

أثر العناصر التصميمية الخارجية في تحديد مستويات الإضاءة الطبيعية الساقطة على الشبائيك

د. يونس محمود محمد سليم

مدرس

قسم الهندسة المعمارية/ الجامعة التكنولوجية

المستخلص:

يدرك المصمم مالعناصر البيئية ولاسيما الإضاءة الطبيعية (النهارية) من دورٍ فاعل في الوصول الى تصميم ناجح يحقق أفضل أداء إستخدامي. فالإضاءة الطبيعية تذهب إلى صميم عمل المعماري، فيستعين بها للإيحاء بشكل الفضاءات ولونها وملمس سطوحها. الا ان كثرة المتغيرات التصميمية والطبيعية المؤثرة في مستويات الاضاءة المتحققة داخل الفضاءات جعلت عدداً من المصممين ليست لديهم المعرفة الكافية بكيفية السيطرة على جانب الاضاءة الطبيعية في التصميم. من هنا تبرز المشكلة البحثية بصعوبة تحديد أثر العناصر الخارجية (بتغير شكلها وموقعها) في كمية الاضاءة الطبيعية الساقطة على الشبائيك.

يهدف البحث الى تحديد المستوى الأساس في تصميم الإضاءة النهارية، وهو حساب شدة ومستوى الاضاءة الطبيعية الخارجية الساقطة على الشبائيك، إذ تُعتبر هذه الإضاءة هي المصدر الرئيس لإضاءة الفضاء الداخلي بعد نفاذها عبر اللوح الزجاجي للشباك وانتشارها داخل الفضاء، (أما مساحة الفضاء الداخلية وتناسب أبعاد هوروظيفته، فسيتم إعتبارها الخطوة اللاحقة في تصميم الاضاءة، والتي هي حالياً خارج نطاق هذا البحث). حيث سيفترض أنه يمكن بالإختيار المناسب للعناصر التصميمية الخارجية ان تتم السيطرة على مستوى إنارة الفضاء الداخلي.

ولتحقيق هدف البحث إنقسم بناء الإطار النظري الى مرحلتين:

1. تحديد قيم الإضاءة السماوية القادمة الى الشباك.
 2. تحديد أثر العناصر التصميمية المضافة الى تركيبة الشباك (كالمانعات الشمسية وسمك الجدار وموقع السطوح المجاورة للشباك) في مستويات الإضاءة الساقطة على الشباك، ويكون تأثيرها في جانبين:
 - تقليل كمية الاضاءة: بمنعها أجزاء من الاضاءة السماوية في وصولها الى الشباك
 - زيادة كمية الاضاءة: بعكسها لبعض الإضاءة الشمسية والسماوية الساقطة عليها الى الشباك
- وإتخذ البحث طريقة حسابية بهيئة برنامج حاسبي تم تصميمه ليتولى جانب الجمع بين هاتين المرحلتين. بعد تطبيق البرنامج على حالات تصميمية مختلفة للشبائيك، توصل البحث الى أنه يمكن باختيار العناصر التصميمية المناسبة كمواقع المانعات الشمسية والسطوح الخارجية والأرضيات القريبة من الشباك واختيار مادة إنهاء سطحها الخارجي ولونها أن يتحقق التوازن النسبي في مستويات الإضاءة النهارية المسلطة على الشبائيك بمختلف الإتجاهات.

THE EFFECT OF THE OUTSIDE DESIGN ELEMENTS IN DAYLIGHT LEVELS IMPACT ON WINDOWS

Dr. Younis Mahmood M. Saleem

Lecture

Architectural Department / University Of Technology

Abstract:

The architects recognize the role of environmental elements (specially the daylight) in reach to successful design achieving better user's performance. The daylight goes to the essence of architectural work by helping to inspire the spaces with their shapes, colors, touches and surfaces.

The aim of this research is to determine the fundamental step in daylight design, by measuring the daylight impact on windows. This light is the main source in lighting interior space after it's through the glass panel of window and diffuse in space. So, it's possible to increase interior light level by controlling the external daylight impact on window.

To reach the research's aim, dividing made on the theoretical frame by two steps:

First: Admeasure the amount of sky light impact on window.

Second: Admeasure the effects of outside designing elements added to windows (such as: shadow devices, thickness of external wall and all characteristic surfaces near window), and these elements will perform in two ways:

- Avoiding partial of sky light reach window.
- Reflect some of direct sun light and sky light to window.

The research directed to mathematical method by designing computer program to solve the effect of these design variables. After application the program on different design cases of windows, the research finds that it's possible by choosing the suitable design elements near the window, relative balance will be achieve in lighting level impact on windows in different orientations.

1- المقدمة:

شكلت الإضاءة الطبيعية أحد المفاهيم الرئيسية في التصاميم المعمارية للمباني عبر مختلف العصور والحضارات، فاضواء النهار - بتغير شدته خلال ساعات اليوم- القدرة على إظهار المميزات المعمارية للمبنى بأسلوب يثير مشاعرنا ويفعم فضاءاتنا الداخلية بالحياة والحيوية.

والإضاءة الطبيعية لا تستخدم فقط للتضمينات الجمالية في التصميم، فالإعتبارات الكمية والنوعية للإضاءة النهارية تشمل التأكد من تحقيق مستويات الإضاءة المطلوبة وتوزيعها المتجانس داخل الفضاء، مع تجنب حدوث الإبهار، أخذة بالإعتبار محددات حفظ الطاقة.

تلعب الكثير من صفات العناصر التصميمية الخارجية للمبنى دوراً في تحديد كمية الإضاءة النهارية الساقطة على السطح الخارجي للشباك والتي ستنفذ لاحقاً الى داخل الفضاء، وهذا يتطلب من المصمم أن يكون له المعرفة بأساليب التعامل مع جانب الإضاءة النهارية وبالإمكانات المتاحة ضمن خصوصية مشروعه. ليتم في ضوء هذه المعرفة تحقيق المستويات الملائمة للإضاءة النهارية الى جميع فضاءات المبنى الداخلية بمختلف وظائفها ومساحاتها. إلا ان هذا التأثير للعناصر التصميمية الخارجية لم ليتم تحديده بشكل واضح في الدراسات السابقة وبالأخص تلك التي اهتمت بالمناطق ذات السماء الصافية بسبب كثرة العناصر التصميمية المؤثرة، علاوة على التعقيدات الكبيرة في توزيع مستويات الإضاءة الطبيعية الساعية والفصلية في القبة السماوية. بذلك تحددت المشكلة البحثية بصعوبة تحديد أثر العناصر الخارجية (بإختلاف شكلها وموقعها) في كمية الإضاءة الطبيعية الساقطة على الشبائيك في المناطق ذات السماء الصافية.

