الاستفادة من أساليب توظيف الإضاءة الطبيعية في العمارة المستدامة بالحضارة المصرية القديمة

Use of Natural Lighting Methods in sustainable Architecture in Ancient Egyptian Civilization

م.د. غادة إبراهيم

مدرس بقسم تاريخ الفن- كلية الفنون الجميلة ،جامعة حلوان

Dr. Ghada Ibrahim

Lecturer, Department of Art History, Faculty of Fine Arts, Helwan University

fayrouzeina@gmail.com

الباحثة. مها علي محمد القليوبي

باحث دكتوراة – قسم تاريخ الفن كلية الفنون الجميلة – جامعة حلوان

Researcher.Ghada Ibrahim

Art History Dep. - Faculty of fine arts – Helwan University

Maha.master.fa@gmail.com

الملخص

تتناول الدراسة كيفية تحقيق الاستدامة في العمارة المصرية القديمة من خلال التوظيف الأمثل للمفردات المعمارية المستدامة، وتم التوصل لبعض النتائج الهامة منها، وحرص المصري القديم على الاستفادة من الإضاءة الطبيعية بالتوظيف الأمثل للمفردات المعمارية.

تهدف الدراسة الى إظهار دور المفردات المعمارية المستدامة في تحقيق الإضاءة الطبيعية في العمارة المصرية القديمة وتأثير ذلك على العمارة المستدامة الحديثة، فتم تقسيم الدراسة إلى تعريف الإضاءة الطبيعية ومفهومها وأهميتها الاقتصادية بالنسبة للعمارة المستدامة، وكذلك التعرف على العوامل المؤثرة على تحقيق الإضاءة الطبيعية بالعمارة، ثم عرض المفردات المعمارية المستدامة التي استخدمها المصري القديم لتوفير إضاءة طبيعية بالمباني المعمارية وانعكاس ذلك على تحقق الاستدامة بالعمارة المصرية القديمة.

من المعالجات المعمارية الهامة التي قام بها المصري القديم هي معالجات الإضاءة الطبيعية، حيث فكر المصري القديم في التحكم في كمية الضوء الداخل إلى الفراغ طبقا للوظيفة المطلوبة، فعلى سبيل المثال في عمارة المعابد المصرية القديمة كان الهدف من توزيع الإضاءة هو إضفاء جو من الغموض والقداسة على المكان، لذلك كانت الفتحات ضيقة وصغيرة كما في معابد مدينة (هابو)، وعندما نشأت الحاجة إلى إضاءة المعابد قام المصري القديم بعمل فتحات في المسافة الرأسية بين منسوب السقف كما هو في معبد (الكرنك) عام ١٥٣٠ ق.م وأما في معبد (خونسو) ١١٩٨ق.م فقد صممت فتحات للإضاءة بسقف الحجرة الشرقية بجوار الهيكل الثالث، وذلك لتوجيه أشعة الشمس نحو تماثيل الآلهة.

الكلمات المفتاحية

العمارة المصرية القديمة، الإضاءة الطبيعية، المفردات المعمارية المستدامة

Abstract

This paper looks at achieving natural lighting in ancient Egyptian architecture by applied sustainability thousands of years ago: Ancient Egyptian civilization was able to be renewable through using sustainable architectural elements, the study pointed to the concept of natural lighting, the economic importance of using natural lighting; as identifying the factors affecting

of natural lighting to achieve sustainability, then presenting the sustainable architectural elements that ancient Egyptian used to provide lighting in architecture.

One of the most important architecture solutions have been doe by the ancient Egyptian was the natural lighting. he thought about controlling the amount of light entering the space according to the required function. As an example, in temples, the coal of distributing light was to provide a mystery and sanctity impact to the space. Therefore, the windows were narrow and small; as in temple of Habu. Also, to solve the need for lighting of Egyptian temples; he made windows in the vertical distance between ceiling level as it is in Karnak. The modern architecture inspired by the ancient Egyptian Methods.

مشكلة البحث

1- ما هو مفهوم الإضاءة الطبيعية وأنواعها في العمارة ؟
2- ما هي أهم العوامل المؤثرة على تحقيق الإضاءة الطبيعية بالعمارة؟
3- ما هي المفردات المعمارية المستدامة التي تحققت بها الإضاءة الطبيعية في العمارة المصرية القديمة ؟
4- ما هي الآلية التي اتبعها المصري القديم في تحقيق الإضاءة الطبيعية في المباني المختلفة (السكنية – المعابد – المقابر)؟
5- ما مدى تأثير المفردات المعمارية المصرية القديمة في تحقيق المبادئ المستدامة بالعمارة الحديثة؟

أهداف البحث

1- إلقاء الضوء على مفهوم الإضاءة الطبيعية وأنواعها بالعمارة المستدامة.
2- عرض تحليلي للمفردات المعمارية التي استخدمها المصري القديم لتحقيق إضاءة طبيعية ومستدامة بالعمارة المصرية القديمة.
3- التعرف على العوامل المؤثرة على الإضاءة الطبيعية بالعمارة.
4- التأكيد على استلهام العمارة الحديثة للمفردات المعمارية المصرية القديمة لتحقيق الاستدامة.

منهجية البحث

المنهج التحليلي الوصفي من خلال تحليل المفردات المعمارية وأنواعها وطرق التحكم في الإضاءة الطبيعية بالأساليب المستدامة المتبعة في العمارة المصرية القديمة.

