

اللجنة الفنية للمشروع

الخبير المهندس سعد عبد الوهاب / رئيس اللجنة
الدكتور المهندس علي عبد الحسين مجبـل
الدكتور الجيولوجي فراس فيصل عبد الحميد
ر.مهندسين أقدم حسين محمد علي
الدكتور المهندس خالد احمد جـودي
الدكتور المهندس خالد كامـل داود
الدكتور المهندس رائد رمزي العمري
الدكتور المهندس محمد مصلح سلمان
ر.مهندسين أقدم داود عواد حمود
الدكتور المهندس ليث خالد كامـل
ر.مهندسين أقدم نيران حسين علوان
ر.مهندسين جنان رضا محمد

اللجنة الادارية للمشروع

الخبير المهندس حسين مجيد حسين / مدير المشروع
الدكتور المهندس رائد حسن عبود
م.ر.مهندسين الهام ابراهيم عبد الرزاق

لجنة متابعة المدونة

الخبير المهندس جبار حمزة لطيف / رئيس اللجنة
م.ر.مهندسين وليد خالد مصطفى

الفريق العامل على إعداد
مدونة الانارة الطبيعية

الأستاذ الدكتور / مقــــداد حيدر الجوادي

الأستاذ المساعد الدكتور/ يونس محمود محمد سليم

الفريق العامل على تدقيق
مدونة الانارة الطبيعية

الأستاذ المساعد الدكتور/ سهى حسن عبد الله الدهوي

الدكتور / حسن فيصل

المستشارة / غيرة بد بلسل

المستشارة / محمد علي رشيد

المستشارة / زينب محمد علي

اللجنة العليا لمشروع المواصفات الفنية والمدونات العراقية

محمد صاحب الدراجي / وزير الاعمار والاسكان / رئيس اللجنة

استبرق ابراهيم الشموك / الوكيل الاقدم لوزارة الاعمار والاسكان

د. محمد علي عمران الانباري / عضو هيئة المستشارين / الامانة العامة لمجلس الوزراء

سعد عبد الوهاب / رئيس الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية / رئيس اللجنة الفنية

حسين مجيد حسين / مدير عام الهيئة العامة للمباني / وزارة الاعمار والاسكان / مدير المشروع

رياض حمودي الوزير / مدير عام التخطيط والمتابعة / وزارة البلديات والأشغال العامة

جلال حسين حسن / مدير عام شركة الرشيد / وزارة الصناعة والمعادن

لواء كريم العبيدي / وزارة البيئية

د. نعيم خورشيد سعيد / قسم هندسة البناء والانشآت / الجامعة التكنولوجية

رعد عبد الجليل عبد الامير / مدير عام دائرة التصميم الهندسية / وزارة الموارد المائية

صادق محمود الشمري / مدير عام شركة ابن الرشيد / امانة بغداد

خضير عباس داود / مدير عام دائرة شؤون المحافظات غير المنتظمة في اقليم / وزارة العلوم والتكنولوجيا

جمهورية العراق

وزارة التخطيط

وزارة الإعمار والإسكان

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

الهيئة العامة للمباني

مدونة الإنارة الطبيعية مدونة بناء عراقية

م.ب.ع. ٦، ٥

إن هذه المدونة معتمدة رسمياً ومبرمة بموجب قانون الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ومنشورة في جريدة الوقائع العراقية في إصدار ذي العدد ٤٣٣٣ في ٢٠١٤/٩/١ وجميع ما تحتويه من اشتراطات ملزمة الانتفاع والتطبيق من قبل الجهات الحكومية والقطاع الخاص لدى المشاريع الانشائية وقطاع التشييد في جمهورية العراق وكل نسخة غير مختمومة بغتم الوزارة صاحبة حقوق الطبع والنشر والتوزيع تعتبر مبرورة. وزارة الاعمار والإسكان



الطبعة الاولى

٢٠١٣م-١٤٣٤هـ

جمهورية العراق

وزارة التخطيط

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

وزارة الإعمار والإسكان

الهيئة العامة للمباني

مدونة الإنارة الطبيعية

مدونة بناء عراقية

م.ب.ع. ٥٠٦



الطبعة الاولى

٢٠١٣م-١٤٣٤هـ

هذه المادونة مصدقة رسمياً وليس للبيع

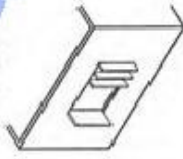

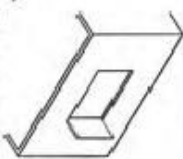
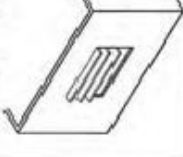



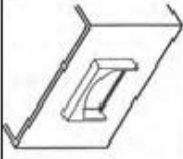



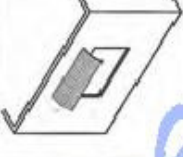


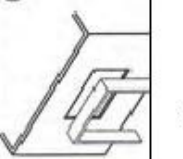

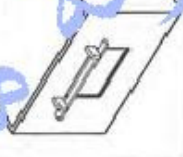


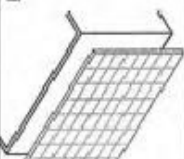


Luminance	نصوع، إشراق
Luminous Flux	لتفق لمضيء
Luminous Intensity	شدة الاستتارة
Lux	لوكس
Maintenance	صيانة
Obstruction	حاجز، مصد
Overcast sky	لسماء لغائمة كلياً
Partial sky	لسماء لغائمة جزئياً
Reflectance	عامل الانعكاس
Reflection	انعكاس
Refraction	إنكسار
Rooflighting	الاضاءة لسقفية
Shading	نظليل
Shading Device	وسائل نظليل
Sidelighting	الاضاءة لجانبية
Sky Component	مركبة لسماء
Solid angle	لزوية لمجسمة
Supplementary Lighting	الاضاءة لتكميلية
Tinted Glazing	لزجاج لملون
Ultra Violet waves	لموجات فوق البنفسجية
Vertical Shadow Angle	لزوية لظل العمودية
Visible Spectrum	لطيف لمرئي
Visible waves	لموجات المرئية
Window	شباك، نافذة
Working level	مستوى العمل

الملحق (ج)

قائمة بالمصطلحات الواردة باللغة الانكليزية ومرادفاتها باللغة العربية

A dap tation	تأقلم
Altitude	زاوية ارتفاع الشمس
Artificial lighting	الاضاءة الاصطناعية
A zimuth	زاوية اتجاه لشمس (زاوية السمعت)
Clear Sky	السماء لصافية
Contrast	تضاد، تباين
Daylight	نسيم النهار
Daylight Factor	عامل ضوء النهار
Diffuser	ناشر للضوء
Disability glare	الابهار لمعيق
Discomfort glare	الابهار لمزعج
Energy conservation	الحفاظ على الطاقة
External Component	المركبة الخارجية
Fiber Optic	الالياف البصرية
Glare	الابهار ، الوهج
Glare Index	دليل الابهار
Horizontal Shadow Angle	زاوية الظل الافقية
Infrared waves	الموجات تحت الحمراء
Internal Component	المركبة الداخلية
Level of light	مستوى الاضاءة
Light	ضوء
Light guiding shades	المظلات الموجهة للضوء
Light Shelf	الرف الضوئي
Lighting	إضاءة
Lumen	

للبيع

وسائط الظل ل عمودية			وسائط الظل ل أفقية		
 Vertical Shading Devices V1	 Vertical Shading Devices V2	 Vertical Shading Devices V3	 Horizontal Shading Devices H1	 Horizontal Shading Devices H2	 Horizontal Shading Devices H3
وسائط الظل ل مركبة			 Horizontal Shading Devices H4		
 Combined Shading Devices C1	 Combined Shading Devices C2	 Combined Shading Devices C3		 Horizontal Shading Devices H5	
وسائط الظل ل داخلة			 Horizontal Shading Devices H7		
 Combined Shading Devices C4	 Combined Shading Devices C5	 Combined Shading Devices C6		 Horizontal Shading Devices H8	
وسائط الظل ل داخلة			 Horizontal Shading Devices H10		
 Combined Shading Devices C7	 Combined Shading Devices C7	 Combined Shading Devices C7		 Horizontal Shading Devices H11	
وسائط الظل ل داخلة			 Horizontal Shading Devices H13		

الشكل ب-1/1: الأنواع المختلفة من مانعات الشمس

الملحق (ب)

تأثير تصميم مانعات الشمس في مستويات الانارة داخل الفضاءات

تم في هذا الملحق توضيح مقدار ما تسببه مانعات الشمس من تأثير في نسب الإنارة الطبيعية داخل الفضاءات، وإظهار تباين بعضها عن بعض في تأثيرها في توزيع مستويات الاضاءة داخل الفضاءات، وقد أجريت هذه الدراسة عملياً في ظروف السماء الصافية لمدينة بغداد. وقد اختير خمسة وعشرون نوعاً من مانعات الشمس شملت مانعات افقية وعمودية ومانعات مركبة ومانعة داخلية لاحظ الشكل (ب-1/1)، وهي تمثل معظم أشكال مانعات الشمس المستعملة في الأبنية¹.

إن وجود مانعات مثل من نسب الانارة داخل الفضاء بنسب متفاوتة، كان أقلها تأثيراً في مستويات الانارة الطبيعية الداخلية هي المانعة (H1) (وهي الحالة الافضل مقارنة ببقية المانعات، حيث جهزت مستويات أعلى من الانارة الطبيعية داخل الفضاء). ثم بعد ذلك مقارنة ما تهبطه بقية المانعات من مستويات اضاءة داخلية نسبة الى الانارة التي جهزتها المانعة (H1).

وتم وضع التوصيات بحسب أفضلية متدرجة ضمن مجاميع:

المجموعة الاولى²: المانعات ذوات الرموز H1, H4, H9 هي المانعات التي يمكنها تجهيز أعلى مستوى إضاءة داخلية يمكن الحصول عليه بين مجموعة المانعات.

المجموعة الثانية: المانعات ذوات الرموز V1, H6, V2, C1, C4, H12, H3 وهي المانعات التي يمكنها تجهيز (80-89%) من مستويات الانارة مقارنة بمستويات المجموعة الاولى.

المجموعة الثالثة: المانعتان C2, V3 يمكنهما تجهيز (70-79%) من مستويات الانارة مقارنة بمستويات المجموعة الاولى.

المجموعة الرابعة: المانعات ذوات الرموز H8, H11, C3 وهي المانعات التي يمكنها تجهيز (60-69%) من مستويات الانارة مقارنة بمستويات المجموعة الاولى.

1 الجوادي، د.مقداد حيدر وآخرون، "تقدير معدلات النوافذ على الإضاءة الطبيعية داخل الفضاء"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، عدد 5، بغداد، 1994.

2 تم استعمال الرموز: (H) للمانعات الافقية و(V) للمانعات العمودية و(C) للمانعات المركبة.

السااعة	21 كانون الاول	21 آذار / 24 فلول	22 حزيران
8:00			
10:00			
12:00			
14:00			
16:00			
مجموع فترة التعرض بالساعات	لجنوب شرقي : 1:45 لشمال لغربي : 8:15	لجنوب شرقي : 4:00 لشمال لغربي : 8:00	لجنوب شرقي : 6:15 لشمال لغربي : 7:45

الشكل أ-5/1: زوايا التعرض الشمسي للواجهات الجنوبية الشرقية والشمالية الغربية

الساعة	22 حزيران	21 آذار / 24 أيلول	21 كانون الاول
8:00			
10:00			
12:00			
14:00			
16:00			
مجموع فترة التعرض بالساعات	الشرق: 7:00 الغرب: 7:00	الشرق: 6:00 الغرب: 6:00	الشرق: 5:00 الغرب: 5:00

الشكل 4-1: زوايا التعرض الشمسي للواجهات الشرقية والغربية

ساعة	22 حزيران	21 آذار / 24 ليلول	21 كانون الاول
8:00			
10:00			
12:00			
14:00			
16:00			
مجموع فترة التعرض بلساعات	الشمال شرقي : 6:30 الجنوب لغربي : 7:30	الشمال شرقي : 4:30 الجنوب لغربي : 7:30	الشمال شرقي : 2:00 الجنوب لغربي : 8:00

الشكل أ-3/1: زوايا التعرض الشمسي للواجهات الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية

ساعة	21 كانون الاول	21 آذار / 24 فيل	22 حزيران
8:00			
10:00			
12:00			
14:00			
16:00			
مجموع فترة التعرض بلساعات	الشمال: 0:00 الجنوب: 10:00	الشمال: 0:00 الجنوب: 12:00	الشمال: 8:00 الجنوب: 6:00

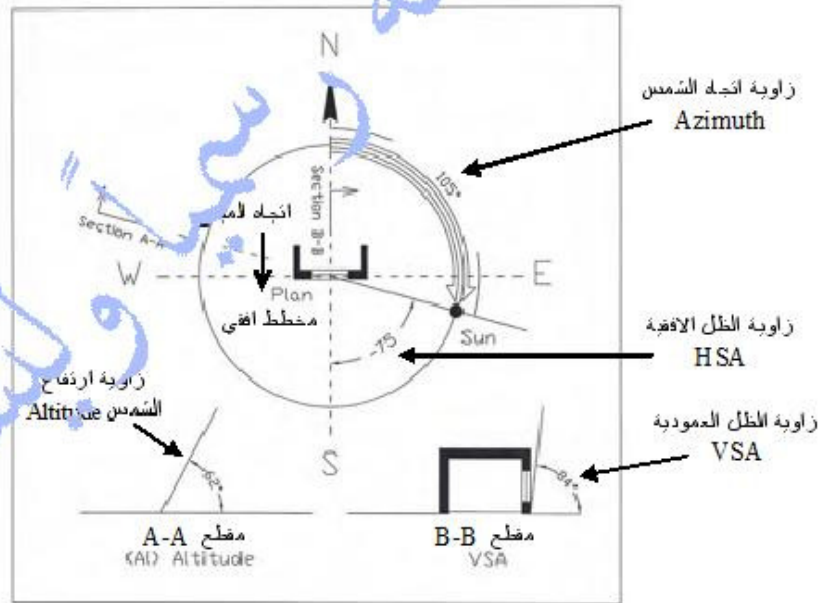
الشكل أ-2/1: زوايا التعرض الشمسي للواجهات الشمالية والجنوبية

الملحق (أ)

زوايا ارتفاع الشمس واتجاهها لمدينة بغداد

يوضح هذا الملحق مخططات للزوايا الساعية لإرتفاع الشمس (Altitude) واتجاهها (Azimuth) خلال أربعة أيام مختارة (22 حزيران و 21 آذار و 24 أيلول و 21 كانون الأول)، إذ تمثل هذه الأيام حركة الشمس خلال وصول الصيف والربيع والخريف والشتاء على التوالي لمدينة بغداد (وهي تمثل بصورة مقاربة حركة الشمس لبقية المناطق الشمالية والجنوبية للعراق)، ومن الساعة الثامنة صباحاً حتى الساعة الرابعة عصراً. وحيث حركة الشمس ترتبط باتجاه المبنى أو اتجاه الشباك فقد تمت دراسة ثمانية اتجاهات جغرافية مختلفة للشبابيل، وتم التعبير عن علاقة موقع الشمس باتجاه الشباك من خلال زوايا الظل الأفقية (HSA) وزوايا الظل العمودية (VSA)¹.

يبين الشكل (أ-1/1) أهم التأسيسات التي تساعد في توضيح الاشكال (أ-2/1) الى (أ-5/1) الواردة في هذا الملحق



الشكل أ-1/1: التأسيسات التي تساعد في توضيح المخططات الواردة في الملحق

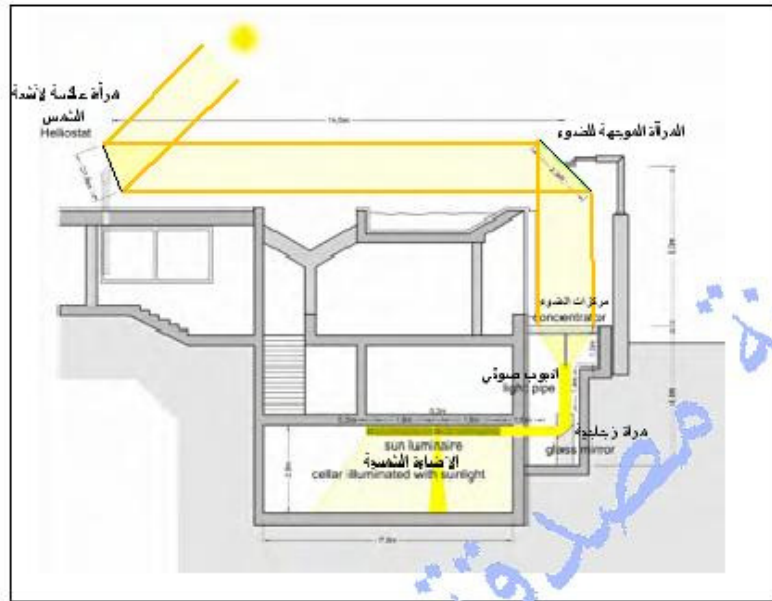
¹ Shaaban, Awni K. and Al-Jawadi, Miqdad, "Geometry and Behavior of Sunlight Control in Building", Part,2, Building Research Center, 1973.

مراجع الباب السابع

- [1] " *Solar Energy In European Office Buildings*", Mid- Career Education, 2010
http://erg.ucd.ie/mid_career/pdfs/tech_mod_4.pdf
- [2] " *Innovative Daylighting Systems For Deep-Plan Commercial Buildings*", University of Mendoza, Veronica Garcia Hansen, Doctor Of Philosophy (Ph.D.), 2006
http://eprints.qut.edu.au/16709/1/Veronica_Hansen_Thesis.pdf
- [3] " *Advancing Technology in Commercial Buildings*", Stamats Business Media Inc, 2011
<http://www.architechweb.com/tabid/171/ArticleID/6502/Default.aspx>
- [4] " *Control and Use of Sunlight, Install a system of light shelves and shading*", Energy Institute Press, 1999
<http://www.energybooks.com/pdf/10001005.pdf>
- [5] أمجد محمود عبد الله البدرى، "الاداء التقني الحديث في السيطرة على الاضاءة الطبيعية"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية/ جامعة بغداد، 1999
- [6] Wikipedia, the free encyclopedia, " *Anidolic lighting*", 2011
http://en.wikipedia.org/wiki/Anidolic_lighting
- [7] " *Inter-disciplinary Building Services Design*"
http://www.hku.hk/bse/interdisciplinary/bbse3005_wilson_lee.pdf
- [8] " *Light Tube, Absolute Astronomy*", 2011
http://www.absoluteastronomy.com/topics/Light_Tube
- [9] Parans, " *Bring Nature Inside*", Installation Manual, 2009.

4/2/3-7 أنظمة الإضاءة المرآتية Mirror Sunlighting Systems

ان المرايا تعكس نسبة عالية جداً من الضوء الذي يسقط عليها، حيث يتم نقل الإضاءة الشمسية من أعلى المبنى عن طريق عدد من المرايا المتحركة ، لاحظ الشكل (7-15/3).



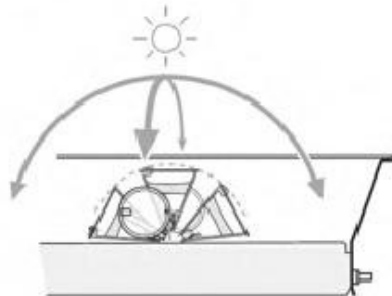
الشكل 7-15/3: نظام ضوء الشمس المرآتي

3/2/3-7 الألياف الضوئية Fiber Optic Skylight

هي طريقة فريدة لجلب الإنارة الطبيعية عميقاً الى الفضاء الداخلي. يتضمن النظام لوحاً لتجميع الإنارة الطبيعية الخارجية عبر (64) عدسة في داخله، لاحظ الشكل (7-13/3). تستدير هذه العدسات لتتبع الشمس آلياً، لاحظ الشكل (7-14/3)، إذ يتم السيطرة عليها من خلال حاسوب داخلي. تتصرف كل عدسة كعدسة مكبرة لتركيز الضوء الشمسي، حيث تركز الضوء الشمسي الموجه الى داخل الألياف الضوئية، كل ليف بصري منفرد strand يندمج مع الياف أخرى لتكوين سلك ليف بصري ذي قطر (6 ملم). يصدر من كل لوح عدد من الاسلاك (الياف ضوئية)، لكل من هذه الاسلاك يمكن ان يصل طوله الى أكثر من (15 متراً). يمكن لهذه الاسلاك ان توضع خلال الجدران والسقوف وتتحنى حول العوائق. كما يمكن لكل سلك ليف ضوئي ان يستعمل لجلب الضوء الطبيعي لإضاءة داخلية مختلفة، او يمكن جمعها ضمن إضاءة واحدة. هناك تنوع في تكامل انواع الاضاءات المتوافرة. بعضها يدمج الإنارة الطبيعية مع الإنارة الكهربائية عند الحاجة. حيث يمكن حينئذ ان تشترك مع المتحسسات التي تطفئ المصابيح الكهربائية تلقائياً عندما تكون الإنارة الطبيعية كافية لتحقيق مستويات الإضاءة المطلوبة.



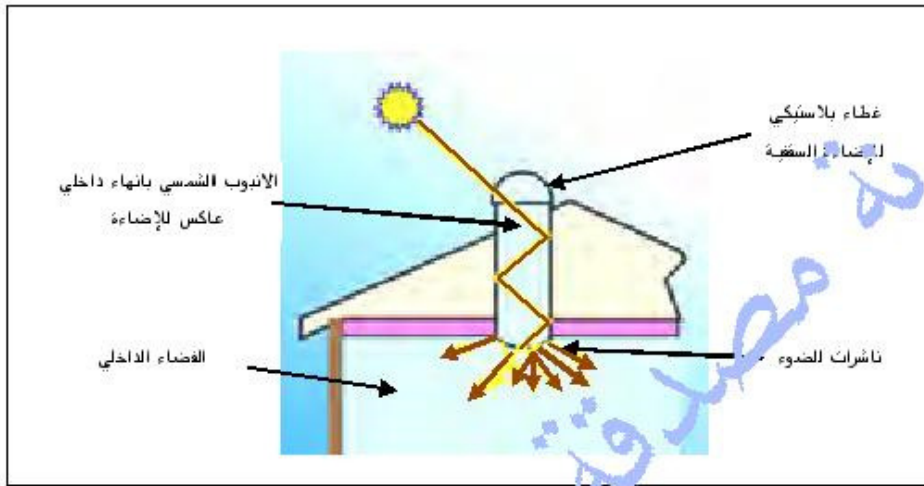
الشكل 7-13/3: ألواح التجميع في أنظمة الألياف الضوئية



الشكل 7-14/3: حركة العدسات لتتبع حركة الشمس [9]

1/2/3-7 أنظمة الانابيب الضوئية العمودية

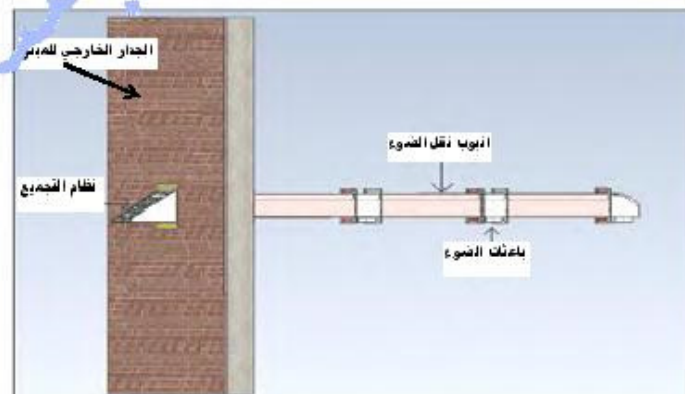
الانابيب الضوئية هي انابيب مجوفة مع سطح داخلي له انعكاسية عالية، بذلك يمكن للضوء الانتقال على طولها بأقل خسائر، لاحظ الشكل (11/3-7). يجلب انبوب الاضاءة الطبيعية علي الأداء الانارة الطبيعية الى معظم المساحات المظلمة العميقة داخل المبنى. تأتي الاشعة الشمسية خلال القبة العليا الصافية، وتنعكس الى اسفل في الانبوب المعدني الشبيه بالمرآة، وصولاً الى ناشر سقف موشوري الذي ينشر الضوء بانتظام في كافة أنحاء الغرفة. حيث يضيف انبوب الضوء الطبيعي الانارة والمظهر الحسن لأي مبنى أو محل عمل [8].



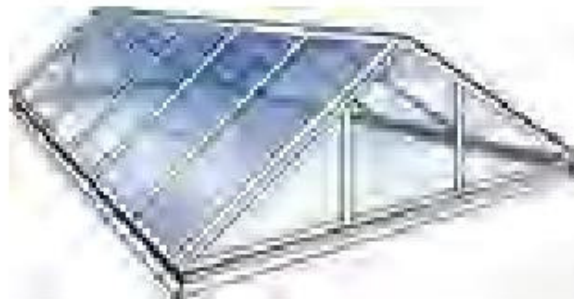
الشكل 11/3-7: الانابيب الضوئية العمودية

2/2/3-7 أنظمة الانابيب الضوئية الأفقية

لا يمكن دائماً في الأبنية متعددة الطبقات جميع الضوء الطبيعي من سقف المبنى، وعندما تكون واجهة المبنى المعرضة للإضاءة الطبيعية هي الضلع القصير للمبنى تظهر أهمية انابيب الاضاءة الأفقية كونها الأكثر فعالية في إضاءة مركز المبنى العميق، لاحظ الشكل (12/3-7).



الشكل 12/3-7: انابيب الانارة الجانبية



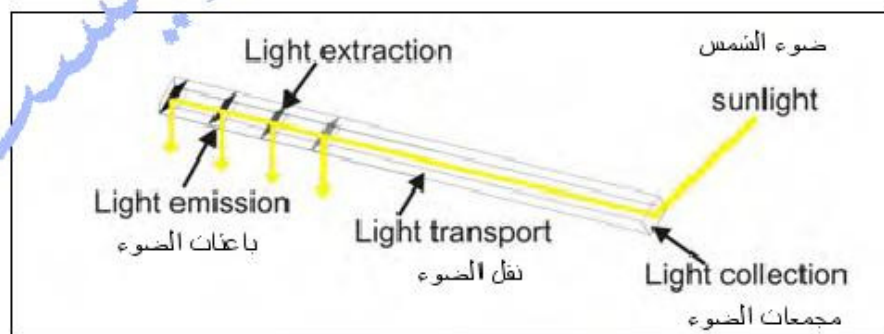
الشكل 7-9/3: الشبائيك السماوية

2/2.7 الانظمة الناقلة للضوء Light Transport Systems

يتطلب اعتماد الانظمة الناقلة للضوء عندما يكون عمق المبنى خارج نطاق الاضاءة الذاتية. حيث يتم جمع ضوء الشمس ونزله لمسافة طويلة ضمن المبنى، وعادةً يكون النظام الناقل كأنايبب ضوء light pipes أو موجهاً ضوء light guides. ان تطوير انظمة الاضاءة لنقل الاضاءة الشمسية الى مسافة العديد من الامتار يقدم الامكانية لتجهيز اضاءة طبيعية ذات نوعية عالية الى الفضاء الداخلي، او مركز الفضاءات للمباني متعددة الطبقات.

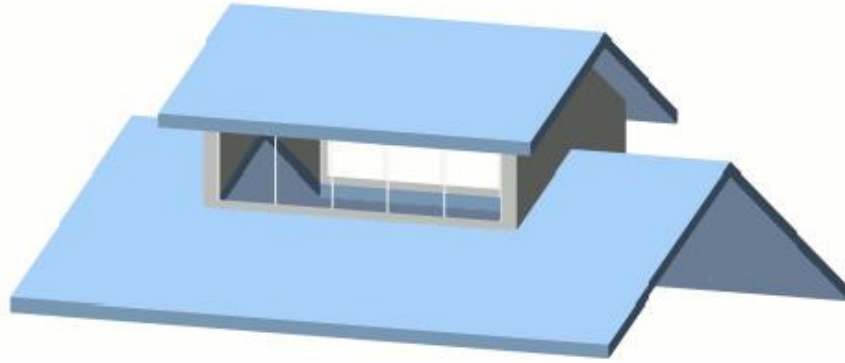
تحتوي أنظمة نقل الضوء بصورة عامة على ثلاثة عناصر، لاحظ الشكل (7-10/3)

- 1- رأس التجميع الذي يتعقب ضوء الشمس، أو يعيد توجيهه وتركيزه الى داخل الانبوت. وذلك باستعمال العدسات او المرئيا التي تكون عاكسة مرآتية عالية الصقل لترسل الاشعاع الشمسي خلال النهار.
- 2- الانبوت نفسه الذي ينقل الاضاءة الى المكان المطلوب، يعتمد على المواد المستعملة في تصنيع الانبوت (مثل: العدسات، وانبوت الضوء المرآتي، وانبوت الموشوري، انظمة المركز core الصلب).
- 3- نظام التوزيع (باعثات الضوء) الذي يحوي وسائل إخراج الضوء من الانبوت الى الخارج وينشر الضوء بتجانس عبر الفضاء.



الشكل 7-10/3: مخطط لأنظمة النايبب الضوئية.

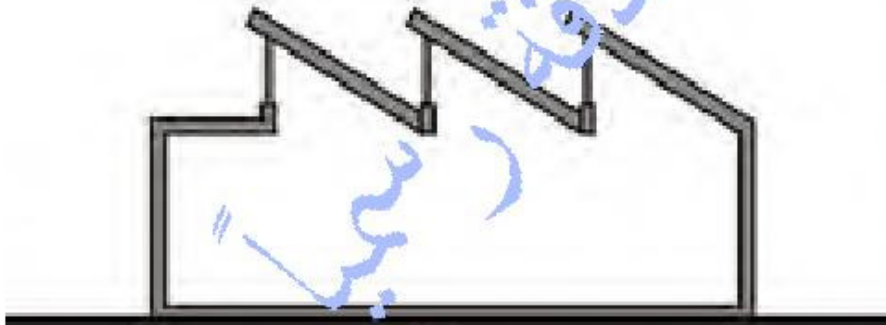
وتصنف اهم الانظمة لناقلة للضوء الى:



الشكل 7-3/7: الشبائيك السقفية

7-3/2/1/3 شبائيك السقوف المنشارية saw tooth monitors

تستعمل السقوف المنشارية سلسلة من الشبائيك العمودية او المائلة، لاعطاء اضاءة متجانسة للفضاءات ذات المساحات الواسعة. يتم فيها تدوير الشبائيك عادة الى الشمال للتقليل من الكسب الحراري الناتج من الاشعاع الشمسي المباشر، لاحظ الشكل (7-3/8).

