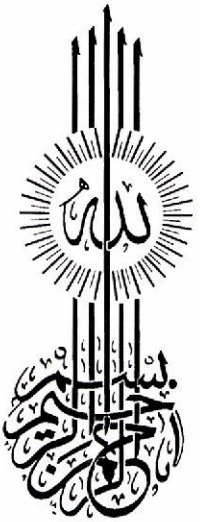

قال تعالى:

« وَ قُل ربّ زدْنـــي علمًا »

«صدق الله العظيم»

العناصر المناخية والتصميم المعماري

تأليف

الدكتور سعيد عبد الرحيم سعيد بن عوف

أستاذ العمارة وعلوم البناء

كلية العمارة والتخطيط - جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع ـ جامعة الملك سعود

ص.ب ٢٤٥٤ الرياض ١١٤٥١ ـ المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤١٨هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
عوف، سعيد عبدالرحيم سعيد
العناصر المناخية والتصميم المعماري .ـ الرياض.
٢٤٠ ص ١٧ × ٢٤ سم
ردمك ٩-٦٦١-٠٥-٩٩٦٠
١-هندسة الإنشاءات ٢-التصميم المعماري
٣-المباني - مواصفات أ-العنوان
ديوي ٦٩٢ ١٨/٢٣٩٣

رقم الإيداع: ١٨/٢٣٩٣
ردمك: ٩-٦٦١-٠٥-٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي وقد وافق على نشره في اجتماعه التاسع عشر للعام الدراسي ١٤١٤/ ١٤١٥هـ الذي عقد بتاريخ ٣/ ١/ ١٤١٥هـ الموافق ١٢/ ٦/ ١٩٩٤م.

مطابع جامعة الملك سعود

شكر وتقدير

الشكر والتقدير لكل من أسهم في هذا العمل المتواضع بصورة مباشرة أو غير مباشرة. الشكر موصول إلى سعادة الدكتور خالد بن عبدالله المقرن عميد كلية العمارة والتخطيط، وسعادة الدكتور إبراهيم الجوير وكيل الكلية، وسعادة مدير الشؤون الإدارية الأخ سليمان الهديان لإتاحتهم الفرصة للاستفادة من الأجهزة والمعدات الخاصة بالكلية. والشكر والتقدير والامتنان إلى أسرة مركز البحوث بكلية العمارة والتخطيط ممثلة في مديرها سعادة الدكتور سلمان السديري ونائبه المهندس محمد المديميغ لمساعدتهم القيمة في الطباعة والتصوير. والشكر موصول إلى كل الزملاء الذين أسهموا بآرائهم وأفكارهم ودعمهم المعنوي الذي كان له أبلغ الأثر. والشكر والتقدير إلى كل قارىء يقوم بمراجعة هذا الكتاب ويقدم النصح المفيد والنقد البناء والهادف، من أجل المصلحة العامة.

والله الموفق

المؤلف

تمهيد

هذا الكتاب محاولة متواضعة من المؤلف لجمع المعلومات والدراسات التي تعنى بأساسيات التصميم المناخي . فيعنى بدراسة العناصر المناخية الرئيسية وأثرها على التصميم المعماري، ومتطلبات الراحة الحرارية للإنسان. والهدف الأساسي من هذا الكتاب هو أن تكون المادة التي يحتويها في متناول طلبة العمارة بالجامعات العربية عامة، وجامعات المملكة العربية السعودية خاصة. ولجعل المعلومات سهلة وواضحة كانت محاولة استعمال التعابير المبسطة إضافة إلى الرسومات التوضيحية. ولقد اعتمد الكتاب على العديد من المؤلفات، والمراجع، والمنشورات التي لها علاقة بالموضوع، وقد تم رصدها في قائمة المراجع. وبما أنّ معظم المراجع المتوافرة حاليا كُتبت باللغة الإنجليزية، فقد كانت هنالك صعوبات جمة في ترجمة الكثير من المصطلحات إلى اللغة العربية. ولمساعدة القارىء العربي كان لا بد من إضافة قائمة تشرح معاني المصطلحات المهمة والتي يصعب شرحها في كلمة أو كلمتين. ولتحقيق هذه الغاية فقد تمت الاستعانة بعدد من قواميس اللغة العربية المتخصصة، وبعض المراجع العربية، وبعض زملائي أساتذة كلية العمارة والتخطيط. وعلى الرغم من المحاولات الجادة، لا يزال هنالك قصور واضح في هذا المجال، والذي نأمل أن يزول بتضافر جهود كل الاختصاصيين في مجال العمارة والتخطيط، والهندسة، وتقنية المباني، واللغة العربية. . . .الخ.

