منقلات التنبؤ بمستويات الاضاءة الطبيعية في الفضاءات المعمارية لسماء العراق الصافية

د. مقداد حيدر الجوادي
قسم الهندسة المعمارية / الجامعة التكنولوجية

ملخص البحث:

عني البحث بتزويد المعماريين بمنقلات هندسية تساعد على التنبؤ بمستويات الاضاءة الطبيعية للسماء لمدينة بغداد والتي يمكن أن تمثل وبشكل قريب جداً مناطق الموصل والبصرة ولمختلف قياسات الشبابيك ذات الزوايا القائمة.

أن ما توفر لدى المعماريين ولحد الأن منقلات للسماء الغائمة كلياً وللسماء الافتراضية المتساوية الإضاءة (غير الحقيقية) والتي صممها البروفيسور البريطاني Hopkinson قبل سنة ١٩٦٤ حيث لم تكن آن ذاك حسابات مقرة للسماء الصافية وفي سنة ١٩٦٥ قام المهندس المعماري الدكتور ريجاد كتلر بعرض تفسيراته ومعادلاته في مؤتمر CIEفي نيوكاسل/ بريطانيا والتي أقرت سنة (١٩٧٣) من قبل المنظمة العالمية للأضاءة International Commission on Illumination (CIE).

ورغم إقرار هذه المعادلة التي أخذت طريقها الى الكمبيوترات إلا أنه بقي المتوفر من منقلات لدى المعماريين هو ما متداول سابقاً للسماء الغائمة كلياً وللسماء الافتراضية المتساوية الإضاءة.

ولغرض توفير ما يمكن الاستفادة منه للسماء الصافية ولبلادنا بالخصوص فقد حاولنا إجراء دراسة وتجارب عملية للتأكد من ملائمة CIE Kittlers Formula لبلادنا وتم أعتماد هذه المعادلات في برنامج الحاسبة حيث تم تهيئة أربع منقلات صممت بأسلوب جديد وسهل الاستعمال لتساعد المصمم على التنبؤ بمستويات الاضاءة الطبيعية داخل الفضاءت المعمارية والمتسببة من مركبة السماء .S.C راجين أن يكون عملنا هذا ذو فائدة للعاملين في هذا المجال.

Protractors for Predicting Natural Lighting Levels in Architectural Spaces For Clear Sky in Iraq

Dr. Miqdad Haidar Al-Jawadi
University of Technology/Department of Architecture

Abstract

This paper deals with providing architects with protractors for clear sky natural lighting in order to help them in predicting light levels in architectural spaces which occur from any size of right angle windows.

The protractors, which had been designed by professor Hopkinson before 1964, available to architects at present are two protractors one for over-cast sky and another for virtual uniform sky- not quite true in reality-, as the calculation for clear skies had not been yet approved.

In 1965, Dr. Richard Kittler architect from The Slovak Academy of Science presented his explanation and his formula at CIE conference in New Castle UK., which was approved in 1973 by the International Commission on Illumination CIE.

Although the approved formula takes its way to computer programs, but the available protractors are still as before. Therefore, attempts are made to design a useful and simple type of protractor for clear sky depending on CIE Kittler's formula following a validation and confirmation experiment performed utlizing Baghdad sky .

It is anticipated that this new type of protractor would help architects and designers in realizing better prediction of natural lighting levels caused by sky components in clear sky conditions.

المقدمة

تعتبر الإضاءة الطبيعية بكميتها وأسلوب توزيعها داخل فضاءات المباني من أحدى واجبات المصمم المهمة في توفير الراحة لمستخدمي هذه الفضاءات ولقد حاول المعماريون في بلدنا في الماضي وفي الوقت الحاضر اعتماد الإضاءة الطبيعية في تصاميمهم فكانت هذه المحاولات تعتمد على الحدس الشخصي لهؤلاء المصممون.

فكان أستخدامها لدى البعض في غاية الكفاءة أما الاخرون فتدرج الاداء عندهم حسب درجة تحسسهم وأبداعهم ويعزى غالبية المعماريون ضعف الاداء في استخدام الإضاءة الطبيعية الى ندرة المعلومات حول الإضاءة الطبيعية للسماء الصافية ولمدينة بغداد بالخصوص مما جعلت تصاميمهم تعتمد على اجتهاداتهم الشخصية أو أعتماد معلومات لا تنطبق على طبيعة سماء العراق (كأستخدام المعلومات التي وفرها مركز بحوث البناء البريطاني للسماء الافتراضية غير الحقيقية المتساوية الإضاءة).علما بأن السماء الصافية ليست متساوية الإضاءة حتى في المقطع الأفقي كما هو الحال في السماء الافتراضية أو الغائمة كليا ولقد حاول بعض المهتمين من المعماريين والباحثين إجراء البحوث حول الاضاءة الطبيعية لمدينة بغداد ولكن عددها لازال قليلا مما أبقى المكتبة المعمارية فقيرة في هذه الدراسات نسبة الى الدراسات المناخية والحرارية الأخرى وذلك بسبب صعوبة هذه الدراسات وكون حسابات الإضاءة الطبيعية للسماء الصاحية بقيت وحتى سنة ١٩٧٣ غير متفق عليها على النطاق العالمي بينما حسابات الإضاءة الطبيعية للسماء الغائمة والافتراضية كانت معروفة منذ القرن التاسع عشر وما جرى عليها من دراسات حديثة إنما كان في طبيعة أضهارها للاستخدام وليس في حساباتها. لقد حاولنا في بحثنا الحالي تجهيز المعماري بمنقلات تساعد المصمم على معرفة مستوى الإضاءة الطبيعية لأي فضاء من خلال أي شباك من الشبابيك المتعامدة الأضلاع. واستخدام لذلك آخر المعادلات المقرة عالميا وهي معادلة المهندس المعماري Richard Kittler مع ما جاء من إضافات وتعديلات حسب الأجواء المختلفة إضافة إلى ما قمنا به من تجارب لسماء بغداد لتحقيق ما تم أجراءه من حسابات متمنين أن نتحقق الفائدة في ما نقدمه ومن الله التوفيق.

