة المنطقة المناخية لـ ICC/ASHRAE على ثمانية مناطق مناخية تتراوح من 1 (أكثرها حرارة) إلى 8 (أبردها) وثلاثة أنظمة رطوبة: رطب (A)، جاف (B)، أو بحري (C).

وحسب هذا التصنيف العالمي تقع معظم المدن الرئيسة في فلسطين كالقدس والخليل ونابلس وبيت لحم في المنطقة 3C اما المدن الساحلية الرطبة مثل جميع مدن قطاع غزة وطولكرم وقلقيلية وجنين فتقع ضمن المنطقة 3A – في حين ان المناطق الاخرى الحارة والجافة نسبيا مثل اريحا والاغوار فهي تقع في المنطقة 2B، اما منطقة طوباس فتقع بالمنطقة 2C.

كما موضح بالشكل 1.4

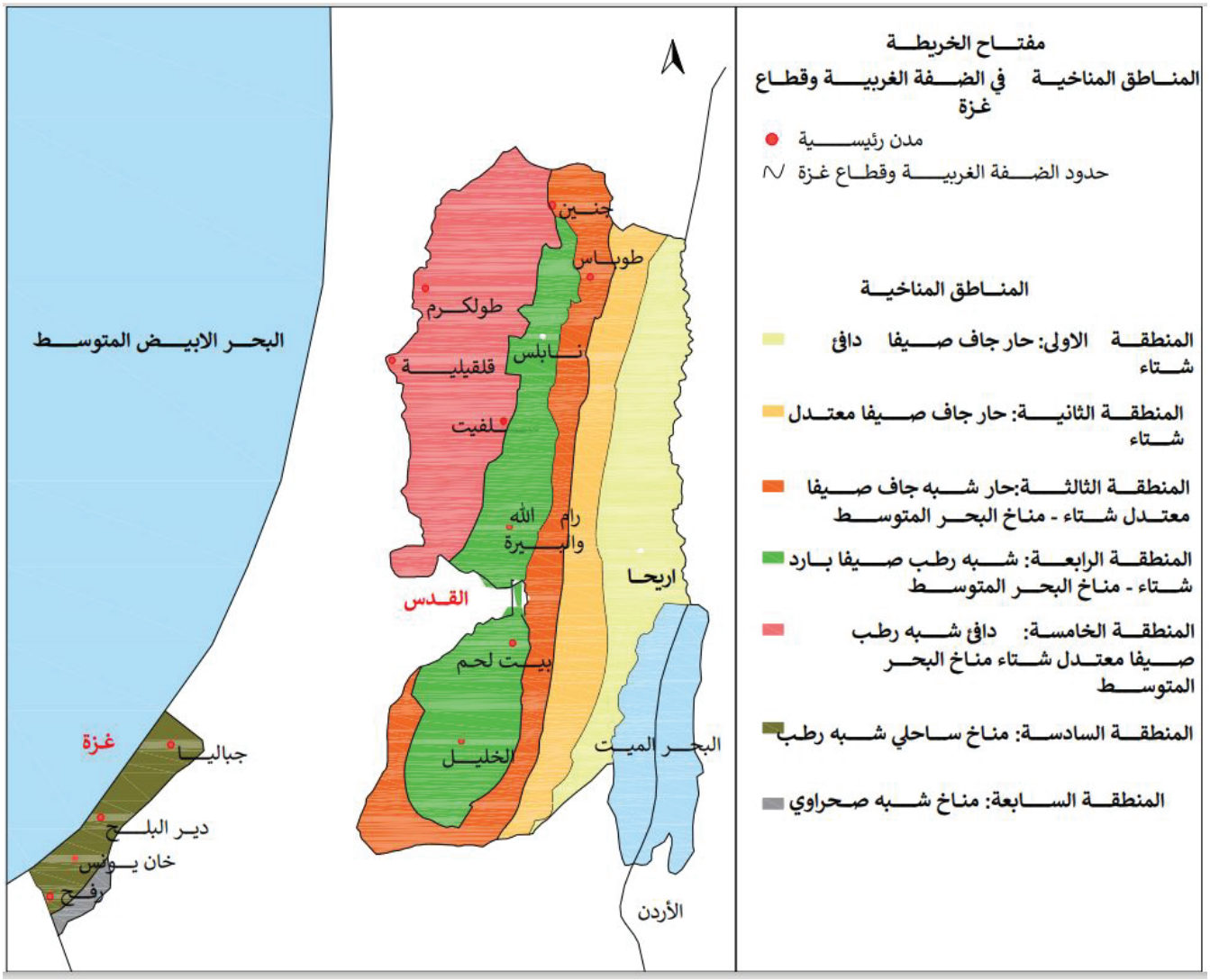


شكل 1.4 توزيع المدن الرئيسة بالضفة الغربية على المناطق المناخية حسب ASHRAE Climatic Zones

1.12 المناطق المناخية

فلسطين تحتوي على 7 مناطق مناخية. أهم المناطق المناخية من حيث الكثافة السكانية والامتداد الجغرافي هي المنطقة الاولى والمنطقة الرابعة والمنطقة السادسة. المناطق المناخية الأخرى ذات كثافة سكانية صغيرة أو يمكن تمثيلها بالمناطق المناخية المذكورة أعلاه. كما هو موضح في الشكل 1.5

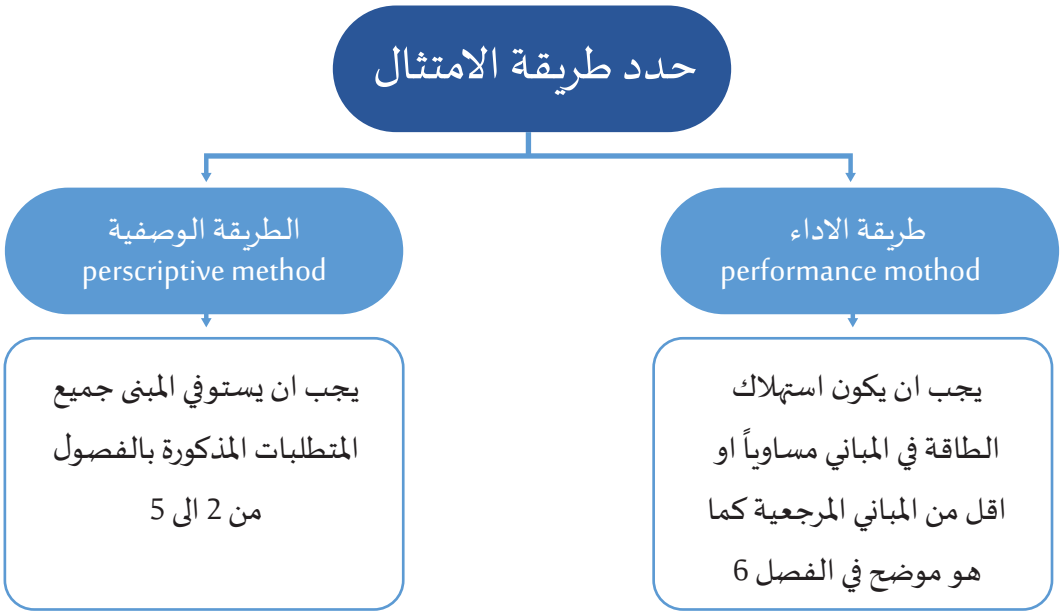
وبناء على الخارطة هذه فان Zone (1) بالخارطة يقابله المنطقة 2B حسب نظام ASHRAE، و Zone (2) يقابل المنطقة Zone ،2C (4) يقابل المنطقة 3C، و Zone (5) وZone (6) يقابلان المنطقة 3A.



شكل 1.5 المناطق المناخية في الأراضي الفلسطينية بما فيها المناطق المناخية الأربع المختارة

1.13 طرق استخدام الكود

يوضح الشكل 1.6 خياري الامتثال (الطريقة الوصفية وطريقة الأداء) التي يمكن استخدامها في هذا الكود



شكل 1.6 مخطط انسيابي لطرق الامتثال للطاقة في الكود

1.13.1 الطريقة الوصفية

للامتثال للطريقة الوصفية، يجب استيفاء الحد الأدنى من المتطلبات المحددة للخصائص الحرارية لمعلمات غلاف المبنى وتدابير كفاءة الطاقة للمعدات وسخانات المياه والإضاءة وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، كما هو موضح في الفصول من 2 إلى 5

1.13.2 طريقة الأداء

يمكن استخدام طريقة الأداء إذا كانت بعض المتطلبات الإلزامية محدودة للغاية أو لا يمكن تلبيتها. أيضًا، يجب تطبيق هذه الطريقة إذا وجد، أثناء مرحلة البناء، أن تنفيذ البناء غير متوافق مع التصميم الأصلي الذي تم تقييمه بناءً على المتطلبات الإلزامية. في هذه الحالة، يجب إعادة تقييم المبنى ليتوافق مع طريقة الأداء. يمكن استخدام المباني المعروفة تفاصيلها، مثل عدد عدد مستخدمي المبنى والمكونات والمواد والمعدات والأحمال الداخلية ونظام HVAC المستخدم فيها، في هذه الطريقة. للامتثال لطريقة الأداء، يجب أن يكون استهلاك الطاقة للمبنى المقترح أقل من المبنى المقترح كما لو كان يفي بالمتطلبات الإرشادية.

الفصل الثاني

كود الطاقة لغلاف المبنى

2.1 مقدمة

يعتبر نقل الحرارة ونقل الهواء غير المتحكم فيه من أهم مصادر طلب التدفئة والتبريد في المباني. لتقليل الطلب على التدفئة والتبريد للمباني، يجب تقليل نقل الحرارة من خلال غلاف المبنى المعتم والنقل الجوي الهوائي غير المنضبط من خلال الشقوق في غلاف المبنى.

يحدد هذا الفصل الحد الأدنى لمتطلبات نفاذية الحرارة لعناصر غلاف المبنى المصمت، والزجاج، وتسرب الهواء. كما يشمل هذا الفصل جميع الجوانب المتعلقة بالتظليل والكتلة الحرارية وتقليل تأثير الجزر الحرارية.

يحدد هذا الفصل الحد الأدنى من المتطلبات الخاصة بنفاذية الحرارة لمعلمات غلاف المبنى المعتم، والتزجيج والتسلل. يغطي هذا الفصل أيضًا جميع الجوانب المتعلقة بالتظليل والكتلة الحرارية وتقليل تأثير الجزر الحرارية

2.2 غلاف المبنى المصمت

2.2.1 مقدمة

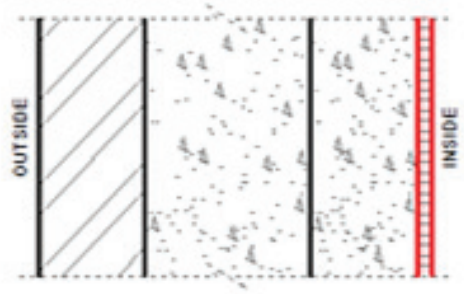
هناك ثلاث خصائص حرارية لمواد البناء لها تأثير كبير على أداء الطاقة في المباني وهي التوصيل الحراري (W / m. K) λ، السعة الحرارية النوعية (J / kg K) Cp، والكثافة (kg / m^3). تتميز الموصلية الحرارية لمكون المبنى المصمت بقدرة نفاذية الحرارة التي تقاس بقيمة الموصلية الحرارية للجدار ويرمز لها بالرمز ($W/m^2.K$). حيث تشير قيمة U المنخفضة إلى انتقال حراري صغير. ويتم تحديد قيمة U من خلال سماكة المادة والتوصيل الحراري لهذه المادة.

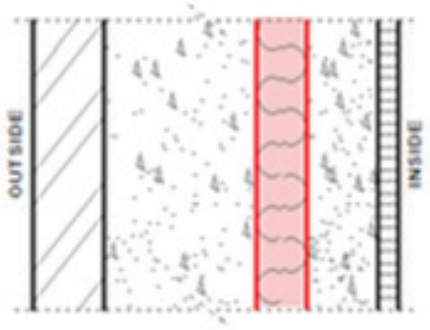
تحدد الكثافة والسعة الحرارية النوعية للمواد كمية الكتلة الحرارية ($J /k .m^2$) وقدرتها على امتصاص وتخزين وإطلاق الحرارة. تؤثر الكتلة الحرارية على الفارق الزمني بين ذروة درجة الحرارة الداخلية والذروة الخارجية وهو ما يعرف بالتخلف الزمني.

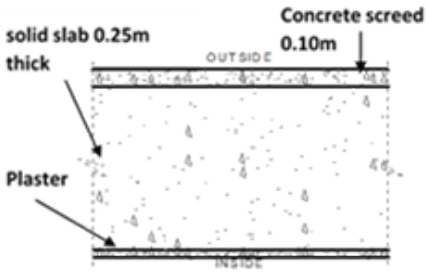
نظرًا لأن مواد البناء غير الشفافة مثل الطوب والطوب الخرساني والخرسانة هي مواد عزل رديئة، يمكن لذا فإن تطبيق الإنشاءات متعددة الطبقات مع مواد طبقة العازلة أو تجويف الهواء هوائي سيعمل على لتقليل انتقال الحرارةرة من خلال غلاف المبنى..

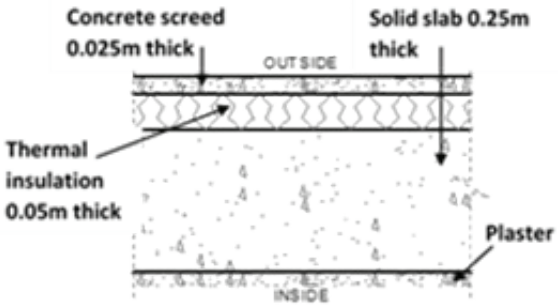
يوضح الجدول 2.1 تفاصيل البناء الفلسطيني النموذجي التقليدي مع الخصائص الحرارية للمواد المستخدمة.

الجدول 2.1 تفاصيل بناء الجدران الخارجية والأرضيات والأسقف الدارجة والخصائص الحرارية للمواد

الحالة المرجعية للجدار (بدون عزل حراري)				
الطبقات من الخارج الى الداخل	الحجر الطبيعي	باطون اسمنتي	طوب اسمنتي مفرغ	قصارة اسمنتية
الكثافة Density (kg/m3)	2350	2300	1200	900
الحرارة النوعية Specific Heat (J/kg·K)	920	670	840	1000
الموصلية Conductivity (W/m·K)	2.6 - 1.5	0.8	1.35	0.21
السماكة Thickness (m)	0.07	0.13	0.1	0.02

الجدار المعزول حراريا					
الطبقات من الخارج الى الداخل	الحجر الطبيعي	باطون اسمنتي	عازل حراري Polystyrene foam	طوب اسمنتي مفرغ	قصارة اسمنتية
الكثافة Density (kg/m3)	2350	2300	38	1200	900
الحرارة النوعية Specific Heat (J/kg·K)	920	670	1130	840	1000
الموصلية Conductivity (W/m·K)	2.6 - 1.5	0.8	0.033	1.35	0.21
السماكة Thickness (m)	0.07	0.13	حسب متطلبات التصميم	0.1	0.02

الحالة المرجعية للسقف والارضية (بدون عزل حراري)			
الطبقات من الخارج الى الداخل	باطون مسلح	طوب اسمنتي مفرغ	قصارة اسمنتية
الكثافة Density (kg/m3)	2300	1200	900
الحرارة النوعية Specific Heat (J/kg·K)	670	840	1000
الموصلية Conductivity (W/m·K)	0.8	1.35	0.21
السماكة Thickness (m)	0.13	0.1	0.02

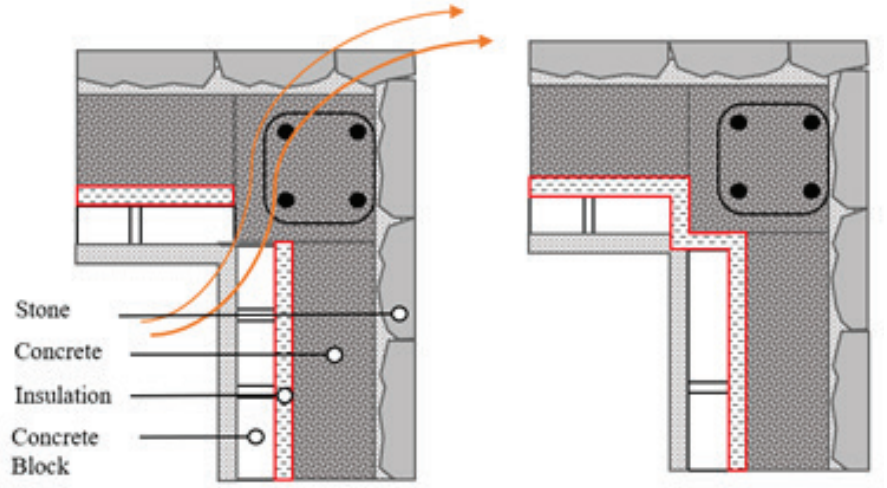
السقف والارضية مع العزل الحراري				
الطبقات من الخارج الى الداخل	باطون مسلح	عازل حراري Polystyrene foam	طوب اسمنتي مفرغ	قصارة اسمنتية
الكثافة Density (kg/m3)	2300	38	1200	900
الحرارة النوعية Specific Heat (J/kg·K)	670	1130	840	1000
الموصلية Conductivity (W/m·K)	0.8	0.033	1.35	0.21
السماكة Thickness (m)	0.13	حسب متطلبات التصميم	0.1	0.02

2.2.2 مواد العزل الحراري

تعمل مواد العزل ذات المقاومة الحرارية العالية كطبقة حماية للمبنى من خلال تقليل انتقال الحرارة بين البيئة الداخلية والخارجية. يمكن ان تلبي مواد العزل الحراري المزيد من المتطلبات الإضافية المحددة لمواد العزل الحراري، على سبيل المثال: تعزيز عزل الصوت، والحماية من الحريق، وتخفيف امتصاص الماء، وزيادة تحمل قوة الانضغاط، والطاقة المجسدة. في الملحق 1 معلومات حول الخصائص الحرارية للمواد العازلة.

2.2.3 الجسور الحرارية

الجسور الحرارية الناتجة تنتج عن انقطاع العزل الحراري في أجزاء من غلاف المبنى ويكون لها تأثير سلبي كبير على الأداء الحراري، على سبيل المثال زيادة فقدان الحرارة في الشتاء وزيادة كسب الحرارة في الصيف؛ انخفاض درجة حرارة السطح الداخلي، وبالتالي زيادة خطر التكثف ونمو العفن في فصل الشتاء. ومن هنا، يجب التخطيط للعزل بعناية من خلال توفير عزل متواصل من أجل تحقيق افضل نتيجة ممكنة. يمكن تتبع الجسور الحرارية في المباني الحالية بواسطة كاميرات الأشعة تحت الحمراء. يوضح الشكل 2.1 نوع من الجسور الحرارية الشائعة في البناء الفلسطيني النموذجي وهو الزاوية في المبنى مع تقاطع بين الجدار الخارجي والعمود الانشائي



شكل 2.1 تفاصيل الجسور الحرارية عند التقاء الجدران بالأعمدة الانشائية (أ) الجسر الحراري و (ب) الحل لتجنب الجسر الحراري الكتلة الحرارية

1 - الكتلة الحرارية

تشير الكتلة الحرارية إلى خاصية المواد التي تمكنها من تخزين الحرارة. المباني ذات الهيكل الانشائي الثقيل أبطأ في التسخين وأبطأ في التبريد. على العكس من ذلك، فإن الهيكل الخفيف الوزن له كتلة حرارية منخفضة وبالتالي يتم تسخينه بشكل أسرع ويبرد بشكل أسرع. عندما تتقلب درجات الحرارة الخارجية طوال النهار والليل، يمكن لمبنى ذو كتلة حرارية كبيرة تسطيح ضبط تقلبات درجات الحرارة ومنع التذبذب بها، وذلك بسبب الكتلة الحرارية الكبيرة لهذا المبنى.

في المناطق المناخية ذات النهار الحار والليل البارد، يمكن استخدام إستراتيجية الكتلة الحرارية الثقيلة بكفاءة وذلك لتبريد المبنى في الصيف. ستكون فائدة الكتلة الحرارية في الشتاء من خلال الكتلة الحرارية المكشوفة للنوافذ الجنوبية المعرضة للشمس عن طريق تخزين الحرارة أثناء النهار وإطلاقها في الليل. وقد تبين ان تقلبات درجات الحرارة التي تقل عن 6 درجات مئوية غير كافية للسماح بالتبريد الليلي؛ ولكي تكون استراتيجية التبريد صيفا فعالة، يجب أن تكون تقلبات درجات الحرارة 10 درجات مئوية على الأقل. ومن المهم جدا يجب حماية الكتلة الحرارية من الظروف الخارجية عن طريق العزل الحراري عن غلاف المبنى الخارجي ومقاومة الهواء لغلاف المبنى. في حين إأن إضافة العزل الداخلي على الكتلة الحرارية أو فصلها عن طريق الأسقف المعلقة أو السجاد الثقيل سيقلل أو يلغي فعالية هذه الكتلة الحرارية.

2.2.4 متطلبات الحد الأدنى للموصلية الحرارية لغلاف المبنى المصمت

1 - يجب ألا تتجاوز النفاذية الحرارية الإجمالية لتجمعات لأغلفة المباني غير الشفافة فوق الأرض القيم الواردة في الجدول 2.2 يجب عدم تجاوز النفاذية الحرارية الإجمالية لتركيبات لأغلفة المباني الملامسة للأرض القيم الواردة في الجدول 2.3.

3 - يجب ألا تتجاوز النفاذية الحرارية الكلية للأبواب الخارجية القيم الواردة في الجدول 2.4

4 - عند حساب النفاذية الحرارية الإجمالية للتجمعات لأغلفة المباني في النقطتين 1 و2، يجب مراعاة تأثير الجسر الحراري. يجب تحديد الجسور الحرارية الكبيرة أو المتكررة (ذات القيمة العالية أو ذات الطول الكبير) لأنها قد تؤثر بشكل كبير على استهلاك الطاقة للمبنى، مثل:

أ) العناصر الهيكلية المتكررة (مثل الكتل في السقف) والعناصر الهيكلية الرئيسية (مثل الأعمدة والعوارض)

ب) الوصلات والمفاصل بين مكونات غلاف المبنى، مثل تقاطعات السقف والجدار، وتقاطعات الأرضية الوسيطة، وتقاطعات الجدار الأرضي، والشرفات، والزوايا

5 - يجب تقييم النفاذية الحرارية للجسور الحرارية ثلاثية الأبعاد وثنائية الأبعاد و / أو الخطية و / أو من خلال

- حساب النفاذية الحرارية طبقًا للمواصفة prEN ISO 10211

- باستخدام برنامج كمبيوتر مناسب، مثل برنامج تحليل THERM، يمكن استخدامه لحساب قيمة الموصلية الحرارية U المكافئة لمكونات غلاف المبنى مع الجسور الحرارية، أو

- باستخدام كتالوج الجسر الحراري، مثل prEN ISO 14683الموجود في المواصفة prEN ISO 14683.

6 - إذا تم تحقيق العزل المستمر، يمكن إهمال تحليل الجسور الحرارية

7- بالنسبة للوصلات الأرضية المتوسطة مع الجدارية، يمكن تحقيق العزل المستمر من خلال توفير 50 سم على الأقل من العزل أسفل وفوق الأرضية الوسيطة مع عزل داخلي للجدار، أو باستخدام نظام العزل الخارجي

الجدول 2.2 قيم النفاذية الحرارية U-value المطلوبة لغلاف المبنى للمناطق المناخية المختلفة في فلسطين

	معامل النفاذية الحرارية U-value (W/m².K)		
	المنطقة المناخية الأولى	المنطقة المناخية الرابعة	المنطقة المناخية السادسة
الجدار	0.45	0.40	0.45
السقف	0.35	0.27	0.35
الأرضية	0.50	0.45	0.50

الجدول 2.3 قيم النفاذية الحرارية U-Value المطلوبة لغلاف البناء الملامس للأرض لمختلف المناطق المناخية في فلسطين

	معامل النفاذية الحرارية U-value (W/m².K)		
	المنطقة المناخية الأولى	المنطقة المناخية الرابعة	المنطقة المناخية السادسة
الجدار	0.60	0.55	0.60
السقف	0.50	0.40	0.50
الأرضية	0.70	0.6	0.70

الجدول 2.4 قيم النفاذية الحرارية U-Value المطلوبة للأبواب في المناطق المناخية المختلفة في فلسطين.

