زوايا ظل الشمس المهندس المعماري

عبد السلام فرمان

جامعه بغداد /معهد التخطيط الحضري

خلاصة البحث

غالبا ما تمثل أشعة الشمس الداخلة عبر الشبابيك اكبر مصدر للكسب الحراري إلى داخل المبنى حيث تحتجز الحرارة في الداخل بسبب ظاهرة البيوت الزجاجية إن وقاية الشبابيك من أشعة الشمس تعتبر من أهم الطرق الفعالة بيد المهندس المعماري من اجل تقليل كمية الكسب الحراري هذا.

وان الحاجة للحماية كبيرة جدا في دولة الإمارات المتحدة ذات المناخ الصحراوي الساحلي الحار. ولكننا نجد عزوفا من جانب المهندسين المعماريين عن هذه الناحية البيئية في التصميم . ويعزى هذا أولا لعدم توفر البيانات المحلية بسهولة من جهة ولتعقيد الطرق المستخدمة من جهة أخرى ، وثانيا الانتشار المفهوم الخاطئ بان تكييف الهواء للمبنى يعني عدم الحاجة للوقاية من الشمس أو عدم أهمية ذلك.

إن هدف هذا البحث هو تبسيط الموضوع وتشجيع المهندسين على رعاية هذه الناحية المهمة من العملية التصميمية مع تهيئة البيانات المنشورة وغير المنشورة الخاصة بذلك.

بالاستناد على زوايا سقوط أشعة الشمس لخط عرض يمثل دولة الإمارات وحسب توقيتها المحلي الرسمي تم تهيئة العديد من الجداول المفيدة للمعماري المصمم أولها يحتوى على اتجاه وطول الظلال في كل ساعة ولكل شهر. وكذلك عددا من الجداول الخاصة بزوايا الضلال لمباني ذات توجيهات مختلفة في الإمارات. وبالاضافه لذلك واستناد على درجات الحرارة والرطوبة لكل ساعة ليوم يمثل كل شهر تم رسم شبكة درجات الحرارة المؤثرة للإمارات مع تحديد خط ضرورة الوقاية من الشمس . وأخيرا تثبيت هذه المعلومات على رسم مسارات الشمس حسب الساعة والشهر . وذلك لشرح مفهوم الفترة شديدة الحرارة بالنسبة للأمارات ولتسهيل استعمال منقلة الظلال معها مستقبلا عند الحاجة .

SUN SHADOW ANGLES FOR ARCHITECTCS With special reference to The UAE

BSTRACT

Often the greatest source of heat gain is the solar radiation entering through windows. Heat is then trapped in; because of the "greenhouse effect" shading the windows is one of the most effective method within the reach of the architect for reducing this heat gain. This is nowhere more necessary than in a country like the U.A.E. but we find the architects here often ignoring this important environmental aspect of design. This is partly due to the lack of relevant local meteorological data plus the complexity of the procedure involved ;and partly due to the misconception that such aspect looses much of its significance when the building is air conditioned .

The aim of this paper is to simplify the issue and promote greater attention to this aspect by architect designing for the U.A.E.

Based on the solar azimuth and altitude angles for the U.A.E. for the representative latitude related to local civil time, a number of useful tables to the architect have been prepared . One gives the hourly shadow angles and direction for each month. Then a set of tables to define the shadow angles for buildings of various possible orientations.

In addition effective temperature isopleth for the U.A.E. has been constructed, with the shading line definded on both the isopleths and the solar charts. This is done in order to give greater insight into the overheated period of the U.A.E., and facilitate future possible use of shadow protractor, when necessary.

المقدمة.

أهمية زوايا الظلال ، وأهداف البحث:

تقع دراسة حركة الشمس وإشعاعاتها على جانب كبير من الأهمية للمهندس المعماري حيث ان لها تأثيرات كبيرة على المباني وتصميمها بصورة عامة على وجه الخصوص في المناطق الصحراوية على سواحل البحار الحارة مثل منطقة الخليج العربي ذات الفصلين المناخين فقط الأول حارا صيفا والثاني حار باعتدال شتاء مع ارتفاع نسبة الرطوبة النسبية في كلا الفصلين . ويعتبر هذا النوع من أصعب أنواع المناخ في العالم بالنسبة للإنسان.

ان الإشعاع الشمسي يؤثر على المباني اما بدخوله إياها من الفتحات كالشبابيك مثلا بطريقة الإشعاع واما بتسرب الحرارة من الخارج الى الداخل عبر الغلاف الخارجي (وبضمنه زجاج الشبابيك) بطريقة التوصيل الحراري بالإضافة لما للحمل من الدور، ولكن بامكان المهندس المصمم ان يلعب دورا كبيرا في التأثير على هاتين الطريقتين ، حيث ان انتقال الحرارة عبر الشبابيك يتأثر بتوجيه المبنى بالنسبة للاتجاهات الاربعه وكذلك بمساحه الشباك ونوع الزجاج وطبقاته .بالإضافة الى

الحماية بواقيات الشمس . كما ان قدرة الواقية على الحماية من الشمس تتغير بتغير موضع الشمس بالنسبة لفتحة الشباك المطلوب حمايته عبر الفصول وعبر ساعات النهار . وعليه فمن المهم جدا ان يتمرس المهندس المعماري بكل ما يؤثر في ذلك لاجل تصميم الواقيات الملائمة خاصة للفترات الأشد حرارة.

ولا يضير هذه الأهداف في شيء اذا ماكان المبنى مكيف الهواء ام لا. حيث ان اي تخفيض في الكسب الحراري للمبنى سوف ينعكس حتما في تخفيض حمل التكييف مما يعني الاقتصاد بالوقود والحفاظ على الطاقة وفي اغلب الحالات تعتبر الشبابيك اكبر مدخل للحرارة لداخل المبنى ، لذا فان إيه حماية لها من إشعاع الشمس تعتبر احسن فرصه لتقليل الحرارة الداخلية للمبنى.

ان التظليل الامثل للشبابيك يمكن ان يتم بواسطة التصميم الصحيح للواقيات الشمسية . وهذا يتم اولا عن طريق تحديد زوايا الظلال الأفقية والعمودية للأشهر المختلفة من السنة وللساعات المختلفة من النهار. ولكن لأجل تحديد هذه الزوايا يجب علينا اولا معرفة زوايا سقوط أشعه الشمس بنوعيها الأفقية والعمودية خلال اشهر السنة وساعات النهار . وثانيا"يجب معرفة توجيه واجهات المبنى بالنسبة للجهات الأربع .

ان تحديد زوايا الظلال ليس مفيدا لتصميم الواقيات الملائمة للشبابيك الموجودة فعلا" فحسب بكل يمكن استغلال ذلك كأداة تصميم فعالة تؤثر في اختيار التوجيه الامثل للمبنى في ضوء الفرص المتاحة للمصمم ، وكذلك تهيىء للمصمم الخيارات المعمارية العديدة في تصميم الواجهات مع الاحتفاظ بدرجة الوقاية المطلوب للشبابيك.

هناك العديد من الطرق الحسابية او المرسومة التي تستخدم لتحديد زوايا الظلال للمباني ، ولكن غالبا" ما يجد المهندس المعماري صعوبة في الحصول على المصادر التي تساعده في تطبيق ذلك بالرغم من فهمة العام لهذا الجانب والمفترض فيه ان يعرفه. فهناك الكثير من المعلومات المناخية المحلية والمعرفة النظرية والعملية يحتاجها المهندس المصمم بسرعة ولكن كثرة انشغاله بجوانب التصاميم الأخرى العديدة تلهية عن الاهتمام بهذا الموضوع كما ان عدم وعي صاحب العمل لا تجعله يصر على المتابعه .ان أكثر الطرق شيوعا عادة هي الطرق المرسومة والتي تشمل الخطوات التالية مع ما يصحبها من سلبيات:

1- بعد تحديد خط العرض لمنطقة الموقع المطلوب يجب الحصول على رسم خطوط مسارات الشمس الخاصة بخط العرض هذا . واذا لم يوفر ذلك فعلينا اخذ الرسم الخاص باقرب خط عرض اخر للخط المطلوب.