الإضاءة الطبيعية والراحة الانسانية:

تعتبر الإضاءة بالنسبة للأنسان حاجة نفسية إضافة إلى كونها مطلب أدائي، وحتى بعد ظهور الاضاءة الاصطناعية فان الاضاءة الطبيعية بقت مطلبا أنسانيا وأدائيا وأصبح على عاتق المعماري ليس توفير مستوى الاضاءة لاغراض الاداء فقط بل أن تكون هذه الاضاءة ملبية متطلبات الراحة البصرية في جوانبها الانسانية، وهذا يتطلب من المعماري الالمام بطبيعة الاجواء الخارجية حول المبنى وأثرها على توزيع الاضاءة السماوية على واجهات الابنية وأن يكون لديه من البيانات أو الادوات ما يساعده على التنبؤ بهذه المستويات داخل الفضاءات لتغطية حرية التحرك أو الأبداع تصميما بين الموازنة أو التناقض.

أستنارة القبة السماوية

تختلف مستويات الاستنارة الطبيعية وأسلوب توزيعها في القبة السماوية حسب طبيعة السماء وحسب زاوية ارتفاع الشمس فالسماء الغائمة كليا تعمل عمل المشتت البلاستيكي الحليبي اللون الذي يوضع على المصابيح فتكون الإضاءة الصادرة منه شبه متساوية على جميع أجزاء غلاف المصابيح وهكذا نجد أن الإضاءة في أفق القبة السماوية الغائمة كليا متساوية في جميع الاتجاهات ضمن زاوية الارتفاع الواحدة على الافق لكنها تختلف وبنسبة ٣:١ بين الأفق والسمت حيث تكون أعلى مستوى إضاءة في السمت وتجدر الإشارة هنا إلى أن موقع الشمس في مثل هذه القبة السماوية لا يمكن تحديده بالنظر بسبب سمك الطبقة المشتتة. ويعتبر الحساب الرياضي لمستوى الاستنارة للسماء الغائمة كليا سهلا ومقدورا عليه بسبب هذا التساوي في توزيع الاضاءة، حيث نجد أن حسابات الاستنارة الطبيعية للسماء الغائمة كليا كان متيسرا منذ القرن التاسع عشر والذي يسر على الباحثين تجهيز المصممين بالمنحنيات والمنقلات التي يمكن بواسطتها حساب مستويات الإضاءة داخل الفضاءات المطلة على السماء الغائمة. أما في السماء الصاحية فان نقاء الجو والكثافة المتغيرة في طبقات الهواء أدى إلى أن تكون أي نقطة من القبة السماوية لها استنارة مختلفة عن غيرها وهي متغيرة في اللحظة الواحدة ضمن الخط الأفقي الواحد للقبة السماوية إضافة إلى التغير الكبير تبعا لتغير زاوية ارتفاع الشمس وبهذا فأن مستويات الإضاءة على واجهات المبنى تكون متغيرة خلال اليوم وحتى في الاتجاه الجغرافي الواحد مما يسبب تغيرا جماليا لهذه الواجبات ولا تتكرر اللقطة الواحدة إلا مرتين في السنة. إن من الملاحظ في السماء الصافية أن مستوى الاستنارة عند الأفق عاليا نتيجة إنعكاس ضوء الشمس على الأرض وكون كثافة الهواء ونسبة بخار الماء والغبار أعلى من السمت مما يؤدي إلى انتشار الضوء فيها بنسبة أعلى. وتبعا لنقاوة الجو وصفاته يزداد تعقيد حساب الاستنارة الطبيعية لاجراء القبة السماوية.

بقى الحساب الرياضي للاستنارة الطبيعية للسماء الصافية غير متفق عليه حتى عام ١٩٧٣ حيث اقرت المنظمة العالمية للإضاءة (CIE) معادلة المهندس المعماري الدكتور ريجارد كتلر [١] والتي كان قد أعلن عنها سنة ١٩٦٥ في مؤتمر الشمس في العمارة في مدينة نيوكاسل في بريطانيا [٢] وأخذت هذه المعادلة طريقها إلى البرامجيات المعقدة وبقي ما تيسر لدى المعماريين للاستخدام المنقلات الخاصة بالسماء الغائمة كليا والسماء الافتراضية*

الشبابيك وإضاءة الفضاءات الداخلية

إن كمية الاضاءة الداخلة من الفتحات والشبابيك رغم عدم أعتبارها الكل في تحقيق الراحة البصرية إلا أنها تعتبر المنطلق لتحقيق مستوى الراحة البصرية المرتبطة باسلوب توزيع الاضاءة الطبيعية.

* السماء الافتراضية: سماء أفترضها العالم Moon بأنها سماء متساوية الاستنارة لكنها صاحية وكانت هذه السماء في قياستها لاتشابه قيم السماء الصاحية.

لذا لابد من أن يعرف المصمم كيف يدخل المستوى المطلوب من الاستضاءة السماوية داخل الفضاءات المعمارية ليتهيأ فنيا وبأسلوب توزيع الفتحات الى تحقيق الراحة البصرية في داخل الفضاءات.

١. <u>تحديد القيمة التصميمية لمستوى الاستنارة السماوية الخارجية**:</u>

باعتبار أن الاستنارة الخارجية تتغير خلال اليوم وخلال السنة وأنها لا تستقر على قيمة واحدة لذا فان العاملين في مجال إستخدام الإضاءة الطبيعية في التصاميم المعمارية قد أتفقوا على قيمة تصميمية للسماء الخارجية تعتمد على بموجبها الشبابيك هذه القيمة كمتوسط شدة ولايؤثر أختيار هذه القيمة على حالة سلوك توزيع الإضاءة المسمى معامل استضاءة (S.F.) السماء والتباين الطبيعي الذي يحدث داخل الفضاءات. وتختلف الأسس التي بموجبها يتم أختيار القيمة التصميمية للسماء الخارجية حسب طبيعة مناخ المنطقة، وفي العراق ذو المناخ الحار الجاف فإن أختيار القيمة التصميمية تم تحديده أستنادا الى تحليل مناخ العراق ولستة عشر أتجاها للبناء معتبرين الاشعاع الشمسي المباشر موازيا للشباك (المبنى)* [٣] وكما في الجدول (١) .