	معامل النفاذية الحرارية U-value (W/m².K)		
	المنطقة المناخية الأولى	المنطقة المناخية الرابعة	المنطقة المناخية السادسة
الجدار	0.60	0.55	0.60
السقف	0.50	0.40	0.50
الأرضية	0.70	0.6	0.70

2.2.5 متطلبات الحد الأعلى لمعدل تسرب الهواء من خلال غلاف المبنى الخارجي

للتحكم في تسرب الهواء من وإلى الفراغ المكيف، يجب تصميم غلاف المبنى وإنشائه بنظام حاجز هواء مستمر يتكون من مجموعات حواجز الهواء. ولتحقيق ذلك يجب مراعاة النقاط التالية:

1 - لا يحتاج غلاف المبنى الذي يحتوي على خليط خرساني مستمر أو به تشطيب داخلي بالجبس إلى إضافة حاجز هوائي

2 - يجب أن يضاف الى غلاف المبنى الذي لا يحتوي على خلطة خرسانية مستمرة أو تشطيب داخلي بالجبس، مثل الجدار الخارجي مع تشطيب ألواح الجبس، نظام حاجز هوائي

3 - يجب استخدام رذاذ رغوة البولي يوريثان (او ما يكافئه من مواد) بين الجدار الخارجي وجميع مكونات غلاف المبنى التي تقطع استمرارية الجدار الخارجي مثل النوافذ والأبواب.

يجب أن يكون لنظام الحاجز الهوائي معدل تسرب هواء عادي لا يزيد عن 1.50 لتر / (ثانية × م 2) عند اختباره وفقًا لـ ASTM E3158، "طريقة الاختبار القياسية لقياس معدل تسرب الهواء لمبنى كبير أو متعدد المناطق الحرارية،" عند ضغط تفاضلي مقداره 75 باسكال. يوصى بحساب التسلل التسرب عبر غلاف المبنى وفقًا للمواصفة EN 13829 أو prEN 15241

2.2.6 تقييم النفاذية الحرارية لعناصر البناء غير الشفافة

- يتم تحديد الخصائص الحرارية لعناصر البناء من بيانات الشركة المصنعة أو قياسها وفقًا للمواصفة ISO 9869.

- إذا كانت بنية العنصر معروفة (على سبيل المثال من الرسومات أو قواعد الاستدلال)، يتم حساب النفاذية الحرارية وفقًا للمواصفة EN ISO 6946.

- يتم تقييم بنية العنصر عن طريق حفر ثقب صغير فيه وفحصه باستخدام منظار داخلي. يتم تحديد مواد كل طبقة، وتقييم سمكها، ثم يتم حساب النفاذية الحرارية وفقًا للمواصفة EN ISO 6946.

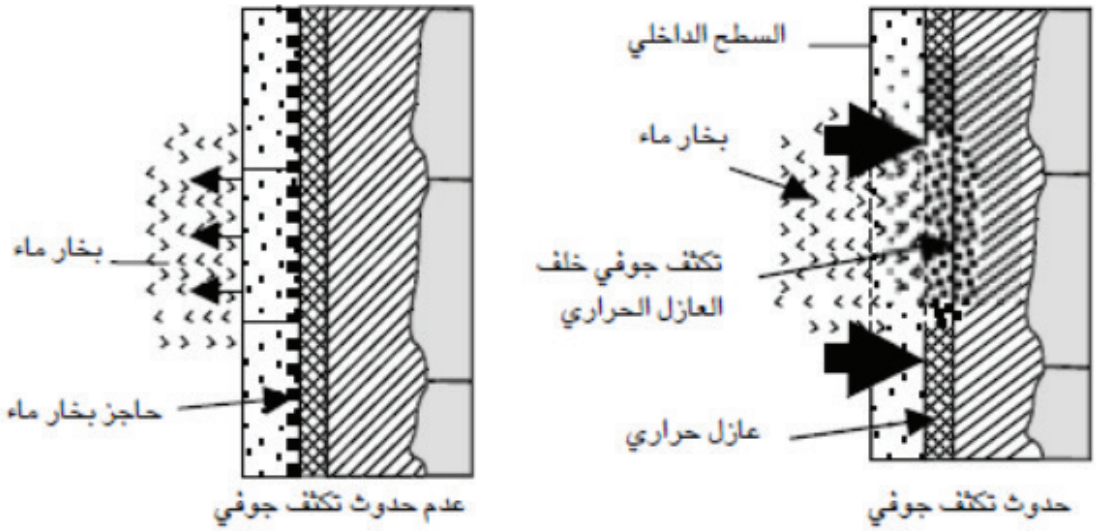
- إذا كان للمبنى المبنى يتبع لنموذج معروفarchetype or prototype ، فيجب أن تؤخذ النفاذية الحرارية لمكونات الغلاف من نموذج بناء تم إعداده على المستوى الوطني.

2.2.7 التحكم بالتكثف الجوفي في العناصر الانشائية

تشمل متطلبات التحكم بالتكثف الجوفي كافة المباني المشمولة بهذه الكودة والمزودة بأنظمة تدفئة مركزية حيث يراعى ما يلي:

1- يجب ان لا تزيد كمية الماء المكثف المتبقي داخل العنصر الانشائي خلال فترة التكثف عن 0.5 كغم /م2 بشرط ان لا يحدث التكثف ضمن تجويف هوائي او مادة عازلة للحرارة من النوع الليفي او داخل اية مادة عالية الامتصاص للماء حيث يجب عندها ان لا تزيد كمية الماء المكثف عن 0.3 كغم/م2

2- يجب استعمال حواجز بخار الماء لإيقاف تيار بخار الماء النافذ الى جوف العنصر الانشائي وذلك في حالة اظهرت الحسابات ان كمية الماء المكثف المتبقي داخل العنصر الانشائي تزيد عن القيم المحددة في النقطة 1 اعلاه على ان يتم وضع حاجز بخار الماء على الجانب الدافئ من العازل الحراري كما في الشكل التالي



شكل 2.2. التكثيف الداخلي على اليمين والحل المطبق بحاجز بخار الماء على اليسار

2.3 تأثير موضع العزل الحراري

من المهام الرئيسية للعازل الحراري تحسين الاداء الحراري للعناصر الانشائية وتخفيض الحرارة المنتقلة عبرها، حيث يتم توفير نسبة عالية من الطاقة المستخدمة لتدفئة او تبريد المبنى بعزلها حراريا. الا ان التصرف الحراري للعناصر المعزولة حراريا لا يتعلق فقط بعزلها حراريا وانما بموقع العزل الحراري فيها.

يبين الشكل رقم 2.3 الحالات الثلاث لموقع العزل الحراري في الجدران الخارجية، لحالات العزل الداخلي والخارجي وفي وسط الجدار. حيث يكون تأثير موقع العزل الحراري كما يلي:

1- عزل حراري خارجي: في الحالة التي تكون فيها طبقة العازل الحراري خارجية فان الطبقات الداخلية تقوم باختزان جزء كبير من الحرارة الداخلية اثناء تدفئة المبنى في فصل الشتاء والاحتفاظ بالحرارة طويلا بينما تعمل طبقة العزل الحراري الخارجية على اعاقة انتقال الحرارة الى الخارج والحيلولة دون فقدانها. الا ان هذا الوضع يتطلب فترة

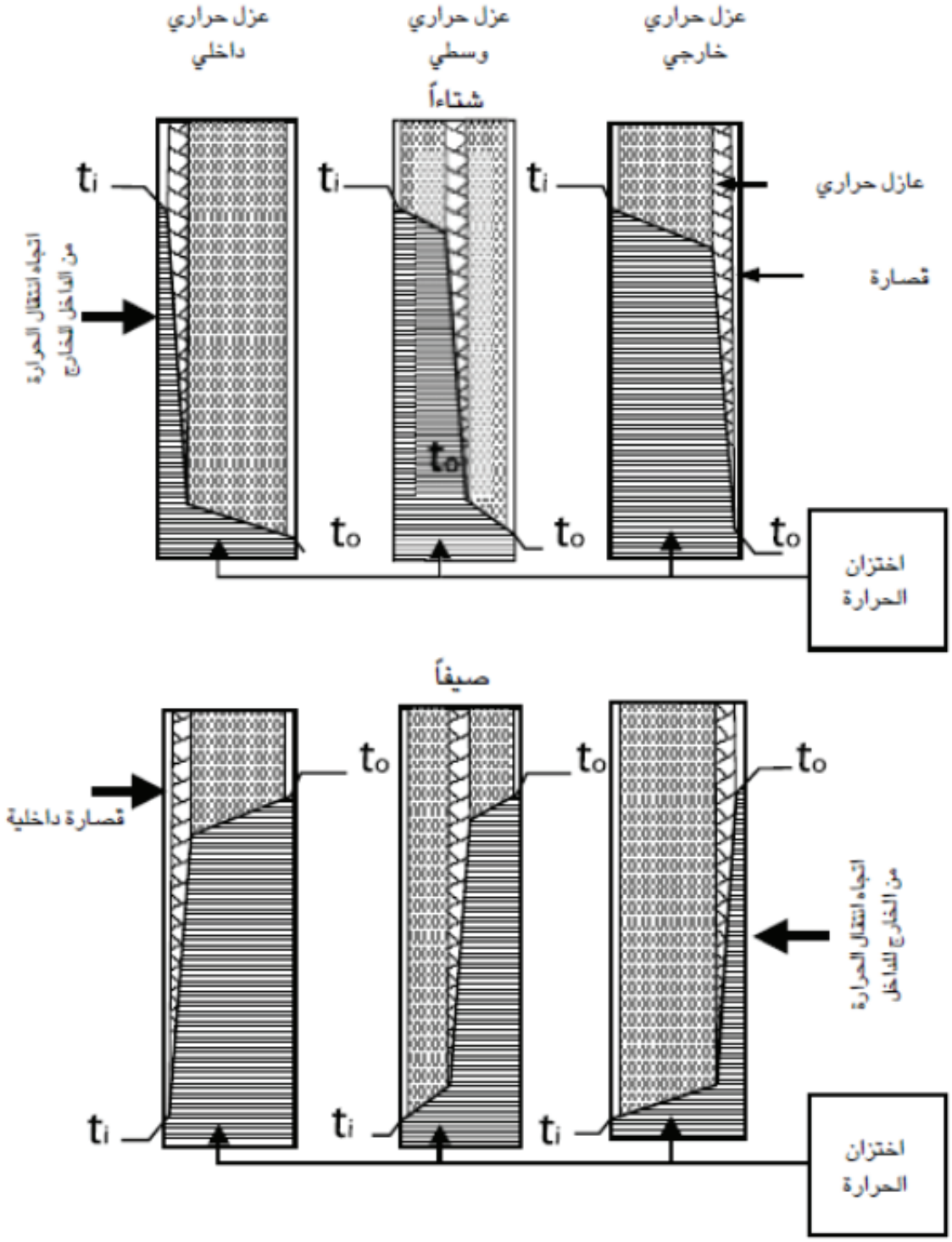
زمنية طويلة في تدفئة المبنى قبل الوصول الى استقرار حراري داخلي. كما ان هذه الحالة تتطلب تقنيات خاصة مكلفة في المباني المحلية ذات الواجهات الحجرية لصعوبة تثبيت العازل الحراري مباشرة خلف طبقة الحجر. يمكن الاستفادة من هذه الحالة في المباني المنشاة من الطوب بحيث يمكن تثبيت العازل الحراري في الجهة الخارجية وحمايته بطبقة من القصارة السميكة او أي تغطية خارجية مناسبة.

2- **عزل حراري وسطي:** تمثل الحالة التي يكون فيها العازل الحراري في وسط الجدار حالة عملية سهلة التطبيق في الجدران الحجرية كما يمكن تطبيقها في جدران الطوب بوضع العازل الحراري بين طبقتين من الطوب. تمتاز هذه الحالة بالإضافة الى كونها سهلة التطبيق بتوفير اجواء مريحة في فصول السنة المختلفة. ففي فصل الشتاء تقوم الطبقة الداخلية باختزان حرارة الحيز المدفأ والاحتفاظ بها طويلا حتى في حالة توقف التدفئة، في حين تعمل الطبقة العازلة التي تليها على اعاقة انتقال الحرارة الى خارج المبنى. اما في فصل الصيف فان حرارة الجو الخارجي المرتفعة لا تنفذ بسهولة الى داخل البناء بفضل الطبقة العازلة المتوسطة في حين تعمل الطبقة الداخلية كمنظم طبيعي للحرارة حيث تمتص الحرارة الصادرة عن الاشخاص والاجهزة وتلك المتسربة من خلال النوافذ وفتح الابواب صيفا مما يؤدي الى اجواء داخلية معتدلة ومريحة للإقامة والسكن طيلة اليوم في المباني غير المكيفة. اما في المباني المزودة بأجهزة التكييف فانه في حالة توقف الاجهزة عن العمل يبقى الجو الداخلي في حالة استقرار لفترة من الزمن بفضل الطبقة الداخلية الثقيلة كونها بطيئة الاستجابة الحرارية

3- **عزل حراري داخلي:** هذه الحالة لها اثار سلبية خاصة في المباني الواقعة في مناطق الصيف الحار حيث ان سرعة الاستجابة الحرارية للطبقة الداخلية قليلة الاختزان الحراري تؤدي الى سرعة ارتفاع حرارة الهواء داخل المبنى. فحرارة الاشعاع الشمسي النافذة الى الداخل من خلال النوافذ والهواء الحار المتسرب الى داخل المبنى من خلال فتح الابواب والنوافذ سيؤدي الى ارتفاع ملحوظ في درجة الحرارة الداخلية وانعدام الارتياح الحراري فالطبقة الداخلية العازلة للحرارة لن تكون قادرة على امتصاص الحرارة بحكم انخفاض خاصية اختزانها للحرارة وتشكل في الوقت ذاته حاجزا امام امتصاص الحرارة من قبل الطبقة الثقيلة الموجودة خلفها.

مما سبق يتضح مدى اهمية الاختيار الصحيح لموضع الطبقة العازلة للحرارة في تصميم المباني وذلك بما يتناسب مع طبيعة اشغال إشغال المبنى. ففي المباني ذات الإشغال الدائم، كالمباني السكنية مثلا يجري اختيار احد الطريقتين في العزل الحراري الخارجي او الوسطي وبما يتلاءم مع سهولة التطبيق في المبنى المراد عزله حراريا. ويمثل العزل الحراري الخارجي ميزة ايجابية كبيرة في فصل الصيف وفي المباني الواقعة في المناطق شديدة الحرارة وذلك لما تتميز به الطبقة الداخلية من استجابة حرارية بطيئة.

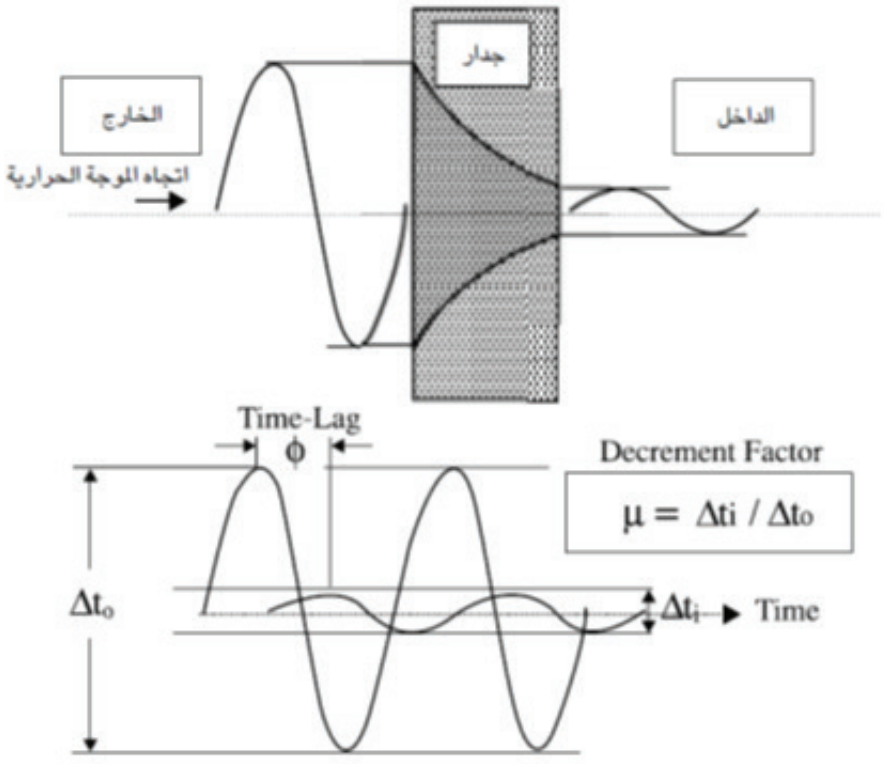
اما طريقة العزل الحراري الداخلي فعلى الرغم من سلبيتها المذكورة في المباني دائمة الاشغال صيفا الا انها مناسبة في المباني المكيفة والمستعملة لأغراض الاشغال البشري في اوقات معينة كالمكاتب والمدارس وقاعات الاجتماعات. ففي الشتاء يتم تدفئة المكان في وقت قصير بسبب سرعة الاستجابة الحرارية للطبقة الداخلية مما يوفر الارتياح الحراري داخل المبنى بسرعة بعد مغادرة المكان وايقاف التدفئة. وكذلك الامر في حالة التكييف الصيفي حيث يتم الوصول الى درجة الحرارة الداخلية المناسبة بسرعة حين تفشل اجهزة التكييف مما يوفر الارتياح المطلوب دون الانتظار طويلا.



شكل 2.3. اختزان الحرارة في العناصر الانشائية الخارجية وتأثير موضع العزل الحراري فيها وذلك في حالتي التدفئة شتاء والتبريد صيفا

يسمى الفارق الزمني في وصول الموجة الحرارية من السطح الخارجي للعنصر الانشائي الى سطحه الداخلي بالتخلف الزمني ويقاس بالساعات، بينما تسمى النسبة بين اقصى تغير في درجات حرارة السطح الداخلي للعنصر واقصي تغير في درجات سطحه الخارجي خلال 24 ساعة بمعامل النقص كما في الشكل 2.4. تعتمد سرعة انتقال الحرارة الخارجية الى الداخل ومدى ارتفاع درجات الحرارة الواصلة الى السطوح الداخلية على نوع المواد التي تتكون منها العناصر الانشائية من حيث الموصلية الحرارية والكثافة، والسعة الحرارية، والنوعية والسماكة.

فالعناصر الانشائية ذات المواد الثقيلة الاختزان الحراري العالي تعمل على امتصاص جزء كبير من الحرارة المؤثرة في الخارج قبل وصولها الى السطح الداخلي وذلك بخلاف العناصر المكونة من مواد اقل كثافة. وتزداد فاعلية اخماد الموجة الحرارية المؤثرة بسماكة العنصر الانشائي حيث يلاحظ هذا في المباني ذات الجدران الحجرية السميكة والتي تتميز بجو مريح في الداخل خلال اين الصيف الحارة. كذلك يؤثر موضع العزل الحراري داخل العنصر سلبا او ايجابا. فوضع العزل الحراري كطبقة داخلية من شانه ان يؤدي الى ترددات عالية في درجات الحرارة الداخلية والمتمثلة بمعامل نقص عالي وبالتالي الى انعدام الارتياح الحراري داخل المبنى في ايام الصيف الحار. اما في الحالات التي يوضع فيها العزل الحراري في وسط الجدار او في الجزء الخارجي للجدار فيتنج عن ذلك معاملات نقص متدنية، لذا فانه يتوجب اخذ هذه المؤثرات في الاعتبار حين عند تصمم المباني لتوفير الوقاية الحرارية في فصل الصيف.



شكل 2.4. انتقال الموجة الحرارية المؤثرة على السطوح الخارجية لعناصر المبنى الى السطوح الداخلية مع بيان قيمتي التخلف الزمنى ومعامل النقص

2.4 المكون الزجاجي لغلاف المبنى

2.4.1 مقدمة

ان نوع ومساحة النوافذ والمساحات الزجاجية في الاسقف لها تأثير كبير على نفاذية الضوء واكتساب وفقدان الحرارة. على الرغم من أن المتطلبات الإضافية مثل العزل الحراري والتحكم في الطاقة الشمسية يجب أن يتم توفيرها بها بواسطة الحد من مساحة الزجاج، إلا أن الزجاج وخاصة ذو النفاذية العالية مطلوبة لضوء النهار مطلوب لتوفير الاضاءة الطبيعية والمنظر إلى الخارج. في هذا الصدد، ينقل الزجاج الشفاف المفرد حوالي 90٪ من الاشعاع الشمسي الساقط عليه، بينما ينقل الزجاج المزدوج المزود بطبقة Low E حوالي 75٪ والزجاج المزدوج للتحكم في الطاقة الشمسية من 65٪ إلى 30٪. يمكن أن تعكس الحلول الأكثر تقدمًا للتحكم الشمسي في الزجاج طيف الأشعة تحت الحمراء للإشعاع الشمسي أثناء انتقال الطيف المرئي فتقلل من الكسب الحراري وتحافظ على مستوى اضاءة طبيعية ممتاز. النسب النموذجية لانتقال الضوء إلى معامل اكتساب الحرارة الشمسية هي 33/66 ٪ و 25/50 ٪.

على الرغم من أهمية تضمين العناصر الشفافة في غلاف المبنى، فإن النوافذ هي أضعف العناصر الحرارية في غلاف المبنى من حيث اكتساب الحرارة وفقدان الحرارة عن طريق التوصيل ايضا. يتم التعبير عن مقدار النفاذية الحرارية للنوافذ بقيمة الموصلية الحرارية U يجب الوصول إلى قيم U المنخفضة باستخدام الزجاج المزدوج أو الثلاثي وتجنب استخدام الزجاج ذو الطبقة الواحدة للتغلب على هذا الضعف كما في الشكل 2.2 ادناه.

2.4.2 متطلبات الخصائص الحرارية للنو افذ

1- عند حساب الموصلية الحرارية الكلية لتركيبات النوافذ، يجب مراعاة تأثير الجسر الحراري (إطار النافذة).

2- يجب استخدام برنامج تحليل WINDOW أو أي برنامج مكافئ آخر لحساب قيمة U المكافئة للنوافذ.

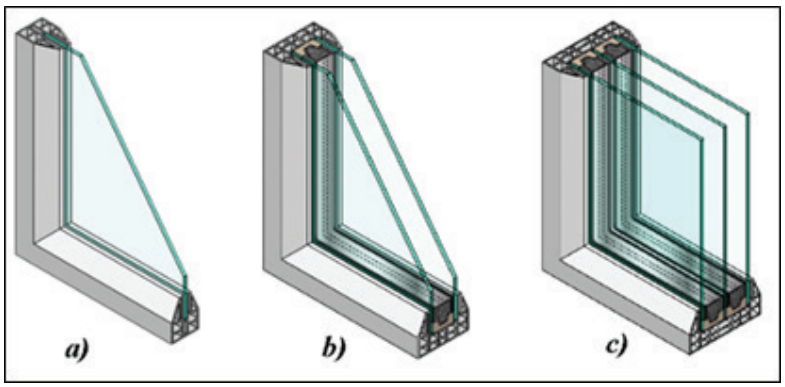
3- يوصى بأن تكون نسبة النوافذ للجداران النافذة (WWR) في المبنى أقل من 40٪.

4- يجب عدم تجاوز الموصلية الحرارية الكلية للزجاج الخارجي الرأسي القيم الواردة في الجدول 2.5 إذا كانت 50٪ ≥ WWR.

5- يجب عدم تجاوز الموصلية الحرارية الإجمالية للزجاج الخارجي الرأسي القيم الواردة في الجدول 2.6 إذا كانت 50٪ >WWR

6- يجب عدم تجاوز الموصلية الحرارية الكلية للزجاج الخارجي للنافذة السقفية القيم الواردة في الجدول 2.7 .

7- إذا كانت SHGC للنوافذ لا تفي بالمتطلبات الواردة في الجدولين 2.5 و 2.6، فيجب استخدام التظليل الخارجي كما هو موضح في القسم 2.4 .



