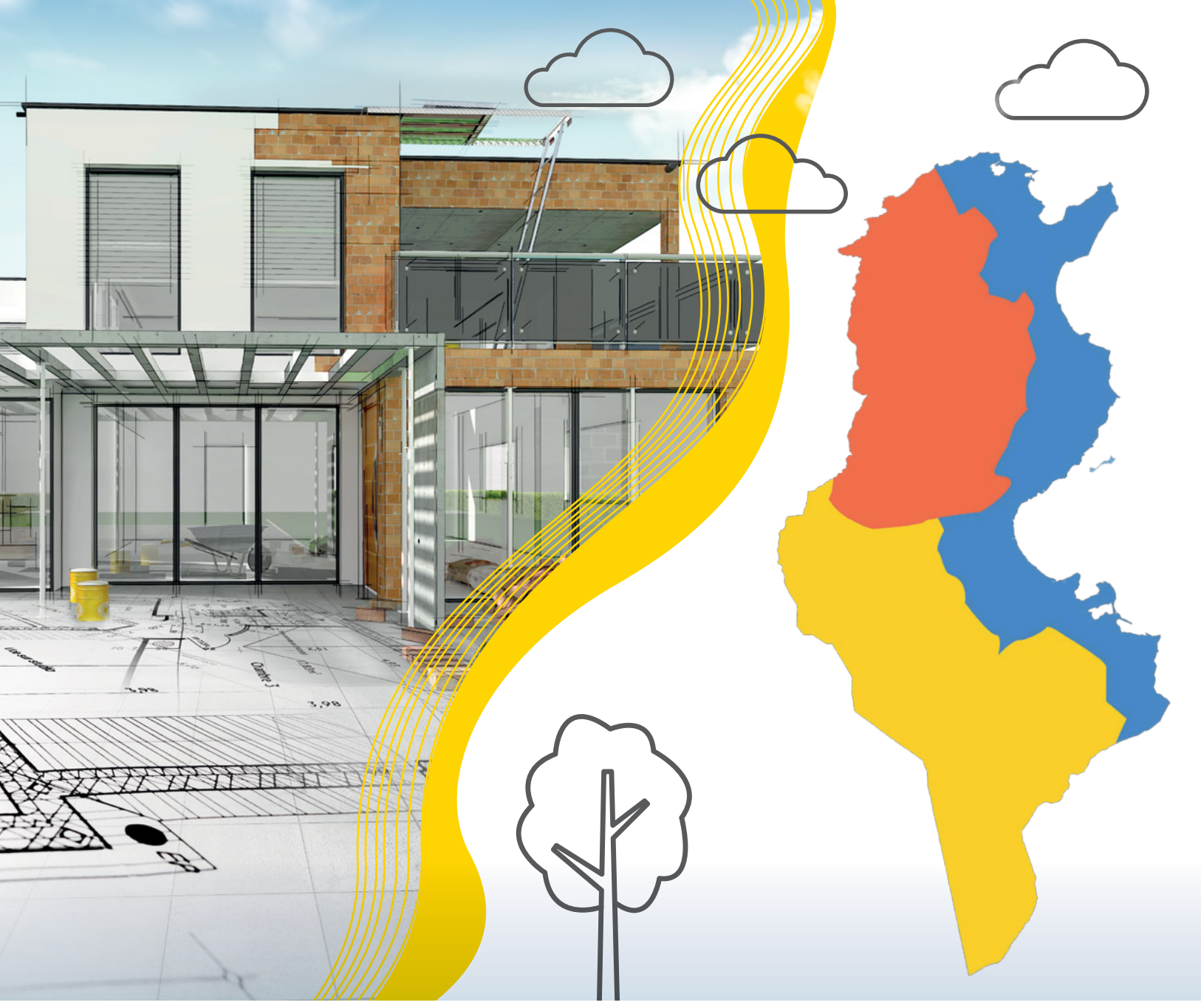


دليل تطبيقي خاص

نصائح عمليّة لترشيد استهلاك الطاقة في المساكن في تونس

الممارسات الجيّدة الواجب أخذها بعين الاعتبار عند بناء المسكن أو تأهيله

الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة
ANME
التزام دائم و متجدّد

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

ازدهارُ البلدان **كرامةُ الإنسان**

رؤيتنا

طاقاتٌ وابتكار، ومنطقتُنا استقرارٌ وعدلٌ وازدهار

رسالتنا

بشغَف وعزْم وعَمَل: نبتكِر، ننتج المعرفة، نقدِّمُ المشورة،
نبني التوافق، نواكب المنطقةَ العربية على مسار خطة عام 2030.
يداً بيد، نبني غداً مشرقاً لكلِّ إنسان.

E/ESCWA/CL1.CCS/2020/INF.3/REV.1

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

دليل تطبيقي خاص

نصائح عمليّة لترشيد استهلاك الطاقة في المساكن في تونس

الممارسات الجيّدة الواجب أخذها بعين الاعتبار عند بناء المسكن أو تأهيله

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة
ANME
التزام دائم و متجدّد

© 2021 الأمم المتحدة
حقوق الطبع محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المطبوعة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجّه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org.

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو موظفيها أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.

جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

المقصود بالدولار دولار الولايات المتحدة الأمريكية ما لم يُذكر غير ذلك.

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعات للأمم المتحدة تصدر عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح،

صندوق بريد: 8575-11، بيروت، لبنان.

الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org.

تمهيد

أعد هذا الدليل قسم الطاقة التابع لفريق تغير المناخ واستدامة الموارد الطبيعية في لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) بالشراكة مع الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة في الجمهورية التونسية. وقد تم إنجاز هذا العمل في إطار مشروع حساب التنمية الممول من الأمم المتحدة حول "رفع كفاءة استخدام الطاقة في القطاع المنزلي وقطاع الخدمات في المنطقة العربية".

يهدف هذا الدليل إلى تعريف الأسر بأهمّ الممارسات الجيّدة الواجب مراعاتها عند بناء مساكنها أو تأهيلها ومدها بإرشادات ونصائح عمليّة في الغرض لترشيد استهلاكها للطاقة.

ويعالج هذا الدليل بطريقة مبسطة المواضيع الآتي ذكرها المتعلقة بالاستعمال المستدام للطاقة في المسكن باعتماد حلول متوفرة محلياً وذلك بهدف زيادة الوعي لدى العموم: تأثير الخاصيات المناخية وغيرها من العوامل على درجة الحرارة داخل المسكن، اختيار الاتجاه الأفضل للمبنى للاستفادة من حرارة الشمس للتدفئة في الشتاء واجتنابها في الصيف، التقسيم الأمثل للفضاءات الداخلية من منظور استهلاك الطاقة، تهيئة المساحات الخارجيّة الخضراء، كيفية استخدام مواد العزل الحراري، استخدام الزجاج ذو النّجاعة الطاقيّة العالية في النوافذ، اعتماد الواقيات الشمسيةّ وغيرها من عناصر التظليل، الاستفادة من الكتلة الحراريّة للمبنى، التهوئة الناجعة للمسكن، منع تسرّب الهواء غير المرغوب فيه و كيفية الاعتماد على الإنارة الطبيعيّة.

وقد شارك في إعداد هذا الدليل كل من المهندس/الدكتور أيمن البطاينة، أستاذ في هندسة نظُم الطاقة في المباني في الجامعة الألمانية الأردنية، والمهندس/الدكتور محمد الصادق بوعلاق، استشاري في نظم الطاقة بالمباني، الذي قام بملاءمة هذا الإصدار للسياق التونسي حيث تمت مراعات الخصوصيات اللغوية والتقنية والعوامل المناخية السائدة في تونس.

قام، عن الإسكوا، بالإشراف على إنجاز هذا العمل ومتابعته ومراجعته السيد منجي بيده، مسؤول أول في الشؤون الاقتصادية، بمساعدة قيمة من السيد محمد زياد قنر، مستشار في مجال النجاعة الطاقية في المباني. وقام بمراجعة الدليل عن الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة السيدين فتحي الحنشي، المدير العام للوكالة، وسمير عمارة، رئيس مصلحة النجاعة الطاقية في المباني.

الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة (ANME) ودورها في تدعيم الطاقة المستدامة:

تم بعث الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة (ANME) سنة 1985 وتعتبر أول وكالة ناشطة في مجال التحكم في الطاقة (كفاءة الطاقة والطاقات المتجددة) في إفريقيا ومنطقة الشرق الأوسط وهي مؤسسة عمومية تونسية ذات صبغة غير إدارية، وهي ذات شخصية معنويّة واستقلالية مالية يقع مقرها في تونس العاصمة. وهي تخضع للإشراف الإداري للوزارة المكلفة بالطاقة (حالياً، وزارة الصناعة والمناجم والطاقة).

تتمثل مهامها في تصميم وتنفيذ سياسة الدولة التونسية في مجال التحكّم في الطاقة، وذلك من خلال تعزيز الاستخدام الرشيد للطاقة، وتطوير الطاقات المتجدّدة واستبدال الموارد الطاقية بموارد أكثر ملاءمة للبيئة.

ومن أهم تحديات الوكالة، في هذا السياق، العمل على تحقيق أهداف الاستراتيجية الوطنية للانتقال الطاقي في أفق سنة 2030 والتي تتمثل بما يلي:

- بلوغ مساهمة الطاقات المتجددة نسبة 30 في المائة من إجمالي إنتاج الكهرباء في أفق سنة 2030.
- تخفيض الطلب على الطاقة الأولية بنسبة 30 في المائة بحلول سنة 2030 مقارنة بمستويات سنة 2010.
- تخفيض كثافة الكربون بنسبة 45 في المائة بحلول سنة 2030 مقارنة بمستويات سنة 2010.

