

# أنماط البناء المناسب للبيئة الصحراوية الفناء الداخلي كمنظم للإضاءة النهارية\*

ا.د. رزق نمر شعبان حماد ، د. علي العمارة  
جامعة عجمان للعلوم والتكنولوجيا

## ملخص:

تبحث هذه الورقة في ميزات استخدام الإضاءة النهارية في المباني وطرق التحكم فيها. وقد ثبت من الأبحاث المختلفة وفي أنحاء متعددة من العالم إن للإضاءة النهارية ميزات عديدة أهمها أنها مجانية ومريحة للعين وأن الإنسان يحتاج كمية أقل بالمقارنة بالإضاءة الصناعية وتحفز الإنسان وتساعد على تحسين أداءه الوظيفي، وللإضاءة الطبيعية خواص طبية مميزة وأنها تظهر الألوان بمظهرها الحقيقي وغيرها من الميزات. وقد ركزت هذه الدراسة على الفناء الداخلي وميزاته من حيث أنه منظم للإضاءة النهارية. فيمكن الاستفادة من هذا العنصر المعماري الذي استخدم كمنظم للحرارة ولأغراض وظيفية أخرى في البيئة الصحراوية، لتنظيم دخول الإضاءة إلى الفراغات التي تفتح عليه. وقد تم قياس معامل ضوء النهار في غرفة مجاورة للفناء كمقياس لكمية الضوء الكلية في نقطة في منتصف الفراغ، وعملت ترتيبات مختلفة في الفناء، كتحديد لون الأسطح وشكله وارتفاع جدرانه، وتبين من الدراسة الواقعية على مجسم بمقياس 1:20 إن هذا الفناء يعتبر عنصراً هاماً في تنظيم الإضاءة داخل الغرف المجاورة. فيمكن زيادة أو تقليل الضوء الداخلي بتغيير ألوان الجدران. ويمكن تقليل كمية الضوء بوضع بعض المعلقة أو إضافة بعض العناصر المعمارية العمودية أو زراعة بعض الأشجار وغيرها من الترتيبات المستخدمة كعناصر معمارية للفناء.

## المقدمة

يعتبر الفناء الداخلي من العناصر المعمارية الهامة في البيئة الصحراوية على مر العصور، وقد استخدم كمنظم حراري للتقليل من الحرارة الزائدة في الفصول الحارة وحماية الفراغات المطلّة عليه من الرياح والأتربة في الفصول الباردة، واعتبر هذا العنصر المعماري الهام من أهم المعالجات المناخية الناجعة في البيئة الصحراوية<sup>1</sup>. كما أنه يعتبر عنصراً هاماً من ناحية وظيفية في البيت العربي المسلم. وقد كتبت العديد من الأبحاث في ميزات المناخية، يمكن الرجوع إليها، إلا أن الجزء المهم من هذه الأبحاث هو كونها عنصراً هاماً في تنظيم دخول الإضاءة النهارية. وتفنقر المكتبة العربية إلى أبحاث باتجاه الإضاءة النهارية بشكل عام، حيث أن هذا المجال ما زال بحاجة إلى العديد من الأبحاث والدراسات، بالرغم من أن الأبحاث الخاصة بالإضاءة النهارية في الدول الغربية قد بدأت مبكرة وتعددت حتى وصلت إلى أدق التفاصيل، وهناك برامج حاسوب متعددة لتقدير كميات الإضاءة الخارجية والداخلية<sup>2</sup>. وقد سجلت بعض البلدان، مثل إنجلترا الإضاءة الخارجية في مدن مختلفة لمدة تزيد على 50 عاماً بشكل متواصل بحيث

\* المقصود بالإضاءة النهارية: هي إضاءة الشمس الغير مباشرة المنعكسة عن قبة السماء والغيوم والمباني المجاورة

أمكن وضع معايير ثابتة عن كميات الإضاءة في المدن المختلة بشكل دقيق وتبحث هذه الورقة في إمكانية استخدام الفناء الداخلي كمنظم للإضاءة الطبيعية باستخدام مجسم فيزيائي وقياس تأثير هذا الفناء على الإضاءة للغرف المجاورة باستخدام مقاسات متعددة للفناء وارتفاعات حتى أربعة أدوار وتغيير بعض العناصر المعمارية وألوان الجدران من أجل رصد تأثير هذه التغييرات على مستويات الاستنارة\* للغرف المجاورة. ويمكن بعد ذلك معرفة أية تغييرات في شكل ومعالجة هذا الفناء بالاستعانة بالمجسمات الفيزيائية باعتبارها وسيلة ناجحة في دراسة الإضاءة النهارية وعلاقتها بتغييرات التصميم.