شكل 2.5 ألواح زجاجية نموذجية مفردة (أ) ومزدوجة (ب) وثلاثية (ج) الطبقات

الجدول 2.5 خصائص الزجاج الرأسي المطلوبة للمناطق المناخية المختلفة في فلسطين إذا كانت WWR => 50%

خواص الشبابيك العمودية	النفاذية الحرارية U-Value (W/m².K)		
	المنطقة المناخية الأولى	المنطقة المناخية الرابعة	المنطقة المناخية السادسة
U-values (maximum) (الموصلية الحرارية)	2.5	2.3	2.8
Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) (maximum) (معامل الكسب الحراري)	0.55	0.45	0.60
Visibility Transmittance (VT) (minimum) (معامل نفاذية الضوء)	0.45	0.40	0.50

الجدول 2.6 خصائص الزجاج الرأسي المطلوبة للمناطق المناخية المختلفة في فلسطين إذا كانت WWR < 50%

خواص الشبابيك العمودية	معامل النفاذية الحرارية U-value (W/m².K)		
	المنطقة المناخية الأولى	المنطقة المناخية الرابعة	المنطقة المناخية السادسة
U-values (maximum) (الموصلية الحرارية)	1.9	1.7	1.9
Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) (maximum) (معامل الكسب الحراري)	0.35	0.25	0.30
Visibility Transmittance (VT) (minimum) (معامل نفاذية الضوء)	0.38	0.30	0.38

الجدول 2.7 خصائص الزجاج الأفقي المطلوبة للمناطق المناخية المختلفة في فلسطين

الفتحات الزجاجية في الاسقف	معامل النفاذية الحرارية U-value (W/m².K)
	جميع المناطق المناخية
U-values (maximum) (الموصلية الحرارية)	2.0
Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) (maximum) (معامل الكسب الحراري)	0.35
Visibility Transmittance (VT) (minimum) (معامل نفاذية الضوء)	0.38

2.4.3 تقييم النفاذية الحرارية وإجمالي نفاذية الطاقة الشمسية للعناصر الشفافة

- يتم قياس أو تقدير أبعاد جميع مكونات العنصر الشفاف، ويتم تحديد مادة الإطار ونوع الزجاج. لا يشمل ذلك النوافذ فحسب، بل يشمل أيضًا أي عنصر شفاف أو شبه شفاف مثل المناور، والكتل الزجاجية، skylights glass block، وما إلى ذلك.

- يتم حساب النفاذية الحرارية وإجمالي نفاذية الطاقة الشمسية، إما من خلال بيانات الشركات المصنعة أو من الجداول المتوفرة على المستوى الوطني، او يمكن قياسها النفاذية الحرارية للزجاج وفقًا لمعيار ISO 9869.

- يتم أيضًا حساب النفاذية الحرارية للعنصر الشفاف وفقًا لـ EN 673. يتم حساب النفاذية الحرارية للنوافذ الكاملة وفقًا للمواصفات prEN ISO 10077-1: 2004 أو EN ISO 10077-2. EN ISO 12567-1. يمكن أيضًا استخدام EN ISO 12567-2 و EN 12412-2 لتحديد النفاذية الحرارية للنوافذ والإطارات عن طريق القياس.

- يتم حساب إجمالي نفاذية الطاقة الشمسية للزجاج وفقًا للمواصفة EN 410.

- يتم قياس معامل الإرسال للإشعاع الشمسي في الموقع باستخدام مقياسين بيرومتر للإشعاع في وقت واحد، مثبتين بالتوازي مع مستوى النافذة، أحدهما خارجيًا والآخر داخليًا، بحيث لا يقوم البيرومتر الخارجي بتظليل المقياس الداخلي. لا تشمل هذه الخصائص الإشعاع الذي يمتصه التزجيج وينتقل إلى الداخل كحرارة، ولكنها قد تكون مفيدة للتزجيج غير النموذجي، مثل الزجاج الملون أو العاكس، عندما تكون بيانات الشركة المصنعة غير معروفة.

- عند إعادة استخدام شبابيك قديمة،

- يتم تقدير النفاذية الحرارية وإجمالي نفاذية الطاقة الشمسية من خلال بيانات الشركات المصنعة إذا توفرت، او من نوع التزجيج (زجاج بسيط أو مزدوج أو ثلاثي، ملون أو غير ملون، مع أو بدون طلاء واحد أو أكثر من الأشعة تحت الحمراء العاكسة) مع افتراض وجود هواء بين طبقات الزجاج الا إذا توفرت معلومات معاكسه

- يتم التأكد من وجود وموقع طلاء عاكس للأشعة تحت الحمراء على زجاج شفاف من خلال توجيه مصدر ضوء أبيض صغير إلى التزجيج الرجاج وينظر إلى انعكاساته على جميع الأسطح الزجاجية. يختلف لون الصورة التي يعكسها السطح المطلي قليلاً عن الألوان الأخرى. إذا كانت جميع الانعكاسات لها نفس اللون، فلا يوجد طلاء

2.5 التظليل للتحكم في الاشعاع الشمسي (غير الزامي)

2.5.1 مقدمة

في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، يوصى بتصميم المبنى بحيث يواجه الضلع الطويل للمبنى الجنوب والشمال. في هذه الحالة، سيتعرض الجزء الجنوبي للشمس شتاء معظم اليوم، بينما سيكون الجزء الشمالي في ضوء النهار، ولكن لن يتعرض لأشعة الشمس المباشرة. لا يزال الجزء الجنوبي الشرقي والغربي بحاجة إلى الاهتمام بالتحكم في الطاقة الشمسية من خلال التظليل حتى عند استخدام أفضل اتجاه للمبنى.

من حيث المبدأ فأن متطلبات الاضاءة الطبيعية من جهة والتحكم في الطاقة الشمسية من جهة اخرى تتنافس مع بعضها البعض لأن الإضاءة الطبيعية للفراغ يمكن أن تؤدي إلى وهج غير مرغوب فيه ومكاسب وكسب حرارة شمسية ومن هنا يمكن أن يؤدي التظليل الفعال إلى توفير الضوء الطبيعي وتقليل الكسب الحراري معا. لهذا السبب، يجب الجمع بين ضوء النهار والتحكم في الطاقة الشمسية بطريقة متوافقة. يميز مسح منهجي للأنظمة الخاصة بالتحكم بضوء الشمس من قبل وكالة الطاقة الدولية (IEA) المبادئ التالية:

1 - الضوء المتشتت في الفتحات في الاسقف.

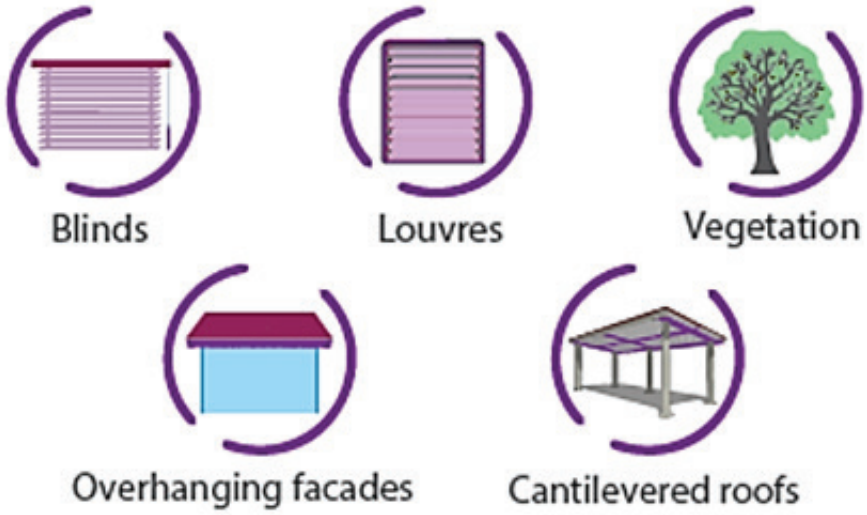
2 - إعادة توجيه أشعة الشمس المباشرة.

3 - نشر الضوء أو تشتيته.

4 - نقل الضوء الى الاماكن اغير المتصلة بالبيئة الخارجية.

ان الخيار الثاني وهو إعادة توجيه ضوء الشمس المباشر هو حل مناسب للاستفادة من ضوء النهار وتحقيق الراحة الحرارية في مناخ فلسطين. يمكن استخدام أنظمة إعادة توجيه ضوء الشمس في أنظمة متحركة (على سبيل المثال الكاسرات المتحركة والكاسرات العاكسة المتعقبة للطاقة الشمسية) وأنظمة ثابتة، والتي تعيد توجيه الضوء القادم من جميع الاتجاهات الى الاتجاه المطلوب (على سبيل المثال، أرفف الضوء، الزجاج الموجه للضوء)، كما هو مبين في الشكل 2.36.

يتم استخدام أرفف الإضاءة الأفقية الثابتة، التي تعيد توجيه ضوء الشمس عبر منطقة النافذة العلوية وتظليل منطقة النافذة السفلية، اما في مناطق الزجاج العلوية في الواجهة فيمكن تطبيق أنظمة الزجاج لإعادة توجيه ضوء الشمس، بينما يتم حماية منطقة النافذة اسفل هذه الفتحات من مكاسب الحرارة بواسطة انظمة التظليل.



شكل 2.6 أنواع مختلفة من التظليل (المصدر: net zero energy building in Jordan)

2.5.2 متطلبات التظليل الخارجي

1- يوصى باستخدام التظليل الخارجي اينما كان هناك حاجة.

2- في حالة استخدام تظليل خارجي، يجب مراعاة المتطلبات الواردة في الجدول 2.8

3- إذا كانت معاملات التظليل SHGC للنوافذ لا تفي بالمتطلبات الواردة في الجدولين 2.5 و 2.6، فيجب استخدام عامل الإسقاط (PF) للتظليل الخارجي كما هو مبين في الجدول 2.9.

عرّف ASHRAE 90.1: 2016 عامل الإسقاط PF بأنه "نسبة العمق الأفقي لإسقاط التظليل الخارجي مقسومًا على مجموع ارتفاع الشباك والمسافة من أعلى الفتحة إلى أسفل نقطة لإسقاط التظليل، في وحدات متسقة ".

يمكن تعديل SHGC للنافذة بضرب الأصل من SHGC للنافذة مع PF المدرجة في الجدول 2.9 (ASHRAE 90.1: 2016).

الجدول 2.8 التظليل المطلوب حسب الاتجاه

التوجية	جنوب	شرق	غرب	جنوب شرق/ جنوب غرب	شمال شرق / شمال غرب
التظليل المطلوب	التظليل الافقي Louvers or) (overhang	التظليل العامودي (louvers)	التظليل العامودي (louvers)	التظليل الافقي والعامودي	التظليل العامودي (louvers)
	الغطاء النباتي والستائر				

الجدول 2.9 مضاعفات SHGC للإسقاطات الدائمة حسب ASHRAE 90.1: 2016

معامل الإسقاط PF	معاملات التظليل SHGCللاتجاهات جنوب شرق وغرب	معاملات التظليل SHGCللاتجاهات الشمالية
0.10– 0.00	1	1
0.20- 0.10 <	0.91	0.95
0.30 – 0.20 <	0.82	0.91
0.40 – 0.30 <	0.74	0.87
0.50- 0.40 <	0.67	0.84
0.60 – 0.50 <	0.61	0.81
0.70 – 0.60 <	0.56	0.78
0.80 – 0.70 <	0.51	0.76
0.90 – 0.80 <	0.47	0.75
1.00- 0.90 <	0.44	0.73

2.6 تقليل تأثير الجزر الحرارية الحضرية (غير الزامي)

2.6.1 مقدمة

- الاسقف الخضراء

في أيام الصيف الحارة في فلسطين، يمكن للأسطح الخضراء أن تقلل من الطاقة اللازمة للتبريد لأنها تقلل كمية الإشعاع الشمسي على السطح، وتحسن العزل الحراري لتقليل الحرارة المنقولة أو التي يمتصها المبنى. على المستوى الحضري، تقلل الأسطح الخضراء من تأثير الجزر الحرارية الحضرية.

- الاسقف الباردة

تعكس الأسطح الباردة المزيد من ضوء الشمس وتمتص حرارة أقل من السقف العادي. الأسطح الباردة مفيدة لأنها من خلال عكس ضوء الشمس تخفض درجة حرارة السقف. وتعمل الأسطح الباردة على تقليل الحرارة الممتصة والتي يتم نقلها إلى المبنى، وبالتالي تقليل الطاقة اللازمة للتبريد.

تؤثر المواد ذات الانعكاس الشمسي العالي والانبعاثية الطويلة على درجة حرارة السطح الناتجة عن الإشعاع الشمسي. تتميز الألوان الفاتحة بانعكاسية عالية للشمس وتبقى أكثر برودة من الألوان الداكنة والمواد التي تمتص أشعة الشمس. تمتلك جميع مواد البناء تقريبًا انبعاثية كبيرة (0.8 - 0.9)، باستثناء الأسطح المعدنية العاكسة، على سبيل المثال الفولاذ المقاوم للصدأ والألمنيوم المصقول لها معامل امتصاص قليل (0.2 - 0.02). يمكن تحديد مؤشر الانعكاس الشمسي(SRI) للمادة عن طريق حساب الانعكاس والانبعاثية للمواد. من الأمثلة على مواد التسقيف المختلفة ومعامل الانعكاس، انظر الجدول 2.10. يمكن أن تؤثر درجة حرارة السطح على اكتساب الحرارة للمبنى، اعتمادًا على العزل الحراري للمكون. غالبًا ما تستخدم أنظمة التهوية المزدوجة لتقليل الكسب الحراري من الاشعاع الشمسي للجدران والأسقف.

الجدول 2.10 مضاعفات SHGC للإسقاطات الدائمة حسب ASHRAE 90.1: 2016

أمثلة على مواد التسقيف النموذجية للطاقة الشمسية	معامل انعكاس الأشعة	معامل الانبعاثية للأشعة تحت الحمراء	مقدار ارتفاع درجة الحرارة	معامل الانعكاس الشمسي SRI
EPDM الرمادي	0.23	0.87	C°38	21
قرميد الأسفلت الرمادي	0.22	0.91	C°37	22
بلاط اسمنتي غير مصبوغ	0.25	0.90	C°36	25
القار الأبيض الحبيبي السطحي	0.26	0.92	C°35	28
بلاط الطين الأحمر	0.33	0.90	C°32	36
حصى خفيف على سقف مبني	0.34	0.90	C°32	37
الصلب المجلفن	0.61	0.04	C°31	46
الألومنيوم	0.61	0.25	C°27	56
حصى باللون الأبيض على سقف المبني	0.65	0.90	C°16	79
طلاء أبيض على السقف المعدني	0.67	0.85	C°16	82
EPDM الأبيض	0.69	0.87	C°14	84
بلاط أسمنتي أبيض	0.73	0.90	C°12	90
طلاء أبيض - طبقة واحدة، 8 مم	0.80	0.91	C°8	100
PVC الأبيض	0.83	0.92	C°6	104

(المصدر: مواد التسقيف الباردة LBNL)

2.6.2 متطلبات المطلوبة لتخفيض تأثير الجزر الحرارية

1- يوصى باستخدام السقف الأخضر في المنطقة المناخية من 1 إلى 3

2- استخدام سقف بارد في جميع المناطق المناخية مع انعكاس شمسي لا يقل عن 0.65

3- استخدام جدار بارد في جميع المناطق المناخية مع انعكاس شمسي لا يقل عن 0.45

2.7 بيانات عن غلاف المبنى

2.7.1 مقدمة

يتم جمع المعلومات عن غلاف المبنى، مثل الأبعاد أو النفاذية الحرارية أو الهيكل ومناطق مكونات الغلاف، وخصائص الجسور الحرارية، ونفاذية الطاقة الشمسية لمكونات الغلاف المزجج، من الرسومات والمسوحات والقياسات المحلية، المحسوبة أو المقاسة وفقًا للمعايير المناسبة، أو قواعد الاستدلال على أساس التصنيف. يجب إعطاء الأفضلية للمعايير المناسبة. يشار إلى معظم هذه المعايير في النص أدناه.

2.7.2 تقييم النفاذية الحرارية لعناصر البناء غير الشفافة

1 - إذا كانت بنية العنصر معروفة (على سبيل المثال من الرسومات أو قواعد الاستدلال)، يتم حساب النفاذية الحرارية وفقًا للمواصفة EN ISO 6946.

2 - يتم تقييم بنية العنصر عن طريق حفر ثقب صغير فيه وفحصه باستخدام منظار داخلي. يتم تحديد مواد كل طبقة وتقييم سمكها. يتم حساب النفاذية الحرارية وفقًا للمواصفة EN ISO 6946.

3 - إذا كان للمبنى تصنيفًا معروفًا، فيمكن أخذ النفاذية الحرارية لمكونات الغلاف من نموذج بناء تم إعداده على المستوى الوطني.

4 - يتم أيضًا قياس النواقل الحرارية لعناصر البناء وفقًا لمعيار ISO 9869.

2.8 المراجع

[1] Çamur, H. and Abdallah, R., 2021, April. Investigation of the Palestinian overall heat transfer coefficient and comparison with International Building Codes. In 12 2021th International Renewable Engineering Conference (IREC) (pp. 5-1). IEEE.

[2] Net zero energy buildings in Jordan, 2020 , Jordan Green Building Council.

[3] Alsayed, M.F. and Tayeh, R.A., 2019. Life cycle cost analysis for determining optimal insulation thickness in Palestinian buildings. Journal of Building Engineering, 22, pp.112-101.

[4] PENRA, the Palestinian National Energy Efficiency Action Plan (NEEAP), 2011. Available online: https://www.climamed.eu/wp-content/uploads/files/Palestine-National-Energy-Efficiency-Action-Plan-22-2013-011.pdf (Accessed on 24 Sep 2022).

[5] Alkhalidi, A., Kiwan, S. and Hamasha, H., 2019, March. A Comparative Study Between Jordanian Overall Heat Transfer Coefficient (U-Value) and International Building Codes. In 10 2019th International Renewable Energy Congress (IREC) (pp. 5-1). IEEE.

[6] Code, P., 2004. Energy Efficient Building Code. Ministry of Local Government. Available online https://www.paleng.org/wp-content/uploads/09/2015/Energy%20Effecient%20Building%20Code.pdf (Accessed on 24 Sep 2022).

[7] International energy conservation code, 2018, international code council (INC) 2017. Available online at the following link https://codes.iccsafe.org/content/iecc2018 (accessed on August 2022 ,15)

[8] ANSI/ASHRAE/IES Standard 2019-90.1 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings

[9] Awadallah, T., Adas, H., Obaidat, Y. and Jarrar, I., 2009. Energy efficient building code for Jordan. Energy, 1.

[10] Haj Hussein, Muhannad & Monna, Sameh & Juaidi, Adel & Barlet, Aline & Baba, Mutasim & Bruneau, Denis. (2021). Effect of thermal mass of insulated and non-insulated walls on building thermal performance and potential energy saving. Journal of Physics Conference Series. .2042 012159/1/2042/6596-1742/10.1088.

[11] Applied Research Institute – Jerusalem (ARIJ), 2003. Climatic Zoning for Energy Efficient Buildings in the Palestinian Territories (the West Bank and Gaza) Technical Report, Jerusalem, Palestine.

الفصل الثالث

كفاءة الطاقة في الانارة و انظمة التحكم

3.1مقدمة

يمثل استهلاك طاقة الإضاءة ثالث أعلى مصدر لاستهلاك الطاقة في المباني بعد التدفئة والتبريد. بشكل عام، تشير التقديرات إلى أن 15-30٪ من الكهرباء تستخدم للإضاءة. لذلك، من المهم بذل الجهود لتحسين هذا القطاع ليس فقط بسبب الحاجة إلى توفير الطاقة، ولكن أيضًا للحد من التلوث الضوئي وتقليل تكاليف الصيانة. علاوة على ذلك، تعتمد الإضاءة الجيدة على جودة المصابيح والفوانيس وأسطح ولون الاسطح الداخلية اللغرف ونظام الإدارة التحمم وعلى تفاعل هذه المكونات فيما بينها. تهتم تكنولوجيا تصنيع الاضاءة بالعديد من الميزات، والتي يمكن لكل واحدة منها ان تؤثر على جودة الإضاءة. فالإضاءة ليست مهمة فقط للرؤية، ولكنها تؤثر على إحساسنا بالرفاهية ومزاجنا. وبالتالي، يتم تمييز المتطلبات المرئية وغير المرئية.

تتمثل التدابير الفعالة لتوفير الطاقة الكهربائية من الإضاءة في استخدام معدات الإضاءة الموفرة للطاقة واستخدام ضوء النهار. يمكن أن يوفر تصميم المبنى الذكي الضوء الطبيعي لمعظم المناطق الداخلية للمبنى خلال النهار. على سبيل المثال، من الممكن إضاءة مبنى إداري بضوء النهار لأكثر من 80٪ من وقت العمل. لا يمكن تحقيق توفير الطاقة في هذا القطاع إلا عند تنفيذ أنظمة التحكم المناسبة في الإضاءة لكل من الضوء الطبيعي والاصطناعي.

يهدف هذا الفصل إلى تحديد مكونات الإضاءة، وطرق الحساب وأنظمة التحكم، والمتطلبات الدنيا لكثافة طاقة الإضاءة الداخلية والخارجية، بما في ذلك الواجهات والأسطح والتفاصيل المعمارية والمداخل والمخارج وأرصفة التحميل والمظلات المضيئة وأرضيات المباني الخارجية المضيئة المزودة بالخدمة الكهربائية.

يجب استخدام أحدث إصدار من كتيبات وإرشادات ومعايير تصميم الاضاءة الصادرة عن المنظمات العالمية المتخصصة بالإنارة في المباني مثل CIE و IE و SLL لإيجاد حلول التصميم والتوجيه لأي أنظمة أو تطبيقات لا يغطيها هذا الفصل.

3.1.1 مصادر الانارة الصناعية

تتوفر اليوم مجموعة كبيرة ومتنوعة من مصادر الضوء، ولكن يمكن تقسيم المصابيح إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

1) المصابيح المتوهجة (الشعرية): مصابيح تنجستون، مصابيح الهالوجين.

2) مصابيح التفريغ: إرسال تفريغ كهربائي عبر غاز مؤين أو بخار معدني.

- الضغط المنخفض: مصابيح الفلورسنت الخطية، مصابيح الفلورسنت المدمجة (CFL)، مصابيح بخار الصوديوم ذات الضغط المنخفض؛

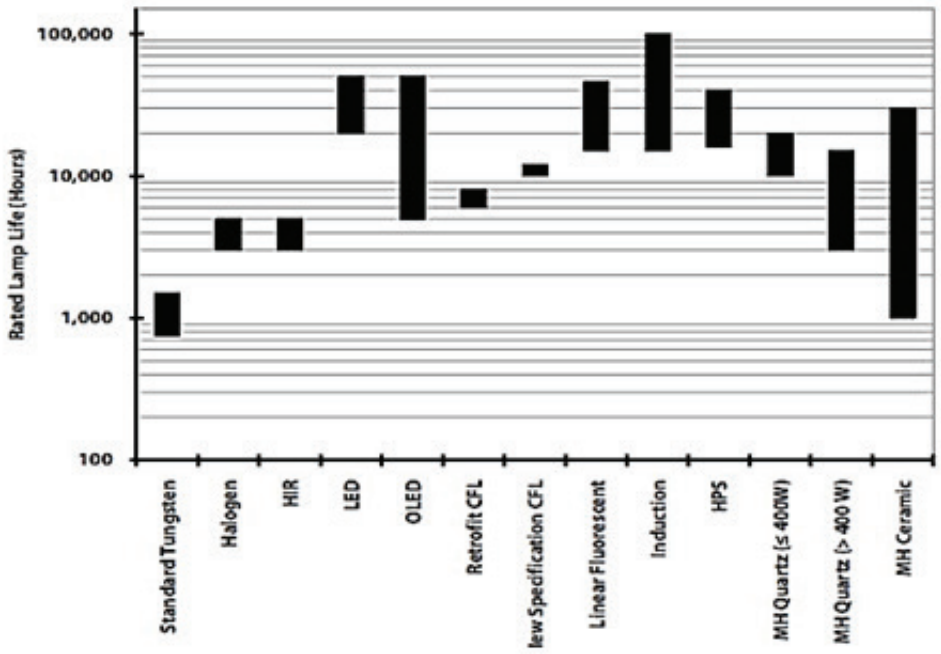
- الضغط العالي: مصابيح الهاليد معدنية، مصابيح بخار الصوديوم عالية الضغط؛

3) مصابيح LED و OLED: هي بلورات أشباه الموصلات التي تولد الضوء عند تنشيطها.

وفقًا للإحصاءات، فإن أكثر أنواع المصابيح المستخدمة شيوعًا في المباني السكنية والتجارية هي مصابيح LED وسيزداد استخدامها في المستقبل بسبب فعاليتها العالية في الإضاءة ومدة الحياة، كما هو موضح في الجدول 3.1. يوضح الشكل 3.1 نطاق العمر الافتراضي لعدد من مصادر الضوء المستخدمة. يوضح الشكل 3.2 درجة حرارة اللون (CCT) بالكلفن ومؤشر تجسيد الالوان (CRI) لعدد من مصادر الإضاءة المختلفة على التوالي.