ولذا فغالبا ما يضطر المصمم لاخذ رسم خطوط مسارات الشمس لخطوط عرض بعيدة عن الخط المقصود ، وكذلك غالبا" ما تكون مرسومة رسما صغيرا يؤدي الى ضرورة التقريب التقديري في عملية قراءة قيم زوايا سقوط أشعة الشمس الأفقية العامودية في الأشهر المختلفة والساعات المختلفة كذلك.

2- ان رسم خطوط مسارات الشمس لخط عرض معين يكون عادة موضوعا حسب التوقيت الظاهري للشمس* محليا وليس حسب التوقيت المحلي الرسمي او العادي للدولة وهو التوقيت المستعمل محليا". وقد يودي ذلك الى بعض الارتباك عند الحاجة لتحديد زواية الظل لساعة معينة من النهار، حيث يستوجب ذلك تحويل التوقيت المحلي الى التوقيت الشمسي ويعتمد ذلك على تحديد خط الطول للمنطقة المقصودة ، والتوقيت المحلي العادي للبلاد وكذلك على قيمة ثابتة بالنسبة للشهر تدعى معادلة الوقت (المصدر :1 ص 36) وتختلف هذه القيمة باختلاف اشهر السنة.

3-في حالة استخدام الطريقة المرسومة لتحديد زوايا الظلال فيجب توفر المنقلة الخاصة بزوايا الظلال مرسومة على قطعة شفافة وبنفس حجم رسم خطوط مسارات الشمس المقصودة لاجل استعمالها معا بعد تطابق مركزيهما . وحتى بعد توفر هاتين الأداتين فلا بد من قراءة قيمة زوايا الظلال بشكل تقريبي وهذا بالإضافة الى ان التوقيت المستعمل يختلف عن التوقيت المحلي كما بينا ذلك أعلاه.

وبصورة عامة فان معظم السلبيات المذكورة أعلاه نابعة من كون الطريقة عامة تشمل كل المناطق بخطوط العرض المختلفة في العالم وقد أدى ذلك للتضحية بالبساطة والدقة وهذا ما لم يشجع على انتشار هذه الطريقة وبالتالي إهمال هذا الجانب البيئي المهم في العملية التصميمية بالرغم من أهميتها بالنسبة لدولة الأمارات العربية المتحدة مثلا".

ومن هذا المنطلق جاء الهدف من هذا البحث وهو تهيئة طريقة تطبيقية مبسطة بواسطة الجداول لتحديد زوايا الظلال من قبل المهندس المعماري للمباني بالاتجاهات المختلفة من دون التضحية بالدقة حيث يعتمد على المعلومات المناخية المحلية ومحسوبة خصيصا لهذا البلد ولا تدعى عمومية التطبيق بالرغم من أنها تشرح ذلك لمن يريد التطبيق في مناطق ومجالات أخرى عند الحاجة.

الاساس النظري لحركة الشمس الظاهرية بالنسبة للارض:

ان من اهم العوامل الي تحدد كميه أشعة الشمس التي تتلقاها نقطة ما على الأرض هو الموقع الظاهري للشمس بالنسبة للفصل وساعة النهار . كما ان موقع الشمس هذا في اي وقت يتحدد بزاويا

* التوقيت الظاهري للشمس هو التوقيت الزوالي أي ان الظهر يكون في الساعة الثانية عشر في ذلك الموقع الجغرافي.

سقوط أشعة الشمس على الأرض وهما : الزاوية الأفقية ونرمز لها بالحرف "ق" والزاوية العمودية ونرمز لها بالحرف "ع".

ان الزاوية "ق" هي الزاوية الأفقية التي تقاس من خط الشمال او الهاجرة اي منتصف النهار وباتجاه عقارب الساعة اما الزاوية "ع" فهي محصورة بين أشعة الشمس والمسطح الأفقي الذي يشمل دائرة الأفق.

ان هاتين الزاويتين لمنطقة محددة تتأثران بالتغيرات الموسمية لعلاقة الشمس بالكرة الأرضية . وهذا ناتج بصورة رئيسية عن كون محور دوران الأرض حول نفسها مائلا بشكل ثابت على مسطح مدار الأرض البيضوي حول الشمس بزاوية قدرها 66.5 درجة اي بـ 23.5 درجة عن العمودي (المصدر :1 ،ص 24و2و4).

وكنتيجة لهذا الوضع المائل نرى ان المنطقة التي تسقط عليها اشد أشعة شمسية وهي العمودية على سطح الأرض يختلف موقعها بين مدار السرطان شمالا ومدار الجدي جنوبا اي بين خطي عرض 23.5 شمالا وجنوبا وحسب الموسم . ويكون ذلك في 21 من الشهر السادس وهو أطول نهار في نصف الكرة الشمالي ، وفي 22 من الشهر الثاني عشر تكون الشمس عمودية على مدار الجدي وهو أطول نهار في نصف الكرة الجنوبي واقصرة في 21 من الشهر الثالث وثانية في 23 من الشهر التاسع وفي هذين اليومين بتساوي كل من الليل والنهار ومن هذا تظهر أهمية الأيام 21،22،23 من هذه الأشهر .

اختيار خط العرض الذي يمثل دولة الأمارات العربية المتحدة :

ان للبعد عن خط الاستواء اي لقيمة خط العرض تأثيرا على قيم الزوايا الأفقية والعمودية لسقوط أشعة الشمس ، لذا فلكل خط عرض معين زوايا مختلف للأشعة . وبما ان دولة الأمارات العربية المتحدة تقع بين الخطين 32.58 و 26.00 درجة شمالا وذلك من أقصى الجنوب الى أقصى الشمال ماعدا بعض الجزر في الخليج ، لذا فان بالامكان تحديد خط عرض واحد ليمثل البلاد ككل وقد يكون ذلك هو المعدل اي خط 24.25 درجة شمالا . ولكن هناك عاملا" اخرا" يؤثر في تحديد هذا الخط وهو ان الخط المنتخب يجب ان يكون الأقرب للغالبية العامة لسكان المستوطنات البشرية لإمكانية الاستفادة القصوى من زوايا الظلال عند تصميم المباني .وبما ان جميع مدن الأمارات والغالبية العظمى لقراها تقع شمال خط عرض 24 درجة شمالا (المصدر :3 ، ص 166) . لذا

فان اغلب سكان الأمارات بمدنها وقراها وفعاليات البناء فيها تنحصر بين 24و26 درجة شمالا . ويشمل ذلك من خط جنوب خط مدينتي العين في ابو ظبي جنوبا" وحتى راس الخيمة شمالا" ، وتحتضن هذه المنطقة ما لا يقل عن 95% من سكان الأمارات*

وبما ان المطلوب هو اختيار خط عرض واحد يمثل الأمارات لغرض زوايا الظلال اذا" فهو خط 25 درجة شمالا وهذا يتطابق على وجه التقريب مع خط عرض مدينة دبي وهو 25.15 درجة شمالا" ولاحتمال توفر المعلومات المناخية المطلوبة لهذه المدينة لذا تم اختيار خط العرض هذا ممثلا للأمارات حيث لا تبعد عنه ايه مستوطنة بشرية ذات شأن أكثر من درجة واحده.