وفي الختام لا بد من التنويه هنا إلى أن هذه هي المحاولة الأولى لإخراج هذا

الكتاب، والذي دون شك يحتوي على نقص هنا وقصور هناك. وإني أستسمح القاريء عن هذا النقص وذلك القصور. وفي سعينا الحثيث نحـــــو الأفضـــل فإني أقدمها دعوة صادقة إلى جميع الباحثين، وأساتذة الجامعات، والمعماريين، وكل من له اهتمام بموضوع هذا الكتاب ألا يبخلوا علينا بآرائهم الهادفة ومقترحاتهم البناءة والتي سوف تجد كل عناية واهتمام .

المؤلف

المقدمة

لاشك أن للمناخ الطبيعي دوره الأساسي في حياة الإنسان. ومنذ أن خلق الله سبحانه وتعالى الإنسان وهو يبحث عن المأوى المناسب والذي يوفر له متطلباته المختلفة ومنها المناخ الملائم الذي يساعده على أداء نشاطاته اليومية على أكمل وجه. وبمرور الزمن تطورت حياة الإنسان ونمت المجتمعات الحضرية وانتشرت المجمعات السكنية وازدادت متطلبات الحياة نتيجة لهذا التطور، وصار الإنسان يهتم ببناء المستشفيات والمصانع والمدارس والأسواق التجارية والمكاتب والأماكن الترفيهية والخدمات الأخرى. وبعد أن كان الإنسان يستعمل المواد التقليدية التي عرفها وتمرس في استعمالاتها وتفهم خصائصها الإنشائية والحرارية ومتطلباتها من الصيانة والنظافة، قدمت التقنية الحديثة مواد أخرى كثيرة ومختلفة لم يتوافر الوقت الكافي لتجربتها، ومثال ذلك الوحدات السابقة الصب أو السابقة التجهيز precast panels من الخرسانة المسلحة أو الصوف الزجاجي أو الجبس... وغيرها والأنواع الحديثة من الزجاج والبلاستيك. وكان لهذه المواد الحديثة أثرها الكبير ودورها المهم في الأداء الحراري للمباني في عهدنا الحاضر. ونظرا لتوافر الطاقة في العديد من البلدان العربية التي خصها سبحانه وتعالي بثروات بترولية هائلة فقد اعتمدت أغلب المباني اعتمادًا كليا على التكييف الميكانيكي للبيئة الداخلية. وللأسف اقتصر دور كثير من المهندسين المعماريين على تصميم المبنى في حين أن المهندس الميكانيكي يقوم بتحديد احتياجات المباني الحرارية و ما يرتبط بها من معدات وأجهزة وتجهيزات التكييف الميكانيكي وهو الأمر الذي يحتاج إلى تقويم. لاشك أن هذه نظرة خاطئة، إذ لابد للمهندس المعماري أن يؤدي دوره كاملاً، من خلال الدراسة والتحليل المتقن لكل العوامل والعناصر المناخية التي تؤثر على المبنى

وتتفاعل معه، وبالتالي تحدد مستوى أدائه الحراري. وعلى ضوء هذه الدراسات يمكن للمعماري التوصل للقرارات التصميمية المناسبة والتي تؤدي إلى التصميم الذي يحترم المناخ الخارجي ويتفاعل معه ويستفيد من خصائصه، ويساعد في تخفيض كلفة التحكم الميكانيكي في المناخ الداخلي أو إلغائها نهائيا.