٢. <u>تحديد العلاقة بين تناسب أبعاد الشبابيك والنقاط داخل الفضاءات:</u>

ولو أن مستوى الاستضاءة من مركبة السماء (S.C.) داخل الفاضاءات يتأثر بتكبير مساحة الفتحات وتناسب ابعادها ولكنه وجد أنه مهما كبر حجم الفضاء أو صغر فأن هناك قاسم مشترك واحد يمكن الرجوع اليه في تحديد تغير مستويات الاستضاءة على أي نقطة في الفضاء من أي شباك الا وهو الزاوية الصلبة [٤] [٥] والمتمثلة بالجزء من القبة المرئي من خلال فتحة الشباك نسبة الى النقطة المواد قياس الاستضاءة الطبيعية عليها والذي يتحدد بمركبتين (شكل ١).

أ. المركبة اللافقية : والتي تحدد حالة توزيع الاستضاءة أفقيا في قبة السماء المرئية من تلك النقطة.

ب. المركبة العمودية: والتي تحدد حالة توزيع الاستضاءة عموديا في قبة السماء المرئية من تلك النقطة.

إن هذه العلاقة المحددة بهاتين المركبتين تمثل الوضع النسبي لتوزيع الاستنارة في السماء (configuration factor) عندما تجرد من القيمة الرقمية للأستنارة الخارجية الكلية للسماء والتي أصطلحت عليها الـ CIEبعامل السماء [Sky Factor (S.F)] والتي وجدنا أنه يمكن وضعها على شكل منقلات لتوفير للمصمم المعلومات بشكل سهل للتنبؤ بمستويات الاضاءة داخل الفضاءات من أي شباك من الشبابيك المتعامدة الأضلاع.

** الاستنارة السماوية الخارجية هي أستنارة القبة السماوية محجوب منها قرص الشمس

* بأعتبار أن الاستنارة الخارجية في المناطق الصاحية تأتي بشكل رئيسي من ثلاث مركبات هي مركبةأستنارة القبة السماوية S.c ومركبة الاشعاع الشمسي المباشر D.C ومركبة الاشعاع المنعكس من المصدات الخارجية E.R.C فأن تأثير إستنارة القبة السماوية S.C لوحدها يتحقق حينما لايكون لمركبة الاشعاع الشمسي المباشر ومركبة الاشعاع المنعكس من المصدات الخارجية تأثير وهذا يحدث إذا كان الاشعاع الشمسي موازيا (مماس) للشباك والمباني المقابلة.

الاسس العلمية لحساب الـ S.F. (عامل السماء) و S.C. مركبة السماء للسماء الصناعية:

إن عامل السماء على نقطة ما داخل الغرفة هي مجموع الاستضاءة القادمة من أجزاء القبة السماوية التي تراها هذه النقطة مقسومة على قيمة الاستضاءة الخارجية لمجموع أجزاء القبة السماوية على السطح الافقي.

$$S.F = \frac{EP}{ES}$$

حيث Ep= الاستضاءة على النقطة p داخل الغرفة من فتحة غير مزججة مناسبة بـ $Candle/m^2$.

و Es = الاستضاءة الخارجية من قبة السماء غير المعاقة محذوف منها قرص الشمس مقاسة بـ $Candle/m^2$.

إن قيمة Ep المحسوبة على نقطة من فتحة غير مزججة تختلف عن Ep من فتحة مزججة وبذلك سوف لا يكون حاصل القسمة يساوي عامل السماء لكون الوضع النسبي لتوزيع الاستنارة سيكون مختلفاً بسبب وجود زجاج وقد أطلق على هذه الحالة أسم مركبة السماء (Sky Component S.C) بدلاً من عامل السماء Sky Factor وهذا ما سيتم دراسته وأعتماده في المنقلات.

$$S.C = \frac{Ep^{\text{من فتحة مزججة}}}{Es^{\text{من سماء غير معاقة}}}$$

$$Ep = M \int_{WF}^{o} L_p T_\psi \cos\theta \, dw$$

حيث M =معامل نظافة الزجاج

L_F=استنارة السماء في الاتجاه المحدد مقاس بـ cd/m^2

T_ψ = معامل نفاذية الزجاج

W_F = الزاوية الصلبة للمساحة الزجاجية

θ= زاوية سقوط الضوء على السطح

$$W = \int_{WF}^{o} dw = \int_{\rho 1}^{\rho 2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta \, d\theta d\rho$$

وباعتبار أن L_p تتغير تبعا لـ ρ ، θ

وأن T_ψ تتغير تبعا للزاوية ψ المحصورة بين أتجاه الضوء القادم من حافة الشباك الى النقطة داخل الفضاء والعمود المقام على الشباك من النقطة داخل الفضاء (أنظر شكل٢).[٦]

والتي حددها Rivero بـ

$$T_\psi = \frac{T_o}{0.9823} Cos\psi(1 + \sin^3\psi)$$

حيث To= نفاذية الزجاج في الزاوية العمودية.

بذلك يمكن أن تكون المعادلة S.C.=

$$SC = \frac{M}{0.9823\, Es} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{\rho_1}^{\rho_2} L_p(\theta, \rho) Cos\,\psi (1 + Sin^3\Psi) Cos\,\theta Sin\,\theta d\theta d\rho$$

من المعادلة المقرة من CIE [٢] , [٨] *

$$Lp = Lz \frac{f(\gamma)\zeta(\theta)}{f(Zo)\zeta(0^o)}$$

وبما أن F(Zo ،Lz)،$\zeta(\theta^o)$ لا تعتمد على الزوايا θ، ρ وأنه يمكن سحبها خارج التكامل عليه يمكن كتابة المعادلة

$$Sc = \frac{MLzTo}{0.9823Es.F(Zo)\zeta(O^o)} \int_{\rho_1}^{\theta_2}\int_{\rho_1}^{\rho_2} f(\gamma)\zeta(\theta)(Cos\psi(\sin^3\psi+1))Cos\theta Sin\theta d\theta d\rho$$

وباعتبار أن

$$\frac{Lz}{Es\ .F\ (Zo\ )\zeta\ (o^o)}$$

يمكن حسابها من المعادلات الخاصة بها فقد قام الدكتور T.Nagata من جامعة Fukui اليابانية بحساب هذه القيم للزوايا من ١٠-٩٠ ولكل ١٠ درجات من زوايا أرتفاع الشمس والتي تم تحويلها من قبل الباحث الى مخطط لا ستخراج كافة الزوايا التي يحتاجها الباحثون (مخطط١) والتي أصطلح عليها بـ NSC.