زوايا سقوط اشعة الشمس حسب الشهر والساعة في دولة الأمارات العربية المتحدة:

المطلوب الان تحديد زوايا سقوط أشعة الشمس الأفقية منها والعمودية لمدينة دبي اي خط عرض 25.15 درجة شمالا" . وهناك ثلاث طرق متاحة للحصول على ذلك:

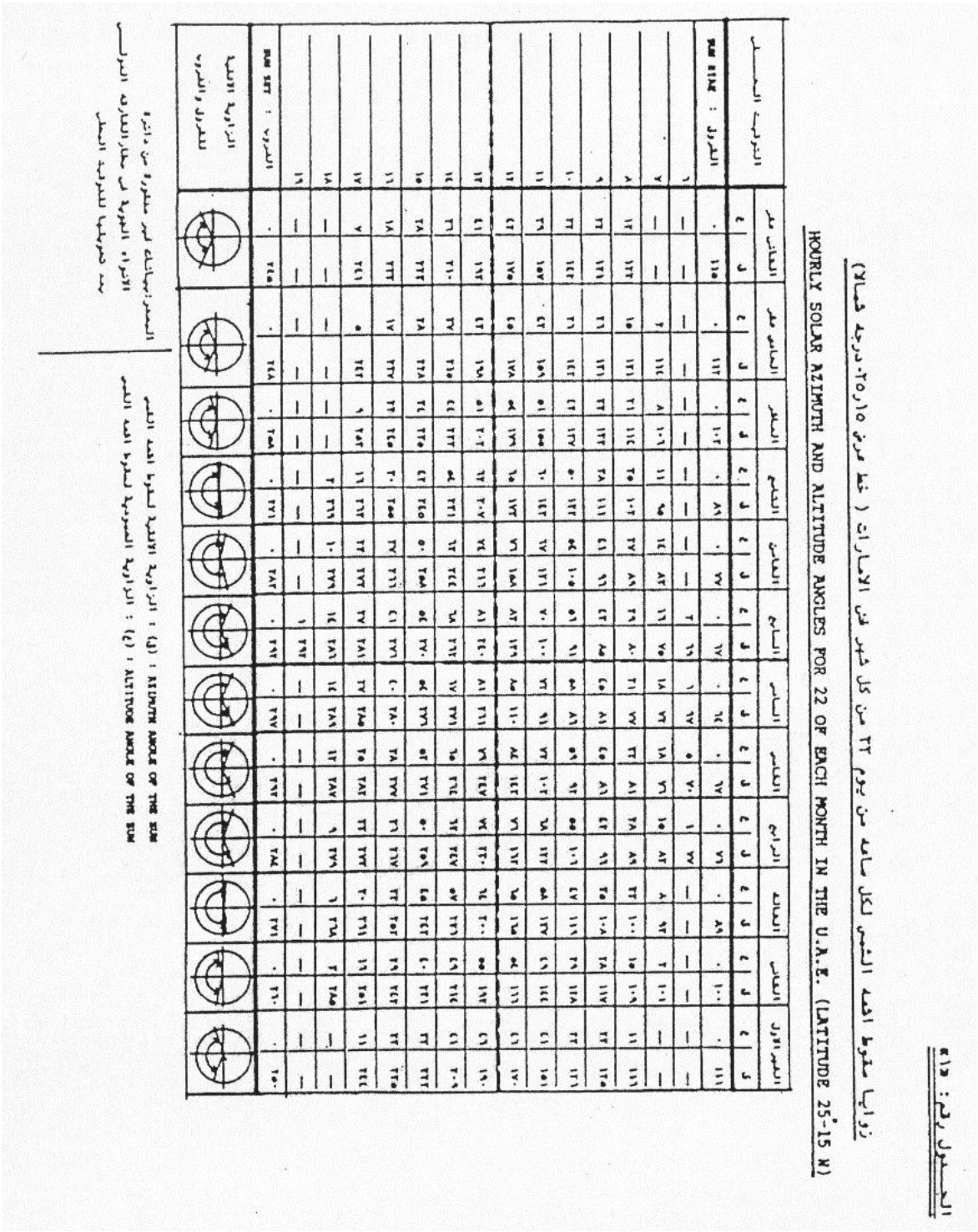
أ- قراءة قيم الزوايا من الجداول المنشورة لبعض خطوط العرض (المصدر :4 ،ص:58-1) ولعدم توفر قيم الزوايا من الجدول المنشور لبعض خطوط العرض 25 درجة شمالا" لذا استوجب ذلك عملية استيفاء لتحديد القيمة المجهولة المحصورة بين قيمتين معروفتين وهذا يعني ان التقريب في القيم يلعب دورا" في العملية. هذا عدا كون التوقيت المستعمل في هذا الجداول هو التوقيت الظاهري للشمس وليس التوقيت المحلي.

ب-قراءة قيم الزوايا من رسم خطوط مسارات الشمس لأقرب خط عرض للخط 25 درجة شمالا" .ففي اغلب الحالات لا يكون المتوفر هو الرسم الخاص بـ25 درجة شمالا" (المصدر :1 ،ص: 85-2 ،ص: 98-5 ،ص:8) . وحتى في حالة توفر الرسم لخط العرض هذا (المصدر :6 ، ص: 27)فلا يزال هناك نوعا من التقديرات المقربة عند قراءة قيم الزوايا من الرسم نفسه بالإضافة لاستعمال التوقيت الشمسي وليس المحلي العادي كما سبق ذكر.

ج- القياس الفعلي لزوايا موقع الشمس عند كل ساعة من ساعات النهار ليوم يمثل كل شهر من اشهر السنة . وقد لجا الباحث لقسم الأنواء الجوية في مطار الشارقة الدولي لعدم توفرها في مطار دبي الدولي . وبذا فقد توفرت الزوايا المطلوبة ولكن حسب توقيت كرنتش .

وقد تم اختيار يوم 23 من الشهر كيوم ممثل لكل شهر وذلك نسبة لما لهذا التاريخ من أهمية كما ورد ذكره سابقا وقد تم تحويل توقيت كرنش الى التوقيت المحلي العادي (الجدول رقم 1)

* حسابات الباحث استنادا" على نتائج التعداد العام للسكان سنة 1981 م. الإدارة العامة للإحصاء -وزارة التخطيط- دولة الإمارات العربية المتحدة .



الجدول رقم: (1)

زوايا سقوط اشعه الشمس لكل ساعه من يوم ٢٢ من كل شهر في الامارات (خط عرض ٢٥ر١٥ درجه شمالا)

HOURLY SOLAR AZIMUTH AND ALTITUDE ANGLES FOR 22 OF EACH MONTH IN THE U.A.E. (LATITUDE 25°-15 N)