يتفاعل المبنى مع المناخ الخارجي، ونتيجة لهذا التفاعل يتحدد المناخ الداخلي وبالتالي تتحدد نوعية المعالجة التي يحتاجها المبنى لتوفير المناخ الملائم لحياة الإنسان. يعتمد تفاعل المبنى مع المناخ المحيط به على عدة عوامل أهمها تنسيق الفراغات المحيطة بالمبنى، وشكل المبنى وتشكيله، وتوجيه المبنى، والألوان الخارجيه لغلاف المبنى، والخصائص الحرارية للمواد المستعملة والفتحات؛ مساحتها وموقعها وشكلها. وهنالك الكثير من الدروس والحلول المعمارية الجيدة التي تجمعت عبر التاريخ والتي عكست ملاءمة العمارة التقليدية للمناخ. ويمكن القول إن التصميم المعماري الذي يعالج خصائص العناصر المناخية ويتفاعل معها هو أحد الوسائل الفعّالة في تحقيق الراحة الحرارية والتي تساعد أيضا على ترشيد استهلاك الطاقة في المباني. ويعد غلاف المبنى الخارجي بمثابة خط الدفاع الأول تجاه تأثيرات المناخ الخارجي. ويمكن للمعماري، من خلال الاستعانة بنتائج الدراسات المناخية للموقع، أن يقوم بالتصميم الملائم الذي يساعد في تقليل الاعتماد على التكييف الميكانيكي وذلك بالاستفادة من العوامل الطبيعية للمناخ. إن تخفيض استهلاك الطاقة التي يحتاجها المبنى من أجل تكييف المناخ الداخلي وعلى المدى البعيد يجعل التصميم المعماري الذي يهتم بالخصائص المناخية ويستفيد من الطاقة الطبيعية، أحد البدائل لتخفيض تكلفة استخدام المبنى. إن معظم الحلول التصميمية التي تحترم العناصر المناخية قليلة التكلفة و لا تحتاج إلا لحنكة ومقدرة المصمم المعماري في تفهم هذه العناصر ومن ثمّ اختيار الحلول التصميمية المناسبة لها.

إن التصميم المعماري الذي يلائم المناخ المحيط ويساعد في تخفيض استهلاك الطاقة له أيضا العديد من الفوائد، ومن أهمها أن المبنى الذي يوفر الراحة الحرارية للإنسان بالوسائل الطبيعية يفوق مثيله الذي يعتمد على التكييف الميكانيكي، من مناظير الصحة الفسيولوجية والنفسية إذ يربط الإنسان بالمناخ الخارجي ويوفر له

الراحة النفسية التي قد يفقدها بانغلاقه داخل مبنى معزول تماما عن الطبيعة الخارجية ويعتمد اعتمادا كليا على الإنارة الاصطناعية والتكييف الميكانيكي. وهنالك العديد من الحلول التصميمية التي لها مفعول كبير في تحسين الأداء الحراري للمبنى والتي سوف نتعرض لها في هذا الكتاب.

المؤلف

المحتويات

الصفحة

شكر وتقدير ..... هـ
تمهيد ..... ز
المقدمة ..... ط
قائمة الأشكال ..... ف
قائمة الجداول ..... ث
الفصل الأول : المناخ والتصميم
(١,١) عناصر المناخ الرئيسي ١
(١,١,١) الإشعاع ٢
(١,١,٢) درجة حرارة الهواء ٦
(١,١,٣) حركة الرياح ٦
(١,١,٤) الرطوبة ٨
(١,٢) الخصائص العامة للأقاليم المناخية في العالم ٩
(١,٢,١) المناخ الاستوائي ١٠
(١,٢,٢) المناخ المداري ١١
(١,٢,٣) المناخ المعتدل ١٤
(١,٢,٤) المناخ القطبي ١٥
(١,٣) الخصائص العامة للأقاليم المناخية في الوطن العربي ١٦
(١,٣,١) المناخ الحار الجاف الصحراوي ١٨
(١,٣,٢) المناخ الحار الرطب الاستوائي ١٩
(١,٣,٣) المناخ الحار الرطب المداري الساحلي ٢٠