2-هدف البحث:

يهدف البحث الى تحديد أثر العناصر الخارجية (كالكاسرات الشمسية والمصدات الخارجية) في إضاءة الفضاءات الداخلية عن طريق حساب شدة تأثيرها في مستويات الإضاءة النهارية الخارجية (بمعدلها اليومي والفصلي) الساقطة على الشبائيك، إذ تُعتبر هذه الإضاءة (السماوية والمنعكسة) المصدر الرئيس لإضاءة الفضاء الداخلي بعد نفاذها خلال اللوح الزجاجي للشباك وإنتشارها داخل الفضاء.

3-منهجية البحث:

يعتمد البحث بمفهومه العام على حساب المعدل الشهري والفصلي لشدة الإضاءة النهارية الخارجية الساقطة على شبائيك المبنى. حيث يعتبر أن الشباك هو مصدر إنارة الفضاء الداخلي، ويمكن بزيادة شدة الإنارة الخارجية المسلطة على الشباك أن يزداد مستوى إنارة الفضاء الداخلي. وسيتجه البحث نحو تحديد طريقة للقياس تربط بين أثر تغير إتجاه الشباك وخصائص تصميمه ووجود المصدات المجاورة وإمتداد الأرض المقابلة في شدة الإضاءة المسلطة عليه. وسيتخذ البحث طريقة حسابية بهيئة برنامج حاسبي تم تصميمه في البحث ليربط بين جميع هذه المتغيرات.

وسينقسم الإطار النظري للبحث الى جزئين أساسيين هما:

أولاً- تحديد قيم الإضاءة النهارية القادمة من القبة السماوية الى الشباك غير المعاق بحاجز أو مصدر خارجي. وفي هذه الحالة ستختلف قيم الإضاءة النهارية السماوية حسب إختلاف إتجاه الشباك.

ثانياً- تحديد المتغيرات التصميمية للشبابيك والمصدات الخارجية القريبة منها المؤثرة في شدة الإضاءة الخارجية المسلطة على الشبابك، وتشمل هذه المتغيرات كل عنصر تصميمي ضمن تركيبة الشبابك أو مضاف إليه من الخارج كالمناعات الشمسية وسمك الجدار والسطوح المجاورة للشبابك. وان هذه المتغيرات التصميمية ستؤثر بطريقتين:

أ_ تعمل هذه التراكيب على منع وصول جزء من الإضاءة السماوية إلى اللوح الزجاجي للشبابك، بذلك فهي ستقلل من شدة الإضاءة الخارجية. (أي ان الإضاءة السماوية القادمة من قبة السماء سوف لن تصل جميعها الى الشبابك بل ان جزءاً منها سيُمنع بواسطة هذه التراكيب المضافة الى الشبابك من خارجه).

ب_ بما أن هذه التراكيب سيسقط عليها جزء من الإضاءة السماوية أو الإضاءة الشمسية المباشرة أو ينعكس إليها إضاءة من السطوح المجاورة لها، بالتالي ستعمل هذه التراكيب نفسها على عكس جزء من الإضاءة الساقطة عليها الى الشبابك. (أي ان وجود الكاسرات الخارجية قرب الشبابك قد يعمل في هذه الحالة على زيادة شدة الإضاءة الخارجية الساقطة على الشبابك).

قيم هذه الإضاءة المنعكسة من الكاسرات الخارجية ومن الأرض المقابلة للشبابك ستضاف الى قيم الإضاءة السماوية الواصلة الى الشبابك، وجمع هاتين القيمتين (الإضاءة السماوية والاضاءة المنعكسة) سنحصل على قيم الإضاءة النهارية الكلية الساقطة على الشبابك والتي ستؤثر في مرحلة لاحقة في شدة إضاءة الفضاء الداخلي. وسنأتي في الفقرات التالية إلى توضيح هذا الأسلوب المقترح لغرض تحديد قيم كل من الاضاءة السماوية الصافية والاضاءة المنعكسة من المصدات الخارجية وسطح الأرض المقابل للشبابك.

4- أهمية توفير الإضاءة النهارية في الفضاءات المعمارية:

يتعامل المصمم مع الضوء في جوانب مختلفة، فالضوء القابلية في إضاءة الإيحاء والمعاني الشعرية والروحية الى الفضاء^[1]، وبذلك يتكامل بإدراك الضوء إدراك الفضاء وإستخداماته. وعلى المعماري هنا أن يدير الأمر ببراعة وأن يستخدم الضوء بنجاح في إظهار المعاني المطلوبة.

هناك عدة جوانب إيجابية يمكن تحقيقها عند توفير الإضاءة النهارية الملائمة للفضاء، أهمها:

أ. توفير الراحة النفسية لمستخدمي الفضاء: فإدخال الإضاءة النهارية ووجود المنظر المشاهد من الشبابيك يمكن أن يربط المستخدم بصرياً بالبيئة الخارجية الواسعة، كما أنه بدون نفاذ ضوء النهار يفقد الإنسان الإرتباط مع الوقت ويفقد الإدراك بظروف الطقس وقد يشعر بعدم الإتجاهية^[2].

ب. التأثيرات الفسيولوجية للإضاءة النهارية: فالكميات الملائمة من الأشعة فوق البنفسجية (UV) Ultraviolet القادمة من الشمس تساعد أجسامنا في إنتاج فيتامين (D) الذي يحافظ على صحة الجلد، كما إنها تزيد من إنتاج خلايا الدم البيضاء التي تساعد في بناء نظام المناعة. فضلاً عن الإبادة الجرثومية او اضعاف التنشيط الجرثومي الذي تسببه هذه الأشعة.

ج. تؤثر الإضاءة المرئية في تنظيم بعض الوظائف البيولوجية الرئيسية في الجسم، فهناك العديد من الهرمونات وأنزيمات الجسم لها تحسس عالٍ لأشعة وضوء الشمس^[3].

