

تصميم المانعة الشمسية الأفقية في مباني مدينة بغداد

د. يونس محمود محمد سليم

مدرس

الجامعة التكنولوجية - قسم الهندسة المعمارية

الملخص:

ان استخدام السيطرة الشمسية ووسائل التظليل هو جانب مهم للعديد من استراتيجيات تصميم المباني الكفوء للطاقة، حيث يعتبر تظليل المبنى الخطوة الاولى ضمن الانظمة الطبيعية لتبريد المبنى. فنقطة البداية لأنظمة تبريد المبنى هي تقليل الكسب الحراري الشمسي بمنع الاشعة الشمسية من الدخول الى المبنى في المواسم الحارة فضلاً عن امكانياتها لإدخال الضوء الطبيعي والاستفادة منها في تحقيق التدفئة الذاتية للمبنى في المواسم الباردة.

اهتم هذا البحث بجانب تصميم المانعة الشمسية الأفقية لمباني مدينة بغداد. وتم تحديد المشكلة البحثية ب: الحاجة لدراسة العوامل المؤثرة في تصميم وتحديد الابعاد الملائمة للمانعات بما ينسجم مع الحالات المختلفة للمباني في مدينة بغداد، هدف البحث الى دراسة المانعات الأفقية الخارجية والعوامل المؤثرة في تصميمها كونها المانعات الاكثر فعالية والاكثر استخداماً من بين بقية الانواع من المانعات.

تم تحليل المتغيرات المؤثرة في تصميم المانعات الشمسية وهي درجة حرارة الهواء الخارجي وشدة الاشعاع الشمسي خلال الأشهر الحارة والباردة لمدينة بغداد. جهز البحث للمصمم المعماري القيم الملائمة لإمتداد المانعات الشمسية وفقاً للتوجيهات المختلفة، علاوة على امكانية التنبؤ بقياس كفاءة جميع احجام المانعات الشمسية الأفقية التي توضع فوق الشبايبك. طبقت الطريقة الخاصة بالبحث على تصميم مانعات شمس لشبايبك ذات توجيهات مختلفة أظهرت خلالها مجالات المرونة والامكانيات المتاحة في تصميم المانعة الشمسية الأفقية.

توصل البحث الى عدد من الاستنتاجات طرحت بهيئة خطوط استرشادية للمصمم تساعده في اتخاذ قرارات حول استخدام المانعات الشمسية في الحالات التصميمية المختلفة.

Design of Horizontal Shading Devices for Baghdad city's Buildings

Dr. Younis Mahmoud M. Saleem

Lecture

University of Technology/ Department of Architecture

Abstract:

The use of sun control and shading devices is an important aspect of many energy-efficient building design strategies, where the shading of the building is the first step in the passive cooling systems in buildings. So the starting point of cooling systems is to reduce the solar heat gain by prevent solar radiation from entering the building in the hot period in the same time allow the daylight and benefit from achieving passive heating in cold period.

This research interested with design of horizontal shading devices for buildings in Baghdad city. The research problem identified as the need to study the factors influence in deign horizontal shading devices and determining their dimensions. The research aimed to study the horizontal shading device in simple method because this device is the most effective and most commonly used among other types of shading devices.

The research analyses the local affecting variables comprising the outside air temperature and intensity of solar radiation during the warm and cold months in Baghdad city.

The study prepared for architectural designer the suitable values of extending the shading devices according to orientation, as well as the predictability of the design efficiency of all size of shading devices placed over the windows.

The method of this research applied of design horizontal sun breakers with windows in different orientation, which showed the space of flexibility and possibilities in the design of shading devices.

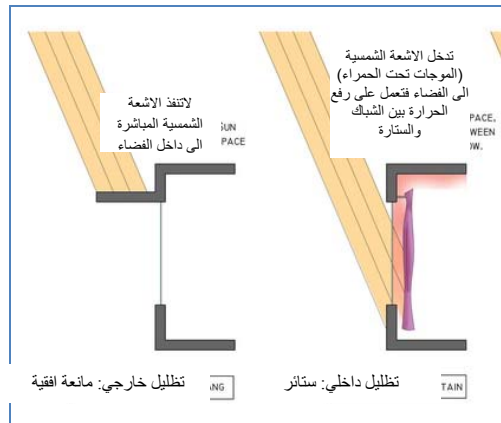
The research reach a number of conclusions presented as guideline to assist the designers in making decisions about the use of horizontal shading devices in different design cases.

1. المقدمة:

تعتبر مانعات الشمس في المباني من الوسائل المعروفة في العراق لما لها من فوائد كثيرة أهمها الحماية من أشعة الشمس. كما يعتبر تقييم أداء مانعات الشمس أساسياً في المناطق الحارة. اهتمت كثير من الدراسات ببحث تأثير مانعات الشمس خارج المبنى وطرق تصميمها، وأوضحت خلالها أن أكثر الطرق ملائمة لدراسة المانعات الشمسية هي المعادلات الرياضية والمجسمات والبرامج الحاسوبية. وبسبب الاختلاف بين الدراسات حول تحديد الأبعاد الأنسب للمانعات وإعطاء مجالاً للمصمم للإختيار ظهر في هذا البحث الحاجة لدراسة العوامل المؤثرة في تصميم وتحديد الأبعاد الملائمة للمانعات بما ينسجم مع الحالات المختلفة للمباني في مدينة بغداد، وسيهدف البحث إلى دراسة المانعات الأفقية الخارجية وقياس كفاءتها والعوامل المؤثرة في تصميمها كونها المانعات الأكثر فعالية والأكثر استخداماً بين بقية الأنواع من المانعات.

2. فوائد التظليل بالمانعات الخارجية:

التظليل بالمانعات الخارجية يفضل وبشكل كبير على وسائل التظليل الداخلية^[2]، إذ من المهم في عملية التظليل الحماية من الأشعة الشمسية المباشرة ومنع نفوذ حرارتها إلى داخل المبنى، شكل (1). من جانب آخر يمكن لوسائل التظليل الداخلية كالستائر الشريطية والستائر المتدلية منع الإبهار الشمسي بكفاءة أعلى مقارنة بوسائل التظليل الخارجية.



شكل (1) فوائد وأضرار التظليل الداخلي والخارجي^[6]

يمكن تحديد الفوائد المستحصلة من استعمال المانعات الشمسية الخارجية بالآتي:

1. يقلل التظليل من حجم أحمال التكييف ويعمل على حفظ الطاقة:
للمانعات الشمسية تأثير كبير وفعال في خفض الكسب الحراري لأن هذه الوسائل ستصد الإشعاع الشمسي قبل وصوله إلى الفضاء الداخلي، فهي:

- تمنع النفاذ الشمسي خلال الشباك
- تظلل العناصر الهيكلية المعتمة غير المعزولة للمبنى، فيمكن أن تقلل وبشكل ملحوظ درجة حرارة السطح وبالتالي تقلل الحرارة المنتقلة خلال غلاف المبنى.

2. يمكن للتظليل أن يقلل من الإبهار^[1]:

يمكن للمانعات أن تعكس الإضاءة باتجاه الأعلى إلى سقف الفضاء الأبيض، الذي سيوفر بدوره إضاءة متجانسة منتشرة داخل عمق الفضاء. بذلك ستدمج المساحات المعتمة مع مساحات ذات الإضاءة المرتفعة (القريبة من الشباك) لينتج تحسن في تجانس توزيع الإضاءة المتحققة داخل الفضاء.

وإذا سمح بدخول كميات كبيرة من ضوء النهار الى داخل الفضاء فان ضوء الشمس المباشر قد يؤدي الى سطوع حاد وإبهار ومشاكل حرارية مالم يتم التحكم فيه جيداً.