حدود البحث

الحدود الزمنية: الحضارة المصرية القديمة.

الحدود المكانية: بعض نماذج المفردات المعمارية المستدامة المستخدمة لتحقيق الإضاءة الطبيعية بالعمارة المصرية القديمة

الحدود الموضوعية: العمارة المستدامة _ الإضاءة الطبيعية.

المقدمة

تميزت الحضارة المصرية القديمة بالتجدد والاستدامة، يرجع ذلك إلى تكامل الشعب المصري الذى عاش على ضفاف نهر النيل متعايشا مع بيئته على نحو لا مثيل له، فالإنسان والبيئة في الحضارة المصرية القديمة بشكل خاص متممان لبعضهما البعض.

ظهر احترام الطبيعة لدى فكر المعماري المصري القديم من خلال تجانس المباني المعمارية مع البيئة المحيطة، كما تعايش مع عناصر الطبيعة والبيئة المحيطة به، وأهم هذه العناصر الشمس. لقد تفهم المصري القديم الظروف المناخية والبيئية للطبيعة للأراضي المصرية جيدا، ومن هنا عرف المصري القديم الحلول المعمارية التي ساعدته في تكيف وملاءمة مبانيه مع تلك الظروف.

أدرك المصري القديم أهمية الضوء وتأثيره على عقل وإحساس الإنسان فاستخدم الضوء، ليس فقط لإنارة الفراغات الداخلية للمباني! ولكن أيضا لإكساب المكان تأثيرات حسية توحي بالغموض والرهبة في نفس مستخدم الفراغ، فأصبح الضوء عنصراً رئيسيًا من عناصر التصميم.

الإضاءة الطبيعية Natural Daylighting

يقول المعماري (لي كوربوزيه): «إن الإضاءة الطبيعية هي أساس العمارة وأنا أشكل العمارة بالإضاءة، فهي تخلق البيئة الجميلة والإحساس بالمكان وتضيف وهجًا جميلًا وتخلق حياة داخل المبنى»

تعددت مصادر الإضاءة الطبيعية بحيث يعتبر:

- النوع الأول من مصادر الإضاءة الطبيعية هو الضوء المباشر الذي يصدر مباشرةً من أشعة الشمس، والذي يصل داخل المباني عن طريق النوافذ والفتحات، ويعتبر هذا النوع أقوى أنواع الإضاءة في حالة التعرض المباشر له؛ حيث تكون الأشعة الضوئية موحدة الاتجاه، وتكون الظلال حادة وشديدة التباين، وتصبح الأسطح العاكسة مصدرًا لما يسمى بالإبهار البصري «Glare» وهذا النوع من الإضاءة غير مستحب بسبب عدم الراحة البصرية التي يسببها، وأيضا للحرارة التي تصاحبه.
- النوع الثاني من الإضاءة الطبيعية هو ضوء السماء، ويتوقف هذا الضوء على حالة السماء؛ فالسماء الزرقاء الصافية هي النوع الأمثل المطلوب؛ حيث يحقق انتظامًا في توزيع الإضاءة، وعندما تكون السماء ملبدة بالغيوم والسحب يكون توزيع لمعان السماء غير منتظم.
- النوع الثالث من أنواع الإضاءة الطبيعية هي الإضاءة المنعكسة، وهذا الانعكاس ينتج عن طريق انعكاس الضوء على الأرضيات والواجهات المحيطة بالمبنى خارجيًا، أو الحوائط والأسقف والأرضيات داخليا.

الإضاءة الطبيعية في العمارة المستدامة:

إن أشعة الشمس من أهم مصادر الطاقة الطبيعية المتجددة وإضاءتها تمثل أحد أهم العوامل الرئيسية لحياة الإنسان، حيث تفي الإضاءة الطبيعية بالاحتياجات الإنسانية وتعزز أداء وكفاءة البشر، مما جعل عنصر الإضاءة الطبيعية أحد أهم الركائز التي قامت عليها العمارة المستدامة، والتي تسعى إلى تحقيقها للحفاظ على البيئة وتوفير عمارة صحية تساهم في رفع الأداء وتحقق الراحة البصرية وتحد من التلوث البيئي في ظل التنمية المرجوة بالعمارة الحديثة.

أكدت الدراسات العلمية الحديثة أهمية الإضاءة الطبيعية وتأثيرها الإيجابي على بيولوجية الإنسان، حيث الموجات الضوئية التي تلعب دورًا هامًا في تخفيف الضغط النفسي على الإنسان حال استخدامه للضوء الطبيعي بدلا من الضوء الكهربائي، كما يعمل الضوء الطبيعي على زيادة تركيز وكفاءة الإنسان في فترات النهار وتوفير الهدوء والاسترخاء في فترات الليل.
ظهرت العديد من التوجهات المعمارية الحديثة التي تسعى لتحقيق نسبة الإضاءة الصحية داخل الفراغات المعمارية من خلال استخدام تصميمات ومفردات معمارية تسمح لمستخدمي الفراغ بالاستفادة من أشعة الشمس بأكبر قدر مع مراعاة عامل الخصوصية.
أصبح استغلال الإضاءة الطبيعية هدفًا استراتيجيًا تهدف إليه العمارة الحديثة للوصول إلى عمارة مستدامة ملائمة للمدن المستقبلية.