د. للأشعة تحت الحمراء (IR) Infrared الموجودة في الأشعة الشمسية أهمية في توفير الأشعة الحرارية للفضاءات الداخلية في المواسم الباردة من السنة.

هـ. تساعد الإضاءة النهارية في إظهار الألوان الداخلية للفضاء وجعلها أكثر نضوحاً وأقرب للونها الطبيعي، وان التغيير في مقادير الإضاءة اليومية والفصلية تعطي رؤية داخلية ممتعة غير رتيبة.

و. إرتبط توفير الإضاءة النهارية (في عدد من الدراسات الحديثة) [4] بزيادة الإنتاج، فهي تعطي الشعور بالراحة وتحفز الرغبة في جانب إنتاج الطاقة والنشاط، والذي يؤدي الى زيادة فعالية العمل وزيادة الإنتاج.

5- الإضاءة السماوية الخارجية:

إن السبب في إضاءة القبة السماوية المحيطة بنا نهاراً هو سمك الطبقة الهوائية المحيطة بالكرة الأرضية ووجود بعض دقائق الغبار وبخار الماء في الجو فهذه العوامل تعمل على تشتيت وتناثر الأشعة الشمسية عند مرورها في الغلاف الجوي، هذه الظاهرة هي الأساس في إضاءة السماء، إذ بعدم وجودها فإن القبة السماوية ستكون شبه مظلمة. وتتغير شدة إضاءة السماء بصورة منتظمة إعتياداً على دوران الأرض حول الشمس خلال الفصول الأربعة ودورانها اليومي حول نفسها. كما تختلف هذه الإضاءة إعتياداً على كمية الغيوم المغطية لها، فهناك سماء غائمة كلياً (Overcast Sky)، وسماء غائمة جزئياً (Partial Sky)، وسماء صافية (Clear Sky). وحيث أن مدينة بغداد ومعظم مدن العراق تصنف ضمن المناطق ذات الصحو التام الأزرق، لذا سننتمد في هذا البحث على دراسة وتحليل شدة الإضاءة السماوية وطريقة توزيعها ضمن القبة السماوية ذات الصحو التام. وكالاتي:

أولاً: حساب مستويات الإضاءة السماوية على شبابيك وواجهات المبنى العمودية:

ونقصد بها كمية الإضاءة السماوية الكلية (مقاسة باللوكس أو لومن/متر مربع) الساقطة على واجهات المبنى والشبابيك غير المعاقبة بأي حاجز. وتختلف قيمها وفقاً للتوجيه. وتحسب من المعادلة الآتية [5]:

$$I_{kv} = [4.0 AL^{1.3} + 12. \sin^{0.3} (AL) \cos^{1.3} (AL)] \cdot [(2 + \cos(HSA)) / (3 - \cos(HSA))] \dots (1)$$

حيث ان:

(I_{kv}): قيمة الإستضاءة السماوية على الشباك.

(AL): زاوية إرتفاع الشمس.

(HSA): زاوية الظل الأفقية (وهي الزاوية المحصورة بين إتجاه الشمس وإتجاه الجدار أو الشباك).

وقد تم إجراء تطبيق هذه المعادلة في حساب قيم الإضاءة السماوية الساقطة على الشبابيك المختلفة الإتجاه في جميع ساعات اليوم الواحد (للساعات النهارية) ولأشهر السنة المختلفة، والجدول رقم (1) يوضح المعدلات الشهرية لنتائج هذه الحسابات.

جدول (1) المعدلات الشهرية لمستويات الإضاءة السماوية الساقطة على الأسطح العمودية (لومن / م²) [الباحث]

Dec	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb.	Jan	توجيه السطح
المواسم الباردة	المواسم المعتدلة			المواسم الحارة				المواسم المعتدلة		المواسم الباردة		

2811	3103	3396	3824	4286	4989	5692	4989	4286	3823	3396	3103	0
3795	4111	4426	4867	5302	5916	6529	5916	5302	4867	4426	4111	45
6745	6986	7226	7482	7566	8124	8682	8124	7566	7482	7226	6986	90
10657	10417	10178	9772	9043	8133	7223	8133	9043	9771	10178	10417	135
12546	11921	11295	10473	9331	7969	6607	7969	9331	10473	11295	11921	180
10657	10417	10178	9772	9043	8133	7223	8133	9043	9771	10178	10417	225
6745	6986	7226	7482	7566	8124	8682	8124	7566	7482	7226	6986	270
3795	4111	4426	4867	5302	5916	6529	5916	5302	4867	4426	4111	315

*تم حساب المعدلات الشهرية لمستويات الإضاءة السماوية لجميع ساعات اليوم (باستثناء الساعة الأولى بعد الشروق والساعة الأخيرة قبل الغروب).

ثانياً: توزيع الإضاءة السماوية في قبة السماء:

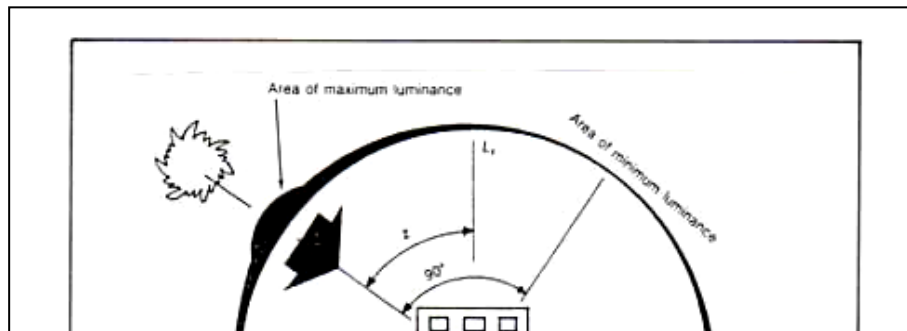
يعتمد توزيع مستويات الإضاءة في القبة السماوية للمناطق ذات الصحو التام على موقع الشمس في قبة السماء. إذ تكون أعلى قيم لشدة إضاءة السماء في المنطقة المحيطة بقرص الشمس، كما ان إضاءة السماء عند الافق اكبر عدة مرات من الإضاءة في قمة السماء (نقطة السم) بسبب انعكاس أشعة الشمس على الأرض قرب الافق وزيادة نسبة الغبار. ومن جانب آخر فإن أقل إضاءة للسماء ذات الصحو التام تكون في الموقع المقابل للشمس وعلى بعد زاوي قدره (90) درجة^[6]، شكل (1).