ومن أجل تحقيق هذه الأهداف، تساهم الوكالة بشكل فاعل وبالتنسيق مع جميع الأطراف المتداخلة في إنجاز البرامج الوطنية ذات الصلة بقطاعات السكن والصناعة والخدمات والنقل. وإلى جانب ذلك، تواصل العمل وبشكل رئيسي على:

- تسيير عمليات التدقيق الإجباري والدوري في الطاقة في قطاعات الصناعة والنقل والخدمات.
- إخضاع المشاريع ذات الاستهلاك البالغ للطاقة إلى الاستشارة المسبقة الإجباريّة.
- اقتراح الحوافز والتشجيعات والإجراءات الكفيلة بالدفع نحو استهلاك أقلّ للطاقة.
- إسناد شهادات بالنسبة للتجهيزات والمعدات والمواد التي تساهم في ترشيد استعمال الطاقة أو الخاصة بالطاقات المتجددة والانتفاع بالتشجيعات المنصوص عليها بالتشريعات والتراتيب الجاري بها العمل.
- الحثّ على استغلال التقنيات والتكنولوجيات ذات النجاعة العالية في استعمال الطاقة.
- تنمية المشاريع النموذجية في ميدان التحكم في الطاقة ومتابعة إنجازها.
- النهوض بالتكوين في ميدان التحكم في الطاقة بالتعاون مع الشركاء الوطنيّين والدوليّين.
- إعداد البرامج الوطنية الخاصة بالاتصال والتوعية في مجال التحكم في الطاقة وتنفيذها.
- المساهمة في برامج البحث العلمي في مجال التحكم في الطاقة.
- دراسة المشاريع الخاصة بالتحكم في الطاقة وبرمجتها وتقييمها والقيام بالدراسات الاستراتيجية والمتعلقة بالحدّ من انبعاثات الغازات الدفيئة (الاحتباس الحراري) المرتبطة باستهلاك الطاقة.
- إعداد جرد للغازات الدفيئة الناجمة عن استهلاك الطاقة وتحليل مؤشرات التحكم في الطاقة.
- تعبئة الموارد المالية والتصرف وتقديم الحوافز المالية من خلال صندوق الانتقال الطاقي (سابقاً الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة) والذي تم تأسيسه سنة 2005، وذلك لدعم مشاريع ترشيد استهلاك الطاقة والطاقات المتجددة.

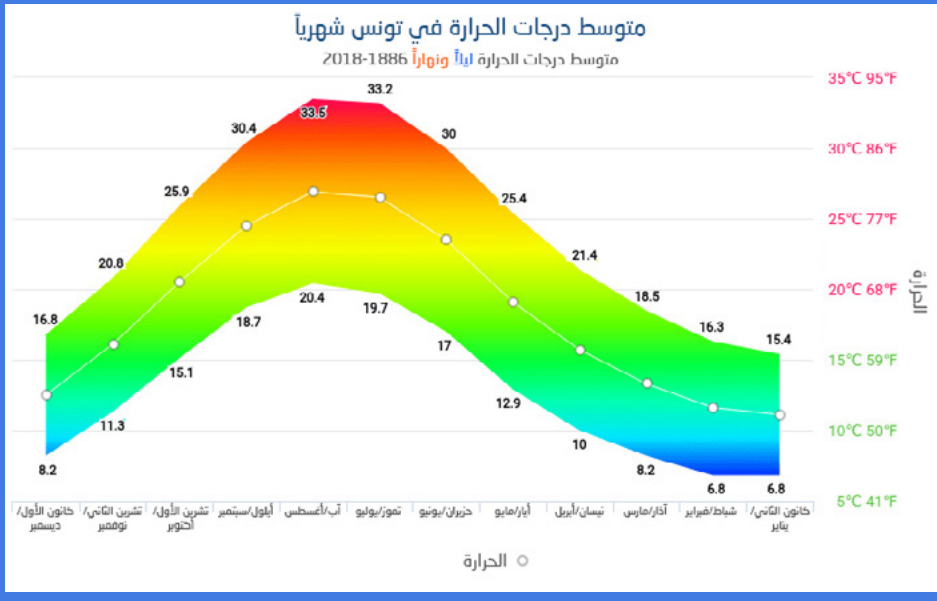
المحتويات

معلومات عامة	**7**
مناخ معتدل، ولكن ...	8
مناطق مناخيّة مختلفة	9
في فصل الشتاء	**10**
في فصل الصيف	**11**
العوامل المؤثّرة على درجة الحرارة في مسكنك	12
اختيار الاتجاه الأفضل للمبنى	13
تقسيم الأجزاء الداخلية للمسكن على أساس الاستخدام	14
مساحات خارجيّة خضراء	14
تهيئة مساحات خارجيّة خضراء	**14**
استخدام مواد العزل الحراري	15
الجسور الحراريّة	17
استخدام النّوافذ ذات الزجاج ذو النّجاعة الطاقيّة العالية	18
اعتماد الواقيات الشمسيّة وغيرها من عناصر التظليل	19
الكتلة الحراريّة للمبنى	20
تهوية المسكن	21
منع تسرّب الهواء	22
الاعتماد على الإنارة الطبيعية	23
أخيراً	24
المصادر	**25**

يهدف هذا الدليل إلى تعريفك بأهمّ الممارسات الجيّدة الواجب أخذها بعين الاعتبار عند بناء مسكنك أو تأهيله بأفضل طريقة وإرشادك بنصائح عمليّة للحدّ من استهلاكه للطّاقة

معلومات عامة

- مثّل قطاع البناء في تونس 35,3 في المائة من استهلاك الطّاقة النّهائيّة في سنة 2018، ويحتلّ بذلك المرتبة الأولى على الصعيد الوطني قبل قطاعي النقل والصناعة. كما يُعدُّ قطاع البناء حالياً (2018) أول مستهلك للطاقة الكهربائية بنسبة 57,6 في المائة على الصعيد الوطني.
- وفي سنة 2018 مثلت حصّة المباني السكنية 75,8 في المائة من استهلاك قطاع البناء للطّاقة النهائيّة و52,6 في المائة من استهلاك هذا القطاع للكهرباء موجهّة لتشغيل الأجهزة والمعدّات الكهربائية المنزلية.
- يتميّز المناخ التونسي بالاعتدال واللّطف في أغلب المناطق المأهولة بالسكان، ممّا يجعل من السّهل الحصول على مدار السّنة على رفاهة حرارية مقبولة داخل المسكن بفضل اعتماد عدد من القواعد التّصميميّة ومبادئ معيّنة في البناء واختيار أجهزة منزليّة ملائمة.



المعدل الشهري لدرجات الحرارة (العظمى والصغرى) لتونس

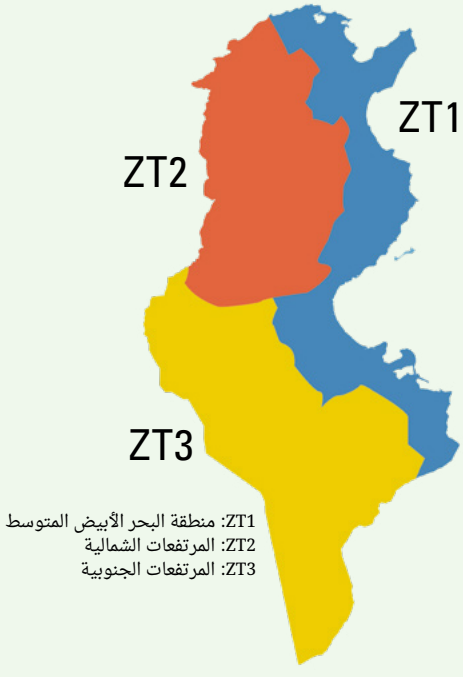
مناخ معتدل، ولكن ...

رغم اعتدال ولطافة المناخ في أغلب المدن التونسية التي يتركّز فيها العمران إلاّ أنّه يجب علينا، حسب المنطقة، أن نحتمي من البرد في فصل الشتاء ومن الحرّ في فصل الصيف. فبفضل بعض التّدابير البسيطة، من السّهل الحصول داخل المسكن على درجات حرارة مناسبة ومستويات مقبولة للرفاهة الحراريّة وذلك بأقلّ تكلفة.

المصدر: ©VisionsbyAtlee

مناطق مناخيّة مختلفة

مناطق مناخية يجب مراعاتها عند تصميم المبنى واختيار مواد البناء الملائمة، حيث تنقسم الجمهوريّة التونسيّة حسب الخصوصيّات المناخيّة إلى ثلاث مناطق مناخيّة رئيسيّة كما هو موضّح في الرسم التالي:



المناطق المناخيّة الرئيسية في تونس

المنطقة المناخية 1 **(ZT1)**: "منطقة البحر الأبيض المتوسط"

وهي المنطقة الساحليّة التي تضمُّ أغلب الولايات الساحليّة من ولاية بنزرت إلى ولاية مدنين، وتتميز عموماً باعتدال درجة الحرارة صيفاً وشتاءً نظراً لوجودها قرب البحر. تحتاج هذه المنطقة إلى التدفئة شتاءً والتبريد صيفاً.

المنطقة المناخية 2 **(ZT2)**: "المرتفعات الشمالية"

وهي المنطقة التي تضمُّ المرتفعات الشماليّة، وتشمل ولايات الشمال وعدد من ولايات الوسط. تتميز هذه المنطقة عموماً بالبرودة في الشتاء واعتدال درجة الحرارة في الصيف. وتحتاج إلى التدفئة شتاءً والتبريد صيفاً، ولكن بشكل أكبر إلى التدفئة في الشتاء.

المنطقة المناخية 3 **(ZT3)**: "المرتفعات الجنوبية"

وهي المنطقة التي تضمُّ المرتفعات الجنوبيّة، وتشمل عدد من ولايات الوسط وولايات الجنوب. تتميز هذه المنطقة عموماً بشدّة درجات الحرارة في الصيف واعتدالها في الشتاء. وتحتاج إلى التدفئة شتاءً والتبريد صيفاً، ولكن بشكل أكبر إلى التبريد في الصيف.

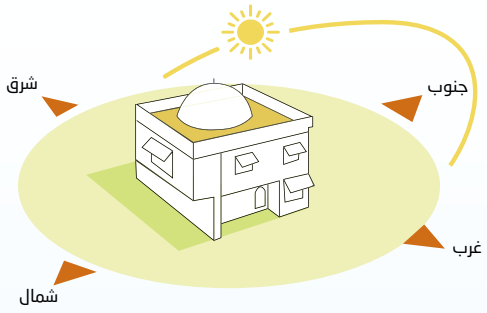
في فصل الشتاء

في المناطق التي يتميز مناخها بالبرودة في فصل الشتاء، يجب الاستفادة القصوى من دفء أشعّة الشمس عبر التقاطها، تخزينها، حفظها، وتوزيعها داخل المسكن.