الفوائد الاقتصادية للإضاءة الطبيعية:

تعمل الإضاءة الطبيعية من خلال قدرتها على تزويد الفراغات المعمارية بالضوء بدلا من استخدام المصابيح الكهربائية؛ مما يقلل من استخدامها ويقلل من صيانتها، وبذلك تقل الأحمال الحرارية على المبنى، كما يساعد على الحد من استهلاك الموارد الطبيعية غير المتجددة، الأمر الذي يساعد على تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة المرجوة بالعمارة الحديثة، كما أن تطبيق استراتيجية الإضاءة الطبيعية تساهم وبشكل رئيسي في حصول المبنى على شهادات التقييم الدولية " LEED & BREEAM"

العوامل المؤثرة على تحقيق الإضاءة الطبيعية بالعمارة المستدامة:

يعتبر عامل المناخ وخطوط العرض من أهم العوامل الطبيعية المؤثرة على الإضاءة اللازمة للمبنى، والتي ينعكس تأثيرها على جميع المباني الواقعة داخل الحيز، حيث أن اختلاف خط العرض يؤدي إلى اختلاف زوايا الشمس، والتي تؤثر هي الأخرى على توجيه المبنى وعلاقته بأشعة الشمس في مختلف فصول العام، ويؤثر المناخ في درجة الاستفادة من ضوء الشمس والطرق المعمارية للتعامل مع أشعتها.
إن أشعة الشمس المباشرة غالبًا ما تكون غير مرغوبة داخل المبنى، لذلك يقوم المصمم بتوجيه الفتحات ودراسة حركة الشمس صيفًا وشتاءً خلال ساعات النهار، وذلك للحصول على أفضل إضاءة طبيعية ممكنة داخل المبنى دون نفاذ أشعة الشمس بشكل مباشر إليه، والحصول على إضاءة طبيعية جيدة دونما التعرض لمشاكل الإضاءة المباشرة كالأحمال الحرارية والإبهار البصري، ولكل من الاتجاهات الأربع الأصلية خصائص:

- **اتجاه الشمال**: هو الاتجاه الأفضل للمناطق المناخية الحارة، فهو يتميز بمستوى إضاءة ثابت لاعتماده على إضاءة السماء وليس أشعة الشمس المباشرة، ومن خلالِهِ نحصل على إضاءة طبيعية جيدة وثابتة دون التعرض لمشكلات الأحمال الحرارية.
- **اتجاه الجنوب**: هو الاتجاه الأفضل لمعظم الأقاليم المناخية بشكلٍ عام، حيث يتميز بمستوى إضاءة ثابت ومرتفع على مدار اليوم وعلى مدار العام، وأشعة الشمس الجنوبية مهمة في فصل الشتاء ويسهل التحكم فيها إلى حدٍ كبير.
- **اتجاهي الشرق والغرب**: هما اتجاهين غير مرغوب فيهما، حيث التفاوت الكبير في مستويات الإضاءة على مدار اليوم، مع انخفاض زوايا الشمس وقدرتها على النفاذ بعمق داخل المبنى، مما يتسبب في مشكلات بصرية، والتغيير السريع في ارتفاع الشمس يجعل من الصعب التحكم في أشعتها، كما يبلغ ضوء الشمس ذروته في الصيف بدلاً من الشتاء.

بدراسة حركة الشمس في مصر اتضح أن أفضل الاتجاهات لاستقبال الإضاءة الطبيعية هي الواجهة الشمالية، حيث تكون أشعة الشمس خفيفة ولا تتسبب في الانتقال الحراري بشكل كبير داخل المبنى.

المفردات المعمارية المستدامة المستخدمة لتحقيق إضاءة طبيعية بالعمارة المستدامة:

الفتحات والنوافذ:

من أهم انواع الفتحات التي تستخدم لتوفير إضاءة طبيعية داخل المباني هي:

أ- فتحات في حوائط المبنى

هي عبارة عن فتحات جانبية علوية أو سفلية، أو كلاهما معًا، ويُفضَّل وضع كاسرات شمسية بين الفتحات السفلية والعلوية؛ وذلك لزيادة دخول الإضاءة الطبيعية إلى مسافة أعمق داخل المبنى، كما أنها تعمل على توزيع الإضاءة بشكلٍ أفضل، لأن الضوء سينعكس على السطح العلوي لكاسرات الشمس ثم على سقف المبنى، ويتم حساب كاسرات الشمس بحسب أقل زاوية دخول لأشعة الشمس داخل المبنى.

ب- فتحات في سطح المبنى

تتعدد أنواع الفتحات الموجودة في سطح المبنى، حيث تشتمل على:

- **قبب السماء Sky Light**

هي من أشهر العناصر المعمارية المستخدمة في توفير الإضاءة الطبيعية داخل المباني، وتعتمد في تنفيذها على التوجيه في الاتجاه الشرقي أو الغربي، ويستخدم في تنفيذها زجاج نصف شفاف؛ وذلك لتقليل شدة الضوء مع الاهتمام بتحقيق العزل الحراري.