الصفحة

(١,٣,٤) المناخ المداري للمرتفعات ٢٠
(١,٣,٥) المناخ المعتدل الدافيء ٢١
(١,٤) التصميم المناخي ٢١
(١,٤,١) التصميم المناخي للمناطق الباردة ٢٦
(١,٤,٢) التصميم المناخي للمناطق الحارة ٢٨
(١,٤,٣) السعة الحرارية لمواد البناء ٢٩
(١,٤,٤) التهوية الطبيعية ٣٠
(١,٤,٥) التبريد بواسطة التبخر ٣٢
(١,٤,٦) التصميم المناخي لمدينة الرياض ٣٢

الفصل الثاني: المناخ والإنسان

(٢,١) الاتزان الحراري ٣٩
(٢,٢) تنظيم الحرارة ٤٠
(٢,٢,١) التبادل الحراري بواسطة الإشعاع ٤٣
(٢,٢,٢) التبادل الحراري بواسطة الحمل ٤٤
(٢,٢,٣) فقدان الحرارة بواسطة التبخر ٤٥
(٢,٣) اختلال الاتزان الحراري ٤٧
(٢,٤) إحساس الإنسان بالحرارة ٤٩
(٢,٤,١) معيار درجة الحرارة الفعّالة ٥٠
(٢,٤,٢) معيار درجة الحرارة الفعّالة المصححة ٥٢
(٢,٤,٣) محصلة درجة الحرارة ٥٢
(٢,٤,٤) درجة الحرارة الفعّالة القياسية ٥٥
(٢,٤,٥) معيار درجة الحرارة المتكافئة ٥٧
(٢,٥) الراحة الحرارية ٥٨
(٢,٥,١) منطقة الراحة الحرارية ٥٨
(٢,٥,٢) معادلة الراحة الحرارية ٦١

الصفحة

الفصل الثالث: الخصائص الحرارية لمواد البناء

(٣,١) التوصيل الحراري ٧٢
(٣,٢) الإشعاع ٨٠
(٣,٢,١) المواد غير المنفذة للإشعاع ٨٠
(٣,٢,٢) المواد المنفذة للإشعاع ٨٥
(٣,٣) الحَمْل الحراري ٩٠
(٣,٣,١) مسببات الحَمْل الحراري ٩٠
(٣,٣,٢) انتقال الحرارة عبر الفراغات الهوائية ٩٣
(٣,٤) السعة الحرارية ٩٦
(٣,٥) العزل الحراري ٩٩
(٣,٥,١) خصائص المواد العازلة ١٠٣
(٣,٥,٢) موقع العازل الحراري ١٠٤
(٣,٥,٣) معامل انتقال الحرارة الكلي ١٠٨
(٣,٥,٤) حساب معامل انتقال الحرارة الكلي ١٠٩

الفصل الرابع: التظليل وكاسرات الشمس

(٤,١) حركة الشمس ١١٧
(٤,٢) كاسرات الشمس ١١٩
(٤,٢,١) تحديد زوايا الشمس ١٣٧
(٤,٢,٢) تحديد الفترة الحارة ١٤٩
(٤,٢,٣) متطلبات التظليل لمدينة الرياض ١٥٦

الفصل الخامس: التهوية الطبيعية

(٥,١) فوائد التهوية الطبيعية ١٦٧
(٥,١,١) التهوية الطبيعية من أجل صحة الإنسان ١٦٨
(٥,١,٢) التهوية الطبيعية من أجل الراحة الحرارية ١٧١
(٥,٢) حركة الهواء ١٧٤