ويشمل الشكل (2) على مجموعة من المخططات موضحة المسقط الافقي لتوزيع مستويات الإضاءة في الغلاف الجوي لقبة السماء الصاحية (نسبة الى الإضاءة الحاصلة في نقطة السم-نقطة رأس السماء)، ولأربع حالات من إختلاف زوايا إرتفاع الشمس (Altitude)^[7].

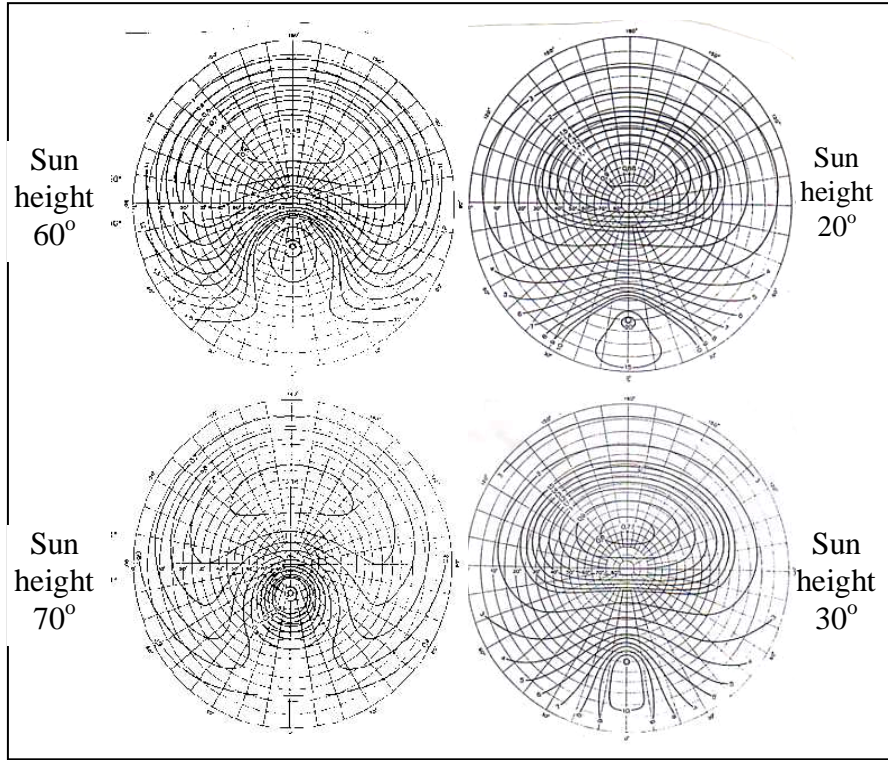
6- الكاسرات الشمسية والمصدات الخارجية:

للكاسرات الشمسية ويضمنها سمك الجدار المحيط بفتحة الشباك ووجود الأبنية المجاورة تأثير في كمية الإضاءة الطبيعية التي ستصل الى الشباك. فهي - وكما تم الإشارة إليه- تعمل بإتجاهين: الأول أنها تصد جزءاً من توزيعات الإضاءة السماوية القادمة من قبة السماء، بذلك سنقل من مستويات الإضاءة السماوية الواصلة الى الشباك. وإلتجاه الثاني انها في الوقت نفسه تعكس جزءاً من الإضاءة المباشرة والإضاءة السماوية الساقطة عليها إعتماًداً على شكلها وطبيعة خصائص سطحها، وبالتالي فقد تزيد من مستوى الإضاءة النهارية الساقطة على الشباك، شكل (3).

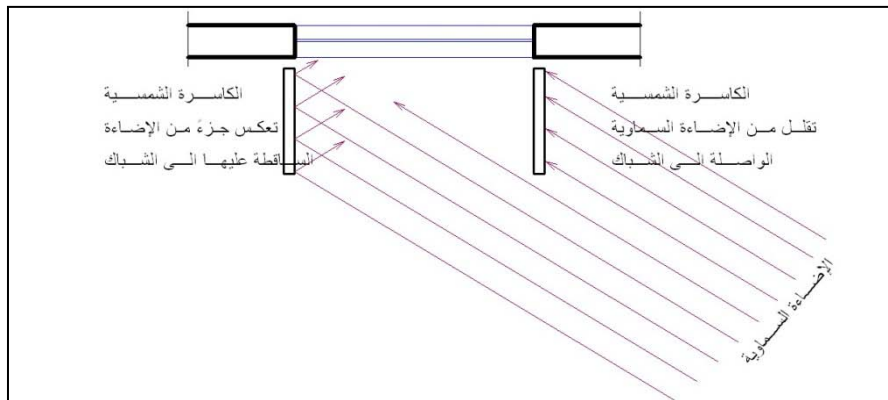
إن لكل من هذين الإتجاهين في عمل الكاسرات الشمسية يحتاج الى حسابات معقدة تربط بين شكل المانعة ومقدار إمتدادها وبين مقدار ماتحجبه هذه المانعة وماتعكسه من الإضاءة السماوية الموزعة بصورة غير متجانسة في قبة السماء. وسيتم توضيح هذين الإتجاهين في عمل المانعات الشمسية بالآتي:



شكل (1) إستضاءة السماء ذات الصحو التام^[6]



شكل (2) المسقط الأفقي لتوزيع مستويات الإضاءة في قبة السماء ذات الصحو التام^[7]



شكل (3) أثر وجود الكاسرات الشمسية في إضاءة الشباك^[الباحث].

أولاً: تحديد نسبة الإضاءة السماوية التي تُحجب من قبل المصدات الخارجية.