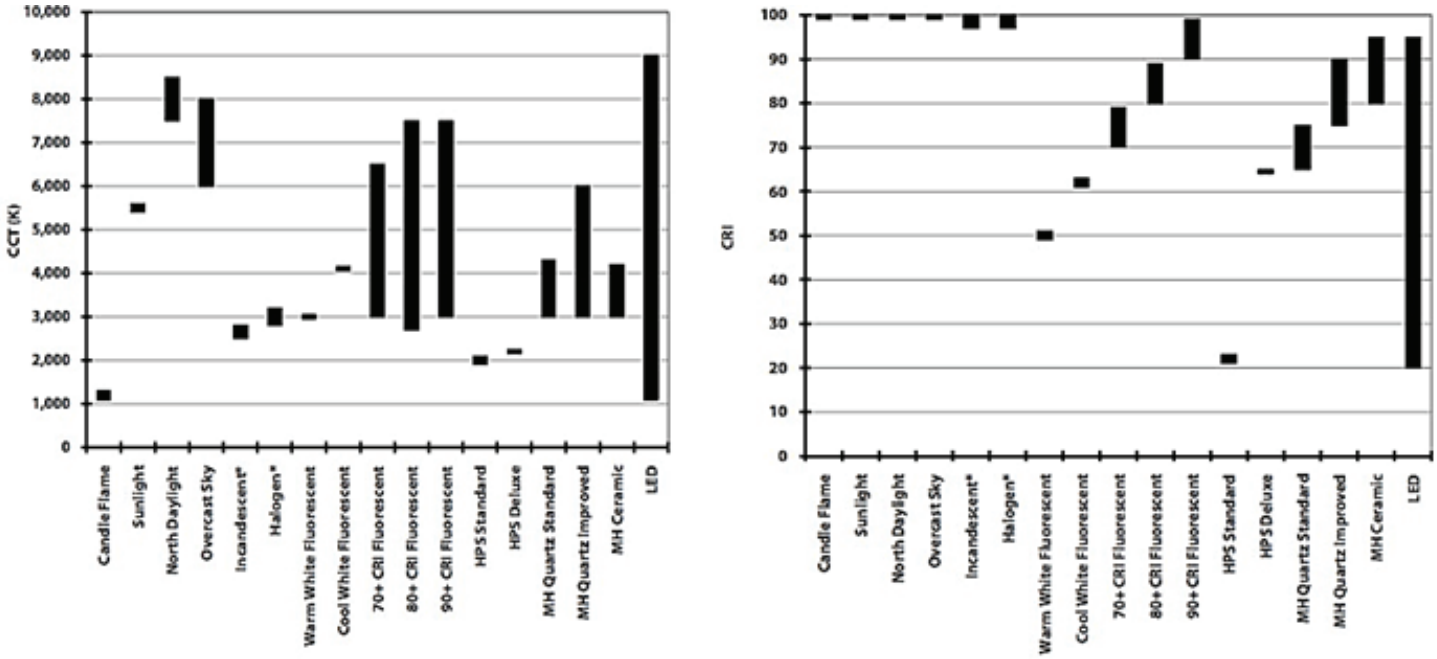
الجدول 3.1 مقارنة بين مواصفات مصابيح الانارة المختلفة

نوع المصباح	الواط (W)	الفعالية lm/W	التدفق الضوئي (لومن)	العمر التشغيلي (ساعة)	الاظهار اللوني (%)
مصابيح تنجستون	11-25	15-10	1450-25	1000	لغاية 100%
مصابيح الهالوجين	100-35	20-18	2000-170	4000	95-60
مصابيح الفلورسنت المدمجة	80-10	100-50	6500-540	9000	90-50
مصابيح الفلورسنت الانبوبية	80-15	105-60	6000-1000	20000	90-50
LEDs	1- 0.05	140-56	100-0.2	60000	97-80



شكل 3.1 العمر الافتراضي لمختلف انواع المصابيح

(المصدر: IES: the lighting handbook -10th edition)



(a) (b)

شكل 3.2 (a) قيم درجة حرارة اللون CCT، (b) قيمة مؤشر تجسيد الالوان CRI لعدد من المصابيح الكهربائية

((10th edition -IES: the lighting handbook

3.2 شدة الاستنارة(Illuminance) والتجانس الضوئي (Uniformity)

3.2.1 متطلبات تصميم الانارة والتجانس الضوئي

1- تعتمد قيمة شدة الإضاءة على أنواع ووظائف الفراغ. يوضح الجدول 3.4 هذه القيمة للمساحات المختلفة.

2- في حالة وجود فراغات او وظائف غير مذكورة في الجدول 3.4، يجب استخدام القيم الموجودة في كتيبات CIE & IES.

3- يجب ألا يقل تجانس الإضاءة(انتظام توزيع الانارة) عن 60٪ لضمان الراحة البصرية داخل الفضاء.

3.2.2 معامل انعكاس الضوئي للمواد

من أجل تقليل الحاجة إلى إضاءة إضافية في الفراغ، فان من المهم استخدام معاملات انعكاس للأسطح تكون مناسبة. يوضح الجدول 3.2 معاملات الانعكاس لألوان الطلاء وللمواد الشائع استخدامها في المباني.

الجدول 3.2 معامل انعكاس المواد الشائعة الموجودة في المباني وبعض ألوان الطلاء

المادة	معامل الانعكاس	لون الطلاء
ورق ابيض	0.8	ابيض
اسمنت	0.4	كريمي شاحب
ستانليس ستيل	0.4	رمادي فاتح
سجاد- فاتح اللون	0.3	اصفر فاقع
قشرة خشب بلوط فاتح	0.4	رمادي متوسط
قشرة خشب التيك (الساج)	0.2	اخضر غامق
قشرة خشب بلوط غامق	0.1	ازرق غامق
بلاط حجري	0.1	احمر غامق
زجاج نوافذ	0.1	رمادي داكن
سجادة غامقة اللون	0.1	بني غامق
احمر ارجواني داكن	0.1	اسود

3.3 قدرة الانارة الداخلية (Lighting power Density)

3.3.1 متطلبات حساب قدرة الانارة الداخلية

1- تحسب قدرة الانارة الداخلية للمبنى او جزء منه بشكل يتناسب مع ما جاء في القسم 3.3.2 وبما لا يتجاوز قيم قدرة الانارة الداخلية البديلة المحددة في بما يتوافق مع القسم 3.3.3.1 أو 3.3.3.2.

2- يجب أن تشمل قدرة الإضاءة الداخلية المحسوبة جميع كمية الطاقة المستخدمة في وحدات الإنارة، بما في ذلك المصابيح، والكوابح (Ballasts)، ومنظمات التيار، وأجهزة التحكم.

3- اي اضاءة لم تكن عبارة عن اضافة الى الانارة العامة في الفراغ ويتم التحكم بها بواسطة جهاز تحكم مستقل، يجب تضمين تدخل القدرة الكهربائية لهذه الاضاءة في حسابات طاقة الاضاءة الداخلية (LPD)، مثل:

- الإضاءة الموجهة للعرض (display & accent Lightning) والتي تعد عنصرًا أساسيًا في تحقيق الوظيفة التي يتم إجراؤها في المعارض والمتاحف والمعالم الأثرية،
- الإضاءة المصممة خصيصًا للإجراءات الطبية أو طب الأسنان والإضاءة المكملة للمعدات الطبية،
- الإضاءة التي هي جزء لا يتجزأ من أجهزة تسخين الطعام وإعداد الطعام،
- الإضاءة في الأماكن المصممة خصيصًا لاستخدام ضعاف البصر،
- الإضاءة المستخدمة في نوافذ عرض البيع (فاترينة)، بشرط أن تكون منطقة العرض مفصولة بالكامل حتى ارتفاع السقف،
- الإضاءة المستخدمة في المساحات الداخلية والتي تم تحديدها على اساس معلم تاريخي مسجل،
- الإضاءة التي تعد جزءًا لا يتجزأ من الإعلانات أو اللافتات الاتجاهية،
- علامات الخروج،
- الإضاءة المعروضة للبيع أو إضاءة أنظمة العروض التعليمية،
- الإضاءة للأغراض المسرحية، بما في ذلك الأداء والمسرح وإنتاج الأفلام أو الفيديو،
- مناطق اللعب الرياضية ذات التسهيلات الدائمة للبث التلفزيوني،
- إضاءة المرايا في غرف الملابس،
- إضاءة الموجهة في مناطق المنابر والجوقة الدينية.

4- يستثنى من هذا:

- في حال تم التحكم بالإنارة من خلال نظامي تحكم منفصلين او اكثر داخل الفراغ الواحد لمنع التشغيل المتزامن للمستخدم، فان حساب طاقة الاضاءة الداخلية تكون فقط بالاعتماد على نظام الاضاءة ذو ذات الطاقة الاعلى.
- من جهة اخرى، عند حساب طاقة الاضاءة الداخلية المسموحة للفراغ، يجب استثناء ادوات الانارة وتطبيقاتها الواردة التي لا تكون عبارة عن اضافة الى الانارة العامة في الفراغ ويتم التحكم بها بواسطة جهاز تحكم مستقل ولا يجب تضمين القدرة الكهربائية لهذه الاضاءة في حسابات طاقة الاضاءة الداخلية (LPD).

3.3.2 متطلبات القدرة الكهربائية لوحدة الإنارة

يجب أن تكون وحدات الانارة ذات فعالية (لومن/واط) تساوي70 أو أعلى. يجب تحديد القدرة الكهربائية لوحدة الإنارة المدمجة في الإضاءة الداخلية وفقًا لما يلي:

- يجب أن تكون القدرة الكهربائية للمصابيح المتوهجة والتي لا تحتوي على كوابح مثبتة (Ballast) بشكل دائم هي الحد الأقصى لقدرة الإنارة الموصوفة.

- يجب أن تكون القدرة الكهربائية للمصابيح التي تحتوي على كوابح مثبتة بشكل دائم هي القدرة الكهربائية التشغيلية الداخلة لمجموعة المصباح / الكابح المحددة. يمكن أن تكون القدرة الكهربائية لإدخال التشغيل إما قيمًا من كتالوجات الشركات المصنعة أو قيمًا من تقارير مختبرات اختبار مستقلة.

- يجب أن تكون القدرة الكهربائية لجميع أنواع الفوانيس المتنوعة الأخرى غير الموصوفة في البندين (أ) أو (ب) هي القدرة الكهربائية المحددة للمصابيح.

- يجب أن تكون القدرة الكهربائية لمسار الإضاءة (Track) وممر التوصيل (Plug-in busway) وأنظمة الإضاءة المرنة (Flexible-lighting) التي تسمح بإضافة و/ أو نقل وحدات الإنارة دون تغيير أسلاك النظام أكبر من القدرة الكهربائية المحددة للمصابيح المضمنة في النظام أو 135 واط / متر. يجب تصنيف أنظمة الحمل الزائد ذات الحماية المتكاملة، مثل الصمامات(fuses) أو القواطع الكهربائية (circuit breakers)، بنسبة 100٪ من الحد الأقصى للحمل المقنن لجهاز التحديد.

3.3.3 متطلبات قدرة الانارة الداخلية

يجب ألا تتجاوز طاقة الإضاءة الداخلية المثبتة والموضحة في القسم 3.4.1 قيمة طاقة الإضاءة الداخلية المسموحة وذلك باستخدام:

1- طريقة مساحة البناء (Building Area Method) الموضحة في القسم 3.3.3.1، أو

2- طريقة وظيفة كل فراغ (space Space by spaceSpace Method) الموصوفة في القسم 3.3.3.2

3- يتم اختيار طريقة واحدة فقط من الطرق الموضحة أعلاه للاستخدام داخل نفس المبنى.

4- 3.3.3.1 طريقة مساحة البناء

يكون تحديد بدل قدرة الإنارة الداخلية (بالواط) بطريقة مساحة البناء وفقاً لما يلي:

1- حدد كثافة قدرة الإضاءة المسموح بها (LPD) لكل نوع من أنواع مساحة البناء من الجدول 3.3.

2- احسب المساحة الإجمالية المضاءة لكل نوع من أنواع مناطق البناء.

3- قدرة الإضاءة الداخلية المسموحة (Interior lighting power allowance) هو ناتج مجموع مساحات الأرضية الإجمالية المضاءة لكل منطقة بناء (بالمتر المربع) مضروبة كل منها بقدرة الإضاءة المسموح بها لنوع مساحة المبنى بدلالة (واط/ متر مربع) كما ورد في الجدول 3.3.

4- عندما يكون المبنى من نوع غير تلك المدرجة في الجدول 3.3 ولا يمكن اختيار نوع مبنى مكافئ، يجب حساب قدرة الإضاءة الداخلية المسموحة باستخدام طريقة الفراغ على حدة والموصوفة في القسم 3.3.3.2.

الجدول 3.3 كثافة قدرة الإضاءة الداخلية باستخدام طريقة مساحة المبنى

نوع المبنى	قدرة الاضاءة الداخلية (واط/متر مربع)	نوع المبنى	قدرة الاضاءة الداخلية (واط/متر مربع)
مبنى مكاتب	7.60	مسرح الصور المتحركة	7.50
المستشفيات	7.80	متاحف	8.20
فنادق	7.60	مكتب بريد	8.40
مجمع تجاري	11.3	مبنى ديني	9.6
جامعة ومدارس	9.00	صالة رياضية	7.8
مكتبة	9.8	مواصلات	7.40
تناول الطعام: صالة بار/ترفيه	9.8	مستودع	5.7
تناول الطعام: كافتيريا/ وجبات سريعة	9.2	مسرح فنون مسرحية	13.0
تناول الطعام: عائلية	8.7	مخفر شرطة	7.90
سكن طلاب	7.30	مشغل	11.3
اطفائية	7.80	منشأة سيارات	7.20
صالة رياضية	8.00	مركز مؤتمرات	10.0
منشاة تصنيع	9.60	مواقف سيارات	2.4

5- طريقة وظيفة الفراغ

يجب أن يكون تحديد قدرة الإنارة الداخلية المسموحة (بالواط) بطريقة دالة الفضاء وفقاً لما يلي:

1- يجب تحديد مساحة الأرضية الداخلية الإجمالية لكل مساحة مغلقة بناءً على الأبعاد الداخلية للمساحة.

2- تحديد نوع المبنى المناسب وكثافة قدرة الإضاءة المسموح بها من الجدول 3.4 في الحالات التي يتم فيها إدراج كل من نوع الحيز المشترك ونوع المساحة المحددة للمبنى، يتم تطبيق نوع مساحة معينة للمبنى LPD.

يتم تحديد كثافة قدرة الإضاءة المسموح بها (LPD) لكل فراغ مغلق باستخدام الجدول 3.4. على اساس اختيار نوع الفراغ بشكل دقيق او اختيار الفراغات الاكثر تمثيلا للفراغات المدروسة.

3- يتم حساب قدرة الإضاءة المسموحة لكل مساحة مغلقة بضرب مساحة الأرضية المحددة (متر مربع) في البند (1) في LPD المسموح به والمقرر (واط/ متر مربع) في البند (2)،

4- يتم حساب قدرة الإضاءة الداخلية المسموحة للمبنى بأكمله عن طريق جمع قدرات الإضاءة المسموحة لجميع الأماكن المغلقة المحددة في البند (3).

الجدول 3.4 كثافة قدرة الإضاءة الداخلية وقيمة الاستنارة باستخدام طريقة وظيفة الفراغ

الفئة/نوع الفراغ	قدرة الاضاءة الداخلية (واط/مترمربع)	قيمة الاستنارة (لوكس)	الفئة/نوع الفراغ	قدرة الاضاءة الداخلية (واط/مترمربع)	قيمة الاستنارة (لوكس)
انواع الفراغات المشتركة					
حمامات	6.10	100	الادراج	4.4	100
المخازن	5.4	200	ممرات/انتقال	3.60	100
مؤتمرات/اجتماعات	9.2	300	قاعات	7.3	200
مواقف سيارات	1.75	20	ممرات موقف السيارات	2.5	75
غرفة كهرباء/ميكانيك	5.70	200	مشغل	13.7	500
مباني مكتبية					
مكاتب مغلقة	8.6	500	مكتب مفتوح	8.6	500
منطقة نشاط مصرفي	9.3	500	خدمات/تصليح	5.5	300
مباني الرعاية الصحية					
الطوارئ	18.2	500	الانعاش	7.00	500
فرف الفحص/والمعالجة	10.9	1000	مخزن	4.4	100
جناح ممرضين	7.5	300	غرف عسيل	6.00	300
غرفة عمليات	17.5	10000	صالون/ استراحة	6.4	150
غرفة مريض	6.10	500	دعم طبي	10.9	300
صيدلية	8.5	500	حضانة	4.60	300
علاج طبيعي	7.80	300	ممرات/انتقال	7.3	100
الاشعة/التصوير	7.3	300			
الضيافة					
فندق: تناول طعام	7.3	100	ردهة فندق	8.8	300
تنازل الطعام: مقاهي	11.3	150	تناول الطعام: موتيل	7.3	100
اعداد الطعام	12.1	500	غرف نوم: موتيل	6.10	100
غرف نوم: فنادق	7.3	100			

مجمعات تجارية					
ملتقي تجاري	10.2	200	تناول الطعام عائلي	8.8	150
منطقة البيع	14.6	500	منطقة اعداد الطعام	121	500
مباني تعليمية					
غرفة صفية	10.9	300	الفهرسة والتصنيف	7.3	300
مختبر	12.1	500	مكتبة: ارفف	14.6	200
مكتبة: منطقة قراءة	9.2	500			
مباني تجميعية					
غرفة ملابس	7.3	300	منطقة جلوس-عرض مسرحي	18.1	150
منطقة عرض-مركز المؤتمرات	11.2	300	ردهة- صالة عرض مسرحي	17.2	300
منطقة الجلوس-صالة رياضية	3.6	300	منطقة جلوس - مركز مؤتمرات	5.1	150
منطقة لياقة بدنية-صالة رياضية	7.85	400	منطقة جلوس - مباني دينية	13.1	300
متحف- عرض عام	11.3	300	منطقة لعب - صالة رياضية	12.9	750
متاحف- ترميم	11.0	750			

3.4 قدرة الاضاءة الخارجية

3.4.1 متطلبات قدرة الانارة الخارجية

يجب ألا تتجاوز قدرة الإضاءة لتطبيقات الإضاءة الخارجية حدود قدرة الإضاءة المحددة في الجدول 3.5 – ولا يسمح بعمل تسويات او غير مسموح بالمقايضات بين التطبيقات (. يعني ذلك أنه يجب أن يُنظر إلى كل تطبيق أو غرض بشكل مستقل ويتم تحسينه دون إجراء تنازلات قد تؤثر على أداء أو وظائف التطبيقات الأخرى.)

الجدول 3.5 قدرة الإضاءة المسموحة لتطبيقات خارجية محددة في المباني.

تطبيقات الاضاءة الخارجية	جدود القدرة
مداخل المباني (مع مظلة)	8.0 واط/م2
مداخل المباني (بدون مظلة)	72واط/ م من عرض الباب
مخارج المبنى	48 واط /م من عرض الباب
واجهة المبنى	4 W/m2 من مساحة المبنى العمودية
اشارات الطوارئ، اكشاك الصرافات الالية،	0.8 واط/م2
مواقف سيارات داخلية وخارجية	1.3واط/م2
ممرات للمشاة	1.6 واط / متر2
الادراج	8 واط/م2
الحدائق	0.4 واط / مربع
مناطق البيع الخارجية	7.2 واط/م2

تعتمد قيم حدود الطاقة على طبيعة المناطق والتي تتكون في الغالب من المناطق السكنية، والمناطق التجارية المجاورة، والمناطق الصناعية الخفيفة ذات الاستخدام الليلي المحدود.

3.5 التحكم بالإضاءة

3.5.1 متطلبات اغلاق الاضاءة اوتوماتيكيا

أ- 90٪ من تركيبات الإضاءة الداخلية في المبنى أو مساحة المبنى التي تزيد مساحتها عن 300 م2، يجب أن تكون مجهزة بجهاز تحكم آلي.

ب- بالإضافة إلى ذلك، يجب توفير أجهزة استشعار في:

1- جميع أنواع المباني التي تزيد مساحتها عن 4000 م2، في:

- جميع المساحات الصالحة للسكن التي تقل عن 30 م2، والمحاطة بجدران أو فواصل بارتفاع السقف.
- جميع مساحات التخزين أو المرافق التي تزيد مساحتها عن 15 م2.

- دورات المياه العامة التي تزيد مساحتها عن 25 م2، بحيث يتم التحكم بـ 80٪ على الأقل من الإضاءة المجهزة في المرحاض. بينما يجب أن يتم توزيع تركيبات الإضاءة التي لا يتم التحكم فيها عن طريق الإغلاق التلقائي للإنارة بشكل موحد في المنطقة.

2- في ممرات جميع مباني الضيافة (Hospitality) التي تزيد مساحتها عن 8000 م2، بحيث يتم التحكم بـ 70٪ كحد أدنى و 80٪ كحد أقصى من الإضاءة المجهزة في الممر العام. بينما يجب أن يتم توزيع وحدات الإضاءة التي لا يتم التحكم فيها عن طريق الإغلاق التلقائي للإضاءة بشكل موحد في المنطقة.

3- في جميع غرف الأعمال وجميع قاعات المؤتمرات أو الاجتماعات.

ج - يجب أن يعمل جهاز التحكم الآلي على أي من الطرق التالية:

1- على أساس مجدول زمنيا بأوقات مبرمجة ومحددة. يجب توفير جدول برنامج اوقات مستقل للمساحات التي لا تزيد مساحتها عن 2500 متر مربع ولا تزيد عن طابق واحد، أو

2- يجب أن تقوم أجهزة استشعار الإشغال بإيقاف تشغيل وحدات الإضاءة في غضون 15 دقيقة من مغادرة أحد المستخدمين المكان. يجب تزويد وحدات الإضاءة التي يتم التحكم فيها بواسطة مستشعرات الإشغال بمفتاح يدوي مثبت على الحائط قادر على إطفاء الأنوار عندما تكون المساحة مشغولة.

3.5.2 متطلبات التحكم بالفراغ (Space control)

يجب أن يكون لكل مساحة محاطة بجدران بارتفاع السقف، جهاز تحكم واحد على الأقل للتحكم بشكل مستقل في الإضاءة العامة داخل تلك المساحة. يجب تنشيط كل جهاز تحكم إما يدويًا بواسطة أحد مستخدمي الفراغ أو تلقائيًا عن طريق استشعار تواجد أحد المستخدمين. يجب على كل جهاز تحكم:

أ- التحكم بحد أقصى بـ 250 م2 من مساحة فراغ أقل من أو تساوي 1000 م2، و1000 م2 كحد أقصى لمساحة أكبر من 1000 م2.

ب- لديها القدرة على تجاوز التحكم في الإغلاق المطلوب في القسم 3.6.1 لمدة لا تزيد عن ساعتين، و

ج- يمكن الوصول إليها بسهولة وتحديد موقعها بحيث يمكن للمستخدمين رؤية وحدة التحكم.

3.5.3متطلبات التحكم في مناطق الاضاءة الطبيعية

أ- يجب أن تكون وحدات الإنارة، التي يتم تركيبها في منطقة مضاءة بضوء النهار بواسطة النوافذ الخارجية، مزودة إما بجهاز تحكم يدوي، وذلك من خلال تركيبها على التوازي بحيث يمكن اغلاقها بمفتاح منفصل عن باقي الوحدات في الفراغ خلال وقت النهار المحتمل من اليوم، أو بجهاز تحكم آلي:

- لديه تأخير لا يقل عن 5 دقائق، أو،

- يمكن أن يخفت أو تنخفض إلى 50٪ من إجمالي الطاقة.

ب- لا يجوز تجاوز عناصر التحكم في ضوء النهار.

3.5.4 متطلبات التحكم المركزية في المباني

يجب أن يكون للمبنى الموفر للطاقة نظام تحكم مركزي لمفاتيح إغلاق الإضاءة التلقائية القائمة على الجدول الزمني.

3.5.5 متطلبات التحكم في الاضاءة الخارجية

أ- يجب التحكم في الإضاءة لجميع التطبيقات الخارجية غير المستثناة في القسم 3.5.1 بواسطة مستشعر ضوئي أو مفتاح زمني فلكي (astronomical time switch) قادر على إطفاء الإضاءة الخارجية تلقائيًا عند توفر ضوء النهار أو عدم الحاجة إلى الإضاءة.

ب- الإضاءة لجميع التطبيقات الخارجية، كالمدارس التي تزيد مساحتها عن 2000 متر مربع، يجب ألا تقل كفاءة المصباح عن 80 لومن لكل واط، إلا إذا تم التحكم في المصباح بواسطة مستشعر حركة أو كان معفى بموجب القسم 3.1.

ج- يجب أن يكون لإضاءة الواجهات واللافتات (عدا الطوارئ منها) في مجمعات التسوق مفاتيح زمنية منفصلة.

3.5.6 متطلبات تحكم اضافية

يجب تجهيز تطبيقات الإضاءة التالية بجهاز تحكم للتحكم بها بشكل مستقل عن الإضاءة العامة:

أ- اضاءة العرض / الإضاءة الموجهة (Display/Accent lighting): يجب أن يكون لهذا النوع من الاضاءة في المساحات التي تزيد مساحتها عن 300 متر مربع جهاز تحكم منفصل.

