# تأثير تشكيل الفناء الداخلي على الإضاءة الطبيعية في العمارة البيئية للمسجد
## دراسة كمية باستخدام المحاكاة بالحاسب الآلي

م/ أحمد المرازقي – أ.د/ أحمد فكري – أ.د/ عباس الزعفراني

**الملخص**

للفناء الداخلي أهمية كبيرة في منظومة التصميم البيئي لعمارة المسجد [١]، وخاصة في تحقيق جودة الإضاءة الطبيعية [٢] والتي ينتج عنها كفاءة استخدام الطاقة [٣]، وتتكون تلك المنظومة من مجموعة من العناصر والعلاقات التي تربط بينها، والتي يجب توفرها حتى يمكن للفناء الداخلي القيام بدوره على النحو المطلوب وفقاً للمؤثرات المحيطة [٤]، وبدراسة تلك المؤثرات للتوصل إلى كيفية التحكم فيها للوصول إلى معايير التصميم الأنسب [٥] للفناء الداخلي من حيث الموضع والشكل والمساحة والارتفاع، لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية كمياً ونوعياً، باستخدام تقنيات الحاسب الآلي في محاكاة الإضاءة الطبيعية للفناء الداخلي في العمارة البيئية للمسجد للاستفادة من قدراتها، المتمثلة في السرعة والمرونة والدقة وتوفير الوقت والجهد والتكاليف [٦]، التي تميزها عن الطرق اليدوية الأخرى الحسابية والقياسية والتمثيلية، رسومية أو مجسمة، وقد ظهر من البحث أهمية توسط الفناء الداخلي الموضع في فراغ المسجد، وزيادة مساحة الفناء الداخلي عن ثلث المساحة الكلية للمسجد، وتفضيل اتخاذ الفناء الداخلي الشكل العام لفراغ المسجد، وألا يقل ارتفاع الفناء الداخلي عن نصف عمق الفراغ المغطى حوله من المسجد، ومراعاة التناسب العكسي بين ارتفاع الفناء الداخلي مع مساحته لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية في المسجد.

**كلمات البحث:** المحاكاة، الإضاءة، الفناء، العمارة، البيئة، المسجد.

## ١ المقدمة

المسجد دار للعبادة [٧] ويمثل أحد مباني الخدمات الأساسية المطلوبة في المدينة [٨]، ويحتاج للإضاءة للقيام بالعديد من الأنشطة الوظيفية [٩]، لذا تمثل الإضاءة الطبيعية أهمية كبيرة في المسجد [١٠]، للعديد من الأسباب الوظيفية والتأثير الرمزي والنفسي الناشئ عن الاتصال بالطبيعة والتعرف على المواقيت بالإضافة إلى توفير الطاقة [١١].

**شكل (١)** الفناء الداخلي تتوسطه الكعبة.

**شكل (٢)** الفناء الداخلي للمسجد النبوي.

## ٢ مشكلة البحث

- الافتقار إلى المعايير التصميمية للفناء الداخلي لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية في العمارة البيئية للمسجد، ومنها أين يجب أن يقع الفناء الداخلي في المسجد؟ وكيف يكون شكله؟ وكم تبلغ مساحته؟ وما هو ارتفاعه؟
- قلة ومحدودية الدراسات الخاصة بالإضاءة الطبيعية [١٢] وعلاقتها بالفناء الداخلي في المسجد.

## ٣ هدف البحث

- الوصول إلى معايير التصميم الأنسب للفناء الداخلي من حيث الموضع والشكل والمساحة والارتفاع، لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية كمياً ونوعياً [١٣]، وذلك من خلال دراسة العلاقة بين الفناء الداخلي والإضاءة الطبيعية في المسجد تطبيقياً بمنهج تجريبي [١٤]، باستخدام تقنيات الحاسب الآلي في محاكاة الإضاءة الطبيعية.

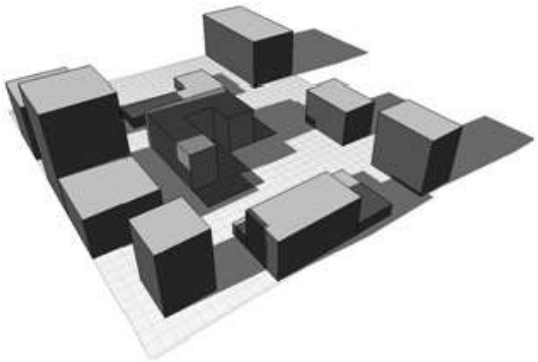
### ٤ المفاهيم الرئيسية

المفاهيم والمصطلحات الرئيسية للمشكلة المعنية بالدراسة تتطلب التنوع في المصادر والمراجع التي نحتاجها في التفسير العلمي، من حيث (دينية ولغوية، عربية وأجنبية، علمية وأدبية)، للاستفادة من هذا التنوع في تحقيق التكامل بينها كلما أمكن، للتوصل إلى أفضل إدراك للحقيقة والفهم الصحيح [١٥]، لمفردات الدراسة (المحاكاة [١٦] – الإضاءة [١٧] – الفناء [١٨] – العمارة [١٩] – المسجد [١٨] – البيئة [٢٠]) ومن أهمها:

- **الفناء:** تلك المساحة المكشوفة في البناء داخله أو الممتدة خارجه [٢١]، بينما الصحن هو تلك المساحة الداخلية التي يجتمع حولها عناصر البناء مغطاة أو مكشوفة [٢٢].
- **المحاكاة:** المماثلة أو المشابهة في القول أو الفعل أو غيرهما [١٦]، حيث عرف الإنسان المحاكاة واستخدمها من خلال العديد من المظاهر والتقنيات [٢٣]، ومنها الكتابة والرسم والنحت والنماذج الحسابية والتخطيطية والمجسمة [٢٤]، وصولاً لاستخدام الحاسب الآلي في عمل نماذج المباني. [٢٥]

**شكل (٣)** محاكاة الحركة في الفراغ الداخلي، الأكاديمية الملكية للفنون، هولندا.

**شكل (٤)** تمثيل الظلال الناتجة عن أشعة الشمس المباشرة.



### ٥ الخلفية التاريخية

بالتعرف على التطور التاريخي لعناصر الدراسة، حتى نتمكن من إدراك تطور العلاقة بين المحاكاة والإضاءة الطبيعية والفناء الداخلي والمسجد وفقاً لما يلي:

- **المحاكاة والإضاءة:** استخدمت المحاكاة كأداة في دراسة النظم البيئية عامة والإضاءة الطبيعية خاصة [٢٦]، من خلال العديد من الطرق والأساليب [٢٧]، ومنها نظريات وقوانين تفسير وحساب الإشعاع الشمسي والإضاءة [٢٨]، وأدوات وأجهزة القياس كالمزولة والمنقلة الشمسية، والبطاقات اللونية وصولاً إلى أجهزة قياس الطيف الضوئي (PHOTOMETER) وقياس شدة الإضاءة (LUXMETER).
- **الفناء في المسجد:** لعب الفناء الداخلي دوراً هاماً في تحقيق الاتصال البصري بالسماء [٢٩]، والدور الجمالي والوظيفي لارتباط أوقات الصلاة بمواضع الأرض بالنسبة للشمس على مدار اليوم، وارتباط التقويم الهجري عامة والمناسبات الدينية خاصة وبعض الصلوات بالقمر ومراحل ظهوره سواء بدر أو أهلة، وهكذا نجح الفناء الداخلي للمباني في أن يلبي الاحتياجات المادية والمعنوية للمسلمين في مختلف العصور والبلدان [٣٠].
- **الفناء في مصر:** ظهر الفناء بقوة في عمارة المعابد المصرية القديمة، واستمر وجوده في عمارة الكنائس والأديرة بعد دخول المسيحية في مصر، ثم في عمارة المساجد منذ دخول الإسلام في مصر.