الصفحة

(٥,٢,١) حركة الهواء داخل المباني نتيجة لقوة الدفع الحراري ١٧٥
(٥,٢,٢) حركـــة الهواء داخل المباني نتيجة لقوة الدفـع من تيـار الهواء الخارجي ١٧٨
(٥,٣) العناصر التصميمية التي تساعد على التحكم في التهوية الطبيعية ١٨١
(٥,٣,١) توجيه الفتحات وعلاقته باتجاه تيار الهواء الخارجي ١٨٤
(٥,٣,٢) مساحة النافذة ١٨٦
(٥,٣,٣) التهوية العرضـــية ١٨٨
(٥,٣,٤) التهوية العرضـــية المُسْتَحثَه ١٩٠
(٥,٣,٥) الموقع الرأسي للنافذة ١٩١
(٥,٣,٦) تصميم وطريقة فتح النافذة ١٩٣
(٥,٣,٧) تصميم الفواصل الداخلية ١٩٥
(٥,٣,٨) الشبك السلكي للحماية من الحشرات ١٩٥
(٥,٣,٩) التخطيط العام للمواقع وعلاقته بالتهوية الطبيعية ١٩٧
(٥,٤) الملاقف الهوائية ٢٠١
(٥,٥) وحدات التهوية الطبيعية ٢١٤
الملاحق **٢١٧**
اختيار أجهزة التبريد والتدفئة ٢١٧
المراجـــع **٢٢٣**
ثبت المصطلحات **٢٢٧**
عربي - إنجليزي ٢٢٧
إنجليزي - عربي ٢٣٢
كشاف الـموضوعات ٢٣٩

قائمة الأشكال

رقم الشكل	العنـــــــــــــوان	الصفحة
(١,١)	الإشعاع الشمسي نحو الأرض	٤
(١,٢)	تقسيمات الإشعاع الشمسي	٥
(١,٣)	تباين حركة الرياح نتيجة لتباين درجات الحـرارة بين الماء واليابس	٧
(١,٤)	التقسيمات المناخية للوطن العربي	١٧
(١,٥)	المخطط البياني الحيوي المناخي	٢٢
(١,٦)	تقسيمات بياني خواص الهواء	٢٥
(١,٧)	التهوية الطبيعية في المناطق الإستوائية	٣١
(١,٨)	بياني خواص الهواء لمدينة الرياض	٣٥
(٢,١)	درجة حرارة الأنسجة الداخلية لجسم الإنسان وعلاقتها بدرجة حرارة المناخ المحيط	٤١
(٢,٢)	التبادل الحراري بين الإنسان والمناخ المحيط	٤٢
(٢,٣)	بياني درجة الحرارة الفعّالة	٥١
(٢,٤)	بياني درجة الحرارة الفعّالة المصححة	٥٣
(٢,٥)	بياني محصلة درجة الحرارة	٥٤
(٢,٦)	بياني درجة الحرارة الفعّالة القياسية	٥٦

رقم الشكل	العنـــــــــــــوان	الصفحة

(٣,١)	كيفية تدفق الحرارة عبر الحائط	٧٤
(٣,٢)	التدرج الحراري	٧٨
(٣,٣)	تحديد درجة الحرارة التي يحدث عندها التكاثف	٧٩
(٣,٤)	الأشعة الساقطة على الأسطح غير الشفافة	٨٤
(٣,٥)	نفاذ الأشعة خلال المسطحات الزجاجية	٨٦
(٣,٦)	العلاقة بين نفاذ الأشعة وزوايا سقوط أشعة الشمس	٨٨
(٣,٧)	تيار الحَمْل الطبيعي	٩٢
(٣,٨)	تدفق الحرارة خلال الفراغ الهوائي الأفقي المغلق	٩٦
(٣,٩)	مفعول السعة الحرارية على تدفق الحرارة	٩٩
(٣,١٠)	مفعول العزل الحراري على درجة حرارة الهواء	١٠٥
(٣,١١)	حماية العازل الحراري	١٠٦
(٣,١٢)	العلاقة بين تكلفة العزل الحراري وتكلفة التكييف	١٠٩
(٣,١٣)	قطاع لحائط يحتوي على فراغ هوائي	١١٠
(٤,١)	حركة الأرض حول الشمس وحول محورها	١١٨
(٤,٢)	التظليل بواسطة الأشجار وتصميم المبنى	١٢١
(٤,٣)	مفعول الزجاج العاكس على المباني المجاورة	١٢٣
(٤,٤)	كاسرات الشمس الداخلية	١٢٣
(٤,٥)	توجيه الفتحات على الواجهتين الشرقية والغربية	١٣١
(٤,٦)	تصميم الكاسرات الأفقية والعمودية	١٣٢
(٤,٧أ)	أمثلة من الكاسرات المختلفة	١٣٣
(٤,٧ب)	أمثلة من الكاسرات المختلفة	١٣٤
(٤,٨)	أداء الكاسرات الأفقية والعمودية والمزدوجة	١٣٦