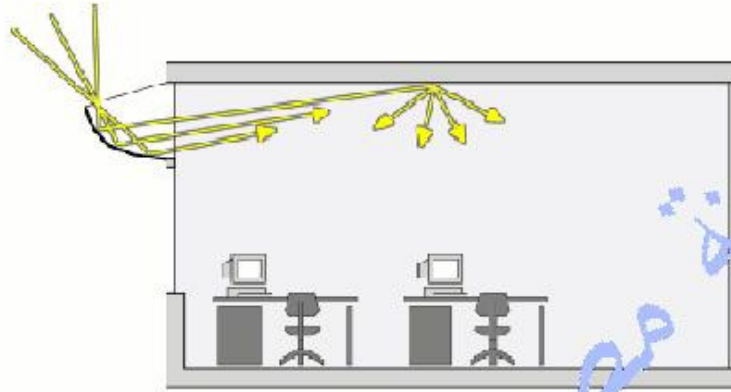


الشكل 7-3/8: شبائيك السقوف المنشارية

7-3/2/1/3 الشبائيك السماوية skylight

يمكن ان تكون باشكال مختلفة، ضمن قبة او مُسَمَّم (جملون) او لوح مسطوح، وتوضع في مستوى سقف المبنى. تولد الشبائيك الافقية مشاكل بسبب الكسب الحراري الشمسي الكبير، لاحظ الشكل (7-3/9). يمكن ان تعالج هذه المشاكل جزئياً مع الكاسرات الضوئية Louvers للسيطرة على كل من الكسب الحراري والاعمار.

تعمل هذه الوسائل على مبدأ تركيب التجميع الاهليلجي، وهو له شكل هندسي خاص (مظلي من الداخل بمواد عاكسة)، تتقبل الضوء ضمن مجال لزوايا محددة من السماء، وبعد ذلك تعيد توجيه الضوء عميقاً داخل الفضاء. حيث يمكن للنظام ان يجمع ويعيد توجيه الضوء الى عمق أكثر من (6) امتار داخل المبنى. أحد السلبيات الرئيسة لهذه الانظمة هو ضعف جانب التكامل المعماري مع المبنى إذا لم يؤخذ بالاعتبار مبكراً في عملية التصميمية [6].



الشكل 7-6/3: المجمعات الاهليلجية [7]

2/1/3-7 الانظمة ذات الاضاءة السقفية Rooflighting Systems

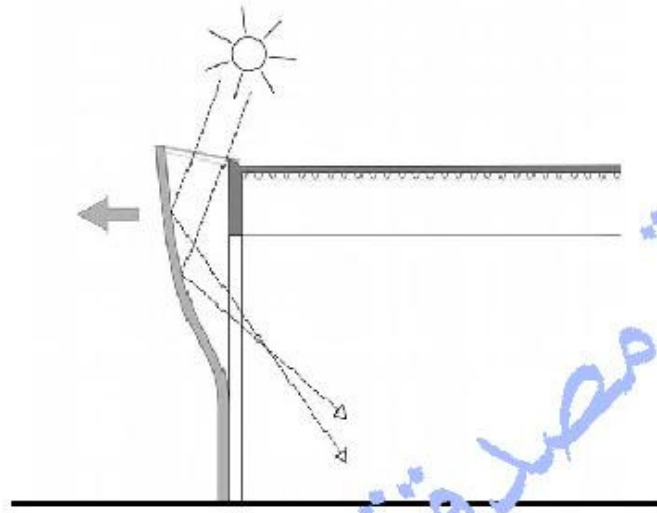
بامكان هذه الفتحات ان تجهز اضاءة طبيعية ذات توزيع أكثر تجانساً الى ارضية الطابق العلوي. الغرض الرئيس لهذه الانظمة هي لحماية من الابهار وتقليله، لكن لها مشاهد تراكم الغبار مما يتطلب صيانتها وتنظيفها بشكل مستمر. علاوة على اكتسابها العالي للطاقة الشمسية غير المرغوب بها داخل الابنية، وبفضل إستعمالها في الاسواق المفتوحة او المسقفات المظللة للسابلة. وانظمة الاضاءة السقفية تنقسم الى:

1/2/1/3-7 الشبائيك السقفية roof monitors:

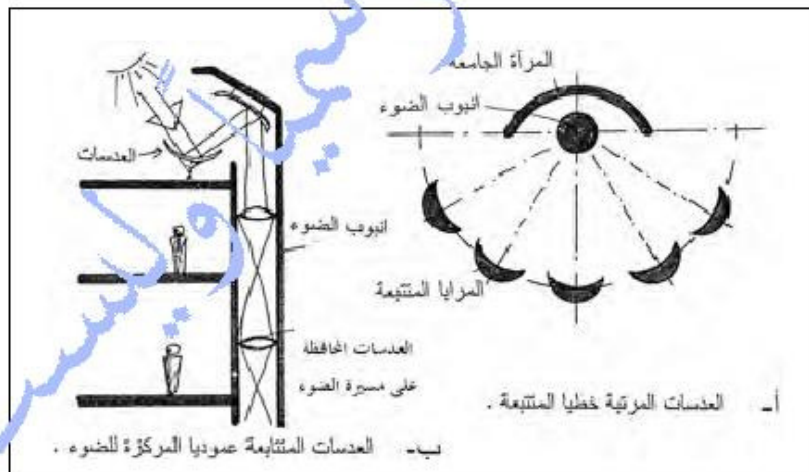
هي شبائيك عمودية ذات سقوف مستوية او مثلية، يمكن ان تجهز اضاءة من جميع الاتجاهات لكنها تزيد من الكسب الحراري للمبنى، لذا لاينبغي استعمالها في المناطق الحارة الجافة، لاحظ الشكل (7-7/3).

4/1/1/3-7 الأنفاق الضوئية (الآبار الضوئية)

تتضمن تجاويف في جدار المبنى أو ملحق به تجمع الضوء وتنقله بواسطة الانعكاسات داخل تجويف الجدار لاحظ الشكل (7-4/3) ، ويحوي النفق الضوئي في بعض الحالات على عدسات تجمع الضوء وتوجهه نحو الفضاء أو الشبابيك المطلّة على النفق لاحظ الشكل (7-5/3)، وتعتبر الأنفاق الضوئية بحسب بعض المصادر من الأنظمة الناقلة للإضاءة.



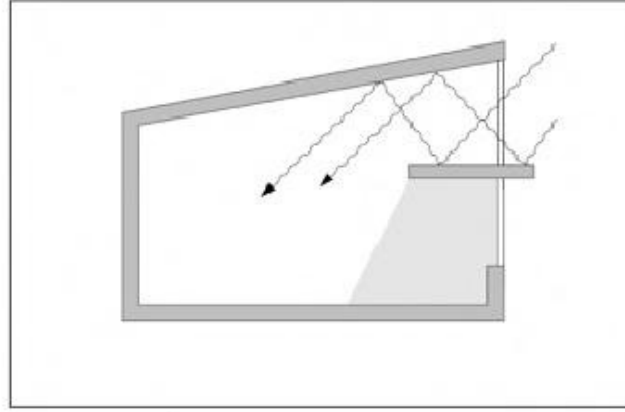
الشكل 7 4/3: الآبار الضوئية



الشكل 7 5/3: الأنفاق الضوئية ذات العدسات [5]

5/1/1/3-7 المجمعات الاهليلجية parabolic collectors

يمكن تحسين جودة الانعكاسية من خلال الاختيار الصحيح للشكل المنحني. هذا المنحني يحتاج إلى تصميم وهيكّل خاص لكل مشروع تصميمي، لاحظ الشكل (7-6/3).

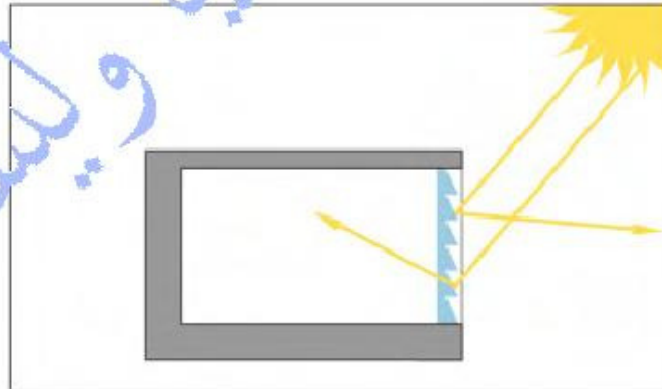


الشكل 7-3/2: الرفوف الضوئية [1]

3-1/1/3-7 الألواح الموشورية prismatic panels

تسيطر على الاضاءة المنقطة عكسها لاتجاه جزء من الانارة الطبيعية القادمة. يتكون التزجيج الموشوري من سلسلة من المواشير الزجاجية او البلاستيكية مصممة لأن تجلس باحكام على النافذة مباشرة او مابين قطع الزجاج لتستعمل في توجيه الضوء الصادر الساقط بواسطة الانحراف (الانكسار Refraction إضافة الى الانعكاس Reflection) [5].

من سلبياتها: تحجب الألواح الموشورية الثابتة منظر الخارجي بشكل دائم، لاحظ الشكل (7-3/3). ولا يفضل استعمالها على مستوى نظر الشاغلين لكون الشبكات سيصبح كأنه قطعة مضيئة متساوية الاضاءة وهي تشبه استعمال الزجاج المشجر. ويفضل استعمالها في شبابيك الفريجة الى السقف في المواقع التي تسقط عليها الشمس مباشرة.



الشكل 7-3/3: شبابيك الألواح الموشورية



الشكل 7-1/3: الشبائيك العلوية

2/1/3-7 الرفوف الضوئية والرفوف العاكسة

هي عناصر مستوية أو منحنية في فتحة الشباك، فوق مستوى العين، تقوم بإعادة توجيه الضوء الساقط عليها إلى السقف، وفي الوقت نفسه تحمي شاغلي الفضاء من الأشعاع الشمسي المباشر [4].
يمكن تصنيف الرف الضوئي إلى داخلي وخارجي أو رفوف مركبة.
الرف الضوئي يقسم الشباك إلى جزأين:
شباك النظر (اسفل الرف) view window.
الشباك العلوي (فوق الرف).

من الضروري أن يكون كل من الرف الضوئي والسقف ذا انعكاسية وتشتيت عالي لتحقيق أفضل فعالية في انتشار الضوء داخل عمق الفضاء، لاحظ الشكل (7-2/3).

تتطلب الرفوف الضوئية وجود الأشعة الشمسية المباشرة، حيث يجب أن توجه الشبائيك إلى الشمس لتحقيق أكبر انكسار في الوقت الذي يستعمل فيه الفضاء. بذلك فإن الرف الضوئي يوزع ضوءاً مشتتاً بانتظام عالي مع تظليل الشباك وتجهيز استتارة عند السماء الصافية أكثر من النافذة المبردة من، وعند السماء الغائمة أقل منها نسبياً، إذ أنه يُستفاد في السماء الصافية من وجود انعكاسات ضوء الأرض والسطوح من الصباح حتى المساء.

3-7 أنظمة الإضاءة الطبيعية المبندعة

لغرض عدم الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية جريت أساليب عديدة لإيصال أو لتكامل إضاءة الشبائيك الجانبية بإضاءة طبيعية مستخدمين أنظمة مبدعة للتعويض عن الاصطناعية خاصة في الفضاءات العميقة أو التي تصعب إضاءتها طبيعياً، فقد صممت أنظمة ضوئية بأشكال مختلفة لإيصال الضوء أو توجيهه فوق مستوى النظر (من السقف) معتمدة على انعكاسية سقوف الغرف كاسلوب للتوزيع المتجانس القادم من فوق الرأس للحصول على إضاءة مريحة. وهي بذلك تهدف الى حل مشكلة تركيز الضوء الطبيعي والشمسي بفعالية وإعادة توزيعهما بانتظام حيث تعيد توجيههما الى مساحة العمل الداخلية.

ويمكن تصنيف هذه الأنظمة الى:

- الأنظمة الموجهة للضوء light guiding systems .
- الأنظمة لناقلة للضوء light transport systems .

1/3-7 الأنظمة الموجهة للضوء light guiding systems

هي وسائل لتوجيه الضوء وتحسين مستويات الإضاءة الطبيعية في نهاية الفضاء البعيد عن الشبائيك. وتصنف الأنظمة الموجهة للضوء الى الأنظمة ذات الفتحات الجانبية والأنظمة ذات الفتحات السقفية، وكالتالي:

1/1/3-7 الأنظمة ذات الإضاءة الجانبية Sidelighting Systems

هي تقنية لتجهيز الإضاءة الطبيعية خلال فتحات الجدران الخارجية وواجهات المبنى، لغرض زيادة اختراق الإضاءة وتقليل الابهار الناتج من الشباك.

وتشمل أنظمة الإضاءة الجانبية:

1/1/1/3-7 الشبائيك العلوية

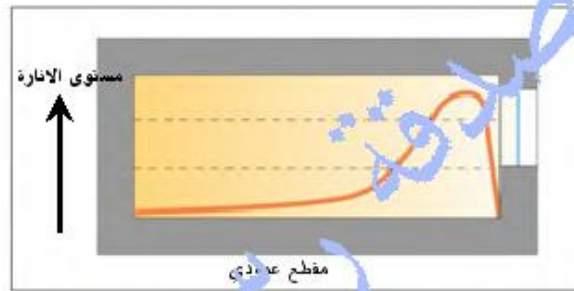
تكون هذه الشبائيك بهيئة شريط أفقي قرب السقف يعمل على إضاءة السقف وتوزيع الإضاءة الى عمق الفضاء، ويتكاملها مع الكاسرات أو رفوف الضوء يمكن أن توجه الضوء للسقف ليعكسه بعمق الفضاء. لاحظ الشكل (1/3-7)[3].

الباب السابع

أنظمة الانارة الطبيعية المساعدة

1-7 تمهيد

ينخفض مستوى الانارة سريعاً في الفضاءات ذات الشبائيك من جهة واحدة بالابتعاد عن فتحة الشباك، لاحظ الشكل (1/1-7)، لذا يكون التوجه الى زيادة مستوى الإنارة الطبيعية في الفضاء بتكبير مساحة الشباك، الذي بالوقت نفسه سيزيد من الابهار من اضاءة السماء ويزيد من فقدان والاكتساب الحراري فيسبب مشكلة اخرى[1]. اما اضاءة الفضاءات العميقة فيمكن ان تحصل باقل إيهار اذا استعملت شبائيك عالية أو قرب السقف حيث تعمل الانارة المنعكسة من السقف على زيادة مستوى الانارة العام داخل الفضاء، وبالتالي سنقلل من التباين وعدم الراحة الناتجة من الابهار.



الشكل 1/1-7: تنخفض مستويات الاضاءة كلما ابتعدنا عن فتحة الشباك.

2-7 الإنارة الطبيعية للفضاءات العميقة

يعتبر المبنى عميقاً عندما يكون مخططه الافقي خارج عمق نظام الاضاءة الذاتي[2]، ويحدد عمق نطاق الإضاءة الذاتي بشكل تقريبي في المناطق ذات السماء الصافية كمدينة بغداد، قدر ثلاثة أضعاف ارتفاع الشباك، ويتطلب عمق المبنى الذي يلي هذا النطاق إنارة اصطناعية مساندة.

ولجعل المبنى يتمتع قدر الامكان بالاضاءة الطبيعية وبأقل مايمكن من استعمال الاضاءة الاصطناعية هناك وسائل مبتدعة عديدة لتهيئة إضاءة طبيعية توازن الاضاءة القادمة من الشبائيك العمودية مثل الآبار الضوئية الاعتيادية والآبار الضوئية ذات المرايا، ومانعات الشمس ذات الظل المرآتي المستوي أو المقعر ذات القطع المشتتة للضوء، وأنظمة الاليف الضوئية الناقلة للإشعاع الضوئي المرتبطة بسقوف الأبنية التي روعي تصميمها نشر الإنارة من فوق مستوى منصدة العمل لتكون عاملاً على موازنة ما يحدث من إيهار من الشبائيك العمودية الواقعة في مستوى نظر العاملين.

مراجع الباب السادس

- [1] د. مقداد الجوادي، "البعاد مانعات الشمس للفتحات والشبابيك للمباني العراقية - كتاب يد"، بغداد، مركز بحوث لبناء، مجلس البحث العلمي، 1982.
- [2] "A Study of Solar Radiation Daylight Illuminance and Sky Luminance Data Measurements for Hong Kong".
<http://www.questia.com/googleScholar.qst;jsessionid=M8bTmrS11hShwnnfmY0DHT1xpnCKMJdQr8BQ30FRR21QMS5PTvgq!1994532791!1909681886?docId=5002481399>
- [3] رزقو، نوفل جواديف، "تأثير المصدات الخارجية والأبنية المجاورة على مستويات الأنارة الطبيعية والأحمال الحرارية"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة للتكنولوجيا، 1995 م.
- [4] IES (American), "Recommended Practice for the Calculation of Daylight Availability", *Journal of the Illuminating Engineering Society*, vol.13, No4, pp.381-392, July, 1984.
- [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] Al-Jawadi, Miqdad, "Window Optimization for Iraqi Houses", PhD Thesis, University of Strathclyde, 1986.
- [8] Krochmann, j, Muller, K and Retzow, U, "The Horizontal Illuminance Intensity and The Zenith Luminance of Clear Sky", *Lichttechnik*, vol. 22, pp. 551-554, Germany, 1970.
- [9] William, Pierpoint, "A Simple Sky Model for Daylighting", 1983.
- [10] Hopkinson, R.G., "Daylighting", Pitman Press, Great Britain, 1966.
- [11] د. مقداد الجوادي، "متغيرات التنبؤ بمستويات الاضاءة الطبيعية في الفضاءات المعمارية لسمااء لعمارة لصافية"، مجلة العراقية للهندسة المعمارية، العدد السابع، آذار 2004، ص 118-131، الجامعة للتكنولوجيا، بغداد - العراق.
- [12] Wikipedia, the free encyclopedia, "Light meter",
http://en.wikipedia.org/wiki/Light_meter

فتصبح: $(3.9\% = 3.4\% - 7.3\%)$.

13- قيمة (SC) النهائية (3.9%).

14- تستخرج قيمة الاستتارة باللوكس من مركبة السماء بضرب قيمة (SC%) بقيمة السماء التصميمية لاتجاه الشرق والتي هي (15294) لوكس. فتكون قيمة (SC) تساوي (596) لوكس على النقطة (P) من مركبة السماء.

6-3/2 الاستتارة العلوية

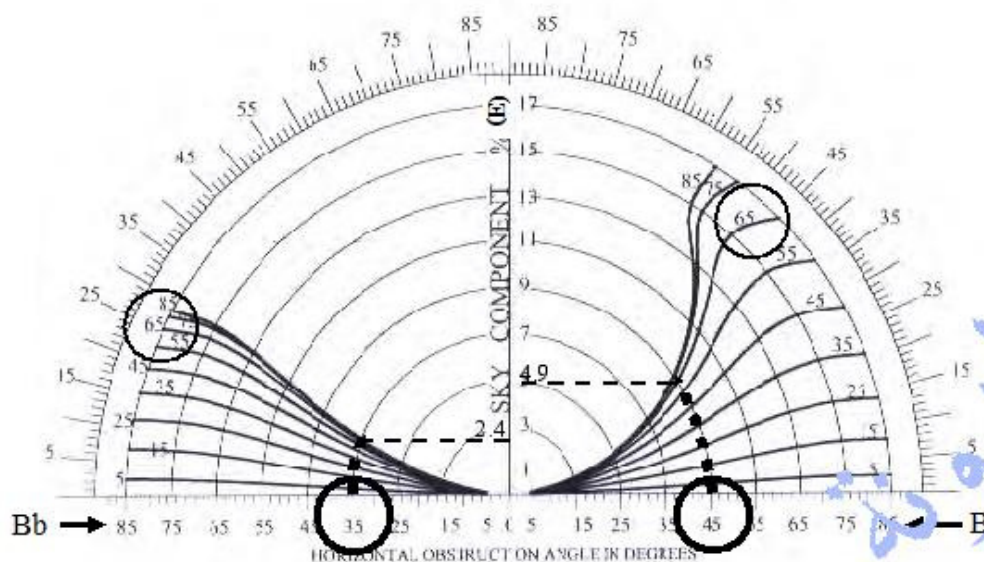
باعتبار ان سطفتنا هي من المناطق الحارة التي لايفضل نهائياً إدخال الاشعة الشمسية المباشرة الى الفضاء (خاصة في الصيف) لكونها تزيد من الحرارة الداخلية للفضاءات، فلا ينصح نهائياً باستعمال السقوف الزجاجية الافقية في الفضاء. وان لم نعال اضاءة علوية فيها يجب ان يكون جانبياً وليس افقياً. وتعتمد المنقالات الاربع السابقة لجميع الحالات العمودية بالطريقة نفسها المبينة بالمثل.

6-3/3 خطوات الحساب عند تعدد مصادر الضوء الطبيعي

في حالة وجود شبائيك على اكثر من جدار في الفضاء تحتسب قيمة (SC) من كل شباك بشكل منفصل وتجمع القيم لتعتبر هي القيمة النهائية الممثلة لمستوى الاستتارة في تلك النقطة والمتسببة من تعدد مصادر الضوء الطبيعي.

6-3/4 اشتراك الانارة الطبيعية مع الانارة الاصطناعية.

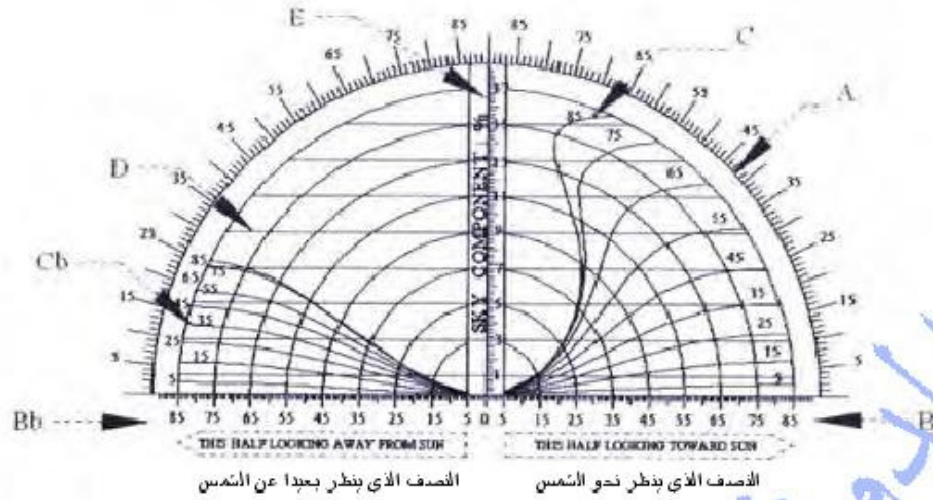
لتحقيق المستوى المطلوب والمحدد في القيم الموصى بها من قبل المنظمات الدولية المهتمة بمستويات الانارة بحسب نوعية الاداء، يتم وضع مصادر للإضاءة الاصطناعية فوق المواضع ذات الاداء الخاص للحصول على مستوى الانارة المطلوب عند تغير مستويات الانارة الطبيعية خلال النهار كعامل مساعد (Supplementary Lighting)، أما في الفضاءات ذات الاستعمال العام فإن هذه المصادر الاصطناعية توزع في السقف بما يساعد على توزيع لئارة مساعدة إضافية يقوم المهندسون الكهربائيون بتصميمها، وتتعامل بعض الدول المتقدمة مع هذا الموضوع باستعمال مايسمى بآلات التحكم بالانارة بشكل تلقائي (Photoelectric Light Meter) تتحكم بكمية الطاقة الكهربائية المغذية لهذه المصابيح زيادةً ونقصاناً بما يجعل مستوى الاستتارة داخل الفضاءات مقارباً لتوصيات منظمات الانارة العالمية [12]، ويمكن الاعتماد على المدونة العراقية للانارة الداخلية في تصميم آلات التحكم بالانارة بشكل تلقائي.



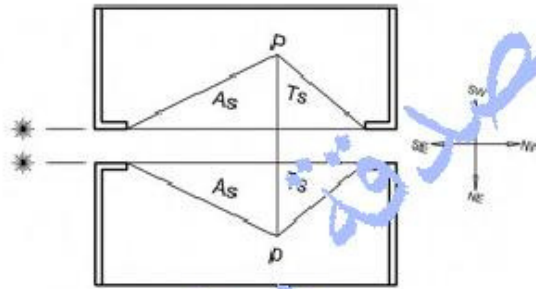
الشكل 6-9/3: المنقلة المعتمدة في حل المثال وهي ذات زاوية ارتفاع الشمس 65 درجة

الحل:

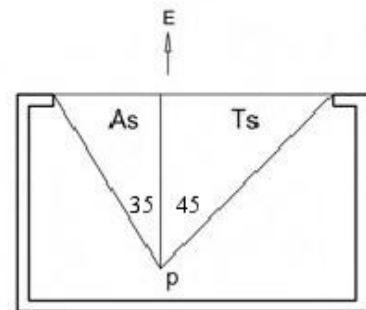
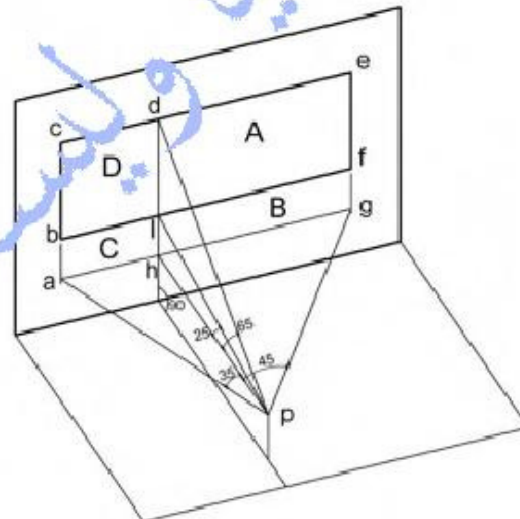
- 1- تحسب الزاوية (dph) ولتكن (° 65) والزاوية (Iph) ولتكن (° 25)، لاحظ الشكل (6-8/3).
- 2- تحسب الزاوية (hpg) ولتكن (° 45) والزاوية (hpa) ولتكن (° 35).
- 3- من المخطط الأفقي للغرفة واتجاه الجدار يحدد (As) و (Ts).
- 4- تثبت قيمة الزاوية (hpa) من الجهة اليمنى من المنقلة الممثلة إلى (Ts)، وعلى الخط (B) وهي (° 45)، لاحظ الشكل (6-9/3).
- 5- تثبت قيمة الزاوية (dph) على المنحنيات يمين المنقلة وهي (° 65).
- 6- نقرأ قيمة (SC) على الخط (E) ونساوي (4.9%).
- 7- تثبت قيمة الزاوية (hpg) في الجهة اليسرى من المنقلة الممثلة إلى (As) وعلى الخط (Bb) ونساوي (° 35).
- 8- نستخدم (dph) بقيمة (° 65) ونقرأ قيمة (SC) على الخط (E) ونساوي (2.4%).
- 9- تجمع القيمتان (7.3% = 4.9% + 2.4%).
- 10- يطرح من هذه القيمة قيمة الجدار تحت الشباك (C + B) وذلك بالأسلوب نفسه مع اعتبار أن زاوية ارتفاع الجزء (C) و (B) تساوي (° 25).
- 11- من المنقلة فإن قيمة (SC) القادمة من الجزء (C) تساوي (2.2%)، ومن الجزء (B) تساوي (1.2%)، إذاً (B + C = 3.4%).
- 12- تطرح قيمة الجزء (B + C) من القيمة الأصلية التي كانت (7.3%)



الشكل 6-3/5: المعلومات الواردة في المنقولات المعتمدة لهذه المدونة



الشكل 6-3/6: المخطط الأفقي بحسب الاتجاه الجغرافي وموقع الشمس (المماس)



الشكل 6-3/8: المخطط العمودي مبيناً موقع الشباك وموقع النقطة المطلوبة

الشكل 6-3/7: المخطط الأفقي للغرفة مبيناً موقع الشباك

ولاستعمال المنقّلات لأبد من التعرف على محتوياتها.

1/1/3-6 محتويات منقّلات الانارة

يوضح الشكل (5/3-6) اهم المعلومات والتأثيرات الواردة في المنقّلات ليتسنى بعد ذلك توضيح اسلوب استعمالها في الفقرات اللاحقة.

(A): وتمثل تقسيمات منقّلة هندسية في تحديد علاقة النقطة المطلوب حساب مركبة السماء عليها من الشباك المعروف ارتفاعه وعرضه بالزاوية من النقطة المطلوبة.

(B): خطوط نصف دائرية متحدة المركز تمثل قيم زوايا موقع النقطة من الحافة الافقية للشباك في الجزء المقابل لموقع الشمس (T_s). انظر الشكل (6/3-6)، وللزوايا من ($0^\circ - 85^\circ$).

(B_b): خطوط نصف دائرية متحدة المركز تمثل قيم زوايا موقع النقطة من الحافة الافقية للشباك لواقعة في الجزء المعاكس لموقع الشمس (A_s). انظر الشكل (6/3-6)، وللزوايا من ($0^\circ - 85^\circ$).

(C): تمثل قيمة مركبة السماء ($SC\%$) للزوايا العمودية من ($0^\circ - 85^\circ$) الممثلة للشباك للجزء المقابل لموقع الشمس (T_s).

(Cb): تمثل قيم مركبة السماء للزوايا العمودية ($0^\circ - 85^\circ$) الممثلة للشباك للجزء المعاكس لموقع الشمس (A_s).

(E): مسطرة قيم مركبة السماء ($SC\%$).