### ٦ الدراسات السابقة

لوحظ قلة عدد الدراسات التي تتناول تصميم دور العبادة بشكل عام والأداء البيئي لها بشكل خاص، ومنها:

- مجموعة تهتم بالمحاكاة في المباني عامة والإضاءة خاصة [٣١]، وتتناول علاقة المحاكاة بالعمارة والنظم البيئية [٣٢]، وهي تركز على التعريف بالمحاكاة وطرق وتقنيات المحاكاة وأنواعها وخصائصها وأوجه الاستفادة منها [٣٣]، وقليلاً ما تحاول الوصول إلى معايير تصميمية للنظم البيئية من خلال المحاكاة.

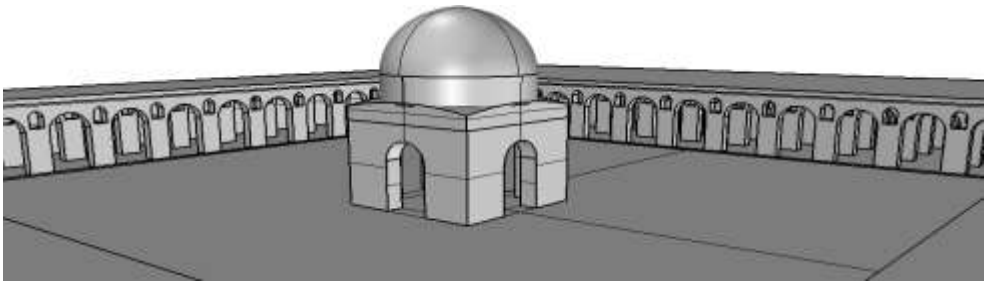
- مجموعة تهتم بالبيئة والنظم البيئية في العمارة عامة والإضاءة خاصة [٣٤]، وتتناول الإضاءة [٣٥] والصوت والتهوية والراحة الحرارية من النظم المادية [٣٦]، والنظم المعنوية التي تختص بالبيئة النفسية والاجتماعية، وتتميز بتناول الأثر البيئي للفناء عن طريق إجراء دراسات تحليلية وتطبيقية، لرصد وتوثيق التصرف الكيفي والكمي للنظم البيئية الداخلية للمبنى.
- مجموعة تهتم بالتصميم المعماري والمسجد عامة والفراغات كالفناء الداخلي خاصة [٣٧]، وتتناوله من حيث العلاقات الوظيفية أو الكتلة البنائية أو المظاهر الجمالية [٣٨]، ولقد نجحت في الوصول إلى معايير تصميمية وتخطيطية للمسجد [٣٩]، وتكوين صورة واضحة للتطور المعماري للمسجد وفقاً لاختلاف الظروف المكانية والزمنية [٤٠]، ولكنها لم تهتم بالتكيف البيئي للمسجد من حيث أداء ورصد وتوثيق التصرف الكيفي والكمي للنظم البيئية الداخلية للمسجد، وبالتالي قد تغفل دور الفناء الداخلي [٤١].

## ٧ منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على إتباع المنهج التجريبي القائم على استخدام تقنيات الحاسب الآلي في محاكاة الفناء الداخلي للوصول إلى التصميم الأنسب من حيث المساحة والموضع والشكل والارتفاع، لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية في العمارة البيئية للمسجد في مدينة القاهرة من خلال ما يلي:

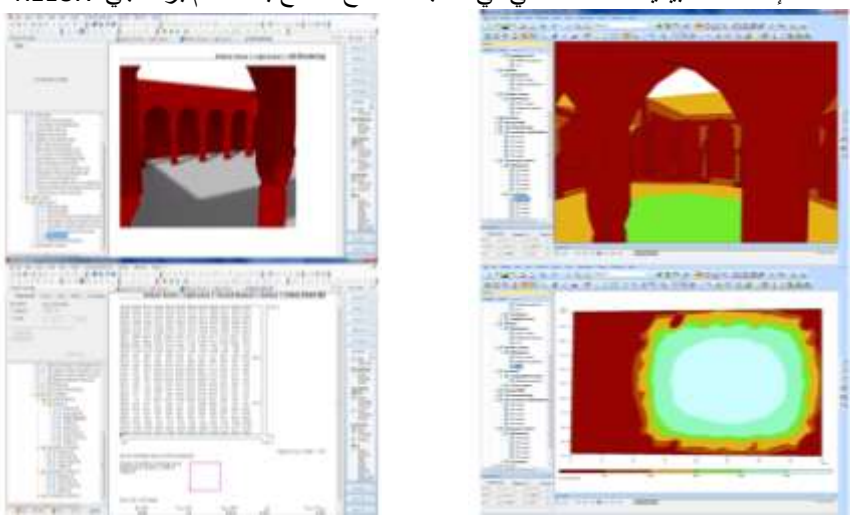
- بناء نماذج رقمية لوجود الفناء الداخلي في عمارة المسجد، من حيث الفناء الداخلي المحاط بالأروقة والظلات مثل مسجد ابن طولون، والفناء الداخلي المحاط بالإيوانات مثل مسجد السلطان حسن.

**شكل (٥)** بناء نموذج للفناء الداخلي المحاط بالأروقة والظلات على الحاسب الآلي.



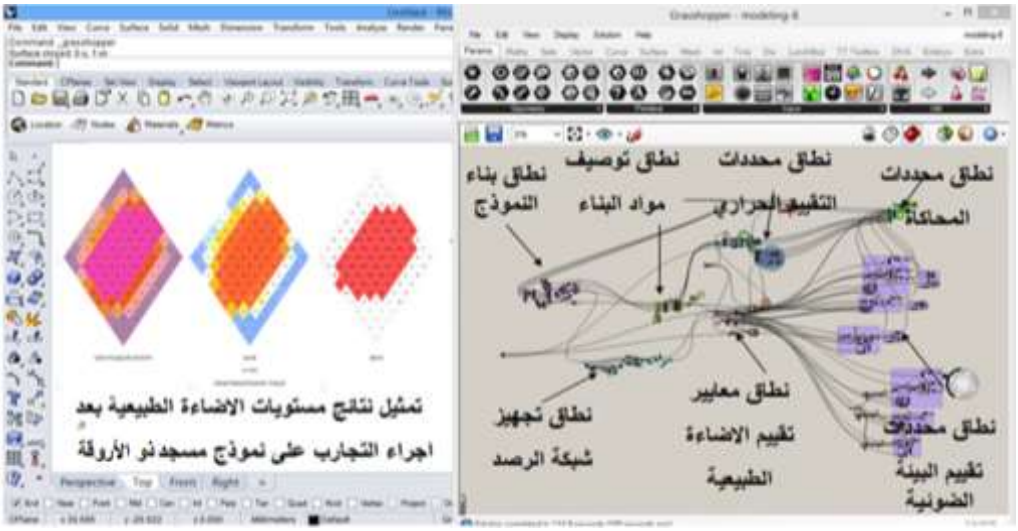
- تمت المفاضلة بين العديد من برامج محاكاة الإضاءة الطبيعية [٤٢]، ومنها (ديالاكس – DIALUX) و(ريلاكس – RELUX) [٤٣]، والاعتماد الرئيسي على برنامج (ديفا – DIVA) لتميزه بمخرجات أكثر ملاءمة وحداثة ودقة لتحقيق أهداف الدراسة [٤٤]، كما يعتمد في حساباته على برامج ( RADIANCE – DAYSIM – I.E.S – ENERGY PLUS) لينجح في اختبارات الاعتماد (VALIDATION) [٤٥]، وله القدرة على إجراء ( المحاكاة البارامترية – PARAMETRIC SIMULATION ) التي تعطي إمكانيات وقدرات أكبر في دراسة تأثير المتغيرات عن طريق (DIVA on GRASSHOPPER) [٤٦].