الشهر الاول		الثاني		الثالث		الرابع		الخامس		السادس		السابع		الثامن		التاسع		العاشر		الحادي عشر		الثاني عشر		التوقيت المحلي
ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	AM 11٨٤ : الشروق
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	٦
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	٧
١١١	١٠٠	١١٤	١٠١	١١٧	١٠٩	١٢٠	١١٥	١٢٢	١١٩	١٢٣	١٢٠	١٢٢	١١٩	١٢٠	١١٧	١١٦	١١٣	١١٠	١٠٧	١٠٣	١٠٠	٩٧	٩٤	٨
١١١	١٠١	١١٤	١٠٣	١١٧	١١١	١٢٠	١١٧	١٢٢	١٢٠	١٢٣	١٢٢	١٢٢	١٢٠	١٢٠	١١٨	١١٦	١١٤	١١٠	١٠٨	١٠٤	١٠١	٩٨	٩٥	٩
١١٠	٩٩	١١٣	١٠٢	١١٦	١١٠	١١٩	١١٧	١٢١	١١٩	١٢٢	١٢١	١٢١	١١٩	١١٩	١١٧	١١٥	١١٣	١١٠	١٠٨	١٠٤	١٠١	٩٨	٩٥	١٠
١٠٩	٩٨	١١٢	١٠١	١١٥	١٠٩	١١٨	١١٦	١٢٠	١١٨	١٢١	١٢٠	١٢٠	١١٨	١١٨	١١٦	١١٤	١١٢	١٠٩	١٠٧	١٠٣	١٠٠	٩٧	٩٤	١١
١٠٧	٩٦	١١٠	٩٩	١١٤	١٠٧	١١٦	١١٤	١١٨	١١٦	١١٩	١١٨	١١٨	١١٦	١١٦	١١٤	١١٢	١١٠	١٠٧	١٠٥	١٠١	٩٨	٩٥	٩٢	١٢
١٠٤	٩٣	١٠٧	٩٦	١١١	١٠٤	١١٣	١١١	١١٥	١١٣	١١٦	١١٥	١١٥	١١٣	١١٣	١١١	١٠٩	١٠٧	١٠٤	١٠٢	٩٨	٩٥	٩٢	٨٩	١٣
١٠١	٩٠	١٠٤	٩٣	١٠٨	١٠١	١١٠	١٠٨	١١٢	١١٠	١١٣	١١٢	١١٢	١١٠	١١٠	١٠٨	١٠٦	١٠٤	١٠١	٩٩	٩٥	٩٢	٨٩	٨٦	١٤
٩٧	٨٧	١٠١	٩٠	١٠٥	٩٨	١٠٧	١٠٥	١٠٩	١٠٧	١١٠	١٠٩	١٠٩	١٠٧	١٠٧	١٠٥	١٠٣	١٠١	٩٨	٩٦	٩٢	٨٩	٨٦	٨٣	١٥
٩٤	٨٤	٩٨	٨٧	١٠٢	٩٥	١٠٤	١٠٢	١٠٦	١٠٤	١٠٧	١٠٦	١٠٦	١٠٤	١٠٤	١٠٢	١٠٠	٩٨	٩٥	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	١٦
٩٠	٨٠	٩٤	٨٣	٩٨	٩١	١٠٠	٩٨	١٠٣	١٠١	١٠٤	١٠٣	١٠٣	١٠١	١٠١	٩٩	٩٧	٩٥	٩٢	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	١٧
٨٦	٧٦	٩٠	٧٩	٩٤	٨٧	٩٦	٩٤	٩٩	٩٧	١٠٠	٩٩	١٠٠	٩٨	٩٨	٩٦	٩٤	٩٢	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	١٨
٨٢	٧٢	٨٦	٧٥	٩٠	٨٣	٩٢	٩٠	٩٥	٩٣	٩٦	٩٥	٩٦	٩٤	٩٤	٩٢	٩٠	٨٧	٨٥	٨٢	٧٩	٧٦	٧٣	٧٠	١٩
AM SET : الغروب																								
٢٧٠	٠	٢٦٨	٠	٢٦٦	٠	٢٦٤	٠	٢٦٢	٠	٢٦١	٠	٢٦٠	٠	٢٥٩	٠	٢٥٨	٠	٢٥٧	٠	٢٥٦	٠	٢٥٥	٠	

اتجاه وطول الظلال في كل ساعة ولكل شهر على الأرض المستوية في دولة الامارات العربية المتحدة:

بعد تحديد زوايا سقوط الشمس الأفقية والعمودية لساعات اليوم الذي يمثل كل شهر في الأمارات العربية المتحدة (الجدول رقم 1) يصبح في الامكان تحديد الزواية الأفقية لاتجاه الظل وكذلك طول ذلك الظل لكل ساعة ، ولإيجاد

ذلك نفترض ان هناك عصا عمودية على سطح الأرض المستوى طولها الوحدة مثل قدم واحد او متر واحد او غيرهما . وبذا يكون طول الظل بنفس وحدات القياس المستعملة لقياس ارتفاع العصا.
وقد تم احتساب الظلال في كل ساعة بالمعادلة التالية :

$$\text{طول الظلال} = \frac{1}{\text{ظل الزاوية العمودية لسقوط أشعة الشمس اي الزاوية (ع)}}$$

وبالنتيجة ظهر جدول بأطول الظلال لكل ساعة مع تحديد الاتجاه (الجدول رقم 2) . وكمثال على ذلك نأخذ عصا بارتفاع متر واحد فوق سطح الأرض المستوية فسوف يكون ظلها في الساعة الثامنة صباحا" حسب التوقيت المحلي للأمارات خمس أمتار في 23 من الشهر الأول من السنة و 3.5 في 23 من الشهر الثالث و1.6 مترا فقط في 22 من الشهر السادس وباتجاهات الزوايا 257،28،296 درجة على الوالي (الجدول رقم 2) اما اذا كان ارتفاع العصا او المبنى اكثر من ذلك فيكون طول الظلال مساويا لهذا الأطوال الموجودة في الجدول هذا مضروبة في ارتفاع المبنى .

اتجاه وطول الظلال في كل ساعة ولكل شهر على الأرض المستوية في دولة الامارات العربية المتحدة:

بعد تحديد زوايا سقوط الشمس الأفقية والعمودية لساعات اليوم الذي يمثل كل شهر في الأمارات العربية المتحدة (الجدول رقم 1) يصبح في الامكان تحديد الزواية الأفقية لاتجاه الظل وكذلك طول ذلك الظل لكل ساعة ، ولإيجاد ذلك نفترض ان هناك عصا عمودية على سطح الأرض المستوى طولها الوحدة مثل قدم واحد او متر واحد او غيرهما . وبذا يكون طول الظل بنفس وحدات القياس المستعملة لقياس ارتفاع العصا.
وقد تم احتساب الظلال في كل ساعة بالمعادلة التالية :

$$\text{طول الظلال} = \frac{1}{\text{ظل الزاوية العمودية لسقوط أشعة الشمس اي الزاوية (ع)}}$$

وبالنتيجة ظهر جدول بأطوال الظلال لكل ساعة مع تحديد الاتجاه (الجدول رقم 2) . وكمثال على ذلك نأخذ عصا بارتفاع متر واحد فوق سطح الأرض المستوية فسوف يكون ظلها في الساعة الثامنة

صباحا" حسب التوقيت المحلي للأمارات خمس أمتار في 23 من الشهر الأول من السنة و 3.5 في 23 من الشهر الثالث و1.6 مترا فقط في 22 من الشهر السادس وباتجاهات الزوايا 257،28،296 درجة على التوالي (الجدول رقم 2) اما اذا كان ارتفاع العصا او المبنى اكثر من ذلك فيكون طول الظلال مساويا لهذا الأطوال الموجودة في الجدول هذا مضروبة في ارتفاع المبنى .

بالاظافة لذلك فبالامكان الاستفادة من هذا الجدول في رسم ظلال اي مبنى على ارض مستويا لأيه ساعة من النهار ولكل شهر من اشهر السنة وبغض النظر عن توجيه المبنى كما هو مرسوم لكل من الشهرين السادس والثاني عشر ، كما ان بالا مكان رسم شكل دخول الشمس من الشباك لداخل المبنى اعتمادا على المعلومات الواردة في هذا الجدول رقم (2) .

المباديء الهندسية لزوايا الظلال على المبنى :

ان أداء واقيات الشمس يحدد بنوعين من الزاويا وهما زاوية الظل الأفقية ونرمز لها بالحرفين "فق" وزاوية الظل العمودية ونرمز لها بالحرفين "عم" . ويتم قياس كل منهما من الخط العمودي على الواجهة المطلوبة للمبنى عند قاعدتها . لذا فان هاتين الزاويتين لاتتاثران بزوايا سقوط أشعة الشمس الأفقية والعمودية في تلك الساعة من نهار ذلك الشهر لذلك الموقع فحسب ، بل تتاثران ايضا" في توجيه ذلك المبنى او واجهته المقصودة على وجه الخصوص . ان زوايا الظلال هذه تعني الحد الذي بعده تمنع ألواقيه مرور أشعة الشمس .