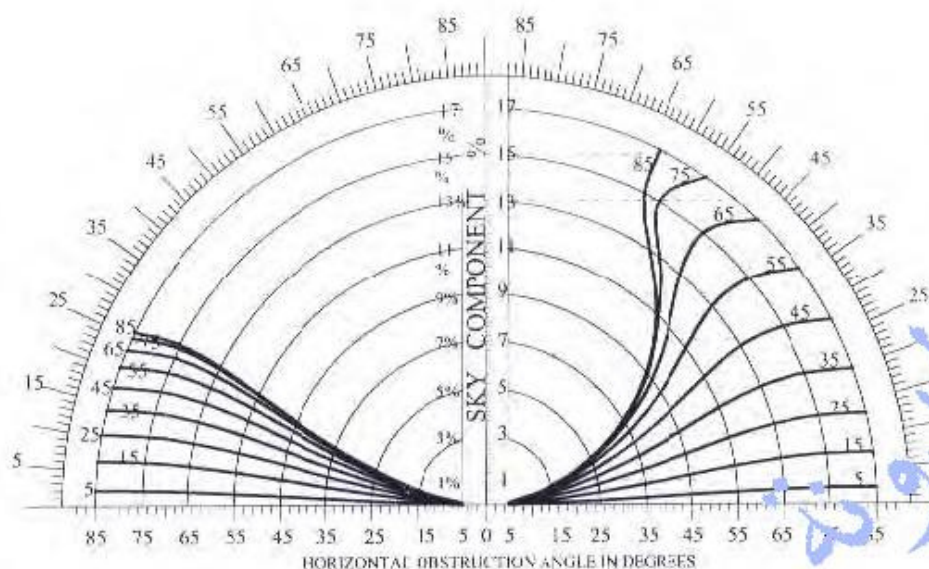
2/1/3-6 استعمال منقّلات الانارة

استناداً الى تحليل مناخ العراق الذي بموجبه تمّ تحديد القيمة التصميمية للإستارة الخارجية للقبة السماوية، بحسب قيمة زاوية ارتفاع الشمس المعتمدة في كل الاتجاهات الستة عشر الرئيسية يتم اختيار المنقّلة المناسبة لذلك الاتجاه.

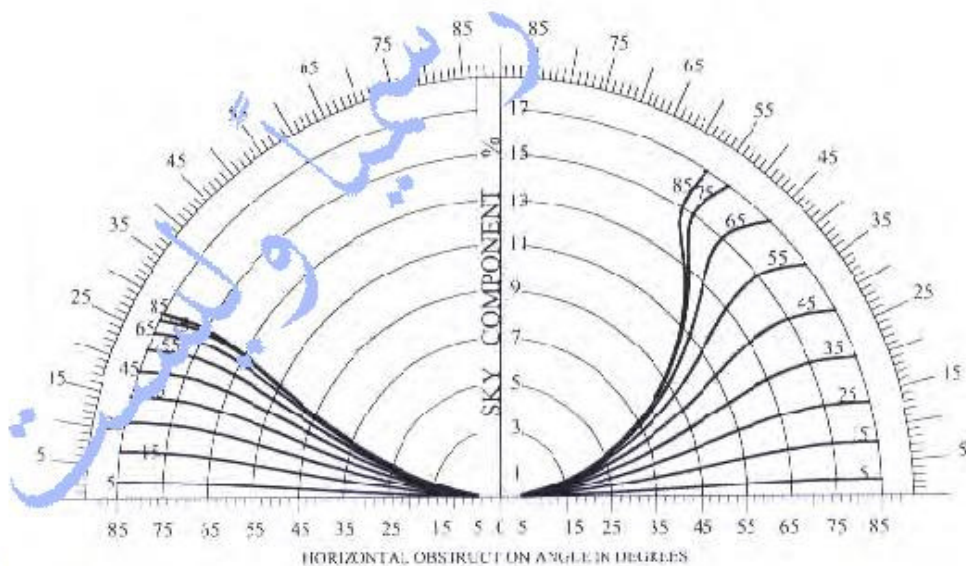
ولبيان كيفية استعمال هذه المنقّلات نأخذ المثال التوضيحي:

مثال: شباك باتجاه الشرق واقع في غرفة موضحة كما في الشكل (7/3-6) الذي يدل المخطط الافقي للغرفة، والشكل (8/3-6) الذي يمثل المخطط العمودي المثبت فيه موقع الشباك وموقع النقطة المطلوب معرفة مركبة السماء عليها (P).

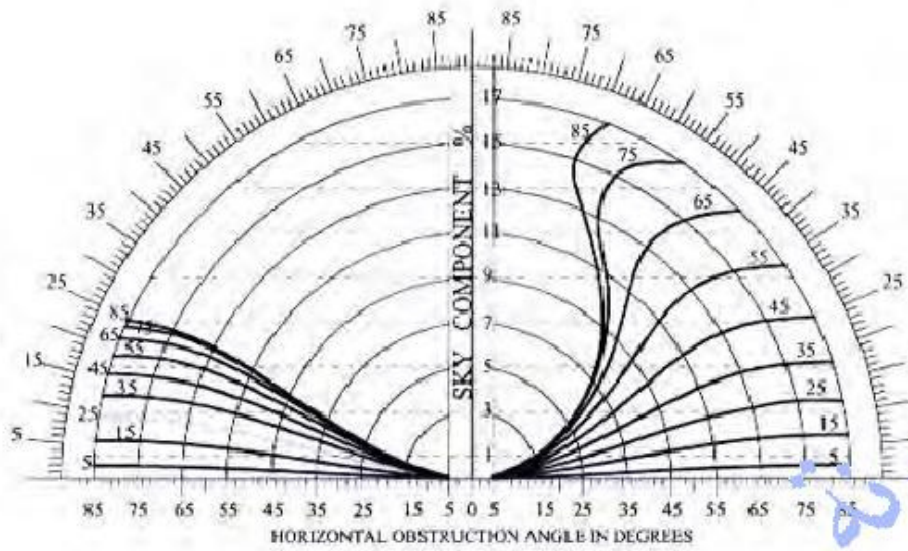
المطلوب: إيجاد قيمة مركبة السماء في النقطة (P) معبراً عنها باللوكنس.



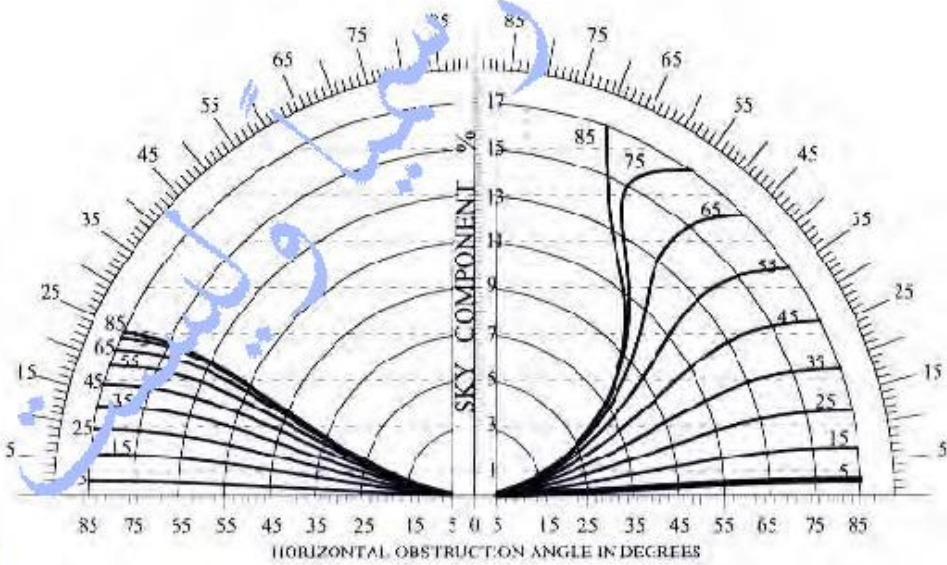
الشكل 6-3/3: حساب الانارة الطبيعية من مركبة السماء (SC) للشبابيك متعامدة الاضلاع (زوية ارتفاع الشمس 55 درجة)



الشكل 6-4/3: حساب الانارة الطبيعية من مركبة السماء (SC) للشبابيك متعامدة الاضلاع (زوية ارتفاع الشمس 65 درجة)



الشكل 6-3/1: حساب الانارة الطبيعية من مركبة السماء (SC) للشبابيك متعامدة الاضلاع (زاوية ارتفاع الشمس 35 درجة)



الشكل 6-3/2: حساب الانارة الطبيعية من مركبة السماء (SC) للشبابيك متعامدة الاضلاع (زاوية ارتفاع الشمس 45 درجة)

وسيعتبر في هذه المدونة ان القياسات او المحددات المطلوب تحقيقها تعتمد على قيم مركبة السماء (SC) المتحققة في التصميم لوحدها، وان أي زيادة تأتي من الانارة الخارجية المنعكسة أو من الانارة الداخلية المنعكسة (المتأثرة بطبيعة التصميم الداخلي والالوان الداخلية) ستحسن مستوى الانارة داخل الفضاء.

وللحصول على قيم الاضاءة الداخلية (باللوكس) تضرب قيم مركبة السماء (SC) بالقيمة التصميمية للسماء في ذلك الاتجاه (من الجدول 6-13/2 السابق).

6-3 خطوات استخراج قيمة مركبة السماء (SC)

يتم عمل منقلا خاصة لإعطاء قيمة مركبة السماء (SC) لارتفاع زاويا الشمس قدرها 35° و 45° و 55° و 65° ، والتي تمثل زوايا ارتفاع الشمس للقيم التصميمية المعتمدة في حساب الانارة الطبيعية بحسب اتجاه الشباك، والمثبتة في الجدول (6-13/2) السابق [11].

وهي أربع منقلات تمثل كل منفعة سوك الاضاءة لمركبة السماء (SC) على ما لانهاية له من النقاط داخل الفضاء من أي شباك من الشبائيك متعامدة الاصلاخ في حالة كون اتجاه الشمس (الاشعاع الشمسي) موازياً لفتحة الشباك من الخارج، وهذه المنقلات هي:

المنقلة المرقمة (1) تمثل زاوية ارتفاع الشمس 35° درجة، في الشكل (6-1/3). وهي خاصة بالشبائيك الواقعة على الواجهتين (الشمالية 0°) و (الجنوبية 180°).

المنقلة المرقمة (2) تمثل زاوية ارتفاع الشمس 45° درجة، في الشكل (6-2/3). وهي خاصة بالشبائيك الواقعة على الواجهات (شمال الشمال الشرقي 22.5°) و (جنوب الجنوب الشرقي 157.5°) و (جنوب الجنوب الغربي 202.5°) و (شمال الشمال لغربي 337.5°).

المنقلة المرقمة (3) تمثل زاوية ارتفاع الشمس 55° درجة، في الشكل (6-3/3). وهي خاصة بالشبائيك الواقعة على الواجهات (شمال الشرق 45°) و (جنوب لشرق 315°) و (جنوب الغرب 225°) و (شمال الغرب 315°).

المنقلة المرقمة (4) تمثل زاوية ارتفاع الشمس 65° درجة، في الشكل (6-4/3). وهي خاصة بالشبائيك الواقعة على الواجهات (شرق الشمال الشرقي 67.5°) و (شرق الجنوب الشرقي 112.5°) و (غرب الجنوب الغربي 247.5°) و (غرب الشمال لغربي 292.5°)، وكذلك الواجهتين (الشرقية 90°) و (الغربية 270°).

السماء بحسب التوجيه الجغرافي للفتحات والشبابيك، إستناداً الى البحث المجري حول مثالية الشبابيك لمسكن مدينة بغداد [7] مع اعتبار مدينة بغداد تمثل معدلاً وسطاً لمناطق شمال العراق وجنوبه ووسطه²، وهي كما في الجدول (6-13/2) التالي.

الجدول 6-13/2 : القيم التصميمية لسماء العراق

الحالة	التوجيه	القيمة التصميمية لزواوية ارتفاع الشمس (درجة)	القيمة التصميمية للإستضاءة السماوية (لوكن)
1	180 – 0	35	12838
2	157.5 – 22.5 202.5 – 337.5	45	14133
3	135 – 45 315 – 225	55	14514
4	112.5 – 67.5 292.5 – 247.5	65	15128
5	270 – 90	65	15294

3-6 التنبؤ بمستويات الانارة الطبيعية للفضاءات الداخلية

ان مستويات الانارة الطبيعية داخل الفضاءات تأتي من ثلاث مركبات هي [10]:

- مركبة السماء Sky Component (SC).
- مركبة الانعكاس الخارجي External Component (EC).
- مركبة الانعكاسات الداخلية Internal Component (IC).

ومن الناحية العملية بالامكان اعتبار ان مركبة الانارة الكلية مكون من :

$$\text{Total Component} = \text{SC} + \text{EC} + \text{IC} \quad \dots\dots\dots (1/3-6)$$

ولأغراض هذه المدونة سيتم حساب قيم مركبة السماء (SC) الواصلة الى نقطة داخل فضاء، وتعتبر قيم هذه المركبة كأساس لتقييم الانارة الداخلة من الشبابك الى الفضاء، تكون مركبة الانعكاس الخارجية (EC) بحسب المجاورات ووجود مانعات الشمس وبحسب حقل الرؤية من اشجار ومشاهد متحركة، ويوضح الملحق (ب) تأثير تصميم مانعات الشمس في مستويات الاضاءة داخل الفضاءات. كما ان مركبة الانعكاسات الداخلية (IC) تتغير بحسب نوعية الانتهاءات واسلوب النأثيث وعدد الاشخاص المتحركين داخل الفضاء.

² تمثل قيم الاستضاءة في مدينة بغداد للمقارنة مع وسط وجنوب العراق كمعدل قيم الاستضاءة لعموم العراق.

وبذلك تكون أعلى قيم للإضاءة الطبيعية في ثلاث مناطق في العراق صيفاً (22 حزيران) وشتاءً (21 كانون الاول) كما موضحة في الجدولين (6-11/2) و (6-12/2) التاليين:

الجدول 6-11/2: أعلى مستويات للإضاءة الشمسية المباشرة العمودية تصل الى مناطق العراق المختلفة

المنطقة	أعلى مستوى للإضاءة الشمسية صيفاً وشتاءً (لوكس)	
	22 حزيران	21 كانون الاول
موصل	106274	87687
بغداد	106549	90137
بصرة	106694	92996

الجدول 6-12/2: أعلى مستويات للإستضاءة السماوية تصل الى مناطق العراق المختلفة

المنطقة	أعلى مستوى للإستضاءة السماوية صيفاً وشتاءً (لوكس)	
	22 حزيران	21 كانون الاول
موصل	16400	12223
بغداد	16493	12690
بصرة	16542	13124

يتبين من الجدولين ان الفروق بين مدينة بغداد في وسط العراق وبين منطقة الشمال والجنوبية من العراق (الموصل والبصرة) لا تتجاوز (4%). وهذه تعتبر نسبة قليلة في تغير مستويات الاضاءة، حيث يمكن لاغراض التصميم المعمارية تجاهل هذه الفروق واعتبار أن مستويات الاضاءة السماوية في مدينة بلاد يمكن ان تنطبق على عموم مدن العراق. وهذا ما سيتم اعتماده عند تحديد القيم التصميمية لسماء العراق.

8-2-6 القيم التصميمية لسماء العراق

بالنسبة الى السمااء الصافية المشمسة فانه لا يمكن وضع قيم تصميمية واحدة للإستضاءة السمااء كما في الدول الغائمة كلياً (هذه القيم التي تعتمد في تقدير كمية الانارة الداخلة من الفتحات والشبابيك الى الفضاءات والغرف) لإختلاف الاستضاءة السماوية بحسب اتجاه البناء. في حين تكون استضاءة السمااء الساقطة على المباني متساوية في كل الاتجاهات في السمااء الغائمة كلياً. لذا سيتم افتراض خمس قيم تصميمية لاستضاءة

الجدول 6-10/2: شدة الاستقطاب على السطح العمودية لمدينة البصرة
شدة الاستقطاب المتوسطة على السطح العمودية لمختلف الاتجاهات (الوكس)

شركة الإنشاءات السعودية على الطرق الممرية لمختلف الخدمات (الوكس)																	زاوية الاتجاه	زاوية الارتفاع	المساحة	التاريخ
اتجاه الجدار (الوكس)																	(Az)	(Al)		
337.5	315	292.5	270 (غرب)	247.5	225	202.5 (شمال)	157.5	135	112.5	90 (شمال)	67.5	45	22.5	0 (شمال)	76	23	7			
148	106	79	65	64	75	98	137	190	255	322	369	374	336	272	205	82	36	8		
236	170	129	111	114	138	186	260	358	475	586	651	640	557	440	327	89	48	9		
314	229	179	162	176	223	305	425	582	756	906	970	916	771	596	437	89	48	9		
377	279	228	220	255	334	463	644	868	1091	1271	1302	1177	958	725	525	97	61	10		
380	299	274	302	385	528	736	1004	1300	1547	1643	1539	1287	991	725	520	113	74	11		
343	436	598	833	1138	1476	1760	1875	1760	1476	1138	833	598	436	343	312	180	83	12		
664	915	1208	1482	1635	1591	1375	1082	802	577	417	325	276	287	353	476	241	76	13		
695	926	1162	1294	1284	1129	900	672	484	349	263	223	225	270	361	503	260	64	14		
589	764	911	970	911	764	589	431	309	226	177	162	177	226	309	431	270	51	15		
435	552	637	653	590	480	363	263	189	140	114	110	128	268	323	323	277	38	16		
269	333	374	370	324	258	192	139	100	75	64	65	78	105	146	202	283	25	17		
29	24	25	30	40	56	78	103	128	143	141	123	98	73	52	38	126	11	8		
55	50	55	71	97	136	185	239	284	301	281	234	180	132	94	69	136	20	9		
81	83	100	133	186	257	342	424	475	470	412	328	245	176	127	96	148	28	10		
99	113	147	204	283	383	488	568	587	525	428	332	241	173	128	104	163	34	11		
120	153	209	292	399	517	617	657	617	517	399	292	209	153	120	109	180	37	12		
126	171	238	328	433	531	586	570	493	388	287	207	149	114	99	103	196	34	13		
125	174	241	324	409	469	476	427	345	260	188	135	101	83	81	95	211	29	14		
94	132	180	234	281	301	284	239	185	136	97	71	55	50	55	69	224	21	15		
52	73	98	123	141	143	128	103	78	56	40	30	25	24	29	38	234	21	16		
																		</		

الجدول 6-9: شدة الإنستضاءة المساوية على السطوح العمودية لمدينة الموصل

شدة الإنستضاءة المساوية على السطوح العمودية لمختلف الاتجاهات (لكس)													زاوية الشمس (Az)	زاوية الشمس (Alt)	الارتفاع (Alt)	التاريخ
التجاه الجدار (درجة)													22.5°	22.5°	22.5°	22.5°
30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°				
152	109	82	68	68	107	148	205	275	344	391	392	348	280	210	78	7
222	161	124	110	117	145	197	275	378	496	602	655	629	419	309	86	8
280	206	167	158	180	225	324	461	611	780	909	942	861	706	537	95	9
310	239	210	222	276	375	523	719	944	1148	1253	1206	1032	807	596	108	10
292	256	270	334	453	632	870	1148	1394	1525	1473	1263	989	731	525	130	11
311	395	542	756	1032	1339	1597	1701	1587	1339	1032	756	542	395	311	180	12
474	661	905	1180	1420	1630	1452	1228	953	700	502	365	284	255	276	223	13
571	777	1003	1189	1256	1170	974	748	546	392	287	227	209	233	298	249	14
516	684	843	937	920	801	634	471	339	245	185	159	164	199	268	262	15
409	527	623	656	610	507	388	283	203	149	113	110	122	157	216	272	16
273	343	390	393	350	281	211	153	110	82	68	68	80	106	147	204	17

شدة الإنستضاءة المساوية على السطوح العمودية لمختلف الاتجاهات (لكس)													زاوية الشمس (Az)	زاوية الشمس (Alt)	الارتفاع (Alt)	التاريخ	
التجاه الجدار (درجة)													22.5°	22.5°	22.5°	22.5°	
30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°					
17	14	15	18	24	33	46	61	75	83	82	71	56	42	30	22	127	7
44	41	46	59	81	112	153	197	233	245	228	189	142	106	76	56	137	9
60	62	76	102	143	197	260	321	356	348	302	239	177	135	92	70	150	10
77	89	116	161	214	303	384	445	457	414	338	256	186	133	99	80	164	11
96	122	167	232	317	412	491	523	491	412	317	232	167	122	95	87	180	12
99	133	186	256	338	414	457	445	384	303	224	161	116	89	71	80	196	13
92	128	177	239	302	348	356	321	260	197	143	102	76	62	60	70	210	14
75	104	143	187	227	245	234	199	155	114	82	59	46	41	44	55	222	15
30	42	56	71	82	83	75	61	46	33	24	18	15	14	17	22	223	16

الجدول 6-8/2: شدة الاستضاءة السماوية على السطح العمودية لمدينة بغداد

شدة الاستضاءة السماوية على السطح العمودية لمختلف الاتجاهات (الوكس)

التاريخ	المساحة	زاوية الارتفاع الشمس (Alt)	زاوية الاتجاه الشمس (Az)	الشدة الجدار (وكس)															
				0 (شمال)	5.22	45	67.5	90 (مشرق)	112.5	135	157.5	180 (مشرق)	202.5	225	247.5	270 (مغرب)	292.5	315	337.5
22 كانون الأول	7	25	77	208	277	344	385	381	334	266	198	143	103	78	66	67	81	108	151
	8	37	84	318	430	547	634	653	594	485	357	267	191	142	115	110	127	165	229
	9	50	92	416	569	742	891	958	908	767	595	437	313	228	178	160	173	218	298
	10	62	102	477	662	886	1110	1260	1266	1127	904	678	490	352	264	220	218	259	343
	11	74	122	446	621	856	1143	1418	1574	1589	1380	1098	819	590	425	321	273	277	333
	12	80	180	300	574	419	574	800	1411	1691	1691	1801	1691	1417	1093	800	574	419	329
	13	74	238	446	333	277	273	321	425	590	819	1098	1380	1574	1589	1418	1143	859	621
	14	62	258	477	446	298	218	220	264	352	490	678	904	1127	1266	1360	1110	886	662
	15	50	268	416	298	218	173	160	178	228	313	437	595	767	908	985	891	742	569
	16	37	276	318	229	162	102	110	115	142	191	267	368	485	594	653	634	547	430
	17	25	283	208	151	103	81	67	66	78	103	143	198	266	334	361	385	344	277
21 كانون الأول	8	10	126	37	45	62	83	105	120	122	109	88	67	48	35	26	21	21	27
	9	19	137	65	89	123	168	120	164	284	269	227	176	129	93	67	53	47	51
	10	27	149	86	113	156	217	291	368	422	429	385	311	235	170	122	91	75	73
	11	32	164	94	116	157	219	301	397	487	537	450	311	235	170	122	91	75	73
	12	34	180	96	106	134	184	257	351	455	543	450	311	235	170	122	91	75	73
	13	42	196	94	94	116	157	219	301	450	537	450	311	235	170	122	91	75	73
	14	51	211	85	73	75	91	122	170	235	311	385	419	422	264	220	217	156	113
	15	65	223	65	51	47	53	67	93	129	176	227	269	284	264	220	168	123	88
	16	79	234	32	24	21	21	26	35	48	67	88	109	122	120	105	83	62	45
	17	93	234	32	24	21	21	26	35	48	67	88	109	122	120	105	83	62	45

الجدول 6-2/6: قيم استضاءة السماء على السطح الأفقي لمدينة بغداد

التاريخ	للساعة	زوية ارتفاع الشمس (AI) درجة	شدة الانارة لسمائية (لوكس)
22 تشرين الاول	7	25	11097
	8	37	13122
	9	50	14620
	10	62	15666
	11	74	16287
	12	80	16493
	13	74	16287
	14	62	15666
	15	50	14620
	16	37	13122
	17	25	11097
21 كانون الاول	8	10	7448
	9	19	9964
	10	27	11490
	11	32	12343
	12	34	12620
	13	32	12343
	14	27	11490
	15	19	9964
	16	10	7448

7/2-6 شدة الاضاءة على السطوح العمودية

تم باعتماد المعادلة (6-5/2) حساب قيم الاضاءة الشمسية المباشرة على واجهات المبنى العمودية ولست عشر اتجاهها للبناء، وكما موضحة قيمها في الجدول (6-7/2).

الجدول 5/2-6: قيم الاضاءة الشمسية على السطوح الافقية لمدينة بغداد

التاريخ	الساعة	زاوية ارتفاع الشمس (AI) درجة	شدة الاضاءة الشمسية على سطح الافقي (لوكس)
21 كانون الأول	7	25	33107
	8	37	55936
	9	50	76117
	10	62	91787
	11	74	101692
	12	80	105078
	13	74	101692
	14	62	91787
	15	50	76117
	16	37	55936
	17	25	33107
21 كانون الأول	8	10	6322
	9	19	22687
	10	27	37117
	11	32	46537
	12	34	49789
	13	32	46537
	14	27	37117
	15	19	22687
	16	10	6322

في حين تم اعتماد معادلة الاستتارة الطبيعية للسماء الصافية (6-4/2) التي ذكرت سابقاً في حساب مستويات الاستتارة السماوية على السطوح الافقية لمدينة بغداد كما موضحة في الجدول (6-6/2) علماً ان هذه القيم هي للاضاءة السماوية غير المعاقة مستثنى منها الإضاءة المباشرة لقرص الشمس.

الجدول 6-4/2: اختلاف قيم اضاءة الشمس العمودية المباشرة بتغير زاوية ارتفاعها لمدينة البصرة

للتاريخ	لساعة	زاوية ارتفاع الشمس (AI) درجة	كتلة الهواء (متر)	شدة الاضاءة شمسية المباشرة (لوكس)
22 حزيران	7	24	2.46	78668
	8	37	1.66	93000
	9	50	1.31	100224
	10	63	1.12	104152
	11	75	1.04	106074
	12	83	1.01	106694
	13	75	1.04	106074
	14	63	1.12	104152
	15	50	1.31	100224
	16	37	1.66	93000
	17	24	2.46	78668
21 كانون الاول	8	11	5.24	43857
	9	20	2.92	71343
	10	29	2.06	85485
	11	34	1.79	90556
	12	37	1.66	92996
	13	34	1.79	90556
	14	29	2.06	85485
	15	20	2.92	71343
	16	11	5.24	43857

6-2/6 شدة الاضاءة على السطوح الافقية

باعتقاد المعادلة (6-4/2) أمكن تقدير مستويات الاضاءة الشمسية المباشرة على السطوح الافقية، والموضحة قيمها في الجدول (6-5/2) التالي:

الجدول 6-3/2: اختلاف قيم اضاءة الشمس العمودية المباشرة بتغير زاوية ارتفاعها لمدينة الموصل

التاريخ	الساعة	زاوية ارتفاع الشمس (AI) درجة	كثافة الهواء (منز)	شدة الاضاءة لشمسية المباشرة (لوكس)
22 حزيران	7	25	2.37	80209
	8	37	1.66	93000
	9	49	1.33	99812
	10	61	1.14	103693
	11	71	1.06	105577
	12	77	1.03	106274
	13	71	1.06	105577
	14	61	1.14	103693
	15	49	1.33	99812
	16	37	1.66	93000
	17	25	2.37	80209
21 كانون الاول	8	7	8.21	23532
	9	17	3.42	64280
	10	23	2.56	77019
	11	28	2.13	84284
	12	31	1.94	87687
	13	28	2.13	84284
	14	23	2.56	77019
	15	17	3.42	64280
	16	7	8.21	23532

الجدول 6-2/2: اختلاف قيم اضاءة الشمس العمودية المباشرة بتغير زاوية ارتفاعها لمدينة بغداد

لتاريخ	لساعة	زاوية ارتفاع الشمس (AI) درجة	كتلة الهواء (m)	شدة الاضاءة شمسية المباشرة (لوكس)
22 حزيران	7	25	2.40	79 579
	8	37	1.66	92 986
	9	50	1.31	100 037
	10	62	1.13	103 933
	11	74	1.04	105 931
	12	80	1.01	106 549
	13	74	1.04	105 931
	14	62	1.13	103 933
	15	50	1.31	100 037
	16	37	1.66	92 986
	17	25	2.40	79 579
21 كانون الاول	8	10	5.96	37 694
	9	19	3.06	69 367
	10	27	2.23	82 609
	11	32	1.90	88 446
	12	34	1.81	90 137
	13	32	1.90	88 446
	14	27	2.23	82 609
	15	19	3.06	69 367
	16	10	5.96	37 694

يتم استخراج قيم الانارة المنعكسة عن السطوح الخارجية اعتماداً على المعادلة التالية[3]:

$$(9/2-6) \dots\dots\dots \frac{\text{مجموع الانارة المنعكسة (الشمسية والسموية)}}{\text{الانارة لساقطة على السطوح الخارجية (الشمسية والسموية)}} = \text{الزاوية المجسمة} * \text{انعكاسية الواجهات} * \pi$$

حيث ان:

الزاوية المجسمة (ω): وهي التي تم توضيحها في البند (5-1/3) من الباب الخامس.
انعكاسية الواجهات (%): وهو معدل انعكاس المواد المستعملة في الواجهة المقابلة للشباك، وتؤخذ قيمته من الجدول 4-1/2.

الانارة الشمسية الساقطة على السطوح الخارجية: موضحة قيمها في الجدول (5/2-6).
الانارة السماوية الساقطة على السطوح الخارجية: موضحة قيمها في الجدول (6/2-6).

5/2-6 شدة الاضاءة لسطوح المتعامدة على الاشعة الشمسية المباشرة

تم اعتماد المعادلة (1/2-6) لحساب قيم الاضاءة الشمسية المباشرة على السطوح المتعامدة على الاشعاع لمدن بغداد والموصل والبصرة، والموضحة قيمها في الجداول (2/2-6) و(3/2-6) و(4/2-6). حيث تم تطبيق هذه المعادلة على حركة الشمس ليومي 22 حزيران و 21 كانون الاول، اللذين يمثلان الفترة الحارة والفترة الباردة من السنة.

والجدول (6-1/2) يوضح القيم النسبية لإستضاءة السماء الغائمة كلياً عند ارتفاعات مختلفة فوق الأفق تم حسابها على وفق المعادلة (6-8/2) السابقة.