ب- إضاءة المهام (Task lighting): يجب أن يكون لإضاءة المهام التكميلية، بما في ذلك التثبيت الدائم تحت الرف أو تحت الخزانة، مزودة بجهاز تحكم مدمج في وحدات الانارة أو يتم التحكم فيها بواسطة جهاز تحكم مثبت على الحائط بشرط أن يتوافق جهاز التحكم مع القسم 3.6.2.

ج- إضاءة غرف النزلاء بالفندق: يجب أن تحتوي غرف النزلاء وأجنحة النزلاء في الفندق على جهاز تحكم رئيسي عند مدخل الغرفة الرئيسية يتحكم في جميع وحدات الإنارة التي تم تركيبها بشكل دائم.

د- إضاءة توضيحية (Demonstration lighting): يجب أن تكون وحدات الإضاءة المعروضة للبيع أو المستخدمة في العروض التوضيحية في تعليم الإضاءة مجهزة بجهاز تحكم منفصل يمكن الوصول إليه فقط للأفراد المصرح لهم.

هـ- الإضاءة غير المرئية (Nonvisual Lighting): يجب أن تكون الإضاءة الخاصة بالتطبيقات غير المرئية، مثل نمو النباتات وتسخين الطعام، مزودة بجهاز تحكم منفصل.

3.6 اشارات الخروج

يجب ألا تتجاوز قدرة اشارات الخروج المضيئة داخليًا عن 5 واط لكل وجه من وجوه اللافتة.

3.7 المراجع

[1] Murdoch JB. 2003. Illuminating engineering: from Edison's lamp to the LED. 2nd ed. New York: Visions Communications. 750 p

[2] Fotios SA, Levermore GJ. 1997. Perception of electric light sources of different colour properties, Lighting Res. Technol. 171-161 ;(3)29.

[3] Fotios SA, Levermore GJ. 1995. Visual perception under tungsten lamps with enhanced blue spectrum. Lighting Res. Technol. 179-173 ;(4)27.

[4] Protzman JB, Houser KW. 2006. LEDs for general illumination: the state of science. Leukos. 1-121 :(2)3

[5] ANSI. 2008. ANSI-NEMA-ANSLG C2008-78.377 American national standard for electric lamps: specifications for the chromaticity of solid-state lighting products. 17 p.

[6] ANSI. 2001. ANSI C2001-78.376 American national standard for electric lamps: specifications for the chromaticity of fluorescent lamps. 16 p.

[7] ANSI/UL 2009 .8750. Light emitting diode (LED) equipment for use in lighting products. Northbrook, IL: Underwriters Laboratory. 60 p.

[8] Galasiu AD, Newsham GR, Suvagau C, Sander DM. 2007 Energy saving lighting control systems for open-plan offices: a field study. Leukos. 29-7:(1)4.

[9] National Energy Code of Canada for Buildings: 2020. National Research Council of Canada.

[10] Illuminating Engineering Society of North America (IES). 2011. The Lighting Handbook, 10th ed. New York: IES.

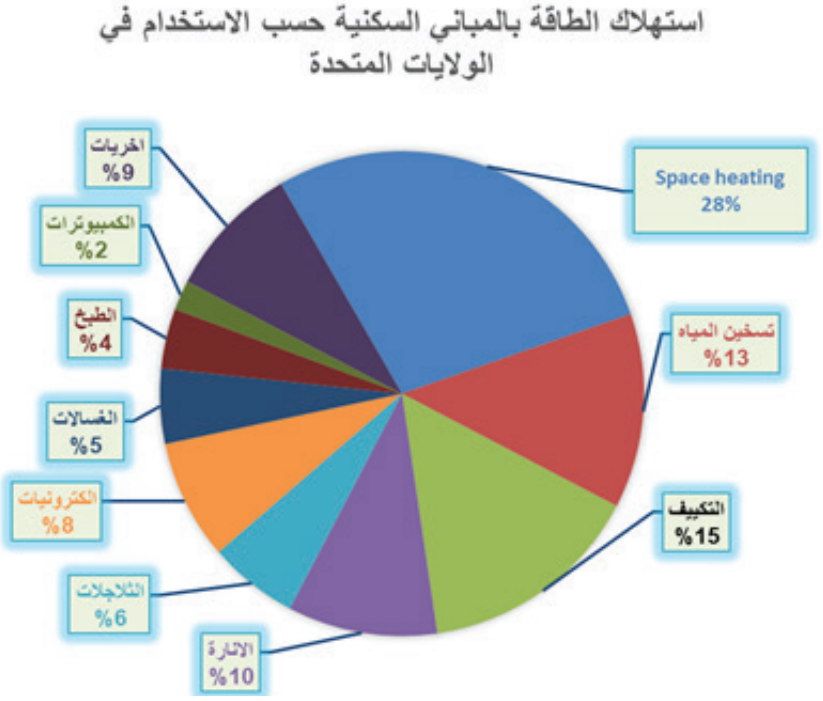
الفصل الرابع

كفاءة الاجهزة والمعدات المستخدمة بالمباني

4.1 مقدمة

تمثل الأجهزة والمعدات المستخدمة بالمباني مثل المحركات الكهربائية والإضاءة والثلاجات والغسالات وسخانات المياه جميع الطاقة المستخدمة في المباني تقريبًا. تقدر وزارة الطاقة أن هذه المنتجات تمثل حوالي 90 في المائة من استخدام الطاقة السكنية (عدا التدفئة والتكييف)، و60 في المائة من استخدام الطاقة في المباني التجارية، و30 في المائة من استخدام الطاقة في المباني الصناعية.

سيكون لفقد الحرارة من الأجهزة والمعدات المثبتة بالمباني تأثير مختلف على أداء الطاقة في المناخات الباردة والساخنة. في المناخات الباردة، يمكن استخدام الطاقة المهدرة من الاجهزة أو تركيبات الإضاءة، إلى حد ما كبديل للتدفئة - على الأقل خلال الجزء البارد من العام - بينما في المناخات الحارة، تؤدي هذه الطاقة الضائعة إلى زيادة حمل التبريد. وبالتالي، فإن التوفير في الأجهزة الفعالة والإضاءة في المناخات الحارة سيحسب مرتين في أداء الطاقة، في حين أنها تعد أقل في المناخات الباردة. لذا يجب الاهتمام بتوخي الحذر بشأن الطاقة المهدرة من هذه الأنظمة في المناخات الحارة.



شكل 4.1 استهلاك الطاقة في المباني السكنية حسب الاستخدامات النهائية (2010).

"أخريات" تشمل الأجهزة الكهربائية الصغيرة وعناصر التسخين.

مصدر: "2011 Buildings Energy Data Book," U.S. Department of Energy, Table 2.1.5.

4.1.1 فوائد المعدات والأجهزة الموفرة للطاقة في المباني

الأجهزة الموفرة للطاقة ضرورية للمساعدة على توفير المال والطاقة وحماية البيئة وتحسين نمط الحياة. وبالتالي، كلما زادت كفاءة استخدام الأجهزة المنزلية في استخدام الطاقة، انخفضت فواتير الخدمات العامة مع حماية البيئة من الغازات الضارة مثل ثاني أكسيد الكربون. إن امتلاك هذه الأجهزة يمكن أن يفيد المالك والدولة والعالم بأسره أيضًا. ومع ذلك، فان اهم الفوائد لهذه الاجهزة يمكن تلخيصها في الجدول 4.1.

الجدول 4.1 فوائد المعدات والأجهزة الموفرة للطاقة في المباني

توفير الطاقة	تستخدم الأجهزة والمعدات الموفرة للطاقة تقنيات أقل استهلاكًا للطاقة لتقليل كمية الكهرباء المستخدمة لكل منتج. على سبيل المثال، مقارنة بثلاجة صُنعت قبل عام 2000، تستخدم الثلاجات الجديدة اليوم ثلث الطاقة بينما تكلف المستهلكين نصف السعر وتوفر سعة تخزين أكبر بنسبة 20 في المائة.
توفير في التكاليف	تتطلب معايير الأجهزة والمعدات أن تكون جميع الأجهزة فعالة من حيث التكلفة للمستهلكين. يجب أن يضمن المصنعون استرداد الزيادات في أسعار الأجهزة والمعدات من خلال توفير الكهرباء خلال عمر المنتج. على سبيل المثال، تتمتع مكيفات الهواء السكنية الموفرة للطاقة بفترة استرداد مدتها ثلاث سنوات، مقارنة بمتوسط عمر يبلغ 19 عامًا.
تخفيض الانبعاثات	تساهم الأجهزة والمعدات الموفرة للطاقة في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، لأن الانخفاض في استهلاك الكهرباء يتطلب توليد طاقة أقل من محطات الطاقة التي تعمل بالوقود الأحفوري.
أمن الطاقة	توفر الأجهزة والمعدات الفعالة وسيلة أرخص وأسرع وأكثر موثوقية لتلبية الطلب المتزايد من المستهلكين دون الحاجة إلى تطوير أو استيراد المزيد من مصادر الطاقة.
الابتكارات التكنولوجية	توفر معايير الأجهزة والمعدات وسيلة لضمان ابتعاد الشركات المصنعة عن التقنيات القديمة نحو تصاميم المنتجات الأكثر كفاءة وابتكارًا وتنافسية.
إزالة حواجز السوق	تخلق المعايير وفورات الحجم وتبسط دخول السوق للمصنعين والموزعين، مما يقلل من تكلفة البيع بالتجزئة للتقنيات المبتكرة للمستهلكين.

4.2 ملصقات الطاقة Energy Labels

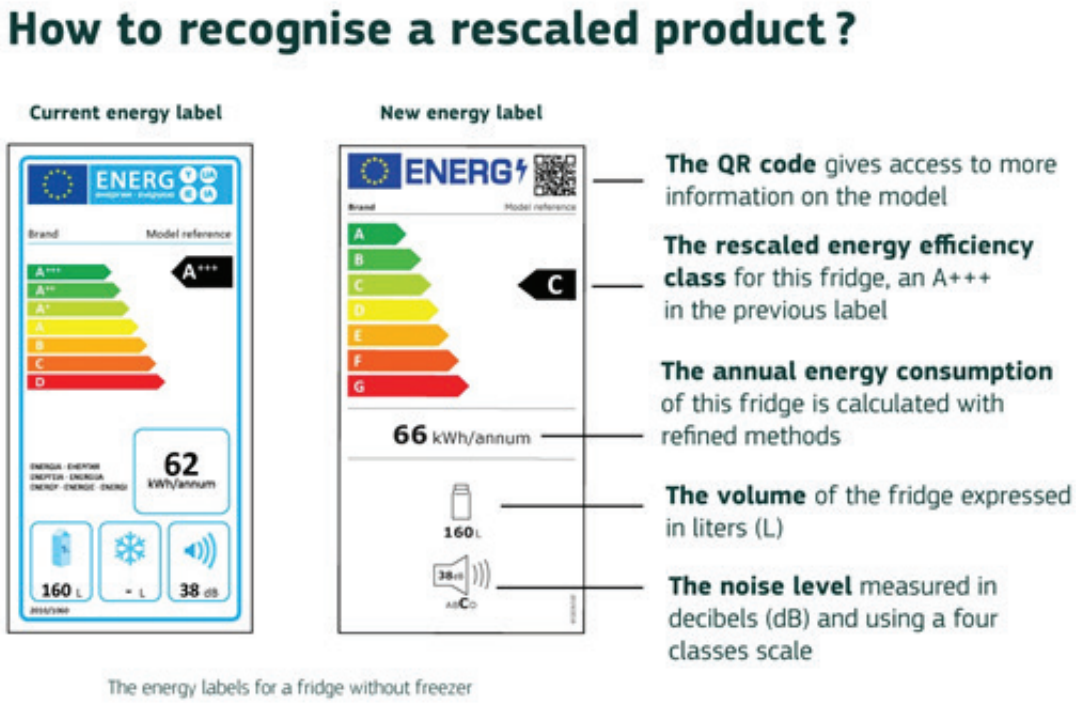
يوفر ملصق الطاقة التابع للاتحاد الأوروبي معلومات حول كفاءة الطاقة للمنتج. نراه على الأجهزة الكهربائية والإلكترونية من الثلاجات إلى غسالات الصحون، وينطبق أيضًا على شاشات العرض الرقمية.

يصنف الملصق المنتجات من الأخضر الداكن (الأكثر كفاءة) إلى الأحمر (الأقل كفاءة). يُظهر الملصق أيضًا إجمالي استهلاك الطاقة والمعلومات الأخرى ذات الصلة بحجم شاشة المنتج في حالة شاشات العرض الرقمية. كما انه يزود معلومات عن الضوضاء الناتجة عن تسجيل الأجهزة. كل هذه المعلومات مفيدة عند مقارنة المنتجات، كما انها تساعد على اتخاذ القرار الصائب عند شراء الاجهزة.

يتم التعبير عن درجة كفاءة الطاقة للأجهزة المنزلية بالحروف A-G وتسمى ملصقات الطاقة. وفي هذه الحالة يتم إعطاء A+++ للأجهزة الأكثر كفاءة، بينما يتم إعطاء G للأجهزة الأقل كفاءة.

من أجل زيادة توفير الطاقة لتحقيق هدف مبنى عالي الكفاءة، يجب تحديد الأجهزة المستخدمة في المباني السكنية أو التجارية التي تحمل علامة "A" أو أعلى.

الشكل 4.2 عينة لملصق ثلاجة بدون مجمد توضح الفرق بين ملصق الطاقة القديم والملصق الجديد الذي اعتمد على الأجهزة المنتجة في الاتحاد الأوروبي عام 2021.



شكل 4.2 نموذج لملصق الطاقة الأوروبي القديم والجديد لثلاجة بدون مجمّد.

4.2.1 الأجهزة في المباني السكنية

من أجل مقارنة التصنيف المحسوب مع تصنيف الطاقة المقاس لأغراض التحقق من صحة البيانات، تتم إضافة كميات الطاقة المستخدمة لأغراض أخرى غير التدفئة، أو التبريد أو التهوية أو الماء الساخن أو الإضاءة إلى التصنيف المخصص. إذا لم يكن بالإمكان قياسها بشكل منفصل فمن الممكن تقديرها.

في حالة عدم توفر معلومات، يمكن استخدام المعلومات الواردة في الجدول 4.2 في تقدير استهلاك الاجهزة. ونظرًا لأن هذه القيم تعتمد بشدة على سلوك مستخدمي الاجهزة، فإن هامش الثقة لهذه القيم كبيرة إلى حد ما وقل وقد يصل الى ± 50٪.

الجدول 4.2 الاستهلاك السنوي للكهرباء في المساكن ذات المعدات الموفرة للطاقة [kWh]

عدد الغرف	1	2	3	4	5	6
عدد الأشخاص	1	1.5	2	3	4	5
ثلاجة	* 250	* 250	* 270	* 270	+ 170	+170
الفريزر	0	0	0	0	200	200
غسالة أطباق	110	150	210	260	320	330
فرن	30	40	80	80	80	80
الغسالة	70	100	130	200	270	330
مجفف	130	200	260	390	525	660
طباخ	220	240	260	300	340	380
معدات أخرى	130	150	180	220	270	290
الإجمالي kWh	690	880	1120	2005	1450	2270
مساحة الطابق	40	60	80	110	140	170
إجمالي مدور kWh/m²	24	19	17	16	16	14

* مع فريزر + بدون فريزر

4.2.2 الأجهزة في مباني المكاتب

في حالة عدم توفر معلومات أخرى، يمكن افتراض استخدام المعدات التالية في مباني المكاتب: جهاز حاسوب شخصي بشاشة مسطحة وهاتف واحد لكل مكان عمل (طاولة عمل)؛ وطابعة واحدة لكل 10 اماكن عمل، ولكل مكتب: فاكس واحد، وآلة تصوير مع ماسحة ضوئية، وماكينة صنع القهوة.

الجدول 4.3 تم احتسابه بناء على استخدام هذه المعدات المكتبية.

الجدول 4.3 الاستخدام السنوي للكهرباء لمعدات المكاتب لكل مكان عمل بالكيلوواط ساعة ولكل منطقة مكيفة بالكيلوواط ساعة / م2

	لكل مكان عمل year.kWh/m²	لكل متر مربع مساحة مكيفة year.kWh/m²		
المساحة المخصصة للفرد		10 م ²	15 م²	20 م²
مع معدات موفرة للطاقة	120	12	8	6
بمعدات تقليدية	230	23	15	12

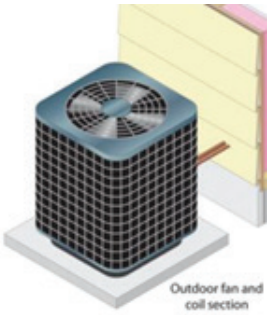
ملحوظة: المنطقة المكيفة تشمل جميع المساحات المكيفة الموجودة داخل طبقة العزل الحراري بالغلاف. في هذا الجدول، المساحات حسب الابعاد الخارجية للمبنى.

4.3 تسخين المياه

4.3.1 أنظمة تسخين المياه في المباني

تتوفر عدة انظمة لتسخين المياه، وتعتمد معظمها على الكهرباء كمصدر للطاقة، ولكن يمكن استخدام الغاز او الوقود السائل او الحطب كمصدر للطاقة في انواع محددة منها. الجدول 4.4 يقدم مقارنة بين الانواع المختلفة من سخانات المياه وفعالية استهلاك الطاقة في كل منها.

الجدول 4.4 مقارنة بين الانواع المختلفة من سخانات المياه المستخدمة في فلسطين

			
سخان مع تخزين	**سخان بدون تخزين**	**سخان بمضخة حرارية**	**سخان الطاقة الشمسية**
مصدر الطاقة			
الكهرباء – الغاز – الديزل او الحطب	الكهرباء او الغاز	الكهرباء	الطاقة الشمسية
المزايا			
يمكن ضبطها على أي درجة حرارة > 100°م	8-34٪ أكثر كفاءة في استخدام الطاقة من نوع التخزين	200-300٪ أكثر كفاءة في استخدام الطاقة من نوع التخزين	- 50٪ أكثر كفاءة في استخدام الطاقة من نوع التخزين - غير ملوث للبيئة
المساوئ			
فقدان الحرارة إذا لم يكن معزولا جيدا	معدل تدفق محدود للحصول على درجة الحرارة المطلوبة	أداء أقل في الظروف الجوية الباردة	يتطلب نظام تسخين احتياطي للأيام الملبدة بالغيوم
طرق تحسين الكفاءة			
- استخدام خزان مع عزل حراري ممتاز - ضبط منظم الحرارة على ادنى مستوى مقبول لتقليل خسارة الحراة	- قم بتوصيل سخانين بدون خزان للحصول على التدفق أو درجة الحرارة المطلوبة.	- استخدام المضخات الحرارية في المناطق المناخية الدافئة نسبيا - أو استخدام انواع تصلح للمناطق الباردة مع معامل كفاءة عال (COP)	- التكامل من خلال ربطه مع المضخة الحرارية أو النظام بدون خزان

4.4 قواعد عامة لتسخين المياه في المباني

1- يجب تركيب سخانات مياه تعمل بالطاقة الشمسية في جميع المباني ان توفر مكان لها خاص في المباني العامة وللأغراض المنزلية،

2- في المنشآت الصناعية ولتسخين المسابح يتم استخدام انظمة التسخين بالطاقة الشمسية ذات الانابيب المفرغة Evacuated Tubes.

3 - يجب استخدام نظام المضخة الحرارية (ذات أعلى كفاءة أعلى مقارنة بالأنظمة الأخرى) متى امكن ذلك نظرا لأن المناطق المناخية في فلسطين معتدلة أو دافئة في فصل الشتاء، فإن المضخات الحرارية تعمل بشكل جيد مع كفاءة عالية في استخدام الطاقة.

4- لترشيد الطاقة والمياه يجب استخدام (سخانات المياه بدون خزان) أكثر كفاءة في استخدام الطاقة من نوع التخزين ان كانت طبيعة المبنى وطبيعة الاستخدام تسمح بذلك. حيث انه يتم تسخين المياه المستهلكة فقط، وسيتم فقدان كمية صغيرة جدا في الأنابيب.

4.5 قواعد خاصة

1- دش الاستحمام

أ- باستثناء الحالات العلاجية الخاصة او حالات الطوارئ، يجب أن يكون لرؤوس الدش الفردية وسيلة متكاملة لعدم تجاوز الحد الأقصى لمعدل تدفق المياه إلى 7.6 لتر / دقيقة عند الاختبار وفقًا لـ ASME A112.18.1 / CSA B125.1، "السباكة تجهيزات التوريد ".

ب - عندما يتم تقديم عدة رؤوس دش مثبتة في مرفق استحمام عام بواسطة تحكم واحد في درجة الحرارة، يجب أن يكون كل رأس دش مزودًا بجهاز قادر على إيقاف تدفق المياه تلقائيًا عندما لا يكون رأس الدش قيد الاستخدام.

2- حنفيات المغاسل

أ- باستثناء المغاسل في مرافق الرعاية الصحية وفي حالات الطوارئ، يجب أن يكون للمغاسل وسيلة متكاملة للحد من معدل تدفق المياه الأقصى إلى 5.7 لتر/دقيقة للاستخدام الخاص و1.9 لتر/دقيقة للاستخدام العام، عند اختبارها وفقًا لـ ASME A112.18.1 / CSA B125.1، "تركيبات إمداد السباكة."

ب- يجب تزويد كل مغسلة في دورة المياه العامة بجهاز قادر على إيقاف تدفق المياه تلقائيًا عندما لا تكون المغسلة قيد الاستخدام.

3- احواض السباحة

أ- يجب أن تكون سخانات حمامات السباحة مجهزة بجهاز يسهل الوصول إليه ومميز بشكل واضح يسمح بذلك

1- يتم إيقاف تشغيل السخان دون تعديل إعداد منظم الحرارة،

2- عند الاقتضاء، يجب إعادة تشغيل السخان دون إعادة تشغيل الشعلة يدويا في سخانات الغاز والوقود.

ب - باستثناء مضخات حمامات السباحة التي تتطلبها معايير الصحة العامة للعمل على مدار 24 ساعة، يجب تجهيز مضخات حمامات السباحة وسخانات حمامات السباحة بمفاتيح زمنية أو عناصر تحكم أخرى يمكن ضبطها لإيقاف تشغيل المضخات والسخانات تلقائيًا عندما تكون العملية غير مطلوبة.

ج) أغطية حمامات السباحة والحمامات الساخنة

1- يجب أن تجهز أحواض السباحة الخارجية وأحواض السباحة بأغطية قادرة على تغطية ما لا يقل عن 90٪ من سطح الماء.

2- عندما يتم تسخين البرك أو الأحواض إلى درجة حرارة أعلى من 32 درجة مئوية، يجب أن يكون للأغطية الموصوفة سابقا نفاذية حرارية اسمية (معامل النفاذية الحرارية U-value) لا تزيد عن 0.48 $K.W/m^2$

4.6 المراجع

[1] ASHRAE, 2020-2016 (America Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers). ASHRAE Handbook of HVAC Applications

[2] International Energy Conservation Code (IECC), 2021.

[3] Portfolio Manager Technical Reference: ENERGY STAR Score, 2018.

[4] Energy Conservation Program: Energy Conservation Standards for Residential Central Air Conditioners and Heat Pumps, 2017.

[5] Energy Conservation Program: Energy Conservation Standards for Consumer Water Heaters, 2022.

[6] Energy Efficiency Standards for Appliances, Lighting and Equipment (2017).

[7] Mathematical modeling of solar heating systems. M. Augustus Leon S. Kumar. Volume 81, Issue 1, January 2007.

[8] Design of Advanced Solar Water Heaters N.K. Groenhout, G.L.Morrison and M.Behnia School of Mechanical and Manufacturing Engineering University of New South Wales Sydney, NSW 2052 AUSTRALIA

الفصل الخامس

أنظمة التدفئة والتكييف والتهوية

5.1 مقدمة

يمثل استهلاك طاقة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في المباني 40-60٪ من إجمالي استهلاك الطاقة للمباني. لذلك، من المهم زيادة كفاءة الطاقة لمعدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء لتقليل استهلاك الطاقة في المباني.

يحدد هذا القسم الحد الأدنى من المتطلبات للأنظمة المستخدمة في تدفئة المباني والتهوية وتكييف الهواء والراحة الحرارية داخل المباني. يغطي هذا القسم جميع الجوانب المتعلقة بحجم المعدات، والتهوية الميكانيكية، وأنظمة توزيع الهواء، وكفاءة نظام المروحة، وأنابيب HVAC، وأجهزة التحكم في درجة الحرارة، ونظام استرداد الحرارة ونظام توفير الهواء، وكفاءة المعدات.

يجب استخدام أحدث إصدار من إرشادات ومعايير كتيبات ASHRAE لإيجاد حلول التصميم والتوجيه لأي أنظمة أو تطبيقات لا يغطيها هذا القسم.