## ١- الإضاءة النهارية (Daylighting):

### ٢- ١ ميزاتها:

تعرف الإضاءة النهارية بأنها الإضاءة الناتجة عن إضاءة الشمس الغير مباشرة والمنعكسة عن قبة السماء والغيوم والمباني والأسطح، وعادة تستثنى إضاءة الشمس المباشرة لتغيير قيمها بتغير الوقت والزمن ولأسباب حرارية أخرى. وللإضاءة النهارية ميزات متعددة منها أنها مجانية وأنها إضاءة غامرة تضيء الهدف والمحيط وان لها ميزات طبية في تنقية الجو وإثارة البهجة والديناميكية في المكان. وقد أجريت عدة أبحاث في أماكن مختلفة من العالم عن ميزات هذه الإضاءة يمكن ذكر بعضها منها كما يلي:

- أنها انسب أنواع الإضاءة بالنسبة للعين البشرية وهي تحوي على طيف متكامل من الألوان وهي المصدر المرجعي لمقارنة ألوان المصادر الأخرى.
- تحتاج العين لإضاءة اقل بحوالي ٣٥% مقارنة بالمصابيح الفلورسنت لأهداف القراءة وحوالي ٨٠% اقل إذا كانت الإضاءة من أعلى أو من أمام القارئ<sup>٤</sup>.
- إن استخدام الإضاءة النهارية يوفر في استخدام الطاقة، حيث أن حوالي ٤٠-٥٠% من الطاقة في المباني السكنية والتجارية تستخدم للإضاءة<sup>٥</sup> وحوالي ١٠-٢٠% في المباني الصناعية كما انه يمكن تقليل الطاقة المستخدمة في المباني المدرسية والمكاتب من ٢٣,٧ وات/٢ إلى حوالي ٩,٥ وات/٢م دون الإخلال بالاستنارة المطلوبة على مستوى العمل لتحقيق الأهداف البصرية المختلفة في هذه المباني<sup>٦</sup>. وهناك دراسات متعمقة لتحديد كمية التوفير للطاقة الممكنة نتيجة لاستخدام ضوء النهار، من قبل عدة باحثين، بعضهم استخلص جداول ومنحنيات للتنبؤ بكمية الطاقة المتوفرة مسبقاً<sup>٧</sup>.
- إن استخدام الإضاءة الطبيعية يقلل من استخدام تكلفة التدفئة والتبريد. فحرارة الشمس في الأوقات الباردة تسخن المكان وتخزن الحرارة في المباني نهاراً لإعادة إشعاعها ليلاً، كما أن الإضاءة النهارية تحوي حرارة اقل من وحدات الضوء الصناعية وبالتالي نقل من الأحمال الحرارية داخل المباني التي تحتاج للتبريد. ولكن المهمة هنا هو تعريض المبنى لحرارة الشمس في الأوقات الباردة وحجبها عن الفراغات والشبابيك في الأوقات الحارة وهذا الترتيب بحاجة إلى تصميم معماري كفء للحوائط الخارجية والى توجيه مناسب للفتحات.
- لقد أكدت دراسات متعمقة في بعض أنحاء العالم على أن استخدام ضوء النهار يزيد من إنتاجية الفرد: ففي دراسة على ١٠٨ من مخازن إحدى الشركات في الولايات المتحدة المتخصصة في الأسواق المركزية (Supermarkets) تبين أن المخازن المضاءة بضوء النهار تباع بحوالي ٤٠% أكثر بالمقارنة بالأسواق التي تضاء بالإضاءة الصناعية<sup>٨</sup>. كما أن بعض الدراسات التي أجريت على حوالي ٢١٠٠٠ طالب أظهرت أن طلاب المدارس المضاءة بضوء النهار قد حققوا نتائج أفضل بالمقارنة بطلاب المدارس المضاءة بالإضاءة الصناعية، في الرياضيات وفي القراءة وفي سرعة الأداء<sup>٩</sup>.

\*الاستنارة (Illuminance) كمية تركيز الضوء على وحدة المساحة بالكس

وهناك مجموعة كبيرة من الدراسات الجارية في أنحاء العالم للإحاطة بالجوانب المختلفة من ميزات الإضاءة بضوء النهار على الإنسان، تشير النتائج الأولية بان هذه الإضاءة هي أفضل إضاءة للإنسان لأداء مهامه البصرية المختلفة<sup>1</sup> وانه لا بد من الاهتمام بهذه الإضاءة وخصوصا في البلدان العربية التي تقع في بقعة جغرافية متوسطة تتوفر فيها الإضاءة الطبيعية في غالب أيام السنة وعلى مدار اليوم. وانه يمكن تكثيف الأعمال النهارية وتقليل الأعمال الليلية إلى الحد الأدنى للاستفادة من هذه النعمة الربانية المجانية.