لغرض تحديد أثر الكاسرات الشمسية والمصدات الخارجية في مقدار حجبتها من إضاءة القبة السماوية المواجهة

للشباك، إتجه البحث الى الاستفادة من دراسة سابقة^[8]، تمّ فيها التوصل الى تصميم منقلاات خاصة بقياس إستضاءة

السماوات ذات الصحو التام والتي أُطلق عليها تسمية منقلات الإضاءة السماوية. وقد تمكن هذا البحث من الإضافة الى تلك الدراسة بإعتماد هذه المنقلات في تحديد مقدار ماتغطيه المانعات من القبة السماوية وحسب شكل الشباك، ومن ثم قياس النسبة المئوية للإضاءة السماوية التي مُنعت من الوصول الى الشباك، وذلك بعد تسقيط أثر هذه المانعات الشمسية والمصدات الخارجية على جداول منقلات الإضاءة الخاصة بشكل الشباك واتجاهه.

ثانياً: تحديد مقدار الإضاءة المنعكسة من الكاسرات الخارجية (المظلات) الى الشباك.

إنّ المظلات الشمسية (بإختلاف أنواعها) التي حَجَبَت أجزاء من القبة السماوية، هي وفي الوقت نفسه تعكس جزءاً من الإضاءة الشمسية المباشرة والإضاءة السماوية والإضاءة الأرضية الساقطة عليها الى الشباك. وان كمية الإضاءة المنعكسة من هذه المظلات تعتمد على:

- كمية الإضاءة الكلية (الشمسية المباشرة+ السماوية+ المنعكسة من السطوح والأرض المجاورة) الساقطة على المظلة.
- موقع المظلة نسبة الى الشباك ومساحتها (كنسبة مئوية من مساحة منظر الشباك).
- معامل انعكاس مادة سطح المظلة.

7- الإضاءة المنعكسة من سطح الارض المقابل للشباك:

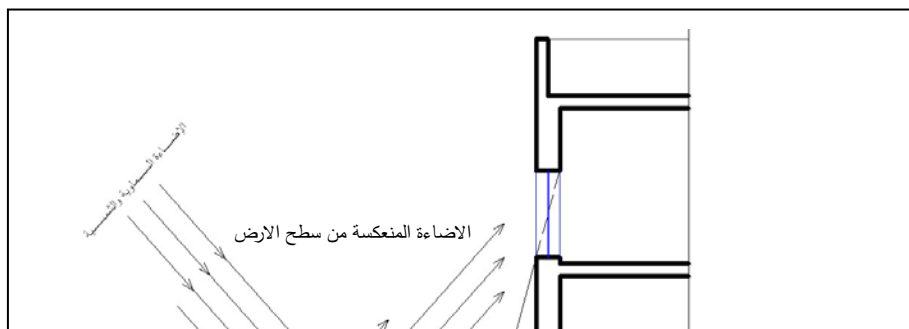
الضوء المنعكس من سطح الأرض غير المظلة المقابلة للشباك يمكن أن يعتبر أحد مصادر الضوء الطبيعي الذي يسقط على الشباك، وخصوصاً في المباني الواطنة. أما في المباني المرتفعة فالأمر يتطلب إمتداد أكثر لمساحة الأرض المقابلة للشباك، شكل(4).

ومقدار هذه الإضاءة المنعكسة من سطح الارض يعتمد على:

1. مقدار الإضاءة الكلية (السماوية والشمسية) الساقطة على سطح الارض.
2. معامل انعكاس سطح الارض.
3. مقدار إمتداد سطح الأرض المقابل للشباك (كنسبة مئوية من مساحة منظر الشباك ، آخذين بالإعتبار إرتفاع حافة الشباك السفلى عن سطح الارض المقابلة).

من هنا يمكننا أن نحدد قيم الإضاءة النهارية الكلية الساقطة على الشباك من خلال: حساب قيم الإضاءة السماوية القادمة من القبة السماوية، مطروحاً منها الأجزاء التي مُنعت بسبب وجود المانعات الشمسية، ثم يضاف إليها الإضاءة المنعكسة من هذه المانعات والمصدات الخارجية، وأخيراً يضاف إليها الإضاءة المنعكسة من سطح الأرض المقابلة.

ولكون هذه الحسابات معقدة ومتداخلة مع بعضها، تمّ في هذا البحث تصميم برنامج حاسبي تجري خلاله جميع الحسابات التي تم التطرق إليها. والذي سيتم تناوله في الفقرة الآتية.



شكل (4) الإضاءة المنعكسة من سطح الأرض المقابلة للشباك [الباحث]

8- البرنامج الحاسبي:

للتوصل إلى إجراء الحسابات الخاصة بتحديد مستويات الإضاءة الطبيعية الساقطة على اللوح الزجاجي للشبابيك، تمّ بناء برنامج خاص يعمل كمكلف ضمن برنامج (Microsoft Excel) لإجراء هذه الحسابات. وفيما يلي مراحل العمل على البرنامج:

١ -مدخلات البرنامج:

على المصمم أو مستخدم البرنامج إدخال جميع المعلومات التصميمية الآتية:

- أ - توجيه الشباك.
- ب -أبعاد الشباك: (طول الشباك وعرضه).
- ج -موقع الفضاء الذي يحوي على الشباك (كونه ضمن الطابق الأرضي أم الأول أم الخامس).
- د -سمك الجزء الخارجي المتبقي من الجدار الذي يحوي الشباك، باعتبار ان الجزء الخارجي من الجدار يعمل كمانعة أفقية وعمودية حول الشباك.
- هـ -في حالة إستخدام مانعة أفقية مضافة فوق الشباك، يتم تزويد البرنامج بمقدار إمتداد تلك المانعة، وقيمة معامل إنعكاس السطح السفلي لها.
- و -بشكل مشابه للمانعة الأفقية، يتم تزويد البرنامج بمقدار إمتداد المانعتين الجانبيتين المضافتين على يمين الشباك ويساره، وعلى معامل إنعكاس سطح كل منهما.
- ز -مقدار إمتداد سطح الأرض المقابل للشباك، وقيمة معامل إنعكاسه.

٢ -مخرجات البرنامج:

بعد تغذية البرنامج بالمعلومات الخاصة بالعناصر التصميمية (الواردة في مدخلات البرنامج)، تجري مرحلة الحسابات التي يتوصل فيها البرنامج الى تحديد مستويات الإضاءة النهارية الساقطة على الشباك وإعطاء النتائج بوحدات (اللوكس) أو تحديد كمية الفيض الضوئي الكلي الساقط على مساحة الشباك وبوحدات (اللومن).