الجدول 6-1/2: القيم النسبية لاستضاءة السماء الغائمة كلياً [10]

الارتفاع فوق الأفق (درجة)	الإضاءة نسبة الى لسمت
0	0.33
5	0.39
10	0.45
15	0.50
20	0.56
30	0.67
40	0.76
50	0.84
60	0.91
70	0.96
80	0.99
90	1.00

4/2-6 الضوء المنعكس

يمكن لضوء الشمس غير لمباشر النافذ الى الفضاء الداخلي للمبنى بعد انعكاسه من الارض ومن المباني في الفضاء الخارجي ان يعتبر مصدراً رئيساً للإضاءة الطبيعية في المناطق المشمسة. ونظراً لكون مستوى الإضاءة الشمسية الساقطة على الارض في المناطق المشمسة يصل الى (90000-130000) لوكس، فانه حتى الاماكن الداكنة على الارض التي لها معامل انعكاس يتنرب من (10%) ستبلغ إضاءتها (10000) لوكس وهي قيمة تقترب من الانارة القادمة من السماء الزرقاء. بذلك يمكن اعتبار استضاءة الارض المنعكسة عن ضوء الشمس كمصدر مهم للإضاءة الداخلية في المناطق الصافية. كما تعتبر واجهات المباني المقابلة هي مصادر للإنارة الطبيعية أيضاً، وبالأخص عندما تكون زاوية ارتفاع الشمس قليلة، في حين تكون الانارة المنعكسة عن سطح الارض اكبر مايكون عندما تكون الشمس قرب السمت اي قرب مركز قبة السماء. يجب ان يؤخذ تصميم الإضاءة الشمسية المنعكسة بالإعتاء، لأن الواجهات الساطعة بضوء الشمس يمكن ان تكون هي أيضاً مصدراً للإبهار.

6-2/1 استضاءة السماء الصافية على المستوى الأفقي

هناك عدد من المعادلات لحساب كميات الاستضاءة لسماوية للسماء الصافية الزرقاء، وبحسب التجارب العملية التي أجريت في بغداد [7] وجد أن معادلة (كروخمان) هي أقرب المعادلات إلى تمثيل ظروف سماء مدينة بغداد. ويمكن توضيح معادلة (كروخمان) بالشكل التالي [8]:

$$E_{kh} = 1.1 + 15.5 * \sqrt{\sin(AI)} \quad (6/2-6) \dots\dots$$

وسيتبع اعتماد هذه المعادلة في حساب مستويات الاستضاءة الطبيعية السماوية على المستوى الأفقي لمدن العراق.

6-2/2 استضاءة "سمااء الصافية على المستوى العمودي:

يتم قياس مستوى الاستضاءة السماوية من المعادلة التالية [9]:

$$E_{kv} = [4.0 AL^{1.3} + 12. \sin^{0.3}(AL) \cos^{1.3}(AL)] \cdot [(2 + \cos(HSA)) / (1 - \cos(HSA))] \quad (7/2-6) \dots$$

حيث أن:

E_{kv} = شدة الاستضاءة السماوية على المستوى العمودي (باللوكس).

AI = زاوية ارتفاع الشمس.

HSA = زاوية الظل الأفقية.

6-2/3 استضاءة السماء الملبدة بالغيوم (عدد الايام الغائمة)

تكون الاستضاءة في الحلقات الأفقية لهذه السماء متساوية مع تغير الاتجاه الجغرافي، إلا أنها تتغير في شدة مستوياتها مع تغير الارتفاع حيث تكون أعلى شدتها في قمة السماء (السمت) وتناقص بشكل منتظم حتى الوصول إلى الأفق الذي تصل استضاءته إلى ثلث استضاءة السمت [10].

أن معدل استضاءة السماء عند وقت معين (B_{AI}) يرتبط مع زاوية ارتفاع الشمس (AI) وبحسب من

المعادلة التالية:

$$B_{AI} = B_z \left(\frac{1 + 2 \sin(AI)}{3} \right) \quad (8/2-6) \dots\dots$$

حيث أن:

B_z = استضاءة قمة (سمت) السماء.

c = ثابت فعالية نفاذية الغلاف الجوي (وهو للسماء الصافية الزرقاء = 0.21).

m = عامل نفاذية كتلة الهواء ويعتمد على زاوية ارتفاع الشمس (AL):

$$m = \frac{1}{\sin(AL)} \quad \dots\dots\dots (3/2-6)$$

$$3.1428 = \pi$$

الإضاءة الشمسية المباشرة على السطح الأفقي (E_{dh})

وتحسب من المعادلة [5]:

$$E_{dh} = E_{dn} \sin(AL) \quad \dots\dots\dots (4/2-6)$$

حيث AL :

AL = زاوية ارتفاع الشمس.

الإضاءة الشمسية المباشرة على واجهات المبنى العمودية (E_{dv})

وتحسب من المعادلة:

$$E_{dv} = E_{dn} \cos(AL) \cos(HSA) \quad \dots\dots\dots (5/2-6)$$

حيث AN :

HSA = زاوية الظل الأفقية (وهي الفرق بين زاوية اتجاه الشمس وزاوية اتجاه الجدار أو الشباك)، وتكون

قيمتها سالبة إذا كانت الشمس يسار الشباك وموجبة يمين الشباك وعلى العموم تؤخذ القيمة المطلقة للزاوية في المعادلة.

وبوضح الملحق (أ) مخططات الزوايا الساعية لارتفاع الشمس واتجاهها لمدينة بغداد خلال أشهر السنة

المختلفة علاوة على زوايا الظل الأفقية والعمودية لتوجيهات الشبيك المختلفة.

2/2-6 إستضاءة السماء الصافية

يعتبر سلوك توزيع الضوء في القبة السماوية في السماء الصافية الزرقاء معقداً يستماده على مؤثرات كتلة الهواء ونسبة العوالق القليلة، إذ ان اتجاهية الاضاءة ترسم مساراً لتجاهياً بالنسبة لمن هو على سطح الكرة الارضية بحيث ان مناطق القبة السماوية تكون اجزاؤها مختلفة في شدة استضاءتها بشكل كبير من نقطة الى اخرى بحسب زاوية ارتفاع الشمس وزاوية لحرافها عن الشمال. وتكون اقل استضاءة في القبة السماوية في المنطقة التي تصنع زاوية مقدارها (90) درجة بين الشمس وذلك الجزء من القبة السماوية لاحظ الشكل (3-2/3)، فمثلاً إذا كانت زاوية ارتفاع الشمس (45) درجة فان اقل استضاءة في القبة السماوية هي في زاوية (135) درجة في المستوي نفسه المار بالشمس [6].

الدول ذات السماء الغائمة كلياً ينطبق عليها هذا الكلام. فإذا قلّت المعوقات وأصبحت الغيوم قطعاً مجزأة في الفضاء كانت الانعكاسات عليها من الشمس ومن الأرض بشكلٍ لا يمكن التنبؤ به حسابياً لكنه قابلٌ للقياس. أما السماء المغيرة فإنها تعمل بشكلٍ أو بآخر متقاربةً مع السماء الغائمة كلياً مع زيادةٍ في إستضاءة القبة نتيجة كثرة الانعكاسات بين الجزيئات العالقة في الجو، أما إذا كانت كميتها كبيرة جداً فستسبب ظلمةً وإفارة قليلة جداً [2].

أما السماء الصافية ذات الغبار القليل فإن الأشعة الشمسية والاستضاءة السماوية فيها تسلك سلوكاً دقيقاً ومعقداً، ولم تكن حساباتها معروفة حتى سنة (1965م) حينما قدّم عالم الاضاءة (ريتارد كنلر) معادلته في مؤتمر في جلجيه (نيوكاسل) ، ولم تُقر المعادلة حتى سنة (1973م) من قبل منظمة الاضاءة العالمية (CIE) [3].

6-1/2 الاضاءة الشمسية

عند مرور الأشعة الشمسية في الفضاء المحيط بالكرة الأرضية (المكون من الهواء والعوالق) فإن الاشعاع الشمسي سيمر في مادة ذات كثافات مختلفة بحسب سمك الطبقة التي يمر فيها هذا الاشعاع، فنجد ان الاشعاع الشمسي عند الصباح حينما تشرق الشمس يكون ضعيفاً رغم ان الطاقة الشمسية لم تتغير قيمها في الفضاء الخارجي، ولو لعدم تأثير للغلاف الجوي لكانت الاضاءة الشمسية على السطوح العمودية المقابلة للشمس أكثر بكثير مما هي عليه بوجود سمك طبقة الغلاف الجوي. ويتأثر هذا السمك بحسب زاوية ارتفاع الشمس، وقد اجريت قياسات لتعيين تأثير كتلة الهواء المحيطة بالكرة الأرضية، والتي تتغير بحسب زاوية النقاط الاشعة الشمسية من قبل الناظر او السطوح المتعامدة مع اتجاه الاشعة الشمسية وارتفاع الشمس في الفضاء، وتوصلت الى المعادلة التالية [4]:

$$E_{dn} = E_{xt} \exp(-cm) \quad \text{..... (1/2-6)}$$

حيث ان:

E_{dn} = الاستتارة الشمسية المباشرة العمودية (العمودية على الاشعاع الشمسي) بالمركس.

E_{xt} = الاستتارة الشمسية الواصلة لموقع الأرض باللوكس، وتحسب من المعادلة [1].

$$E_{xt} = E_{sc} \left(1 + 0.034 \cos \left[\frac{\pi}{365} (j - 2) \right] \right) \quad \text{..... (2/2-6)}$$

حيث ان:

E_{sc} = ثابت الاستتارة لشمسي = 127500 lux

j = رقم اليوم من السنة ($1 \leq j \leq 365$)

\exp = قيمة أساس اللوغاريتم الطبيعي = 2.718282

الباب السادس

تصميم الإنارة الطبيعية في مدن العراق

1-6 تمهيد

تختلف كمية الإنارة الطبيعية خارج المبنى من منطقة الى أخرى نتيجة لموقع الشمس وحالة الجو السائد. وتقع مناطق لعراق ومدنه ضمن مناطق متقاربة نوعاً ما من الناحية المناخية، وعلى العموم تقسم مساحة العراق الى ثلاث مناطق جغرافية يمكن ان نتباين بعض الشيء في مستويات إضاءتها وحالات السماء، هي:

- المنطقة الجنوبية متمثلة بمدينة البصرة
- المنطقة الوسطى متمثلة بمدينة بغداد
- المنطقة الشمالية متمثلة بمدينة الموصل.

ويمكن في حالات أخرى اعتبار مدينة بغداد التي تقع في وسط العراق وقياسات الانارة الخاصة بها أنها تنطبق بشكل مقبول على بقية مدن العراق، حيث ان الاختلافات بين المناطق العراقية قليلة ليس لها تأثير واضح في القرارات التصميمية الخاصة بالانارة الطبيعية من الجوانب المعمارية [1].

وتعد القياسات الميدانية لكميات الانارة الطبيعية على فترات طويلة من أفضل الوسائل للحصول على معلومات الانارة الطبيعية، ولكن لتغيرها المستمر اليومي والسنوي وتأثرها باعتكاز الجو والغيوم متغيرة الكثافة يجعل الاعتماد على الحسابات الرياضية مقبولاً في تقدير الاستضاءة الخارجية والداخلية. لذا من المهم ان نتعرض الى حساب كميات الانارة الطبيعية الخارجية (خارج المبنى) والانارة الطبيعية الداخلة الى الفضاء ليتم للمصمم معرفة الكميات بدقة للحصول على كمية الاضاءة المطلوبة لتحقيق راحة بصرية. يتكامل ذلك مع ما بينته هذه المدونة في ابوابها السابقة من أساليب وعوامل تحقيق توزيع الانارة الطبيعية والتخلص من الابهار.

2-6 تعيين ظروف سماء التصميم

يتغير سلوك الضوء عند نفاذه من طبقات الجو الى فضاء الارض القريب من المباني بنسب إعتكاز الجو التي سببها بخار الماء ونسبة الغيوم والعوالق الترابية، حيث تسبب هذه (كعوائق تواجه سريان الاشعة) حصول انعكاسات فيها تسبب تجانساً إضافياً أحياناً نتيجة كثرتها. فالانعكاسات الكثيرة والانعكاسات بين هذه الذرات الغبارية أو العوالق قد تسبب منعاً شبه كامل إذا تحولت هذه العوالق الى غيوم كثيفة. فآنذاك تكون الانعكاسات بشكلها الكبير مؤدية الى تجانس إضافي (قليل الشدة لكنه يجعل الانارة على كل واجهات الابنية متسوية). يحدث ظلاً على هذه الابنية أو من الشواخص السائرة على الارض بالشكل المعروف به (كظل). وهذا نجد ان

مراجع الباب الخامس

- [1] 2007, المحددات الرئيسية لطرق ترشيح الطاقة بالمباني " <http://www.arab-eng.org/vb/t86198.html>
- [2] " *Footcandles and Lux for Architectural Lighting, An introduction to Illuminance* ", Bill Williams, Edition 2.1, 1999
<http://www.mts.net/~william5/library/illum.htm>
- [3] " *Room Illumination Level General Building Areas IES Standards* "
<http://teaching.alexeng.edu.eg/EE/elgamma1/EnergySystems/IESLuxLevel.pdf>
- [4] بدران، ابراهيم رأوف، أدبت، " دليل هندسة الأضاءة "، المركز القومي للإستشارات الهندسية والمعمارية، 1976 م.
- [5] " *A new daylight glare evaluation method* "
<http://www.thedaylightsite.com/filebank/Daylight%20Glare%20Index.pdf>
- [6] " *The University of Manchester: Fundamentals of Discomfort Glare* "
http://personalpages.manchester.ac.uk/staff/david.Carden/Discomfort_Glare.html
- [7] Hopkinson, R. G., " *Daylighting* ", Pitman Press, Great Britain, 1966.
- [8] " *The Apache Software Foundation: Methods for calculating illumination* "
<http://www.cs.cdu.edu.au/homepages/jmitroy/sph244/Lecture06.pdf>

- يتم استخراج قيمة عامل الموقع (P) بالاستعانة بالجدول (3/3-5):

قيمة عامل الموقع للقسم الايمن من الشباك ... $P=0.98 \Rightarrow (L/R=1.2/6=0.2), (V/R=1.2/6=0.2)$

قيمة عامل الموقع للقسم الايسر من الشباك ... $P=0.98 \Rightarrow (L/R=1.2/6=0.2), (V/R=1.2/6=0.2)$

- يتم حساب قيمة ثابت الابهار (G) من المعادلة (1/3-5) الآتية: $G = \frac{B_s^{1.6} * \omega^{0.8}}{B_b^{1.0}} * P$ او من المخطط

الديني في الشكل (1/3-5)

قيمة ثابت الابهار للقسم الايمن للشباك ... $G_1 = \frac{5000^{1.6} * 0.04^{0.8}}{300} * 0.98 \Rightarrow G = 206$

قيمة ثابت الابهار للقسم الايسر للشباك ... $G_2 = \frac{5000^{1.6} * 0.04^{0.8}}{300} * 0.98 \Rightarrow G = 206$

- يتم جمع قيم ثابت الابهار للقسمين الايمن والايسر للشباك بحسب المعادلة (2/3-5): $G = G_1 + G_2$

$$G = 206 + 206 = 412$$

- تحسب قيمة دالة الابهار (GI) من المعادلة (3/3-5) $GI = 10 \log_{10} G$

$$GI = 10 \log 412 = 26.15$$

وحيث ان قيمة دالة الابهار (GI) التي تم حسابها (26.15) هي اقل من الحدود العليا المسموحة لهذه الغرفة (27)، بذلك فان درجة الابهار تعتبر ضمن الحدود المقبولة في هذه الغرفة.

4/3-5 الارشادات لتقليل قيم دالة الابهار

بالرجوع الى المعادلة $G = \frac{B_s^{1.6} * \omega^{0.8}}{B_b^{1.0}} * P$ ، يمكن ملاحظة التالي:

أ- التقليل من قيمة مصدر الابهار (B_s) سيؤدي الى التقليل من الابهار

ب- تقليل مساحة الشباك (تقليل قيمة ω) سيؤدي الى التقليل من الابهار.

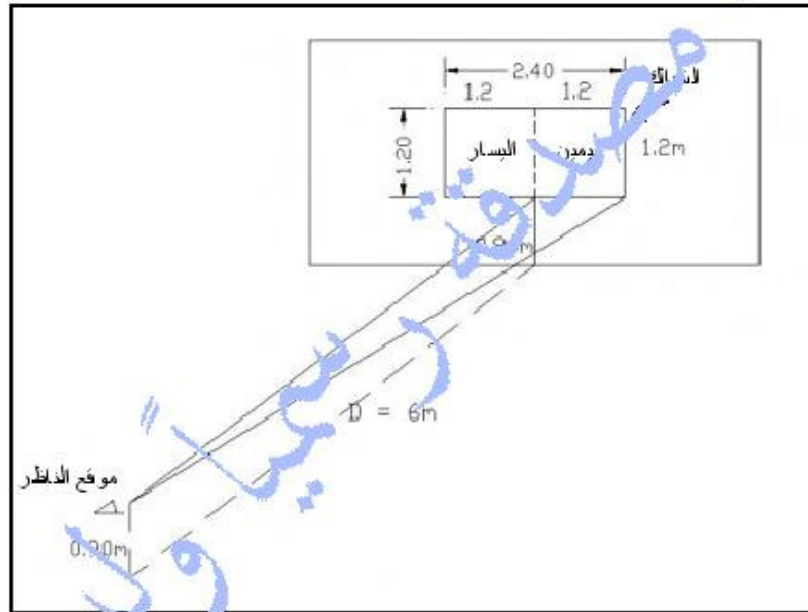
ت- حرف اتجاه الشباك عن اتجاه الناظر سيؤدي الى تقليل قيمة (P) أي تقليل الابهار.

ث- زيادة قيمة معدل إستضاءة السطوح الداخلية (B_b) سيقلل من الابهار.

وسيتم توضيح كيفية اجراء الحسابات الخاصة للحصول على قيم دالة الابهار من خلال المثال التالي:

مثال: غرفة أبعادها (6 * 9) متر وارتفاع (3) متر، تحوي على شباك بابعد (1,20متر ارتفاعاً و2,40متر عرضاً) يقع على الجدار الذي عرضه (6) متر وارتفاع (90) سم عن أرضية الغرفة. ماهي دالة الابهار المتوقعة على الجالس على بعد (6) متر من الشباك في الخط المقابل للشباك وعلى ارتفاع (90) سم عين الناظر، علماً بأن قيمة إستضاءة السماء (5000) لوكس واستضاءة السطوح المحيطة الداخلية (300) لوكس. وإذا كانت دالة الابهار المقبولة في هذه الغرفة (27) فهل تعتبر هذه الغرفة مريحة من حيث مستوى الابهار؟

الحل: يوضع الشكل (5-2/3) أبعاد الشباك وموقع الشخص الناظر.



الشكل 5-2/3: رسم توضيحي للأبعاد المذكورة في المثال

يقسم الشباك الى قسمين (قسم ايمن وقسم ايسر)، حيث يتم حساب قيمة ثابت الابهار لكل قسم، ثم تجمع القيمتان لغرض استخراج قيمة دالة الابهار النهائية. وهي كما موضحة في الخطوات التالية:

- للحصول على قيم الزاوية لصلدة (ω):

من المعادلة (5-4/3)، نحصل على:

$$\omega = A / D^2 = (1.2 * 1.2) / (6)^2 = 0.04 \quad \dots \quad \text{قيمة } (\omega) \text{ للقسم الايمن من الشباك}$$

$$\omega = A / D^2 = (1.2 * 1.2) / (6)^2 = 0.04 \quad \dots \quad \text{قيمة } (\omega) \text{ للقسم الايسر من الشباك}$$

إذا كان موقع الشباك مزاحاً عن اتجاه الناظر بزاوية أفقية قدرها (θ) وزاوية عمودية قدرها (ϕ) من مركز الشباك، يتم حساب قيمة الزاوية الصلدة على وفق الصيغة التالية:

$$\omega = \frac{A \cos \theta \cos \phi}{D^2} \dots\dots\dots (5/3-5)$$

3- يتم رسم خط بين التدرجين (1) و (2).

4- من تقاطع الخط السابق مع التدرج المرقم (3)، يرسم خط أفقي (من التدرج المرقم 3) الى التدرج (4) الذي يمثل استضاءة المحيط (B_b)، ليقابل امتداده التدرج المرقم (5)، الذي يعطي ثابت الالبهار لمصدر موضوع بارتفاع (10) درجات عمودية فوق اتجاه النظر.

5- لأي مصدر استضاءة آخر مزاح عن حالة التدرج (5)، يتم تحديد قيم "عامل الموقع" (P) من الجدول (3/3-5).

6- ثم يرسم خط بين ثابت الالبهار على التدرج (5) الى "عامل الموقع" (P) على التدرج (6).

7- يتم الحصول على قيمة ثابت الالبهار المصحح تبعاً لموقع المصدر الضوئي من تقاطع الخط السابق مع التدرج رقم (7).

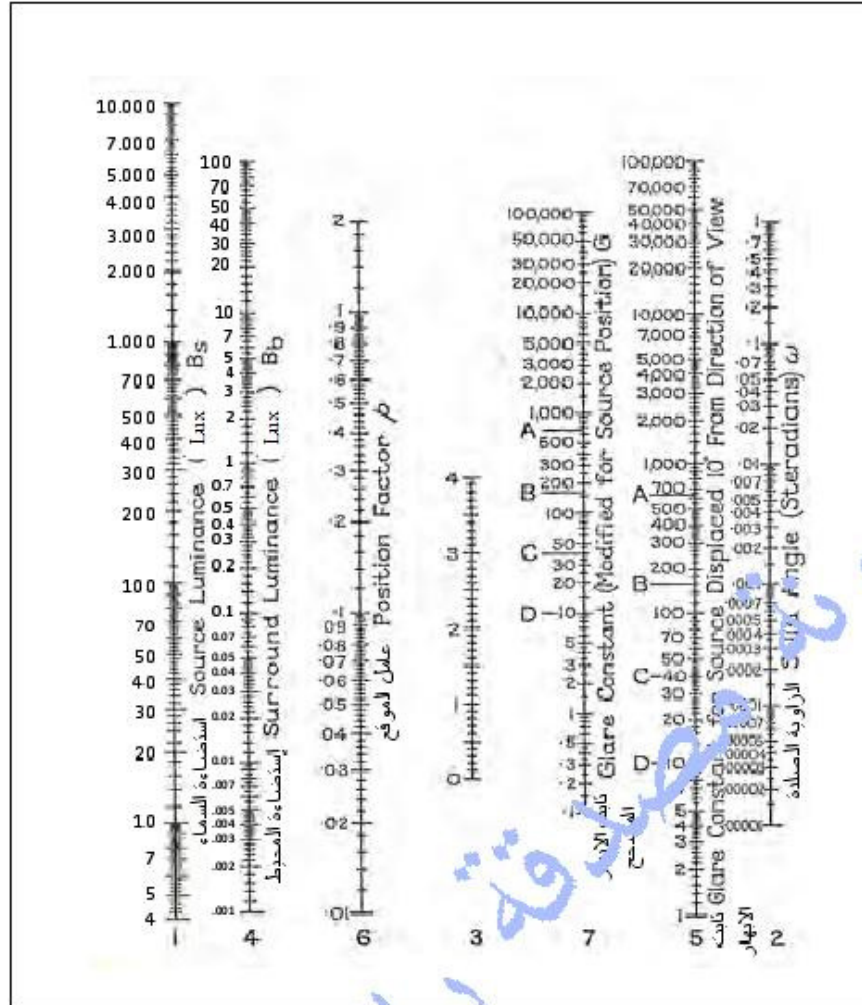
الجدول 3/3-5: قيم عامل الموقع (P) [يستعمل الجدول مع الشكل (5-1/3)] [7]

		Horizontal angle ($\phi = \tan^{-1} L/R$) الزاوية الأفقية																		
		0°	6°	11°	17°	22°	27°	31°	39°	42°	45°	50°	54°	58°	61°	63°	68°	72°		
Vertical displacement (V/R) الإزاحة العمودية	1-9	—	—	—	—	—	—	—	—	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	62°	
	1-8	—	—	—	—	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	61°	
	1-6	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	58°	
	1-4	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	0-03	0-03	54°	
	1-2	0-05	0-05	0-06	0-06	0-06	0-06	0-06	0-06	0-06	0-06	0-05	0-05	0-05	0-05	0-04	0-04	0-04	50°	
	1-0	0-08	0-09	0-09	0-10	0-10	0-10	0-10	0-09	0-09	0-09	0-08	0-08	0-07	0-06	0-06	0-06	0-05	0-05	45°
	0-9	0-11	0-11	0-12	0-13	0-13	0-12	0-12	0-12	0-12	0-11	0-10	0-09	0-08	0-07	0-07	0-06	0-06	0-05	42°
	0-8	0-14	0-15	0-16	0-17	0-16	0-15	0-15	0-14	0-13	0-12	0-11	0-09	0-08	0-08	0-07	0-06	0-06	39°	
	0-7	0-19	0-20	0-22	0-21	0-21	0-20	0-18	0-17	0-16	0-14	0-12	0-11	0-10	0-09	0-08	0-07	0-07	35°	
	0-6	0-25	0-27	0-30	0-29	0-28	0-26	0-24	0-22	0-21	0-19	0-18	0-15	0-13	0-11	0-10	0-09	0-09	31°	
	0-5	0-35	0-37	0-41	0-38	0-36	0-34	0-31	0-28	0-25	0-23	0-21	0-18	0-15	0-14	0-12	0-11	0-10	27°	
	0-4	0-48	0-53	0-59	0-51	0-49	0-44	0-39	0-35	0-31	0-28	0-25	0-21	0-18	0-16	0-14	0-13	0-11	22°	
	0-3	0-67	0-73	0-83	0-69	0-64	0-57	0-49	0-44	0-38	0-34	0-31	0-25	0-21	0-19	0-16	0-15	0-13	17°	
	0-2	0-95	1-02	1-16	0-98	0-88	0-80	0-72	0-63	0-57	0-49	0-42	0-37	0-30	0-25	0-22	0-19	0-17	11°	
	0-1	1-30	1-36	1-54	1-24	1-12	1-01	0-88	0-79	0-68	0-62	0-53	0-46	0-37	0-31	0-26	0-23	0-20	6°	
	0	1-87	1-73	1-56	1-36	1-20	1-06	0-93	0-80	0-72	0-64	0-57	0-46	0-38	0-33	0-28	0-25	0-20	0°	
		0	0-1	0-2	0-3	0-4	0-5	0-6	0-7	0-8	0-9	1-0	1-2	1-4	1-6	1-8	2-0	2-5	3-0	
		Lateral displacement (L/R) الإزاحة الجانبية																		

V = المسافة العمودية من خط للنظر الأفقي.

L = المسافة للجانبية من خط للنظر الأفقي.

R = المسافة الأفقية من عين الناظر



الشكل 5-1/3: المخططات البيانية (النوموترا) لحساب ثابت الابهار [7]

5-3/3 خطوات إستعمال مخططات ثابت الابهار (G)

- 1- يتم إيجاد قيم (B_s) على التدرج المرقم (1) وهو ما يمثل إستضاءة السماء كما تبدو خلال الشباك من نقطة الملاحظة، وعادة ما تمثل هذه القيمة معدل استضاءة السماء ضمن اتجاه الشباك، آخذين بالإعتبار معامل نفاذية نوع الزجاج المستعمل.
- 2- يتم تحديد قيمة الزاوية الصلدة ω (solid angle) المقابلة للمصدر الضوئي على السطح المرقم (2) ضمن المخططات. وذلك من خلال الصيغة المبسطة:

$$\omega = A / D^2 \dots\dots\dots (4/3-5)$$

حيث ان:

A : المساحة المزججة من الشباك (m^2).

D : المسافة بين النقطة داخل الفضاء وجدار الشباك (m).

الجدول 5-2/3: توصيات الـ (IES) للقيم المحددة لدالة الابهار [7]

محددات دالة الابهار GI	لموقع أو نوع لمبنى
	للمعامل:
28	عمل قاسي
25	تركيب لمحركات
22	تركيب دقيق
19	تجميع آلات
25	مبانٍ حقلية: مكان عمل الأشخاص
10	صناعة لمجوهرات
19	لمختبرات
16	متاحف
10	قاعات لعرض
	لمكاتب:
19	عامة
16	أماكن لرسم
	لمدارس:
16	لصفوف دراسية
10	غرف لخياطة
13	لردهات في المستشفيات

يمكن حساب دالة الابهار من المعادلات (5-1/3) و (5-2/3) - (5-3/3) المؤشرة سابقاً. من الواضح ان هذه المعادلات تتطلب وقتاً، لهذا السبب تم تحضير مخطط بياني (Nomogram) يساعد في اعطاء قيم ثابت الابهار ودالة الابهار.

5-2/3 المخططات البيانية لثابت الابهار (Nomogram)

أحدى الطرق لتحديد دالة الابهار هو استعمال مخططات ثابت الابهار [7] Glare Constant Nomogram، هذه المخططات موضحة في الشكل (5-1/3).

P : عامل الموقع (position factor)، وهو يعطي مؤشراً لعلاقة موقع الناظر نسبة إلى اتجاه الشباك، وتكون قيمة P كبيرة حينما يكون النظر عمودياً على الشباك. وقد تم تحديد قيم (P) من تجارب عملية أجريت لهذا الغرض، وهي موضحة في الجدول (5-3/3) [7]، الذي سيتم شرح استعماله لاحقاً.

يرتبط ثابت الابهار (G) الذي تم حسابه في المعادلة السابقة مع الاحساس الذاتي للابهار، وفيما يخص جانب الانارة الطبيعية فتأثير الابهار الناتج من عدد من الشبائيك يمكن ان ينتج تقريباً من مجموع مصادر الضوء القادم منها، وبالتالي:

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n \quad (2/3-5)$$

حيث ان:

G_1 و G_2 و G_3 : قيمة ثابت الابهار لكل شباك وفقاً للمعادلة (5-3/1) السابقة.

ان القيم الرقميه لثابت الابهار (G) الناتج من المعادلة يصعب استعمالها لكونها ذات قيم كبيرة ولا تتحسها العين كقيم خطية، وقد وجد تجريبياً ان العين تشعر بالفروق على المقياس شبه اللوغارتمي، لذا تم اقتراح مقياس لوغارتمي للقيم مضروباً بـ (10) والذي تطابق مع التجارب العملية وسمي بدالة الابهار (GI) Glare Index وكما موضح في المعادلة التالية:

$$GlareIndex = 10 \log_{10} \sum G_i \quad (3/3-5)$$

حيث ان:

$\sum G$: مجموع ثوابت الابهار لجميع الشبائيك.

دالة الابهار 2/1/3-5

تم تجريبياً تحديد قيم لدالة الابهار (GI) وضعت للبيئات البصرية ذات التصنيف المختلفة. يوضح الجدول (5-3/1) التصنيف العامة لقيم دالة الابهار، في حين يعطي الجدول (5-3/2) بعض القيم النموذجية لمحددات دالة الابهار تبعاً للفاعليات المختلفة.