- **الفتحات العلوية من مركز المبنى Central Top Lighting:**

تستخدم الفتحات العلوية في المباني التي تحتاج إلى إنارة في منتصف الحيز مثل الفصول الدراسية؛ وذلك لمنع ظاهرة الإبهار البصري، وتستخدم الكاسرات الداخلية الثابتة أو المتحركة بحيث تكون شدة الإضاءة تحت الفتحة مباشرةً، وتقل كلما اتجهنا نحو محيط الحيز، وهذه الطريقة تستخدم في مباني الدور الواحد، أو الطابق الأخير في المباني متعددة الطوابق.

- **الفتحات الناتجة عن فرق المناسيب Clerestory:**

تكون الفتحة عبارة عن فتحة رأسية فوق مستوى النظر، وتعتمد في تنفيذها على الطبيعة المناخية للمكان.

- **الفتحات الناتجة عن ارتفاع جزء من السقف Monitor:**

هي عبارة عن فتحات تنتج من ارتفاع جزء من السقف، ويتم التوجيه فيها عن طريق الاتجاهات الأصلية، فإذا ما تم التوجيه ناحية الشمال يقل التغير في الإضاءة على مدار اليوم، كما يقل الاكتساب الحراري، وإذا ما تم التوجيه ناحية الاتجاه الجنوبي تزيد نسب الاكتساب الحراري، وتتغير شدة الإضاءة على مدار اليوم إذا ما تم التوجيه ناحيتي الشرق والغرب.

وتستخدم أيضا شبكة الإضاءة العلوية الطبيعية بحيث يتم توزيع فتحات الإضاءة في سقف المبنى على شبكة منتظمة من الفتحات المائلة، والتي تناسب المساحات الواسعة.

يمكننا الجزم بأن المصري القديم قد توصل إلى أساليب معمارية استطاع من خلالها توظيف المفردات المعمارية للاستفادة من الإضاءة الطبيعية في العمارة المصرية القديمة، والتي ساهمت بدورها في إثراء فكر الاستدامة في العمارة الحديثة ونستعرض ذلك من خلال ما يلي:

الإضاءة الطبيعية بالعمارة المصرية القديمة:

للشمس والضوء مكانة خاصة لدى المصري القديم، حيث مثلت الشمس بالنسبة لهم أهم ركيزة من ركائز العقيدة المصرية القديمة، والتي تمثلث في الإله (رع) أحد أهم الآلهة بالعقيدة المصرية القديمة والذي كان يرمز له بقرص الشمس، والرحلة اليومية للشمس التي تعبر عن عقيدة البعث والأبدية بعد الموت، وعندما قام (أخناتون) بثورة عقائدية لتوحيد الآلهة دعا إلى عبادة إله واحد (أتون) ورمز له بقرص الشمس، وعبر عنه بأنه القوة الكامنة في قرص الشمس، والتي تخرج منها أشعة الشمس وكأنها أيادٍ تمنح الخير والعطاء للبشر.

تجلت علاقة المصري القديم بالظواهر الطبيعية وبخاصة الشمس والضوء بشكل مبهر من خلال العمارة، فنجد أن ظاهرة تعامد الشمس السنوية تثبت عظمة المصري القديم وقدرته على التفاعل مع مفردات البيئة الطبيعية المحيطة به، وعلى سبيل المثال وليس الحصر؛ ظاهرة تعامد الشمس على مقصورة قدس الأقداس بمعبد (الكرنك) إعلانًا عن بداية التوقيت الشتوي عند المصري القديم ومولد الإله (رع)، تبدأ الظاهرة في التسلل للبوابة الشرقية باتجاه المحور الرئيسي للمعبد وصولا لمقصورة قدس الأقداس.

شكل رقم (١) يوضح ***ظاهرة تعامد الشمس على قدس الأقداس – معبد آمون رع***

المفردات المعمارية المستدامة التي استخدمت لتحقيق إضاءة طبيعية بالعمارة المصرية القديمة:

استخدم المصري القديم المفردات المعمارية المستدامة لتوفير الإضاءة الطبيعية والتحكم فيها داخل الفراغات المعمارية، وتحقق ذلك من خلال ما يلي:

الفتحات والنوافذ:

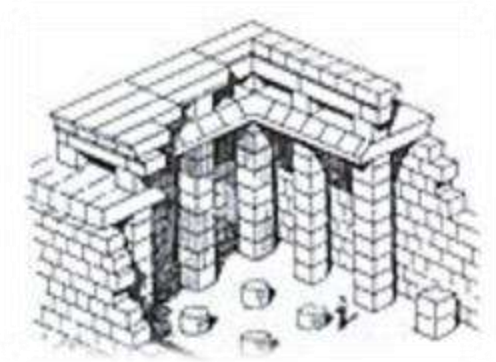
- تنقسم أغلب الفتحات المستخدمة في العمارة العقائدية إلى:

- **فتحات علوية رأسية** على الجدران أو الأعمدة، والتي تركز تنفيذها في بهو الأعمدة والممرات الوسطى للمعبد مثل معبد (آمون رع) ومعبد (خونسو) بالكرنك، بغرض التأكيد على مسار الحركة الرئيسي في المواكب الدينية للوصول لقدس الأقداس، وضع على الفتحات حواجز على شكل مصبعات أو مخرمات حجرية لتسمح بنفاذ الضوء على شكل خيوط ضوئية تنحني على الأعمدة والأرضيات لتكون تشكيلات جمالية من الظلال والضوء تتغير مع

الوقت، كما استخدمت الفتحات العلوية الرأسية أيضًا أعلى مداخل محاريب الآلهة بغرض التأكيد على أماكنها مثل معبد (أبيدوس) مما يضفي على المحاريب القدسية والغموض.