## ٢-٢ - معامل ضوء النهار:

يعرف معامل ضوء النهار (Daylight Factor) على نقطة معينة في الغرفة: بأنه النسبة المئوية ما بين الاستنارة (Illuminance) الداخلية على سطح العمل في تلك النقطة والإنارة الخارجية (Luminance)، في نفس الوقت، وهو يعتمد على ثلاثة عوامل:

- ١- إنارة قبة السماء (SC، Sky Component) وهو الجزء المرئي منها بالنسبة للنقطة المحددة على سطح العمل وهذا العامل له علاقة بفتحة الشباك و موقعها ومساحتها وعلى الجزء المرئي من قبة السماء بالنسبة لهذه النقطة وانارية قبة السماء، وهذا العامل يعتمد أيضا على الموقع الجغرافي والحالة المناخية للمنطقة.
- ٢- الانعكاسات الداخلية (IRF، Internally Reflected Component)، وهذا العامل يعتمد على ألوان الأسطح الداخلية ومعامل انعكاساتها.
- ٣- الانعكاسات الخارجية (ERC، Externally reflected Component) الناتجة من المباني والأسطح المجاورة وهذا يعتمد على موقع المبنى بالنسبة للمباني المجاورة وعلى أنواع أسطح تلك المباني.

ويكون معامل ضوء النهار هو مجموع العوامل الثلاثة السابقة :

$$DF = SC + IRF + ERC \quad \dots (1)$$

وتحسب الاستنارة على نقطة معينة من المعادلة:

$$I = D * Sky / Luminance * CF / 100 \quad \dots (2)$$

حيث : Sky Luminance هي انارية قبة السماء التصميمية وهي الانارية المتوفرة من قبة السماء في غالبية الوقت من السنة ( ٨٥% - ٩٥%) وهي تقدر من خلال قياس استنارة قبة السماء على مدار عدة سنوات متواصلة في ساعات النهار المستخدم فيها المبنى. وقد تصل هذه الفترة إلى ٥٠ سنة للوصول إلى رقم يمثل هذه الانارية بشكل دقيق.

CF: هو معاملات التصحيح والتي تعتمد على نظافة المكان ومساحة الزجاج الأصلية ونوع الزجاج من حيث تنفيذ الضوء.

ويمكن تقدير عامل ضوء النهار في مراحل التصميم الأولى، حيث إن هذه العوامل تكون معروفة لدى المصمم ومعرفة مواقع ومساحة كل شباك واتجاهه بالنسبة إلى الاتجاهات الأربعة. وهناك عدة طرق لمعرفة هذا المعامل، موضحة في المراجع الخاصة<sup>١١، ١٢</sup>.

كما أن تأثير التصميم المعماري (موقع ومساحة الفتحات ونوع المعلقات (sun breaks) وتفصيل الشبائيك وغيرها من العوامل) على كمية وتوزيع ضوء النهار قد تمت مناقشته في مجموعة من الأبحاث المنشورة من قبل المؤلف في أماكن مختلفة<sup>١٣</sup>.

وهناك لأن أجهزة خاصة لقياس هذا المعامل وهي في الغالب مكونة من مجموعة من الخلايا الضوئية التي تقيس الإنارة الخارجية والاستنارة الداخلية في نفس الوقت ويقوم الجهاز بعد ذلك بحساب معامل ضوء النهار<sup>١٤</sup>. وبما أن الإنارة الخارجية متغيرة من لحظة وأخرى فان الجهاز يقوم بقياس الإنارة

الخارجية والاستتارة الداخلية في ١٢ موقع في نفس الوقت بحيث يضمن أن تتوافق القياسات الخارجية والداخلية قبل أي تغيير في الإنارة الخارجية.

### ٣ - الترتيبات والقياسات:

يمكن قياس معامل ضوء النهار في داخل الغرف والقاعات مباشرة باستخدام الأجهزة المناسبة، وهنا تكون الإضاءة الخارجية هي مصدر الضوء، وتتيح الأجهزة المذكورة سابقا بسرعة القياس قبل أن تتغير الإضاءة الخارجية، كما انه يمكن استخدام المحاكاة بالكمبيوتر، حيث يمكن الآن قياس ورؤية النتائج والإحساس بالإضاءة وتجسيما كأنها صور فوتوغرافية تمثل الواقع مع الإمكانية الكبيرة لإضافة العديد من المتغيرات داخل الفراغ وخارجه، وتغيير شدة الإضاءة الخارجية وإضافة المباني المحيطة<sup>١٥</sup>. كما يمكن دراسة الاستتارة الداخلية وتأثير متغيرات التصميم الداخلي والخارجي على المجسمات، وهذا ما تم استخدامه في البحث.