ولحساب مركبة السماء SC بدلالة Ω , ρ والتي ستصمم بموجبها المنقلات تم اجراء عدد من التحويلات واصبحت صيغة المعادلة كما في ادناه

$$Sc = \frac{To}{0.9823 * Nsc} \int_{\Omega_1}^{\Omega_2}\int_{\rho_1}^{\rho_2} \left[0.91 + 10e^{(-3\gamma)} + 0.45\,Cos^{\,2}\gamma\right] *$$

$$\left[\frac{Sin^2\Omega Cos\Omega Cos^3\rho}{(Cos^2\Omega Cos^2\rho + Sin^2\Omega)^{2.5}}\right] * \left[1 + \left(\frac{Sin^2\Omega + Cos^2\rho(Cos^2\Omega - Sin^2\Omega)}{Cos^2\Omega Cos^2\rho + Sin^2\Omega}\right)^{1.5}\right] *$$

$$\left[1 - e^{-0.32\left(\frac{Cos^{\,2}\Omega\ Cos^{\,2}\rho\ +\ Sin^{\,2}\Omega}{Cso\ \ \Omega\ Cos\ \ \rho}\right)}\right] d\rho\, d\Omega$$

علماً بأن γ = الزاوية المحصورة بين النقطة في قبة السماء وموقع السمت ولحساب γ بدلالة ρ, Ω يعوض عنها بـ **

$$\gamma = Cos^{-1}\left(\frac{1}{(Cos^2\Omega Cos^2\rho + Sin^2\Omega)^{0.5}}\right)(Sin\Omega SinZoCos(\rho + \rho_W + \rho_S) + (\cos\Omega CosZo))$$

---

* $f(\gamma)=0.91+10\exp(-3\gamma)+0.45(\cos(\gamma)^2$

$\varsigma(0)=1-\exp(-0.32\sec(0))$

$f(Zo)=0.91+10\exp(-3Zo)+0.45((\cos(Zo))^2$

$\varsigma(0^o)=0.27385$

** حيث ρ - الزاوية الممثلة حافتي الشباك أنظر الشكل (٢). ρ_W - زاوية أتجاه الشباك محسوبة من الشمال.

ρ_S -زاوية أتجاه الشمس محسوبة من الشمال Zo- الزاوية المحصورة بين السمت وموقع الشمس = ٩٠-زاوية ارتفاع الشمس.

برنامج الحاسبة

تم تصميم برنامج حاسبة بلغة Quick Basic لاستخدام نتائجه في تصميم المنقلات ولغرض التأكد من صحة البرنامج تم مقارنة نماذج من النتائج مع برنامج Quick1 والذي أعطى تطابقا في النتائج علما بأن برنامج Quick 1 يستخدم Simpsons Rule في حساب التكامل المزدوج بينما قمنا باستخدام Gauss Quadrature Method في حساب التكامل المزدوج , كما تم إجراء تجارب عملية لقياس مستوى الاستضاءة لمركبة السماء SC.الحاصلة من شباك أبعاده ١*١متر وعلى ارتفاع ١متر عن الأرض ضمن نموذج لغرفة أبعادها ٤*٥متر بمقياس ١/١٠ .

وقد أعطت النتائج العملية قيما ساندة للبرنامج حيث أن الفرو قات كانت من صفر – ١٩% وكما في الجدول(٢). إن حدوث الفروقات بين التجارب العملية ونتائج برنامج الحاسبة كان بسبب عدم استخدام الزجاج في التجارب العملية لعدم إستطاعتنا الحصول على زجاج بسمك يمثل مقياس النموذج (١/١٠) بينما يعتمد البرنامج في حساباته وجود الزجاج .

منقلات حساب مركبة السماءSC

أ – أنواع المنقلات المرفقة

وهي أربع منقلات تمثل كل منقلة سلوك الإضاءة لمركبة السماء SCعلى ما لا نهاية من النقاط داخل الفضاء من أي شباك من الشبابيك المتعامدة الأضلاع في حالة كون اتجاه الشمس (الإشعاع الشمسي) موازيا لفتحة الشباك من الخارج .

تمثل المنقلة رقم١ زاوية ارتفاع الشمس ٣٥°والمنقلة رقم ٢ زاوية ارتفاع شمس ٤٥ ° والمنقلة رقم ٣ زاوية ارتفاع شمس ٥٥ ° والمنقلة رقم ٤ زاوية ارتفاع شمس٦٥°.

ب – محتويات المنقلة

تحوي المنقلة وكما موضح في الشكل رقم (٣) ما يلي :

(A) وتمثل تقسيمات منقلة هندسية لاستخدامها في تحديد علاقة النقطة المطلوب حساب مركبة السماء عليها من الشباك المعرف ارتفاعه وعرضه بالزوايا من النقطة المطلوبة .

(B) خطوط نصف دائرية متحدة المركز تمثل قيم زوايا موقع النقطة من الحافة الأفقية للشباك الواقعة في الجزء المقابل لموقع الشمس (TS) انظر شكل (٤) وللزوايا من ٥ ° ــ ٨٥ ° .

(B b) خطوط نصف دائرية متحدة المركز تمثل قيم زوايا موقع النقطة من الحافة الافقية للشباك الواقعة في الجزء المعاكس لموقع الشمس (A S) انظر شكل (٤) وللزوايا من ٥ ° ــ ٨٥ ° .

(C) تمثل قيم مركبة السماء S C للزوايا العمودية من (٥ ° ــ ٨٥°) الممثلة للشباك للجزء المقابل لموقع الشمس . T S

(C b) تمثل قيم مركبة السماء للزوايا العمودية من (٥ ° ــ ٨٥°) الممثلة للشباك للجزء المعاكس لموقع الشمس A S

(D) خطوط منقطة لتسهل قراءة قيم S C من العمود الوسطي (E) .