ان الجمع بين استخدام وسائل التظليل الخارجية والزجاج ذو النوع الصافي (Clear Glass) سيوفر للمستخدمين مستوى من قبول الضوء الطبيعي أعلى فيما لو استخدم أي نوع آخر من الزجاج الملون او العاكس، وستحمي المانعات زجاج الشباك من أي إشعاع شمسي مباشر قد يسبب زيادة في الكسب الحراري للمبنى.

3. تحسين الراحة الحرارية:

فتعرض مستخدم المبنى الى تأثير الاشعة الشمسية المباشرة بسبب الشعور بعدم الراحة الحرارية.

4. لها تأثير في جمالية المبنى:

يمكن للمانعات الشمسية ان يكون لها تأثير في الخصائص المعمارية لواجهة المبنى، فقد تكون المانعات الشمسية ملاصقة لغللاف المبنى الخارجي او منفصلة عنه وممتدة الى خارجه. كما يمكن تظليل المساحات المزججة باستخدام الاروقة والشرفات أو الاشجار والمشبكات أو الغوالق والبأجورات.

وعادة ما تستخدم مواد في المانعات الخارجية ذات متانة وتحمل للظروف الخارجية، فيمكن ان تصنع من الحديد المغلون (galvanized steel) أو الالومنيوم المطلي او البلاستيك (PVC). ان المانعات الشمسية لها اعتبارات في تصميمها فيمكن ان تختلف من حيث انعكاسية سطحها ومن حيث الحجم والشكل فقد تكون منبسطة او منحنية وقد تستخدم ليس فقط للتظليل الشمسي انما ايضاً لإعادة توجيه الضوء الطبيعي. وجميع هذه المتغيرات لها تأثير في مظهر المبنى وجماليته.

3. أنواع المانعات الشمسية الخارجية:

تنقسم المانعات الشمسية الى ثلاث انواع رئيسية، هي:

• المانعات الأفقية HORIZONTAL SHADING DEVICES - OVERHANGS:

وهي الحواجز التي يتم وضعها أفقياً أمام الشباك لتظليله من الاشعة الشمسية غير المرغوب بها. وبذلك فهي تختلف في أبعادها اعتماداً على الظروف الشمسية والبيئية.

للمانعات الأفقية دور في الحماية من الاشعة الشمسية والامطار والابهار الشمسي كما ان لها تأثيراً في نمط التحرك الهوائي داخل المبنى.

تعمل المانعات الأفقية على منع الاشعة الشمسية الصيفية ذات الزوايا المرتفعة للواجهة الجنوبية لكنها تسمح لشمس الشتاء المنخفضة من النفاذ الى داخل المبنى، كما انها لاتميل الى توفير حماية جيدة لزوايا الشمس المنخفضة للواجهات الشرقية والغربية.

• المانعات العمودية VERTICAL SHADING DEVICES:

بصورة عامة تعتبر المانعات العمودية أكثر كفاءة من المانعات الأفقية للإستخدام في الشبائيك الشرقية والغربية عندما تكون زاوية الشمس منخفضة ومنحرفة عن إتجاه الشباك.

• المانعات المركبة Egg-crate:

هي الوسائل التي تربط بين عناصر التظليل الأفقي والعمودي، وهي أكثر ملاءمة للإستخدام في المناطق الحارة بسبب كفاءة تظليلهم العالية^[3]. كما يمكن لهذه الوسائل ايضاً ان تحسن من قيم العزل الحراري للشبائيك لأنها تقلل من سرعة حركة الرياح قرب الشباك.

4. الطريقة المتبعة في البحث لتصميم المانعات الشمسية

ان تصميم المانعة الشمسية لغرض التخلص من الاشعة المباشرة في المواسم الحارة والسماح للأشعة في المواسم الباردة يرتبط بجوانب متعددة بعضها معمارية وانشائية والبعض الاخر بيئية. في هذا البحث سيتم الاهتمام بالجانب البيئي واجراء الحسابات الخاصة به مع اعطاء المرونة للمصمم لتحديد التصميم المناسب للمانعة وما يتفق بالجانب المعماري والشكلي. ان تصميم المانعة الخاصة بالجوانب البيئية وتحقيق الراحة الحرارية يعتمد على مجموعة من الجوانب سيتم التطرق اليها في الفقرات اللاحقة:

5. درجات حرارة الهواء والاشعاع الشمسي المؤثر في تصميم المانعة الشمسية الأفقية:

فلكل منهما تأثير في تحديد مقدار الحاجة الى منع الاشعة الشمسية وكالاتي:

(1) تحديد المدة الحارة التي يكون فيها التظليل مطلوب والمدة الباردة التي يفضل فيها التشميس.

عندما تكون الظروف ضمن أو اعلى من نطاق الراحة الحرارية، فإن الاشعاع الشمسي يمكن ان يتسبب او يزيد بالشعور بعدم الراحة، لذا ينبغي حماية الفتحات من نفاذ الاشعاع الشمسي المباشر في الوقت الذي تكون درجات حرارة الهواء ضمن او اعلى من نطاق الراحة.

من جهة أخرى عندما تكون درجات الحرارة أدنى من نطاق الراحة الحرارية يمكن ان تكون الاشعة الشمسية مفيدة إذ انها ستساعد في رفع درجة الحرارة الداخلية وجعلها تقترب من حدود الراحة.

يوضح الجدول رقم (1) درجات حرارة الهواء الساعية لمدينة بغداد (التي تقترب في ظروفها المناخية مع عدد كبير من مدن العراق)، حيث تتراوح قيم معدلات درجات الحرارة بين (42,9) صيفاً و(5,8) شتاءً. فعند مقارنة درجات حرارة الهواء مع حدود الراحة الحرارية يمكن التوصل الى تحديد موسمين يتبعدهما درجات الحرارة عن حدود الراحة الحرارية، وهذين الموسمين هما:

جدول (1) تحديد الأوقات النهارية الحارة والباردة لمدينة بغداد

الشهر	الساعات																							
	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
كانون 2	8.1	8.7	9.4	10.0	10.8	11.6	12.4	13.4	14.4	15.4	14.7	14.1	13.4	11.5	9.6	7.7	7.1	6.4	5.8	6.1	6.5	6.8	7.2	7.7
شباط	10.2	10.9	11.6	12.3	13.5	14.7	15.9	16.5	17.2	17.8	17.2	16.7	16.1	14.2	12.2	10.3	9.3	8.4	7.4	7.7	7.9	8.2	8.9	9.5
آذار	13.0	14.1	15.1	16.2	17.5	18.7	20.0	20.7	21.3	22.0	21.4	20.7	20.1	18.5	16.8	15.2	13.7	12.1	10.6	11.2	11.7	12.3	12.5	12.8
نيسان	19.1	19.9	20.8	21.6	23.0	24.4	25.8	26.5	27.2	27.9	27.3	26.6	26.0	24.5	23.1	21.6	19.7	17.7	15.8	16.3	16.8	17.3	17.9	18.5
أيار	25.1	26.0	26.8	27.7	29.2	30.7	31.2	33.2	34.1	35.1	34.5	33.8	33.2	31.6	29.9	28.3	26.0	23.6	21.3	21.8	22.4	22.9	23.6	24.4
حزيران	29.1	29.5	30.0	30.4	31.3	32.2	33.1	35.5	38.0	40.4	39.7	39.1	38.4	36.6	34.7	32.9	30.3	27.6	25.0	25.6	26.3	26.9	27.6	28.4
تموز	30.9	31.9	32.8	33.8	36.1	38.5	40.8	41.5	42.2	42.9	42.1	41.4	40.6	38.4	36.3	34.1	31.6	29.2	26.7	27.3	28.0	28.6	29.4	30.1
آب	30.4	31.4	32.3	33.3	35.7	38.0	40.4	41.2	42.1	42.9	42.1	41.3	40.5	38.1	35.8	33.4	31.0	28.5	26.1	26.7	27.3	27.9	28.7	29.6
ايلول	26.5	28.1	29.6	31.2	32.8	34.3	35.9	37.0	38.1	39.2	38.5	37.7	37.0	34.5	32.0	29.5	27.1	24.7	22.3	23.1	23.9	24.7	25.3	25.9
تشرين 1	20.8	21.6	22.5	23.3	25.0	26.7	28.4	29.2	29.8	32.5	31.8	31.2	29.5	28.2	26.0	23.7	21.6	19.4	17.3	18.0	18.8	19.5	19.9	20.4
تشرين 2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.1	19.1	20.1	21.3	22.6	23.8	23.2	22.6	22.0	19.9	17.9	15.8	14.4	13.0	11.6	12.1	12.5	13.0	13.4	13.8
كانون 1	8.8	9.4	10.0	10.6	11.6	12.7	13.7	14.8	15.9	17.0	16.4	15.9	15.3	13.2	11.1	9.0	8.2	7.5	6.7	7.1	7.4	7.8	8.1	8.5

• المواسم الحارة (المظللة باللون الغامق) تمتد معظمها خلال الساعات النهارية للشهر: أيار وحزيران وتموز وآب وأيلول وعدد من ساعات بعد منتصف النهار لشهر تشرين الاول. تتراوح درجات حرارة الهواء خلالها بين (42,9) الى (30) درجة مئوية.