٣- التعديلات التي تجري على البرنامج:

إذا كان هدف المصمم زيادة مستويات الإضاءة النهارية الساقطة على الشبايبك، تتخذ عدد من المحاولات لزيادة قيم هذه الإضاءة. فيجري تغيير قيم بعض متغيرات التصميم ضمن مدخلات البرنامج التي تم الإشارة إليها، وعند حصول المصمم على نتائج جديدة، يمكن بموجبها تقويم مدى التطور الذي حصل في جانب تحقيق زيادة في مستويات الإضاءة النهارية.

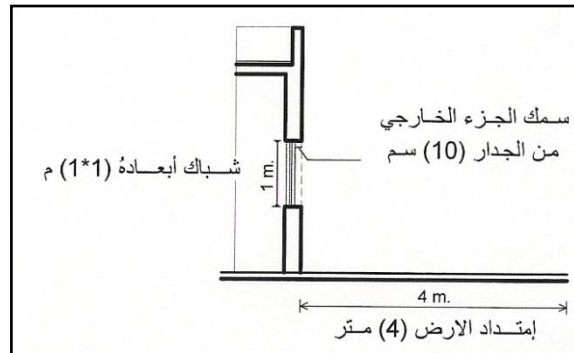
9- النتائج:

بعد إستعراض توجه البحث في محاولة التنبؤ بمستويات الإضاءة الطبيعية الساقطة على الشبايبك المختلفة، أمكن في هذه المرحلة ومن خلال إعتقاد البرنامج الحاسبي قياس مجموعة من الحالات الإختبارية لتصاميم الشبايبك، والتوصل الى عدد من النتائج، تم إظهارها بخمس فقرات وإخراجها بشكل جداول ومخططات، وكالاتي:

أولاً: قياس مستويات الإضاءة الطبيعية الساقطة على الشبايبك وفقاً لاختلاف توجيه الشباك وإختلاف الموسم.

وقد تم إعتقاد المواصفات الآتية للشبايبك التي تم قياسها:

- حدد أبعاد الشبايبك بـ (1*1) متر (*).
- حدد سمك الجزء الخارجي من الجدار بـ (10) سم، وله معامل إنعكاس (50%).
- لم يتم إضافة أي مانعة شمسية للشبايبك.
- تمت الأرض المقابلة للشباك الى أربع أمتار، ولها معامل إنعكاس (50%).
- افترض ان الشباك يقع في الطابق الأرضي. الشكل الآتي:



(*) ان تحديد أبعاد الشباك (1*1)

متر وتحديد قيم بقية المتغيرات

هو فقط كمثال اتخذ لتوضيح أثر إختلاف التوجيه في كمية الإضاءة الطبيعية الساقطة على الشباك، علما ان هذه النسبة لايمكن تعميمها مباشرةً على شبايبك ذات مساحات مختلفة. الا انها تعطي مؤشراً عاماً عن تغير مستويات الإضاءة مع تغير التوجيه.

وقد أظهرت نتائج البرنامج في الجدول رقم (2):

جدول (2) مستويات الإضاءة النهارية في فصول السنة المختلفة

التوجيه	مستويات الإضاءة في الفصل الحار (لوكس)	مستويات الإضاءة في الفصلين المعتدلين (لوكس)	مستويات الإضاءة في الفصل البارد (لوكس)	المعدل السنوي لمستويات الإضاءة النهارية (لوكس) *
0 الشمال	5534	4124	3238	4622
22.5	6421	4866	3419	5322
45	8321	6557	4280	6948
67.5	8895	7736	6104	7966
90 الشرق 270 الغرب	10438	10170	8531	9973
112.5	10992	11077	10260	10874
135	11415	12244	12136	11826
157.5	13126	13915	13130	13382
180 الجنوب	13920	14639	13380	14039

* يحسب المعدل السنوي بأخذ متوسط مستويات الإضاءة لجميع أشهر السنة.

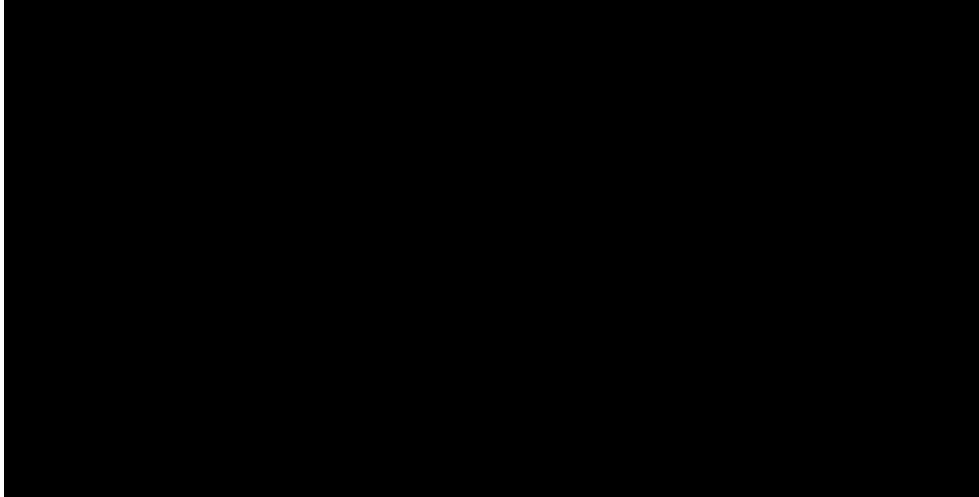
ثانياً: شكل الشباك الأنسب مع تغير إمتداد الأرض المقابلة.

تم في هذه المرحلة المقارنة بين ثلاث أنواع مختلفة من أشكال الشبائيك، هي الشبائيك المربعة (نسبة 1:1) والمستطيلة الأفقية (نسبة 1:1.5) والمستطيلة العمودية (نسبة 1:1.5)، جميعها بمساحة (1) متر مربع، ويسمك الجدار الخارجي المتبقي (20) سم (*) وبدون إضافة مانعات شمسية. أما الأرض المقابلة للشباك فتم تغيير إمتدادها بين المتر الواحد والأربع أمتار، واختير معامل إنعكاس سطحها بقيمة (65%) على إعتباره مغطى ببلاطات كونكريتية بيضاء [9].