**شكل (٦)** محاكاة الإضاءة الطبيعية للفناء الداخلي في مسجد الصالح طلائع باستخدام برنامجي RELUX و DIALUX.



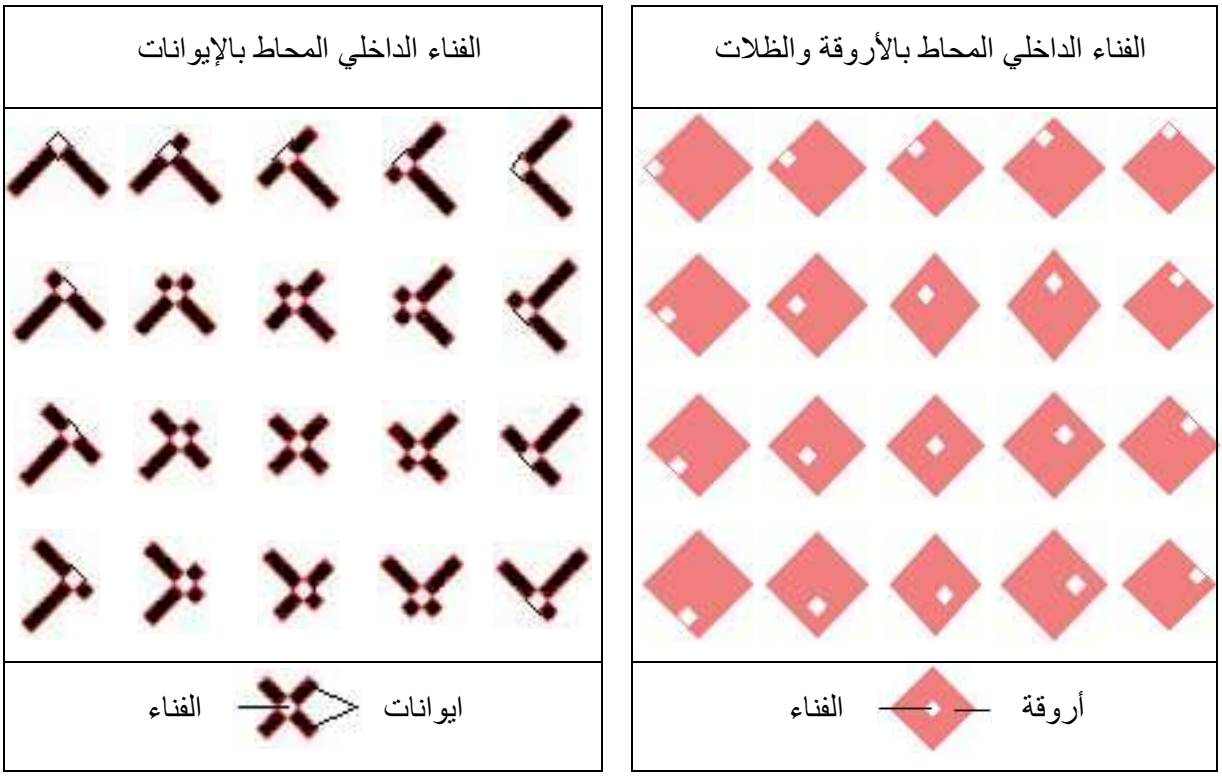
**شكل (٧)** المحاكاة البارامترية للإضاءة الطبيعية للفناء الداخلي لنموذج المسجد ذو الأروقة

باستخدام برنامج DIVA - GRASSHOPPER.

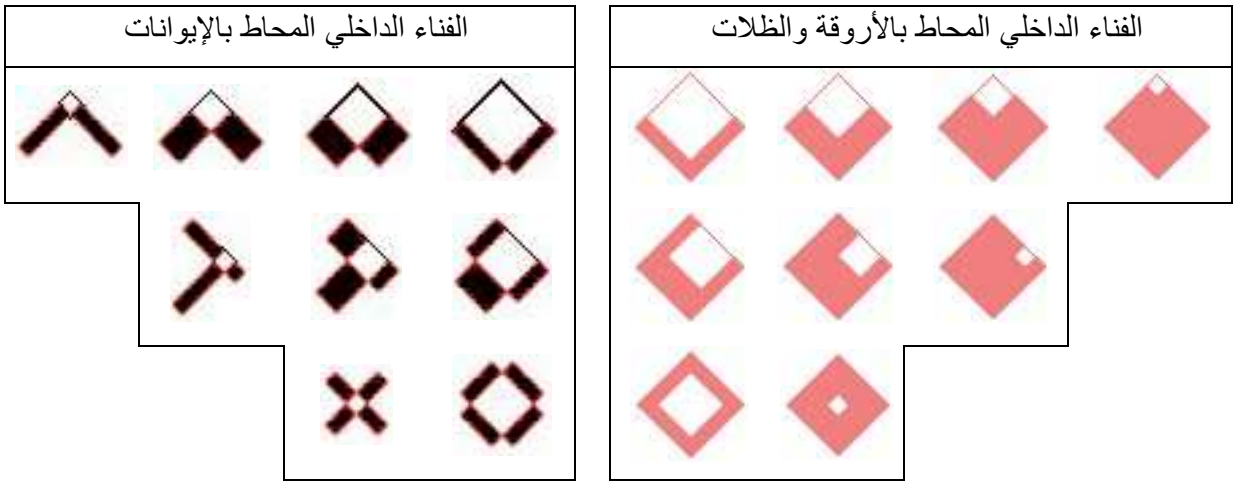



- إعداد حالات المتغيرات المستقلة المعنية بالدراسة المتمثلة في موضع ومساحة وارتفاع ونسب أبعاد شكل الفناء الداخلي في العمارة البيئية للمسجد، على مستوى كل من الفناء الداخلي المحاط بالأروقة والمحاط بالإيوانات.

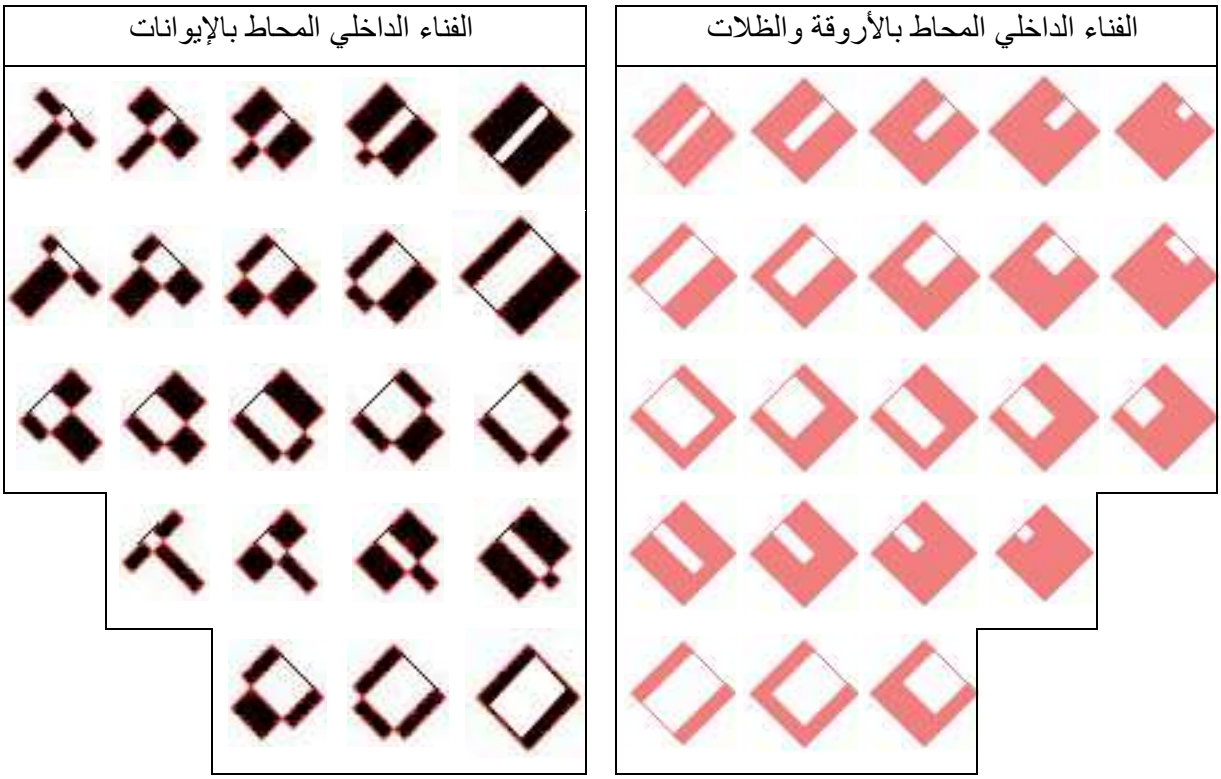
**شكل (٨)** بعض الحالات المدروسة للمواضع المختلفة للفناء الداخلي في المسجد.