- **فتحات علوية أفقية في الأسقف** سمحت بنفاذ أشعة الشمس على هيئة خيوط لتعزيز الشعور بالاتصال الوجداني بأشعة الشمس، والتي تظهر وكأنها فيض ضوء متدفق؛ كما في بهو الأعمدة بمعبد (أبيدوس) وردهة التوزيع المؤدية لقدس الأقداس بمعبد (خونسو) وحجرة المركب المقدس بمعبد (أدفو)

شكل رقم (٢) يوضح فتحات الأسقف – معبد الكرنك



شكل رقم (٣) يوضح الفتحات العلوية الرأسية - سقف معبد الكرنك

- **فتحات المداخل** تعتبر منفذ الإضاءة الوحيد لمحاريب قدس الأقداس، وهي أكثر فراغات المعابد ظلامًا، فتسمح فتحات المداخل بمرور قدر محدود من الإضاءة القادمة من البهو لتضفي القدسية والرهبة والغموض على المحاريب التي تحوي تماثيل ورموز الآلهة.
- بعض المعابد اعتمدت على توجيه المحاور بحيث تسمح بنفاذ الضوء من خلال المداخل لتضيء تماثيل الآلهة في أوقات معينة بغرض ديني أو مناسبة ما تخص الآلهة.
- صممت فتحات نوافذ المعابد صغيرة في أعلى الجدران أو في الأسقف للتحكم في كمية الضوء الداخل للفراغ، بالإضافة لأن قله وصغر الفتحات سمحت بمساحات معمارية كبيرة للتصاوير الجدرانية والنحت.
- بعض المقاصير الصغيرة في المعابد بها فتحات بالأسقف على شكل (القمع) حيث تسمح بمرور خيط من النور إلى الفراغ الداخلي لتوفير إضاءة هادئة بالمقصورة.
- مداخل الأبواب بالمعابد والمقابر كانت كبيرة لتسمح بأن يدخل منها ضوء يكفي لإضاءة المساحات الواسعة، والتي تقل شيئا فشيئا كلما اقتربنا من الداخل لتضفي القدسية والغموض على المكان.
- مقابر سقارة الأولى لها نوافذ على شكل فتحات أفقية تقع تحت الأسقف الحجرية مباشرة؛ بحيث تمنع أشعة الشمس من المرور في بعض الفراغات، والبعض الآخر يغمرها ضوءٌ ساطعٌ هادئ.
- بعض المقاصير صغيرة الحجم في المعابد بها فتحات بالأسقف تتخذ شكل (القمع) وذلك للسماح بمرور خيط من الضوء إلى الفراغ الداخلي؛ وبذلك تضاء المقصورة بإضاءة خافتة.
- اتجاه النوافذ المائلة بين الجدار وألواح السقف تعتمد على الراحة، والتي كان يتم فتحها بالكامل من الجدار أو من ألواح السقف، أو كان يتم فتحها بين الجدار وألواح السقف، وكانت تفتح هذه الفتحات عادة على الجدران الجانبية للمعبد، ونادرًا ما كانت تفتح في أعلى السقف، كما كانت تفتح أحيانًا في ألواح السقف المنحني (العقد) مثلما في

المقاصير السبعة المتوازية بمعبد (سيتي الأول) بمنطقة (أبيدوس) ونادرًا ما وجدت مثل هذه الفتحات في معبد (دندرة).

- أعتاب معظم الفتحات مقوسة لتسمح لأشعة الشمس بالمرور من خلال تلك الفتحات.
- في المعابد المسطحة الأسقف نرى بوضوح الفتحات المصممة بالأسقف والتي تسمح بدخول أشعة الشمس بقدرٍ محدد، كما كانت تعمل على تهوية المعبد، وتم تنفيذ هذه الفتحات ببراعة عالية لتجنب إضعاف الأسقف، وخاصة الأسقف الحجرية المسطحة؛ حيث كانت تفتح في مكان تقاطع بلاطتي السقف.
- قنوات التهوية الموجودة بالهرم الأكبر والتي تم تصميمها لتخدم غرفة الملك وغرفة الملكة، على بعد مسافة قصيرة أفقيا قاموا برفع أجنحة بزاوية ميل ٣٠ درجة على مسافة حوالي ٧٠سم لتظهر على وجهة الهرم، بينما يأخذ القطاع الداخلي شكلًا مربعًا، وتم قطع قناة التهوية من كتلة حجرية واحدة، وتم وضعها على نفس زاوية ممر التهوية للسماح بمرور الهواء.
- بدأ استخدام النوافذ العالية في عصر الدولة الحديثة _ولم تكن تنفذ من قبل_ ونجدها في البهو بمعبد (الكرنك) وفي معبد (سيتي الأول) في (الرامسيوم) في طيبة، وأيضًا في معبد (خنسو) بالكرنك.
- العمارة السكنية بالحضارة المصرية القديمة كانت تبنى بشكل عام من الطين اللبن، وكانت تزود بفتحة صغيرة في الحائط؛ مما يسمح بدخول الضوء الطبيعي مباشرةً إلى الداخل، بينما كانت مساكن الملوك وكبار القوم أكبر مساحة وبها مناور قريبة من السقف، والتي تعمل كمصدر للهواء والضوء الطبيعي، بينما نجد في المعابد التي شيدت من الأحجار قد كان للمعتقدات الدينية دورًا هامًا في التأثير على كمية الضوء الداخل إليها.