• المواسم الباردة (المظللة باللون الفاتح) تمتد معظمها خلال الاشهر كانون الاول وكانون الثاني وشباط وساعات النهار الاولى من شهري تشرين الثاني وآذار، حيث تتراوح درجات حرارة الهواء خلالها بين (5,8) الى (18) درجة مئوية.

يمكن من الجدول (1) تحديد المعلومات الآتية:

أ- الساعات النهارية ضمن المواسم الحارة يفضل عندها تظليل الشباك. والساعات ضمن المواسم الباردة يفضل خلالها التشميس اي السماح للأشعة الشمسية بالنفاذ الى داخل الفضاء.

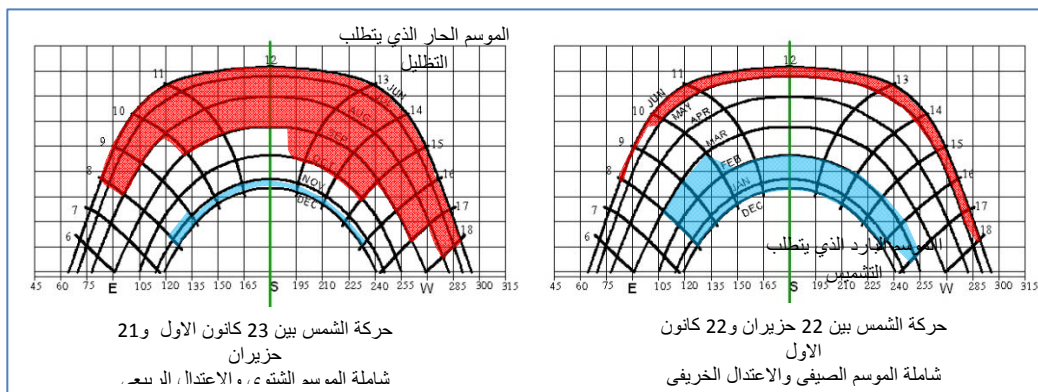
ب- ان المانعة الشمسية التي تأخذ بالحسبان تظليل جميع الساعات المؤشرة ضمن المواسم الحارة ستكون ذات أبعاد كبيرة يصعب في كثير من الأحيان تحقيقها في التصميم، لذا فان البحث سيتجه نحو السماح باعتماد المانعة الشمسية لغرض التظليل الجزئي للشباك لبعض الساعات للمواسم الحارة وان تحديد تلك الساعات سيعتمد على الاهمية النسبية لدرجة حرارة الهواء وكذلك سيعتمد لاحقاً على شدة الاشعاع الشمسي حسب توجيه الشباك.

فيما يخص الاهمية النسبية للساعات المؤشرة ضمن المواسم الحارة التي يتطلب فيها التظليل فهي تختلف حسب درجة حرارة الهواء. فعلى سبيل المثال عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي أعلى من (40) درجة مئوية يكون أهمية تظليل الشباك أعلى مما لو كانت درجات الحرارة (30) درجة مئوية. استناداً الى ذلك تم تقسيم الموسم الحار الى سبعة مجاميع (بمدى تغير درجتين حراريتين لكل مجموعة)، حيث سيعتبر هذا أحد المؤشرات في إعطاء المجاميع ذات درجة حرارة العالية أهمية أكبر في التظليل مقارنة بالمجاميع ذات درجات الحرارة الاوطى، وبالتالي تأثير ذلك في تحديد أبعاد المانعات الشمسية. وينطبق الشيء ذاته عند تقسيم الموسم البارد الى مجاميع حسب التغير في درجات حرارتهم.

(2) تحديد موقع الشمس في المرحلة التي يكون فيها التظليل مطلوباً

يمكن رسم موقع الشمس في الوقت الذي يتطلب فيه التظليل على مخطط مسار الشمس الخاص بخطوط العرض للمنطقة. فحركة الشمس تختلف خلال أشهر السنة، ويمثل الشكل (2) مخطط مسار حركة الشمس في مدينة بغداد وقد تم التاثير عليه الفترتين الحارة والباردة. ويتم رسم مخطط مسار الشمس من تسقيط مسار الشمس في قبة السماء على سطح عمودي وهذه التقنية تستخدم بشكل واسع بين المصممين، بعد ذلك يتم تسقيط مسار الشمس وفقاً لموقع المبنى لتحديد زوايا سقوط الاشعاع الشمسي نسبة الى الواجهات المختلفة. وفي مخطط مسار الشمس يتم وضع التاثيرات الآتية:

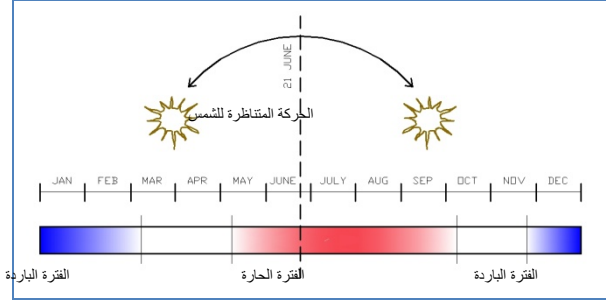
- الخطوط العمودية تمثل زوايا إتجاه الشمس AZ.
- الخطوط الافقية تمثل زوايا إرتفاع الشمس AI.
- الخطوط المنحنية تمثل حركة الشمس خلال اشهر السنة وخلال ساعات اليوم.



شكل (2) توضيح الموسم الحار والموسم البارد على مخطط مسار الشمس [الباحث].

من الشكل (2) نلاحظ أن درجات الحرارة والوقت الذي يتطلبه بدء التظليل قد لاينطبق مع حركة الشمس المتكررة مرتان خلال الوقتان المختلفان من السنة (من 22 حزيران الى 22 كانون الاول والحركة الاخرى من 23 كانون الاول الى 21 حزيران) فهي قد تكون أدنى في الشهر (10) لكنها باردة قليلاً في الشهر (3). فالشمس تتبع المسار نفسه في قبة السماء في هذين الوقتين من السنة. في هذه الحالة عندما ينطبق مسار الشمس في وقتين فانه من المفضل التظليل في الموسم

الحرارة عن السماح بالنفاذ الشمسي للموسم البارد، شكل (3). أو ان يتم في هذه الحالة استخدام المانعة الشمسية المتحركة والتي هي حالياً خارج نطاق البحث.



شكل (3) تحديد الأشهر الحارة والباردة لايتوافق مع التناظر السنوي لحركة الشمس

(3) شدة تأثير الإشعاع الشمسي في الاتجاهات المختلفة

يمثل الجدول (2) شدة الإشعاع الشمسي المباشر العمودي لمدينة بغداد خلال اشهر السنة المختلفة، موضحاً عليه الأشهر الحارة والأشهر الباردة اللذان يتطلبان التظليل والتشميس على التوالي.