ان زواية الظلال الافقية "فق" توثر في تصميم الواقيات العمودية. وتمثل هذه الزاوية الفرق بين زواية سقوط اشعة الشمس الافقية في الساعة المطلوبة وزاوية اتجاه جدار المبنى المطلوب وان زواية اتجاه جدار المبنى هذه عبارة عن احدى زوايا الدائرة الـ 360 درجة التي يمر منها الخط العمودي على واجهة الجدار المطلوب ونرمز لها بالحرف "ك" (الشكل رقم 2).

اما زوايا الظلال العمودية "عم" فتوثر في تصميم الواقيات الافقية مثل المظلة الافقية للشباك وتقاس ضمن مسطح عمودي على الارض المستوية وكذلك على واجهة المبنى المطلوب.

وتجدر هنا الملاحظة بضرورة التمييز بين زاوي سقوط أشعة الشمس العمودية "عم" والتي تحدد ارتفاع الشمس على الأفق بالنسبة للمشاهد وبين زاوية الظل العمودية "عم" والتي تحدد مواصفات واقية الشمس . وقد تتطابق هاتين الزاويتين "ع" و "عم" في حالة واحدة هي عندما تكون الشمس مقابلة لواجهة المبنى تماما" اي عندما تتساوى زوايا سقوط أشعه الشمس الأفقية مع زاوية اتجاه جدار المبنى وبخلاف ذلك تكون زاوية الظلال العمودية اكبر من زاوية سقوط اشعة الشمس العمودية

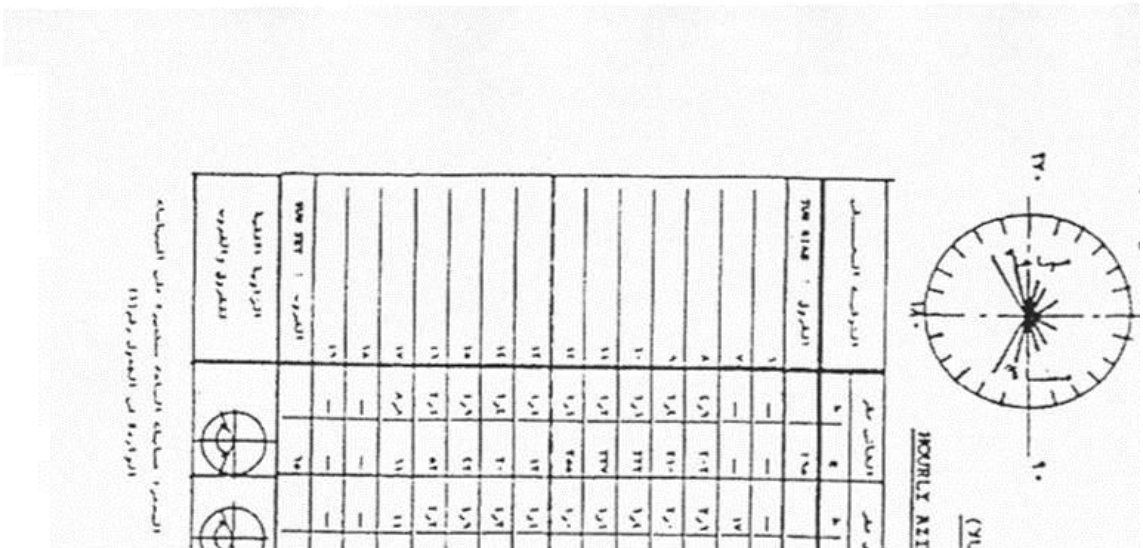
.

اما العلاقة الرياضية بين هذه الزوايا "ع" و "عم" و"فق" فهي كما يلي :

ظا(عم)=ظا(ع) x قا(فق) (المصدر :7 ، ص 53).

وبذا يمكن إيجاد زاوية الظلال العمودية لاي مبنى بعد معرفة زوايا سقوط أشعة الشمس الأفقية والعمودية وبعد معرفة توجيه المبنى . وبما ان زوايا سقوط أشعة الشمس هي معروفة الان لخط عرض الأمارات 25.15 درجة شمالا" (الجدول رقم 1) فما علينا الا تحديد اتجاه المبنى بالنسبة للجهات الأربع . وبالامكان افتراض بعض الزوايا المحتملة.

تحديد زوايا الظلال على المباني في دولة الامارات العربية المتحدة :



تحديد زوايا الظلال على المباني في دولة الأمارات العربية المتحدة:

وبالاستناد على المباديء الواردة أعلاه وكذلك على البيانات الواردة في الجدول رقم (1) تم احتساب زوايا الظلال الأفقية والعمودية لأربعة حالات بديلة فقط في التوجيهات المختلفة للمبنى وذلك لضيق المجال ، وهي كما يلي :

الجدول رقم 3 : زوايا الظلال للمبنى المواجه شمالا" وجنوبا".

الجدول رقم 4 : زوايا الظلال للمبنى المواجه لـ 30 درجة و 210 درجات.

الجدول رقم 5 : زوايا الظلال للمبنى المواجه شرقا وغربا".

الجدول رقم 6 : زوايا الظلال للمبنى المواجه لـ 165 درجة و 245 درجة .

وهذا هو التوجيه الامثل في الامارات .

وتعطي هذه الجداول بصورة فورية زوايا الظلال العمودية والافقية لايه ساعة حسب التوقيت المحلي لليوم الذي يمثل الشهر المطلوب وحسب توجيه المبنى في ذلك الجدول . وكل جدول يحتوي على زوايا الظلال بالنسبة لجدارين متقابلين من المبنى ، وكذلك على زوايا الشروق والغروب مرسومة بالنسبة لتوجيهات المبنى والاختلافات الشهرية لهذه الزوايا .

وعند كون القيمة سالبة لزواية الظل الافقية فهذا يعني ان الشمس ساطعة من الجهة اليسرى للشخص المواجه للواجهة المطلوبة . كما ان هناك خطا" او اكثر في كل جدول يفصل الزوايا الخاصة بكل واجهة من الواجهات المطلوبة المتقابلة من المبنى .

وبذا يكمن للمهندس المصمم معرفة زوايا الظلال بسرعة في هذه الجداول الا اذا كان توجيه المبنى لا ينطبق على ايه حالة من هذه الحالات المذكورة وعندئذ بالامكان تقدير القيم بين تلك الموجوده في الجدولين المتقاربين بالتوجيه للتوجيه المطلوب او ان يتم حسابها من المباديء الاولية كما سبق شرحه . بعد تحديد زوايا الظلال هذه فبالامكان تصميم واقيات الشمس بالنسبة للساعة والتاريخ المطلوب فيهما لمنع دخول الشمس للمبنى .

الاساس النظري لتحديد اوقات الحماية من الشمس

بعد تحديد زوايا الظلال لكل ساعة من اليوم الذي يمثل كل شهر يبقى ان نعرف في اي ساعة من ساعات النهار واي شهر من اشهر السنة نحتاج الى وقاية الشباك من الشمس في حالة تعرضه لها.ان احسن طريقه لمعرفة ذلك هي التحديد الناتج من مفهوم الفترة شديدة الحرارة مرسومة على شبكة درجات الحرارة لكل ساعة لليوم الذي يمثل كل شهر (المصدر :2 ،ص 59- و63 و 115) وهذه تشمل التغيرات اليومية والموسمية لدرجات الحرارة .