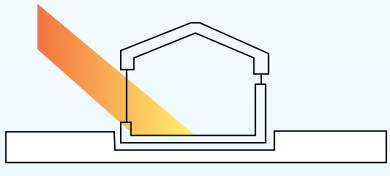
كيفية تطبيق ذلك

- اختيار جيّد لاتجاه المسكن بحيث يتم تكبير مساحة النوافذ في الاتجاه الجنوبي للاستفادة أكثر من الطّاقة الشّمسيّة المجّانيّة والحدّ منها في باقي الاتجاهات للحماية من الرّياح المهيمنة الباردة وفقدان الحرارة من خلالها.
- استخدام الزجاج المزدوج (أو زجاج ذو كفاءة طاقيّة عالية) لجميع النوافذ. وعند اختيار الزجاج المناسب، يجب الأخذ بعين الاعتبار قيمتين مهمتين هما: ضارب نقل الحرارة وضارب نقل حرارة الشمس. كلما كانت قيمة ضارب نقل الحرارة للزجاج والنوافذ أقل كلما كان العزل الحراري أفضل. أما بالنسبة لضارب نقل حرارة الشمس، فقيمته محصورة بين 0 و1، وكلما قلّت قيمته كلما قلّت كمية الإشعاع الشمسي التي يَسمح الزجاج بدخولها.
- استخدام ستائر خارجية عازلة للحرارة (كستائر الألومنيوم المتضمّنة لعازل للحرارة) وستائر داخليّة سميكة إن وجدت ليتم غلقها في الليل للمساعدة على الاحتفاظ بالحرارة الداخليّة.
- استخدام مواد العزل الحراري في الأسقف والجدران الخارجيّة للاحتفاظ بالحرارة الداخليّة.
- استخدام مواد البناء التي تتميّز بكتلة حراريّة عالية في الأرضيّات والجدران الداخليّة المعرضة لأشعة الشمس في فصل الشتاء ومجرى الهواء في فصل الصيف لتخزين الحرارة الداخليّة نهاراً وتوزيعها ليلاً.
- إحكام إغلاق الأبواب والنوافذ والفتحات لمنع تسرّب الهواء البارد من الخارج.

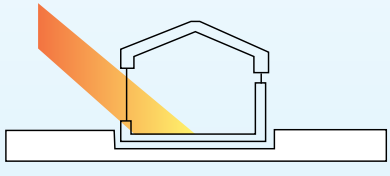
الشّتاء



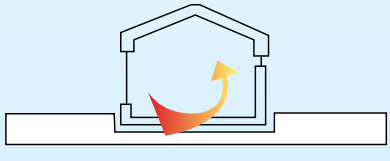
مسار الشمس في فصل الشتاء



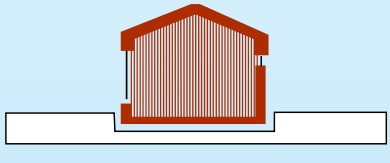
التقاط



تخزين



توزيع



احتفاظ

في فصل الصيف

تحتاج جميع المناطق المناخيّة في فصل الصيف إلى:

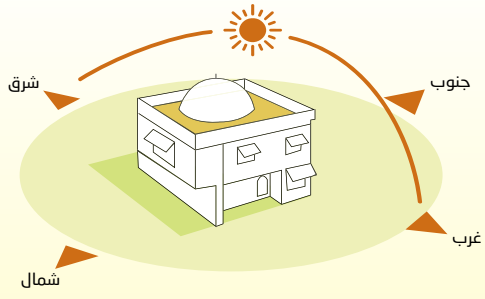
> حماية المسكن نهاراً من الإشعاع الشّمسي والحرارة الخارجية المرتفعة.

> تبريد المسكن ليلاً عن طريق التهوية إذا كانت حرارة الهواء الخارجي مقبولة.

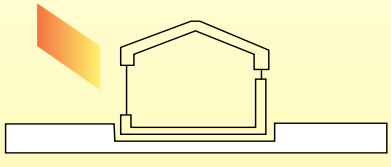
كيفية تطبيق ذلك

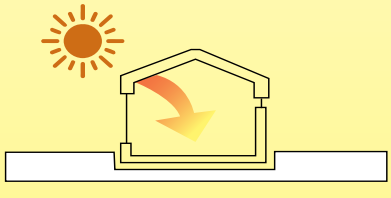
- اختيار جيّد لاتجاه المسكن حيث يتمّ الحد من مساحة النوافذ في الاتجاه الغربي، وحتى في الاتجاه الشرقي في بعض الأحيان، للحماية من الأشعّة الشّمسيّة غير المرغوب فيها.
- تظليل النوافذ بواسطة مِظلاّت الشمس وكاسرات الشمس والستائر الخارجيّة وغيرها من العناصر الملائمة.
- استخدام النوافذ ذات الزجاج المزدوج المظلّل أو العاكس لأشعّة الشمس (أو الزجاج ذو الكفاءة الطاقيّة العالية).
- إلصاق قشرة شفّافة مقللة أو عاكسة لأشعة الشمس على المساحة الخارجيّة لزجاج النوافذ الغربية خاصة.
- استخدام مواد العزل الحراري في الأسقف والجدران الخارجيّة للاحتفاظ بالبرودة الداخليّة.استعمال مواد البناء التي تتميّز بكتلة حراريّة عالية في الأرضيّات والجدران الداخليّة لامتصاص الحرارة الداخليّة الزائدة نهاراً وتبديدها ليلاً.
- إحكام إغلاق الأبواب والنوافذ وغيرها من الفتحات لمنع تسرّب الهواء الحار من الخارج.
- الاعتماد على التهوية الطبيعية للتبريد في الصيف، عن طريق فتح النوافذ ليلاً للمساعدة على تكوين مجرى هواء داخل المسكن.

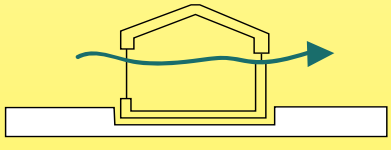
الصيف



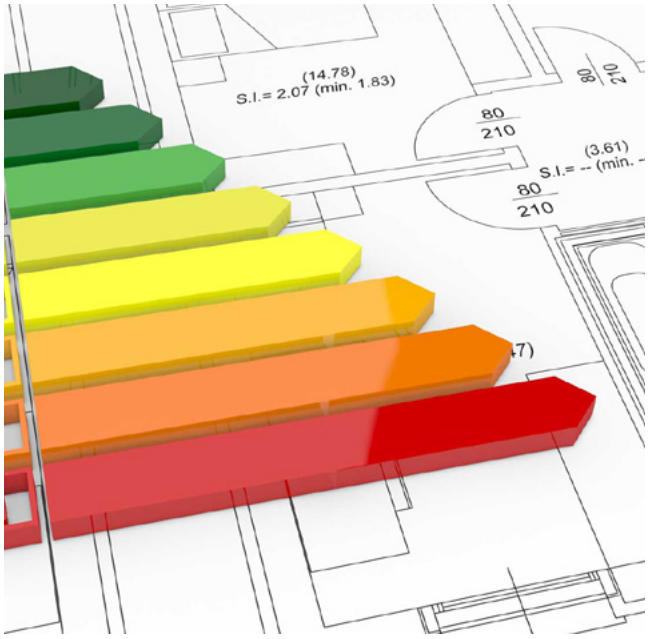
مسار الشمس في فصل الصيف


خلق الظل


تقليل دخول الحرارة


تهوية

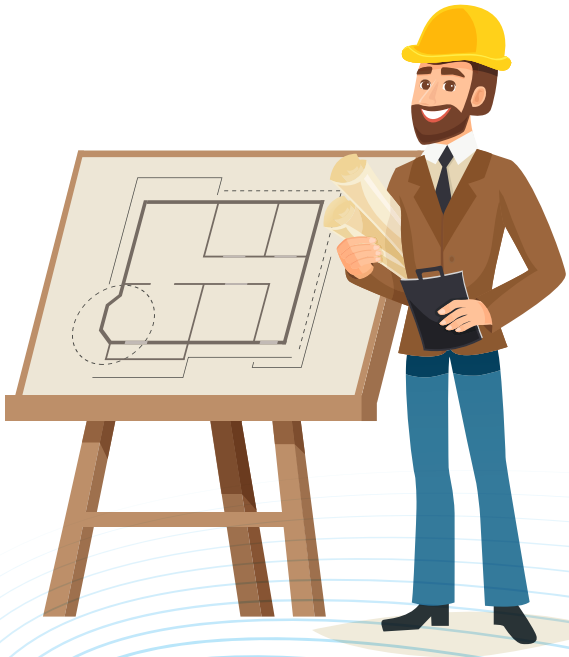
العوامل المؤثّرة على درجة الحرارة في مسكنك



إنّ إعداد دراسة معماريّة وهندسية شاملة لمشروع بناء مسكنك من حيث:

- موقع المبنى
- اختيار اتجاهه
- تحديد شكله وحجمه
- اختيار لون جدرانه وأسقفه الخارجيّة
- توزيع مساحاته الدّاخليّة
- اختيار مكان ومساحة النوافذ
- اختيار نوعية زجاج النوافذ ومظلاّتها
- تهيئة المساحات الخضراء

يمكّنك من إنجاز مسكن عملي ومريح ومقتصد للطّاقة.



إنّ الاستعانة بخدمات مهندس معماري ومهندس سوائل ومهندس كهرباء مختصّين في المباني الموفّرة للطاقة يمكّنك من تصميم مسكنٍ ملائمٍ لمساحة الأرض المخصّصة له ولحاجيّاتك من الخدمات والرفاهة ولميزانيّتك وموفر للطّاقة.

إنّ التّصميم الهندسي المحكم له الأثر الجيّد عند استغلال المسكن من حيث تقليص المساحات المهدرة وإدماج دفئ الشّمس والحفاظ على درجة الحرارة المناسبة وتوظيف الإضاءة الطّبيعيّة وإدماج أجهزة الطّاقات المتجدّدة.