تم صياغة النتائج من خلال مقارنة كمية الإضاءة النهارية المسلطة على الشباك الأفقي الشكل بكمية الإضاءة النهارية المسلطة على الشباك العمودي الشكل (كنسبة مئوية). أما الشباك المربع فكانت نتائجها تتراوح بين الشباكين المستطيلين.

الشكل (5) يبين نتائج المقارنة بين الشباك الأفقي والشباك العمودي، فإذا كانت كفاءة الشباك العمودي (100%) فإن كفاءة الشباك الأفقي غالباً ما ستزيد عن (100%). وأنه كلما ازداد إمتداد الأرض المقابلة للشباك إزدادت أفضلية الشباك الأفقي مقارنةً بالعمودي.

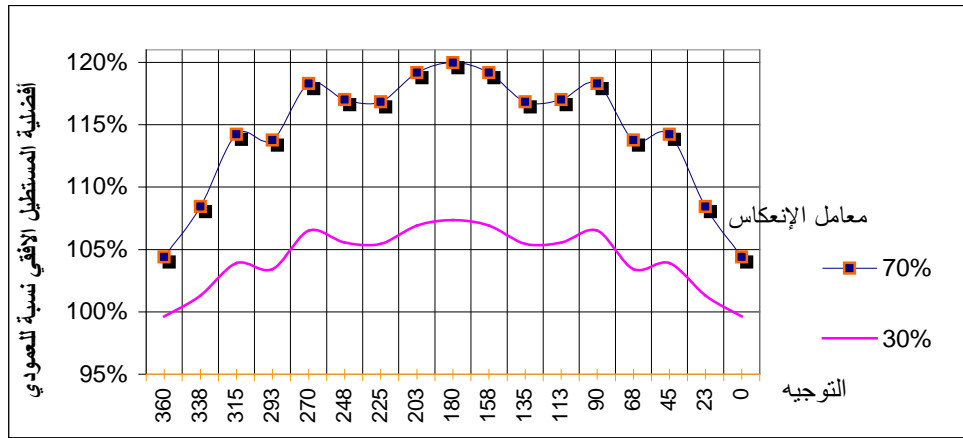
(*) تم زيادة سمك الجدار الخارجي إلى (20) سم بدلاً من (10) سم لتعطي النتائج فروقات أكثر بين أشكال الشبائيك المختلفة.



شكل (5) أفضلية الشبكات الأفقي مقارنة بالشبكات العمودي كلما إزداد إمتداد الأرض المقابلة.

ثالثاً: شكل الشبكات الأنسب عند تغير معامل إنعكاس سطح الأرض المقابلة.

بمقارنة كمية الإضاءة النهارية الساقطة على الشبكات الأفقي والشبكات العمودي الشكل عند تغير معامل إنعكاس سطح الأرض المقابلة. نجد أنه كلما إزدادت قيمة معامل إنعكاس سطح الأرض المقابلة إزدادت مستويات الإضاءة الساقطة على الشبكات الأفقي مقارنة بالشبكات العمودي، الشكل (6).



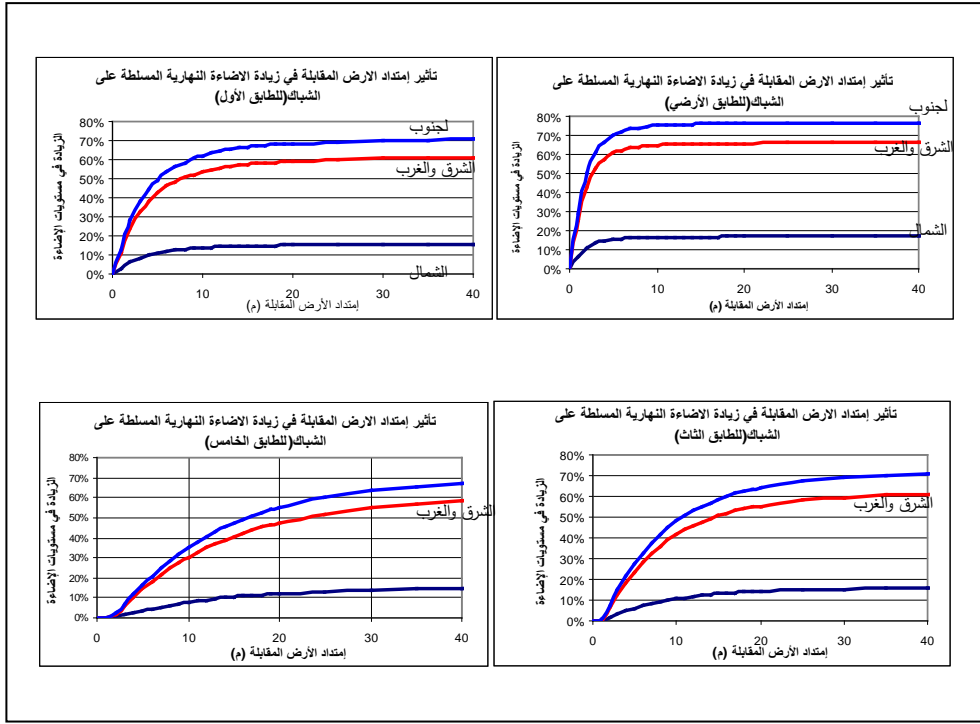
شكل (6) أفضلية الشبكات الأفقي مقارنة بالشبكات العمودي كلما إزداد قيمة معامل إنعكاس سطح الأرض المقابلة.

رابعاً: أثر موقع الشبكات ضمن طوابق المبنى في مستوى الإضاءة الطبيعية الساقطة عليه بإختلاف إمتداد الأرض المقابلة.

لإمتداد الأرض المقابلة تأثير في زيادة كمية الإضاءة الطبيعية التي تصل الى الشبكات. إلا ان تأثيرها يبدء بالإنخفاض كلما إزداد إمتدادها بعيداً عن الشبكات. كما إن إمتداد الأرض القريب من المبنى يقل تأثيره كلما إزداد إرتفاع الشبكات في طوابق المبنى.

والعلاقة بين إرتفاع الشبكات ضمن الطوابق ومقدار تأثيره بإمتداد الأرض المقابلة يمكن توضيحه بالمخططات

الأربع في الشكل (7) الآتي:



شكل (7) نسبة الزيادة في مستويات الإضاءة الساقطة على الشبكات في مختلف الطوابق عند تغير إمتداد الأرض المقابلة.