(E) مسطرة قيم مركبة السماء S C بالمائة %

إستخدام المنقلة

١. استنادا الى تحليل مناخ العراق والذي بموجبه تم تحديد القيمة التصميمية الاستنارة الخارجية للقبة السماوية حسب قيمة زاوية ارتفاع الشمس المعتمدة في كل الاتجاهات الستة عشرة الرئيسية يتم اختيار المنقلة المناسبة لذلك الاتجاه .

كما ويمكن للمصمم وحسب رغبة (دون التقيد بتوصيات تحليل مناخ العراق) تحديد زاوية ارتفاع الشمس التي يروم أن يصمم بموجبها .

ولبيان كيفية استخدام المنقلات نفرض إننا سنتبع توصيات تحليل مناخ العراق فإذا كان لدينا شباك باتجاه الشرق نستخدم المنقلة رقم (٤) لزاوية ارتفاع شمس ٦٥°

٢. نرسم المخطط الأفقي للغرفة أو الفضاء محسوبا فيه سمك الجدار أو الجدران التي تحوي الشبابيك ويحدد مكان النقاط المطلوب حساب مركبة السماء عليها داخل الفضاء ويحدد خارج المخطط موقع الشمس واتجاه الشباك شكل(٤و٥).

٣. يرسم المخطط العمودي للفضاء ولكل شباك على حدة مبينا موقع الشباك عن الأرض وعن السقف ومستوى النقطة المطلوب حساب مركبة السماء عليها عن الأرض شكل(٦).

٤- تحسب الزاوية العمودية dph ولتكن ٦٥° والزاوية Iph ولتكن ٢٥°

٥- تحسب الزاوية gph ولتكن ٤٥° والزاوية aph ولتكن ٣٥°

٦- من المخطط الافقي واتجاه الجدار وموقع الشمس يحدد Ts , As

٧- تثبت قيمة الزاوية hpa في الجهة اليمنى من المنقلة الممثلة الى Ts وعلى الخط B =٤٥°

٨- تثبت قيمة الزاوية dph على المنحنيات يمين المنقلة وهي (٦٥)

٩- تقرأ قيمة .Sc على الخطB (٩و٤%)

١٠- تثبت قيمة الزاوية h p g في الجهة اليسرى من المنقلة الممثلة الى AS وعلى الخط B_h(٣٥°) .

١١- تستخدم d p h = ٦٥°.

١٢- تقرأ قيمة SC على الخط E = ٤و٢%

١٣- تجمع القيمتين ٢،٤ +٤،٩ = ٧،٣

١٤- يطرح من هذه القيمة قيمة الجدار تحت الشباك B + C وذلك بنفس الاسلوب مع اعتبار أن زاوية ارتفاع الجزء B,C=٢٥°

١٥- من المنقلة فان قيمة SC القادمة من الجزء C= ٢و٢ % وللجزء B=٢و١%

إذن B+C=٤و٣%

١٦- يطرح قيمة الجزء (B+C) من القيمة الأصلية التي كانت ٣،٧%

٣،٧% - ٣،٤ % = ٣،٩ %

١٧- تستخرج قيمة اللا ستنارة من مركبة السماء بضرب قيمة السماء Sc % X

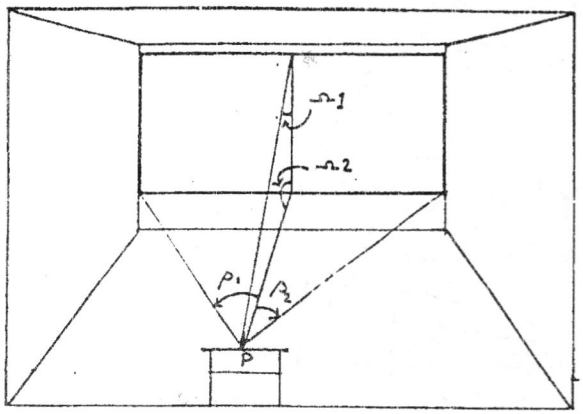
فاذا اعتبرنا ان قيمة السماء التصميمية لاتجاه الشرق حسب تحليل مناخ العراق =

١٥١٩٤ لوكس فتكون قيمة Sc =

١٥١٩٤ * ٣،٩% = ٥٩٢ لوكس وهذه هي قيمة الاستضاءة على النقطة P من مركبة السماء فقط.

جدول رقم (١) يمثل القيم التصميمية لزاوية ارتفاع الشمس المعتمدة في حساب الإضاءة الطبيعية حسب اتجاه الشباك .

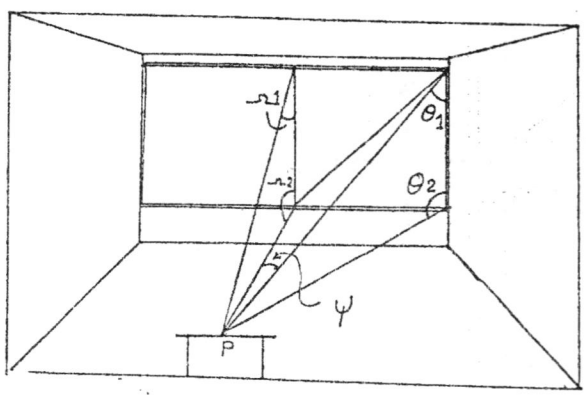
القيمة التصميمية لزاوية ارتفاع الشمس	الاتجاه من الشمال بالدرجات
35°	180, ϕ
45°	337.5,202.5,157.5,22.5,
55°	315,225,315,45
65°	292.5,247.5,112.5,67.5
65	270,90



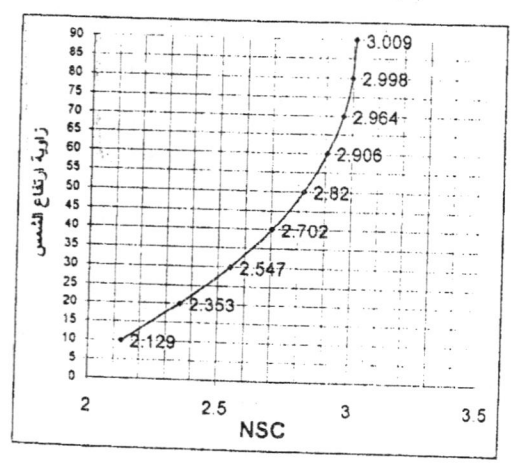
شكل رقم (١) يبين المركبة الأفقية والعمودية المؤثرة في حساب الأستضاءة داخل الفضاءات