الجدول 5-3/1: تصنيف قيم دالة الابهار [8]

قيم دالة الابهار GI	رد الفعل (مستوى الاستجابة)
10-0	لا يدرك
16 - 10	يمكن ملاحظته
22 - 16	مقبول
28-22	غير مريح
28<	لا يحتمل

وإذا كانت الاضاءة غير مريحة ولو بتأثيرات صغيرة فانها يمكن أن تتراكم وتؤدي الى اضطرابات وظيفية ونفسية لكون العين تحاول تخطي الجهد البصري المتأثر باتجاهية الضوء المسبب للابهار المعيق للرؤية المريحة. فالابهار احد العوامل الرئيسية المؤثرة في الراحة البصرية.

ويمكن في المراحل الاولى في التصميم مقاومة الابهار والابهار غير المريح وذلك بالاستناد الى التنبؤ بوجود ابهار غير مريح بسبب الانارة الطبيعية، التي تنشأ في بعض الحالات بسبب حجم الفتحات وموقعها النسبي، وكثافة إستضاءة السماء والانعكاس الداخلي ووجود سطوح عاكسة أو لماعة.

5-3/1 أساسيات حساب شدة الابهار (ثابت الابهار G ودالة الابهار IG)

توصلت الدراسات التجريبية الخاصة بالابهار والتباين الضوئي والتكيف الى معرفة العلاقات الدقيقة بين مختلف العناصر داخل المبني التي تحدد الدرجة الملائمة للإبهار.

تتأثر درجة الابهار غير مريح الناتج من الانارة الطبيعية بمجموعة من العوامل [6]:-

- اضاءة المصدر الضوئي (النصر لمهيم)
- اضاءة الخلفية
- حجم وعدد مصادر الابهار
- الموقع النسبي لمصدر الابهار في حقل الرؤية

5-3/1 ثابت الابهار

يرتبط الاحساس الذاتي بالابهار غير المريح مع العوامل السبعة بأسلوب معقد، الا انه امكن تجريبياً التعبير عنه بمقياس مبسط للتقييم، سمي بثابت الابهار (G) [7]، الذي يمكن توضيح قيمته وفق الصيغة التالية:

$$G = \frac{B_s^{1.6} * \omega^{0.8}}{B_b^{1.0}} * P \dots\dots (1/3-5)$$

حيث ان:

B_s : استضاءة (luminance) المصدر الضوئي المسبب للإبهار، وهي إستضاءة السماء خلال الشباك كما تبدو من نقطة المشاهدة، بوحدة اللوكس.

ω : الزاوية الصلدة للمصدر الضوئي المسبب للإبهار (solid angular subtense- steradians)، وهو الحجم الظاهر للشباك، وبدون وحدات.

B_b : مستوى او معدل إستضاءة السطوح الداخلية المحيطة بحقل النظر، بوحدة اللوكس.

فعلى سبيل المثال: إذا كان عمر مستعملي الفضاء أقل من (40) سنة وكان معدل انعكاس سطوح الفضاء أكثر من (70%) فسيكون مجموع قيمتي العاملين (-2)، أما إذا كان عمر المستعملين أكثر من (55) سنة ومعدل انعكاس سطوح الفضاء أقل من (30%) فسيكون مجموع قيمتي العاملين (+2).

الجدول 4/2-5: عامل الوزن للفضاءات التي صنف إضاءتها (D-I)

خصائص لفضاء ولاد مستعملين	عامل لوزن		
	1+	0	1-
عمر للمستعمل	أكثر من (55)	(55-40)	أقل من (40)
أهمية سرعة و/أو دقة	حرجة	مهمة	غير مهمة
انعكاسية خلفية لمهمة	أقل من (30 %)	(70-30 %)	أكثر من (70 %)

تعليمات حول كيفية استعمال الجدول (4/2-5) :

- اجمع اوزان العوامل المتأثر جبرياً.
- إذا كان مجموع العوامل (-2) أو (-3) يستعمل القيمة الدنيا للإضاءة.
- إذا كان المجموع (+2) أو (+3) استعمل قيمة الإضاءة العليا.
- في غير هاتين الحالتين استعمل القيمة الوسطى للإضاءة.

يمكن أحياناً الحيوية عن توصيات مستويات الإضاءة لـ IES [2]، إذ قد لا تنطبق توصيات مستويات الإضاءة في عدد الحالات كما في بعض التطبيقات الواقعية للمتاجر، ومجالات الإعلان، والديكورات، والتطبيقات الفنية أو في الجوانب المتعلقة بالأمان. ففي هذه الحالات قد يكون من الضروري تهيئة مستويات إضاءة أعلى مما موصى بها لتحقيق التأثير السلائم.

هناك أيضاً حالات تحتاج مستويات إضاءة أقل مما هو موصى بتهيئتها، كتعلق الناس بالمحافظة على وثائق أو تحف أو مصنوعات يدوية نادرة وأعمال فنية قيمة.

3-5 الابهار ومؤشرات قياسه

لا تعتمد الإضاءة الجيدة على مستويات الإضاءة المطلوبة فقط وإنما تعتمد على اتجاه الضوء والانعكاسات القادمة من المحيط والمؤثرة في موقع العمل (الجزء المنظور) لتلافي البريق والتبليين الذي يحدث في حقل الرؤية فيسبب عوفاً بصرياً أو إضراراً غير مريح.

(A-C) لإضاءة الفضاءات ذات المساحات الكبيرة (كفضاءات المداخل)

(D-F) للمهام الموقعية

(G-I) للمهام البصرية الصعبة جداً

خطوات تطبيق طريقة لـ IES

الخطوة 1: تحديد المهمة البصرية ومستوى البصر.

الخطوة 2: اختيار صنف الإضاءة (باستعمال جداول الـ IES، الجدول (2/2-5) السابق).

الخطوة 3: تحديد مجال الإضاءة (من الجدول (2/2-5) السابق نفسه).

الخطوة 4: اختبار عوامل الوزن.

للأصناف A-C يستعمل الجدول (3/2-5).

للأصناف D-I يستعمل الجدول (4/2-5).

الجدول 2-5: عامل الوزن للفضاءات التي صنف إضاءتها (A-C)

عامل الوزن			خصائص لفضاء ولمستعملين
1+	0	1-	
أكثر من (55)	(55-40)	أقل من (40)	عمر لمستعمل
أقل من (30%)	(30-70%)	أكثر من (70%)	معدل انعكاس سطوح لفضاء

تعليمات حول كيفية استعمال الجدول (3/2-5):

- يتم جمع عاملي الوزن رياضياً.

- إذا كان مجموع العاملين (-2) استعمل القيمة المنخفضة للإضاءة (الواردة في الجدول (2/2-5)).

- إذا كان المجموع (+2) استعمل القيمة المرتفعة للإضاءة (الواردة في الجدول (2/2-5)).

- إذا كان المجموع (0) استعمل القيمة المتوسطة للإضاءة (الواردة في الجدول (2/2-5)).

وبشكل عام فإن الفضاءات غير المذكورة في الجدول السابق يمكن تحديد مستويات الاضاءة فيها تبعاً لتوصيات الـ (IES) في الجدول (2/2-5) مع الاستعانة بالجدول (3/2-5) والجدول (4/2-5) المستعملة بحسب عمر المستعمل وبيئة العمل، وكما موضح لاحقاً.

الجدول 5-2/2: قيم واصناف الاضاءة [2]

الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
A	50-30-20	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
B	100-75-50	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
C	200-150-100	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
D	500-300-200	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
E	1000-750-500	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
F	2000-1500-1000	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
G	5000-3000-2000	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
H	10000-7500-5000	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس
I	20000-15000-10000	الصف	مستوى الإضاءة - لوكنس

الجدول 5-1/2: مستويات الإضاءة القياسية للفضاءات [3 و 4]

نوع الفضاء	مستوى الإضاءة (LUX)
غرف لوحات المفاتيح والاتصالات	500
لكي اليدوي،	300
للحجم بالخار ولقوس كهربائي غير النقي	300
للحجم متوسط النقة	500
للحجم النقي	1000
للحجم النقي جداً	1500
الاسواق	500
الاسواق الكبيرة	500
المساح	100
السينما	50
قاعة متعددة الأغراض	500
قاعة محاضرات	500
لوحة الكتبية	500
فضاء المقاعد	500
قاعات الامتحان والمنافسات	500
مختبرات	500
مشارب (ورش) العمل التحضيرية	300
غرف الفريق الإلكتروني وغرف الطلبة	300
رفوف الكتب	150
منضدة لقراءة	300
فضاء المراجع (عابرين الكتب)	500
مخزن الكتب	100

نوع الفضاء	مستوى الإضاءة (LUX)
CIRCULATION AREA منطقة حركة، وتشمل:	
للممرات	100
للمصاعد	150
للمساح	150
درج مدرج	150
لطرقات الخارجة المغطاة	30
ENTRANCES للمداخل، وتشمل:	
مداخل القاعات وغرف الانتظار	500
منضدة لتخفيف	500
بوابة المسكن	300
المطابخ	
عموماً	500
خزن الاطعمة	150
خارج المبنى، ويشمل:	
مداخل ومخارج مواقف السيارات	30
مخازن وحظائر	30
لمراكز الطبية والاسعافات الأولية، وتشمل:	
غرف الاستشاريين ومناطق المعالجة	500
لمخازن الطبية	100
غرفة الاستراحة	150
خزائن التبريد وغرف التنظيف	150
لمخازن وغرف التجميد	150

كما ينبغي ان يكون مستوى الانارة الطبيعية داخل الفضاء مساويا للتوصيات الدنيا لإنارة المهمة البصرية او يزيد عنها، أخذين بالإعتبار تغير مستوى الانارة خلال ساعات اليوم.

يحتاج الاشخاص الذين بعمر 30-40 عاما الى كمية اضاءة مقدارها (1.17) مرة قدر ما يحتاجه من هم في سن 20-30 عاما، ويحتاج الذين في عمر 60-70 الى كمية اضاءة تقدر ب (2.51) مرة بقدر الاضاءة اللازمة لمهامهم في سن 20-30 عاما لبروا بنفس القدر من الوضوح - بسبب قلة الاستجابة - وهي أمر هام عند تصميم الإضاءة اللازمة للمهام البصرية لكبار السن [1]، حيث يؤثر عامل السن على حساسية البصر، فتفقد عضلات العين مرونته مع تقدم السن وتصبح أقل مرونة واستجابة لعملية التكيف مع الضوء [2].

يمكن لمستويات الإضاءة غير الكافية ان تكون غير مريحة وغير آمنة، في حين يمكن ان تولد المستويات العالية من الاضاءة الابرار الذي هو غير مريح ايضا وقد يسبب الصداع وآلام العين. كما أن استعمال الانارة الطبيعية بشكل كبير بزيادة مساحة الشبليك قد يكون غير إقتصادي بسبب الزيادة الحاصلة في استهلاك الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد في الفضاء. حيث يمكن زيادة فعالية ترشيد الطاقة من خلال تهيئة المستويات الدنيا لمطلوبات الاضاءة طبيعياً ودعمها بمساعدات اصطناعية (الضوء الاصطناعي) للمحافظة على مستويات اضاءة شبه ثابتة داخل الفضاءات خلال اليوم.

ويعد تحديد المستويات الملائمة للإضاءة هو الاعتبار العام لنقطة البداية لأي تصميم للإضاءة. وتعطي جمعية هندسة الاضاءة IES توصيات لمستويات الاضاءة على شكل جداول لكل من المهام العامة والمهام الخاصة، وعادة ما يقاس مستوى الاضاءة عند ارتفاع (78-85 سم) فوق أرضية الفضاء (ارتفاع المنضدة) ما لم يتم ذكر غير ذلك، الجدول (5-1/2) يبين مستويات الاضاءة القياسية المطلوب في الفضاءات المختلفة [3].

الباب الخامس

القيم القياسية لمستويات الاضاءة والابهار

1-5 تمهيد

كل نشاط يقوم به الإنسان يحتاج إلى مقدار معين من مستوى الإضاءة. ويتأثر مستوى الاضاءة المطلوب بسرع النشاط نفسه، وسرعة انجازه، ومن يؤديه شاباً كان أم كبير السن. كما يتأثر بالفضاء المحيط وتعكاسية سطوحه، واتجاه المصدر الضوئي وسرعة حركة الجزء المنظور، والتباين الكائن بين المحيط والجزء المنظور الذي يضمن أن تهئ بيئة العمل أو الحقل البصري راحة بصرية مناسبة لدوام انجاز النشاط بدون إجهاد أو إرهاق. فالعمل مثلاً في معامل تجميع القطع الالكترونية الصغيرة يختلف عن العمل في معامل تجميع المبردات وغيرها. لذا سعى مصدر الاضاءة والمنظمات الدولية المهتمة بالإضاءة ومستويات الإضاءة الى وضع قواعد ومقاييس يوزن بها مستوى الراحة البصرية المطلوب تهيئتها بحسب نوعية العمل وموقعه. فتم وضع قوانين ناظمة لمستويات الاضاءة وفهارس لراحة البصر visual comfort index أو دالة الالبهار glare index. وسيتم توضيح كل من مستويات الاضاءة ودالة الالبهار لاحقاً في هذا الباب.

2-5 الجوانب الكمية لمستويات الاضاءة الملانمة لأداء المهام

إن أهم ما يجب مراعاته عند تصميم الإضاءة في مكان ما هو وجود ضوء كاف يسمح برؤية جيدة ولا يرهق العين، التي يمكنها التكيف مع الاضاءات الوطنية ولكن هذا التكيف يجهد العين فيؤثر في نوعية الانتاج او يقلل من ساعات العمل.

على وفق توصيات الـ (IES) للإضاءة المريحة في الفضاءات الداخلية، ينبغي تهيئة مستوى إضاءة لا يقل عن (30) لوكس كحد أدنى لجميع الفضاءات الخالية من الاعمال. وتهيئة مستوى اضاءة لا يقل عن (300) لوكس للفضاءات ذات الاعمال الاعتيادية. وبصورة عامة يمكن القول ان متطلبات الاضاءة ضمن مساحة المهمة يحددها كل من نوع المهمة المرئية أو طبيعة الفعالية وفترة انجازها.

حيث تتأثر مستويات الاضاءة بكل من:

- تفاصيل المهمة المرئية.
- الانعكاسية والتباين الضوئي بين المهمة وخلفيتها.
- عمر الشخص وحالة العين.
- اهمية السرعة المطلوبة لإنجاز المهمة ودقتها.

مراجع الباب الرابع

- [1] د. خالد عسكر لشيباني، "العلاقة بين مساحة النافذة والمساحة الداخلية"، لمجلة العلمية لجامعة الملك فيصل (العلوم الأساسية والتطبيقية)، لمجلد الثالث، آذار 2002 م.
http://sjournal.kfu.edu.sa/ara/pdf/BVOL3NO1_2.pdf
- [2] "Solar Heating and Cooling Programme: Daylight in Building Design"
http://www.iea-shc.org/task21/publications/source_lr/daylighting-c2-LR.pdf
- [3] "Focused on Energy Efficient Building and Environmentally Sound Construction", Green Building Library Building Design, 2010
http://oikos.com/library/solar_site_design/index.html
- [4] CIE, "Guide on Daylighting of Building Interiors". CIE Technical Committee 7 C-4.2 Daylighting, 1990.
- [5] "Solar Energy In European Office Buildings", Mid-Career Education
http://erg.ucd.ie/mid_career/pdfs/tech_mod_4.pdf
- [6] "The Performance of Daylighting with Shading Device in Architecture Design", 2004
<http://www2.tku.edu.tw/~tkjse/7-4/7-4-2.pdf>
- [7] "Your Guide to Electricity in the Home", 2011
http://www.seai.ie/Publications/Your_Home_Publications/Your_guide_to_electricity_in_the_home.pdf
- [8] Szokolay, S.V., "Environmental Science Handbook", Lancaster, England, 1980.
- [9] Warren R. Hampton, "Daylighting Strategies: Skylighting in Hot Dry Climates", 1989
<http://ag.arizona.edu/oals/ALN/aln28/hampton.html>
- [10] Egan, M. David & Olgyay, Victor, "Architectural Lighting" Second Edition, Mc Graw-Hill, New York, 2002
- [11] Hopkinson, R.G., "Daylighting", Pitman Press, Great Britain, 1966.
- [12] "Envelope & Roof Decisions, Tips for Daylighting with Windows"
<http://windows.lbl.gov/daylighting/designguide/section3.pdf>
- [13] Neufert, "Architects' Data, The Handbook of Building Types", BSP Professional Books, Great Britain, 1988.

الجدول 4-4/2: معاملات الانعكاس الملائم إعتماده لسطوح الفضاء الداخلي[4].

معامل الانعكاس	لسطح
80 - 90 %	لسقف
25 - 60 %	الأثاث
30 - 50 %	الأدوات والأجهزة
20 - 40 %	الأرضية
60 - 70 %	لومنيوم "معدن لامع"
8 - 10 %	زجاج أو بلاستيك شفاف
40 - 80 %	لجدران
65 - 80 %	فخار أبيض
35 - 60 %	حجر جيري
45 %	رخام أبيض
20 - 25 %	خشب
75 %	سطح طلي بالأبيض (حبيث)
55 %	سطح مطلي بالأبيض (فيلم)
25 %	نباتات
90 - 92 %	جبس

تدل قيم إنعكاس سطوح الفضاء الداخلي على مستوى أداء الانارة الطبيعية، حيث يفضل لهذه القيم أن تكون بأعلى مايمكن. كما اعطت هيئة الاضاءة الدولية (CIE) توصيات في الحفاظ على انعكاسية السقف بأعلى من 70% والجدران بأعلى من 50% والأرضية بحدود 20% [4]. وينبغي أن لانعكاسية الأرضية التأثير الأقل في توزيع الانارة الطبيعية وقد تم حذفه من الحسابات الخاصة بالاضاءة في بعض الحالات، مع انه قد يكون له اعتبارات في توزيعه للإنارة الطبيعية وخاصة في الفضاءات الداخلية الواسعة. اما الالوان الفاتحة للسقوف والجدران فهي تحسن من إختراق الضوء الطبيعي الى داخل عمق الفضاء وذلك من التضاد بين نصوص الشبائيك والسطوح الأخرى.

4-4/9 الأثاث المستعمل

يعتبر لون الأثاث المستعمل وملبس سطحه وطبيعة توزيعه جزءاً من سطوح الفضاء الداخلية التي لها تأثير في توزيع الانارة الطبيعية الداخلية. في المناخات الحارة الجافة ينبغي ان تكون السطوح الداخلية بألوان فاتحة ولكن ليس الى حد درجة سطوح التي تسبب عدم الراحة البصرية. فقد اوصت الدراسات انه ينبغي إختيار الاجسام والأثاث ضمن الفضاء على وفق نوعية عكسها للضوء مع تجنب اللون الابيض الكامل، ويستحسن ان يكون لها لون ذو انعكاسية (50-70 %) لتقليل الابهار [12]، حيث من الضروري ان يضمن التصميم الملائم واختيار إنعكاسية الجدران والسقوف والأثاث تعزيز وتوزيع مستوى الإضاءة في كافة انحاء الفضاء [9].

4-4/7 الستائر الداخلية

قد تكون وسائل التظليل الخارجية في بعض الحالات غير فعالة بصورة كبيرة ، عندها يفضل استعمال وسائل التظليل الداخلية. وعادة ما يكون التحكم بالستائر الداخلية من قبل شاغلي المبنى انفسهم.

هناك بعض السلبيات التي تنشأ عند استعمال وسائل التظليل الداخلية المتحركة نهاراً إذ انها تحجب المنظر الخارجي وتطلق الحرارة الشمسية الممتصة الى داخل الفضاء، وهذه الأخيرة يمكن تقليلها بإستعمال المواد العاكسة للأشعة الشمسية، لكن هذه المواد يمكن ان تسبب في عدم الراحة البصرية والإبهار.

4-4/8 انعكاسية السطوح الداخلية للجدران والسقوف

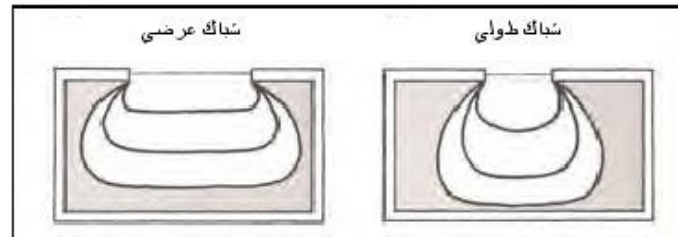
تؤثر طبيعة سطوح الفضاء في توزيع الانارة الداخلية عن طريق انعكاس الضوء الساقط على هذه السطوح، وتتوقف معاملات الانعكاس على نوع إنهاء مادة السطح ولون الطلاء ودرجته، من هنا يكون لاختيار لون وطبيعة المواد المستعملة في تصميم وطلاء الجدران والأثاث وبالأخص ذات المساحات الكبيرة أهمية في توزيع وانتشار الضوء الطبيعي داخل الفضاء . يوضح الجدول (4-4/1) معاملات الانعكاس لسطوح الفضاء الداخلية التي يمكن ان تشكل دليلاً ارشادياً في هذا الشأن.

الجدول 4-4/1: قيم انعكاس بعض مواد الانهاء الداخلية [5].

لون لمادة	الانعكاسية %
الابيض	85
الأصفر لشاحب	82
الاصفر للامع	70
لبرتقالي لشاحب	57
الازرق لشاحب	45
لبرتقالي للامع	28
الاحمر للامع	17
الاخضر لدكن	9
الاسود	5

أوصت بعض المنظمات بقيم محددة لمعاملات انعكاس سطوح الفضاء الداخلي والأثاث المستعمل، والتي يفضل ان يلتزم بها المصمم قدر الامكان، وهي كما موضحة في الجدول (4-4/2).

اما الشباك العريض والمنخفض ذو المساحة نفسها سوف يزيد من الاختلاف بين كمية الضوء الطبيعي النافذ قرب الشباك وبين كمية الضوء في عمق الفضاء، في حين يتم فيها تحسين الاتصال البصري مع البيئة الخارجية الى حد كبير، لاحظ الشكل (4-4/4).



الشكل 4-4/4: رسم الخطوط الكنتورية في المخطط الأفقي لتوضيح نمط انتشار الإضاءة الداخلية نسبة الى شكل الشباك [8].

5-4-4 مساحة الشبائيك

ان مساحة فتحات الانارة الطبيعية ووسائل السيطرة الخارجية يجب ان تتغير نسبة للإتجاه الجغرافي، حيث ان كل واجهة محددة من المبنى تستلم كمية مختلفة من ضوء النهار خلال اليوم وعبر الفصول، وبالتالي ستطلب معالجات مختلفة عن الواجهات الأخرى علاوة على تأثيرها بطبيعة الفضاء الذي يحوي على الفتحات والتباين في مساحته ووقت إشغاله.

6-4-4 تعدد الشبائيك والفتحات

من الممكن تغيير شكل نفاذ وانتشار الانارة الطبيعية داخل الفضاء بتقسيم مساحة الزجاج الى عدد من الشبائيك المفصولة ضمن جدار واحد او ضمن جدارين أو أكثر، وبالتالي [9]:

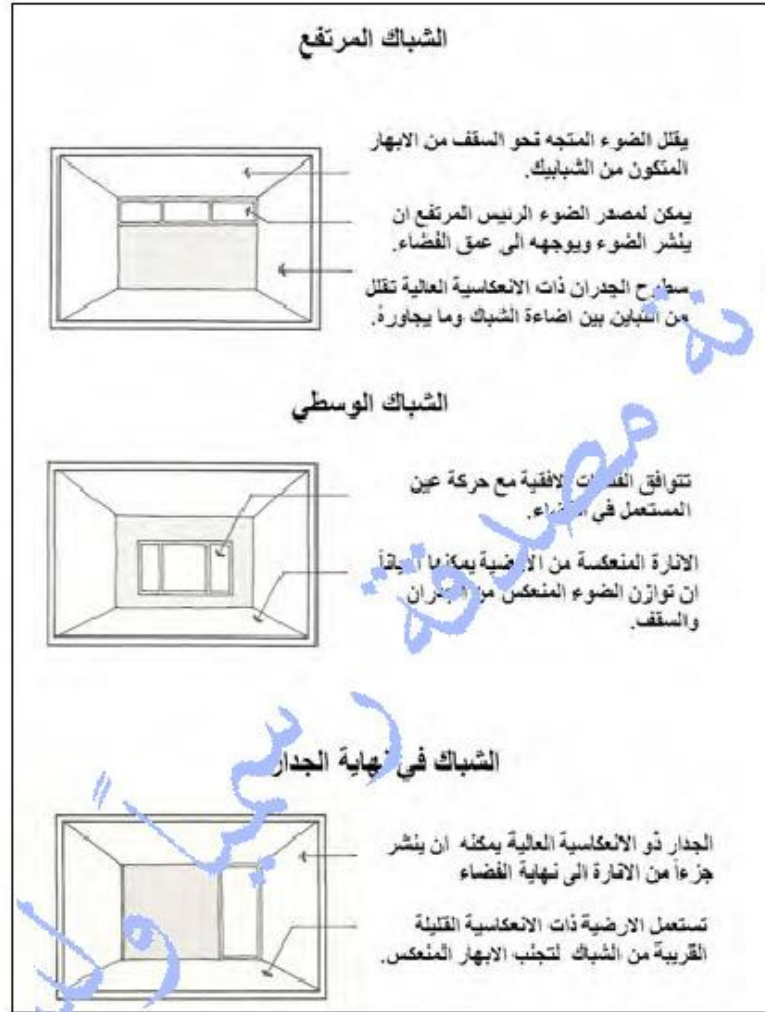
- الإضاءة من جهة واحدة: تزود إضاءة قوية بنوعية ذات إتجاهية واحدة مع انخفاض سريع في كمية الضوء بعيداً عن الشباك.

- الإضاءة الثنائية: تتحقق عندما يدخل الضوء الى الفضاء من إتجاهين مختلفين بذلك يتحسن نسق التوزيع اعتماداً على عرض الفضاء وارتفاعه وموقع الفتحات. فإذا كانت الشبائيك في جدارين متقابلين فسيحصل افضل إمتداد وتوزيع للإضاءة داخل الفضاء. كما ان الإضاءة القادمة من جدارين متجاورين ستقلل من إمكانية حصول الابهار.

- الإضاءة متعددة الأطراف: تدخل الفضاء من إتجاهات مختلفة وتساعد على تقليل درجة التباين والابهار، كما انها تحسن من نسق توزيع الإضاءة على لسطوح الأفقية والعمودية.

3/4-4 أثر موقع الشباك في توزيع الاضاءة الداخلية

لتغير موقع الفتحات لثر في شكل وتوزيع الانارة الطبيعية النافذة خلالها الى داخل الفضاء، وبشكل عام فإن مواقع الفتحات يمكن ان تكون في أشكال ثلاثة، لاحظ الشكل (3/4-4)[11]:

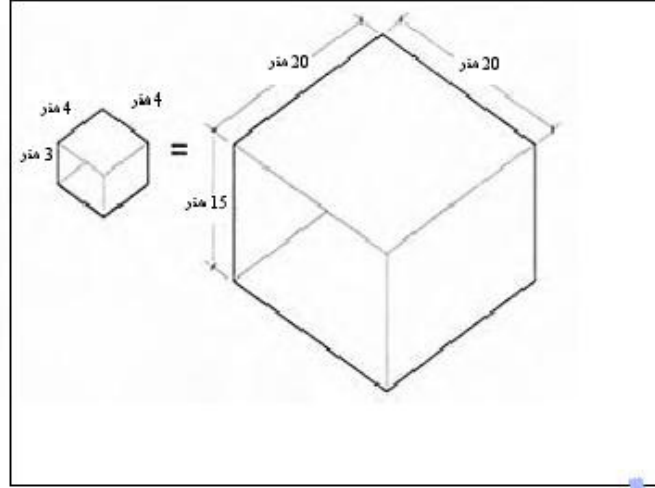


الشكل 3/4-4: تأثير مواقع الشبايبك في توزيع الاضاءة الداخلية[11]

4/4-4 أثر شكل الشباك في المساحة الداخلية المضاعة من الفضاء

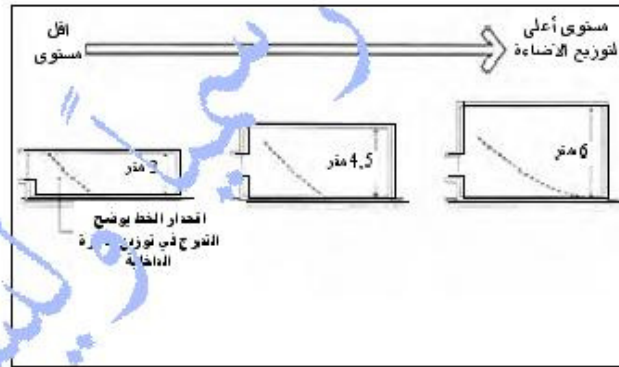
لشكل الشباك تأثير في طبيعة توزيع الانارة الطبيعية وانتشارها داخل الفضاء، علاوة على تأثيره في خصائص المنظر المشاهد من الشباك[4].

فالشباك العمودي الضيق (ذو لعرض القليل) يحدد من حجم المنظر المشاهد خلاله افقياً ويسمح بشكل واسع بالمشاهدة العمودية من القبة السماوية، كما ويحد من توزيع الضوء الطبيعي، الا ان التعرض لمساحات مشاهدة كبيرة من القبة السماوية خلال الشبايبك المرتفعة يمكن ان يؤدي الى حدوث الابهار[12].



الشكل 4-4/1: التشابه بالخصائص التصميمية والمختلفة بالحجم يكون لها التوزيع نفسه للإضاءة الداخلية

أما بالنسبة للاختلاف في ارتفاع فضاء أعمقه مع ثبات موقع الشباك فان لكل واحد منهما تأثيره الخاص بحسب نوعية الاداء المطلوب والمساحة المرجحة وموقعها، لاحظ الشكل (4-4/2) [10].



الشكل 4-4/2: أثر زيادة ارتفاع سقف الفضاء في توزيع الإضاءة الداخلية

4-2/4 عمق الفضاء

تدل التجارب على ان مستوى الاستضاءة في نهاية الغرفة المقابلة للشباك ينخفض كلما ازداد عمق الغرفة (بنسبة ارتفاع السقف وشكل الشباك) وهذا يعود الى صغر المساحة لمرئية من القبة السماوية. كما أن ارتفاع الشباك الى الاعلى (قرب السقف) يؤدي الى وصول الضوء الطبيعي الى مسافات أعمق داخل الفضاء.