اما درجات الحرارة هذه فهي على ثلاثة انواع (المصدر :2 ، ص 254) :

أ- درجة حرارة الهواء خارج المبنى ، ولكن هذه تهمل تاثير رطوبة الجو بالرغم من اهميتها كعامل مؤثر في مناخ الامارات العربية المتحدة.

ب-درجة الحرارة الشمسية لكل وجه جدار وحسب توجيهة بالنسبة للاتجاهات الاربعة وكل قيمة من ذلك تتاثر بشده الاشعاع الشمسي الساقط على الوجه بالاضافة الى درجة حرارة الهواء خارج المبنى وكذلك مقدرة الجدار على امتصاص الحرارة وتوصيلها للداخل . وعيب هذا المقياس هو عدم توفر البيانات الكافية خاصة في المرحلة الاولية من الدراسات وقبل تحديد مواد الجدار نفسه (المصدر :2 ، ص :74) .

ج-درجة الحرارة المؤثرة ،وهي تجمع بين عوامل درجة حرارة الهواء الخارجي ، ونسبة الرطوبة وكذلك احيانا مقدار حركة الهواء وخصائص الملابس المرتدية . وهناك درجة حرارة اخرى مقاربة وهي درجة الحرارة المؤثرة المتطورة وهذه تضيف عاملا" اخرا وهو تاثير الاشعاع الا انه قلما تتوفر كل هذه البيانات لاعطاء هذا المعامل الواحد (المصدر : 2 ، ص:50) . ولكن عند توفر بعض البيانات فقط فبالامكان تبسيط الامور عن طريق الاخذ بنظرالاعتبار بعض الافتراضات لغرض تكوين ورسم شبكة درجات الحرارة للساعات اليومية شهريا وهذه عبارة عن شبكة لمحاور متعامدة تمثل العمودية منها اشهر السنة وتمثل الافقية ساعات اليوم ، ومرسوم عليها مجموعة من المنحيات كل واحد منها يربط بين كل نقاط الوقت والتي تتساوى في درجة حرارتها . اي انها الخطوط "الكونتورية" لدرجات الحرارة المتساوية مرسومة على شبكة الوقت والشهر.وبعد رسم هذه المنحنيات على هذه الشبكة يجب تحديد خط الحرارة الذي يحدد منطقة الحرارة الشديدة وهذا الخط بدوره يحدد (خط درجة حرارة معينة) مواعيد ضرورة التظليل بالنسبة للساعة والشهر.

ولهذا الغرض يمكننا الاستفادة من مفهوم المنطقة المريحة ومفهوم الفترة شديدة الحرارة:

ان حدود المنطقة المريحة هي ما نتج عن اختبارات التجارب العلمية على اشخاص تحت ظروف

مختلفة من العوامل المناخية والتي يشعر تحتها بالراحة ما لايقل عن80% منهم وتعتمد هذه على القرار غير الموضوعي للشخص تحت التجربة . وقد اظهرت التجارب هناك اختلافات كبيرة بقيم درجات الحرارة الموثرة المقبولة كدرجة مريحة بين بلاد واخرى وبين الصيف والشتاء . ويعزى ذلك على تعود الجسم وتكيفه (المصدر : 1 – ص 20 و2 ، 57) فمثلا في الصيف تنحصر الفترة المريحة في الوالايات المتحدةالامريكية بين 18و24 درجة مئوية مؤثرة بينما تتراوح هذه الفترة في سنغافورة بين 24 و27 درجة(المصدر :2 ،ص 57) .

ويمكن نقل حدود المنطقة المريحة من رسم شبكة درجات الحرارة للساعات اليومية شهريا" الى رسم خطوط مسارات الشمس وذلك للاستفاده منها عند استعمال منقلة زوايا الظلال كما سياتي ذكره بالنسبة للامارات . وان درجة حرارة الحد الاعلى للمنطقة المريحة قد يمثل الحد الادنى للمنطقة شديدة الحرارة .

ومن رسم شبكة درجات الحرارة هذه يمكننا تحديد ساعة النهار والتاريخ الذي يستوجب التظليل ومن ثم تتبع طريقة الجداول السابقة (الجدول من 3–6).

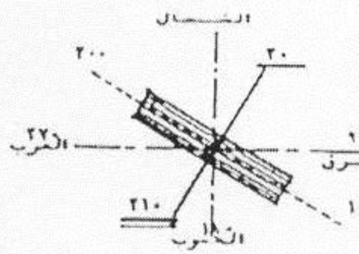
تحديد اوقات الوقاية من الشمس في دولة الأمارات العربية المتحدة:

لاجل رسم شبكة درجات الحرارة المؤثرة المتطورة يجب معرفة درجة الحرارة والرطوبة والحرارة الاشعاعية وسرعة الهواء ليوم منوالي لكل شهر , ولكن بعض هذه البيانات غير متوفرة حتى لمدينة دبي اي خط عرض 25.15 درجة شمالا" . وعليه ينبغي الالتجاء الى بعض الافتراضات بالنسبة لبعض هذه المؤثرات.

أ– بالنسبة لدرجات حرارة الهواء ورطوبته لكل ساعة من ساعات النهار ، فلقد تم تحصيل هذه البيانات من دائرة الانواء الجوية في مطار دبي وهي معدلات درجة الحرارة المئوية بالمحرار الجاف لكل ساعة على حده لطول الشهر . وحيث ان ذلك متوفر لعدة سنوات فقد اخذ معدل قراءة الساعة المعنية على مدى هذه السنين . وكذلك فيما يخص درجات الحرارة حسب المحرار الرطب.

ب–بالنسبة لدرجات حرارة الاشعاع فانها لم تتوفر حيث ان دائرة الانواء لا تستخدم المحرار ذو الكرة المعدنية وعلى اي حال فلغرض دراسة الظروف الحرارية داخل المبنى يمكننا اهمال تاثير الاشعاع الشمسي . وهذا يعني ان درجة حرارة سطح الجدار او السقف نفترضها مساوية لدرجة حرارة الهواء (المصدر :2 ص 58و59). وقد جاء هذا الافتراض لتبسيط الامور .

الجـــدول رقم: (٥)



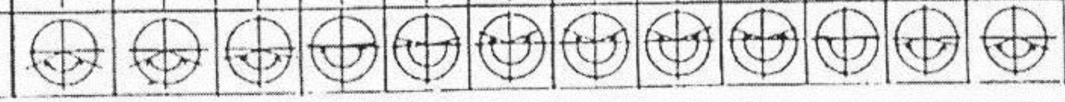
زوايا الظلال لكل ساعة من يوم ٢٢ من كل شهر في الامارات لمبنى بواجهة ٣٠ ، ٢١٠ درجات

SHADOW ANGLES FOR EVERY HOUR OF 22 OF EACH MONTH IN THE U.A.E.