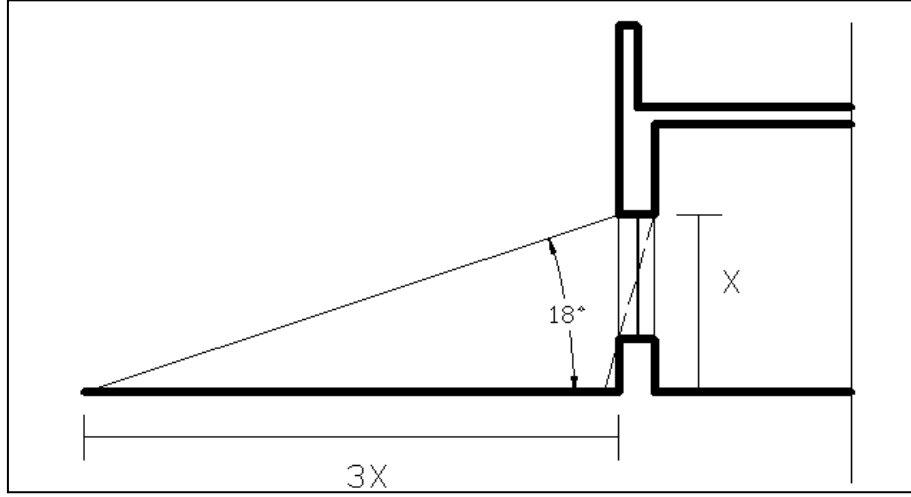
خامساً: أثر وجود الكاسرات الشمسية في تجانس مستويات الإضاءة الطبيعية الساقطة على الشبكات. يمكن تحقيق التجانس في مستويات الإضاءة الطبيعية الساقطة على اللوح الزجاجي للشبكات خلال ساعات النهار، بإضافة المانع الشمسية ذات الإنعكاسية العالية لبعض التوجيهات وبالأخص في المواقع التي يمكنها أن تعكس الإضاءة الشمسية المباشرة الى الشبكات. كما تعمل المانع في هذه الأوقات على زيادة مستويات الإضاءة الساقطة على الشبكات. يوضح الجدول (3) نتائج البرنامج بتحديد الإتجاهات التي يمكن أن نضيف لها الكاسرات ذي الإنعكاسية العالية لتحقق زيادة في مستويات الإضاءة الساقطة على الشبكات الموضوع على الحافة الخارجية للجدار.

جدول (3) أثر وجود الكاسرات لبعض التوجيهات في زيادة مستويات الإضاءة الساقطة على الشبكات.

التوجيه	كاسرات بمعامل إنعكاس 40% (حجرحلان أو رخام أبيض معرق بالأسود) ^[9]		كاسرات بمعامل إنعكاس 80% (سطح نظيف بلون أبيض) ^[9]	
	نوع الكاسرة	إمتداد الكاسرة الجانبية (%) من عرض الشبكات	نوع الكاسرة	إمتداد الكاسرة الجانبية (%) من عرض الشبكات
0	—	—	—	—
45	يسرى	25	يسرى	59
90	—	—	يسرى	43
135	—	—	يسرى	32
180	—	—	—	—
225	—	—	يمنى	32
270	—	—	يمنى	43
315	يمنى	25	يمنى	59

في ضوء النتائج التي تمّ التوصل إليها، أمكن بلورة الإستنتاجات الآتية:

1. تعتمد كمية الإضاءة المنعكسة من الأرض المقابلة للشباك على إرتفاع الشباك وإرتفاع حافته السفلى عن سطح الأرض المقابلة، وبصورة عامة فإنّ أكبر تأثير للأرض المقابلة يمتد الى ثلاث أضعاف إرتفاع الشباك، حيث يبدأ تأثيرها بالنقصان الكبير بعد هذه المسافة.



2. يفضل إستخدام الشبائيك الأفقية في الواجهات ذات الانفتاحية والإطلالة الواسعة على البيئة الخارجية. أما عندما يكون موقع الشبائيك محصوراً بين الأبنية المجاورة ففي هذه الحالة يفضل إستخدام الشبائيك الطولية لأنها ستواجه القبة السماوية بمساحة أكبر وبالتالي ستستلم إضاءة نهائية أعلى.
3. لتحقيق التجانس في مستويات الإضاءة النهارية الساقطة على الشبائيك، يمكن إضافة الكاسرات الشمسية للجهة اليسرى للشبائيك التي تتجه ناحية الشرق، في حين تضاف الكاسرات للجهة اليمنى للشبائيك التي تتجه نحو الغرب.

11- شكراً لكم:

• - عبو، فرج: "علم عناصر الفن"، الجزء الثاني، Dolphin Publishers، إيطاليا، 1982.

- 2- M.David Egan & Victor W. Olgyay, "Architectural Lighting" Second Edition, Mc Graw-Hill, New York, 2002
 - 3- Peter Boyce, "The Benefits of Daylight Through Windows", Department of energy, 2003
www.lrc.rpi.edu/programs/daylightdividends/pdf/DaylightBenefits.pdf
 - 4- Meiss, Von Pierre, "Element of Architecture, from Form to Place", first English language edition, London, 1990.
 - 5- William, Pierpoint, "A Simple Sky Model for Daylighting", 1983.
 - 6- Noell, Eunice, "Daylighting Design", Energy Environment & Architecture, American Institute of Architects, Washington, D.C., 1992.
 - 7- Kittler, R., "Standardization of Luminance Distribution on Clear Skies", Bureau Center Dela Cie, France, 1973.
- ٨ - محمد سليم، يونس محمود، "تكاملية العوامل البيئية الطبيعية في التصاميم المعمارية للمساكن (دراسة في جوانب السيطرة المناخية والإضاءة والتهوية الطبيعية)"، اطروحة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية، 2003م.
- 9- Dr. Al-Dori, Majid. Et.al, "Solar Radiation Reflection Coefficients of External Finishing in Iraq", the fifth scientific conference of the scientific research council (7-11 October 1989), volume 4, part3, p. (1-19). Baghdad, Iraq.