جدول (2) المعدلات الساعية لشدة الإشعاع الشمسي المباشر لمدينة بغداد (واط/م²)

الساعات														الأشهر
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	
0	0	1	173	299	380	404	420	411	354	296	120	0	0	كانون الثاني
0	0	126	287	394	451	471	487	471	422	329	165	1	0	شباط
0	25	183	313	354	441	502	535	524	501	408	250	99	0	آذار
0	84	300	430	536	596	641	668	649	625	547	391	217	0	نيسان
0	123	319	451	527	601	642	671	648	617	552	450	214	9	أيار
2	233	418	540	615	707	781	810	789	702	663	579	432	165	حزيران
0	178	383	526	606	692	724	753	740	706	649	566	382	7	تموز
0	133	377	519	600	689	718	747	744	716	663	553	325	4	آب
0	9	219	426	541	643	679	696	688	648	606	467	263	2	أيلول
0	0	65	296	427	499	557	592	588	554	470	361	141	0	تشرين الأول
0	0	0	188	319	377	420	433	424	415	323	193	40	0	تشرين الثاني
0	0	0	199	318	366	401	403	394	355	319	178	0	0	كانون الأول

ومن الجداول والمخططات السابقة يمكن وضع الجدول (3 و 4) الذي يبين المعلومات الحرارية والشمسية الساعية لكل من الأشهر الحارة والأشهر الباردة على التوالي.

بعد ذلك تم دراسة أثر تغير اتجاه الشباك في شدة الإشعاع الشمسي الساقط عليه، وتم تحديد ثمانية اتجاهات جغرافية مختلفة.

إن شدة الإشعاع الشمسي المؤثر في كل ساعة على الواجهات المختلفة يعتمد على:

الفترة الحارة	2	11	65	128	648	31.6
	3	12	75	180	671	33.2
	4	13	65	232	642	33.8
	5	14	61	253	601	34.5
	6	15	50	265	527	35.1
	7	16	37	273	451	34.1
	8	17	25	280	319	33.2
	9	8	38	83	579	30.3

الجدول (3) المعلومات البنائية لساعات الأشهر الحارة [البحث]

التسلسل	الشهر	الساعة	Al	Az	شدة الإشعاع (w/m ²)	درجة الحرارة
1		10	61	107	617	29.9

3	8	9.7	126	178	8.2
4	9	19	137	319	9
5	10	27	149	355	11.1
6	11	32	164	394	13.2
7	12	34	180	403	15.3
8	13	32	196	401	15.9
9	14	27	211	366	16.4
10	15	19	223	318	17
11	16	9.7	234	199	15.9
12	8	13	126	120	7.1
13	9	23	132	296	7.7
14	10	32	145	354	9.6
15	11	37	161	411	11.5
16	12	40	180	420	13.4
17	13	37	199	404	14.1
18	14	32	215	380	14.7
19	15	23	228	299	15.4
20	16	13	234	173	14.4
21	8	19	116	165	9.3
22	9	30	126	329	10.3
23	10	39	140	422	12.2
24	11	45	157	471	14.2
25	12	51	180	487	16.1
26	13	45	203	471	16.7
27	14	39	220	451	17.2
28	15	30	234	394	17.8
29	16	19	244	287	17.2
30	17	7	247	126	16.5
31	8	26	107	250	13.7
32	9	37	117	408	15.2
33	10	48	132	501	16.8

10	9	51	90	663	32.9
11	10	62	102	702	34.7
12	11	74	122	789	36.6
13	12	80	180	810	38.4
14	13	74	238	781	39.1
15	14	62	258	707	39.7
16	15	50	268	615	40.4
17	16	37	276	540	38
18	17	25	283	418	35.5
19	18	13	290	233	33.1
20	8	37	87	566	31.6
21	9	50	95	649	34.1
22	10	61	107	706	36.3
23	11	65	128	740	38.4
24	12	75	180	753	40.6
25	13	65	232	724	41.4
26	14	61	253	692	42.1
27	15	50	265	606	42.9
28	16	37	273	526	42.2
29	17	25	280	383	41.5
30	18	11	288	178	40.8
31	8	32	97	553	31
32	9	45	105	663	33.4
33	10	56	120	716	35.8
34	11	64	140	744	38.1
35	12	67	180	747	40.5
36	13	64	220	718	41.3
37	14	56	240	689	42.1
38	15	45	255	600	42.9
39	16	32	264	519	42.1
40	17	24	271	377	41.2
41	18	5	279	133	40.4
42	10	48	132	648	32
43	11	55	151	688	34.5
44	12	57	180	696	37
45	13	55	209	679	37.7
46	14	48	228	643	38.5
47	15	37	243	541	39.2
48	16	26	253	426	38.1
49	17	13	262	219	37
50	13	45	203	557	31.2
51	14	39	220	499	31.8
52	15	30	234	427	32.5

الجدول (4) المعلومات البيئية لساعات الأشهر الباردة^[الباحث]

الفترة	التسلسل	الشهر	الساعة	Al	Az	شدة الإشعاع (w/m ²)	درجة الحرارة
الفترة الباردة	1	تشرين	8	13	126	193	14.4
	2	تشرين 2	9	23	132	323	15.8

- أ- زوايا سقوط الإشعاع الشمسي على تلك الواجهة (زاوية الظل الافقية وزاوية الظل العمودية)¹.
- ب- شدة الإشعاع الشمسي المباشر الوارد في الجدولين (3 و 4) السابقين.

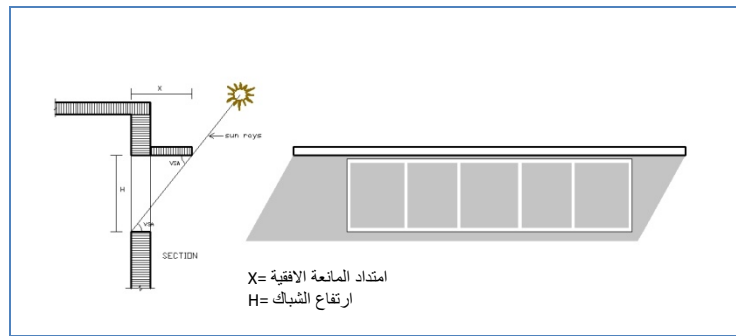
¹ زاوية الظل الافقية: وهي الفرق بين اتجاه الشباك وزاوية اتجاه الشمس
زاوية الظل العمودية: وهي مسقط زاوية ارتفاع الشمس على السطح العمودي على الشباك.

يوضح الجدول (5) شدة الاشعاع الشمسي (الصيفي والشتوي والمجموع السنوي) الساقط على الواجهات المختلفة. جدول (5) معدلات الطاقة الساقطة على التوجيهات المختلفة [البحث]

ش غ	التوجيه						شمال	شدة الاشعاع (واط/م ²)
	غرب	ج غ	جنوب	ج ش	شرق	ش ش		
4922	9305	9525	6447	6291	5315	2512	520	المواسم الحارة
259	2250	4808	6971	5734	3021	423	0	المواسم الباردة
4857	8743	8323	4704	4857	4559	2406	520	المجموع السنوي ²

1) تحديد مقدار امتداد المانعة الافقية لكل ساعة:

إن تحديد مقدار امتداد المانعة الافقية المناسبة لتظليل الشباك تعتمد بشكل كبير على زاوية الظل العمودية (VSA) التي تتأثر بموقع الشمس في قبة السماء لتلك الساعة وتوجيه الجدار، الشكل (4).