### ١-٣ - المجسمات الفيزيائية:

تستخدم المجسمات الفيزيائية في مختلف الدراسات المعمارية والهندسية، وهي وسيلة نمطية معروفة لدى الممارسين، وتستخدم في جوانب هندسية عديدة في الدراسات الصوتية والإنشائية وغيرها، إلا أن استخدامها في دراسة الاستتارة في الفراغات المعمارية تعتبر وسيلة اقتصادية وفعالة نظرا لأنها تمثل الواقع بكل تفاصيله، وعدم الحاجة لإدخال تصحيحات إضافية نظرا لمقياس الرسم، كما هو الحال في المجسمات المستخدمة في الدراسات الصوتية، ولأن الأجهزة المستخدمة فيها لا تختلف عن الأجهزة المستخدمة في القياسات في الواقع. وكذلك فإنه يمكن عمل المجسمات لتبين أدق التفاصيل وتعطي الإحساس الفعلي للاستتارة داخل الفراغ<sup>١٦</sup>.


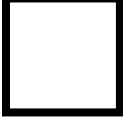

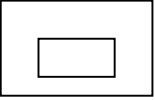




وقد استخدمت هذه المجسمات بنجاح في دراسات مختلفة في الإنارة، الداخلية والخارجية ولدراسات مشابهة على الألفية<sup>١٧</sup> لتحديد أماكن وحجم الفتحات وشكل وكمية الاستتارة الداخلية الناتجة من وجود الفناء. واستخدمت هذه المجسمات لمساعدة المصمم في التوصل إلى أفضل توزيع وفضل مساحات للفتحات، ومساعدته في معرفة الجو الداخلي للغرف المطللة على الفناء في المراحل الأولى من التصميم.

### ٢-٣ - المجسم المستخدم في الدراسة:

لقد تم بناء مجسم بمقياس ١:٢٠ لغرفة (مقاسها ٤\*٤\*٢م) مطلة على فناء داخلي وتم تغيير شكل وألوان ومساحة وارتفاع الفناء كما تم استخدام فتحتين مختلفتين للغرفة وكذلك تم إضافة بعض المعلقة على الفناء. ويوضح جدول (١) الترتيبات المختلفة في هذا المجسم. وفي كل حالة كان يتم قياس معامل ضوء النهار وكمية الاستتارة على سطح العمل على ارتفاع متر واحد من الأرضية وقياس الإنارة الخارجية في منتصف الفناء وعلى ارتفاع متر واحد أيضا. واستخدمت السماء الصناعية\* (Artificial Sky) للتحكم في الإنارة الخارجية خلال مدة التجربة. وقد تم تثبيت الإضاءة الخارجية طوال التجربة في المجسم بمقدار ٦٠٠٠ لكس. ويمكن رفع هذه القيمة عند الحاجة إلى حوالي ١٠٠٠٠ لكس، ويمكن تخفيضها لتمثيل الإضاءة الخارجية في الأيام الغائمة وبتحدهود ٣٠٠٠ لكس. وفي الواقع يمكن التحكم في الإضاءة الخارجية بأي قدر يشاء المصمم. ومن أهم ميزات السماء الصناعية بالإضافة إلى تثبيت الإضاءة الخارجية طوال التجربة أن الإضاءة الخارجية متساوية داخل المجسم مهما كانت الانارية المطلوبة.

\*السماء الصناعية هي مجسم لتمثيل إضاءة قبة السماء يمكن التحكم في الإضاءة الخارجية وتثبيتها خلال التجربة

جدول (١) الترتيبات المختلفة في الفناء

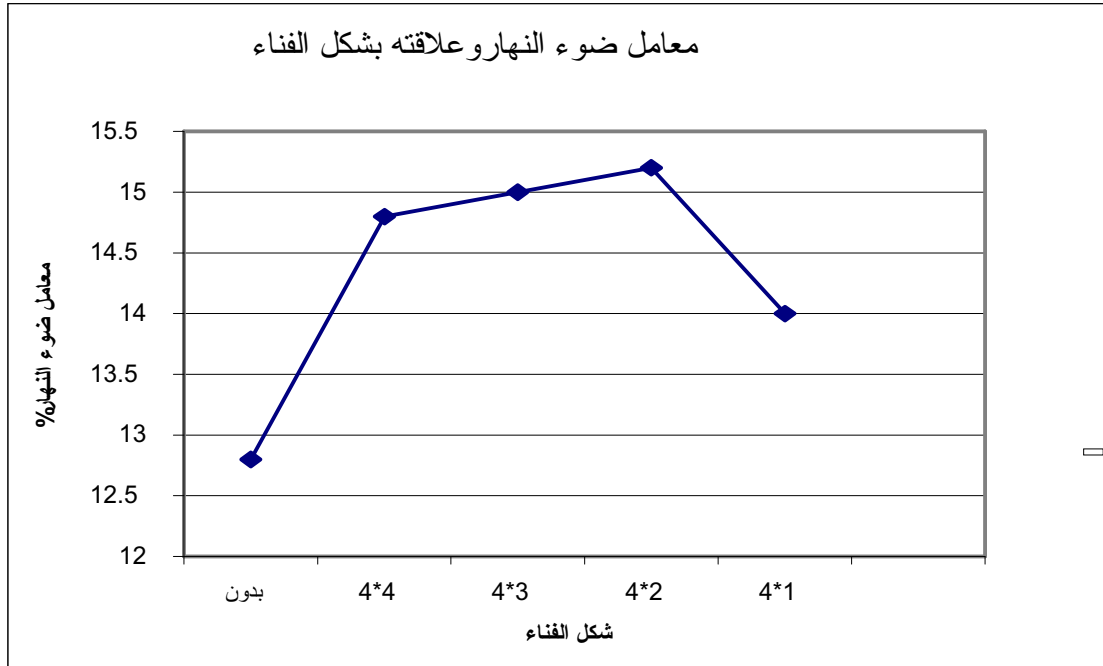
المعلقات	ألوان الفناء	عدد الأدوار بالعدد	مقاس الفناء بالمتر	مقاس الشباك بالمتر	مقاس الغرفة بالمتر
١- مستطيلة 	ابيض	ارضي	٤*٤	١,٦*٣,٦	٤*٤ 
٢- مستطيلة 	اخضر	أول	٣*٤	١,٦*٢	
٣- مستطيلة 	اصفر	ثاني	٢*٤		
١- مثلثة 	احمر	ثالث	٤*٣		
٢- مثلثة 	ازرق	رابع	٤*٢		
٣- مثلثة 					