رقم الشكل العنـــــــــــــوان الصفحة

(٤,٩) زوايا الشمس العمودية والأفقية ١٣٨
(٤,١٠) زوايا الشمس وزوايا الظلال الأفقية والعمودية ١٤٠
(٤,١١) طريقة رسم الأقواس التي تمثل مسار الشمـــس ١٤٢
(٤,١٢) طريقة رسم الأقواس التي تمثل الزمن ١٤٤
(٤,١٣) طريقة رسم منقلة الظلال ١٤٦
(٤,١٤) منقلة الظلال ١٤٧
(٤,١٥) تحديد زوايا الشمس ١٤٨
(٤,١٦) الخطوط الكنتورية لدرجات الحرارة المتساوية لمدينة الرياض . ١٥١
(٤,١٧) بياني حساب درجات الحرارة خلال ساعات اليـــوم ١٥١
(٤,١٨) متطلبات التظليل ١٥٣
(٤,١٩) تحديد الفترات الحارة، والباردة، والمعتدلة لمدينة الرياض ... ١٥٥
(٤,٢٠) التباين في متطلبات التظليل ١٦١
(٤,٢١) تظليل الفتحات على الواجهة الجنوبية بواسطة
الكاسرة الأفقية ١٦٣
(٤,٢٢) تظليل الفتحات على الواجهة الجنوبية بواسطـة
الكاسرات المزدوجة ١٦٤
(٤,٢٣) تظليل الفتحات على الواجهة الشمالية ١٦٥
(٥,١) متطلبات التهوية الطبيعية في المباني ١٦٨
(٥,٢) التهوية الطبيعية أثناء الليل ١٧٤
(٥,٣) حركة الهواء في حالة وجود نافذتين في نفس الواجهة ... ١٧٧
(٥,٤) توزيع ضغط الهواء حـول المبنى ١٨٠
(٥,٥) مفعول الأشجار على حركة الهواء وتسربه إلى الداخل ... ١٨٣

رقم الشكل العنـــــــــــــوان الصفحة

(٥,٦) حركة الهواء عندما يكون مخرج الهواء خارج الخط الأساسي للمدخل ١٨٥
(٥,٧) مفعول زاوية دخول الهواء على سرعته وتوزيعه داخل حجرة لها نافذة واحدة ١٨٦
(٥,٨) التهوية المعترضة ١٨٩
(٥,٩) زيادة سرعة الهواء بواسطة الأجزاء البارزة من النافذة ١٩٠
(٥,١٠) الموقع الرأسي للنافذة وأثره على حركة الهواء ١٩١
(٥,١١) أثر اتجاه وموقع دخول وخروج الهواء ١٩٢
(٥,١٢) النظم الرئيسية لفتح وتثبيت النافذة وأثرها على توزيع الهواء ١٩٤
(٥,١٣) النمط العام لحركة الهـواء نتيجة للفواصل الداخلية ١٩٦
(٥,١٤) التباين في سرعة الهواء نتيجة للفواصل الداخلية ١٩٧
(٥,١٥) تدرج سرعة الهواء نتيجةً للتباين في طبوغرافيـة سطح الأرض ١٩٨
(٥,١٦) عرض المبنى وأثره على حركة الرياح ١٩٩
(٥,١٧) مفعول موقع الأشجار على حركة الهواء ٢٠٠
(٥,١٨) الملقف الهوائي الذي أُستعمل في المناطق الحارة الجافة ٢٠٣
(٥,١٩) الملقف الهوائي الذي أُستعمل في مصر ٢٠٤
(٥,٢٠) الملقف الهوائي الذي استعمل في العراق ٢٠٦
(٥,٢١أ) الملقف الهوائي المتعدد الاتجاهات في إيـران ٢٠٧
(٥,٢١ب) الملقف الهوائي المتعدد الاتجاهات في إيران ودولة الإمارات العربية المتحدة ٢٠٨