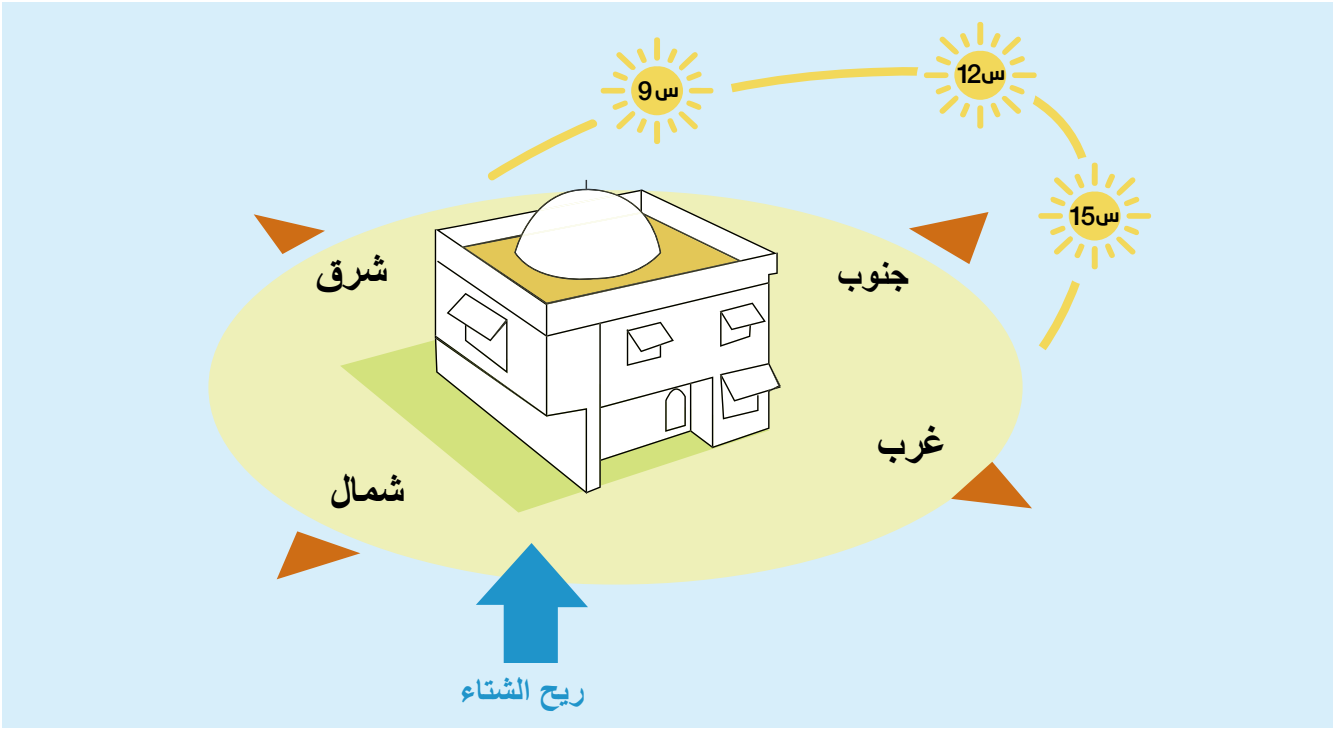
ومن المستحسن تكليف المهندس المعماري مصمّم المشروع بمهمّة متابعة تنفيذ أشغال البناء لبلوغ الأهداف المنشودة.

اختيار الاتجاه الأفضل للمبنى

يجب الأخذ بعين الاعتبار حركة الشمس في الموقع وتوجيه المبنى وفقاً لذلك، حيث يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الاتجاه الجنوبي يوفّر العديد من المزايا الطبيعيّة من حيث الرفاهة، فهو يوفّر التدفئة والحماية من الرياح المهيمنة في الشتاء ويوفّر الإضاءة على طول السنة في حين يجب تجنب الاتجاهين الشمالي والغربي قدر الإمكان لأنّ الأوّل لا تصله أشعّة الشمس والثاني يتسبب في ارتفاع درجات الحرارة غير المرغوب فيها في الصيف.

عملياً يجب أن يكون الضلع الأطول للمبنى موافقاً للمحور "شرق-غرب" (مواجه للاتجاه الجنوبي):

- في حال كان موقع المبنى في منطقة باردة في الشتاء ومتوسطة الحرارة في الصيف، يتم اختيار مواقع الغرف ذات الاستعمال الأكثر (مثل غرفة المعيشة وغرف النوم) في الجهة الجنوبية للمبنى. بينما يفضّل اختيار مواقع الغرف الأقل استعمالاً في الجهات الأخرى.
- أما إذا كان في منطقة معتدلة الحرارة في الشتاء وشديدة الحرارة في الصيف، فمن الأفضل اختيار مواقع الغرف ذات الاستعمال الأكثر في الجهة الشمالية. بينما يفضّل اختيار مواقع الغرف الأقل استعمالاً في الجهات الأخرى.

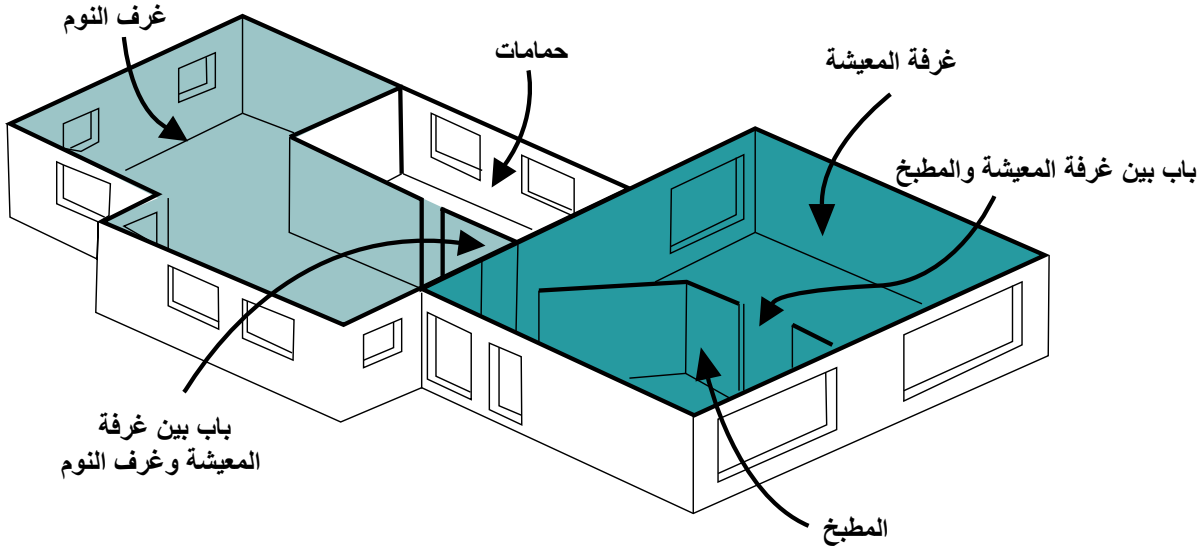


لتحديد اتجاه واجهات مسكنك منذ مرحلة التّصميم المعماري أهميّة بالغة.

يؤدي التّصميم الجيّد للمسكن إلى توزيع جيّد للمساحات الرّئيسيّة والانتفاع بأشعّة الشّمس في فصل الشتاء والاحتماء منها في فصل الصيف. وتمكّن هذه العمليّة من تخفيض حاجيات التّدفئة والتّبريد بـ 20- 30 في المائة ومن الحصول على إضاءة طبيعيّة داخل الغرف، وبالتّالي من تخفيض هام في استهلاك الطّاقة.

تقسيم الأجزاء الداخلية للمسكن على أساس الاستخدام

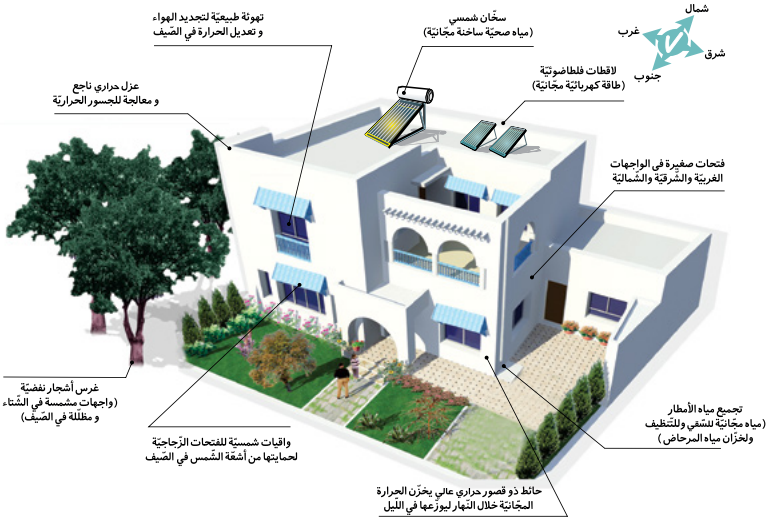
من المهم جداً تجميع الغرف ذات الاستخدام المتشابه (المطبخ، غرفة المعيشة، غرف النوم، غرف الضيوف) مع بعضها بحيث يفصل بينها باب محكم الإغلاق عند الحاجة لحفظ البرودة أو الدفء. هذا التقسيم من شأنه أن يساعد على تبريد أو تدفئة الأجزاء المستخدَمة من المسكن فقط.



مساحات خارجيّة خضراء

تهيئة مساحات خارجيّة خضراء:

- للمساحات الخضراء دور هام في خلق مناخ محلّي معتدل حول المبنى صيفاً وبالتالي المساهمة في تخفيض درجة الحرارة داخل المسكن بتظليله.
- تسمح زراعة الأشجار متساقطة الأوراق شتاءً وحاملة الأوراق صيفاً في الجهة الجنوبية بدخول أشعة الشمس للمبنى شتاءً وحجبها صيفاً (على غرار أشجار العنب وغيرها).