3/3-4 تأثير إطارات الشبائك

لإطارات الشبائيك أثر في كمية الانارة الطبيعية الداخلة إذ تقل كمية الانارة النافذة من فتحة الشبائك بزيادة سمك الاطار المستعمل وزيادة عدد التقسيمات للفتحة، وتحتسب كمعامل يمثل النسبة بين مساحة الزجاج الصافية الى مساحة الفتحة الكلية. وفي حالة عدم وجود هذه القيمة بصورة دقيقة يمكن استعمال المعلومات الواردة في جدول (3/3-4) [8].

الجدول 3/3-4: قيم النفاذية بسبب إطارات الشبائيك

ملاء الإطار	النفاذية %
شبائيك ذات اطار معدني	80-85
شبائيك ذات اطار معدني فحلل بإطار خشبي	75
شبائيك ذات اطار خشبي	65-70

4/3-4 الشبائيك المستجيبة

تم تطوير انواع من الزجاج ليصبح مستجيباً لتغيرات الحرارة، ويسمى هذا الزجاج المستجيب (Smart windows). وهذا الزجاج يحوي المتحسسات الضوئية التي هي دالة يستعملها المصممون للتحكم في كمية الطاقة الشمسية المطلوب حجبها. فهو مغطى بطبقة رقيقة فعالة للسيطرة على الحرارة وشدة الانارة الطبيعية القادرة على النفاذ الى داخل المبنى، فهي تغير من درجة لونها كاستجابة لكثافة الانارة أو الحرارة.

4-4 العناصر الداخلية

تتعلق عوامل توزيع وانتشار الانارة الطبيعية داخل الفضاء بمجموعة من الخصائص التصميمية للفضاء كالتشكيل الهندسي للفضاء وتناسب ابعاده وعمقه ومواصفات إنهاءاته المستعملة بدالة معامل انعكاس الجدران والسقف، وتناسب ابعاد الشبائيك ومواقع توزيعها ضمن الفضاء.

1/4-4 الشكل الهندسي للفضاء

ليس من لسهولة تحديد عمق الفضاء الذي يمكن إضاءته بإعتماد الانارة الطبيعية، إذ يعتمد وصول الانارة الطبيعية الى أجزاء الفضاء على تناسب أبعاد ذلك الفضاء. فالفضاءات المتشابهة بتناسب الأبعاد وبتناسب بآاد الشبائيك وبجميع خصائصها سيكون لها التوزيع نفسه للإضاءة الطبيعية داخلها بغض النظر عن القيمة الحرجية للفضاء، لاحظ الشكل (1/4-4) [10].

الجدول 4-1: قيم معاملات الصيانة [13]

الموقع	لحداد الشباك	استعمال الفضاء	
		استعمال غير صناعي أو صناعي نظيف	استعمال صناعي غير نظيف
موقع غير صناعي	عمودي	0.9	0.8
	مائل	0.8	0.7
	لفقي	0.7	0.6
موقع صناعي غير نظيف	عمودي	0.8	0.7
	مائل	0.7	0.7
	لفقي	0.6	0.5

2/3-4 التزجيج الملون Tinted Glazing

تم في القرن العشرين التقليل انسي لمشكلة الابهار من خلال استعمال الزجاج الملون [9]. فهذا الزجاج يحدد كمية الإثارة النافذة وبذلك يقلل من الانتلات في ظهور السطوع بين الفضاء الداخلي والخارج. كذلك يساهم كل من الزجاج مخفض الوهج وواطيء النفاذية في إعطاء صبغة لون الى الضوء الطبيعي. هذه الصبغة اللونية يمكن ان تنتج في ظهور غير طبيعي للبيئة الخارجية وقد تؤثر بدرجات متفاوتة في الحالة النفسية لمستعملي المبنى، وكذلك في مستوى الانارة الطبيعية. يوضح الجدول (4-2/3) انواع اللواح الزجاجية المستعملة في الشبائيك.

الجدول 4-2: قيم معاملات النفاذية لأنواع الزجاج

نوع الزجاج	معامل النفاذية (%)
زجاج صاف	8
لون برونزي	48
لون رصاصي	43
لون أخضر	73
لون أزرق باسيلي	35
لون فضي ميتالليك عاكس	42
زجاج صاف مزدوج للطبقت	80

الجدول 4-1/2: قيم معامل الانعكاس لبعض المواد الخارجية [5]

المادة	الانعكاسية %
الارض الرطبة	7
لماء	7
الاسفلت	7
الارض الجافة	10
زجاج الشبائيك	10
الحصى	13
حجر كرنيت	20
لنباتات (معدل)	25
لعشب الاخضر الغامق	6
طابوق لصفرداكن	40
خرسانة	40
طلاء لبيض (قلعيم)	55
طلاء لبيض (جديد)	75

3-4 عنصر الشبائيك

هناك عوامل كثيرة ترتبط بعنصر الشبائيك تغير في مستوى "نارة ونوعيتها، لذا لابد من التعرف على كل واحد من هذه العناصر وما يؤثر فيه وفي مستوى أدائه ليعمل الشبائيك كمنظم للإضاءة الطبيعية وموفرًا للراحة البصرية.

1/3-4 الصيانة لتنظيف الشبائيك

تقلل الشبائيك غير النظيفة من الإضاءة الطبيعية النافذة خلالها، حيث يقل أداء الشبائيك العمودية بنسبة (10%) أو أكثر. ولاتوجد هناك حدود لتقليل الأداء إذا سمح للاوساخ بالتجمع على الشبائيك الاتية السقفية rooflights. وهذا الجانب يعتمد على فترات التنظيف الدوري والصيانة [7].

ويعبر معامل الصيانة عن مقدار الفقدان بالأضاءة المتأثر بدرجة اتساخ الشبائيك والذي بدوره يرتبط بموقع المبنى كونه صناعياً أو غير صناعي (نظيف) وكذلك بمعدل فترات إجراء الصيانة والتنظيف الدوري للشبائيك، ونقل قيمة هذا العامل كلما كانت الصيانة رديئة. والجدول (4-1/3) يوضح قيم معاملات الصيانة، فكلما كانت القيمة أقل دل ذلك على ان الشبائيك اكثر اتساخا وهو يسمح بنفاذ كمية أقل من الإضاءة خلاله.

داخل المبنى، لكنها إذا طليت بالألوان الفاتحة والعاكسة فلها تسلم الاضاءة المنعكسة من سطح الارض وتعكسها الى داخل الفضاء مسببة توزيعاً للاضاءة في الفضاء الداخلي.

- المانعات العمودية: وهي ذات أشكال تصميمية متنوعة ويزداد تأثيرها في توزيع الاضاءة افقياً في الاتجاه المعاكس داخل الفضاء خاصة عند انخفاض زوايا ارتفاع الشمس وزيادة زاوية إتجاهها.

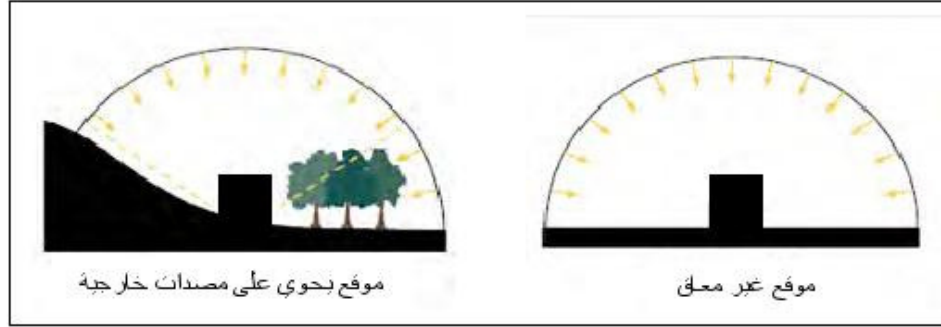
المانعات المركبة: وهي ذات أشكال تصميمية متنوعة ويكون تأثيرها في توزيع الاضاءة داخل الفضاء نتيجة إنعكاس الاضاءة عن سطوحها الافقية والعمودية، الذي يؤدي الى نوع من التوازن خلال ساعات النهار.

- أدوات التظليل المتحركة: أدوات التظليل الخارجية المتحركة مفيدة بسبب إستجابتها للتغيرات اليومية والفصلية الشمسية. محاكاة الطقس بطرائق لا تستطيع وسائل التظليل الثابتة البسيطة إنجازها.

يمكن لوسائل التظليل المتحركة العملية أن تكون فعالة بتعديلات بسيطة خلال السنة. مثال ذلك، التظليل الدوار البدوي الممتد، والمظلات، ومخاريف الدوارة أو الوفورات التي تعمل في بداية الصيف، ثم تتسحب وتقلص في تظليلها بعد نهاية الفصل الحار (في الخريف). هذه الوسائل فعالة جداً في صد زوايا الشمس المنخفضة في الشرق والغرب. أما الوسائل المتحركة الأكثر - قديماً فهي مظلات نموذجية ثقالية الحركة مبرمجة كهربائياً أو إلكترونياً يومياً وفصلياً.

4-5/ سطح الارض المقابل

يتم عادة إعتبار سطح الارض ذي إنعكاسية متجانسة لجميع المساحة المشاهدة من الشباك، وهذه حالة نادرة، فالأرض تختلف في قيم إنعكاسية سطحها بقربها أو بعدها عن الشباك. وعلى العموم، هناك برامج حاسوبية متقدمة تتمكن من حساب تأثير اختلاف قيم إنعكاس سطح الارض. كما انه في معظم التطبيقات يتم اعتبار ان قيم معدل إنعكاسية الارض تقل عندما تكون الارض رطبة، في حين ان التضاريس المغطاة بالثلوج لها إنعكاسية أعلى، لاحظ الجدول (4-1/2).



الشكل 4-2/2: تأثير المصدات الخارجية في حجب الانارة السمائية [5]

من جانب آخر، تعتبر المصدات الخارجية في المناطق ذات السماء الصافية عاملاً آخر لتعديل الانارة الطبيعية، إذا كان ارتفاعها يسمح بسقوط الاشعة المباشرة على الجدران المقابلة، فمن المحتمل جداً ان يعود المصد الخارجي كمية من الضوء السماوي، لكنه يصبح مصدراً للإضاءة الشمسية المنعكسة إذا كان السطح الخارجي للمبنى له معامل انعكاس عالٍ، فقد يكون هذا المبنى أكثر سطوعاً من السماء ويحتوي مقداراً كافياً من الضوء المنعكس.

4-2-4 وسائل التظليل الخارجية

تعمل وسائل التظليل المثالية على صد أكبر كمية من الاشعاع الشمسي المباشر صيفاً والسماح لها شتاءً، لكنها في الوقت نفسه يمكنها ان تسمح بمرور الضوء الطبيعي وانظر وإدخال النسيم من الشبليك، أما وسائل التظليل المتحركة فهي تحقق استجابة أفضل لتغيرات المناخ مقارنةً الثابتة [3]. وتكون فعالية وسائل التظليل عالية حينما تكون عاملاً على دخول كميات كبيرة من الانارة الطبيعية الى داخل الفضاء وتساعد على توزيع هذه الاضاءة بما يضمن تحقيق الراحة البصرية والتقليل من الابهار.

كما تعتبر الفتحات مصدراً رئيساً لنفاذ الحرارة إلى داخل المبنى، لذا يحرص المماريون العاملون في المناطق الحارة على دراسة العوامل التي تتحكم في كمية النفاذ الحراري خلال الفتحات. ونظراً لاختلاف ارتفاع زوايا الشمس واستمرار حركتها خلال ساعات النهار المختلفة وتغير موقعها في القبة السمائية، فإن الحاجة تصبح ماسة لحجب أشعتها باستعمال المانع الشمسية، التي رغم امكانية تساويها في قدرتها على منع الاشعة الشمسية لكن اشكالها تختلف في قابليتها على إدخال الإنارة النهارية بحسب شكلها التصميمي. وتنقسم الى نوع رئيسة [6]:

- **المانعات الأفقية:** وهي ذات أشكال تصميمية متنوعة وتعتبر أكثر الأنواع تأثيراً في تحقيق السيطرة الشمسية حينما تكون الشمس مرتفعة في قبة السماء، وهي بشكل عام كغيرها من المانعات تقلل من شدة الاستضاءة

مشبكات خشبية او مظلات متحركة. وبهذا فإننا سوف نحصل على إضاءة داخل الفضاء من الاشعة الشمسية المنعكسة عن الجزء الذي سقطت عليه الاشعة من موانع الشمس، وكذلك إضاءة السماء والمصدات والمباني المقابلة للشباك، التي تستقبل إضاءتها الفعلية من القبة السماوية ومن الاشعة الشمسية المنعكسة عن الجدران المحيطة بالجزء الشفاف من المبنى.

أما اذا كان المبنى في الدول ذات السماء الصافية لايقبل الاشعة الشمسية المباشرة، فان الاشعة الشمسية الساقطة على المباني المجاورة والمنعكسة عنها هي مصدر إضاءة الاجزاء الشفافة من المبنى.

أما في الدول ذات السماء الغائمة فإن الانارة الواصلة الى أي مبنى لاتعتمد شدتها على إتجاه المبنى وذلك لكون إضاءة حلقات القبة السماوية لها شدة إستضاءة متساوية في كل الاتجاهات وتختلف هذه الشدة إذا ما وجدت الاشعة الشمسية مباشرة في الفضاء، لذا نجد ان الدول الغائمة تفضل بالنسبة للمعامل وضع الشبليك بالاتجاه الشمالي للحصول على إنارة طبيعية جيدة عند وجود الاشعة الشمسية المباشرة.

3/2-4 المباني المجاورة بالسطوح الخارجية

يمكن ان تساهم العناصر الخارجية في إضاءة المباني المقابلة لها من خلال عكسها للإنارة الطبيعية الساقطة عليها، حيث نجد أداءها يتجسد في ايصال الضوء الى الاجزاء العميقة للفضاءات الكبيرة. لذلك من الضروري معرفة الطرائق التي تساعد في الحصول على اكبر إنعكاسية غير مزعجة للإستفادة من الانارة الطبيعية المنعكسة عن السطوح الخارجية[4].

ومما هو شائع في التعامل مع السطوح الخارجية، إعتبار ان جميع العناصر الخارجية لها سطوح مشتتة للإضاءة، وبذلك فهي سوف لاتعتمد على إتجاه سقوط الضوء، على حالة كون مادة السطح العاكس للإضاءة هي ماء أو زجاج عاكس مجاور للمبنى ففي هذه الحالة ينبغي عدم إهمال هذا الجانب.

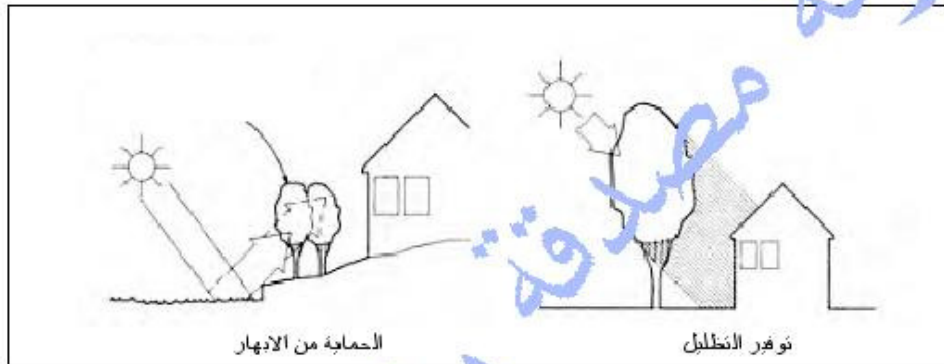
تعمل السطوح الخارجية والمباني المجاورة غالباً على تقليل إمكانية النظر الى السماء خلال الشباك، لاحظ الشكل (2/2-4) ويمكن ان تصنف هذه الى جزئين أساسيين[5]:

- مصدات ملحقة او متعلقة بالمبنى، كالامتدادات الأفقية والشرف وعناصر العتلي، الذاتي للمبنى.
 - عناصر موجودة في الموقع مسبقاً كتضاريس الموقع والمباني المجاورة المشيدة والاشجار المرتفعة.
- يجب ان تؤخذ جميع المصدات بالاعتبار عند تصميم الانارة الطبيعية، حتى وان لم تكن قيم انعكاسية بعض سطوح المصدات المجاورة معلومة او ان هذه السطوح غير مشيدة في اثناء العملية التصميمية. ففي الحالة الاخيرة يجب على المصمم تقدير شكلها وموقعها الذي يمكن ان تكون عليه مستقبلاً وبالتالي دراسة تأثيرها في مشروعه التصميمي.

4-2/1 تنسيق الموقع الخارجي

يعتبر تنسيق الموقع من أحد الجوانب المهمة للسيطرة على الأشعة الشمسية المباشرة والمؤثرة في كمية الانارة الطبيعية والسيطرة على مرورها خلال النباتات والأشجار التي تزرع في الموقع والذي قد يجعل توزيع الإضاءة أكثر تجانساً داخل الموقع أو ان يكون عاملاً مقللاً للإضاءة الطبيعية او عاكساً لها [3].

يؤثر اختيار النباتات والأشجار في الإضاءة الشمسية المباشرة بحسب فصول السنة، فإذا اختيرت الأشجار النفضية فإن وصول الأشعة المباشرة قد يحدث (بحسب اتجاه المبنى) زيادة الأشعة الساقطة على الجدران المقابلة للشبابيك فتزيد من كمية الإضاءة الداخلة، أو ان تكون الأشجار دائمة الخضرة التي تقلل من الإضاءة المنعكسة فتكون اما مقللة للإضاءة أو موازنة لكميتها بحسب موقع المبنى أو بحسب ما يريده المصمم المعماري عند تصميمه للفضاءات الخارجية المحيطة بالمبنى، لاحظ الشكل (4-2/1).



الشكل 4-2/1: تنسيق الأشجار في الموقع

4-2/2 توجيه المبنى

عادةً ما يكون توجيه المبنى محدداً بإعتبارات تخطيط المدينة واستعمال الأرض، وفي الغالب يستطيع المصمم أن يحدد أفضل توجيه ممكن للمشروع منذ المرحلة المبكرة للتصميم، إذا كانت مساحة الموقع تسمح بذلك. هذا التفضيل للتوجيه يعتمد على الموقع الجغرافي للمنطقة كخطوط الطول والعرض واعتبارات الكثافة البنائية والجوئب الاجتماعية [4].

أحد أهم هذه الاعتبارات هو السيطرة على الأشعة الشمسية المباشرة، فمن المعروف ان اختلاف توجيه المبنى سوف يؤثر في وضع ستراتيجيات مختلفة لتصميم الانارة الطبيعية [3].

تتأثر كمية الإضاءة الطبيعية الساقطة على الجزء الشفاف من المبنى في المناطق ذات السماء الصافية باتجاه المبنى واتجاه الأشعة الشمسية المباشرة التي تسقط على المبنى أو المجاورات له، حيث أن الأشعة الشمسية اذا سقطت مباشرة على الواجهة التي تحوي الشباك فان ذلك سيؤدي الى دخول البقع الشمسية التي قد لا تكون مرغوباً فيها لما تحويه من طاقة حرارية، مما يتطلب إما وضع مانع للشمس خارجية أو وضع

الباب الرابع

عناصر تصميم الانارة الطبيعية

1-4 تمهيد

من المتعارف عليه في تصميم الانارة الطبيعية داخل المباني في المناطق المشمسة هو محاولة ادخال اكبر قدر من الاضاءة السماوية مع تجنب سلبيات تأثير الاشعاع الشمسي المباشر في زيادة الحرارة الداخلية او في تلف المواد الداخلية نتيجة تعرضها للأشعة الشمسية. كما ان التأكد من التوزيع المتجانس للإضاءة هو أحد الجوانب المهمة في تصميم الانارة الطبيعية، فالتباين الشديد في مستويات الضوء يمكن ان يؤدي الى الابهار وصعوبة الرؤية بصورة جيدة [1].

من هنا يجب الاستئذان من الانارة الطبيعية غير المباشرة بأن يتم التعامل مع لضوء الآتي من السماء او المنعكس عن الارض والسطوح الخارجية. أما الاشعة الشمسية المباشرة فلها لانفع ضمن ما متعارف عليه في اعتماد الانارة الطبيعية ويترك السراح للمصمم المعماري للاستفادة منها للراحة النفسية والراحة الحرارية. إن كمية الاضاءة الداخلة الى الفضاء تعتمد على معرفة سلوك مسار الضوء والعناصر التصميمية المهمة المساعدة على إيصال الضوء الى هذه الفضاءات والتي تشمل [2]:

1- العناصر الخارجية المتمثلة بمجموع مركبات الانارة الطبيعية الخارجية.

2- الخواص الفيزيائية والهندسية لعنصر الشباك (او مجموعة الشبايك).

3- عناصر الفضاء الداخلية من حيث خواص الفضاء الفيزيائية والهندسية.

2-4 العناصر الخارجية (مجموع مركبات الانارة الطبيعية الساقطة على الجزء الشفاف من غلاف المبنى

(الخارجي)

تكمن الصعوبة الأساسية في التعامل مع الانارة الطبيعية في قياس التغير المستمر في قيم مظاهر هذه الانارة الكمية والنوعية، مع تغير الوقت والسنة ضمن طبيعة المشروع التصميمي وبخاصة في المناطق ذات السماء الصافية. إن كمية الانارة الطبيعية الساقطة على الشبايك تتأثر بمركبة الاستئذان السماوية وبمركبة الاستئذان المنعكسة التي تأتي من [3]:

(1) تنسيق الموقع الخارجي

(2) المباني المجاورة والسطوح الخارجية

(3) سطح الارض المقابل

(4) توجيه المبنى

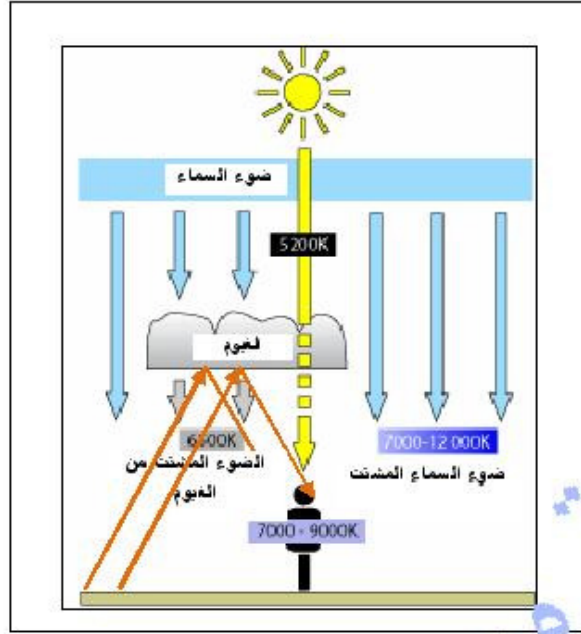
(5) وسائل التظليل الخارجية

مراجع الباب الثالث

- [1] " *Clear Comfortable Low Energy Architecture* ", Low Energy Architecture Research Unit, 2007
<http://new-learn.info/learn/packages/clear/visual/daylight/index.html>
- [2] " *Implications - Daylight in Buildings* ", 2005
http://www.informedesign.org/_news/mar_v03-p.pdf
www.informedesign.umn.edu
- [3] " *Whole Sky Luminance Mapping* ", Pro-Lite Technology 2011
http://www.pro-lite.uk.com/File/case_study_illumination_design.php
- [4] " *Solar Energy - From Sun to Earth* ", 2011
<http://almashriq.hiof.no/lebanon/600/610/614/solar-water/unesco/21-22.html>
- [5] Noell, Eunice, " *Daylighting Design* ", Energy Environment & Architecture, American Institute of Architects, Washington, D.C., 1992.
- [6] Kittler, R., " *Standardization of Luminance Distribution on Clear Skies* ", Bureau Center Dela Cie, France, 1973.
- [7] " *Natural Frequency: Sky Illuminance* ", 2011
http://naturalfrequency.com/wiki/Sky_illuminance
- [8] " *The School Of Environment, Resources And Development: daylighting* ", 2011
http://www.serd.ait.ac.th/ep/mtec/selfstud/Chapte3/calculation_skylight.html
<http://www.serd.ait.ac.th/pages/home.php>
- [9] Al-Jawadi, Miqdad, " *Window Optimization for Iraqi Houses* ", PhD Thesis, University of Strathclyde, 1986.

الإضاءة الشمسية المباشرة ولسماوية الساقطة عليها اعتماداً على طبيعة سطحها وبالتالي قد تزيد من مستوى الإضاءة الداخلي. وعندما تكون سطوح المباني المجاورة وسطح الأرض باللون فاتحة فإن الأشعة الضوئية المنعكسة منها قد تشكل مصدراً لإبهار يتطلب معالجته.

في الحالة العامة في العراق تكون السماء صافية معظم أيام السنة، ويصبح ضوء الشمس المنعكس من الأرض والسطوح المجاورة عاملاً مهماً في تصميم الإضاءة الطبيعية داخل المباني. ويتميز هذا الضوء بأنه أكثر إضاءة من الضوء الساقط من السماء ذلك اللون الأزرق بما قد يصل إلى خمسة أضعاف (حيث إن أعلى إضاءة تأتي من السماء الزرقاء -محذوفاً منها قرص الشمس- لا تزيد على (16500) لوكس في العراق، في حين أن الأشعة الشمسية الساقطة على الأرض من قرص الشمس حوالي 130000 لوكس)[9].



الشكل 3-3/5: يمكن أن تزداد مستويات الاضاءة في السماء الغائمة جزئياً بسبب الانعكاسات المتكررة للإضاءة.

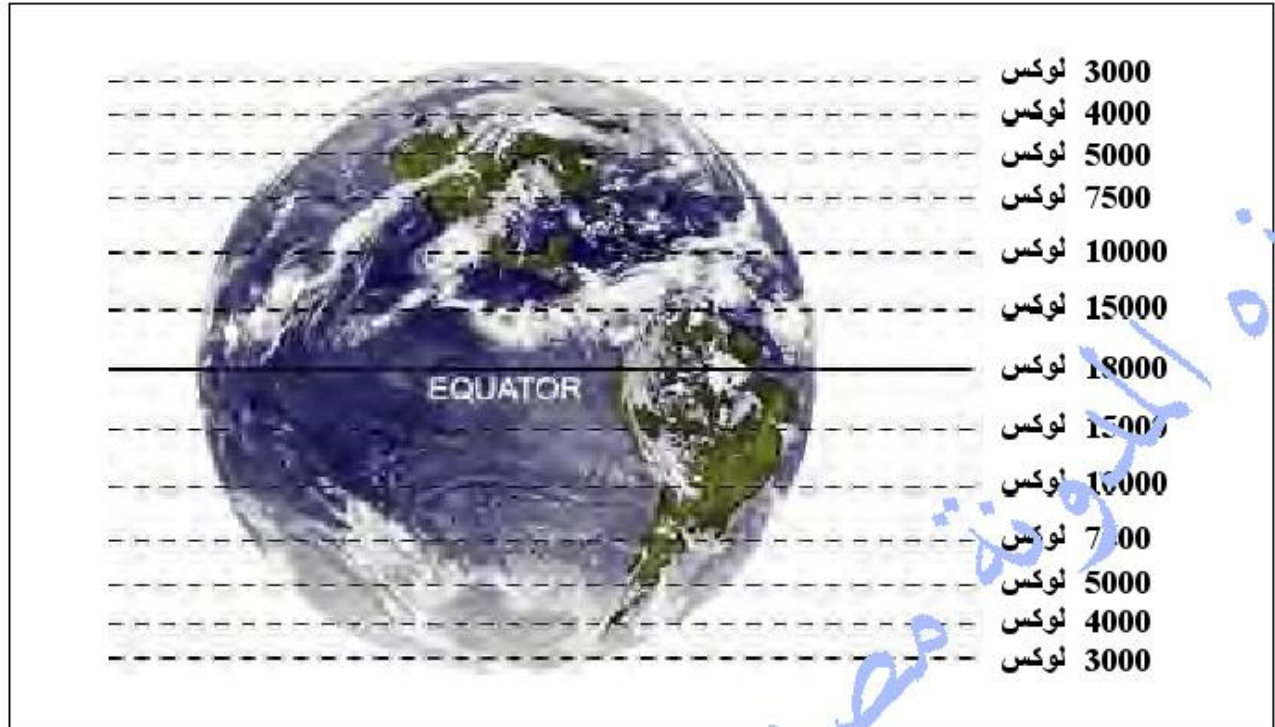
3-3/3 السماء الغائمة كلياً

تعتبر السماء غائمة كلياً حينما تكون كثافة الغيوم بين (50 - 100%). وتتغير شدة الاضاءة في هذه السماء مع تغير الوقت وكثافة الغيوم المغطيه لها. وتكون شدة الاضاءة في قمة السماء ما يقارب ثلاثة أضعاف شدتها عند الافق. وموقع الشمس في قمة لسماء عادة لا يمكن رؤيته بسبب كثافة الغيوم المغطيه لها، فهي تعمل كمشتت للضوء وتكون شدة الاضاءة على كل حلقة افقية من حلقات القمة السماوية متساوية الشدة، وشدة هذه الاضاءة لا تتغير مع تغير الاتجاه الجغرافي للمباني.

3-4 الضوء المنعكس من الارض ومن الأسطح الخارجية

يمكن للضوء أن يصل الى الفضاءات الداخلية بواسطة مصادر الضوء المباشر كالشمس أو المصابيح الكهربائية، كما يمكن، خاصة في السماء الصافية، أن تكون المصدات الخارجية والارض المحيطة ذات الألوان الفاتحة أو ذات الانعكاسية العالية هي مصادر لإستضاءة الفضاءات الداخلية من خلال شبليكيها المطلة على هذه المصدات [8].