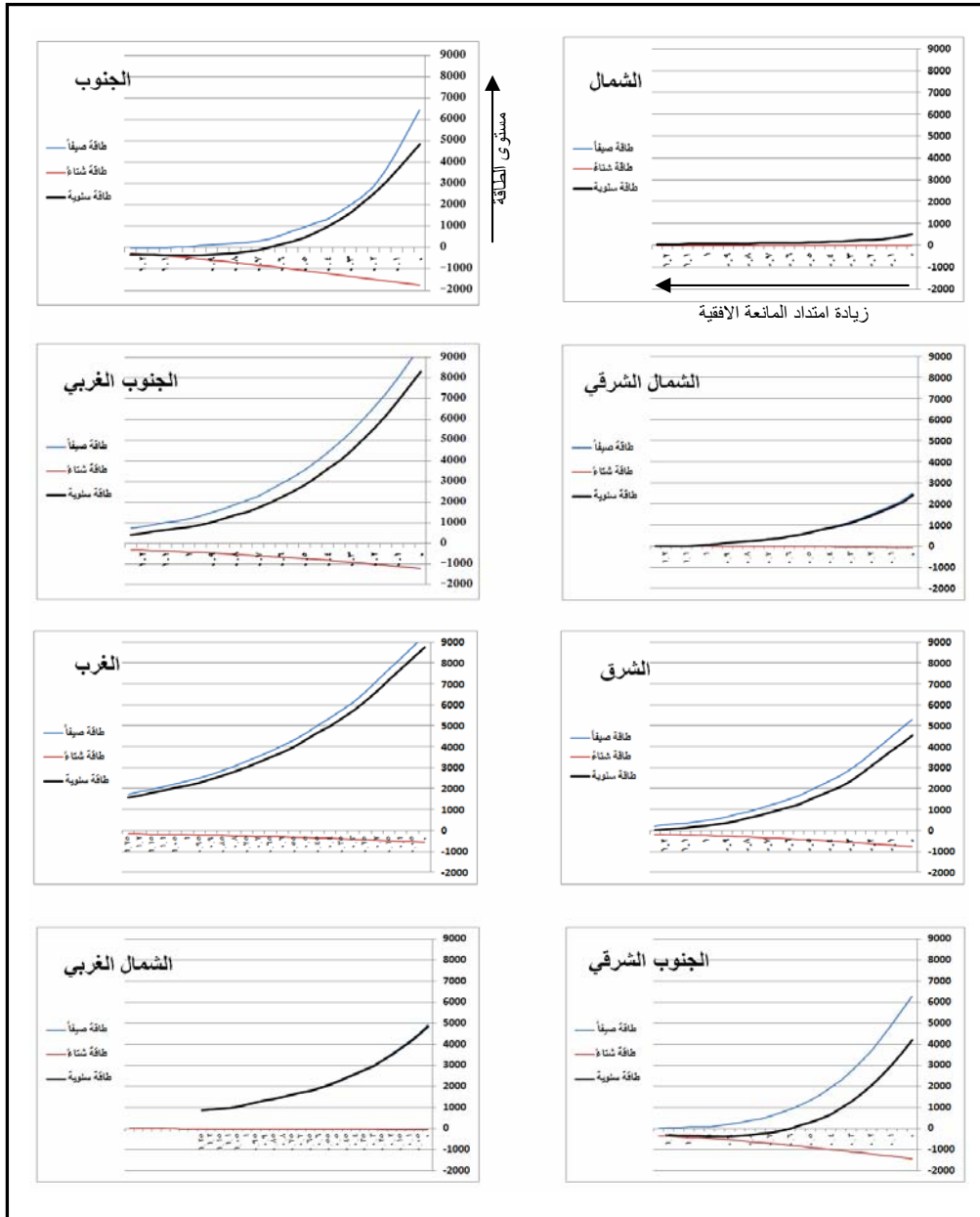
شكل (4) امتداد المانعة الافقية يعتمد على زاوية الظل العمودية [البحث].

يتم اختيار المانعة الشمسية اعتماداً على توجيه الشباك، هناك بعض التوجيهات من السهولة لتظليلها بإعتماد المانعة الافقية وبعضها الآخر أكثر صعوبة وهي عندما تكون زاوية الظل العمودية منخفضة واتجاه الشمس منحرف عن اتجاه الشباك.

2) تحديد الكفاءة الأدائية للمانع الشمسية الافقية.

يقصد بالكفاءة الأدائية هي الحدود الخاصة بهذا البحث والتي يعتبر عندها امتداد المانعة ملائماً لتظليل المواسم الحارة والتشميس للمواسم الباردة، ويقاس ذلك بقيم معدلات الطاقة الساقطة على الشباك للموسمين. يوضح الشكل (5) معدلات الطاقة للتظليل والتشميس للمانع الشمسية حسب مقدار امتدادها نسبة لإرتفاع الشباك.

² يمثل المجموع السنوي مجموع حمل تكييف المبنى وتدفئته، وبذلك تقل كمية الطاقة الشتوية من كمية الاحمال السنوية، كذلك أخذ بالاعتبار ان تكلفة أحمال التكييف هي أربعة أضعاف كلفة أحمال التدفئة^[5].



الشكل (5) مخططات الطاقة للمواسم الحارة والباردة والمجموع السنوي [الباحث]

وتبعاً للأهمية النسبية لكل ساعة للأوقات الحارة والباردة (من حيث مقدار امتداد المانعة وشدة الطاقة الشمسية المستلمة ودرجة حرارة الهواء) تمكن البحث من حساب المعدلات الملاءمة لإمتداد المانعة الأفقية (وهي ما يمثل الكفاءة الادائية للمانعة) وقيمها موضحة في الجدول (6).

جدول (6) امتداد الانسب المانعة الأفقية [الباحث]

التوجيه	شمال	ش ش	شرق	ج ش	جنوب	ج غ	غرب	ش غ
الامتداد	0,05	0,21	0,47	0,31	0,20	0,57	0,96	0,52

3) تحديد الكفاءة التصميمية للمانعة الشمسية المستخدمة في التصميم.

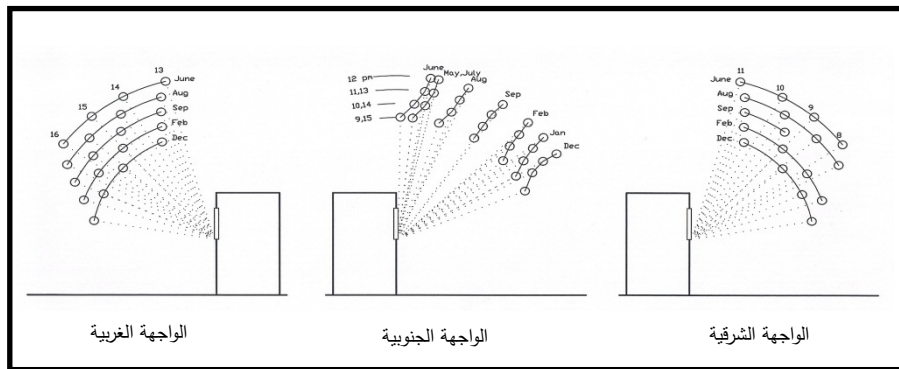
ليس لزاماً على المصمم الالتزام بالمعدلات الواردة في الجدول (6) السابق، إذ يعتمد القرار التصميمي للمانعة على مجموعة واسعة من المتغيرات المتداخلة، من هنا تعتمد الكفاءة التصميمية على مقدار امتداد المانعة وبالتالي كفاءة التظليل الصيفي والتشميس الشتوي للمانعة. يوضح الجدول (7) كفاءة التظليل والتشميس للمانع الشمسية حسب مقدار امتدادها نسبة لإرتفاع الشباك.