استخدام مواد العزل الحراري

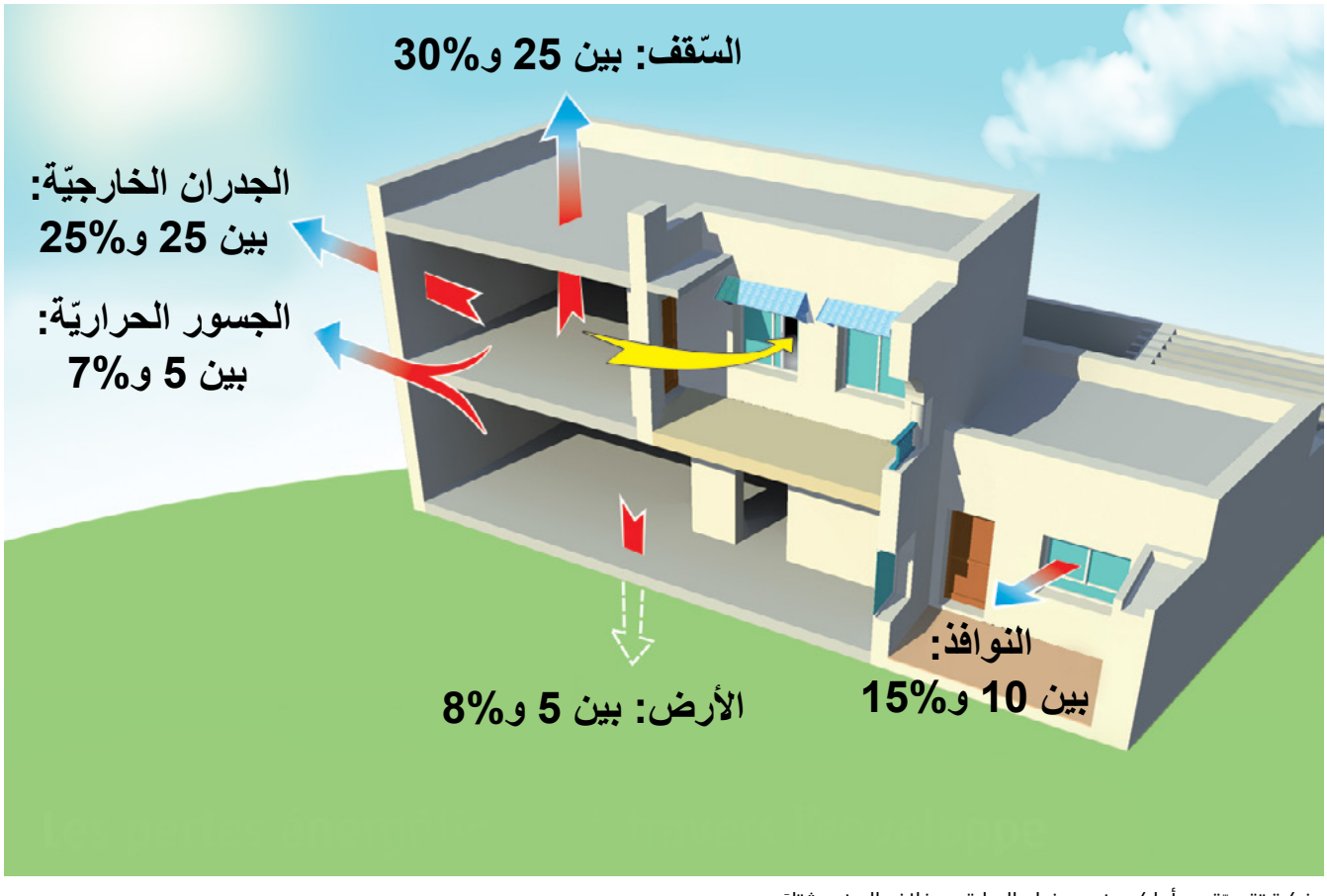
إنّ العزل الحراري لغلاف المبنى عمليّة مهمّة جداً.

من نتائجها:

- الحد من انتقال الحرارة من الداخل إلى الخارج في فصل الشتاء، ومن انتقالها من الخارج إلى الداخل في فصل الصيف.
- التقليل من الطلب على الطاقة للحفاظ على درجة الحرارة الداخلية المناسبة.
- تجنب ظاهرة تكثّف بخار الماء على المساحات الداخليّة للجدران بفضل الحفاظ على درجات حرارة داخليّة غير منخفضة نسبيّاً.

أثبتت الدراسات العلميّة والميدانيّة أنّ العزل الحراري الجيّد لسقف المسكن وجدرانه الخارجيّة ونوافذه، يقلّل من حاجيّاته الطّاقيّة للتّدفئة والتّبريد بنسبة تتراوح بين 40 و60 في المائة، حسب المناطق المناخيّة.

يعطي الشّكل التّالي فكرة تقريبيّة عن أماكن ونسب ضياع الحرارة من المسكن في مناخ بارد نسبيّاً خلال فصل الشتاء. ومن المهمّ الإشارة إلى أنّه في حالة وجود نوافذ تعادل مساحتها أو تفوق 30 في المائة من مساحة الجدران فإن جلّ التبادل الحراري سيكون عبر تلك النوافذ وبالتالي فهي تتطلب في هذه الحالة عناية عالية خاصّة من حيث نوعية الزجاج والستائر والتضليل.



فكرة تقريبيّة عن أماكن ونسب ضياع الحرارة عبر غلاف المبنى شتاءً

مواد العزل الحراري كثيرة ومتنوّعة أهمّها:

- مواد عضويّة مثل البوليسترين، البوليوريثين، وغيرها.
- مواد معدنيّة مثل الصّوف الصّخري، الصّوف الزّجاجي، وغيرها.
- مواد طبيعيّة خضراء مثل الصّوف، القطن، القشّ، وغيرها.

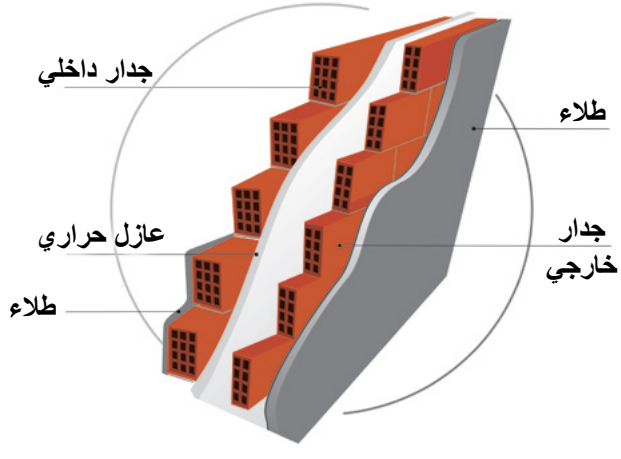
كما أنّ تقنيّات العزل الحراري متعدّدة، ولانتقاء أفضلها ملاءمةً لحالة مسكنك عليك استشارة مهندس مختصّ للحدّ من فقدان الحرارة/البرودة والحفاظ عليها، حيث يعتبر العازل الحراري من أهم مكوّنات أسقف المبنى وجدرانه ويجب أن يتوافق تصميمه مع المتطلّبات الفنيّة للتقنين الحراري للمباني السكنيّة في تونس. كما يجب تنفيذ متطلّبات هذا التقنين بالشكل الأمثل، حيث أن الامتثال له يؤدي إلى التوفير في فواتير تبريد وتدفئة المسكن.

يتم العزل الحراري للأبنية القائمة في تونس باستخدام العديد من المواد، وأكثرها استعمالاً:

- البوليسترين الممّدد والمبثوق (polystyrène expansé et extrudé).
- الصوف الصخري (Laine de roche).
- البوليوريثين (Polyuréthane).

العزل الحراري للجدران الخارجيّة

يتمّ العزل الحراري للجدران الخارجيّة، بطريقة تمكن من إنشاء غلاف يعزل الفضاءات الداخليّة للمبنى من المحيط الخارجي ممّا يساعد على الحدّ من انتقال الحرارة/البرودة من الداخل إلى الخارج وكذلك الحدّ من الآثار السلبيّة للجسور الحراريّة.

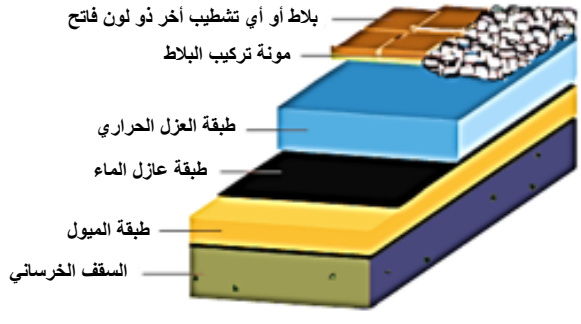


ينصح بتركيب العزل الحراري في الجدران الخارجيّة للمساكن بطريقة تسمح بتوفير كتلة حرارية معزولة حرارياً في الجهة الداخليّة للجدار

العزل الحراري للسقف

يعتبر سقف المبنى الجزء الأكثر تعرّضاً لأشعّة الشّمس خلال فصل الصيف ممّا يستوجب عزله حراريّاً بطريقة جيّدة. كما يمكّن العزل الحراري للسّقف من تقليص فقدان الحرارة من خلاله في فصل الشتاء. لذلك، يعتبر هذا العزل الحراري عاملاً أساسيّاً في تخفيض استهلاك الطّاقة المستعملة للتّدفئة والتّبريد وكذلك في الحدّ من الحرارة التي يكتسبها هيكل المبنى صيفاً ومن تلك التي يضيّعها شتاءً. كما يقوم أيضاً بالتقليل من الآثار السلبيّة للجسور الحراريّة.

وتُثْبِت الدّراسات أنّه بالإمكان استرجاع كلفة العزل الحراري لسقف المسكن خلال مدة قصيرة (تتراوح بين ثلاث وسبع سنوات، حسب المنطقة المناخيّة).