#### ٤: النتائج والمناقشة:

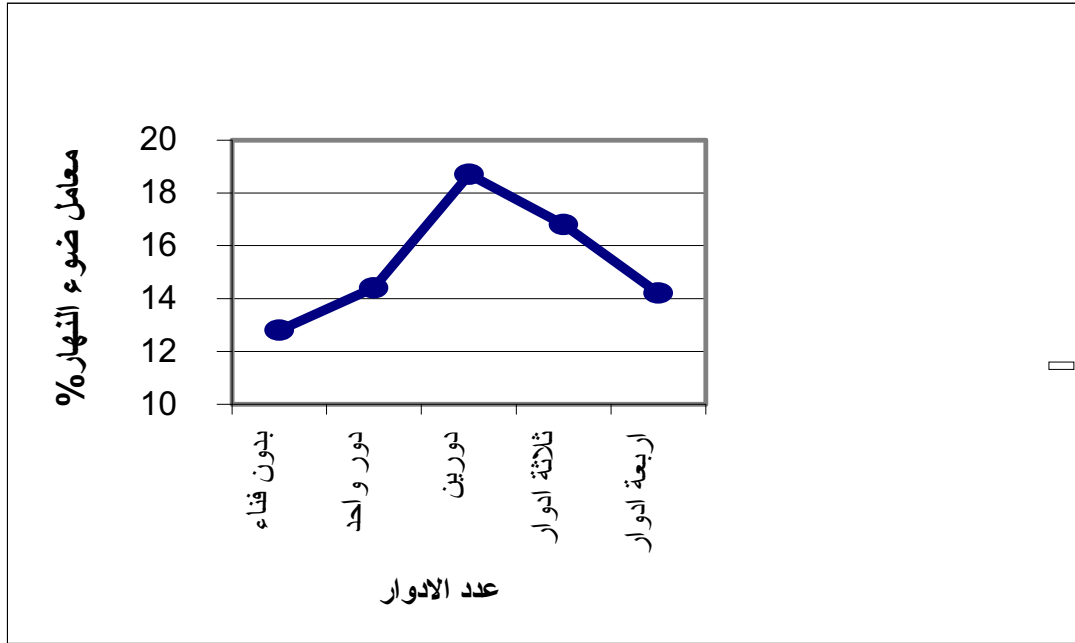
يوضح شكل (١) العلاقة ما بين معامل ضوء النهار وشكل الفناء (مع تثبيت الارتفاعات ولون الفناء باللون الأبيض وموقع ومساحة الشباك) والواضح من الشكل أن مساحة الفناء وشكله له علاقة كبيرة بكمية الضوء الداخلة إلى الغرف المطلة على الفناء، فمجرد وجود الفناء رفع معامل ضوء النهار من ١٢,٨ إلى ١٤,٨ وذلك لان الانعكاسات الخارجية ( المركبة المنعكسة الخارجية) عن جدران الفناء قد ازدادت، وكذلك الحال عندما اصبح الفناء مستطيلا ٣\*٤ و ٢\*٤ حيث وصل معامل ضوء النهار إلى ١٥ و ١٥,٣ على الترتيب، إلا أن هذا المعامل قد قل إلى ١٤ عندما اصبح الفناء ١\*٤ حيث أن مركبة السماء قد قلت، أي أن الجزء المرئي من قبة السماء قد قل بالنسبة للنقطة الداخلية المحددة إلا انه حتى في هذه الحالة ما زال معامل ضوء النهار اكبر بالمقارنة في حالة عدم وجود فناء. وإذا ما ترجمت هذه المعاملات إلى كمية استنارة على مستوى العمل بالكس فإنها تساوى حوالي ٦٤٠ لكس بدون فناء، و٧٤٠ لكس للفناء المربع ٤\*٤ م ٢ وحوالي ٧٠٠ لكس و ٧٦٠ لكس للفناءين المستطيلين ٣\*٤ و ٢\*٤ م ٢ على الترتيب. وكانت حوالي ٧٠٠ لكس للفناء مقاس ١\*٤ م ٢.