**شكل (٩)** بعض الحالات المدروسة للمساحات المختلفة للفناء الداخلي في المسجد.




**شكل (١٠)** بعض الحالات المدروسة للنسب المختلفة لأبعاد الفناء الداخلي في المسجد.




**شكل (١١)** بعض الحالات المدروسة لارتفاعات الفناء الداخلي بالنسبة لأعماق الفراغ المغطى في المسجد.

- إعداد عمليات المحاكاة لرصد المتغيرات التابعة المعنية بالدراسة والمتمثلة في الإضاءة الطبيعية لفراغ المسجد، عن طريق المعايير الحديثة المعتمدة من (جمعية هندسة الإضاءة – I.E.S.) [٤٧] و (مؤسسة الطاقة والتصميم

البيئي – LEED) [٤٨]، وهي (SDA) كمقياس لكفاءة الإضاءة الطبيعية لمساحة محددة على مدار العام، وتقاس بنسبة المساحة التي تتعرض لقيم محددة أو أعلى منها في مدى توقيت يومي محدد في مدى زمني محدد على مدار العام، و(ASE) كمقياس لاحتمالات عدم الراحة البصرية نتيجة التعرض لأشعة الشمس المباشرة التي تتسبب في حالات الإبهار المحتملة. [٤٩]

- استخدام كلا المعيارين مع بعضهما يحقق فهماً وإدراكاً أساسياً لكيفية أداء الإضاءة الطبيعية في الفراغ، والمساعدة في تقييم جودة الإضاءة الطبيعية في الفراغ، بدلاً من تقييم الإضاءة الطبيعية عند نقطة في الفراغ في وقت واحد وتاريخ واحد، ولا تعبر بدقة عن الإضاءة الطبيعية الفعلية على مدار العام، فمتوسطات الإضاءة ربما تتناسب مع تقييم الإضاءة الصناعية لثباتها في الشدة والتوجيه، ولكنها لا تتناسب مع تقييم الإضاءة الطبيعية، لاختلاف خصائصها نتيجة التغير الدائم في شدة الإضاءة واتجاهها وتدرج توزيعها الداخلي والظلال المتكونة من الأسطح الداخلية والتجهيزات وأدوات التحكم... الخ، لذا يجب الاعتماد على طرق تقييم حسابية تتناسب مع تلك المتغيرات والمؤثرات الديناميكية، لذا تم الاستعانة بتقنيات الحاسب الآلي لتقييم الإضاءة الطبيعية بالطرق الديناميكية الحديثة المناسبة للمتغيرات في المباني والموقع والمناخ والشاغلين وتجهيزات التحكم في الإضاءة. [٥٠]

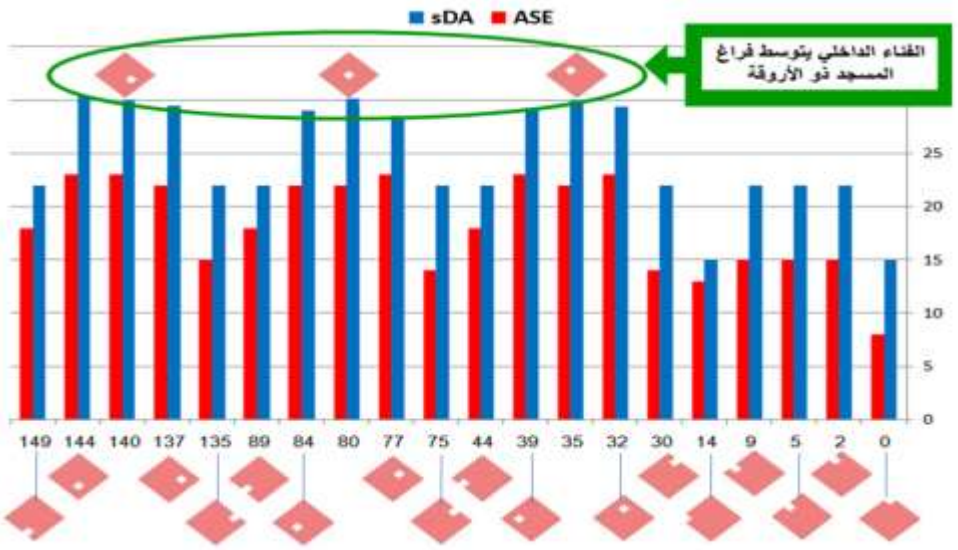
- تم تزويد برامج المحاكاة بموقع وملف البيانات المناخية لمدينة القاهرة، وتوجيه المبنى بزاوية ١٣٦ درجة من اتجاه الشمال نحو قبلة المسجد الحرام في مكة، ومراعاة خصائص انعكاس الأسطح الداخلية بمعامل انعكاس لكل من الأرضيات ٢٠% والحوائط ٥٠% والأسقف ٨٠% وأرضيات خارجية ١٠%، وحساب الإضاءة الطبيعية على مدار العام وفقاً لعدد ساعات يومية مقارها ١٠ ساعات من ٨,٠٠ صباحاً حتى ٦,٠٠ مساءاً (Climate–Based–Metrics)، وقياس شدة الإضاءة الطبيعية في الفراغ التي تحقق ٣٠٠ لاكس في زمن قدره ٥٠% من ساعات القياس على مدار العام على الأقل، وقياس نسبة المساحة المعرضة لأشعة الشمس المباشرة على مدار العام بقيمة ١٠٠٠ لاكس لمدة ٢٥٠ ساعة على مدار العام على الأقل.

## ٨ النتائج

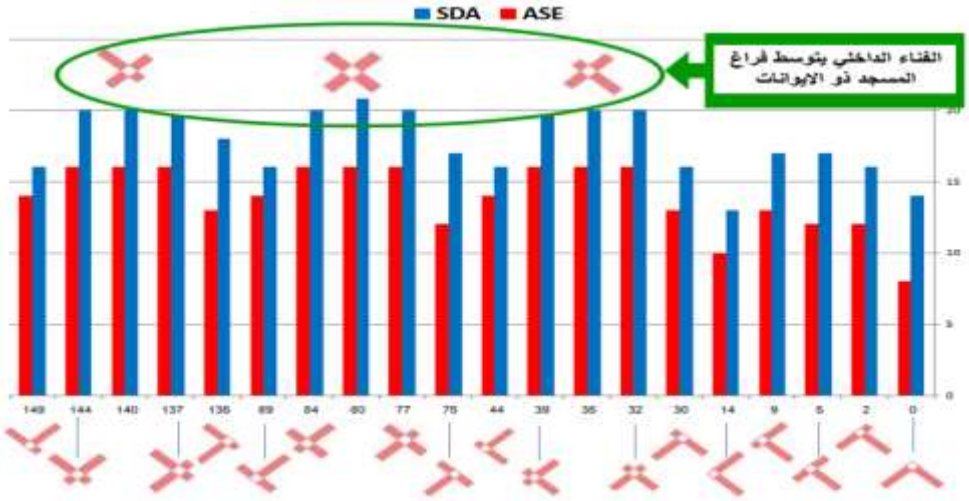
### ١/٨ موضع الفناء الداخلي بالنسبة إلى فراغ المسجد

- كلما توسط الفناء الداخلي فراغ المسجد تزداد المساحة المعرضة لشدة إضاءة طبيعية ٣٠٠ لاكس فأكثر طوال ٥٠% على الأقل من ساعات النهار على مدار العام (SDA 300-50%)، ويزداد الفارق لتجنب المساحة المعرضة للإبهار نتيجة التعرض لأشعة الشمس المباشرة بشدة إضاءة طبيعية ١٠٠٠ لاكس فأكثر لمدة ٢٥٠ ساعة على الأقل على مدار العام (ASE 1000-250h)، وتقل كلما اتجه الفناء الداخلي نحو أطراف المسجد.