طريقة تركيب العزل الحراري ضمن الأجزاء الرئيسية للسقف

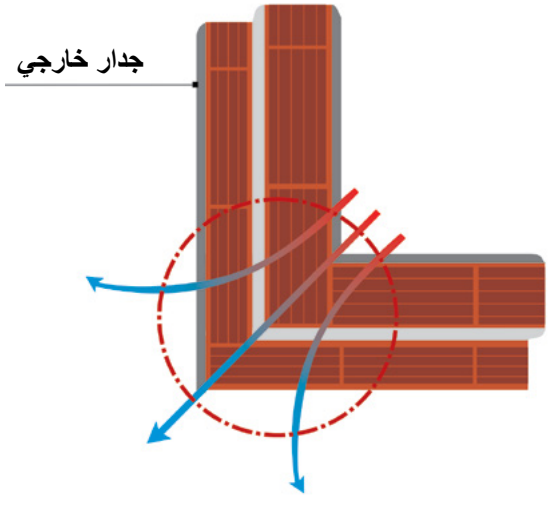
الجسور الحراريّة

الجسر الحراري هو الجزء من الغلاف الخارجي للمبنى الذي يمثّل ضُعفاً في العزل الحراري مقارنة بباقي أجزاء الغلاف الخارجي. سُمّي بالجسر الحراري لأنه يسمح بمرور الحرارة بسهولة أكبر من الأجزاء الأخرى المجاورة له. هناك نوعان من الجسور الحرارية:

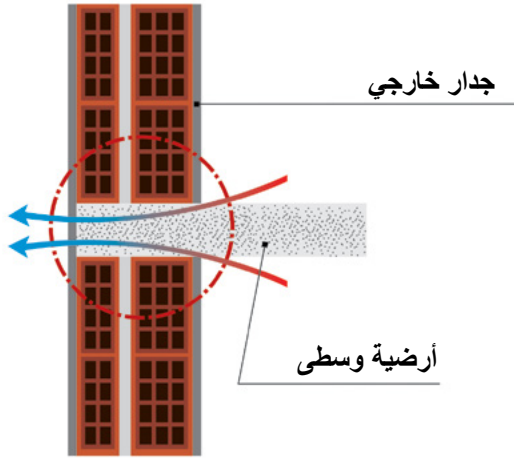
- الجسور الحراريّة الناتجة عن انقطاع الاستمرارية للخصائص الحراريّة لمواد البناء المستعملة (منطقة تقاطع عمود الخرسانة المسلّحة مع الجدار الخارجي أو السقف، مثلاً).
- الجسور الحراريّة الناتجة عن انقطاع الاستمراريّة في الشكل الهندسي (الزوايا، مثلاً).

فالجسر الحراري يمثّل جزءاً من الغلاف ذي خصائص حراريّة مُختلفة عن تلك المحيطة به. ولهذا فإنّه يَسمح بتبادل حراري أسهل من خلاله، مما يؤثر سلباً على كفاءة غلاف المبنى ويتسبب في كثير من الأحيان في ظهور بقع (على شكل عفن) في داخل المبنى، في مكان هذه الجسور. ويساهم الحدّ من الجسور الحراريّة في تحسين النّجاعة الحراريّة لغلاف المبنى وبالتالي، تقليل حاجيّاته من الطاقة للتدفئة والتبريد وتجنب ظهور بقع العفن داخله.

الجسور الحراريّة ليست حتميّة ويمكن تجنّبها مسبقاً بالعناية اللاّزمة من قِبل المصمّمين والحرفيّين. ومن أفضل الممارسات الجيّدة في هذا المجال، اعتماد حلّ "المعطف الحراري" وهو عزل حراري خارجي لغلاف المبنى.



ركن (تقاطع أفقي)



مكان التقاء
جدار خارجي - أرضية وسطى
(تقاطع عمودي)

فقدان الحرارة (شتاءً) عن طريق جسر حراري ناتج عن انقطاع الاستمراريّة للخصائص الحراريّة للجدار الخارجي

فقدان الحرارة (شتاءً) عن طريق جسر حراري ناتج عن الشكل الهندسي للجدار الخارجي

استخدام النّوافذ ذات الزجاج ذو النّجاعة الطاقيّة العالية

يتكون الزجاج ذو النّجاعة الطاقيّة العالية للنّوافذ عادة من لوحتين زجاجيّتين متوازيتين بينهما فراغ إمّا مملوء بالهواء الجاف أو بغاز نادر كالأرغون، مع إمكانية إضافة قشرة ذات انبعاثيه منخفضة (faible émissivité) على المساحة الداخليّة للّوحة الزجاجيّة الخارجيّة للحدّ من التبادل الحراري. ويمكن أن تكون اللّوحة الزجاجيّة الخارجيّة عاكسة لأشعّة الشمس وللغرض عادة ما تكون ملوّنة نسبيّاً.

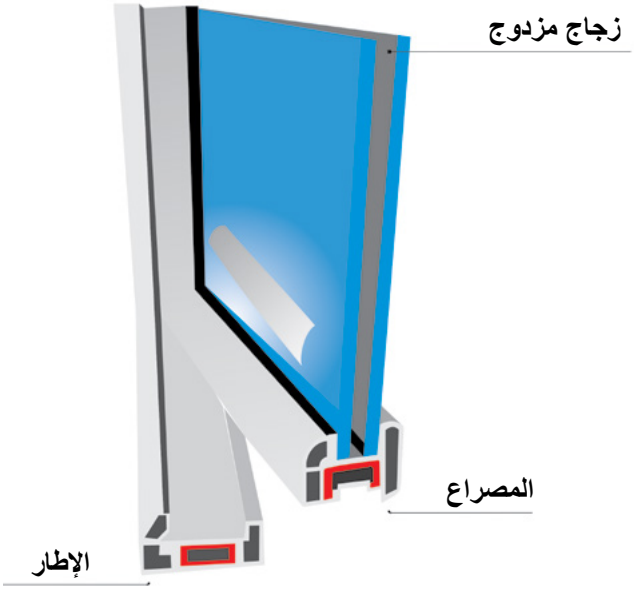
يُمكّن استخدام هذا النوع من النّوافذ من تحقيق عزل حراري فعّال للفُتحات الشفّافة على مستوى غلاف المبنى، وكذلك تحقيق مستويات مقبولة للعزل الصوتي.

ومن الأفضل أن يكون الزجاج ذو نجاعة طاقيّة عالية ليحد من دخول الطّاقة الشمسيّة في فصل الصيف ومن ضياع الحرارة في فصل الشتاء.

يمكن أن يكون هيكل النّوافذ من الخشب أو من الألمنيوم العادي أو من الألمنيوم المدعّم بكاسر للجسور الحراريّة أو من البلاستيك (PVC). وتتكوّن النّوافذ من جزأين: الإطار، وهو الجزء الثّابت، والمصراع، وهو الجزء المتحرّك. وعلى كليهما أن يتميّز بنجاعة عالية للعزل الحراري. كما يتعين صنعهما وتركيزهما بإتقان للحدّ قدر الإمكان من الجسور الحراريّة وتفادي تسرّب الهواء الخارجي إلى داخل المسكن في حالة غلقها.

يفضّل استخدام النّوافذ من الخشب أو من البلاستيك (PVC) أو من الألمنيوم المدعّم بكاسر للجسور الحراريّة وذات الزّجاج المزدوج الشفّاف العادي للفتحات الجنوبيّة والشماليّة، وذات الزّجاج المزدوج العاكس لأشعّة الشمس للفتحات الشرقيّة والغربيّة. كما يُنصح باستعمال الزّجاج المزدوج ذو النّجاعة الطاقيّة العالية في كل الحالات التي تتجاوز فيها مساحة النوافذ 15 في المائة من مساحة الجدار.

ومن الأجدى دائماً استبدال النّوافذ القديمة، أثناء عمليّة ترميم المسكن بنوافذ جديدة من الخشب أو من البلاستيك (PVC) أو من الألمنيوم المدعّم بكاسر للجسور الحراريّة، أخذاً في الاعتبار التوصيات المشار إليها في ما سلف ذكره.



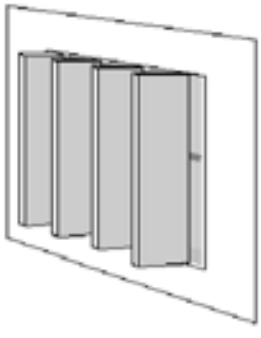
نافذة من البلاستيك (PVC) ذات زجاج مزدوج

اعتماد الواقيات الشمسيّة وغيرها من عناصر التظليل

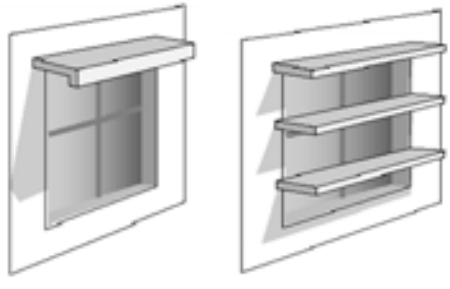
تهدف هذه العمليّة إلى حجب أشعّة الشّمس عن النوافذ من خلال اعتماد واقيات شمسيّة وكاسرات لأشعّة الشّمس وغيرها من عناصر التظليل، فيساهم ذلك بشكل فعّال في التحكم في دخول الطّاقة الشمسيّة إلى المبنى عن طريق جعل واجهته الجنوبيّة أقلّ عرضة للأشعّة الشّمسيّة خلال فصل الصيف والسماح لها بالدخول خلال فصل الشتاء. ويتحقّق ذلك بتثبيت واقيات شمسيّة أفقيّة على الواجهة الجنوبيّة والواجهات القريبة من الاتّجاه الجنوبي، وواقيات شمسيّة عموديّة على الواجهات الغربيّة والشرقيّة والواجهات القريبة من هذه الاتجاهات.

في حال استخدام السّتائر الخارجيّة المتحرّكة يُفضّل فتحُها بالنسبة للنّوافذ الجنوبيّة نهاراً في فصل الشتاء للسماح لأشعّة الشّمس من دخول المبنى، وتركها مغلقة ليلاً. أمّا في فصل الصيف، فيُفضّل غلق هذه الستائر بالنسبة للنّوافذ التي تسطع عليها أشعّة الشّمس نهاراً لمنع هذه الأخيرة من دخول المبنى، وتركها مفتوحة ليلاً للتهوية الطبيعيّة. كما يُستحسن بالنّسبة لهذا النوع من السّتائر، استخدام الصنف العازل للحرارة كالستائر المتحرّكة من الألمنيوم والمتضمّنة لعازل حراري أو الستائر المتحرّكة البلاستكيّة من الـ PVC.