5.2 حجم المعدات

غالبًا ما ينتج معظم استخدام الطاقة في المباني عن أحمال HVAC وتلعب الخصائص الحرارية لمعلمات لعناصر غلاف المبنى دورًا رئيسيًا في أحمال HVAC. لذلك، من المهم التأكد من أن معاملات عناصر غلاف المبنى ذات الأداء الحراري على الأقل تتوافق مع المتطلبات الواردة في الفصل 2 لتقليل استهلاك الطاقة للمبنى.

يجب ألا يتجاوز عدد الساعات التي يتم خلالها تسخين كل مساحة غير مستوفاة للحالة الحرارية الداخلية (نقطة الضبط setpoint ودرجة حرارة الارتداد setback) 70 ساعة في سنة محاكاة للمباني، و 70 ساعة لأحمال التبريد.

5.2.1 متطلبات شروط التصميم الداخلي

- يجب استخدام الظروف الخارجية المحددة في الفصل الأول لكل منطقة مناخية في فلسطين في تصميم نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء وحسابات الطلب على الطاقة.

- اعتمادًا على استخدام المبنى أو شاغليه، قد تتغير متطلبات التصميم الداخلي. للأغراض العامة، يتم سرد متطلبات تصميم البيئة الداخلية التي يجب استخدامها في تصميم نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء أثناء الفترة المشغولة (درجة حرارة الضبط والارتداد) في الجدول 5.1.

- خلال فترات عدم الاستخدام أو أوقات الإشغال غير النشط (مثل أوقات النوم)، يمتلك المهندس المصمم أو المهندس الميكانيكي ثلاث خيارات لتصميم ظروف تشغيل التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في هذه الأوقات:

- الحفاظ على ظروف البيئة الداخلية كقيمة نقطة الضبط والتحكم

- تغيير تشغيل نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) ليعمل بناءً على درجة حرارة الارتداد (setback) ، أو

- قم بإيقاف تشغيل النظام، كما هو موضح في القسم 5.9.

- يجب تصميم حجم HVAC وفقًا لمناخ احد السنوات الأخيرة (موصى به - راجع النقطة 6 في الفصل 7).
- يجب أن تكون أنظمة HVAC قادرة على توفير مجموعة من الظروف الداخلية المدرجة في الجدول 5.1 لمدة 8620 ساعة من أصل 8760 في السنة.
- إذا كان للمبنى المصمم استخدامًا محددًا وكانت بيئته الداخلية لا تتوافق مع الخيارات الواردة في الجدول 5.1، فيمكن استخدام دليل تطبيقات ASHRAE-HVAC- 2019 أو القسم B لتحديد حالة الأماكن المناسبة.

الجدول 5.1 متطلبات تصميم البيئة الداخلية

تصميم البيئة الداخلية	الشتاء	الصيف
نقطة ضبط درجة حرارة Setpoint dry bulb temperature (°C)	22-20	25.5-23.5
درجة حرارة الارتداد Setback dry bulb temperature (°C)	19-17	28-26
الرطوبة النسبية (%) Relative humidity	60-30	60-30

5.2.2 متطلبات حساب حجم أنظمة التدفئة والتبريد

يجب ضبط حجم أنظمة التدفئة والتبريد بحيث تتوافق مع 2021-ASHRAE Handbook – Fundamentals. فيما يلي طريقتان يمكن استخدامهما لحساب حجم أنظمة التدفئة والتبريد باستخدام برامج محاكاة طاقة المبنى التي تم التحقق من صحتها، مثل EnergyPlus

1- الطريقة الأولى: Heat balance method or Radiant time series (RTS) method (لا ينصح باستخدامها)

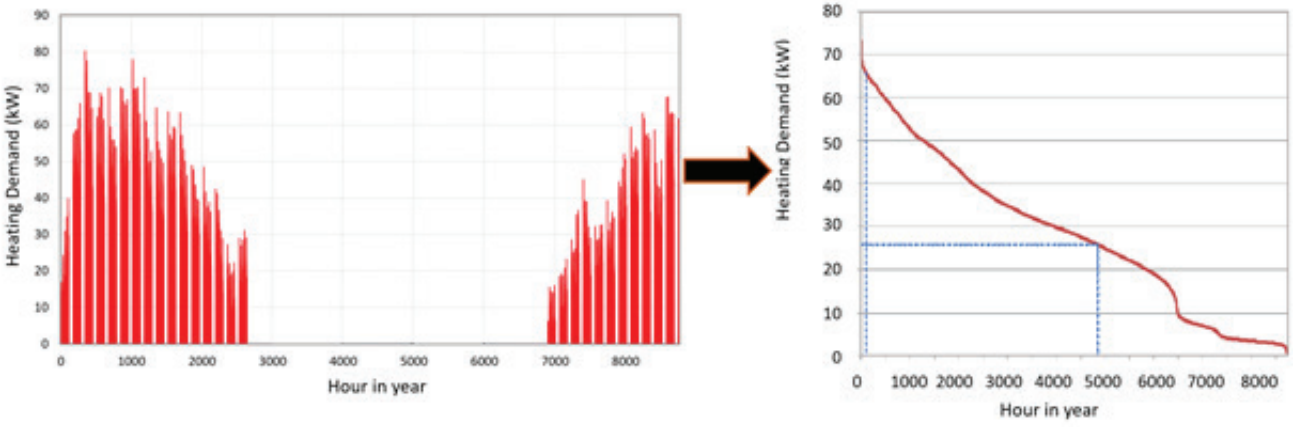
يمكن حساب حمولة التسخين القصوى (kW) وحمل التبريد الأقصى (kW) باستخدام 1) طريقة يدوية تسمى طريقة RTS، أو 2) طريقة محاكاة تسمى طريقة توازن الحرارة. تم توضيح أساسيات هاتين الطريقتين في الفصل 18 من ASHRAE Handbook -Fundamentals-2021. يتم حساب حمل التبريد على design summer day وحمل التسخين على 99.4% of heating weather design كما موضح بالجدول 5.2.

الجدول 5.2 متطلبات تصميم البيئة الخارجية

	Climate zone					
	1	2	3	4	5	6
تصميم درجة حرارة الشتاء (◦C)	7.8	7.5	7.0	5.5	6.4	7.5
design summer day	يتم حسابه على يوم 07/15 او 08/15 على التأكد ان التصميم على هذا اليوم يغطي جميع ساعات الصيف باستثناء 70 ساعه على الأكثر					

2- الطريقة الثانيةAnnual heating and cooling demand method :(يوصى باستخدامها)

يمكن تحديد الحد الأقصى لأحمال التدفئة والتبريد من نتائج الطلب السنوي على طاقة التدفئة والتبريد. يجب رسم منحنى حمل التدفئة والتبريد (يتم إنشاء المنحنى عن طريق ترتيب بيانات طلب التدفئة أو التبريد كل ساعة من كبير إلى صغير، كما موضح بالشكل 5.1 لإيجاد طريقة فعالة لتصميم حجم نظام التدفئة والتبريد.



ب. ا.

شكل 5.1 أ. حمل الطلب على التدفئة لكل ساعة من المحاكاة السنوية؛ ب- منحنى حمل التدفئة

5.2.3 حساب كسب وخسارة التدفئة

اكتساب وخسارة الحرارة في المبنى التي يجب تضمينها في حساب حجم أنظمة التدفئة والتبريد هي:

1 - فقدان الحرارة عن طريق نقل الحرارة بالتوصيل من خلال مكونات غلاف المبنى، بما في ذلك الجدران والأرضية والسقف والنوافذ والقواطع الداخلية.

2 - فقدان الحرارة عن طريق نقل الحرارة بالحمل الحراري من خلال التهوية وتسرب الهواء

3- اكتساب الحرارة عن طريق نقل الحرارة بالإشعاع الشمسي من خلال النوافذ والفتحات

4 -اكتساب الحرارة من خلال الأحمال الداخلية، بما في ذلك حمل الأشخاص، وأحمال الإضاءة، وأحمال الأجهزة والمعدات تم تحديد أحمال الإضاءة والمعدات القصوى في الفصل 3 والفصل 4 على التوالي. إذا لم يتم تحديد أحمال السكان من قبل مصممي المباني، فيجب استخدام القيم الواردة في الجدول 5.23. يجب استخدام معايير ASHRAE 62.1 وASHRAE 62.2 وASHRAE 170 للعثور على كثافة السكان لأي منطقة غير مغطاة في الجدول 5.3.

الجدول 5.3 متطلبات أحمال السكان

نوع المساحة	كثافة السكان م²/ شخص
منزل منفصل لعائلة واحدة	
- المبنى كله	25 – 20
- غرف نوم	10 - 8
- غرف المعيشة	5 - 3
- الحمامات	5 - 3
- مطبخ	10 – 6
مبنى سكني متعدد الوحدات	
- المبنى كله	20 - 15
- غرف نوم	8 - 6
- غرف المعيشة	5 - 3
- الحمامات	5 - 3
- مطبخ	8 – 5
غرفة الصف / محاضرة	
- المدرسة	4 – 2
- جامعة	8 – 5
مكتب	15 – 10
مبنى ديني	151 – 5
Mallمجمع تجاري	25 – 20

5.3 كفاءة معدات التكييف

5.3.1 متطلبات الحد الأدنى من كفاءة معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

يجب أن تتوافق معدات ومكونات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء الأحادية والمعبأة مع متطلبات الأداء المنصوص عليها في الجدول 5.4. من أجل إيجاد الحد الأدنى من كفاءة الطاقة لأي أنظمة أو أجهزة لا يغطيها الجدول 5.4 يجب استخدام الكود Performance Rating of Variable Refrigerant Flow (VRF) Multi-Split Air-Conditioning and Heat Pump" standard "2021 :Equipment

من أجل إيجاد الحد الأدنى من كفاءة الطاقة لأي أنظمة أو أجهزة لا يغطيها الجدول 5.4.

الجدول 5.4 متطلبات معامل الأداء (COP) لأنواع مختلفة من أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

النظام	حجم النظام	(or equivalent2) COP1
Air conditioner -air, water or evaporatively cooled مكيف هواء - هواء أو ماء أو مبرد بالتبخير	kW 70 >	3.2
	kW 70<	3.5
Heat Pump- air or evaporatively cooled مضخة حرارية - هواء أو مبرد بالتبخير	Any size	3.4
Single-Package Vertical Air Conditioners-air cooled مكيفات هواء عمودية أحادية العبوة - مبردة بالهواء	Any size	2.5
Single-Package Vertical heat pump مضخة حرارية عمودية أحادية العبوة	Any size	3.0
Packaged Water Chillers مبردات المياه المعبأة	Any size	2.5
Packaged Terminal Air Conditioners مكيفات الهواء الطرفية المعبأة	Any size	3.0

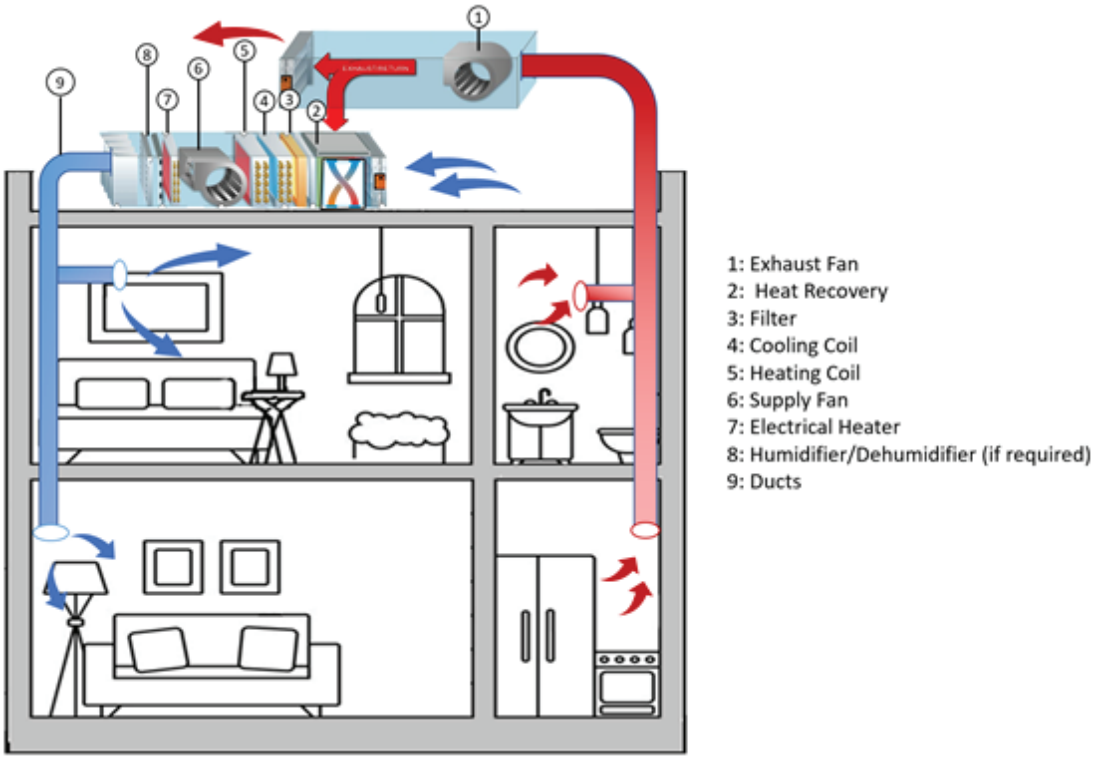
1COP = Coefficient of Performance, a ratio used to evaluate the efficiency of heating or cooling systems.

2EER = Energy Efficiency Ratio, a ratio used to evaluate the efficiency of cooling systems. EER = COP ×3.41

2SEER = Seasonal Energy Efficiency Ratio, this ratio is also used to indicate the relative amount of energy needed to provide a specific cooling output.

EER =1.12×SEER-0.02× 〖SEER〗 ^2

5.4 التهوية الميكانيكية



شكل 5.2 التهوية الميكانيكية

5.4.1 متطلبات التهوية الميكانيكية

1 - بالنسبة لأي غرفة أو مساحة لا تحتوي على نافذة يمكن فتحها لتوفير تهوية طبيعية، يجب توفير الحد الأدنى من التهوية الميكانيكية، والتي يجب أن تتوافق مع ASHRAE 62.1 أو ASHRAE 62.2-2019. يجب حساب متطلبات التهوية بناءً على مساحة المكان وعدد الأشخاص. إذا لم يتم تحديد عدد الأشخاص من قبل المالك، فيجب استخدام القيم الموجودة في الجدول 5.3. إذا نوع المساحة غير متوفرة في الجدول 5.3، فيجب استخدام قيم كثافة السكان في ASHRAE 62.1 أو ASHRAE 62.2.

2 - بالنسبة للغرف ذات التهوية الطبيعية، يجب حساب مقدار التهوية الطبيعية التي يمكن أن توفرها النوافذ المفتوحة بناءً على اتجاه النافذة، ومنطقة الفتح في النافذة، وسرعة الرياح واتجاهها في الهواء الطلق، والنوافذ والأبواب الداخلية. يمكن استخدام طريقة Airflow Network Model method in EnergyPlus لحساب معدل التهوية الطبيعية.

3 - يجب تركيب مستشعر ثاني أكسيد الكربون لكل 50 مترًا مربعًا في أي مكان يتم تبريده وتسخينه ميكانيكيًا بدون توفر تهوية ميكانيكية.

1 - يجب أن تحتوي جميع المطابخ على مروحة العادم الميكانيكيةexhaust fan . يجب أن تكون المروحة قادرة على استخراج 70 لترًا / ثانية على الأقل لكل 30 سم من عرض الموقد في المباني السكنية. أما في المطابخ التجارية، فيجب ان يتم التصميم وفقًا لتطبيقات ASHRAE HVAC وكتيبات الأساسيات وASHRAE 62.1: 2022.

2 - يجب أن تحتوي جميع الحمامات على مروحة العادم الميكانيكية. حجم المروحة قادر على استخراج ما لا يقل عن 5 لترات / ثانية / متر مربع، بشرط ألا تقل عن 25 لتر / ثانية.

3 - يجب أن تفي جميع فلاتر الهواء في نظام التهوية بمتطلبات معيار ISO 16890-1 أو أي معيار مكافئ آخر.

4 - يجب أن تحتوي المباني التجارية والتعليمية الكبيرة، التي تزيد مساحة مداخلها او مخارجها عن 50 مترًا مربعًا، على نظام حاجز هوائي على المدخل و / أو الخروجالمخرج، مثل نظام حاجز الهواء Enershield، والأبواب الدوارة، و / أو مجموعتان من الأبواب. نظام الحاجز الهوائي له تأثير كبير على توفير الطاقة للمباني من خلال تقليل فقد التهوية المكيفة.

5 - يوصى بإجراء اختبار هواء لقياس كمية الملوثات في الهواء الداخلي قبل مرحلة التشغيل. الملوثات الثلاثة التي يجب قياسها هي: 1) الفورمالدهايد (يجب أن يكون < أقل من 0.08 جزء في المليون)؛ 2) إجمالي المركبات العضوية المتطايرة العضوية المتطايرة (يجب أن تكون أقل من 300 ميكروغرام / متر مكعب 8 ساعات)؛ 3) الجسيمات المعلقة التي تقل عن 10 مايكرومتر (يجب أن تكون أقل من 150 ميكروغرام / متر مكعب) لمدة 8 ساعات من المتوسط المرجح بالوقت(8 hours of time-weighted average) .

6 - في مواقف السيارات المغلقة، يجب تركيب تهوية ميكانيكية للحفاظ على تركيز أول أكسيد الكربون CO في المساحة ليكون أقل من 50 جزء في المليون .

5.4.2 متطلبات نظام استرداد الحرارة Heat Recovery System

1 - يوصى بإضافة أجهزة استرداد الحرارة، التي يتجاوز فيها معدل التهوية 800 لتر / ثانية، الى التهوية الميكانيكية لتقليل استهلاك طاقة من تسخين او تبريد هواء التهوية.

2- يجب أن يكون نظام استرداد الحرارة قادرًا على التعامل مع 50٪ على الأقل من إجمالي تدفق الهواء المصمم.

3- يجب أن تستعيد تكون كفاءة استرداد الحرارة قادرة على استرداد 60٪ على الأقل من الحرارة من هواء العادم.

4 - يجب عدم استخدام هواء العادم من مناطق الدخان أو الطلاء السام القابل للاشتعال في نظام استعادة الحرارة .

5.5 حجم وكفاءة المراوح

5.5.1 متطلبات كفاءة المراوح

إذا لم يكن النظام مذكور في هذا الكود، يجب تصميم حجم المراوح والمحركات في أنظمة HVAC الميكانيكية وفقًا of the ASHRAE HVAC systems and equipment handbook 45 .and Ch 21 .Ch

نظام المروحة: Constant-Volume Fan Systems or Variable-Air-Volume Fan Systems

• يجب ألا يتجاوز الطلب على الطاقة لمحركات المروحة المستخدمة لإنتاج معدل تدفق هواء ثابت، (والذي يعرف باسم أنظمة Constant-Volume Fan Systems،) 2 واط لكل لتر / ثانية (l / s هو مقدار الإمداد أو الهواء العائد) عند تشغيل النظام.

• يجب ألا يتجاوز الطلب على الطاقة للمراوح المستخدمة لإنتاج معدل تدفق هواء متغير، (والذي يعرف باسم أنظمة Variable-Air-Volume Fan Systems) 3 واط لكل لتر / ثانية (l / s هو مقدار الإمداد أو الهواء العائد)

• يتم حساب الطلب على الطاقة باستخدام هذه المعادلة.

$$W = 0.001 \times F \times SP/\eta$$

W = power demand, in watts

F =designed flow rate, in l/s

SP = designed static pressure across the fan, in Pa, and

η = fan-drive-motor efficiency expressed as a decimal fraction

5.5.2 متطلبات نظام التحكم بالتهوية الصناعية Demand-Controlled Ventilation (DOV)

• لزيادة توفير الطاقة لأنظمة التهوية الميكانيكية، يوصى باستخدام نظام DOV مع نظام تهوية ميكانيكي للمساحات الكبيرة التي تزيد مساحتها عن 150 مترًا مربعًا.

• في حال استخدام نظام DOV, يجب استخدام مستشعر ثاني أكسيد الكربون CO2 معه. بحيث يجب ألا يتجاوز تركيز ثاني أكسيد الكربون عن 800 جزء في المليون.

• يجب استخدام نظام DOV في مرافق وقوف السيارات العامة لتشغيل نظام تهوية ميكانيكي (إذا تم استخدامه) للحفاظ للمحافظة على تركيز أول أكسيد الكربون CO في المساحة ليكون أقل من 50 جزء في المليون، وفي المطابخ التجارية التي تستخدم مراوح العادم بتدفق هواء أعلى من 1800 لتر / ثانية.

5.6 تصميم قنوات الهواء لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

5.6.1 متطلبات تصميم وتركيب قنوات الهواء Air duct

يجب أن يتوافق تصميم حجم احجام قنوات الهواء وتركيبها مع كتيب أساسيات ASHRAE 2021 Chapters-20 24-20 أو 2006 SMACNA-HVAC Systems Duct Design

5.6.2 متطلبات تركيب القنوات وعزلها

1- يجب احكام عزل الهواء أي قنوات الهواء (إمداد أو رجوع) أو مجمعات plenums (غرفة أو صندوق متصل بنظام HVAC أو نظام قنوات هواء) والمتصلة بنظام التدفئة أو التهوية أو تكييف الهواء كما هو حسب ما هو موضح في الجدول 5.46. تشير فئات الضغط الساكن Static Pressure الموضحة في الجدول 5.5 إلى مقاومة تدفق الهواء في مكونات نظام التدفئة والتبريد وأنبوب العمل وتشمل الضغط سلبًا وإيجابيًا.

2 - يمكن استخدام مانع التسرب لقنوات الهواء Mastic Duct Sealant (المفضل) كمادة أولية مانعة للتسرب أولية لقنوات الهواء والمكابس. كما يمكن استخدام شريط مانع تسرب الهواء (شريط رقائق الألومنيوم) كمادة مانعة للتسرب ثانوية.

3 - يجب أن تكون جميع قنوات الهواء والفتحات داخل المساحات غير المكيفة معزولة حرارياً وتتوافق مع الجدول 5.6.

4 - يجب أن تكون جميع قنوات الهواء والفتحات داخل المساحات غير المكيفة معزولة حرارياً وتتوافق مع الجدول 5.6. يجب أن تحتوي جميع تركيبات العزل في قنوات تزويد الهواء البارد على suitable vapour barrier مناسب ويجب أن يكون للعزل المستخدم للأنابيب الخارجية حماية من الأشعة فوق البنفسجية (UV) .

الجدول 5.5 متطلبات ختم القنوات الهوائية

فئة الضغط الثابت (باسكال) Static Pressure Class (pa)	فئة الختم Seal Class	الوصف
500 ≥	C	الختم مطلوب في المفاصل المستعرضة Sealing is required at transverse joints
1000 > and 500 <	B	الختم مطلوب في جميع المفاصل المستعرضة والدرزات الطولية Sealing is required at all transverse joints and longitudinal seams
1000 ≤	A	الختم مطلوب في جميع المفاصل المستعرضة والدرزات الطولية واختراق جدار القناة Sealing is required at all transverse joints, longitudinal seams, and duct wall penetration

الجدول 5.6 متطلبات الحد الأدنى من عزل قنوات الهواء

درجة حرارة الهواء داخل القناة C°	الحد الأدنى من المقاومة الحرارية للقنوات وللمجمعات $m^2x°C/W$
<15	0.6
15 to 5	1.5
>5	2.3

5.6.3 متطلبات اختبار التسرب في القنوات

لجميع قنوات الهواء الخارجية مع المعدات الملحقة بها أو قنوات الهواء في المساحات غير المكيفة، مع ضغط ثابت خارجي أعلى من 400 باسكال، يجب إجراء اختبار التسرب (إذا كان متاحًا) قبل الإشغال وفقًا لطريقة معتمدة من قبل المهندسين المحترفين أو نقابة المهندسين.

في حالة عدم توفر اختبار للتسرب، يجب استلام تقرير من المهندس المشرف يؤكد استخدام الختم (إحكام تسرب الهواء) في جميع الوصلات العرضية والدرزات الطولية كما مذكور في الجزء 5.6.2

5.7 تصميم أنابيب المياه لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

5.7.1 متطلبات تصميم أنابيب التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

1 - يجب عزل أنابيب التدفئة والتهوية وتكييف الهواء وأنابيب المياه الساخنة أو المبردة التي تمر عبر مساحة منطقةغير مكيفة حرارياً وفقًا للجدول 5.7.