**شكل (١٢)** تأثير تغير موضع الفناء الداخلي في فراغ المسجد على توفير الإضاءة الطبيعية.




**أ- المسجد ذو الأروقة.**

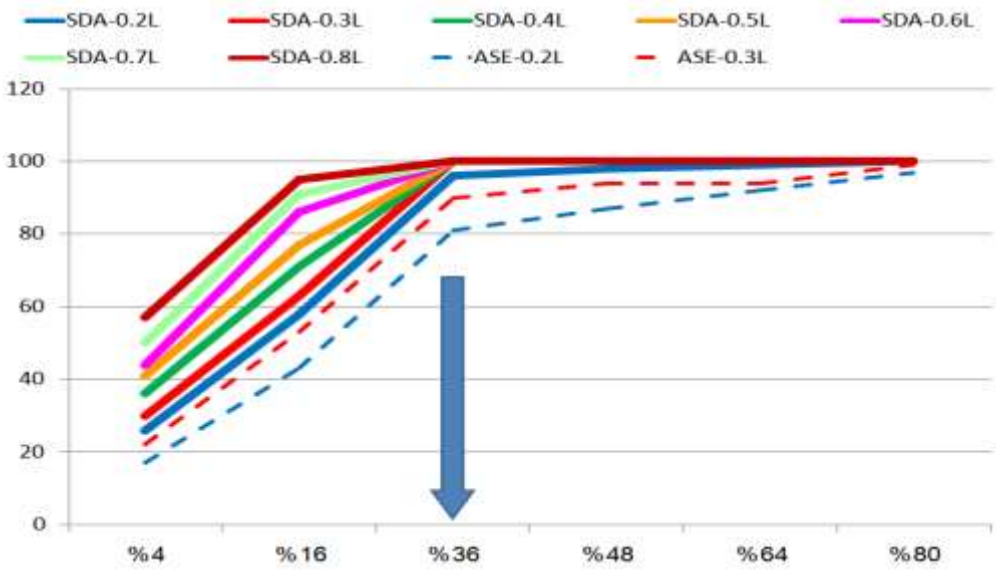



**ب- المسجد ذو الايوانات.**

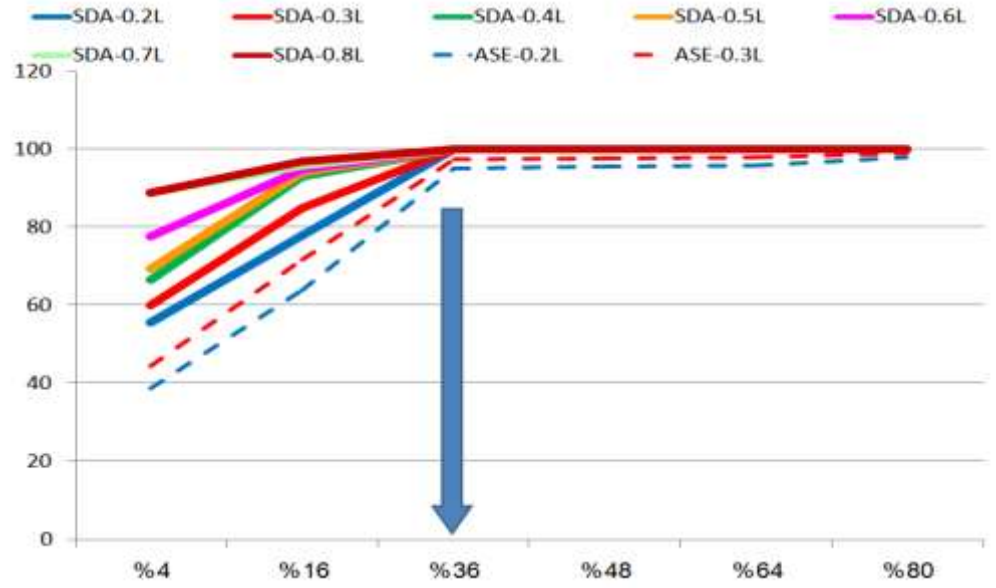
### ٢/٨ مساحة الفناء الداخلي بالنسبة إلى مساحة المسجد

- كلما زادت مساحة الفناء الداخلي في فراغ المسجد تزداد قيم (SDA 300-50%) لتصل إلى حدودها القصوى، وبأعلى فارق عن (ASE 1000-250h) عندما تزداد مساحة الفناء الداخلي عن ثلث مساحة المسجد.