جدول رقم (٢) مقارنة بين النتائج العملية ونتائج البرنامج المعتمد

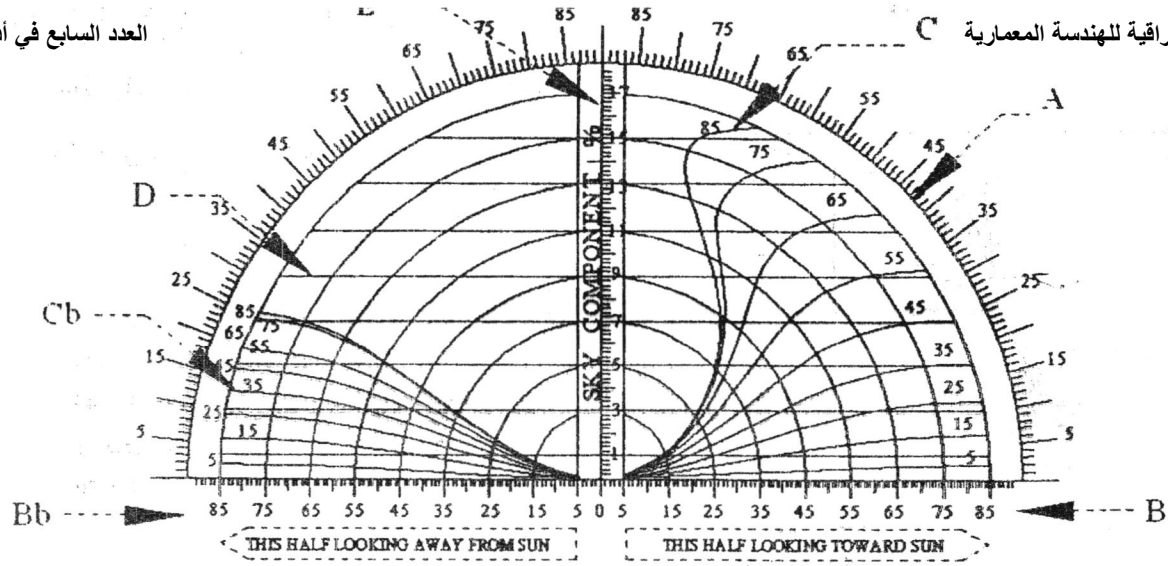
النسبة المئوية لدقة البرنامج	قيم مركبة السماء SC %		بعد النقطة عن منتصف قاعدة الشباك	
	التجارب	برنامج الحاسبة	أفقيا	عموديا
91.38%	8.333	7.6148	0.0m	0.75m
81.00	4.111	3.3348	0.0m	1.25
88.00	1.95	1.716	0.0m	1.75
88.43	1.115	0.986	0.0m	2.25
94.91	0.699	0.616	0.0m	2.75
97.37	0.419	0.408	0.0m	3.25
100.709	0.282	0.284	0.0m	3.75



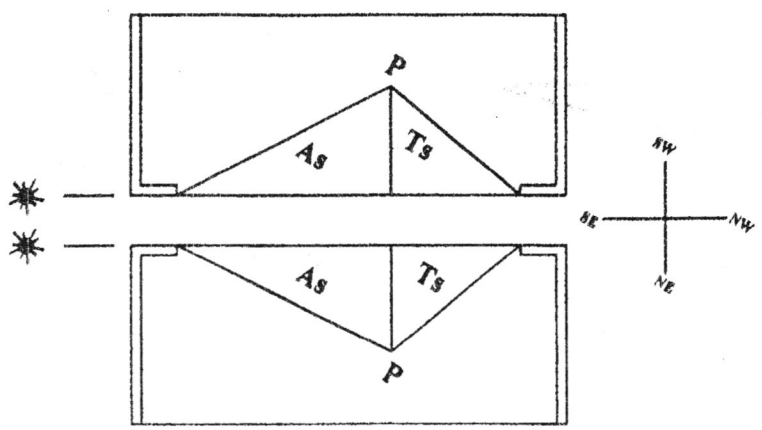
شكل رقم (٢) يبين موضع الزاوية ψ ، θ



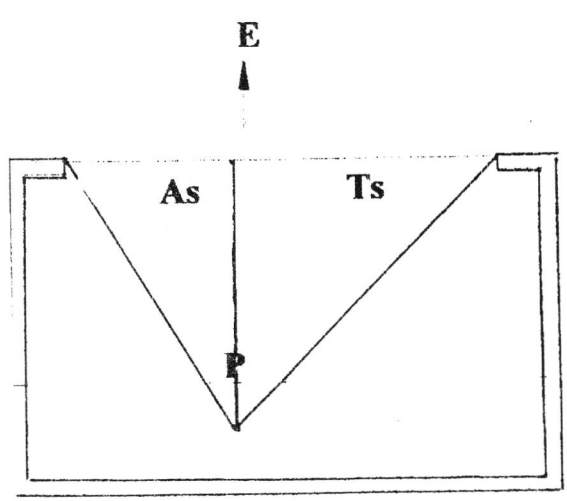
مخطط رقم (١)