الجدول (7) الكفاءة التصميمية للمناعة وتشمل التظليل الصيفي والتشميس الشتائي [الباحث]

شمال غربي	غرب		جنوب غربي		جنوب		جنوب شرقي		شرق		شمال شرقي		شمال		امتداد المناعة نسبة من ارتفاع الشباك	
	315	270	225	180	135	90	45	0	شمال شرقي	شمال	شمال	شمال	شمال			
شتاء	صيفاً	شتاء	صيفاً	شتاء	صيفاً	شتاء	صيفاً	شتاء	صيفاً	شتاء	صيفاً	شتاء	صيفاً	شتاء	صيفاً	0%
100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
91%	9%	96%	6%	96%	8%	96%	15%	96%	11%	96%	8%	87%	13%	0%	20%	5%
82%	16%	91%	12%	91%	16%	92%	31%	92%	22%	91%	15%	77%	23%	0%	34%	10%
75%	22%	87%	17%	87%	24%	89%	44%	88%	32%	87%	23%	67%	31%	0%	45%	15%
69%	28%	83%	23%	83%	31%	85%	56%	84%	41%	83%	31%	60%	40%	0%	51%	20%
63%	34%	79%	29%	79%	37%	81%	63%	80%	49%	78%	39%	53%	47%	0%	56%	25%
57%	39%	74%	34%	75%	43%	77%	69%	76%	57%	74%	45%	47%	54%	0%	60%	30%
54%	43%	70%	38%	72%	49%	73%	75%	72%	63%	69%	51%	41%	60%	0%	65%	35%
52%	47%	66%	42%	68%	54%	69%	79%	69%	69%	65%	55%	36%	64%	0%	69%	40%
49%	51%	63%	46%	64%	58%	66%	82%	65%	74%	61%	60%	31%	69%	0%	74%	45%
46%	54%	60%	50%	61%	63%	62%	85%	62%	79%	58%	64%	28%	73%	0%	77%	50%
43%	58%	57%	53%	58%	66%	58%	88%	58%	82%	55%	69%	26%	77%	0%	79%	55%
40%	61%	55%	57%	54%	69%	54%	91%	55%	85%	52%	72%	23%	81%	0%	81%	60%
38%	63%	52%	59%	51%	73%	50%	94%	52%	88%	49%	75%	21%	84%	0%	81%	65%
35%	65%	50%	62%	48%	76%	47%	95%	49%	91%	46%	78%	18%	86%	0%	82%	70%
32%	67%	47%	65%	46%	78%	43%	96%	46%	93%	43%	81%	15%	88%	0%	83%	75%
29%	69%	45%	67%	43%	80%	40%	97%	43%	94%	40%	83%	13%	90%	0%	84%	80%
27%	71%	42%	69%	40%	82%	37%	97%	40%	96%	38%	86%	10%	92%	0%	85%	85%
24%	73%	40%	71%	38%	84%	33%	98%	38%	97%	36%	88%	8%	94%	0%	86%	90%
21%	75%	38%	73%	36%	86%	30%	99%	35%	98%	34%	90%	5%	96%	0%	86%	95%
18%	77%	36%	75%	34%	87%	27%	99%	33%	99%	32%	91%	2%	97%	0%	87%	100%
16%	79%	34%	76%	32%	88%	24%	100%	31%	99%	30%	92%	1%	99%	0%	88%	105%
15%	80%	33%	77%	30%	89%	22%	100%	29%	99%	28%	93%	0%	100%	0%	89%	110%
14%	81%	32%	79%	28%	90%	20%	100%	27%	99%	27%	94%	0%	100%	0%	90%	115%
14%	81%	30%	80%	27%	91%	18%	100%	26%	99%	25%	95%	0%	100%	0%	91%	120%
13%	82%	29%	81%	25%	92%	16%	100%	24%	100%	24%	96%	0%	100%	0%	91%	125%

6. تحديد موقع المناعة الافقية لزيادة كفاءة أدائها في الموسم البارد:

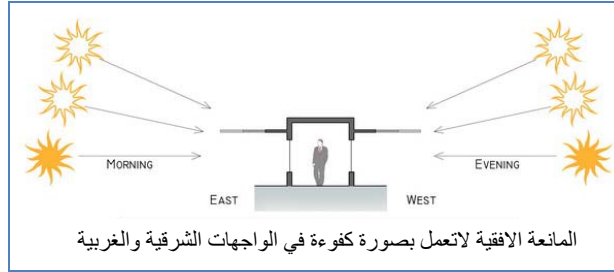
يمكن لبعض التوجيهات ان تحقق المناعة الشمسية نفاذية أكبر لشمس الشتاء مع المحافظة على كفاءة منعها لشمس الصيف، ويتم ذلك بالاستفادة من الفرق بين ارتفاع زاوية الشمس في قبة السماء بين الصيف والشتاء. ويفهم الحركة الهندسية للشمس يمكن رسم ارتفاع الشمس (معبراً عنها بزوايا الظل العمودية VSA) بالنسبة للواجهة، ويبين الشكل (6) زوايا ارتفاع الشمس للأشهر الحارة والباردة وللتوجيهات المختلفة.



شكل (6) دراسة معدلات زوايا ارتفاع الشمس للواجهة الشرقية والجنوبية والغربية لمدينة بغداد [الباحث].

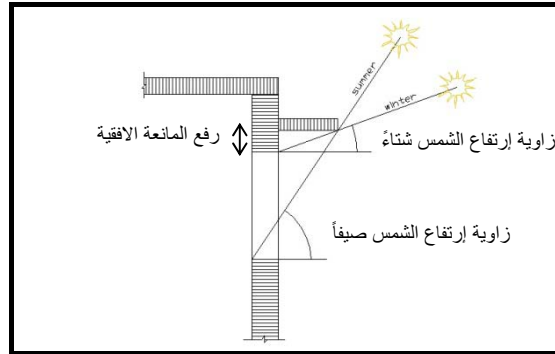
يظهر من الشكل تعرض واجهات المبنى لزوايا حركة الشمس بشكل مختلف، بذلك فان كل توجيه يتطلب اسلوب مختلف لتصميم وتحديد موقع المناعة المستخدمة. ويمكن ايجاز التعرض الشمسي للواجهات بالشكل الاتي:

- الواجهة الشمالية: قد لا تتطلب الواجهة الشمالية استخدام مانعات شمسية بشكل مميز إذ أنها لا تتعرض للأشعة الشمسية المباشرة عدا الساعات الصباحية الأولى والساعات الأخيرة قبل الغروب حيث لا يحدث نفاذ كبير للأشعة الشمسية داخل المبنى.
- الواجهة الشرقية: تتأثر الشبائيك الشرقية بالأشعاع الشمسي المباشر من ساعة الشروق وحتى منتصف النهار (الساعة الثانية عشر ظهراً)، في هذه الحالة لا تكون المانعة الأفقية ذات فعالية مؤثرة حتى الساعة التاسعة صباحاً.
- الواجهة الجنوبية: تكون المانعة الشمسية الأفقية كفوءة في هذه الواجهة فهي تمنع الشمس بكفاءة عالية في الأشهر الحارة بينما تسمح بنفاذ كمية كبيرة من شمس الشتاء.
- الواجهة الغربية: تتأثر بالأشعاع الشمسي المباشر من بعد الظهر الى ساعة الغروب في نهاية النهار، تكون المانعة الأفقية فعالة الى حد الساعة الثالثة عصراً (اعتماداً على اشهر الصيف). حيث تصبح زاوية ارتفاع الشمس منخفضة والأشعة الشمسية أكثر أفقياً بإمكانها النفاذ من تحت المانعة الأفقية الموضوعة فوق الشبائك، الشكل (7).



شكل (7) التظليل للواجهات الشرقية والغربية

وفي هذه الساعات تكون شدة الأشعاع الشمسي الساقط على الواجهة الغربية مرتفع وهي تتوافق مع ارتفاع درجة حرارة الهواء. ويمكن للمانعة العمودية للشبائيك الغربية والمشبكات ان توفر الظل لتقليل الكسب الشمسي في اوقات بعد الظهر في جميع الاشهر الحارة. من هنا يجب حماية الشبائك بصورة جيدة بتقليل الأشعاع في الصيف مع الحصول على أكبر اشعاع في الشتاء. ولأن ارتفاع الشمس في الصيف أكثر منه في الشتاء يمكن للمانعات الأفقية الثابتة (ولعدد من التوجيهات) ان تجمع بين التظليل للموسم الحار والسماح للأشعاع الشمسي للموسم البارد، من خلال التحكم بموقع المانعة الأفقية وزيادة ارتفاعها فوق الشبائك بما يحافظ على المنع للموسم الحار والسماح للموسم البارد، الشكل (8).