شكل رقم (٤) يوضح الفتحات العلوية الصغيرة – معبد خونسو

الواجهات والصروح:

- شيد المصري القديم الأعمدة بواجهات المباني أو حول الأفنية الداخلية لتكون عنصرًا هامًا لتوفير الظلال واتقاء حرارة الشمس.
- استخدام النحت البارز والغائر على الواجهات الخارجية المعرضة لضوء الشمس لحماية الواجهات وتوزيع الضوء والظل على الواجهات، مما يضفي على المنحوتات الجمال والروعة ويكفل لها الوضوح حتى في حال الضوء الخافت.
- توجيه أشعة الشمس على الواجهات بحيث تتركز على المنحوتات وحدها دونما الأعمدة والجدران الملاصقة لها، يظهر هذا المشهد أشبه بعرض مسرحي؛ حيث يسمح للضوء بالوصول إليها من خلال فتحات صغيرة أعلى الجدران عند نقطة التقائها بالأسقف، أو تكون الفتحات بالأسقف ذاتها مما يحقق إضاءة هادئة داخل الفراغ المعماري.

- عثر بمعبد الوادي بالمجموعة الجنائزية للملك (خفرع) على مجموعة من التماثيل التي خصص لها ٢٣ حفرة لوضع قواعد التماثيل عليها؛ تلك التماثيل كانت مسقوفه بحجارة محمولة على أعمدة وفوق كل تمثال فتحة في الجدار تساعد على دخول أشعة الشمس لتسقط على وجه تمثال الملك.

شكل رقم (٥) يوضح توزيع الإضاءة الطبيعية في معبد الوادي – المجموعة الجنائزية للملك خفرع

شكل رقم (٦) يوضح توجيه اشعة الشمس على تماثيل واجهة معبد الأقصر

فرق مناسيب الأسقف «clerestory»

- التحكم في توزيع الضوء بمعبد (خونسو) الذى يقع داخل فناء (آمون – رع) بالكرنك – الأقصر، حيث التدرج الضوئي للفراغات بتدرج فئات الشعب، الفناء المكشوف يغطيه الضوء الطبيعي طوال اليوم ثم تبدأ الإضاءة بالتناقص عند الدخول إلى بهو الأعمدة حيث الرمز لطبقة النبلاء، فيدخل الضوء إلى البهو من خلال فتحات علوية جانبية أسفل السقف، وتصميم هذه الفتحات كشوات حجرية مثقوبة تعمل على التخفيف من شدة الضوء داخل الفراغ، ويتسرب الضوء أيضًا من هذه الفتحات إلى جانبي البهو الذي ترتفع أرضيته عن أرضية الفناء، ونصل بعد ذلك إلى قدس الأقداس في نهاية المعبد ليصبح معتمًا عدا فتحة صغيرة في السقف تسمح بمرور بعض الضوء الخافت ليسقط على تمثال الإله أو ما يرمز له؛ ليضفي على الفراغ حاله من الرهبة والقدسية.
- استخدام قطاعات من الحجر الجيري بهرم (أوناس) حيث تم تشييد ثلاثة قطاعات منكسرة منحدرة بعرض ثلاثة أمتار وارتفاع ثلاثة أمتار وطول سبعة أمتار، ليكون أكثر القطاعات انحدارًا للصاعد وأقلها في نهايته. مما جعل هذا الطريق مغلق تمامًا إلا من فتحة في السقف لا يزيد عرضها عن ٦ سنتيميترات، لتمر منها أشعة الشمس المباشرة وتتوجه نحو الأرضيات الحجرية المصقولة، فتنعكس الإضاءة على الجانبين، وتمتد الفتحة بطول السقف مما يجعل الضوء يبدو كشريط من السماء المصاحب للزائر خلال مسيرته من معبد الوادي إلى الهرم.

- في معبد (إدفو) شيدت بواجهة بهو الأعمدة حوائط حاجزة ذات ارتفاعٍ عالٍ ليمنع السطوع المبهر المنعكس من الأرض، وفي نفس الوقت يسمح لضوء الشمس الدخول من فوقها.

شكل رقم (٧) ***يوضح استخدام فرق مناسيب الأسقف لتوزيع الإضاءة – معبد آمون***

مواد البناء

- استخدام مواد البناء في الإضاءة، مثل استخدام الحجر الجيري الناصع البياض لكسوة أهرامات الجيزة بالدولة القديمة، وتغطية الأرضيات والحوائط والأسقف كما في هرم (أوناس) بمنطقة سقارة.
- المساكن المصرية القديمة كانت تبنى بشكل عام من الطين اللبن، وكانت تزود بفتحة صغيرة في الحائط؛ مما يسمح بدخول الضوء الطبيعي مباشرة إلى الداخل، بينما كانت مساكن الملوك وكبار القوم أكبر مساحة وبها مناور قريبة من السقف، والتي تعمل كمصدر للهواء والضوء الطبيعي، بينما نجد في المعابد التي شيدت من الأحجار قد كان للمعتقدات الدينية دورًا هامًا في التأثير على كمية الضوء الداخل إليها، والتي تعتبر أحد عناصر التأثير النفسي داخل الفراغات، فتم توظيفها ببراعة فائقة كعنصر معماري مع العناصر المعمارية الأخرى لتحقق جوا من الغموض مع التناسب في التدرج الضوئي من الخارج إلى الداخل ووصولاً إلى قدس الأقداس، حيث تأثر هذا التوزيع الضوئي بالعقيدة الدينية التي كانت قائمة على عبادة الإله (رع) إله الشمس.