**شكل (١٣)** تأثير تغير مساحة الفناء الداخلي في فراغ المسجد على توفير الإضاءة الطبيعية.




**أ- المسجد ذو الأروقة.**

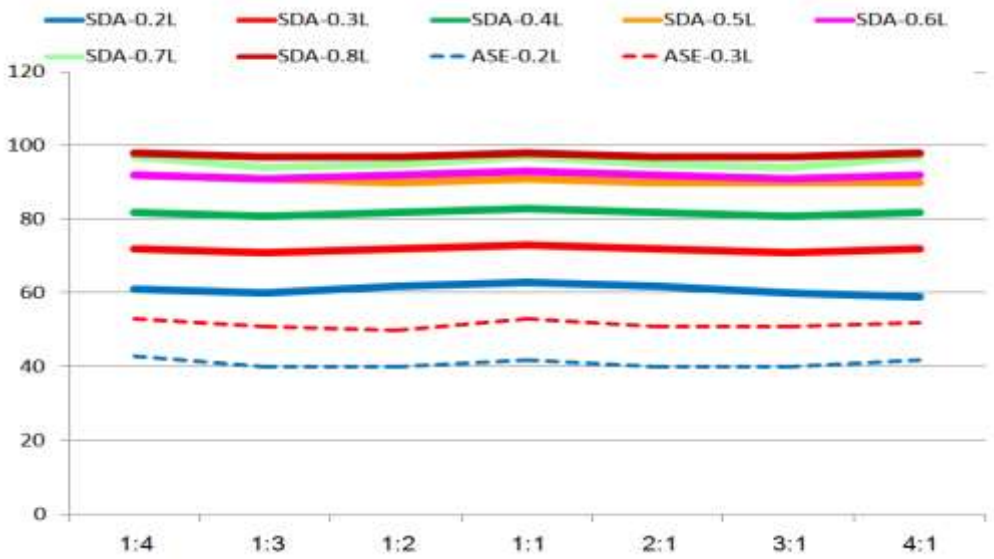



**ب- المسجد ذو الايوانات.**

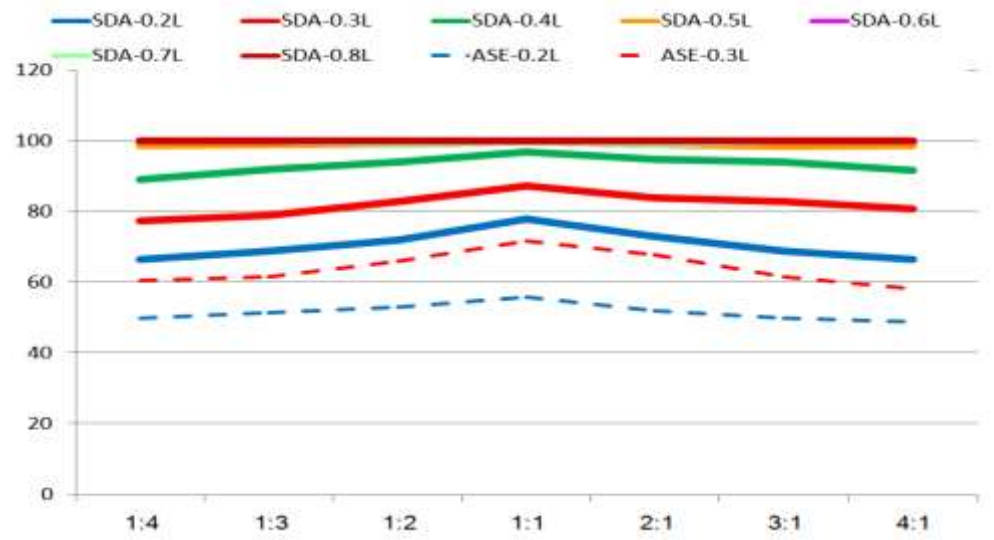
### ٣/٨ شكل الفناء الداخلي (نسبة الطول إلى العرض)

- لم يظهر لتغير شكل الفناء الداخلي من حيث نسبة الطول إلى العرض ١:١ إلى ١:٤ تأثير كبير على تعرض المساحات الداخلية للإضاءة الطبيعية (SDA 300-50%) و(ASE 1000-250h) بحيث لم يتعدى التأثير ٥% من مساحة المسجد ذو الفناء المحاط بالأروقة، ولم يتعدى التأثير ١٠% من مساحة المسجد ذو الفناء الداخلي المحاط بالإيوانات، بحيث تصل الإضاءة الطبيعية إلى أعماق متساوية تقريباً حول الفناء الداخلي.

**شكل (١٤)** تأثير تغير شكل الفناء الداخلي (نسبة الطول إلى العرض) في فراغ المسجد على توفير الإضاءة الطبيعية.




**أ- المسجد ذو الأروقة.**

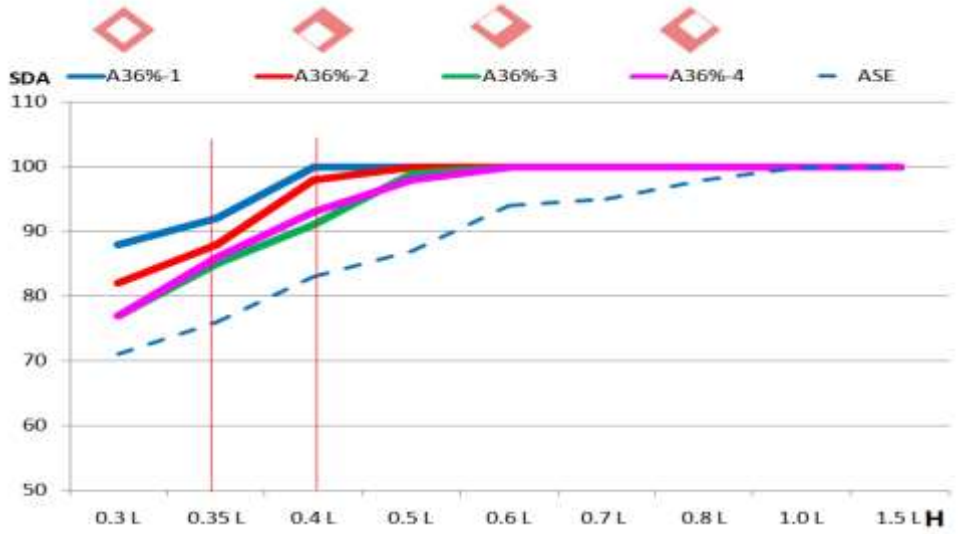



**ب- المسجد ذو الايوانات.**

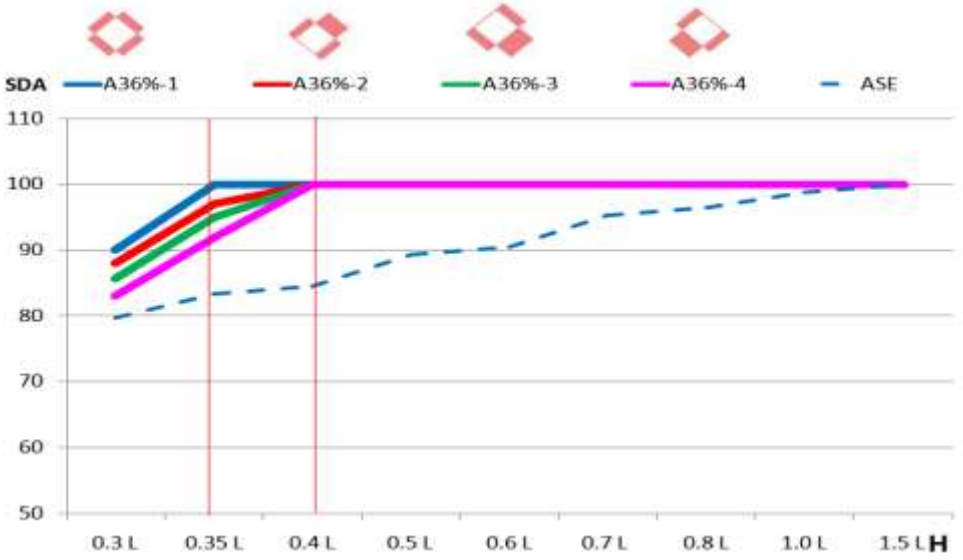
**٤/٨ ارتفاع الفناء الداخلي بالنسبة إلى عمق الفراغ المغطى من المسجد**

- كلما ازداد ارتفاع حوائط الفناء الداخلي يمكن زيادة عمق الفراغ المغطى من المسجد لتحقيق أعلى نسبة ( SDA 300-50%) لأكثر من ٩٠% بأعلى فارق عن (ASE 1000-250h) عندما يصل ارتفاع حوائط الفناء الداخلي لأعلى من ٤٠% من عمق الفراغ المغطى من المسجد.

**شكل (١٥)** تأثير تغير ارتفاع الفناء الداخلي إلى عمق الفراغ المغطى في المسجد على توفير الإضاءة الطبيعية.




**أ- المسجد ذو الأروقة.**



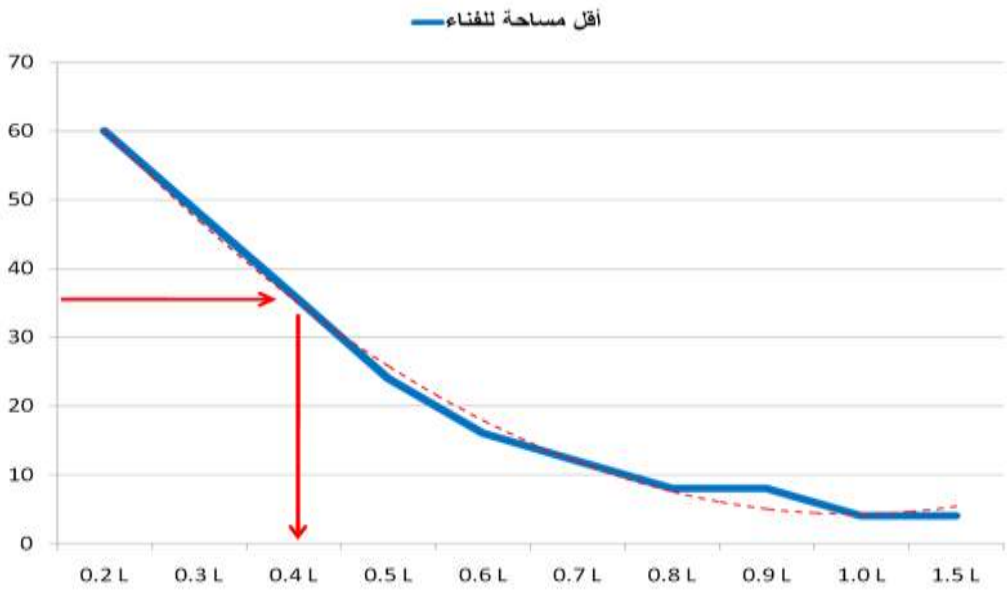

**ب- المسجد ذو الايوانات.**

### ٥/٨ ارتفاع الفناء الداخلي بالنسبة إلى مساحته

- كلما قل ارتفاع الفناء الداخلي في المسجد ازداد الاحتياج إلى تكبير مساحة الفناء الداخلي لتحقيق أكبر استفادة من توفير الإضاءة الطبيعية في فراغ المسجد، وبالعكس كلما صغرت مساحة الفناء الداخلي في المسجد ازداد الاحتياج إلى زيادة ارتفاع الفناء الداخلي.