كما يوضح شكل (٢) تأثير ارتفاع الفناء على معامل ضوء النهار للغرف في الدور الأرضي من الفناء مع تثبيت بقية العوامل السابقة. وكما هو واضح من الشكل فإن المعامل في الأدوار السفلي يزداد إذا كان ارتفاع الفناء دور ودورين وثلاثة وأربعة أدوار مقارنة بإضاءة الغرفة بدون فناء ، وهذا ناتج عن الانعكاسات التي تحدث عن جدران الفناء وتزيد من المركبة المنعكسة الخارجية مع ملاحظة أن مركبة السماء نقل في كل مرة نظرا لحجب جزء قبة السماء عن النقطة المعتبرة كلما ارتفع الفناء وقد كان معامل ضوء النهار يتراوح ما بين ١٤,٢، ١٨,٦، ١٧، و ١٤ في حالة ارتفاع دور ودورين وثلاثة وأربعة أدوار على الترتيب مقارنة بمعامل قدره حوالي ١٣ بدون وجود الفناء. والواضح أن أفضل ارتفاع لهذا الفناء هو دورين، وذلك بسبب أن الإضاءة تصل إلى النقطة المعتبرة عن طريق قبة السماء والانعكاسات الخارجية معا. وتقل مركبة قبة السماء عندما يصبح ارتفاع الفناء ثلاثة وأربعة أدوار. هذا مع العلم أنه حتى للفناء المرتفع ما زالت الاستنارة الداخلية أفضل منها في حالة عدم وجود فناء. وهذا يعزز من أهمية المركبة المنعكسة الخارجية على أداء الفناء.

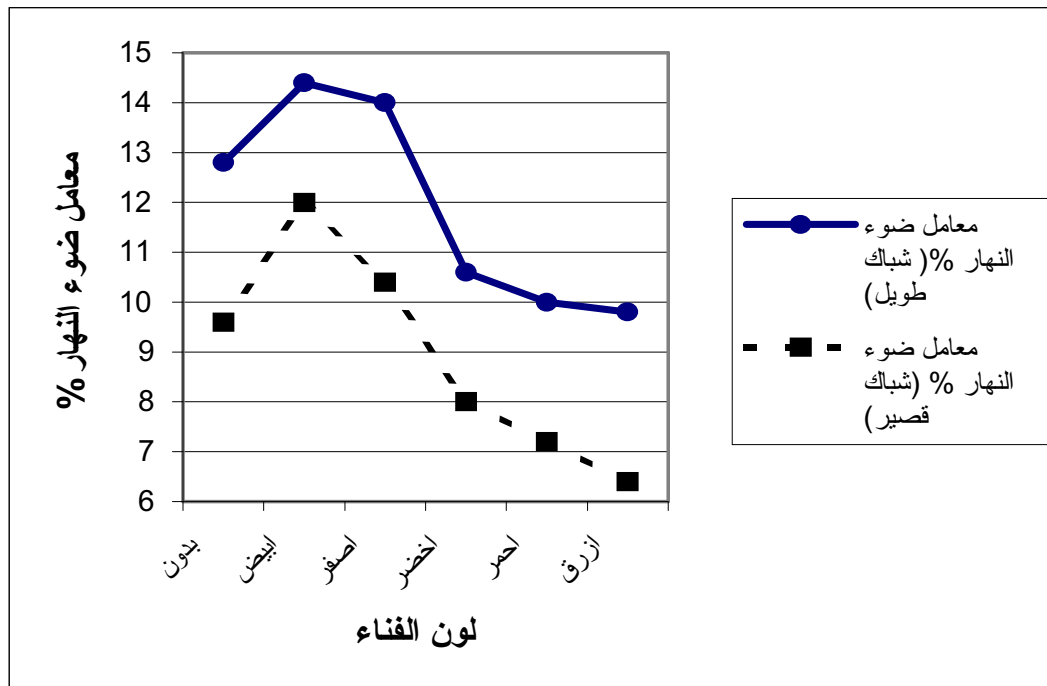
ويوضح شكل (٣) العلاقة بين ألوان الجدران ومعامل ضوء النهار حيث كان ارتفاع الفناء دور واحد فقط، وثبتت بقية العوامل مثل مقاس وموقع فتحة الشباك والألوان الداخلية. حيث ساعدت الانعكاسات عن الجدران الخارجية من زيادة المركبة المنعكسة الخارجية (معادلة (١) ص ٣) مما زاد من معامل ضوء النهار. ، وكما هو واضح من الشكل فإن اللون الأبيض على جدران الفناء قد زاد من معامل ضوء النهار إلى حوالي ١٤,٥ مقارنة ب ١٢,٨ في حالة عدم وجود فناء. وكذلك الحال بالنسبة لبقية الألوان فقد أدت كل منها إلى زيادة معتبرة في معامل ضوء النهار.