شكل رقم (٨) ***يوضح كسوة الأهرام بالحجر الجيرى لعكس اشعة الشمس – الهرم المنكسر***

الأفنية:

- تعتبر الأفنية المفتوحة عنصرًا أساسيًا في أغلب المعابد المصرية القديمة، حيث تقع الأفنية مباشرةً بعد صرح المدخل، وفى حالة عدم وجود الفناء في بعض المعابد مثل معبد (أبوسمبل) يتم استبدال الفناء بساحة أمامية قبالة المدخل؛ وقد تم تكرار الأفنية في نفس المعبد كما في معبد (الأقصر) الذى يضم فناءين تمت إضافتهما للمعبد في عصرين مختلفين.
- استخدم الفناء المفتوح بالمعابد لإقامة الاحتفالات والأعياد؛ حيث يسمح لعامة الشعب حضورها، فكان من اللازم أن تقام الأفنية على مساحات واسعة، وتكون مكشوفة لتوفر أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية المباشرة، لتتيح الاتصال البصري والروحاني بالسماء، كما ارتبطت بعض الأفنية بالمعابد بالعقيدة الدينية لتقديس الشمس مثل معبد (آتون)

- تم توجيه أشعة الشمس داخل الأفنية الداخلية بحيث تتركز على التماثيل وحدها دون الأعمدة والجدران المجاورة لها، هذا العرض شبه المسرحي يسمح للضوء بالتسلل إليها من خلال نوافذ صغيرة في أعلى الجدران عند نقطة التقائها بالسقف، كما هو في الفناء الداخلي لمعبد الكرنك.
- التحكم في توزيع الإضاءة؛ حيث يسبق قدس الأقداس بهو الأعمدة، وبه إضاءة علوية تعطي ضوء هادئ، ثم الفناء المكشوف حيث الإضاءة القوية، وقد هدفت تلك الإضاءة المتدرجة إلى إضافة خداعًا بصريًا يعطي للفراغ الداخلي عمقًا أكبر.

شكل رقم (٩) ***يوضح توجيه أشعة الشمس نحو التماثيل في الفناء المكشوف – معبد الكرنك***

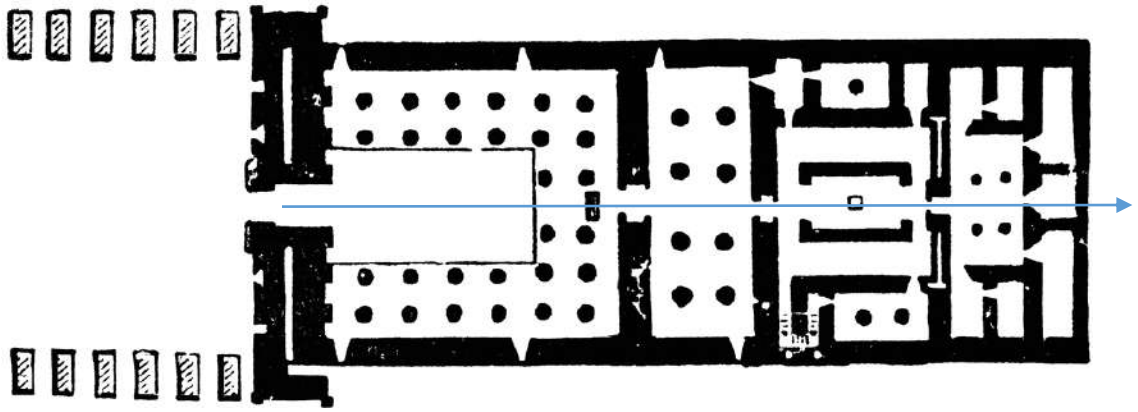
الأكتاف الداخلة والخارجة:

- تعرف الدخلة أو الكوة بأنها عبارة عن تجويف بأحد الحوائط بعمق معين، قد يتخذ التجويف شكلاً مربعًا أو مستطيلا أو اسطوانيا له سقف مقبي.
- ظهرت الأكتاف الداخلة والخارجة المغطاة بالحصير الملون داخل المقابر في الأبواب الوهمية وفي واجهات المقابر بكافة ارتفاعاتها بالدولة القديمة.
- تعتبر الدخلات الرأسية من العناصر المعمارية المميزة للعمارة المصرية القديمة وبخاصة الواجهات المعمارية.
- كانت الدخلات الرأسية عبارة عن فراغ معماري مخصص وظيفيًا لاحتواء بعض العناصر مثل المنحوتات وساريات الأعلام.
- الوظيفة الإنشائية للدخلات كانت تعمل كوسيلة لتخفيف أوزان الحوائط مع الاحتفاظ بسُمكِهِ الكلي، كما استخدمت الدخلات لأغراض تشكيلية حيث تكرارها على الواجهات الضخمة لكسر الرتابة وتحقيق الإيقاع بالكتلة المعمارية الضخمة.
- استخدمت الدخلات كحل معماري مستدام لتحقيق الظلال على الواجهات وحمايتها من أشعة الشمس المباشرة.