**شكل (١٦)** تأثير تغير ارتفاع الفناء الداخلي إلى مساحته على توفير الإضاءة الطبيعية.

**أ- المسجد ذو الأروقة.**




**ب- المسجد ذو الايوانات.**

## ٩ المناقشة

- نلاحظ تأثير طفيف للتغير في أبعاد طول وعرض الفناء الداخلي في اتجاه القبلة أو العمودي عليها، بسبب تساوي ميل أضلاعه بزاوية ٤٥ درجة تقريباً وفقاً للموقع الجغرافي لمدينة القاهرة، مما يجعل المساحات المغطاة من حوله تتعرض لمستويات متقاربة من الإضاءة الطبيعية في جميع الاتجاهات.
- بالرغم من عدم تضمن إطار البحث لوجود فتحات بالغلاف الخارجي للمسجد، إلا أنه في حالة إطلالة واجهات المسجد على فراغات تسمح بعمل فتحات للإضاءة، يعطي الفرصة لإزاحة الفناء الداخلي عن الموضع الوسطي في فراغ المسجد، بما لا يعوق القيام بالوظائف والأنشطة المتنوعة المطلوبة، أو يمكن زيادة مساحة رواق القبلة المغطى بتصغير مساحة الفناء الداخلي أو إزاحته للخلف قليلاً، إذا تم تعويض الانخفاض في مستويات الإضاءة الطبيعية باستخدام فتحات إضاءة علوية في السقف أو جدار القبلة.

- كلما اتسعت مساحة الفناء الداخلي في المسجد، زادت إمكانية استيعابه لعدد أكبر من المصلين في حالات الطوارئ والازدحام مثل صلاة الجمعة والمناسبات المختلفة.

**١٠ الاستنتاج**

- التوصل إلى معايير تصميمية للفناء الداخلي من حيث الموضع والمساحة والشكل والارتفاع لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية كمياً ونوعياً من خلال الحرص على ما يلي:
  - توسط الفناء الداخلي الموضع في فراغ المسجد يحقق التوازن في توزيع وتدرج مستويات الإضاءة الطبيعية ووصولها إلى أقصى عمق ممكن في الفراغ.
  - زيادة مساحة الفناء الداخلي عن ثلث مساحة المسجد لكي لا تقل مستويات الإضاءة الطبيعية في المسجد عن ٣٠٠ لاكس لمدة لا تقل عن ٥٠% من ساعات النهار على مدار العام، مع اتخاذ التدابير اللازمة لتقليل المساحات المعرضة لأشعة الشمس المباشرة وتفادي إمكانيات حدوث الإبهار المحتملة.
  - يفضل أن يتخذ شكل الفناء الداخلي الشكل العام لفراغ المسجد، حيث تتعرض المساحات حول الفناء الداخلي إلى مستويات متقاربة من الإضاءة الطبيعية على مدار العام، لذا يجب أن تتناسب أبعاد الفناء الداخلي مع أبعاد فراغ المسجد لتصل الإضاءة الطبيعية إلى أقصى الأعماق الممكنة.
  - ألا يقل ارتفاع الفناء الداخلي عن نصف أكبر عمق للفراغ المغطى حول الفناء الداخلي في المسجد، وبالعكس لا يزيد أكبر عمق للفراغ المغطى من المسجد عن ثلاثة أمثال ارتفاع الفناء الداخلي.
  - مراعاة التناسب العكسي بين ارتفاع الفناء الداخلي مع مساحته لتحقيق أكبر استفادة من الإضاءة الطبيعية في فراغ المسجد.

**١١ التوصيات**

- يجب مراعاة الاعتبارات التي قدمتها الدراسة في تصميم الفناء الداخلي من حيث الموضع والمساحة والشكل والارتفاع لتحقيق جودة الإضاءة الطبيعية في العمارة البيئية للمسجد.
- الاستفادة من مميزات استخدام أجهزة الحاسب الآلي ونظم تشغيلها وتطبيقاتها في محاكاة الإضاءة الطبيعية للفناء الداخلي في العمارة البيئية للمسجد.
- التشجيع على زيادة الدراسات الخاصة بمحاكاة النظم البيئية في المباني عامة والإضاءة الطبيعية خاصة، لتحقيق جودة البيئة الضوئية وكفاءة استخدام الطاقة.
- مساندة وجود الفناء الداخلي في عمارة المسجد لفوائده على صحة الإنسان وجودة العمران وسلامة البيئة.

**١٢ المراجع**

## References


١) أحمد المرازقي. (٢٠١٠). الأثر البيئي للفناء الداخلي في عمارة المسجد. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة القاهرة.

٢) Donald Watson & others. (2003). Time-Saver Standards for Urban Design. The McGraw-Hill Companies, Inc. p281.

٣) Sue Roaf, (2007). Ecohouse: A DESIGN GUIDE. Manuel Fuentes and Stephanie Thomas. Architectural Press. Oxford. UK. Third Edition. p19.

٤) عباس محمد عباس الزعفراني. (٢٠٠٠). التصميم المناخي للمنشآت المعمارية. رسالة دكتوراة. كلية الهندسة. جامعة القاهرة. ص١٣-٧٠.

٥) Ahmed Ahmed Fekry, Abbas Mohamed El Zafarany, Amal Kamal Mohamed Shamseldin. (2014). Develop an environmental assessment technique for human comfort requirements in buildings. Cairo: HBRC Journal. Volume 10. Issue 1. p1-9.

٦) Ibrahim Abdel.Hady Ibrahim. (2009). Impact of the digital simulation and the dynamic references on the form methodology. Ph.A. Thesis. Faculty of Fine Arts. Alexandria University.

٧) نوبي محمد حسن. (٢٠٠٢). عمارة المسجد في ضوء القرآن والسنة. الطبعة الأولى. دار نهضة الشرق، ص٩١.

٨) حسين مؤنس. (١٩٨١). المساجد. الكويت: عالم المعرفة. ص٥٣-٥٥.

٩) D.H.W. Li, S.L. Wong, C.L. Tsang, Gary H.W. Cheung. (2006). A study of the daylighting performance and energy use in heavily obstructed residential buildings via computer simulation techniques. Science Direct – Energy and Building 38. 1343-1348.

١٠) عبد الباقي إبراهيم. (١٩٨٦). المنظور الإسلامي للنظرية المعمارية. مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية. ص٨٠.

١١) يحي حسن وزيري. (٢٠٠٢). تطبيقات على عمارة البيئة. الطبعة الأولى. مكتبة مدبولي. ص٢٥.

١٢) ريهام الدسوقي حامد. (٢٠٠٣). الإضاءة الطبيعية ودورها في رفع كفاءة أداء قاعات الاضطلاع بالمكتبات. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة القاهرة.

١٣) Chang-Sung Kim, Seung-Jin Chung, (2011). Daylighting simulation as an architectural design process in museums installed with toplight. Elsevier - Building and Environment 46. p210:222.