شكل (١) العلاقة بين شكل الفناء ومعامل ضوء النهار

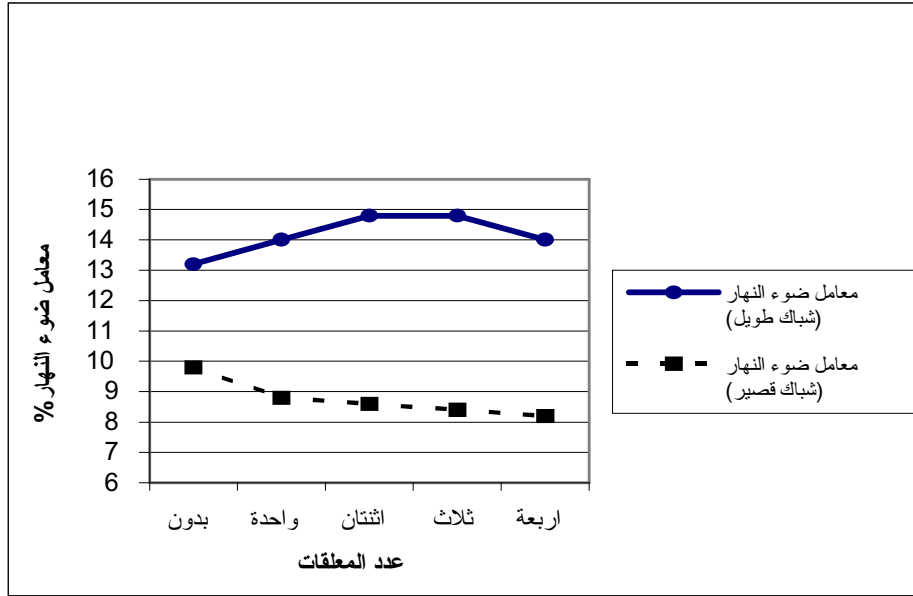


شكل (٢) العلاقة بين معامل ضوء النهار وارتفاع الفناء



شكل (٣) تأثير ألوان جدران الفناء على معامل ضوء النهار

ويوضح شكل (٤) تأثير وجود معلقات مستطيلة المقطع (٠,٣٠\*٠,٧٠) على سطح الفناء والواضح إن تأثير المعلقات بزيادة الاستتارة الداخلية كان واضحا في حالة الشبائيك العريضة في حين أن هذا التأثير كان قليلا للشبائيك الضيقة. وفي جميع الأحوال فان المعلقات قد قللت من مركبة السماء مما أدى إلى تقليل معامل ضوء النهار مقارنة بعدم وجود معلقات شكل (٢ و ٣).



شكل (٤) تأثير وجود معلقات على سقف الفناء

## ٥: الخلاصة:

يمكن الخلوص إلى أن الإضاءة النهارية هامة جدا للإنسان ولا بد للمعماري من تحقيق مستويات معقولة من هذه الإضاءة في مختلف المباني، وان لهذه الإضاءة ميزات عديدة: منها زيادة في الإنتاج وتحسين العمل وتوفير الجو المناسب للأهداف البصرية المختلفة، وما زالت الأبحاث التي تبحث في ميزات الإضاءة النهارية جارية في أنحاء عديدة من العالم.

أن المجسمات الفيزيائية الصغيرة فعالة في دراسة نمط وكمية توزيع الضوء في الغرف وهي أداة اقتصادية وسهلة يمكن استعمالها بدون قيود لدراسة الإضاءة في المباني في مراحل التصميم الأولى ولا تحتاج إلى أجهزة ومعدات معقدة كما أن تكلفة عملها أيضا اقتصادية وهي وسيلة نمطية للأعمال المعمارية.

كما يمكن الاستنتاج أن الفناء الداخلي يمكن أن يكون منظما للإضاءة، زيادة أو نقصان، إذا ما تم استخدام عناصر معمارية مناسبة ومنتاسبة مع الوظيفة المعمارية للفناء. ورغم استخدام بعض هذه العناصر والحصول على أرقام محددة، إلا أن الهدف النهائي للبحث ليس إعطاء أرقام ونفاصيل ( نظرا لاختلاف مقاسات وارتفاع ومعالجات الجدران الداخلية للأفنية) بالقدر الذي يوجه المعماري لاستخدام الفناء لتنظيم دخول الإضاءة إلى الغرف المجاورة وإجراء التجارب على المجسمات لمعرفة هذه التغيرات على الحالة المحددة.