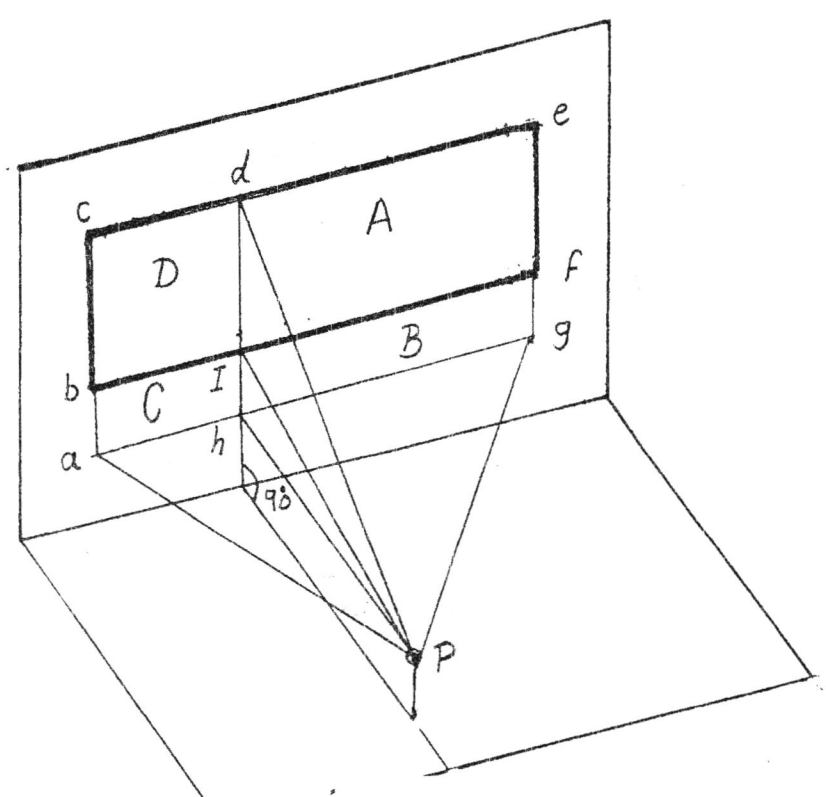
شكل رقم(٣) يعطي مضويك المنطقة



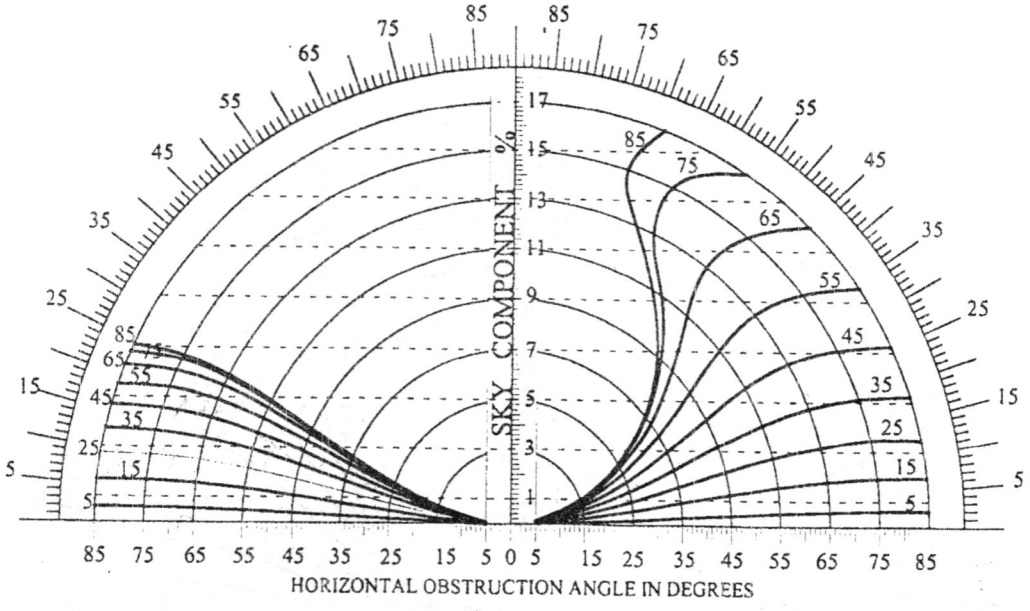
شكل رقم (٤) المخطط الأفقي حسب الأتجاه الجغرافي وموقع الشمس (المماس)



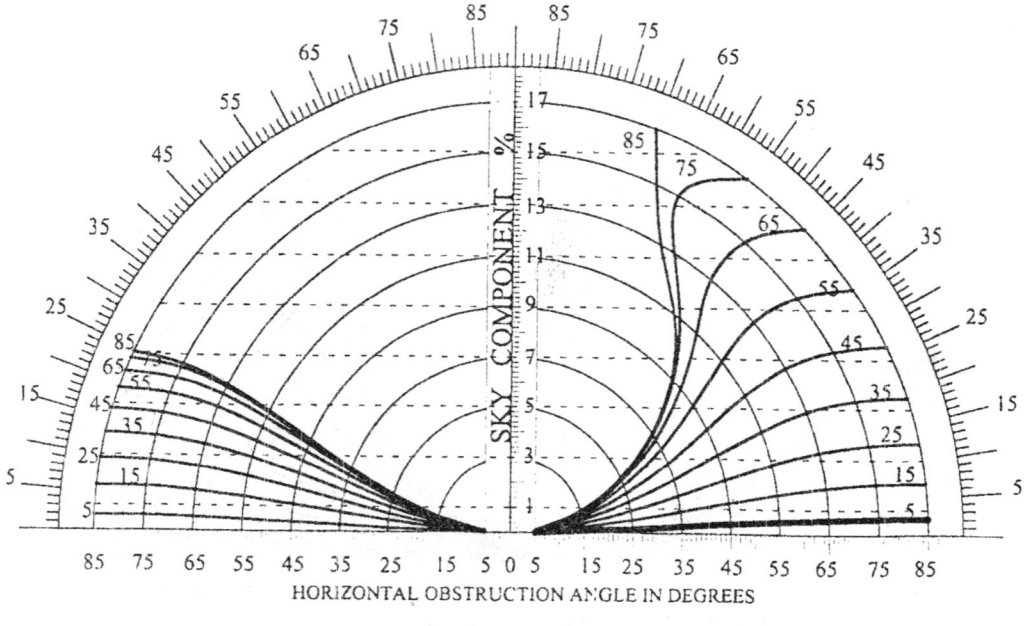
شكل رقم (٥) المخطط الأفقي مبيناً موقع الشباك والنقطة المطلوبة .