١٤) محمد الصاوي محمد مبارك. (١٩٩٢). البحث العلمي – أسسه وطريقة كتابته. الطبعة الأولى. المكتبة الأكاديمية. ص٢٦.

١٥) احمد علي الخطيب. (٢٠٠٧). بحث في منهج البحث. مؤتمر جامعة عين شمس الدولي الثاني للهندسة البيئية. المجلد الثاني. ص٤.

١٦) عدنان ماجد عبد الرحمن بري. (٢٠٠٢). النمذجة والمحاكاة. الرياض: جامعة الملك سعود. ص١٤- ١٨: ٢٠.

١٧) IESNA Lighting Handbook. (2000). 9th Edition. New York: IESNA. p8.

١٨) محمد بن أبي بكر الرازي. مختار الصحّاح. مكتبة الآداب. ص ٥١٣.

١٩) يحي عبدالله. (٢٠١٣). عمران الحياة والإنسان. الطبعة الأولى. مكتبة الأنجلو المصرية. ص ١٠٠.

٢٠) Richard T. Wright-Bernard J.Nebe. (2002). Environmental Science, Toward a Sustainable Future. Eight Edition. P 652.

٢١) جميل عبد القادر أكبر. (١٩٩٨). عمارة الأرض في الإسلام. الطبعة الثالثة. مؤسسة الرسالة. ص ٢٤٠.

٢٢) محمد حسين جودي. (٢٠٠٧). العمارة العربية الإسلامية. الطبعة الأولى. عمان: دار المسيرة. ص ٦٢.

٢٣) علي رأفت. (٢٠٠٧). ثلاثية الإبداع المعماري – دورات الإبداع الفكري – عمارة المستقبل – الدورة البيئية. الطبعة الأولى. مركز أبحاث إنتركونسلت.

٢٤) Willem Kymmell. (2008). Building Information Modeling. 1st. Edition. U.S.A: McGraw-Hill. p110,113.

٢٥) Peter G. Loutzenhiser, Gregory M. Maxwell, Heinrich Manz. (2008). An empirical validation of the daylighting algorithms and associated interactions in building energy simulation programs using various shading devices and windows. Elsevier Science Direct - Energy 32.

٢٦) J. A. Clarke. (2001). Energy Simulation In Building Design. 2nd Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann. p6.

٢٧) Sage Russell. (2008). The Architecture of Light. U.S.A.: Conceptnine. CA. p40.

٢٨) Richard Kittler, Miroslav Kocifaj, Stanislav Darula. (2012). Daylight Science and Daylighting Technology. U.S.A: Springer.

٢٩) Robert Hillenbrand. (1994). Islamic Architecture. Edinburgh University Press. p35.

٣٠) توفيق أحمد عبدالجواد. (١٩٨٧). العمارة الإسلامية فكر وحضارة. مكتبة الأنجلو المصرية. ص٢٠.

٣١) داليا عبد الغني سالم. (٢٠٠١). دراسة الإضاءة الطبيعية داخل مباني الأتريوم على مستوى البيئة المحلية. رسالة دكتوراة. كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٣٢) Ayman Hassaan Ahmed Mahmoud. (2000). An Investigation into the Validity and Efficiency of Web-Based Desktop Virtual Environments in Environmental Representation and Design Visualization. Ph.d. Thesis. 2000.

٣٣) Yasmine Amr Mostafa. (2013). A Framework For Building Performance Simulation Tools In A Multidisciplinary Design. M. Sc. Thesis. Faculty of Engineering. Cairo University.

٣٤) وائل محمد عادل توفيق. (٢٠٠٥). الإضاءة الطبيعية كعامل أساسي في توفير بيئة صحية للمباني. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة القاهرة.

٣٥) حنان مصطفى كمال صبري. (١٩٨٩). الإضاءة الطبيعية في العمارة الإسلامية. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة عين شمس.

٣٦) آمال عبد الحليم محمد سليمان الدبركي. (١٩٩٩). التهوية الطبيعية كمدخل تصميمي في العمارة السالبة. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة عين شمس.

٣٧) عمرو جلال الدين ابراهيم. (١٩٩٣). المغزى الفكري والرمزي للعناصر البصرية في عمارة المساجد. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة عين شمس.

٣٨) تامر عبد العظيم إسماعيل الخولي. (٢٠٠٥). دلالة الصورة الرمزية في عمارة المساجد المعاصرة. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة عين شمس.

٣٩) محمد ممدوح صلاح الدين شعراوي. (٢٠٠٣). المعايير التخطيطية والتصميمية لعمارة المساجد. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة القاهرة.

٤٠) طارق محمد والي بسيوني. (١٩٨٢). ملاءمة العمارة المساجدية للعمارة المصرية المعاصر. رسالة ماجستير. كلية الهندسة. جامعة القاهرة.

٤١) أحمد محمود صابر محمد. (٢٠٠٣). دراسة تحليلية للأفنية الداخلية وتطورها في العمارة المعاصرة. رسالة ماجستير. كلية الفنون الجميلة. جامعة حلوان. ص٨٠.

٤٢) R. G. Bhavani and M. A. Khan. (2011). Advanced Lighting Simulation Tools for Daylighting purpose. Trends in Applied Science Research – Vol 6 – Issu 4. p348.

٤٣) Bangali Jayashri, Shaligram Arvind. (2013). Simulation of strategic placement of luminaries for energy efficient lighting using daylight. Journal of Engineering, Technology and Innovation. Vol. 2. p63.

٤٤) J. Alstan Jakubiec and Christoph Reinhart. (2011). DIVA 2.0: INTEGRATING DAYLIGHT AND ENERGY SIMULATION. Sydney: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association Building Simulation.

٤٥) I.E.A. (2005). A Report of IEA SHC TASK 31 / IEA ECBCS ANNEX 29. Application of the CIE test cases to assess the accuracy of lighting computer programs: Daylighting Buildings in the 21st Century. International Energy Agency – I.E.A. p7.

٤٦) A. Wagdy Mohamed Ibrahim. (2013). New Parametric workflow based on validated day-lighting simulation. Cairo: Conference: Building Simulation Cairo. p412-420.

٤٧) I.E.A. (2012). Approved Method: Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE), I.E.A.

٤٨) U.S.G.B.C. (2013). LEED Reference Guide for Building Design and Construction v4. Washington DC: USGBC.

٤٩) Christoph F. Reinhart , Jan Wienold. (2011). The daylighting dashboard - A simulation-based design analysis for daylit spaces. Elsevier Ltd - Building and Environment 46. p388.

٥٠) Robert Bean. (2004). Lighting: Interior and Exterior. Architectural Press, Elsevier. p5.

# The Effect of the Internal Courtyard's Formation on the DAYLIGHTING in the Environmental Architecture of MASJID- Quantitative Study using a Computerized Simulation

**Abstract**

Internal courtyard is very important in the environmental system of the architecture of MASJID, specially to the quality of daylight and energy efficiency. Elements and relations of this system are needed for the internal courtyard to play its role as required in accordance with the ambient effects. The main aim of the research is studying how to control these effects to reach the most appropriate design standards of the courtyard in terms of position, shape, size and height, to achieve quality of daylight quantitatively and qualitatively, by simulating daylight of the internal courtyard in environmental architecture of MASJID, using computerized techniques to take advantage of its capabilities, of speed, flexibility, accuracy and saving time, effort and costs, which distinguish it from other calculating, measuring and graphical manual methods. The research showed the positional importance of the internal courtyard in the middle of MASJID, increasing the area of internal courtyard than one-third of the total area of MASJID, taking the overall shape of MASJID, increasing the height of the internal courtyard to half of the largest depth of the covered area in MASJID, taking into account the inverse proportionality between the height and area of the internal courtyard to achieve quality of daylight in MASJID.

**Keywords:** Simulation, Courtyard, Daylight, Architecture, Environment, MASJID.