التوقيت المحلي	الزاوية المقصودة	الشهر الأول أفق	الشهر الأول رأسي	الثاني أفق	الثاني رأسي	الثالث أفق	الثالث رأسي	الرابع أفق	الرابع رأسي	الخامس أفق	الخامس رأسي	السادس أفق	السادس رأسي
SUNRISE : الشروق		٥١	٠	٣٠	٠	٥٦	٠	٤٥	٠	٣٧		٤٤	٠
٦	٣٠ درجة	—	—	—	—	—	—	٤٧-	٢	٤٠-	٧	٤٣-	٧
٧		—	—	٦٣-	٧	٦٢-	١٧	٥٣-	٢٤	٤٦-	٢٥	٤٢-	٢٤
٨		٨١	٧٠	٧٦-	٥٤	٧٠-	٤٦	٥٦-	٤٧	٥١-	٤٤	٤٧-	٤١
٩		٨٥	٧٨	٨٧	٨٤	٧٨	٧١	٦٦	٦٦	٥٦	٦٦	٥١	٥٧
١٠		٩١	٦٧	٨١	٨٠	٨٦	٨٩	٧٦	٨٠	٦٢-	٧٩	٥٦-	٧١
١١		٥٩	٥٦	٦٦	٧٠	٧٣	٨٠	٨٨	٨٦	٧٣-	٨٨	٦٦-	٨١
١٢		١٠	٥٤	٤٤	١٢	٤٥	٧١	٤٨	٨١	١٢	٨٨	٨٠-	٨٩
١٣		٢٠	١٨	١٨	٥٩	١٠	٦٤	١٠-	٧٤	٣٧-	٨١	٥١-	٨٤
١٤	٢١٠ درجة	٩	٤٩	٤-	٤٦	١١	٥٨	٣٧-	١٧	٥٤-	٧٥	٦٦-	٧٨
١٥		٢٢-	٢٤	٢١-	٤٣	٣٣-	٥٠	٤٩-	٦٦	٦٦-	٦٦	٦٦-	٧٣
١٦		٤٥-	٢٥	٣١-	٣٣	٤٣-	٤١	٥٧-	٥١	٦٢-	٦٢	٧٠-	٥٨
١٧		٣٤-	١٣	٤٤-	٢١	٥١-	٣٠	٦٣-	٤٣	٧٣-	٥٦	٧٥-	٦٣
١٨		—	—	٤٨-	٥	٥٨-	١١	٦٦-	٢٤	٧٧-	٤٣	٨٠-	٥٤
١٩		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	٨٨-	١٦
SUNSET : الغروب		٤٠-	٠	٥٠-	٠	٦٦-	٠	٧٤-	٠	٨٢-	٠	٨٧-	٠

التوقيت المحلي	السابع أفق	السابع رأسي	الثامن أفق	الثامن رأسي	التاسع أفق	التاسع رأسي	العاشر أفق	العاشر رأسي	الحادي عشر أفق	الحادي عشر رأسي	الثاني عشر أفق	الثاني عشر رأسي
SUNRISE : الشروق	٣٥	٠	٤٥	٠	٥٦	٠	٧٣	٠	٨١	٠	٨٥	٠
٦	٤٦-	٤	٤٧-	٠,٣	—	—	—	—	—	—	—	—
٧	٤٨-	٢٢	٥٣-	٢٢	٦٥-	٢٥	٧٦-	٣٠	٨٨-	٢٨	—	—
٨	٥٠-	٤٦	٥٦-	٤٥	٧٢-	٥٦	٨٤-	٧٤	٨٦	٨٨	٨٨	٨١
٩	٥٥	٥٨	٦٦	٦٥	٨١-	٧٨	٨٧	٨٥	٧٦	١٦	٧٩	٦٦
١٠	٦٦	٧٣	٧٥-	٨٠	٨٧	٨٦	٧٣	٧٢	١٢	١١	٦٨	٥٩
١١	٧٠	٨٢	٨٦	٨٦	١٧	٣٧	٥٥	١٥	٥١	٥٥	٥٢	٥٢
١٢	٨١	٨٩	٥٢	٨١	٣٧	١٦	٣١	٥٨	٣٦	٤٩	٢٥	٤٨
١٣	٢٠-	٨١	٦-	٧٤	٢	١٢	٧	٥١	١٢	٤٤	١٧	٤١
١٤	٥٣-	٧٦	٣٤-	١٧	٢١-	٥١	١٣-	٤٥	٨	٢٤	٠,٢	٤٦
١٥	١٠-	٧٠	٤٨-	٦٦	٢٨-	٤٨	٢٥-	٣٧	١٨-	٢٦	١٣-	٢٩
١٦	٦٦-	٦٤	٥٦-	٥٣	٤٥-	٣٦	٤٥-	٣٦	٣٧-	١٦	٣٢-	١٦
١٧	٧١-	٥٣	٦٩-	٤٤	٥٣-	٢٦	٤٣-	١٣	٣٥-	٦	٣١-	٨
١٨	٧٦-	٤٦	٦٦-	٢٥	٥٦-	٥	—	—	—	—	—	—
١٩	٨٢-	٧٨	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SUNSET : الغروب	٨٢-	٠	٧٣-	٠	٦٦-	٠	٤٨-	٠	٣٨-	٠	٣٥-	٠

الزاوية الأفقية للشروق والغروب



(أفق) : زاوية الظل الأفقية (القيمة السالبة تعني أن الشمس آتية من يسار الناظر المواجه للواجهة) HORIZONTAL SHADOW ANGLE (NEGATIVE VALUES MEANS SUN COMING FROM THE LEFT WHEN FACING THE ELEVATION)

(رأسي) : زاوية الظل الرأسية VERTICAL SHADOW ANGLE

المصدر : حسابات الباحث مستندة على البيانات الواردة في الجدول رقم (١) وزاوية توجيه المبنى

الجدول رقم: ٥٥

زوايا الظل لكل ساعة من كل شهر في الامارات لمستوى أفق ٠، ٩٠، ١٨٠، ٢٧٠ درجة

SHADOW ANGLES FOR EVERY HOUR OF 22 OF EACH MONTH IN THE U.A.E.

التوقيت المحلي	الزاوية الأفقية بالدرجات	الظل عند الساعة ٨		الساعة ٩		الساعة ١٠		الساعة ١١		الظهر		الساعة ١		الساعة ٢		الساعة ٣		الساعة ٤	
		م	ق	م	ق	م	ق	م	ق	م	ق	م	ق	م	ق	م	ق	م	ق
JANUARY : كانون الثاني																			
١																			
٢																			
٣																			
٤																			
٥																			
٦																			
٧																			
٨																			
٩																			
١٠																			
١١																			
١٢																			
FEBRUARY : شباط																			
١																			
٢																			
٣																			
٤																			
٥																			
٦																			
٧																			
٨																			
٩																			
١٠																			
١١																			
١٢																			
MARCH : آذار																			
١																			
٢																			
٣																			
٤																			
٥																			
٦																			
٧																			
٨																			
٩																			
١٠																			
١١																			
١٢																			

الزاوية الأفقية للشروق والغروب

الزاوية العمودية

الشمال ٠ الشرق ٩٠ الجنوب ١٨٠ الغرب ٢٧٠

الرسم : حسابات الظل سجلت على الميكانيك الزاوية في الاتجاه المبين في الرسم

(أ) الزاوية الأفقية للظل (الزاوية الأفقية السالبة تحسب من الاتجاه الشمالي باتجاه عقارب الساعة)

(ب) الزاوية العمودية للظل

(أ): HORIZONTAL SHADOW ANGLE (NEGATIVE VALUES MEANS EW CW/CCW) FROM THE LEFT VIEW FACING THE ELEVATION)

(ب): VERTICAL SHADOW ANGLE

ج–ونظرا لعدم توفر سرعة الهاواء في كل ساعة ليوم منوالي من كل شهر ، فبالامكان افتراض كون الهاوء ساكنا" وهذا يمثل اسوأ الحلات من ناحية الحد المريح لدرجات الحرارة المؤثرة.

وباخذ درجات الحرارة بالمحرار الجاف وبالمحرار الرطب وباستعمال المخطط البياني بدرجات الحرارة المؤثرة (نوموجرام) (المصدر :2 ص 54) اصبح بالامكان استخراج درجات الحرارة المؤثرة لكل ساعة بالنسبة للهواء الساكن وملابس العمل العادية وذلك ليوم واحد من كل شهر. وبذا تم تركيب رسم شبكة درجات الحرارة المؤثرة

ولغرض تحديد المنطقة المريحة على هذا الرسم يقتضى تحديد درجاتها الحرارية ولعدم وجود تجربة علمية خاصة بدولة الامارات واستنادا على القيم التي سبق ذكرها بالنسبة للولايات المتحدة الامريكية وسنغافورة فلقد تم تحديد المنطقة المريحة تقديريا بين 22و27 درجة مئوية مؤثرة . فيتم تحديد ذلك على رسم شبكة درجات الحرارة ليتم تحديد المنطقة شديدة الحرارة عليه.