2 - يجب أن تحتوي جميع تركيبات العزل على الأنابيب الباردة على حاجز بخارvaper barrier مناسب ويجب أن يكون توفيرلجميع العزل المستخدم للأنابيب الخارجية حماية من الأشعة فوق البنفسجية وأي أضرار ميكانيكية لمواد العزل المستخدم للأنابيب الخارجية.

الجدول 5.7 متطلبات الحد الأدنى من عزل انابيب المياه

درجة حرارة الهواء داخل الأنبوب C°	قطر الأنبوب الاسمي، مم	
	<100	>100
	الحد الأدنى من المقاومة الحرارية للأنابيب C/W°×m2	
90 to 60	2	1.5
60 to 40	1.5	0.8
15 to 5	1.5	0.8
>5	2	1.5

5.8 نظام الهواء الموفر Air Economizer System

5.8.1 توصيات نظام الهواء الموفر

1 - يوصى بإضافة نظام موفر للهواء air economizer system بنظام تبريد يتجاوز فيه معدل التهوية 80 كيلو وات لتقليل استهلاك طاقة التبريد. يجب ان يوفر نظام توفير الهواء ما لا يقل عن 25٪ من الهواء البارد الخارجي إلى المساحة المكيفة للوصول إلى درجة ا لحرارة المطلوبة دون استخدام الضاغط compressor

2 - يمكن تنشيط نظام توفير الهواء air economizer system عندما تكون درجة حرارة الهواء العائد أعلى بمقدار 1 درجة مئوية على الأقل من درجة حرارة الهواء الخارجي أو عندما يكون المحتوى الحراري للهواءenthalpy العائد أعلى من المحتوى الحراري للهواء الخارجي

5.9 أجهزة للتحكم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

5.9.1 متطلبات أجهزة للتحكم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

1 - يجب أن يشتمل كل مكان على فيه نظام تدفئة و / أو تهوية و / أو تكييف هواء على مقياس حرارة داخلي أوتوماتيكي واحد على الأقل (قياس درجة الحرارة في الداخل) بدقة ± 1 درجة مئوية.

2 - يجب ان يتوفر مع نظام التدفئة والتبريد في المباني السكنية أجهزة تحكم يدوية أو آلية لتشغيل النظام.

3 - يجب توفير مع نظام التدفئة والتبريد في الغرف الموجودة في المباني التجارية مع سكان مؤقتين، مثل غرف المكاتب وغرف النزلاء والأجنحة في الفنادق، أدوات للتحكم بضبط النظام تلقائيًا على درجة حرارة Setback أو إيقاف تشغيل النظام في غضون 15 دقيقة .خلو المكان من الأشخاص.

4 - يجب تزويد نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء الذي بحجم 5 كيلو واط أو أقل بتحكم يدوي أو آلي لضبط النظام على درجة حرارة Setback أو إيقاف تشغيل النظام.

5 - في المساحات التي تزيد عن 1000 متر مربع وبها نظام HVAC واحد يجب تقسيم المنطقة إلى مناطق لا تزيد مساحتها عن 300 متر مربع مع جهاز تحكم واحد على الأقل لدرجة الحرارة وتدفق الهواء لكل منطقه.

6 - يجب أن يتحكم جهاز التحكم في درجة الحرارة في أي طابق في نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في الطابق نفسه وليس في الطوابق الأخرى.

7 - يجب تثبيت مقياس درجة الحرارة على ارتفاع 1.5 متر فوق الأرضية على القواطع الداخلي بعيدًا عن أشعة الشمس المباشرة وبعيدًا عن تيارات الهواء.

8 - يجب توفير جهاز تحكم آلي أو يدوي في جهاز الترطيب إذا كان نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) مصممًا لإضافة الرطوبة أو إزالتها.

9 - في مواقف السيارات الداخلية، يجب استخدام مستشعر أول أكسيد الكربون لكل 300 متر مربع للتحكم في نظام Variable Air Volume ventilation system.

10 - يجب أن يكون للمباني، التي تحتوي على نظام HVAC ميكانيكي وتبلغ مساحتها الإجمالية أكثر من 3000 متر مربع، نظام إدارة المباني BMS. يعد نظام BMS مهمًا لمراقبة أداء النظام الميكانيكي للمبنى والتحكم فيه لتحسين استخدام الطاقة.

5.10 متطلبات تركيب أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)

5.10.1 متطلبات أجهزة التحكم في التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

1 - قبل تركيب معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء التجارية على أسطح المباني القديمة القائمة، يجب إجراء اعتبارات وحسابات هيكلية لضمان عدم إضعافها. تشمل هذه الحسابات والاعتبارات اختيار موقع المعدات على أسطح المباني، وطرق التثبيت لتحمل الأحمال الزلزالية والرياح ولمنع الأضرار غير المقصودة لنظام التسقيف، مثل الترهل والتمزق، والتحليل الهيكلي للمبنى. يقوم المهندس الإنشائي بالإشراف على تركيب معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء.

2 - بالنسبة لنظام mini split system, او ductless mini split، يمكن وضع الوحدة الخارجية (الضاغط compressor) على الأرض الخارجية أو السقف أو الجدار الخارجي. يجب عمل وسادة خرسانية لتأمين الوحدة الخارجية على الأرض. يجب استخدام أجهزة التثبيت المصممة خصيصًا (والتي تتوافق مع متطلبات البلدية، او المحلية، أو الإقليمية، أو اتحاد المهندسين) لتأمين الوحدة الخارجية بالجدار الخارجي.

3 - يوصى بوضع الوحدة الخارجية على بعد أقل من 15 مترًا وبحد أقصى 30 مترًا من الوحدة الداخلية حتى لا تفقد الكفاءة. ومع ذلك، إذا كانت هناك معلومات من الشركة المصنعة، فيجب اتباعها.

4 - يجب تجنب تركيب المعدات الميكانيكية فوق الوصلات الإنشائية. يمكن استخدام مجاري وأنابيب مرنة لتجنب تركيب المعدات فوق الوصلات الهيكلية.

5 - في الغرف أو المساحات المشغولة بالسكان، مثل غرف النوم والحمامات والمراحيض وغرف التخزين، يجب عدم تركيب المعدات التي تعمل بالوقود.

6 - يجب حماية المعدات الميكانيكية بحواجز معتمدة approved barriers قبل وضعها في أي مكان قد تتعرض فيه للتلف

7 - يجب أن يفي تصميم أماكن تتدفق الهواء الى المبنى وخروج العادم من المبنى بالمتطلبات الواردة في
ASHRAE, 2019. Chapter 46 ASHRAE Handbook – HVAC applications.

8 - يجب أن يسهل تسهيل الوصول إلى معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) للفحص والصيانة والإصلاح والاستبدال. ويجب ألا يتطلب الوصول اليها إزالة أي إنشاءات دائمة، أو معدات أو جهاز أو أنابيب دائمة أو قنوات، أو إيقاف تشغيل مجموعة انظمة مقاومة للحريق.

9 - يجب توفير مساحة لا يقل طولها عن 0.8 متر وعرضها 0.7 متر عند كل عنصر تحكم لأغراض الصيانة والخدمة.

10 - يجب أن يكون للغرف الميكانيكية التي لها نظام ميكانيكي رئيسي، وخاصة في المباني التجارية، باب بعرض لا يقل عن 0.9 متر وارتفاع 2.5 متر.

11 - يجب توفير سلالم أو أدراج دائمة لأي سقف أو هيكل به معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء التي يجباذا كان الوصول إليها على ارتفاع أكبر من 4.5 متر.

12 - بالنسبة لأية مشكلات أخرى تتعلق بتركيب وصيانة معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء التي لا يغطيها هذا القسم أو الفصل. يجب استخدام
of the ASHRAE Fundamentals handbook 16 .or Ch 180 ASHRAE.

5.11 المراجع

ASHRAE 62.1:2022, Ventilation and acceptable indoor air quality

ASHRAE 62.2:2022, Ventilation and acceptable indoor air quality in residential buildings

ASHRAE 90.1:2019, Energy standard for buildings except low-rise residential buildings

ASHRAE, 2019. ASHRAE Handbook – HVAC applications. Atlanta, USA: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.

ASHRAE, 2020. ASHRAE Handbook – HVAC systems and equipment. Atlanta, USA: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.

ASHRAE, 2021. ASHRAE Handbook – Fundamentals. Atlanta, USA: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.

ASHRAE 2017 ,170. Ventilation of health care facilities

ASHRAE 2018 ,180. Standard practice for inspection and maintenance of commercial building HVAC systems

ISO 1-16890, Air filters for general ventilation – Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM)

National Energy Code of Canada for Buildings: 2020. National Research Council of Canada. Canadian Commission on Building and Fire Codes

SMACNA, 2005. HVAC duct construction standards – Metal and flexible. Virginia, USA: Sheet Metal and Air-Conditioning Contractors National Association.

SMACNA, 2006. HVAC Systems Duct Design. Virginia, USA: Sheet Metal and Air-Conditioning Contractors National Association.

الفصل السادس

أداء الطاقة

6.1 مقدمة

يمكن استخدام أحكام هذا الفصل بدلاً من المتطلبات الإلزامية للالتزام بهذا الكود.

6.2 التطبيقات

1- ينطبق هذا الفصل فقط على المباني التي تُعرف تفاصيلها، مثل عدد السكان والمكونات والمواد والمعدات والأحمال الداخلية والتكييف المستخدم فيها.

2 - يتم تطبيق هذا الفصل إذا تبين، أثناء مرحلة البناء، أن تنفيذ الانشاءات غير متوافق مع التصميم الأصلي الذي تم تقييمه بناءً على المتطلبات الإلزامية. في هذه الحالة، يجب إعادة تقييم المبنى ليتوافق مع هذا الفصل.

6.3 متطلبات التوافق

1 - عند إنشاء خط أساس لطاقة المبنى building energy baseline (المبنى المرجعيreference building)، يجب حساب استهلاك الطاقة للمبنى المقترح مع مكونات المبنى (غلاف المبنى، والإضاءة، والمعدات، والتدفئة والتهوية وتكييف الهواء، والماء الساخن) التي تلبي المتطلبات الإلزامية في المحدد المنطقة المناخية. يجب أن يكون للمبنى المرجعي نفس التصميم المعماري والتوجيه والموقع وبيانات الطقس الخارجية والجدول التشغيلي ونفس تصميم البيئة الداخلية للمبنى المقترح تقييمه حسب متطلبات هذا الفصل.

2 - التحسن في كفاءة الطاقة في المبنى الذي يمكن حسابه في تحديد الاستهلاك السنوي للطاقة والأداء المحاكي هو التحسين القابل للقياس والقياس الكمي ولا يعتمد على سلوك السكان. على سبيل المثال، زيادة مستوى العزل وتقليل معدل التسلل وزيادة كفاءة الطاقة لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء أو الإضاءة أو المعدات.

3 - يُسمح باستبعاد الإضاءة الخارجية من حسابات الامتثال للأداء، بشرط أن تتوافق مع المتطلبات الإلزامية.

4 - يُسمح باستبعاد المصاعد والسلالم المتحركة من حسابات الامتثال للأداء، بشرط أن تتوافق مع المتطلبات الإلزامية.

5 - يجب ألا يتجاوز عدد الساعات التي لم يتم استيفاؤها للحالة الحرارية الداخلية (setpoint and setback temperature) خلال موسم التدفئة 70 ساعة في سنة محاكاة للمبنى؛ و70 ساعة موسم التبريد.

6.4 متطلبات حساب المحاكاة

يجب حساب الطلب السنوي على التدفئة والتبريد باستخدام برنامج محاكاة طاقة معتمد (يُفضل EnergyPlus أو أي برنامج مكافئ آخر يتوافق مع ANSI / ASHRAE 140) ضمن السنة الأخيرة (موصى به راجع النقطة 5) باستخدام فترات زمنية بالساعة في المحاكاة.

يجب أن تتضمن محاكاة استهلاك الطاقة في المبنى ما يلي:

1- تصميم المبنى: يجب تصميم المبنى المقترح في برنامج محاكاة الطاقة على النحو الذي صممه المهندس المعماري، بما في ذلك الشكل والأبعاد الخارجية والتصميم الداخلي و WWR مساحة الشبابيك واتجاهات الواجهات.

2- جميع أنظمة استهلاك الطاقة بما في ذلك:

• معدات التدفئة والتبريد والتهوية والمراوح المختارة بكفاءة الطاقة الخاصة بها

• في حالة عدم وجود نظام تدفئة أو تبريد في التصميم، يجب تحديد قيمة معامل الأداء لمعدات التدفئة والتبريد المساحات في الغرف المختلفة بـ COP= 1

• الاحمال الداخلية (الإضاءة، أحمال المقابس، المعدات المتنوعة، الأجهزة، المعدات والأشخاص) .

• معدات تسخين الماء الساخن.

• الإضاءة الخارجية: يُسمح باستبعاد الإضاءة الخارجية من حسابات الامتثال للأداء، بشرط أن تتوافق مع المتطلبات الإلزامية لها.

• يجب أن تتوافق جداول التحميل الداخلي مع تصميم المبنى أو ANSI / ASHRAE 90.1 أو أي كود مكافئ.

• التهوية الميكانيكية والتهوية الطبيعية. إذا تم استخدام التهوية الطبيعية مع التهوية الميكانيكية، فيجب استخدام الوضع المختلط في المحاكاة Mixed Mode .

• حمولة تهوية طبيعية. يجب استخدام طريقة نموذج شبكة تدفق الهواء Airflow-Network Model method لحساب معدل التهوية الطبيعية. تأخذ هذه الطريقة في الاعتبار حجم فتح النافذة واتجاه النوافذ وموقع المبنى وسرعة الرياح واتجاهها.

• المصاعد والسلالم الكهربائية. يُسمح باستبعاد المصاعد والسلالم المتحركة من حسابات الامتثال للأداء، بشرط أن تتوافق مع المتطلبات الإلزامية.

3 - عناصر مغلف المبنى، بما في ذلك

• تفاصيل غلاف المبنى، يجب نمذجة كل مادة في كل عنصر من غلاف المبنى مع الخصائص الحرارية الثلاثة، أي التوصيل الحراري، السعة الحرارية، والكثافة، والتي يمكن تحديدها من خلال معلومات المصنع.

• النفاذية الحرارية، والتي تتأثر بمقدار التوصيل الحراري للمادة، عناصر غلاف المبنى، مثل الجدار والسقف، والطابق الأرضي، والنوافذ، والأبواب. يجب أن تكون مادة العزل الحراري مقاومة للماء والرطوبة وبخار الماء والعفن والفطريات وتكون شديدة المقاومة للتفاعلات الكيميائية. كما يجب أن تكون مقاومة للحريق ولا تنتج غازات سامة ولا تضر بالصحة ومطابقة للمواصفات الفلسطينية.

• يمكن تحديد الكتلة الحرارية التي تتأثر بمقدار السعة الحرارية وكثافة المادة من خلال تفاصيل التصنيع. تمتص الكتلة الحرارية الحرارة أثناء النهار وتطلقها أثناء الليل مما يزيد من كفاءة نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

ويقلل من الطلب على الطاقة. لتحقيق أقصى استفادة من الكتلة الحرارية في معاملات غلاف المبنى الخارجي، يجب عزل الكتلة الحرارية عن الخارج. هناك ثلاث خصائص أساسية للكتلة الحرارية:

- سعة حرارية عالية النوعية لامتصاص كمية كبيرة من الحرارة من حيث الحجم.
- كثافة عالية لتخزين المزيد من حجم الحرارة.
- الموصلية الحرارية المعتدلة لجعل معدل تدفق الحرارة داخل وخارج المادة يتماشى تقريبًا مع دورة التدفئة والتبريد اليومية للمبنى (نقطة الضبط والارتداد).

تتميز مواد البناء الثقيلة مثل الصخور والرخام والخرسانة بهذه الخصائص

• الجسور الحرارية. يتم إنشاؤه تنشأ الجسور الحرارية عن طريق مقاطعة قطع استمرارية العزل الحراري من قبل مثل الجسور والأعمدة الإنشائية والوصلات وإطارات النوافذ وما إلى ذلك والتي لها موصليه حرارية اكبر بكثير من العازل الحراري.. يمكن تجنب الجسور الحرارية إذا تم استخدام العزل الخارجي بشكل صحيح.

• يجب تحديد قيم الانعكاس الشمسي للجدران والأسقف. إذا كان غير معروف، يجب استخدام 0.7.

4- يجب تحديد قيمة ضيق تسرب الهواء من خلال تقديم تفاصيل عن التدابير المستخدمة للحد من التسلل.

5- يجب أن يتضمن نشاط البناء أو الفضاء / المنطقة ما يلي:

• نوع النشاط في الفضاء / المنطقة.

• يجب تحديد نقطة ضبط setpoint التسخين والارتداد setback، ونقطة ضبط التبريد والارتداد من خلال الفصل الخامس (HVAC).

• يجب جدولة نقطة ضبط التدفئة أو التبريد وفقًا لجدول الركاب مع إضافة ساعة واحدة قبل استخدام السكان.

• يجب ألا تقل نقطة ضبط setpoint التهوية الطبيعية عن 22 درجة مئوية ولا تزيد عن 25 درجة مئوية.

6- بيانات الطقس. يجب أن تعمل محاكاة نموذج البناء تحت بيانات الطقس لمدة لا تزيد عن 8 سنوات من تاريخ المشروع، وهو ما يسمى بالسنة الأخيرة. يجب أن يشتمل ملف الطقس على الأقل على درجة حرارة المصباح الجاف ودرجة حرارة نقطة الندى والرطوبة النسبية والإشعاع الشمسي العالمي والعادي والمنتشر

Weather file must include at least, Dry-bulb temperature, Dew-point temperature, Relative Humidity, and Global, Normal and diffusion solar radiation.

7- الكتل الحرارية المجاورة. إذا كانت هناك كتل حرارية مجاورة للمبنى، فيجب تضمين الكتل الحرارية المجاورة في محاكاة المبنى.

8- يجب إصدار التقرير التفصيلي الناتج عن برنامج الطاقة دون أي تغيير أو تعديل وإرساله إلى لجنة تقييم المشروع.

الملحقات

الملحق أ - جداول بخصائص المواد المختلفة

جدول بخصائص المواد المستخدمة في فلسطين

جدول أ-١ الخصائص الحرارية لمواد البناء المستخدمة في فلسطين

	المادة	الكثافة (kg/m³)	الموصلية الحرارية (W/m.k)
حجارة البناء	خلة الانجاصة	2200	1.53
	قباطيا	2580	2.23
	عصيره وجماعين	2650	2.60
	يطا، السموع	2500	2.20
	تفّوح	2000	1.40
	جرانيت	2800-2600	3.5
	رمل	1500	1.4
	حصى الايتونغ	350	0.15
	حصى البوماس الخفاف	600 - 800	0.2 - 0.4
	باطون ركام عادي ورمل طبيعي	2400 2300	2.10 1.95
باطون خفيف	باطون ركام خفيف	2000 1800 1600 1400 1200 1000 800 700 600	1.2 0.92 0.75 0.57 0.46 0.36 0.28 0.26 0.22
	باطون رغوي	1200 1000 800 600 500 400	0.44 0.32 0.24 0.18 0.15 0.12

المادة		الكثافة (ρ) (kg/m^3)	الموصلية الحرارية k (W/m.k)
قصارة	قصارة اسمنتية	2000	1.4
	قصارة اسمنتية مع الجير	1800	0.87
	قصارة الجبس	1400	0.70
	قصارة حرارية مع حبيبات البوليسترين الممدد	200 250 300 350 400 450	0.075 0.082 0.095 0.105 0.115 0.140
ملاط (مونة اسمنتية)		2000	1.4
طوب عقدات من الباطون العادي ثلاث عيون		1200	0.7
طوب عقدات من الباطون العادي عينان		1000	0.60
طوب عقدات خفاف معالج بالاوتوكليف		400	0.16
طوب جدران خفاف معالج بالاوتوكليف		500	0.17
طوب جدران خفاف معالج بالاوتوكليف		600	0.20
بلاط الموزاييك (المصبوب في الموقع)		1900	0.99
بلاط السيراميك غير المزجج		2000	1.00
بلاط السيراميك المزجج		2000	1.2
بلاط مبلمر كلوريد الفينيل (PVC)		1500	0.23
الواح البوليسترين المشكل بالبثق Extruded		30 35 40	0.028 0.024 0.022
الواح البوليسترين الممدد Expanded		15 20 25 30	0.040 0.036 0.033 0.032
البوليوريثين الرغوي المطبق بالرش في الموقع البوليوريثين الرغوي المطبق بالرش في الموقع (مع الزمن)		27-30 27-30	0.030 0.040
الصوف الصخري والصوف الزجاجي		≤ 10 10.1-12 12.1-16 16.1-24 ≥ 25	0.048 0.047 0.045 0.044 0.041

الجدول أ-2 : الكتلة والمقاومة الحرارية R للطوب الاسمنتي المنتج محليا في فلسطين

المادة	الكتلة/حد أقصى (كغم/طوبة)	المقاومة الحرارية (m^2.K/W)
طوب عادي 4 عيون 20x20x40	21	0.21
طوب عادي 4 عيون 20x20x40	18	0.27
طوب عادي 5 عيون 20x20x40	21	0.37
طوب عادي 4 عيون 20x20x40	14	0.57
طوب بوماس 5 عيون 20x20x40	12	0.67
طوب بوماس 5 عيون 20x20x50	16	0.67
طوب بوماس 5 عيون 22x20x50	18.5	0.67
طوب عادي شكل U 3عيون في كل جانب 20x20x40	20	0.25
طوب عادي شكل U 4عيون في كل جانب 20/22x20x50	17.5	0.45
طوب عادي محسن متعدد الفتحات 22x20x40	18	0.40
طوب عادي محسن متعدد الفتحات 22x20x50 / 20x20x50	19.5	0.77
طوب عادي 4 عيون 15x20x40	16	0.17
طوب عادي 4 عيون 15x20x40	10	0.27
طوب عادي 3 عيون 10x20x40	11	0.12
طوب بوماس 3 عيون 10x20x40	5.5	0.24
طوب بوماس 4 عيون 10x20x50	7	0.27
طوب عادي 3 عيون 7x20x40	9	0.10
طوب عادي 3 عيون 7x20x40	5	0.21

Thermal capacity per conditioned floor area for some typical constructions —3.Table A

جدول أ.3 السعة الحرارية لكل مساحة أرضية مكيفة لبعض الإنشاءات النموذجية

Building typology	[(K•m²)/kJ] C
All walls, floor and ceiling of stone or concrete, no wall coverings, wooden floor, carpets, or false ceiling, relatively small rooms about 20 m²	500
The same for very large rooms	250
Rooms about 20 m², concrete floor and ceiling, hollow brick walls.	400
The same, with carpet on floor	350
The same, with carpet on floor and false ceiling	250
Rooms about 20 m² with carpeted floor, false ceiling and plasterboard walls	150
Thick, massive wood	200
Frame wood construction	100
NOTE The thermal capacity, C, is normalized to conditioned floor area. of the room calculated with external dimensions	

Table A.4: Density, specific heat and thermal capacity in different building elements – Source: www.gridgit.com

الجدول أ .4 الكثافة والحرارة النوعية والسعة الحرارية في عناصر البناء المختلفة

Material	Density الكثافة (kg/m³)	Specific heat الحرارة النوعية (J/kg K)	Thermal capacity السعة الحرارية (J/m³ K)
Water الماء	1,000	4,186	4,186
Concrete الباطون	2,240	920	2,060
Brick الطوب	1,700	920	1,360
Sandstone الحجر الرملي	2,000	900	1,800
Rammed earth تربة عضوية مضغوطة	2,000	837	1,673
Compressed earth blocks طوب طيني مضغوط	2,080	837	1,740

Solar reflectance index (SRI) for typical roofing materials :5.Table A

Source: LBNL cool roofing materials –

الجدول أ -5: مؤشر الانعكاس الشمسي (SRI) لمواد التسقيف النموذجية -

المصدر: مواد التسقيف الباردة LBNL

Examples of typical roofing Materials	Solar reflectivity عاكسية الشعاع الشمسي	Infrared emissivity انبعاثية الاشعة تحت الحمراء	Temperature Rise الارتفاع في درجة الحرارة	SRI معامل الانعكاس الشمسي
Grey EPDM	0.23	0.87	C°38	21
Grey asphalt shingle	0.22	0.91	C°37	22
Unpainted cement tile	0.25	0.90	C°36	25
White granular surface bitumen	0.26	0.92	C°35	28
Red clay tile	0.33	0.90	C°32	36
Light gravel on built-up roof	0.34	0.90	C°32	37
Galvanized steel	0.61	0.04	C°31	46
Aluminum	0.61	0.25	C°27	56
White-coated gravel on built-up roof	0.65	0.90	C°16	79
White coating on metal roof	0.67	0.85	C°16	82
White EPDM	0.69	0.87	C°14	84
White cement tile	0.73	0.90	C°12	90
mm 8 ,coat 1 – White coating	0.80	0.91	C°8	100
PVC white	0.83	0.92	C°6	104