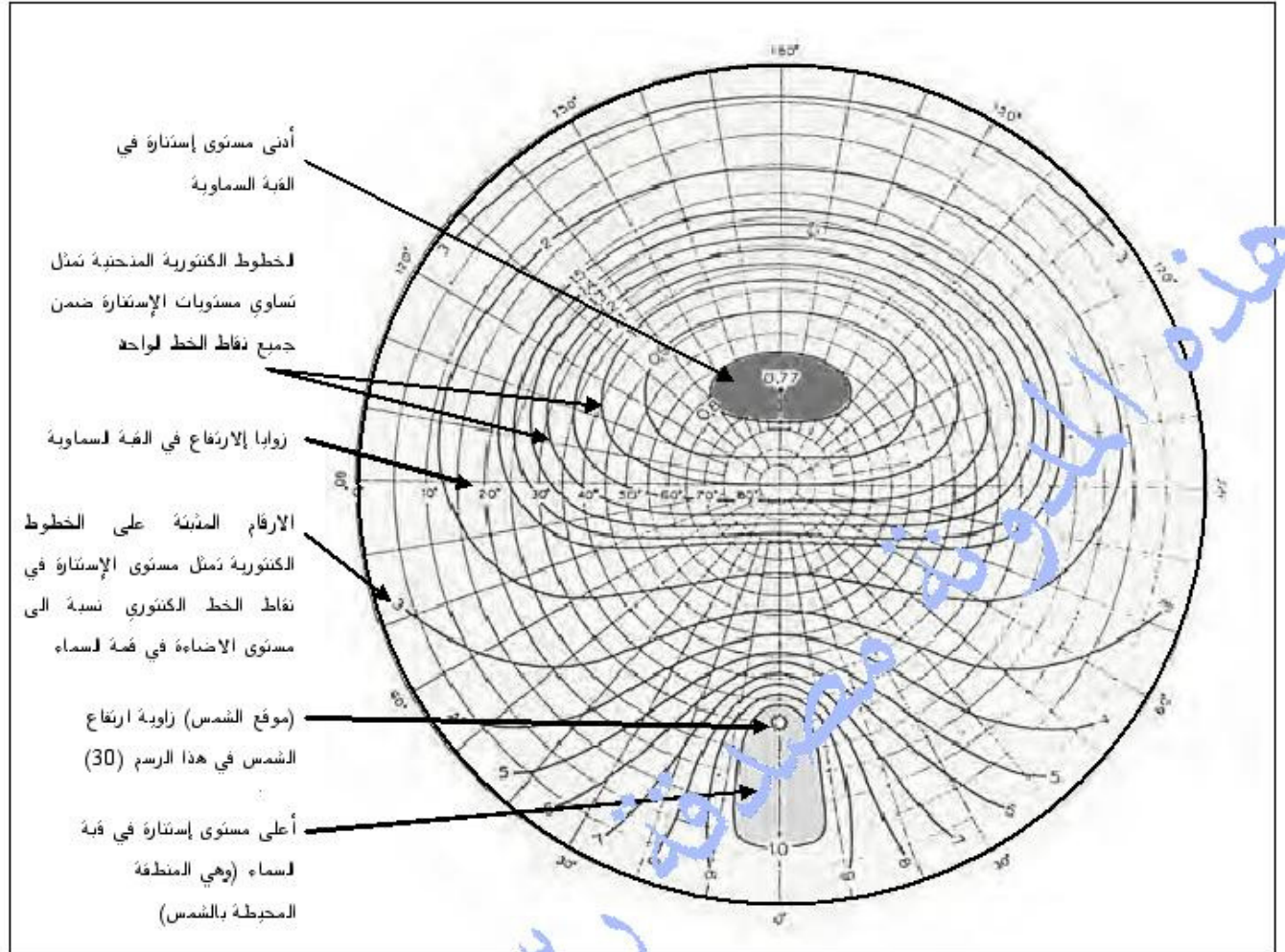
كذلك تعمل المصدات الأرضية في البيئة الخارجية (الأبنية والأشجار) على صد جزء من توزيعات الاضاءة القادمة من قمة السماء، بذلك ستقلل من مستويات الإنارة داخل الفضاء، وفي الوقت نفسه فهي تعكس جزءاً من



الشكل 3-4: مستوى الاضاءة السطحية في منطقتي الارض المختلفة مقياسا بحسب معدل عكورة السماء
هذه المناطق [7].

3-3-2 السماء الغائمة جزئياً

تتراوح الغيوم في مثل هذه السماء بين قليلة الى شديدة الكثرة ونسبة (30 - 70%). وبسبب تغير ظروف السماء سيتغير مقدار الاضاءة بصورة كبيرة بسبب الانعكاس المتكرر للأشعة الشمسية النافذة من خلال الغيوم الى الأرض والمنعكسة عن الغيوم البيضاء مرات عدة، فيزداد بذلك مسرعة الاضاءة بشكل كبير ويتغير لحظياً. لاحظ الشكل (3-5) [2]. حيث تكون الاستضاءة في بعض الاوقات اضعف بكثير من استضاءة السماء الصافية بسبب هذه الانعكاسات المتكررة.



الشكل 3-3/3: توزيع مستويات الاضاءة في قبة السماء الصافية عندما تكون زاوية ارتفاع الشمس (30) درجة [6]

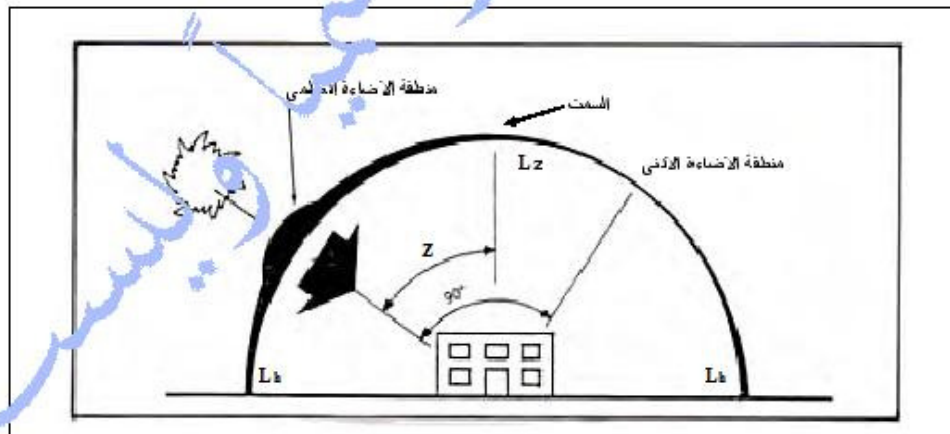
يتغير مستوى إضاءة السماء الصافية اعتماداً على خطوط العرض لمناطق الأرض المختلفة. حيث تبلغ قيمته على خط الاستواء وعندما تكون الشمس عمودية عليه (عند استبعاد تأثير أشعة قرص الشمس المباشرة) حوالي (18000) لوكس وتنخفض إلى (3000) لوكس عند المناطق الشمالية والجنوبية من الكرة الأرضية القريبة من القطبين، لاحظ الشكل (3-3/4)، أما في العراق فيمكن أن يصل مستوى إضاءة السماء صيفاً في وقت الظهيرة إلى ما يقارب (16500) لوكس. وفي حال إدخال أشعة قرص الشمس فإن الاضاءة ستصل إلى (130000) لوكس، وتزيد هذه الاضاءة على السطوح والشبابيك إذا حدثت انعكاسات إضافية من مجاورات أو مقابلات ذات انعكاسية عالية.

3-1/3 السماء الصافية

تعتبر السماء صافية إذا كانت الغيوم تغطي مساحة تتراوح (0 - 30%)، ويمكن في هذه السماء مشاهدة قرص الشمس المسبب توزيع اضاءة غير متجانسة في قبة السماء. حيث يعتمد توزيع الإضاءة على موقع الشمس في قبة السماء، إذ تكون أعلى قيم لشدة إستضاءة السماء الصافية في المنطقة المحيطة بقرص الشمس، كما أنّ إستضاءة السماء عند الافق اكبر عدة مرات من الإستضاءة في قمة السماء (نقطة السمّت) بسبب انعكاس أشعة الشمس على الأرض قرب الافق وزيادة نسبة الغبار وبخار الماء. ومن جانب آخر فإن أقل إستضاءة للسماء الصافية تكون في الموقع المقابل للشمس وعلى بعد زاوي قدره (90) درجة، لاحظ الشكل (3-2/3).

ترتبط قيمة الاضاءة في اي نقطة في السماء (L) مع إضاءة السمّت -نقطة رأس السماء - (Lz)، كما مبين ذلك تفصيلياً في المثال في الشكل (3-3/3) الذي يمثل توزيع الإضاءة في القبة السماوية حينما تكون زاوية إرتفاع الشمس (30) درجة، حيث يظهر ان أقل إضاءة بين اجزاء القبة السماوية هي حينما تكون الزاوية الفاصلة بين موقع الشمس وجزء القبة السماوية (90) درجة.

قد تصل قيمة الاشعاع المنتشر (الانارة السماوية) خلال ساعات النهار الى 10% من الاشعاع الشمسي الكلي وقد تزداد هذه القيمة الى حوالي 20% عند الصباح الباكر وماقبل الغروب[4]. وتصنف مدينة بغداد ومعظم مدن العراق ضمن المناطق ذات السماء الصافية الزرقاء.



الشكل 3-2/3: إستضاءة السماء الصافية[5].

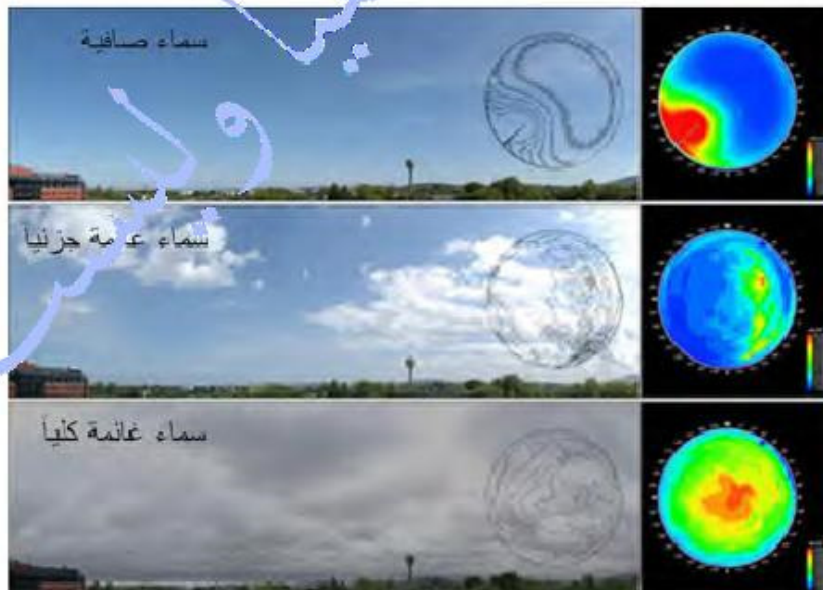
كان الفرق بين زاوية السقوط وزاوية ميل الجدار متناهياً في الصغر (باستثناء ساعات الشروق الاولى وساعات الغروب الاخيرة) التي تتأثر فيها شدة الاشعاع لمرورها بسمك غلاف جوي أكبر عند الافق [2].

3-3 اضاءة القبة السماوية

إن السبب في إضاءة القبة السماوية المحيطة بنا نهاراً هو سمك الطبقة الهوائية المحيطة بالكرة الأرضية ووجود دقائق الغبار وبخار الماء في الجو. فهذه العوامل تعمل على تشتيت الأشعة الشمسية عند مرورها في الغلاف الجوي، ويكون الاضاءة المصاحبة لها قليلة. هذه الظاهرة هي الأساس في إضاءة السماء، إذ بعدم وجودها ستكون قبة السماوية شبه مظلمة. وغالباً ما يتم الاعتماد على هذا الضوء في تصميم الانارة الطبيعية داخل المباني لقله دخوله من أشعة حرارية.

إن الانارة السماوية تتغير بصورة منتظمة اعتماداً على دوران الأرض حول الشمس خلال الفصول الأربعة ودورانها اليومي حول نفسها. يتم عادةً وصف حالة السماء وظروفها كما تبدو عند النظر اليها، فهي تختلف في انارتها اعتماداً على كمية الغيوم المغطية لها [2]. فهناك ثلاثة انواع رئيسة من الظروف السماوية، لاحظ الشكل (3-1/3):

- سما صافية clear sky .
- سما غائمة جزئياً partial sky .
- سما غائمة كلياً overcast sky .



الشكل 3-1/3: الانواع الرئيسية لتصنيف السماء استنادا الى كمية الغيوم المغطية لها [3].

الباب الثالث مصادر الإنارة الطبيعية

1-3 تمهيد

تعتبر الشمس أهم مصدر للإنارة الطبيعية على الأرض، فهي تعطي مع إضاءتها طاقة حرارية متغيرة بحسب موقعها اليومي والسنوي وموقع البلد الذي تظهر عليه، وتختلف ردود الفعل بحسب درجة حرارة المناطق التي تقع فيها الابنية. ففي المناطق الحارة الجافة مثلاً يحاول القاطنون التخلص من الأشعة المباشرة لما تسببه من إجهاد حار، لذا فإنهم يحاولون الحصول على إضاءة مبانيهم بدون أن يؤثر ذلك في الراحة الحرارية، وذلك باستعمال مصادر الإنارة الطبيعية بشكل غير مباشر كإضاءة السماء الزرقاء والإضاءة المنعكسة من المباني المقابلة ومن للنباتات وكل المصدات الخارجية.

إن دراسة هذه المصادر ومعرفة أسلوب توظيفها من أجل الراحة البصرية سيتناولها هذا الباب. حيث يمكن للإضاءة الطبيعية أن تصل الى الفضاء الداخلي عن طريق ثلاثة مصادر [1]:

- أ- الإضاءة الشمسية المباشرة
- ب- الإضاءة السماوية المنتشرة.
- ت- الإضاءة الشمسية والسماوية المنعكسة من سطح الأرض المقابل والمصدات الخارجية.

2-3 إضاءة الشمس المباشرة

الشمس هي المصدر الرئيس للطاقة الحرارية والضوئية. تنقل الطاقة المشعة او الأشعة الشمسية بموجات كهرومغناطيسية قصيرة، تشمل الموجات: فوق البنفسجية Ultra Violet، والبرنية Visible وتحت الحمراء Infrared. ويتراوح طول الموجات ذات الاشعاع المرئي بين (380-750 nm) [1].

تكون الإضاءة الشمسية المباشرة الساقطة على سطح متعامد معها كبيرة تصل الى (130000) لوكس، ولكن هذه الإضاءة لا يمكن التعامل معها بصورة مباشرة لما تحمله من حرارة مصاحبة واشعة ضارة للإنسان وبعض المواد.

وتتغير إضاءة الشمس على السطوح وفقاً لتغير زوايا الاتجاه والارتفاع خلال اليوم. فالسطح الأفقي يسقف المبنى يتسلم اعظم اضاءة وسط الظهيرة عند اقصى ارتفاع للشمس، أما السطوح العمودية كالجدران فإنها تتلقى كميات كبيرة من الإضاءة بحسب اتجاهها الجغرافي نسبة الى موقع الشمس في قبة السماء، وتزداد اسمة كلما

مراجع الباب الثاني

- [1] التأثيرات الفسيولوجية للضوء على الإنسان، مركز معلومات ارجنومية، 2007
<http://www.ergo-eg.com/22h.php>
- [2] IES (American), " *Recommended Practice for the Calculation of Daylight Availability* ", Journal of the Illuminating Engineering Society, vol.13, No4, July, 1984 , pp.381-392.
- [3] " *Solar Energy In European Office Buildings, Mid- Career Education* "
http://erg.ucd.ie/mid_career/pdfs/tech_mod_4.pdf
- [4] " *An Examination of Visual Comfort In Transitional Spaces* ", 2007
http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-7311305/An-examination-of-visaal-comfort.html
- [5] Hopkinson, R. G., " *Daylighting* ", Pitman Press, Great Britain, 1966 .
- [6] " *Electric Lighting Controls* ", Whole Building Design Guide National Institute of Building Sciences, 2010.
<http://www.wbdg.org/resources/electriclighting.php>
- [7] Littlefair, Dr Paul, " *Daylighting And Solar Control In The Building Regulations* ", Building Services Centre, June 1999
<http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/133358.pdf>
- [8] CIE, " *Guide on Daylighting of Building interiors* " CIE Technical Committee TC-4.2 Daylighting, 1990.

الشخص على مستويات شبه ثابتة من الضوء ضمن الحدود المقبولة (المريحة) لأداء المهام خلال وجود الانارة الطبيعية نهاراً وسيعتمد على الاضاءة الاصطناعية كلياً خلال الفترات الليلية.

ولتجهيز المستوى الثابت للإضاءة فإنه يمكن حساب كمية الانارة الاصطناعية المساندة التي تبقى المستويات ضمن الحدود المقبولة. كما انه يمكن الاعتماد على متحسسات تُربط بمصادر الانارة الاصطناعية لتقوم بغلق جزء أو فتح أجزاء من المنظومة الاصطناعية لتساعد بشكل متكامل في تجهيز كميات الانارة المطلوبة لأداء المهام.

لايعني تصميم الانارة الطبيعية تحقيق السمات المعمارية المثالية فحسب، بل ينبغي أيضاً التكامل مع أنظمة الانارة الاصطناعية (الكهربائية)، حيث يمكن مع استعمال السيطرة المتقدمة للإضاءة ضبط مستوى الانارة الكهربائية عند توافر إضاءة طبيعية كافية[6].

7-2 الانارة الطبيعية وتأثيرها في احمال التكييف (حفظ الطاقة)

من المعلوم انه لايمكن الاعتماد على الانارة الطبيعية لوحدها خلال اليوم الواحد ولا خلال أشهر السنة بدون الاستناد الى الانارة الاصطناعية المساعدة التي تجهز مستوى الاضاءة المطلوب لأداء المهام حتى لو تم جعل واجهات المبنى كلها زجاجية[7]. كما ان كلفة الاعباء المساعدة المطلوب تجهيزها بالإضاءة الاصطناعية خاصة بعد أن تهيأت المصابيح الاقتصادية (مصابيح الفلورسنت المدمجة) ضئيلة جداً إذا ما قورنت بالتعويض في طاقة التدفئة والتبريد بالخصوص في بلدنا. وبالرغم من ذلك لايمكن الاستغناء عن الانارة الطبيعية بل لابد من الاهتمام بوجودها بحسب معايير لراحة النفس للإنفتاح على الخارج، وإن تكون بالحدود الدنيا التي توازن بين طاقة التبريد والحاجة الى الانفتاح الخارجي وتعقيم الفضاءات بالاشعة الشمسية ، وان يضع المصمم في حسابه ان معدل ما يصرف على الانارة الاصطناعية بشكل وفير جداً إنما يعادل عُشر ما يصرف على التكييف.

وكمثال على كيفية تحقيق التوازن المطلوب بين الحاجة الى الانارة الطبيعية ومن تقليل طاقة تبريد وتدفئة المبنى يظهر أنَّ زيادة مساحة الزجاج، بالرغم من أنها ستقلل من إستهلاك الطاقة المصروفة للإضاءة الكهربائية، إلا ان إستهلاك طاقة أحمال التدفئة والتبريد بسبب زيادة مساحة الزجاج سيزداد بشكل كبير. فخلال فصل الشتاء يمكن لهذه الشبائيك أن تزيد من فقدان الحرارة فيزداد حمل التدفئة وفي الصيف تزيد اكتساب الحرارة وتزيد من حمل التبريد. وهكذا لايمكن النظر الى الضوء الطبيعي كعنصر لوحده، بل يجب النظر بشكل تكاملي الى تصميم المبنى وأنظمة حفظ الطاقة، آخذين بالإعتبار الراحة البصرية المطلوب تحقيقها في المباني والراحة الحرارية فيما لو تم إستعمال الضوء الطبيعي بالموازنة مع ضمان الجانب الاقتصادي في الطاقة[8].

3. استعمال ديكورات وتلثيث داخلي ذي لون غامق، خاصة للسقف، يعمل كضاد بين شدة مصدر الضوء وإضاءة الخلفية، مما يسبب إبهاراً.

4. قلة إحتواء مصادر الاضاءة على الناشرات الضوئية (Louvers)، يؤدي الى وضع مصدر الضوء في اتجاه مباشر مع عين الناظر (زاوية أقل من 45 درجة) مما يسبب إبهاراً.

أثبتت الدراسات الفسيولوجية أن أفضل ظروف للرؤية من أجل راحة الإبصار يمكن تحقيقها بشكل مقبول إذا اعتمد مايلي [1]:

1. سطوع السطوح الكبيرة والأشياء في مجال الرؤية يجب أن يكون متجانساً بقدر الإمكان.
 2. نسب التباين بين الشيء المنظور ومجاوره يجب ألا تتعدى 3:1 في مركز مجال الإبصار الدقيق.
 3. نسبة التباين بين الشيء المنظور ومحيطه يجب ألا تتعدى 10:1 .
 4. أكبر قيمة مسموح بها للفروق في الإضاءة داخل الفضاء للراحة البصرية هي 40:1.
- ومن ذلك يتضح أنه يجب أن يوازن المصمم بين اضاءة النوافذ الساطعة أو مصادر الضوء الساطع في الاتجاه الذي ينظر إليه الإنسان باستمرار، حيث يتحقق التوازن بإضاءة جانبية أو سقفية في الممرات او الفضاءات الكبيرة او بإضافة خلفية مقابل لمصدر الابهار.

5-2 الظلال والتباين

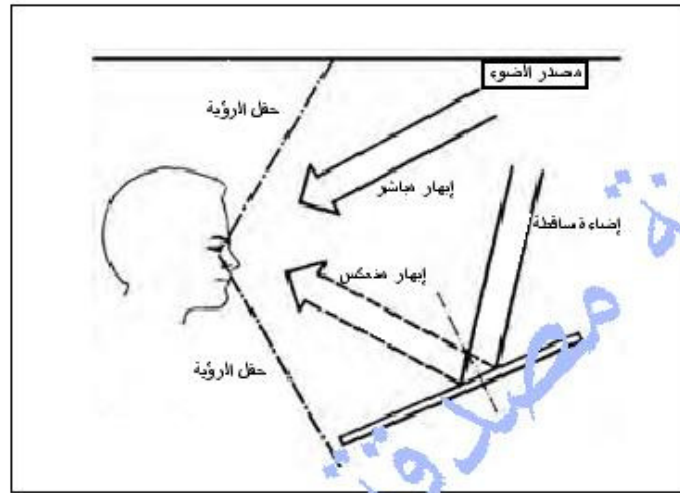
تعتمد إستعمالات الظل والتباين الضوئي على طبيعة الشيء، ووظيفة المنظر الذي نريدته والرغبة في الرؤية. ويعتبر التباين بين الضوء والظل منظرًا متحركاً للانتقال القوي بين كمية الضوء المنعكس من الابيض والكمية القليلة منه المنعكسة من منطقة الظل، والتي تعتبر كالفقرات التي يمر بها الجسم المتحرك او الرياضي. وتزداد حيوية العمل المعماري بما يحويه التشكيل من قابلية في التكوينات الخلفية على الواجهة نتيجة تقلص العين وتوسيعها، وهذا يحدث أيضاً مع الالوان. إن تكوين الظلال يعتبر فضلاً في المواقع ذات الكتل الكبيرة كالواجهات او الديكور داخل قاعات الاستقبال ويفضل التقليل منها قدر الامكان في مواقع ذات الاعمال الدقيقة او التي تتطلب مكوناً طويلاً في هذه الفضاءات.

6-2 تكامل الانارة الطبيعية والانارة الصناعية

باعتبار أن الضوء الطبيعي يتغير مستواه خلال اليوم الواحد وخلال أشهر السنة، ويتأثر بالظروف الطبيعية لحالة السماء، فإنه لا يستطيع بصورة عامة مواجهة متطلبات الانارة وتهيئة المستويات المطلوبة لممارسة الانسان نشاطه في جميع الاوقات ضمن مستويات الاضاءة ذاتها، لذا أصبح من المهم ان تزود الفضاءات اضاءة صناعية سائدة يتم استعمالها عندما تكون الانارة الطبيعية غير كافية لأداء المهمة البصرية، ولذا فسيحصل

عرف الابهار ايضا كظاهرة ذاتية تنتج من مقدار الضوضاء البصري المتداخل مع ادراك المعلومات البصرية بسبب وجود مصدر إضاءة ساطع غير مريح في حقل الرؤية [5].

يعتمد الابهار على عدة عوامل منها: مستوى الاضاءة الذي تتكيف معه العين (إضاءة الخلفية)، وإضاءة المصادر المسببة للإبهار، وعلاقة هذه المصادر ومواقعها النسبية مع خط نظر المشاهد، والزاوية المجسمة تمقابلة للعين وعدد مصادر الابهار [5]، يوضح الشكل (2-1/4) تأثير مصادر الابهار في عين الناظر.



الشكل 2-1/4: مصادر الابهار المباشر والمنعكس

هناك عدد من العناصر يمكنها ان تزيد من الابهار غير المريح [3]:

- إنخفاض زاوية مصدر الاضاءة.
- زيادة شدة المصدر الضوئي.
- زيادة مساحة المصدر الضوئي.
- إنخفاض إضاءة الخلفية.

يتم وصف شدة الابهار في الفضاء بمصطلح (دليل الابهار Glare Index GI) حيث لا يكون التجنب الكلي للابهار مرغوباً فيه دائماً، إذ يمكن ان يستفاد منه لإضافة البريق والابتعاد عن الرتلة ولجانس.

ويمكن من تعريف الابهار ملاحظة بعض الجوانب التي تزيد من تأثيره:

1. الفضاء الطويل، الذي ينتهي بشباك يجعل زاوية اتجاه الاضاءة القادمة من المصدر والاشياء المريحة في خط حقل النظر نفسه مما يكون إبهاراً.
2. وجود سقف منخفض ضمن فضاءات كبيرة تحوي شبابيك من جهة واحدة، يعمل على وضع خط مصدر الضوء والاشياء المرئية في خط حقل النظر نفسه مما يكون إبهاراً.

2-3/2 كمية الضوء النافذ لأداء الأعمال

يحتاج كل عمل أو أداء داخل الفضاءات سواء أكانت هذه فضاءات سكنية أم خدمية أم معملية الى كمية من الاضاءة المطلوبة بحسب دقة العمل المطلوب وطبيعة أدائه، وهكذا ستحتاج هذه الفضاءات الى إدخال كميات مختلفة من الانارة الطبيعية. وحيث أنَّ كمية الضوء في الانارة الطبيعية الخارجية هي متغيرة خلال ساعات اليوم مع اختلاف الفصول مما سيؤثر في أداء الاعمال داخل المباني، لذلك قد يضطر شاغلو المبنى الى الاقتراب أو الابتعاد عن الشباك أو منفذ الإضاءة للحصول على الاضاءة المطلوبة لأداء الفعالية. وباعتبار ان كمية الاضاءة المطلوبة للأداء هي كمية شبه ثابتة لفعالية معينة، لذا فعلى المصمم أن ينظر الى تحقيق هذه الكمية إما بواسطة عدد من منافذ الاضاءة لتحقيق المستوى المطلوب أو بإضافة مساعدات إصطناعية تحقق الحدود الموصى بها. وهذا لايعتبر خروجاً عن الانارة الطبيعية واستعمالاتها لأن الانارة الطبيعية لا تستعمل فقط لتحقيق كمية الاضاءة بلادر ما تعتبر في العمارة جانباً نفسياً وصحياً. ويتطرق الباب الخامس من هذه المدونة الى موضوع مستويات الاضاءة الملائمة للفعاليات المختلفة بشكل تفصيلي من خلال الجداول والقيم الموصى بها.

2-3/3 الاضاءة كعامل للمحافظة على صحة الفرد

يعتبر الضوء الطبيعي مهماً جداً للصحة والأداء البصري الحسن، فنوعية الضوء وكميته التي تلاقى أعيننا تؤثر في أنظمتنا البيولوجية وتساعد على عمل ساعاتنا الداخلية بصورة صحيحة. وبجانب اعتبار ان الضوء لاغنى عنه للإستقبال البصري، فهو ينظم العمليات الايضية في جسم الانسان، وفي حالة قلة الاضاءة سيؤدي ذلك الى بذل الانسان المزيد من الجهد.

لظروف الاضاءة الداخلية اعتبارات من حيث تأثيرها في حالة العقل وتأثيراتها الواضحة في حالة الشخص السايكولوجية، والعاطفية النفسية والصحة العامة.

فالضوء الطبيعي يحسن صحة الجسم من خلال الاشعة فوق البنفسجية المحنوا في ضوء الشمس التي تساعد على تكون فيتامين D خلال جلد الانسان الضروري لتقوية العظام والاسنان.

2-4 الابهار (الوهج)

ان اتجاهية الضوء في الفضاء على موقع العمل لها الاثر الكبير في الراحة البصرية المطلوب تحقيقها داخل الفضاء وان عدم اخذ ذلك في التصميم يسبب حالة من الازعاج او عدم الارتياح او الإبهار الذي يعوق الرؤية او يقلل القابلية لمشاهدة التفاصيل والاشياء بسبب حدوث توزيع غير مناسب للإضاءة او بسبب المدى المتطرف او التباين العالي للإضاءة[4].

النوافذ ومواقع مصادر الضوء بما يساعد على تجهيز كمية من الضوء كافية للإبصار المريح بحسب نوع وحجم وملمس وطبيعة الأشياء المرئية واتجاهية وكمية وشدة ولون الضوء الساقط عليها.

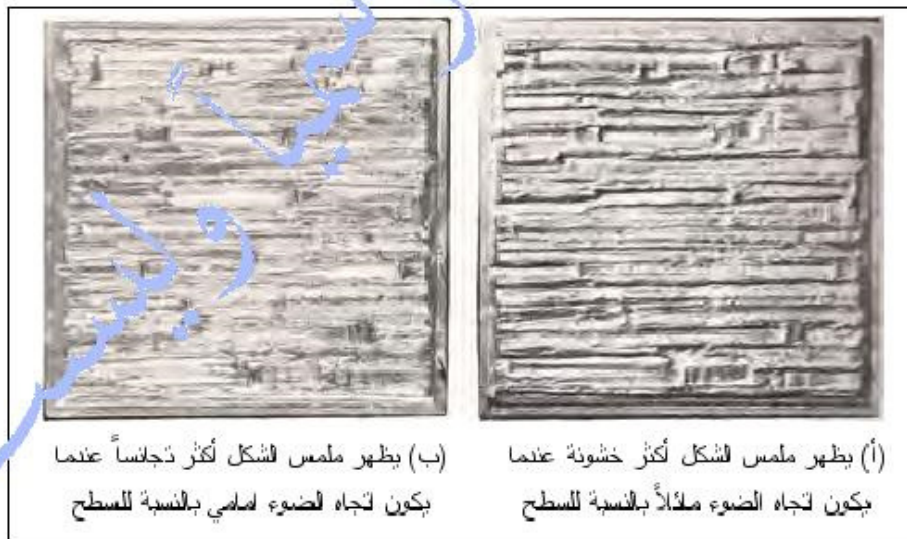
2-1/3-1 التأثيرات الاتجاهية للضوء

الضوء الذي يصل لأي نقطة داخل الفضاء يأتي جزءاً منه مباشرةً من مصادر الإضاءة أو الشبائيك، وجزء غير مباشر من انعكاسات الجدران والسقف والأرضية والسطوح الأخرى في الفضاء. يحدد اتجاهية الضوء بالنسبة لأي نقطة موقع الظل المتكون وكثافته، فتؤثر اتجاهية الضوء بالنتيجة في كيفية قراءة شكل الشيء والتمعن بتفاصيله المجسمة، علاوة على تأثيرها في عرض الأجزاء الداخلية والخصائص الهيكلية للفضاء الداخلي [2].