كما قد تم اختيار حد الظلال . نظريا ينطبق هذا الخط مع الحد الادنى لمنطقة الحرارة الشديدة اي خط 27 درجة مئوية مؤثرة . ولكن بما ان تاثير الاشعاع لا يمكن اهماله كاملا" في الحسابات لذا فمن المناسب تخفيض هذا الحد دون الـ27 درجة ولقد اعتبرنا خط الـ 25 درجة مئوية مؤثرة هو حد الظلال , ليتم رسم هذا الحد على مرسوم شبكة درجات الحرارة.

ان جميع المعلوامت المثبته على رسم شبكة درجات الحرارة للامارات العربية المتحدة قد يتم نقلها على مخططين لمسارات الشمس الاول من الشهر الاول للسادس والثاني من السابع للثاني عشر وذلك لاحتمال حاجة القاري لها ويتضح من دراسة الرسم البياني لشبكة درجات الحرارة هذه وحسب الافتراضات المذكروة سابقا" يلي :

– بالنسبة للشهر الاول والثاني والثالث من السنة لاضرورة للحماية من اشعة الشمس على الشباك

–بالنسبة للشهر الرابع ينبغي الحماية بين الساعة 11 و 17

– بالنسبة للشهر الخامس ينبغي الحماية بين الساعة 9 وساعة الغروب

–بالنسبة للشهرين السادس والتاسع ينبغي الحماية من الشروق وحتى الغروب

–بالنسبة للشهر العاشر ينبغي الحماية بين الساعة9 وساعة الغروب

–بالنسبة للشهرين الاخيرين فلا ضرورة للحماية

كما يظهر ايضا ان الفترة شديدة الحرارة خلال الشهر السابع تكاد تكون متواصلة طيلة الاربعة والعشرون ساعة يوميا اي ما عدا ساعة وبضع الساعة وقت الفجر .

الاستنتاجات والتوصيات:

1- ان الجدول رقم (1) الذي يحدد زوايا سقوط الشمس والجدول رقم (3) الذي يحدد زوايا الظلال الأفقية والعمودية لكل ساعة من ساعات النهار حسب التوقيت المحلي العادي ولكل شهر سوف تكون مفيده جدا" للمهندس المصمم لمعرفة موقع الشمس بالنسبة للمبنى واطوال الظلال الافقية لكل ساعة حسب التوقيت المحلي العادي مما يؤثر في استعمالات المسطحات الخارجية ومواعيد تظليلها ، ومن دون الحاجة للتحويلات من توقيت لاخر.

2- ان الشرح المبسط للعلاقات الهندسية لزوايا سقوط اشعة الشمس وزواية توجيه المبنى وزوايا الظلال الناتجة لكل ساعة سوف يسهل قدره المهندس على حساب زوايا الظلال لاي توجيه يختاره للمبنى وحسب الوقت المحلي العادي والموسم المطلوب ، هذا في حالة ان توجيه المبنى المطلوب لا يتطابق مع احد التوجيهات العديدة المختارة في جداول زوايا الظلال (الجداول من 3–6) . ولولا ضيق المجال لتم تهيئة جداول اضافية تتناول زوايا توجيه اخرى لتسهيل مهمة المصمم.

3- اما في حالة كون التوجيه المطلوب للمبنى ينطبق مع التوجيه المذكور في احد هذه الجداول فما على المهندس المعماري الا اخذ قيمة الزوايا الافقية والعمودية للظلال من الجدول مباشرة.

كما ان التوجيهات المنتخبه لغرض الجداول تشمل التوجيهات المحتمله وبضمنها التوجيه الامثل بالنسبة للامارات العربية المتحدة (الجدول رقم 6) وهو المواجه للزاويا 345 درجة اي شرق الشمال الغربي والزاوية المقابل لها وهي 165 درجة ، حيث ان من المعروف ان هذا التوجيه هو الامثل بالنسبة لكل من اتجاه الشمس واتجاه الرياح السائدة وهي الرياح الشمالية الغربية بالنسبة لاشهر الحر في الامارات (المصدر :8 ص 91و92)

4- عند تحديد زوايا الظلال المطلوب عندها الوقاية من الشمس يستطيع المهندس المعماري توفير ذلك بانواع الواقيات الافقية والعامودية بنسب متفاوته وتشمل الواقيات الضيقه المتقاربة . كما يمكن تفادي الحلول باهضة التكاليف من خلال قبول دخول بعض اشعة الشمس باوقات قصيرة . ان تصميم الواقيات الشمسية هو جزء مكمل لمتطلبات التصميم الاخرى من شكل وجمالية وحركة الهواء والضوء. ويجب عدم تصميم الواقيات بمعزل عن

ذلك .

5- من الملاحظ ان الفترة الحارة في الامارات تكون على اشدها خلال الشهر السادس والسابع والثامن حيث تمتد طيلة 24 ساعة ما عدا ساعات الفجر الاولى وعلية فلا بد من الاعتماد على وسائل التكيف الميكانيكية . لذا فان وقاية الشبابيك من اشعة الشمس اثناء النهار غير كافية لوحدها لان وسائل العزل الحراري للجدران والسقوف هي ايظا ضرورية جدا " كما ان الواح الزجاج المزدوجة غير مجدية بدون وقاية من اشعة الشمس الداخلة بل على العكس فقد تزيد من ظاهرة البيوت الزجاجية من احتجاز الحرارة الداخلة للمبنى

6- ان بساطة وانسياب منحنيات درجات الحرارة المؤثرة للامارات (شكل رقم 4) وبضمنها حد ضرورة الحد من الشمس (اي خط 25 درجة مئوية مؤثرة) لا يستوجب استخدام حاجب طريقة الشمس واستعمال منقلة الظلال ورسم مسارات الشمس حيث ان لذلك ما يبرره عند كون منحنيات شبكة درجات الحرارة للساعة والشهر معقدة مثلا عندما تكون درجة الحرارة المؤثرة منخفضة صباحا ومساءا" وعالية حوالي منتصف النهار كما في بغداد والرياض مثلا. لذا فان استخدام الطريقة المبسطة هذه بشكل جداول لها مبرراتها بناء على طبيعة مناخ الامارات الخالي من الفترات محدودة الحرارة

المراجع

1- A.& V. Olgyay,"Solar control & Shading devices ". Princeton university press 1976

2- O.H> Koenigsberger & others , " Manual of tropical housing & building part 1- climatic design" , Longman ,1980

3- د. عبد الحميد ، عبد القادر غنيم –جامعة الامرات ، المستوطنات البشرية في دولة الامارات العربية المتحدة ، مكتبة الفلاح ، الكويت 1985 م

4- Carrier Air Conditioning Company . "Handbook of Air conditioning system Design" McGraw-Hill, 1982

5- R.T. Packard Ed., "Architectural Graphic Standards", Jone Wiley and Sons, 1980

6- E.P. Kukreja, " Tropical architecture " . Tata- McGraw hill, 1982

7- S.V Szokolay, " Solar energy and Building ". The Architectural Press 1975

8- د. عبد السلام فرمان – خبير الأمم المتحدة للإسكان في الامارات العربية المتحدة (1981م–1983) ، الإسكان والبيئة الحرارية في الامارات العربية المتحدة ، مركز الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (Habitat –Unchs) 1983 م