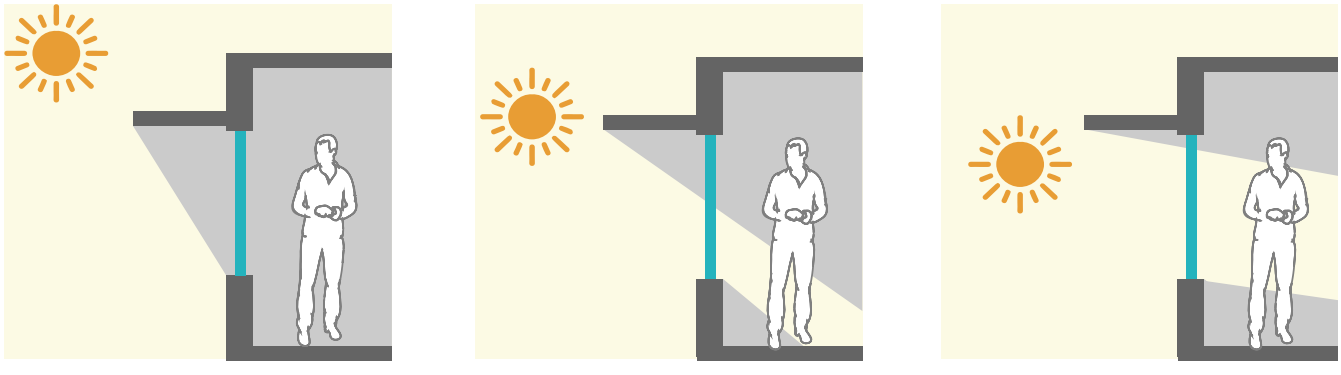
كاسرات شمس عموديّة



كاسرات شمس أفقية



مساهمة كاسرات الشمس الافقية على الجهة الجنوبية في التحكم في دخول أشعة الشمس إلى البيت



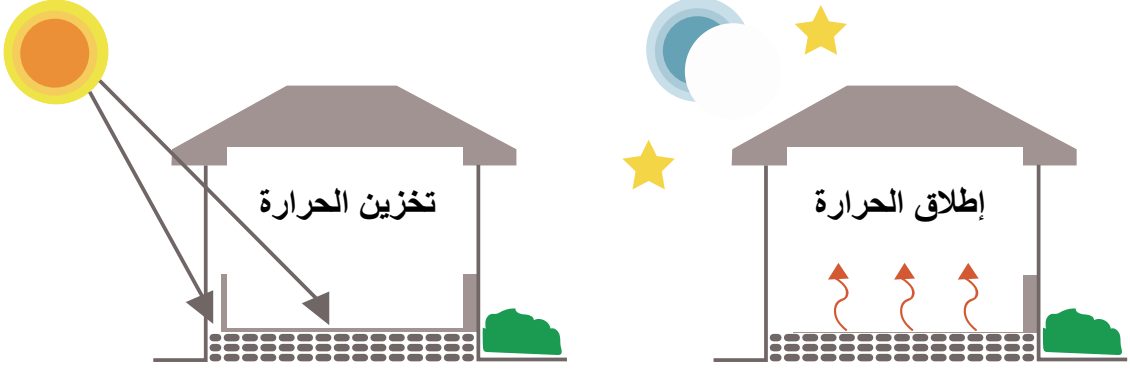
لتحديد بُعد عناصر تظليل النوافذ في الواجهة الجنوبيّة عن سطح الجدار الجنوبي بحيث تسمح بمرور أشعة الشمس شتاءً بينما تمنعها صيفاً، يتمّ ضرب قياس ارتفاع النافذة بـ 0,5. كذلك، يفضّل أن يمتدّ عنصر التظليل بمسافة تتراوح بين 0,4 م و0,7 م من ارتفاع النافذة من الجانبين.

الكتلة الحراريّة للمبنى

تُمكّن الكتلة الحراريّة للمبنى من تخزين الحرارة في الجدران والأرضيّات وإعادة توزيعها لاحقاً. فكلّما كانت الكتلة الحرارية للمبنى مرتفعة، أي جدرانه وأرضيّاته متكوّنة من مواد بناء ذات كثافة عالية (كالحجر، الخرسانة، الطوب، الخ.) وسميكة نسبيّاً، كلّما كان الجوّ داخل المبنى يدفَّأ ويبرَّد طبيعيّاً وببطء.

تساعد الكتلة الحرارية المرتفعة للمبنى من الحدّ من تأثير تقلّبات درجات الحرارة الخارجيّة على الجوّ الداخلي للمبنى من خلال المساهمة في استقرار درجة الحرارة الداخلية.

عندما تكون الكتلة الحراريّة للمبنى مرتفعة وإذا ما تم استغلالها بالطريقة المثلى، فإنّها تساعد في فصل الشتاء على تخزين الحرارة نهاراً (وخاصة الناتجة عن دخول أشعّة الشمس للمبنى من خلال النوافذ) وإعادة توزيعها ليلاً (بالإبقاء على المبنى مغلقاً). في حين في فصل الصيف، تساعد الكتلة الحراريّة للمبنى المرتفعة على تخزين البرودة ليلاً (عن طريق فتح النوافذ للتهوية الطبيعيّة لإخراج الحرارة غير المرغوب فيها) وإعادة توزيعها نهاراً (عن طريق إغلاق النوافذ للمحافظة على البرودة الداخليّة). وتزداد فعالية الكتلة الحرارية في هذا الدور إذا كان لها غلاف من المادة العازلة حرارياً من الجانب الخارجي (انظر ما سبق ذكره في خصوص استخدام مواد العزل الحراري في الجدران والأسقف).



الشتاء

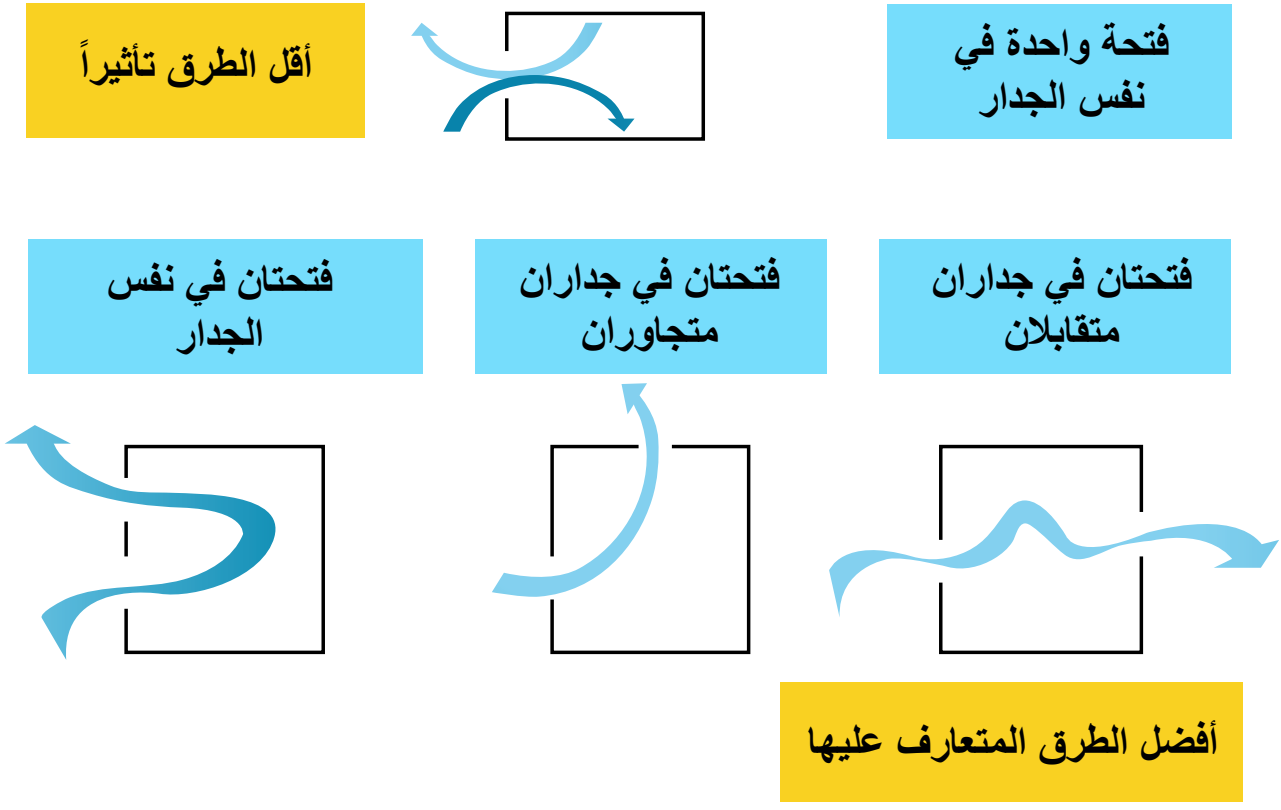
الصيف

تهوية المسكن

تُعتبر عمليّة تهوية المسكن أمراً ضروريّاً للحفاظ على جودة الهواء وإزالة ما به من رطوبة غير مرغوب فيها وما به من ملوّثات. تتمُّ هذه العمليّة إمّا طبيعيّاً أو بواسطة نظام ميكانيكي (التّهوية الميكانيكيّة المراقبة "VMC"). ولا بدّ من ترشيد القيام بعمليّات التهوية للحدّ من فقدان الطّاقة التي تصاحب عمليّة تجديد الهواء، حيث أنّه كلّما ارتفعت قيمة معدل تجديد الهواء في السّاعة كلّما ارتفع استهلاك الطاقة للتدفئة أو التبريد وتكاليفها.

ومن ناحية أخرى، يمكن الاعتماد على التهوية الطبيعية لتقليل الاعتماد على أجهزة تبريد الهواء للاقتصاد في استهلاك الكهرباء وفي نفقاته وتحقيقاً لجوّ داخلي صحّي ومريح. وللغرض، يجب مراعاة تركيز النوافذ بشكل متقابل ومناسب لخلق مجرى طبيعي للهواء بما يضمن الغاية المرجوّة وخاصة في المناطق الحارة.