بعض التأثيرات الانعكاسية للضوء تجعل مشاهدة المهمة المرئية أكثر سهولة، في المقابل هناك تأثيرات أخرى تجعل النظر إلى المهمة أكثر صعوبة. لذلك يجب على المصمم أن يأخذ نوعي التأثيرات هذين.

2-1/3-2 ملمس الأشياء

يظهر ملمس نتيجة سقوط الضوء على سطح الجسم بما يحمله من أجزاء بارزة وأجزاء خاسفة (مظللة). تعتمد نعومة الظلال أو قوتها على حجم مصادر الإضاءة المسلطة على سطح الجسم وعددها وطريقة توزيعها. يوضح الشكل (2-1/3) تأثير إظهار ملمس السطح بتغير اتجاهية الإضاءة.



الشكل 2-1/3: أثر اتجاه الضوء في إظهار ملمس السطح

2-3/1-3 اللون

يعتمد لون الجسم أو لون السطح كما نشاهده العين على خصائص عكسه لألوان الطيف الضوئي، والطريقة التي تستجيب بها العين للون الضوء بحسب اختلاف أطواله الموجية.

الباب الثاني الإضاءة الطبيعية

1-2 تمهيد

يعمل الضوء الطبيعي على تحسين الاداء من خلال الراحة البصرية، لذا فإن توفير الإضاءة يعتبر أحد مميزات العمارة الجيدة ذات الفضاءات الغنية بالاضاءة الطبيعية والتي تنتج من خلال شكل المبنى وحجمه وموقعه ونمط توزيع الفتحات في غلافه الخارجي، وهذا ما سيتطلب معرفة الخصائص الكمية والنوعية لإنتقال الضوء وتنتشره داخل الفضاءات.

2-2 ارتباط اضاءة الطبيعة بالعمارة

لا يتم الحصول على تصاميم جيدة للضوء الطبيعي اذا تم النظر الى الاضاءة كجوانب تكميلية للمبنى المصمم، بل يجب الاهتمام بجانب الاضاءة الطبيعية منذ المراحل الاولى للتصميم، وبشكل موازٍ للإعتبارات الانشائية والبيئية الأخرى. إذ لا يحقق المبنى فعاييه المثلى في أداء أعماله إذا لم يدخل الضوء الطبيعي كعامل تصميمي رئيس من خلال الاختيار الجيد لنوافذ وفتحات المبنى التي تسمح بنفاذه، وأن تحدد المعالجات التي تحد من الابهار (الوهج) ومن دخول أشعة الشمس المباشرة غير المرغوب فيها وبالأذات في فصل الصيف. مع الأخذ بالاعتبار تطور صناعة الزجاج والمواد الشفافة الأخرى التي تساعد على تهيئة الخصوصية وتسمح بشكل فاعل في نفاذ الضوء خلالها مع خفض معدلات نفاذ الحرارة والابهار.

3-2 أهمية الاضاءة الطبيعية

تسهم الاضاءة الطبيعية في الجوانب التالية:

- تحقيق الراحة البصرية.
- تهيئة الاضاءة لأداء الاعمل والسلامة داخل الفضاءات
- المحافظة على صحة الفرد التي تؤثر في أداء أجهزته البايولوجية

1/3-2 الراحة البصرية

يمكن تحقيق الراحة البصرية عندما يستطيع شاغل لفضاء ان يتسلم المعلومات المرئية المطلوبة من دون شعور بتعب أو اجهاد لعضلات العين لرؤية الاشياء والذي قد تضطر اليه العين لقلّة الاضاءة في الفضاء أو ان الاضاءة قادمة من اتجاه يتعب العين وينشأ منه عوق للرؤيا (ابهار). ويمكن تحقيق الراحة البصرية إذا تمت

مراجع الباب الاول

[1] Geoffrey, G. Roy, " *The Development of Modelling Strategies for Whole Sky Spectrums under Real Conditions for International Use* ", University of Sydney, Murdoch University, Warren Julian ,September 1995.

http://simulationresearch.lbl.gov/dirpubs/skymap_report.pdf

[2] " *Illuminance: Define Illuminance at Dictionary* " , 2011

<http://dictionary.reference.com/browse/illuminate>

[3] البدرى، أمجد محمود عبد الله، "الاساليب التقنية الحديثة في السيطرة على الاضاءة الطبيعية"، رسالة

ماجستير، قسم الهندسة المعمارية/ جامعة بغداد، 1999

[4] بدران، لبراهيم و أونك، أدب، " دليل هندسة الاضاءة"، المركز القومي للاستشارات الهندسية والمعمارية، بغداد

1976 م.

[5] " *Green Building Encyclopedia* ", 2011

<http://www.whyygreenbuildings.com/glossary.php>

[6] " *Lighting Handbook - Daylight In Buildings - A Source Book* ", 2009

<http://www.scribd.com/doc/20629719/Lighting-Handbook-Daylight-In-Buildings-A-Source-Book>

مستوى العمل:

المستوى الذي تقع فيه أو عليه حالة الرؤية سواء أكان المستوى أفقياً أم عمودياً أم مائلاً، وما لم يذكر خلاف ذلك فإن ارتفاع مستوى العمل الأفقي يكون عادة (85 سم) عن سطح الأرض.

وسائل التظليل Shading Device:

وسائل ثابتة أو متحركة لقطع أو امتصاص الأشعة الشمسية المباشرة.

زاوية الظل الأفقية (HSA) (Horizontal Shadow Angle) :

هي الفرق بين زاوية اتجاه الشمس وزاوية اتجاه الجدار أو الشباك، وتكون قيمتها سالبة إذا كانت الشمس يسار الشباك وموجبة يمين الشباك.

زاوية الظل العمودية (VSA) (Vertical Shadow Angle) :

وهي مسقط زاوية ارتفاع الشمس على المستوى العمودي على اتجاه الجدار أو الشباك، وتكون قيمتها دائماً إما بقدر زاوية ارتفاع الشمس أو أعلى.

شدة الإضاءة (I) Luminous Intensity :

وهي شدة التدفق المنير لضوء صادر عن منبع ضوئي، مصباح مثلاً، معبراً عنها بالشمعة (القديل candle). أي إن شدة إضاءة منبع ضوئي نقطي (شمعة واحدة) تساوي تدفقاً ضوئياً قيمته لومن واحد في زاوية مجسمة solid angle قيمتها اسرئار واحد steradian ($I = df/d\omega$ قديلاً).

عامل الصيانة:

نسبة الاثارة التي تعطيها تركيبة معينة (أو نظام معين) وهي في حالة متوسطة من الاتساخ أو التلوث المتوقع في الحياة العملية للتركيبية الى الاثارة المعطاة من التركيبية حين تكون نظيفة. وبذلك فان عامل الصيانة يكون دائماً أقل من واحد.

عامل ضوء النهار (DF) Daylight Factor :

نسبة الاستتارة الطبيعية عند نقطة معينة في فضاء داخلي الناشئة من التوزيع المباشر وغير المباشر للضوء من الفضاء الخارجي (السماء المعروفة أو المفترضة الانارية) الى الاستتارة على مستوى أفقي والناشئة من توزيع استتارة السماء أو الفضاء الخارجي على (القبة السماوية)، وهي نصف كرة لاتعترضها عوائق محذوف منها ضوء قرص الشمس المباشر.

مستوى الاضاءة :Level of light

وهو شدة التدفق الضوئي المنير على وحدة المساحة.

الطيف المرئي Visible Spectrum :

حزمة صغيرة من الطيف الكهرومغناطيسي (بحدود 380 - 780 nm)¹ التي تحوي كل الأطول الموجية الملاحظة كالوان مرئية مدركة[3].

للوكس Lux (lx):

وحدة الإضاءة أو الإستارة في نظام لوحدات الدولي (SI) وتساوي لومناً واحداً لكل متر مربع.

للومن Lumen (lm):

وحدة التدفق الضوئي في نظام الوحدات القياسية الدولية (SI)، ويعرّف بأنه التدفق المنير المنبعث من مصدر ضوء نقطي ذي شدة منيرية قدرها قنديل واحد من خلال زاوية مجسمة تساوي (1) ستراديان.

المصد Obstruction:

سطح خارج المبنى يعمل على الصداً امداًثر لجزء او كل من منظر السماء من نقطة مرجعية.

الناشر Diffuser:

جسم او سطح يستعمل لتوزيع الضوء مكانياً.

دالة الإبهار Glare Index (GI):

دالة رقمية محسوبة على وفق الطريقة الموصوفة في التقرير المرقم 10 لجمعية هندسة الانارة البريطانية (IES) التي بمقتضاها تحدد قيمة الابهار الناشيء عن تركيبة انارة معينة أو سبائك. إذ تحسب شدة هذا الابهار وتُقارن بالحدود المثبتة بجداول الابهار المسموح به تبعاً الى نوع المهام أو العمل[4].

زاوية لتجاه الشمس Azimuth (Az) :

هي الزاوية الافقية لموقع الشمس، وتحدد بين مستوى عمودي يمر بالشمس واتجاه الشمال الحقيقي[5].

زاوية ارتفاع الشمس Altitude (Al) :

هي المسافة الزاوية للشمس المقاسة فوق الافق ضمن السطح لعمودي المار بموقع الشمس. إن قيم زاوية ارتفاع الشمس موجبة من الافق الى السميت (0-90) درجة.

¹ nm الأنانومتر = 10⁻⁸ متر.

التضاد (التباين) Contrast :

هو النسبة بين اضاءة الشيء الى اضاءة خلفيته المباشرة.

التظليل Shading :

عملية قطع او امتصاص للاشعة الشمسية المباشرة لغرض السيطرة على الكسب الحراري او الابهار غير مرغوب فيه.

التكيف Adaptatio :

العملية التي يتم فيها مضابطة أو تعديل فتحة بؤبؤ العين لتتناسب مع سطوع ولون الشيء المرئي في مجال الرؤية.

الدفق المنير Luminous Flux (lm) :

هو الضوء المنبعث من مصدر ضوء أو الضوء الذي يستقبله سطح ما، ووحدة قياسه هي اللومن.

الرف الضوئي Light Shelf :

هو رف أفقي (يكون عادة فوق مستوى العين) يعمل على انعكاس الضوء الطبيعي على السقف ويحمي من الاضاءة المباشرة الشديدة القادمة من السماء.

الشباك Window :

فتحة مزججة ثابتة أو متحركة ضمن غلاف المبنى الأفقي أو العمودي، تسمح بنفاذ الانارة الطبيعية، وتستعمل الأجزاء المتحركة منها للتهوية.

الضوء Light :

عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تقع ضمن الطيف الكهرومغناطيسي، وتتميز بانها موجات مرئية [1].

الضوء الطبيعي Daylight :

هو الضوء القادم من مصادر إضاءة طبيعية ويتميز بأنه الإنارة الأكثر ملاءمة فسلجياً للإنسان، غير أنه يتبدل ويختلف باختلاف الوقت والفصل والموقع والبعد عن خط الاستواء، وحالة الطقس، وغير ذلك.

3-1 التعاريف

تشمل هذه الفقرة التعاريف التي يتطلبها تطبيق مدونة الانارة الطبيعية.

الابهار (الوهج) Glare (G):

حالة الازعاج أو عدم الارتياح التي تعوق الرؤية وتحدد من مجالها نتيجة لشدة سطوع بعض الاشياء أو الاجزاء المضاءة بالنسبة للخلفية المحيطة بها.

الابهار المعوق (Disability Glare):

حالة الابهار التي تحول دون إمكانية رؤية الأشياء بغض النظر عن تسببها في الازعاج أو عدم الارتياح.

الابهار غير المريح (Discomfort Glare):

حالة الابهار التي تسبب ازعاجاً أو عدم الارتياح في الرؤية.

الانارة الطبيعية Daylighting:

هي الإضاءة الناتجة من اشعة الشمس المباشرة وغير المباشرة، والتي تنعكس عن قبة السماء والغيوم والمحيط الخارجي والاراضي المجاورة.

الانارية Luminance:

إصطلاح يعبر عن شدة الضوء الذي تبعثه وحدة المساحة لسطح منير أو عاكس للضوء في إتجاه معين.

الانتشار Diffusion:

هو تبعثر الاشعة الضوئية وبذلك ستتقل في العديد من الاتجاهات بدلاً من الحيز أو الاشعة المتوازية[6].

الانعكاسية Reflectance:

النسبة بين كمية الضوء المنعكس من السطح الى الاضاءة الكلية الساقطة على السطح، ويحسب عنها كنسبة مئوية.

الإنارة (الإضاءة) Lighting:

هي إسقاط ضوء على سطوح الأشياء يُمكن من رؤيتها بالعين المجردة. فالضوء المرئي إشعاع طاقه على شكل موجات كهرومغناطيسية. أما الإشعاعات الكهرومغناطيسية التي لا تحس بها العين فهي خارج الطيف المرئي، وقد تكون موجاتها أقصر كالأشعة فوق البنفسجية أو أطول كالأشعة تحت الحمراء[2].

الباب الأول

عموميات

1-1 الغرض من مدونة الانارة الطبيعية

تعتبر الإنارة الطبيعية حاجة ماسة للتوازن النفسي والجسدي للإنسان، وهذا ما أثبتته علماء النفس والصحة، إذ يعتمد الأداء الفعال لأي نشاط إنساني على التفاعل بين الإنسان وحيز العمل الذي تكون فيه العين أهم جزء في هذا التفاعل. وحيث أن الإنارة الطبيعية التي تحوي أكبر حزمة للموجات في معظم الترددات والتي تنتشر في الفضاء تعمل على تلبية الحاجات النفسية والجسدية والأدائية، ولكي يصل المصمم الى إنتاج يسد هذه الحاجات فلا بد له من المعرفة المتوازنة للتعامل مع كافة عناصر التصميم التي تساعد على استغلال الإنارة الطبيعية ليحصل على أفضل الانارة الإيجابية في توفير بيئة داخلية أفضل في مجال الراحة البصرية.

إن هذه المدونة تهدف الى التعريف بأهمية الضوء الطبيعي واسلوب توزيعه وطرائق حسابه والتحكم به لتحقيق الراحة البصرية للإنسان بسبب نوع النشاط الذي يمارسه بما يحقق مواصفات بنائية عالية، وكذلك تضع المدونة الحد الأدنى من المتطلبات التي تحقق الإنارة الطبيعية من خلال الفتحات وأنظمة الإنارة الطبيعية بما يساعد في تهيئة بيئة صحية ملائمة.

كما تصبو هذه المدونة الى تقديم المعلومات المساعدة للمصمم على التوظيف الجيد للإنارة الطبيعية والتعرف على الجوانب السلبية لتجنب الاشكالات التي قد يسببها الاعمال غير الصحيح للإنارة وكذلك التأثيرات الحرارية التي تنتج من الفتحات والشبليك في الراحة الحرارية الداخلية، منبهين الى أن الإنارة الطبيعية حاجة لسانية جسدية ونفسية رغم كون اعتمادها يعتبر زيادة في استهلاك الطاقة، لايعتبر نوعاً من أنواع لترشيد فيها.

2-1 المجال

- تحدد هذه المدونة الحدود والتوصيات الدنيا لمستويات الإنارة الطبيعية واثق توزيعها السلائمة لأداء الوظائف في الابنية.
- أعدت هذه المدونة لتكون جزءاً من أنظمة البناء وقوانينه.
- لا تطبق هذه المدونة على المنشآت ذات الطابع الخاص
- تطبق المدونة على جميع أعمال البناء والتشييد في التصميم والتنفيذ والتشغيل والصيانة والتعديل وإعادة التأهيل للمباني والمنشآت.

الملاحق

الملحق أ	زوليا ارتفاع الشمس واتجاهها لمدينة بغداد	م_أ/1
الملحق ب	تأثير تصميم مانعات الشمس في مستويات الاضاءة داخل الفضاءات	م_ب/1
الملحق ج	قائمة المصطلحات الواردة باللغة الانكليزية	م_ج/1

هذه المداونة مصدقة

رسمياً وليس للبيع

4/6	استضاءة السماء الملبدة بالغيوم	3/2-6
5/6	الضوء المنعكس	4/2-6
6/6	شدة الاضاءة للسطوح المتعامدة على الاشعة الشمسية	5/2-6
9/6	شدة الاضاءة على السطوح الأفقية	6/2-6
11/6	شدة الاضاءة على السطوح العمودية	7/2-6
16/6	القيم التصميمية لسماء العراق	8/2-6
17/6	التنبؤ بمستويات الاضاءة الطبيعية للفضاءات الداخلية	3-6
18/6	خطوات استخراج قيمة مركبة السماء	1/3-6
21/6	محتويات منقالات الانارة	1/1/3-6
21/6	استعمال منقالات الانارة	2/1/3-6
23/6	الاضاءة العلوية	2/3-6
24/6	خطوات الحساب لتعدد مصادر الضوء الطبيعي	3/3-6
24/6	اشتراك الانارة الطبيعية مع الانارة الاصطناعية	4/3-6
25/6	المراجع	

البلد السابع انظمة الانارة الطبيعية المساعدة

1/7	تمهيد	1-7
1/7	الانارة الطبيعية للفضاءات العميقة	2-7
2/7	انظمة الانارة الطبيعية المبتكرة	3-7
2/7	الانظمة الموجهة للضوء	1/3-7
2/7	الانظمة ذات الاضاءة الجانبية	1/1/3-7
6/7	الانظمة ذات الاضاءة السقفية	2/1/3-7
9/7	الانظمة الناقلة للضوء	2/3-7
9/7	انظمة الانابيب الضوئية العمودية	1/2/3-7
9/7	انظمة الانابيب الضوئية الأفقية	2/2/3-7
10/7	الالياف الضوئية	3/2/3-7
11/7	انظمة الاضاءة المرآتية	4/2/3-7
12/7	المراجع	

4/4-4	أثر شكل الشباك في المساحة الداخلية المضاعة من الفضاء	10/4
5/4-4	مساحة الشبائيك	11/4
6/4-4	تعدد الشبائيك والفتحات	11/4
7/4-4	الستائر الداخلية	12/4
8/4-4	انعكاسية السطوح الداخلية للجدران والسقوف	12/4
9/4-4	الاناث المستعمل	13/4
	المراجع	14/4

الباب الخامس

القيم القياسية لمستويات الانارة والابهار

1-5	تمهيد	1/5
2-5	الجوانب الكمية لمستويات الاضاءة الملائمة لأداء المهام	1/5
3-5	الابهار ومرونته قياسه	6/5
1/3-5	اساسيات حساب شدة الابهار	7/5
1/1/3-5	ثابت الابهار	7/5
2/1/3-5	دالة الابهار	8/5
2/3-5	المخططات البيانية لثابت الابهار	9/5
3/3-5	اجراءات استعمال مخططات ثابت الابهار	10/5
4/3-5	بعض الارشادات لتقليل قيم دالة الابهار	13/5
	المراجع	14/5

الباب السادس

تصميم الانارة الطبيعية في مدن العراق

1-6	تمهيد	1/6
2-6	تعيين ظروف سماء التصميم	1/6
1/2-6	الاضاءة الشمسية	2/6
2/2-6	استضاءة السماء الصافية	3/6
1/2/2-6	استضاءة السماء الصافية على المستوى الافقي	4/6
2/2/2-6	استضاءة السماء الصافية على المستوى العمودي	4/6

الباب الثالث
مصادر الاثارة الطبيعية

1-3	تمهيد	1/3
2-3	إضاءة الشمس المباشرة	1/3
3-3	إضاءة القبة السماوية	2/3
1/3-3	السماء الصافية	3/3
2/3-3	السماء الغائمة جزئياً	5/3
3/3-3	السماء الغائمة كلياً	6/3
4-	الضوء المنعكس من الارض ومن السطوح الخارجية	6/3
	المراجع	8/3

الباب الرابع
عناصر تصميم الاثارة الطبيعية

1-4	تمهيد	1/4
2-4	العناصر الخارجية	1/4
1/2-4	تنسيق الموقع الخارجي	2/4
2/2-4	توجيه المبنى	2/4
3/2-4	المباني المجاورة والسطوح الخارجية	3/4
4/2-4	وسائل التظليل الخارجية	4/4
5/2-4	سطح الارض المقابل	5/4
3-4	عنصر الشباك	6/4
1/3-4	الصيانة لتنظيف الشبائيك	6/4
2/3-4	الترجيح الملون	7/4
3/3-4	تأثير اطارات الشباك	7/4
4/3-4	الشبائيك المستجيبة	8/4
4-4	العناصر الداخلية	8/4
1/4-4	الشكل الهندسي للفضاء	8/4
2/4-4	عمق الفضاء	9/4
3/4-4	اثر موقع الشباك في توزيع الاضاءة الداخلية	10/4

المحتوى

الباب الاول

عموميات

الترقيم	المحتوى	الصفحة
1-1	الغرض من مدونة الانارة الطبيعية	1/1
2-1	المجال	1/1
3-1	التعاريف	2/1
	المراجع	7/1

الباب الثاني

الانارة الطبيعية

1-2	تمهيد	1/2
2-2	ارتباط الانارة الطبيعية بالعمارة	1/2
3-2	أهمية الانارة الطبيعية وميزاتها	1/2
1/3-2	الراحة البصرية	1/2
1/1/3-2	التأثيرات الاتجاهية للضوء	2/2
2/1/3-2	لمس الاشياء	2/2
3/1/3-2	اللون	2/2
2/3-2	كمية الضوء النافذ لأداء الاعمال	3/2
3/3-2	الاضاءة كعامل للمحافظة على صحة الفرد	3/2
4-2	الابهار (الوهج)	3/2
5-2	الظلال والتضاد	4/2
6-2	تكامل الانارة الطبيعية والانارة الصناعية	5/2
7-2	الانارة الطبيعية وتأثيرها في احمال التكييف (حفظ الطاقة)	6/2
	المراجع	7/2

مقدمة فريق الاعداد بسم الله الرحمن الرحيم

بتوفيق من الله وفضل وقّع الاختيار من قبل الجهات ذات العلاقة على فريقنا لاعداد مدونة الانارة الطبيعية، الذي لم يأل جهداً في تقديم خبرته التي يعتمد عليها أعضاؤه في تصاميمه وتجاريه المنفذة وبحوثه، إيماناً منه أن تيسير الانارة الطبيعية ستتحقق منه فوائد صحية ونفسية. فهي بذلك تعد عاملاً مهماً في تهيئة الراحة المطلوبة للمستخدمين داخل الابنية، حيث يعتبر العامل النفسي في التصاميم المعمارية مهماً جداً لكون العمل المعماري يعنى بالانسان المستفيد من المبنى ككلن حي له أحاسيسه وتفاعلاته مع الفضاء الذي يستعمله.

إن الانارة الطبيعية، رغم كون توافرها يعني إيجاد فتحات مزججة أو غير مزججة لنقل الاضاءة من الخارج الى الداخل فتصبح منافذ للتبادل الحراري صيفاً وشتاءً ودخول للأشعة الشمسية المباشرة الرافعة لدرجة حرارة الفضاء في الفترة الصيفية، أي انها عامل في زيادة الصرف على الطاقة وليس الاختصار منها داخل المبنى لعلامة المبنى الى تكييف هوائه وجعله مقارباً للراحة الحرارية الملائمة التي يحتاجها شاغلو المبنى، لكن الأهمية النفسية والصحية تعتبران فوق كل هذه التكاليف. إذ أن توافر الانارة الطبيعية لايمكن ان يُتنازل عنه لأي غرض من، وإن حُسن توزيعها داخل الفضاء المعماري لايقبل أهمية عن كمية الانارة التي يحتاج إليها المستخدم منها لأداء الاعمال.

لقد حرص فريق الاعداد على أن تتضمن مدونة الانارة الطبيعية كل المعلومات ذات الصلة بمبادئ وطرائق تصميم الانارة الطبيعية المثالية. فقد اشتملت المدونة كافة البيانات والاساليب المطلوبة التي يحتاجها المصممون في عملهم، لكون أهمية وجود الانارة اللازمة لأداء الأعمال تتأثر تصميمياً بمواقع فتحات الانارة واتجاهاتها ولسطوح الخارجية والداخلية الدتلة والعاكسة لها لتتحقق داخل المبنى الدرجة العالية من الراحة البصرية التي يجب ان تنتهي مع بقية مستلزمات لراحة في المبنى.

تألفت المدونة من سبعة أبواب، واعتمدت في توصيف العمر على التجارب والبحوث الرصينة التي أجريت عالمياً والبحوث التي أجراها فريق الاعداد خلال سيرهم البحثي الخاص، ومن خلال طلبه الدكتوراه والماجستير والتجارب المجراة في العراق.

ويسر فريق الإعداد وهو يضع بين أيدي المختصين هذه المدونة أن يقدم شكره وتقديره الى اللجنة العليا لمشروع إعداد وتطوير وتحسين مواصفات وتشريعات البناء العراقية وإدارة المشروع وكافة الجهات التي ساهمت وتعاونت معه في إظهار هذه المدونة. كذلك يسره أن يستقبل الآراء والملاحظات التي من شأنها تحسين المدونة مستقبلاً. ومن الله التوفيق.

أ.د. مقداد حيدر الجوادي

رئيس فريق الاعداد

تقديم
بسم الله الرحمن الرحيم

لَئِنْ كَانَ يَحِقُّ لِلأُمَمِ والأَفْرَادِ أَنْ تَفْتَخَرَ بِبُنْيَانِهَا الفِكْرِيِّ والعِلْمِيِّ مِمَّا يُجَلِّي مَنْقِبَهُ ظَاهِرَةً،
أَوْ مَزِنَةً يَصْغُبُ مَرَامُهَا، فِلَوْزَارَةُ الأَعْمَارِ والإِسْكَانِ السَّابِقُ والقَدْحُ المُعَلَّى فِي أَنْ تَكُونَ قَدْ
اضْطَلَعَتْ بِأَعْيَانِ قِيَادَةِ مَهْمَةٍ مُشْرُوعِ إِصْدَارِ مَدُونَاتٍ وَمَوَاصِفَاتِ البِنَاءِ فِي العِرَاقِ.
فَانْزَبَتْ لَهُ بِعَزِيمَةٍ مَاضِيَةٍ وَغَايَةِ شَمَاءَ لَا تَقْفُ دُونَهَا غَايَةً، بِأَنْ كَلَّفَتْ أُولَى العِرْفَانِ وَأَهْلِي
التَّحْصِيلِ فِي كُلِّ عِلْمٍ (مِنْ عُلُومِ مَدُونَاتٍ وَمَوَاصِفَاتِ البِنَاءِ) مِمَّنْ هُمْ أَهْلٌ لِلأَعْدَادِ، أَعَانَهُمْ فِي
ذَلِكَ نُظَرَاءُ لَهُمْ بِالرَّأْيِ المُشَوَّرَةِ مُدَقِّقِينَ عَمَلِ أَقْرَانِهِمْ، مُوَازِرِينَ لَهُمْ بِرَأْيِ حَصِيفٍ وَمَشُورَةٍ
صَوَابٍ.

فَسَارَتْ عَمَلِيَّةُ إِعْدَادِ كُلِّ مَدُونَةٍ عَلَى رَوِيَّةٍ يَحْدُوهَا عَقْدٌ مُوثَّقٌ، مُيَمَّمَةٌ سَمَتْ غَايَهَا
مُقْتَصَصَةً أَثَرُ تَجَارِبِ الأَخْرَيْنِ فِي مَدُونَاتِهِمْ، تَنْحُو نَهْجاً مُسَدَّداً، فَجَاءَتْ حَسَنَةُ الدِّيْبَاجَةِ، مُحْكَمَةٌ
التَّبْوِيْبِ، مُطَرَّدَةٌ الفُصُولِ، جَزِيدٌ البَحْثِ، مَبْسُوطَةٌ العِبَارَةِ، مُسْتَوْعِبَةٌ لِأَطْرَافِ غَايَاتِهَا، عَلَى
النَّحْوِ الَّذِي يَبْنِي يَدَيَّ قَارِئَهَا.

وَمَا بَقِيَ عَلَى عَاتِقِي الغَيْرِ إِلَّا الِانْتِفَاعُ مِنْ عُصَاوَةِ الفِكْرِ هَذِهِ بِجَلِيلِ المَنْفَعَةِ وَأَرْجَاهَا، وَأَنْ
تَتَضَافَرَ الجُهُودُ نَحْوَ جَعْلِهَا مَوْضِعَ التَّطْبِيقِ وَالِإِنْزَامِ، بِنَيَّْةٍ جَازِمَةٍ حَازِمَةٍ. وَعِنْدَ ذَلِكَ لَنْ يَغْدُو
المَطْلَبُ صَعْباً فِي أَنْ يَأْتِيَ البِنَاءُ فِي العِرَاقِ مُحْكَمَ السَّمَاءِ والأَشْرَاطُ تَخْطِيطاً وَتَنْفِيزاً وإِشْرَافاً
وَاسْتِعْمَالاً.

وَوِزَارَةُ الإِعْمَارِ والإِسْكَانِ تَضَعُ هَذِهِ المَدُونَةَ لِبِنَةِ تَرْصُفِهَا لِإِعْلَاءِ صَرْحِ رَايَةِ العِلْمِ والبِنَاءِ فِي
عِرَاقِنَا العَزِيزِ، وَاللَّهُ المَوْفِقُ لِسَوَاءِ السَّبِيلِ. إِنَّهُ نِعْمَ الهَادِي وَنِعْمَ الذَّامِرُ.

المهندس

محمد صاحب الدراجي

وزير الإعمار و الإسكان

رئيس اللجنة العليا

لمشروع المدونات و المواصفات العراقية