وقد تبين من الدراسة التي أجريت على المجسمات الفيزيائية على الفناء في هذه الورقة ما يلي:

- ١- إن وجود الفناء يزيد من كمية الضوء الداخلة إلى الغرف التي تفتح على هذا الفناء وهذه الزيادة تقل وتزداد باختلاف المعالجات المعمارية لجدران الفناء.
- ٢- إن ارتفاع الفناء دورين كان أفضل ارتفاع بالنسبة لكمية الضوء التي تصل إلى الغرف التي تفتح عليه.
- ٣- إن الارتفاعات حتى أربعة أدوار تزيد من كمية الإضاءة الداخلية بعدها تتناقص هذه الإضاءة نظرا لحجب قبة السماء عن هذه الغرف.
- ٤- إن اللون الأبيض والألوان العاكسة تزيد من الإضاءة الداخلية بينما تقلل المعلقات على سقف الفناء من كمية الإضاءة الداخلية.



- 
- <sup>1</sup> Koenigsberger et al, (1978), “Manual of Tropical Housing and Building: Part 1 Climatic Design” Longman, London & New York, pp205 - 207
- <sup>2</sup> <http://www.lightform.com/software/index.html>
- <sup>3</sup> British Research Establishment, BRS,(1968) “Estimating Daylighting in Buildings” BRS Digest 41& 42
- <sup>4</sup> Erenkranz Group.,(1979), “The Cost/ Benefit of Daylight in Commercial Buildings” Washington: DOE
- <sup>5</sup> Robbins, C. L. (1986) “Daylighting: Design & Analysis” Van Nostrand Reinhold Co. New York
- <sup>6</sup> Dept. of Energy, USA, (2001) “ Daylighting for Commercial, Institutional, and Industrial Buildings” special report in energy efficiency and renewable energy. [
- <sup>7</sup> Moor F. (1991) “Concept & Practice of Architectural Daylighting” Van Nostrand Reinhold Co. New York
- <sup>8</sup> Heschong Mahone Group, (1999),”Skylight and Retail Sales: An investigation into the relationship Between Daylighting and Human Performance” special report Pacific Gass and Electric Company, California, USA
- <sup>9</sup> Heschong Mahone Group, (1999),”Daylighting in Schools: An investigation into the relationship Between Daylighting and Human Performance” special report Pacific Gass and Electric Company, California, USA
- <sup>10</sup> Franta,G. 2001 “Daylighting Offers Great Opportunity”  
:[http://www.nwwda.org/articles/designlab\\_daylighting.html](http://www.nwwda.org/articles/designlab_daylighting.html)
- <sup>11</sup> Hammad, R 1996. “Daylighting and Artificial lighting in Architecture” Almarkiz Al-arabi, Amman, Jordan.
- <sup>12</sup> Bryan, H. & Carlsberg, D. (1982), “Daylight Protractors: For Calculating the Effect of Clear Skies” American Solar Energy Society,  
British Research Establishment, BRS,(1968) “Estimating Daylighting in Buildings” BRS Digest 41&
- <sup>13</sup> Hammad, R., ( 2000) “ The Utilization of Daylighting in Buildings and Energy Saving” proceeding of the Sustainability in Desert Regions, University of UAE, Al-Ain, UAE.
- <sup>14</sup> Megatron, model AML/DFM, Megatron Limited,165Marlbrough Road, London, N16 4NE, and their internet web site is: <http://www.megatron.co.uk>
- <sup>15</sup> nightscape 3.2 autodesk, Inc
- <sup>16</sup> Norbert M. Lechner,1988, “Physical Models as Daylighting Design Tools” Architectural Lighting Magazine, September
- <sup>17</sup> Mojtaba, N 1988 “Daylighting in Atrium Spaces” ” Architectural Lighting Magazine, September

---

# Courtyard as a Daylighting regulator

**Prof. Rizeq Hammad & Dr. Ali Amayrah**  
Ajman University for Science & Technology

## **Abstract:**

This paper is discussing the important of using Daylighting in buildings and methods of lighting control. It is proofed by many international research that Daylighting possess many advantages: It is free, comfortable for human eyes, and humans need less lighting compare to artificial lighting, it affects, positively, human workability and productivity. It is also posses medical advantages and the whole range of color rendering.

This study concentrates on the advantages of using the traditional courtyard as a Daylighting regulator, as the courtyard is used for thermal regulator and also for other functional purposes in hot climate regions.

The research is a model of 1:20 of a courtyard open toward a room; daylight factor is measured inside the middle of the room and in the middle of the courtyards. Different courtyard configurations were made, namely: the dimension of the courtyard, the height, the color of internal walls and adding sun lovers on the top of the courtyard. The result obtained proofed that the courtyard is a good daylight regulator to the rooms open directly toward the courtyard. It is possible, by using different arrangement, to control Daylighting (increase or decrease) inside the rooms open directly to the courtyards.