الشكل (8) تحديد موقع المانعة الأفقية فوق الشبائك للسماح بنفاذ أكبر كمية من شمس الشتاء بينما تمنع شمس الصيف من وصول الشبائك [الباحث].

حيث تم حساب معدل³ ارتفاع الشمس في الأشهر الحارة وارتفاع الشمس في الأشهر الباردة، وهذه الطريقة ملائمة للتوجيهات الجنوبية والقريبة من الجنوب، أما بقية التوجيهات فهي ليست بذى أهمية واضحة، والجدول (8) يوضح قيم زوايا الارتفاع للمواسم الصيفية والمواسم الشتائية.

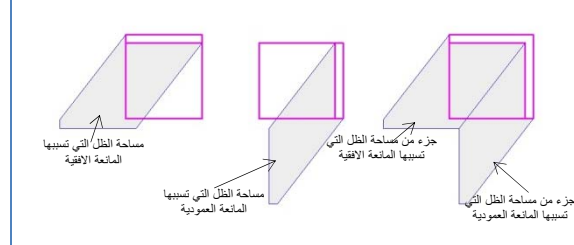
الجدول (8) معدل زوايا ارتفاع الشمس للمواسم الحارة والباردة يحدد ارتفاع المانعة الأفقية ومقدار امتدادها [الباحث]

الزاوية		التوجيه
شتاء	صيفا	
0	65	شمال
61	68	ش ش
37	55	شرق
40	64	ج ش
35	71	جنوب
42	51	ج غ
36	42	غرب
49	51	ش غ

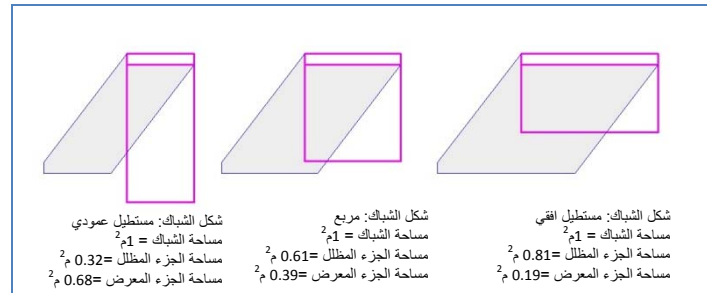
يمكن من خلال الزوايا للفترة الحارة والباردة تحديد موقع المانعة الأفقية ومقدار امتدادها.

7. اثر شكل الشباك في تحديد الافضلية بين استخدام المانعة الافقية والمانعة العمودية

إن كفاءة عمل المانعة الشمسية في تظليل مساحة الشباك يرتبط بشكل كبير بنوع المانعة المستخدمة وشكل الشباك، الشكل (9). فكلما اقترب شكل الشباك من المستطيل الأفقي ازدادت أهمية المانعة الشمسية الأفقية، في حين تزداد أهمية المانعة العمودية عندما يقترب شكل الشباك من المستطيل العمودي، الشكل (10).



الشكل (9) كل من المانعة الأفقية والمانعة العمودية يظللان جزء من مساحة الشباك [الباحث]



الشكل (10) إختلاف مساحة تظليل المانعة الأفقية حسب تغير شكل الشباك [الباحث]

تم عمل مقارنة بين مقدار ماتظله المانعة الأفقية من مساحة الشباك مقارنة مع المانعة العمودية وللتوجيهات المختلفة، وتمت هذه المقارنة بتحديد الشباك بالشكل المربع. كانت النتائج ان المانعة الأفقية

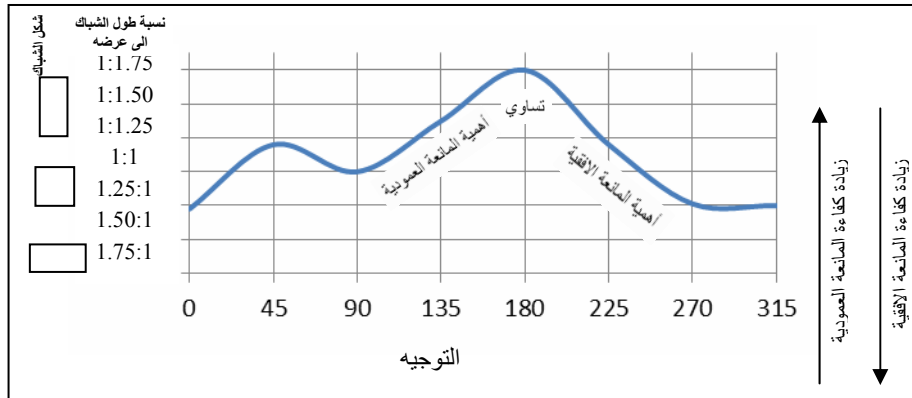
³ اعتمد في حساب المعدل على الاهمية النسبية لكل ساعة مقارنة ببقية ساعات تلك المدة.

تكون أكثر فعالية عندما تكون الشمس المواجه لها ذات زوايا مرتفعة، يوضح الجدول (9) أهمية تظليل المانعة الأفقية مقارنة بتظليل المانعة العمودية للتوجيهات المختلفة.

الجدول (9) أهمية استخدام المانعة الأفقية مقارنة بالمانعة العمودية للشباك المربع [الباحث]

كفاءة المانعة %	التوجيه						
	ش غ	الغرب	ج غ	الجنوب	ج ش	الشرق	ش ش
الافقية	42	44	55	82	64	50	47
العمودية	58	56	45	18	36	50	53

ويعرض الشكل (11) مخططاً للحدود الخاصة بشكل الشباك الذي يحصل عنده التساوي بين كفاءة المانعة الأفقية مع كفاءة المانعة العمودية، والتي عندها يفضل استخدام المانعة المركبة او المشبكات. فإذا ازداد استطالة الشباك الأفقية [المنطقة تحت الخط المنحني] ازدادت معها كفاءة استخدام المانعة الأفقية اما اذا ازدادت استطالة الشباك عمودياً [المنطقة فوق الخط المنحني] ازدادت معها كفاءة استخدام المانعة العمودية.



شكل (11) حدود المفاضلة بين تحديد شكل الشباك واختيار نوع المانعة المستخدمة [الباحث]

بهذا يكون البحث قد أعطى اسلوباً يمكن ان يساعد المصمم في إختيار الأبعاد المناسبة للمانعات الشمسية الأفقية. ولغرض توضيح طريقة استخدام الجداول والمخططات الواردة في هذا البحث سيتم عرض مثال توضيحي حول كيفية تصميم وتحديد ابعاد المانعة الأفقية.

8. مثال:

طلب تصميم مانعة شمسية لشباك أبعاده (1 * 1) متر متجه نحو الجنوب وشباك (1 * 1) متر متجه نحو الغرب، ماهي الامكانيات والبدائل المتاحة للمصمم؟

الحل: ليس من المفضل وضع محدد ثابت لأبعاد المانعة الشمسية يتم إلزام المصمم به، بل ان الموضوع فيه مجالاً واسعاً لنقبل حالات عديدة من تصميم المانعات الشمسية الأفقية. وسيتم توضيح تصميم المانعة الشمسية للشباك المتجه نحو الجنوب والشباك المتجه نحو الغرب كالآتي:

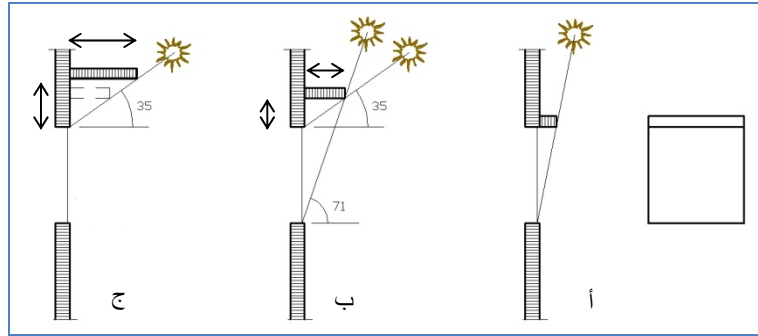
أولاً: تصميم المانعة الشمسية للشباك المتجه نحو الجنوب.