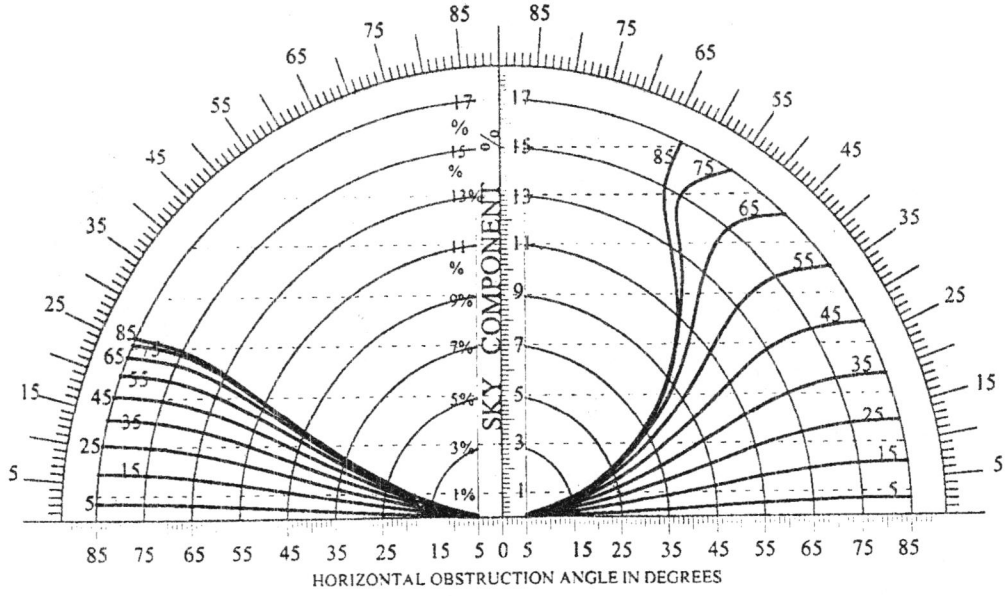
شكل رقم (٦) المخطط العمودي مبيناً موقع الشباك وموقع النقطة المطلوبة .



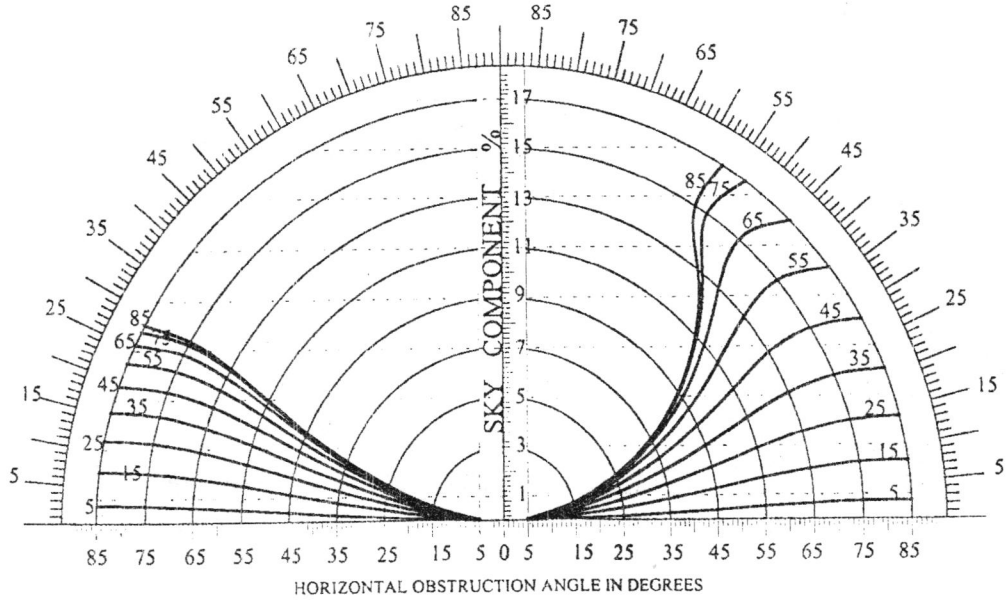
منقلة رقم (١)
حساب الإنارة الطبيعية من مركبة السماء (SC.) للشبابيك المتعامدة الاظلاع
(زاوية ارتفاع الشمس ٣٥ درجة)



منقلة رقم (٢)
حساب الإنارة الطبيعية من مركبة السماء (SC.) للشبابيك المتعامدة الاظلاع
(زاوية ارتفاع الشمس ٤٥ درجة)



منقلة رقم (٣)
حساب الإنارة الطبيعية من مركبة السماء (SC.) للشبابيك المتعامدة الاظلاع
(زاوية ارتفاع الشمس ٥٥درجة)



منقلة رقم (٤)
حساب الإنارة الطبيعية من مركبة السماء (SC.) للشبابيك المتعامدة الاظلاع
(زاوية ارتفاع الشمس ٦٥ درجة)

References

1- CIE " Standardization of Luminance Distribution on Clear skies", Publication CIE No. 22 (Tc-4.2) 1973.
2- Kittler, Richard "Standardization of Outdoor Condition for Calculation of Daylight Factor with Clear Skies ", Proceedings of the CIE International Conference , University of Newcastel-Upon-Tyne 1965, U.K.
3- Al-Jawadi, Miqdad "Window Optimisation for Iraqi Houses" PhD.. Theses , University of Strathclyde , pp223, June 1986, U.K.
4- Krochmann, J. "Quantitative Data on Daylight for Illumination " Lighting Research and Technology Volume 6 No.3 PP 165 –171 ,1974
5- Richard Kittler et.al." The personal Computer Design Aid ", School of Architecture, University of New South Wales, Sydney 1987
6- Harvey, J. et. Al. "Calculating Interior Daylight Illumination", Lawrence Berkley Laboratory, University of California, LBL- 11687, April, 1983, U.S.A..
7- Edmonds, I .R. & Greenup, P.J. "Daylighting In Tropics", Solar Energy Volume 73 Issue 2, August 2002, pp. 111-121, Elsevier Science Publisher , U.S.A.
8- Matusiak, B. Aschehong, Q. "Algorithms for Calculating of Daylight Factor in Streets, Lighting Research and Technology , 1 June 2002 Vol. 34 No. 2 pp. 135-145 June 2002 U.K
9- Bryan, H. et.al. 'Quicklite 1 Daylight for the TI59 Calculator" Lighting Design and Application" Vol. 11, Part6, pp.1-25, June 1981
10-Ng E. "Simplified Daylighting Design Tool for High-Density Urban Residential Buildings" ighting Research and Technology, 2001, Vol. 33,No.4 pp259-272, March, 2001,U.K