أماكن تركيز الفتحات في الجدران الخارجية للتهوية

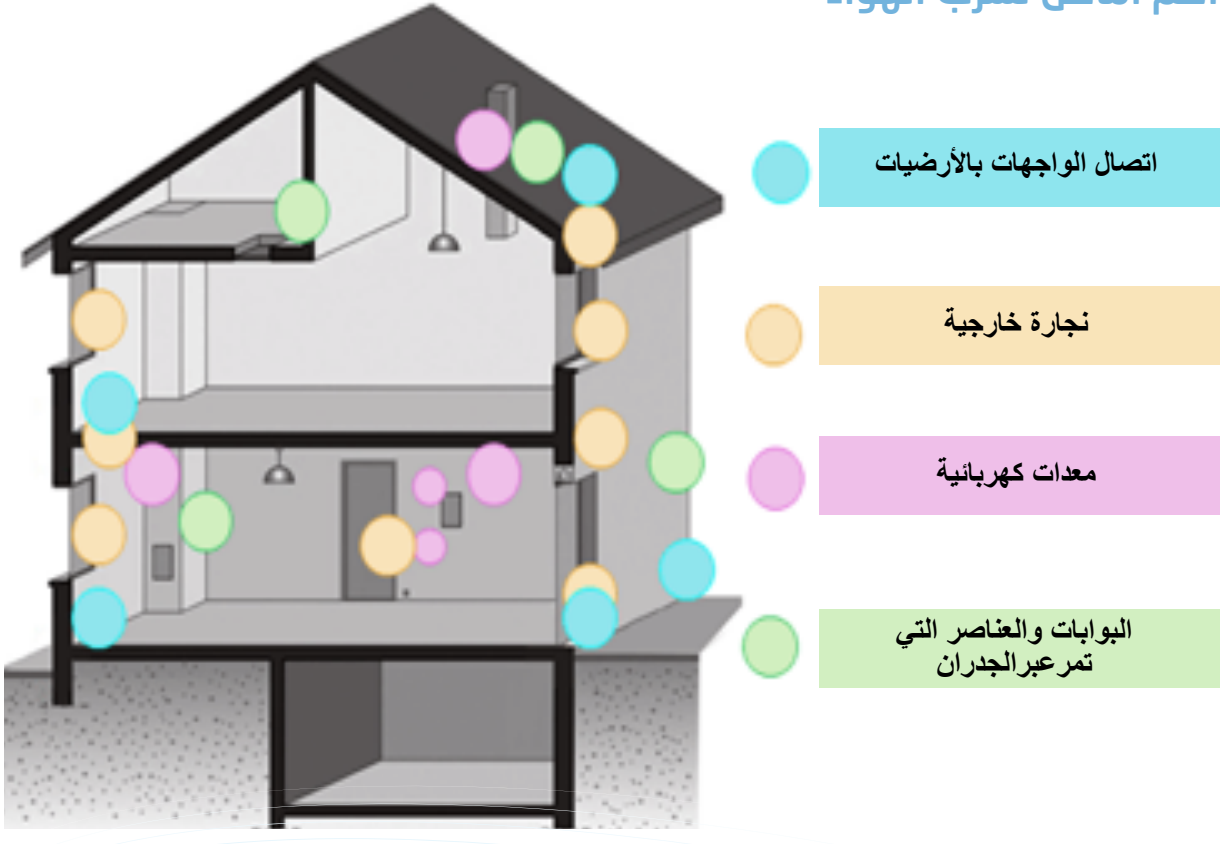


منع تسرّب الهواء

نظراً إلى أن أيّ تبادل حراري غير متحكَّم فيه يؤدي آليّاً إلى استهلاك أكبر في الطاقة، وجب العمل على:

- إحكام إغلاق أيّ ثغرة في غلاف المبنى تؤدي لتسرب الهواء، البارد شتاءً والحار صيفاً، إلى الداخل بشكل غير متحكَّم فيه. ويتمّ ذلك عن طريق تحديد أماكن تسرّب الهواء ومعالجتها عن طريق استبدال المواد المفقودة في هذه الحالة، أو سدّ الثغرات المتسبّبة في تسرّب الهواء باستعمال الحلول الفنيّة المناسبة.
- أن تكون الأبواب والنوافذ وغيرها من الفَتحات محكمة الإغلاق ولا تتسبّب في تسرّب هوائي غير متحكَّم فيه، وذلك لتقليل ما ينتج عنها من ضياع للحرارة شتاءً وللبرودة صيفاً.
- تركيز وصلة ملائمة عند الضرورة لمنع تسرب الهواء في جوانب الفتحات في الجدران (الأبواب، النوافذ، الخ.).

أهم أماكن تسرّب الهواء

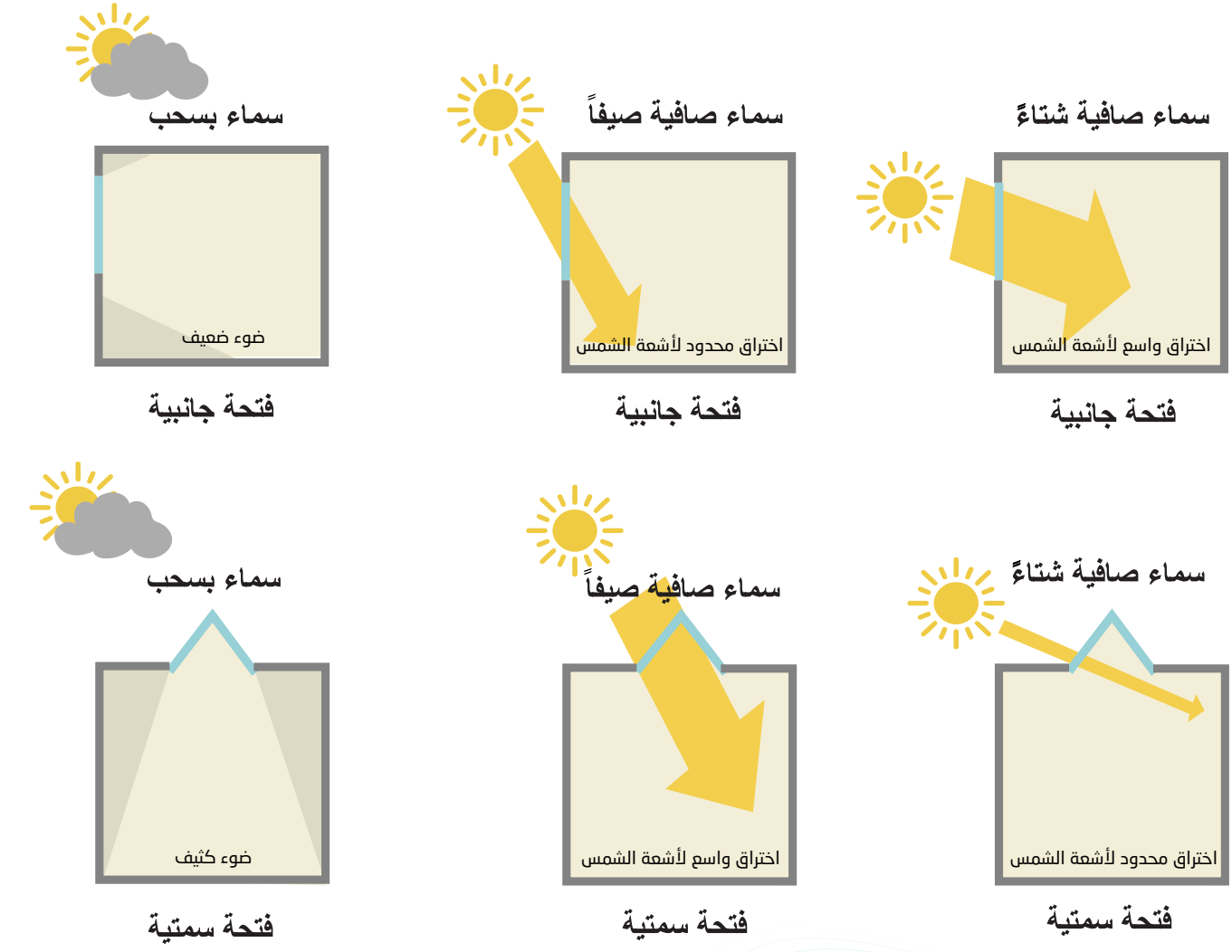


الاعتماد على الإنارة الطبيعية

يساهم الاعتماد على الإنارة الطبيعيّة عند توفّرها في التّقليل من استهلاك الكهرباء، وكذلك في الحفاظ على حالة صحيّة ونفسيّة جيّدة للسكّان.

لتحقيق إنارة طبيعيّة جيّدة للفضاءات الداخليّة للمسكن، يُنصح بألا تقل المساحة الإجماليّة للنوافذ بالنسبة لمساحة الجدار الخارجي الموجودة فيه عن 10 في المائة بالنسبة للفضاءات الخدماتيّة (بيت استحمام، الخ.) وعن 15 في المائة بالنسبة للفضاءات المعيشية (غرفة المعيشة، غرف النوم، مطبخ، الخ.) وذلك مع مراعاة المتطلّبات الفنيّة للتقنين الحراري للمباني السكنيّة في تونس.

على ألا نبالغ في مساحة النوافذ لأن كلفة الطاقة الناتجة عن دخول البرد منها شتاءً والحرارة صيفاً - باستثناء النوافذ المتجهة جنوباً- تفوق في أغلب الأحيان الاستفادة الحاصلة من الإضاءة المضافة.



أخيراً

اسْتشِرْ مختصّاً في المباني المقتصدة للطّاقة فهو قادر على مساعدتك في تصميم مسكن عملي، يكون ملائماً لحاجيّاتك وللمناخ المحلّي لمنطقتك ولميزانيّتك، ويكون كذلك مريحاً ومقتصداً للطّاقة.

كما يساعدك المختصّ في المباني المقتصدة للطّاقة في القيام ببعض الإجراءات المتاحة لتأهيل بيتك القائم لتخفيض استهلاكه للطاقة، وفي نفس الوقت تحسين مستويات الرفاهيّة (الحراريّة، البصريّة، جودة الهواء) التي يوفرها.

لمزيد من الإرشاد في مجال الاقتصاد في الطّاقة في المساكن وبخصوص التشجيعات الماليّة التي تمنحها الدولة في هذا الخصوص، يرجى مراجعة الموقع الإلكتروني للوكالة الوطنيّة للتحكّم في الطاقة (www.anme.nat.tn).

المصادر

الظروف المناخية في تونس على الموقع: www.hikersbay.com/climate/tunisia/tunis.

الجمهوريّة التّونسيّة، الوكالة الوطنيّة للتّحكّم في الطّاقة: «Réglementation Thermique et Energétique des Bâtiments Neufs en Tunisie» - version Janvier 2008.

المجلس الأردني للأبنية الخضراء «دليل إرشادي للسكن الأخضر الميسر» 2017 رقم التصنيف الدولي/ ISBN: 978-9957-8789-1-7، رقم الإيداع: 2/9/4454.

الجمهوريّة التّونسيّة، الوكالة الوطنيّة للتّحكّم في الطّاقة: «Guide pratique de conception de logements économes en énergie» - version Décembre 2004.

22-00603