سيتم توضيح كيفية تصميم المانعة الشمسية الأفقية وفق أكثر من خطوة يمكن للمصمم إختيار أي منها.

الخطوة الأولى: بالعودة الى الجدول (6) حول تحديد الابعاد الأنسب للمانعات الشمسية، نجد ان الامتداد المناسب للمانعة المتجه نحو الجنوب هو (20) سم (وهي ما تعادل 20% من ارتفاع الشباك).
الخطوة الثانية: وفقاً للجدول (7) فان الكفاءة التصميمية للمانعة بامتداد (20) سم هو (56%) صيفاً وكفاءة التشميس (85%) شتاءً، الشكل (12أ). يمكن زيادة كفاءة التظليل بزيادة امتداد المانعة الافقية ووصولها الى (30) سم على سبيل المثال، في هذه الحالة ستكون كفاءة التظليل (69%) صيفاً وكفاءة التشميس (77%) شتاءً.

الخطوة الثالثة: للعمل على زيادة تعرض الشباك للإشعاع الشمسي للأشهر الباردة مع المحافظة النسبية على كفاءة التظليل للأشهر الحارة سيتم تحريك المانعة الشمسية الافقية وجعلها فوق ارتفاع الشباك بمسافة يتم تحديدها بالاستعانة بالجدول (8). حيث يظهر ان معدل زاوية الظل العمودية صيفاً (71)، ومعدل زاوية الظل العمودية شتاءً (35). بعد استخراج قيم الزاويتان وبالإستعانة بالرسم يمكن تحديد موقع المانعة الشمسية ومقدار إمتدادها وهي كما موضحة بالشكل (12ب).

الخطوة الرابعة: لزيادة كفاءة التظليل الشمسي في الأشهر الحارة مع المحافظة على كفاءة التعرض الشمسي للأشهر الباردة يتم زيادة إمتداد المانعة الافقية مع زيادة ارتفاعها فوق مستوى الشباك الى الحد الذي لايتجاوز زاوية الظل العمودية للموسم البارد، الشكل (12ج).



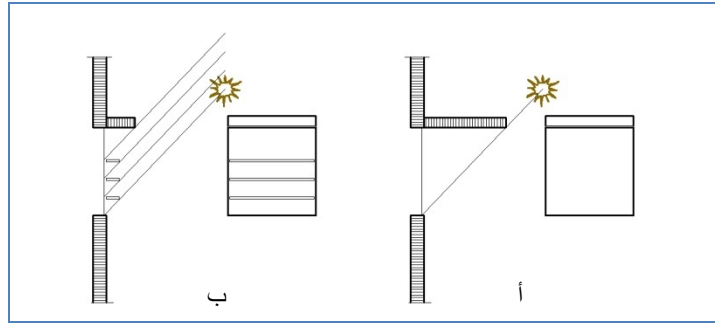
شكل (12) تصميم شبك المتجه نحو الجنوب

ثانياً: تصميم المانعة الشمسية للشباك المتجه نحو الغرب.

بشكل مشابه للمثال السابق سيتم توضيح كيفية تصميم المانعة الشمسية الافقية وفق أكثر من خطوة يمكن للمصمم إختيار أي منها.

الخطوة الأولى: بالعودة الى الجدول (6) حول تحديد الابعاد الأنسب للمانعات الشمسية، نجد ان الامتداد المناسب للشباك المتجه نحو الغرب هو (96) سم، شكل (13أ).
الخطوة الثانية: وفقاً للجدول (7) فان كفاءة التظليل بامتداد (96) هو (73%) صيفاً وكفاءة التشميس (38%) شتاءً، الشكل (13أ).

الخطوة الثالثة: من ملاحظة الشكل (11) يظهر ان الشباك ذو الشكل المربع المتجه نحو الغرب يفضل ان يستخدم فيه المانعة المركبة او العمودية بدلاً من الافقية، الا انه يمكن بتصميم المانعات الشمسية تقسيم الشباك الى مجموعة أجزاء افقية بوضع مانعات افقية صغيرة امام الشباك فهي ستعمل في هذه الحالة بشكل مشابه للمشبكات، وستكون المانعات الشمسية الافقية ملائمة للإستخدام لحالة الشبائيك التي ستعتبر ذات الاستطالة الافقية الواسعة، شكل (13ب).



شكل (13) تصميم شباك المتجه نحو الغرب

9. الاستنتاجات:

- بعد ان تم استعراض الطريقة الخاصة بالبحث حول تصميم المانع الشمسية والحالات الملائمة لإستخدامها، أمكن التوصل الى عدد من الاستنتاجات:
- 1- ليس هناك مانعات شمس محددة بأبعادها وأشكالها تستخدم لشبائيك الواجهات المختلفة، بل هناك مدى من البدائل التصميمية لكل توجيه يتم اختيار منها ما يلاءم الجوانب التصميمية للمشروع.
 - 2- السيطرة الشمسية باستخدام المانع تكون أكثر فاعلية عندما تصمم خصيصاً لكل واجهة، إذ تتغير قيم زوايا إرتفاع الشمس واتجاهها لكل واجهة مع تغير مدة وشدة الاشعاع.
 - 3- إعطاء أهمية خاصة لتظليل الواجهة الجنوبية بإختيار حجم المانعة الافقية للواجهة للسماح بالتظليل الصيفي مع الاستمرار بالتعرض لشمس الشتاء.
 - 4- بصورة عامة قد يرتبط شكل الشباك بمتطلبات التظليل مع انه قد يرتبط بجوانب اخرى كالتهووية والانارة والمنظر ووظائف اخرى بضمنها المتطلبات الجمالية، عموماً يعطي مخطط مسار الشمس انطباعاً بان الشبائيك ذات التناسب الافقي ملائمة لاستخدام مانعات شمس افقية خاصة للجدران المتجهة نحو الجنوب بينما يمكن للشبائيك العمودية التناسب ان تستخدم المانع العمودية في الاتجاهات البعيدة عن الجنوب.
 - 5- إذا كان من الصعوبة في التصميم استخدام مانعات واسعة للشبائيك وبالأخص للواجهات الشرقية والغربية مقارنة بالواجهات الجنوبية، يمكن معالجة ذلك باستخدام المشبكات او تقليل مساحة الشبائيك، كما يمكن في هذه الحالة وللطوابق المنخفضة إستخدام النباتات للتظليل.
 - 6- ليس من الضروري تظليل الواجهات الشمالية طالما انها تستلم كميات قليلة من الطاقة الحرارية مقارنة ببقية الواجهات (لاحظ المخططات في الشكل 5).

10. المصادر:

- 1- "Shading effects upon cooling house strategy in Iraq" A. Al-Musaed , A. Almssad, September, 2007
http://www.inive.org/members_area/medias/pdf
- 2- "Tips for Daylighting", Berkeley National Laboratory, University of California, Berkeley CA
<http://betch.lbl.gov/pub/designguide/dlg.pdf>
- 3- "Shading Devices", university of southern California, school of architecture, Los Angeles.
<http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/tools/thermal/shadedevice.html>
- 4- SHADING DEVICES. THE DESIGNS AND EXAMPLES OF HORIZONTAL
<http://sdngnet.com/files/lectures/futa-arc-309/>
- 5- ASHRAE, N. Y: "ASHREA Handbook, Fundamentals, 1985", USA, 1985