رقم الشكل العنـــــــــــــوان الصفحة

(٥,٢٢) الملقف الهوائي الذي كان يستعمل لتبريد الميـاه ٢٠٩
(٥,٢٣) الملقف الهوائي الذي كان يستعمل في أفغانستان ٢١٠
(٥,٢٤) الملقف الهوائي الذي كان يستعمل لتهوية المنازل في الباكستان ٢١١
(٥,٢٥) الملقف الهوائي الذي أُستعمل لتهوية فيلا حديثـة بالمملكة العربية السعودية ٢١٢
(٥,٢٦) الملقف الهوائي لمبنى النيل للاحتفـالات بالأقصر- مصر ٢١٣
(٥,٢٧) وحدات التهوية الطبيعية التي انتشر استعمالها في المباني الصناعية المعاصرة ٢١٥

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
(١,١)	معدلات الحرارة والرطوبة لمدينة الرياض	٣٦
(١,٢)	منطقة الراحة الحرارية لبعض الأقطار	٦٠
(٢,٢)	معدل إنتاج الحرارة نتيجة للتفاعل الحيوي	٦٦
(٢,٣)	معامل العزل الحراري ونسبة التغطية للملابس	٦٩
(٣,١)	معامل الامتصاص والانبعاث لبعض المواد والألوان	٨٢
(٣,٢)	الخصائص الفيزيائية للزجاج العادي والملون والعاكس	٩٤
(٣,٣)	معامل التوصيل الحراري للفراغات الهوائية	٩٦
(٣,٤)	الموصلية الحرارية والكثافة والسعة الحرارية	٩٨
(٣,٥)	حساب معامل انتقال الحرارة الكلي للحائط المجوَّف	١١٢
(٣,٦)	معامل مقاومة السطح الخارجي	١١٣
(٣,٧)	معامل مقاومة السطح الداخلي	١١٣
(٣,٨)	نماذج من المقاومة الحرارية للفراغات الهوائية	١١٥
(٣,٩)	الخصائص الحرارية الفيزيائية لبعض مواد البناء	١١٦
(٣,١٠)	معامل انتقال الحرارة الكلي للمباني السكنية	١١٦
(٤,١)	كاسرات الشمس الثابتة والمتحركة وخصائصها	١٢٤
(٤,٢)	الحد الأدنى لمنطقة الراحة الحرارية	١٥٢
(٤,٣)	نصف القطر وبُعد مركز الأقواس	١٥٧
(٤,٤)	بيانات الأقواس التي تمثل الزمن	١٥٧

رقم الجدول	العنوان	الصفحة

(٤,٥) بيانات الدوائر التي تمثل الزوايا العمودية ١٥٨
(٥,١) معدلات التهوية الطبيعية للفراغات الداخلية ١٧٠
(٥,٢) مفعول زيادة مساحة النافذة على سرعة الهواء ١٨٧
(٥,٣) مفعول تغيير مساحة نافذتي دخول وخروج الهواء على متوسط سرعته ١٨٧
(٥,٤) مفعول التهوية العرضية على سرعة الهواء الداخلي ١٨٩