Typical air change of a controlled mechanical ventilation system with respect to time :6.Table A

الجدول أ -6: تغيير نموذجي لمعدل تغيير الهواء في نظام تهوية ميكانيكي محكوم فيما يتعلق بالوقت

Condition	الحالة	Number of air changes/hr عدد مرات تغيير الهواء بالغرفة بالساعة
Windows and doors closed	النو افذ والابواب مغلقة	per hour 0.5 – 0.0
Window tilted	النو افذ مائلة	per hour 1.5 – 0.3
Window half open	النو افذ نصف مفتوحة	per hour 10 – 5.0
Window fully open	النو افذ مفتوحة بالكامل	per hour 15 – 10
Windows and doors opposite fully open	النو افذ والابواب المتقابلة مفتوحة كليا	per hour 40<

Exemplary figures for embodied energy and carbon: 'cradle-to-gate' analysis :7.Table A

الجدول أ .7: الأرقام النموذجية للطاقة المتجسدة والكربون: تحليل "من المهد إلى البو ابة"

Material	Energy MJ/kg	Carbon kgCO2/kg	Density kg/m3
Aggregate	0.083	0.0048	2,240
(e.g. in-situ floor slabs, structure 1:1.5:3) Concrete	1.11	0.159	2,400
PFA RC40 %25 Concrete (e.g. in-situ floor slabs) with	0.97	0.132	
GGBS RC40 %50 Concrete (e.g., in-situ floor slabs) with	0.88	0.101	
Bricks (common)	3.0	0.24	1,700
(N/mm2 10 medium density) Concrete block	0.67	0.073	1,450
Aerated block	3.50	0.30	750
Rammed earth (no cement content)	0.45	0.023	1,460
Limestone block	0.85		2,180
Marble	2.00	0.116	2,500
(1:3) Cement mortar	1.33	0.208	
Steel (general – average recycled content)	20.10	1.37	7,800
Steel (section – average recycled content)	21.50	1.42	7,800

Steel (pipe – average recycled content)	19.80	1.37	7,800
Stainless steel	56.70	6.15	7,850
Timber (general – excludes sequestration)	10.00	0.72	720 – 480
Glue laminated timber	12.00	0.87	
Sawn hardwood	10.40	0.86	800 – 700
Cellular glass insulation	27.00		
Cellulose insulation (loose fill)	3.3 – 0.94		43
Cork insulation	*26.00		160
Glass fiber insulation (glass wool)	28.00	1.35	12
Flax insulation	39.50	1.70	*30
Rockwool (slab)	16.80	1.05	24
Expanded polystyrene insulation	88.60	2.55	*30 – 15
Polyurethane insulation (rigid foam)	101.50	3.48	30
Wood wool board insulation	20.00	0.98	
Wool (recycled) insulation	20.90		*25
Straw bale	0.91		*110– 100
Mineral fiber roofing tile	37.00		*1,850
Clay tile	6.50	0.45	1,900
(recycled %33 .general & incl) Aluminum	155	8.24	2,700
Bitumen (general)	51.00	0.43 – 0.38	
Hardboard	16.00	1.05	1,000 – 600
Medium-density fiberboard (MDF)	11.00	0.72	*760 – 680
Oriented strand board (OSB)	15.00	0.96	*640
Plywood	15.00	1.07	700 – 540
Plasterboard	6.75	0.38	800
Gypsum plaster	1.80	0.12	1,120
Glass	15.00	0.85	2,500
PVC (general)	77.20	28.10	1,380
PVC pipe	67.50	24.40	*1,400

Linoleum	25.00	1.21	1,200
Vinyl flooring	65.64	2.92	1,200
Terrazzo tiles	1.40	0.12	*1,750
Ceramic tiles	12.00	0.74	2,000
g/m2 770 Carpet tiles, nylon (polyamide), pile weight	MJ/m2 279	m2 / 13.7	kg/m2 4.6
Wool carpet	106.00	5.53	
Wallpaper	36.40	1.93	
Iron (general)	25.00	1.91	7,870
(recycled %37 .average incl) Copper	42.00	2.60	8,600
(recycled %61 .incl) Lead	25.21	1.57	11,340

الملحق ب - انتاج الطاقة بالموقع

في دول الشرق الاوسط كفلسطين، يكون التوفر المرتفع نسبيًا للإشعاع الشمسي مساعدا اساسيا في انتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الخلايا الكهروضوئية، او في انتاج الطاقة الحرارية خاصة لتسخين المياه. حيث تستقبل فلسطين 1500-2200 كيلوواط ساعة / متر مربع سنويًا. يبلغ الحد الأقصى لتدفق الإشعاع حوالي 1000 واط / متر مربع.

اما طاقة الرياح في معظم المناطق بالضفة الغربية وغزة فهي منخفضة نسبيا. وحيث ان توليد الطاقة يكون عمليا عند سرعة رياح متوسطة ثابتة بحد أدنى 5.5 - 6.0 م / ث. لذا فمن الصعب ايجاد مناطق تتوفر فيها الرياح بهذا المعدل السنوي.

يمكن استخدام الطاقة الحرارية الجوفية الضحلة على عمق 2-10 م لأغراض مختلفة مثل تعزيزي عمل المضخات الحرارية او باستخدام الانابيب الارضية. تستخدم المبادلات الحرارية الأفقية أو الرأسية في الأرض كمشتتات حرارية لمحطات التبريد. تعتمد الكفاءة على التوصيل الحراري للتربة وعلى درجة حرارة الأرض، والتي تساوي تقريبًا متوسط درجة الحرارة المحيطة السنوية.

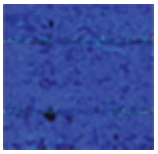
8.1 الخلايا الشمسية Photovoltaics

يمكن تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية (PV). يتكون النظام الكهروضوئي من خلايا شمسية مجمعة إلى وحدات أو ألواح شمسية ومحول وأحيانًا بطارية من بين مكونات أخرى. تختلف كفاءة الخلايا الشمسية حسب النوع (الجدول 6.1). تعد خلايا الأغشية السميكة أكثر كفاءة من وحدات الأغشية الرقيقة ولكنها أكثر تكلفة. يتم تحديد الكفاءة لدرجة حرارة الخلية 25 درجة مئوية وسوف تنخفض مع ارتفاع درجات الحرارة. وبالتالي، يجب الحفاظ على درجات حرارة الوحدة منخفضة عن طريق التهوية الجيدة من كلا الجانبين أو عن طريق الاستخدام الحراري (PV-T).

الوحدة أو الألواح الكهروضوئية عبارة عن مجموعة مجمعة ومتصلة من الخلايا الشمسية. يتم تصنيف كل وحدة من خلال طاقة خرج التيار المباشر الخاصة بها في ظل ظروف الاختبار القياسية، وتتراوح عادةً من 100 إلى 365 واط. منذ عام 2011، انخفضت أسعار الوحدات الكهروضوئية السليكونية البلورية إلى ما دون 1 دولار أمريكي/واط. وفي هذا السعر يمكن ان يكون انتاج الكهرباء من الخلايا الشمسية منافسا لسعر الطاقة المستورد من اسرائيل. ومع التطورات التكنولوجية وتحسينات عملية التصنيع وإعادة هيكلة الصناعة، فمن المحتمل حدوث مزيد من التخفيضات في الأسعار في السنوات القادمة.

يقوم العاكس الشمسي (Inverter)، أو المحول أو العاكس الكهروضوئي، بتحويل خرج التيار المباشر المتغير (DC) للوحة الشمسية الكهروضوئية (PV) إلى تيار متناوب لتردد المرافق (AC) يمكن تغذيته في شبكة كهربائية تجارية أو استخدامها محليا من قبل شبكة كهربائية خارج الشبكة الرئيسة.

8.2 أنواع الخلايا الشمسية

Solar cell type نوع الخلية الشمسية	(%) Efficiency فعالية تحويل الطاقة %
Monocrystalline silicon (thick-film) سيليكون احادي البلورة	20 – 14
 Polycrystalline silicon (thick-film) سيليكون متعدد البلورات	18 – 15
Amorphous silicon (thin-film) سيليكون غير متبلور	9-6

شكل ب-1

انواع الخلايا الشمسية وفعاليتها

8.3 الخلايا الشمسية المتكاملة مع البناء (BIPV)

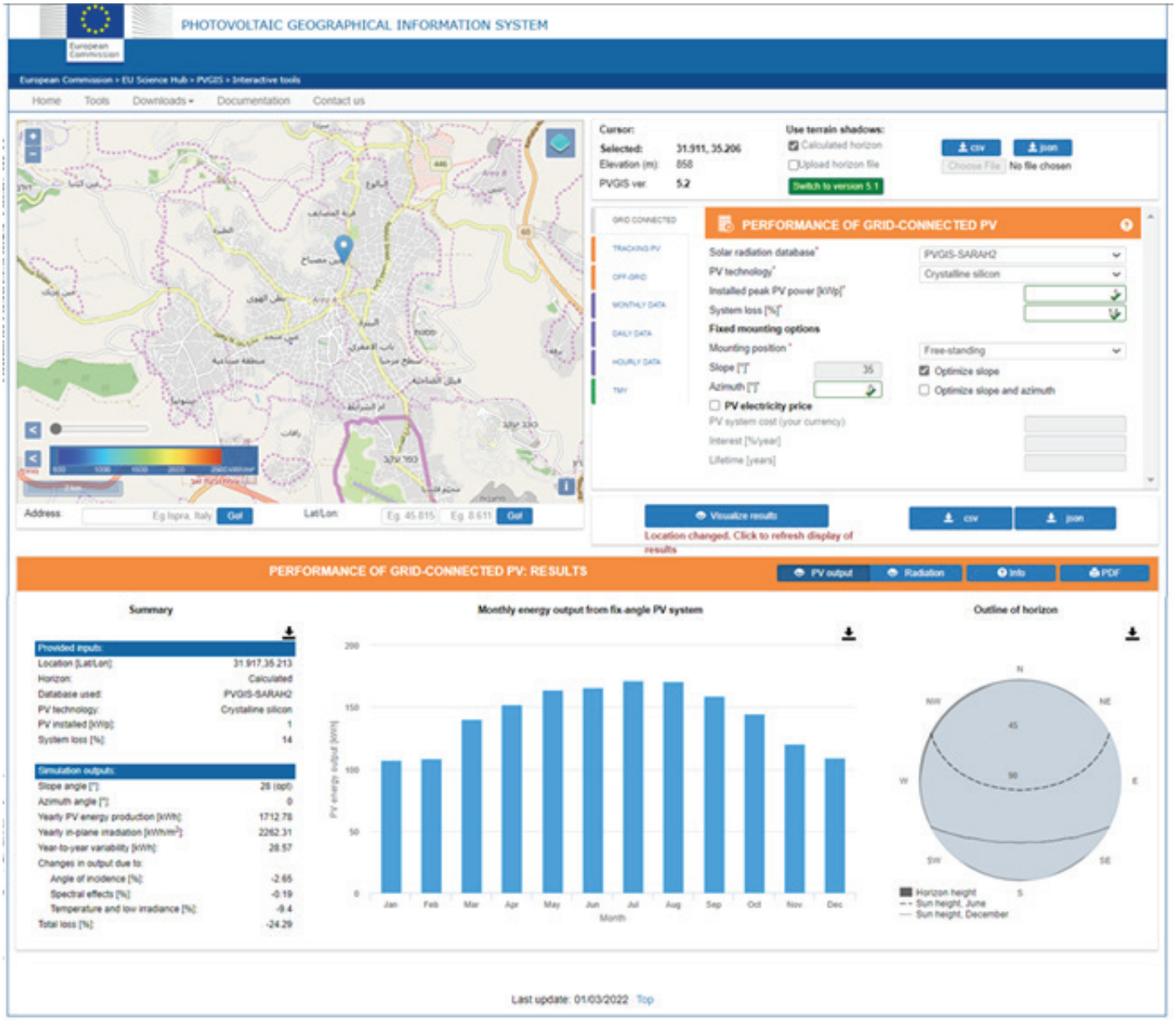
يتميز دمج الوحدات الكهروضوئية في غلاف المبنى بالعديد من المزايا، على سبيل المثال لا يحتل أي مساحة على الأرض او اسطح البنايات، ويكون مصدر الطاقة قريب من المستهلك، كما أن الحماية من التأثيرات الخارجية مرتفعة نسبيًا. نظرًا لأن التتبع الشمسي يوفر أكبر قدر من الإشعاع الشمسي السنوي على وحدة المساحة، فإنه يتم استخدامه أحيانًا مع أجهزة التظليل المتحركة للأسطح أو الواجهات الزجاجية. لكن الحل القياسي هو التركيب الثابت للوحدات النمطية بسبب انخفاض التكاليف والصيانة.

الاتجاه الأمثل للوحدات الثابتة في فلسطين (خط العرض تقريبا 32° شمالا) هو للجنوب بإمالة 28° درجات (زاوية الميل). علما بأن انتاج الخلايا الشمسية لا يتأثر كثيرا بزاوية الميلان من 15° الى 40° ، فمن الممكن التكيف مع شكل المبنى وزاوية ميلان السقف (ان وجد سقف مائل بالمبنى). للحصول على تقييم دقيق، يمكن استخدام برامج المحاكاة المختلفة في تحديد كمية الإنتاج الممكنة. ومنها برنامج DesignBuilder وبرنامج PVGIS والتي يمكن ان تحدد الإنتاج من الطاقة لأنواع متعددة من الخلايا الشمسية وفي زوايا ميلان واتجاهات مختلفة.

8.4 المتطلبات

إذا كان إرفاق الألواح الكهروضوئية بالمبنى يتبع المتطلبات الوظيفية فقط، فقد يفسد انسجام التصميم المعماري. وبالتالي، يجب أن يستهدف التكامل المعماري للوحدات الكهروضوئية اتباع شكل وأبعاد المبنى. يوضح الشكل 2 أمثلة على الأسطح الكهروضوئية المتكاملة تمامًا،

• في حال استخدام الألواح الكهروضوئية كمواد تسقيف فهنا يجب ان تكون أبعاد السقف حسب أبعاد الوحدة القياسية.

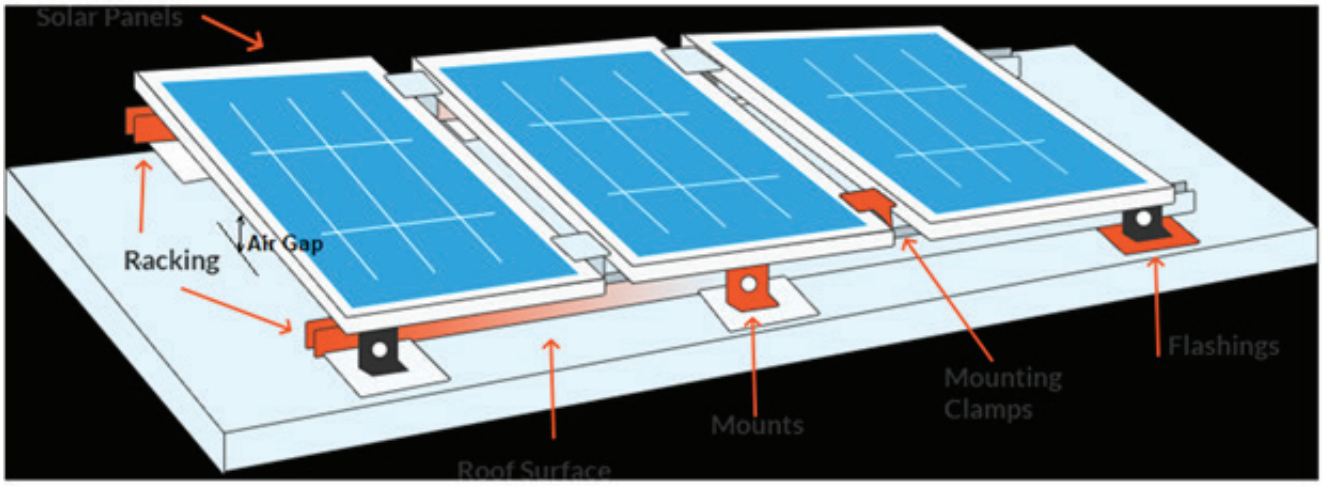


شكل ب-2: الواجهة الرئيسة لبرنامج PVGIS الأوروبي لتقييم أداء الخلايا الشمسية

• يجب أن يسمح بناء السقف بالتهوية الجيدة أسفل الألواح الكهروضوئية للحفاظ على درجة حرارة الخلايا الشمسية منخفضة وكفاءة عالية.

• تقوم الحلول البديلة بتركيب الألواح الكهروضوئية فوق السقف تقليدي بمسافة لا تقل عن 10 سم من أجل تهوية جيدة.

شكل ب-3: امثلة على التكامل بين البناء والخلايا الشمسية



شكل ب-4: طريقة تثبيت الخلايا الشمسية على الاسقف مع إبقاء فراغ هوائي لا يقل عن 10سم للتهوية

8.5إنتاجية الطاقة للخلايا الكهروضوئية

هناك العديد من أدوات الحساب لحساب إنتاجية الطاقة لمحطات الكهروضوئية يمكن تقريبها بالمعادلة التالية. لذا يوصى بإجراء تحليل مفصل واعتبار المعادلة تقريبية فقط:

$$E = A * r * H * PR$$

حيث

E = الطاقة السنوية المنتجة (kWh/a)

A = إجمالي مساحة الألواح الشمسية م2

r = معامل / كفاءة إنتاجية الألواح الشمسية

H = متوسط الإشعاع الشمسي السنوي على الألواح المائلة (الظلال غير متضمنة)

PR = نسبة الأداء ، معامل الخسائر (تتراوح بين 0.5 و 0.7 ، القيمة الافتراضية = 0.6)

بتفاصيل اكثر، r هو ناتج اللوح الشمسي المعطى بواسطة النسبة: الطاقة الكهربائية (بالكيلوواط) للوحة شمسية واحدة مقسومة على مساحة اللوح الواحد. مثال: إنتاجية الألواح الشمسية للوحدة الكهروضوئية WP 250 بمساحة 1.6 متر مربع هي 15.6٪. اعلم أن هذه النسبة الاسمية معطاة لشروط اختبار معيارية محددة (STC). يمكن اعتبار ذلك أيضًا على أنه كفاءة الألواح الشمسية المستخدمة.

قيمة H لفلسطين تتراوح ما بين 1500 و 2200 كيلو وات ساعة / متر مربع تقريبًا، اعتمادًا على المنطقة. وهنا يجب إيجاد قيمة الإشعاع السنوي العالمي على الألواح الكهروضوئية بالميل المحدد (الميل، والإمالة) والاتجاه (السمت).

PR = نسبة الأداء- هي قيمة مهمة جدًا لتقييم جودة التركيب الكهروضوئي لأنها تعطي أداء التثبيت بشكل مستقل عن اتجاه وميل اللوحة. يشمل جميع الخسائر. مثال على تفاصيل الخسائر التي تعطي قيمة PR (حسب الموقع والتكنولوجيا وحجم النظام):

1- الخسائر بسبب التظليل

2- خسائر العاكس

3- فقد درجة الحرارة

4- خسائر كابلات التيار المستمر

5- خسائر كابلات التيار المتردد

8.6 تخزين الطاقة الكهروضوئية المنتجة بالموقع

يمكن أن تكون هناك أسباب مختلفة لتخزين الكهرباء المنتجة من الخلايا الكهروضوئية:

• استقلالية الطاقة وعدم الارتباط بالشبكة الوطنية والاكتفاء بالطاقة الشمسية الكهروضوئية وتخزين الكهرباء ومصادر الطاقات الأخرى

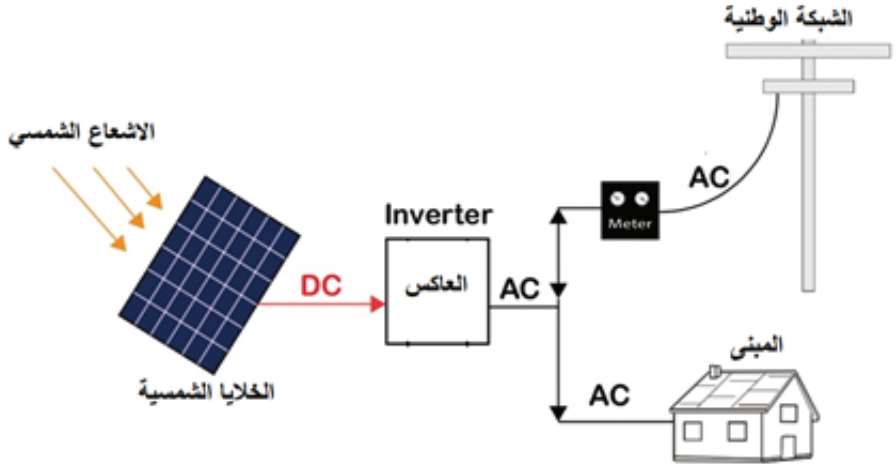
• استقلالية عالية للطاقة عن طريق تركيب ما يكفي من الخلايا الشمسية الكهروضوئية وتخزين البطاريات لتجاوز متوسط النهار والليل دون الحاجة إلى الاعتماد على شبكة الكهرباء (على الرغم من أنه يمكنك الوصول إليها). وفي هذه الحالة يتم الربط مع الشبكة الوطنية لاستخدامها كمصدر احتياطي في حالة وجود موجة من الأحوال الجوية السيئة لعدة أيام.

• استقلالية وقت الذروة عن طريق تثبيت نظام كبير بما يكفي لتغطية استخدام الكهرباء عندما تكون هنالك ازمة عالية أو ارتفاع بأسعار الطاقة

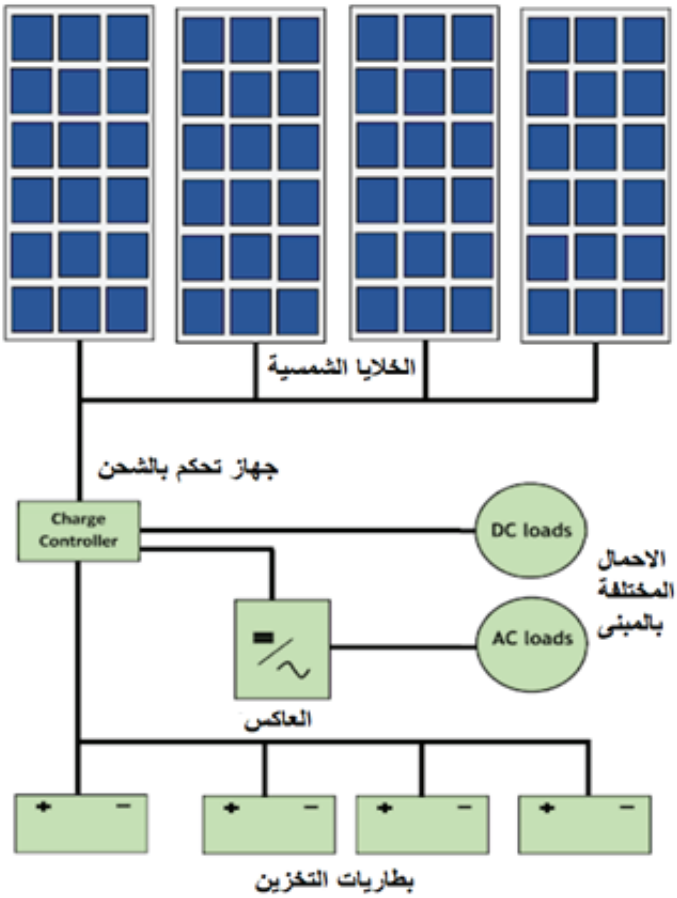
• تقليل الاعتماد على الشبكة خلال أوقات الذروة

• تخزين الطاقة كدعم احتياطي للطوارئ عن طريق تركيب نظام تخزين طاقة صغير لاستخدامه بشكل أساسي في حالة انقطاع التيار الكهربائي لفترة قصيرة.

اعتمادًا على الموقف والظروف الحدودية، يجب دراسة حجم محطة الطاقة الكهروضوئية وحجم التخزين المطلوب من حيث الاقتصاد. هناك أنظمة مختلفة لتخزين الكهرباء والبطاريات في السوق، على سبيل المثال بطاريات الرصاص الحمضية أو بطاريات الليثيوم أيون بوحدات تخزين 7 كيلو واط في الساعة و 10 كيلو واط في الساعة.



شكل ب-5: مخطط لنظام الخلايا الشمسية المربوطة بشبكة الكهرباء الوطنية



شكل ب-6: مخطط نظام الطاقة الشمسية المستقل مع تخزين