شكل رقم (١٠) ***يوضح توزيع الظل والنور باستخدام الأكتاف الداخلة والخارجة – واجهة مجموعة زوسر***

المحاور:

- تقع جميع أجزاء المعبد الرئيسية على محور واحد بحيث يقسمها طريق مستقيم يبدأ من المدخل حتى قدس الأقداس، يرى بعض الأثريون أنه الطريق الذى كان الملك يتخذه إلى مقصورة الإله، والذي يحمله تمثال الإله على أكتاف الكهنة إلى خارج المعبد لزيارة بعض الآلهة الأخرى في معابدها، أو أثناء استقبال الملك، ومن هنا يعتبر هذا الطريق هو طريق المواكب العقائدية؛ فتم توزيع الضوء بحيث يحقق الغرض العقائدي المرجو منه.
- اهتم المصري القديم بأن يمثل محور الاتزان في الوقت ذاته محور اهتمام المبنى، وذلك تأكيدًا للمحورين معًا، فنجد معظم المعابد القديمة تتزن حول محور تصميمي أساسي يربط مدخل المعبد بقدس الأقداس، والعناصر الفراغية حول هذا المحور تكون متماثلة؛ حتى يتم الوصول إلى الفراغات الداخلية التي يكون ثقلها متزنًا حول محور الفراغ الأساسي المسيطر على الاتزان وهو قدس الأقداس، أدى ذلك إلى التحكم في إضاءة غرفة قدس الأقداس داخل المعابد المصرية القديم؛ تكاد تكون معتمة تمامًا إلا من بعض الضوء الخافت الموجه نحو تمثال الإله، بحيث يظل كل ما حوله معتمًا؛ مما يضفي حالة من الغموض والرهبة والقداسة لتمثال الإله.
-



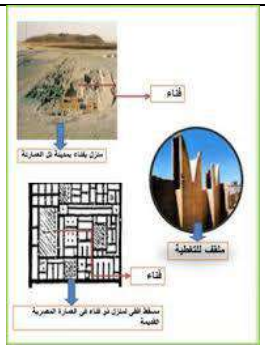
شكل رقم (١١) يوضح التحكم في إضاءة فراغات المعبد باستخدام محور الاتزان – معبد خونسو

- تدرج كمية الضوء بالمعابد وتوزيعه، حيث الإضاءة الخافتة بقدس الأقداس ويليها الإضاءة العلوية ببهو الأعمدة التي توفر ضوء هادئ، يليه الفناء المكشوف حيث الإضاءة القوية، هذا التدرج بتوزيع الإضاءة يعطي الفراغ الداخلي عمقًا أكبر ويضفي حالة من الرهبة لدى الزوار.
- المعابد الكبيرة التي تتطلب توفير إضاءة قوية؛ أوجدت لها حلول معمارية مثل بناء القسم الأكبر من المعبد أعلى من الجناحين الجانبيين، وتضاف فتحات في جدران القسم الأوسط فوق أسقف الجناحين الجانبيين، والتي تتخذ تصميم فتحات طولية عمودية؛ هذه الفتحات تسمح بمرور الضوء من خلالها إلى الفراغات الداخلية.
- نظرًا للطبيعة المناخية فقد تعمد المصري القديم تصغير فتحات واجهات المباني، فأصبحت الحوائط ذات مسطحات كبيرة سليمة عدا فتحات الأبواب، وفتحات صغيرة علوية ينبعث منها الضوء بقدر محدد؛ مما يزيد من رهبة المكان.

النتائج:

في إطار الدراسة تم التوصل إلى أن العمارة الحديثة استلهمت المفردات المعمارية لتوفير الإضاءة الطبيعية بالعمارة المستدامة من خلال ما تم تحققه بالفعل بالعمارة المصرية القديمة، والجدول التالى يوضح ذلك:

جدول رقم (١) يوضح الاستفادة من أساليب توظيف الإضاءة الطبيعية في الحضارة المصرية القديمة وتأثير ذلك على تحقيق الاستدامة باالعمارة الحديثة

المفرد المعماري	العمارة المصرية القديمة	الشكل	العمارة المصرية الحديثة	الشكل
الفناء الداخلي	استخدام الفناء المكشوف في العمارة الجنائزية والسكنية لتحقيق الاضاءة الطبيعية داخل المبنى.		استخدام الفناء الداخلي لتوفير الإضاءة الطبيعية وهو ويلعب دورا أساسيا في توفير استهلاك الطاقة والتحكم في الحرارة.	بيت السحيمي – القاهرة
الفتحات	استخدمت الفتحات في الجدران والحوائط للتحكم في أشعة الشمس داخل الفراغ.		استخدمت الفتحات لتوفير الضوء داخل الفراغ والتقليل من استهلاك الطاقة	فندق ادرار املال – سيوة سقف قبو منزل فؤاد رياض – تصميم حسن فتحي
فرق مناسيب الأسقف clerestory	استخدمت في أسقف المعابد لتوفير الضوء		استخدام فرق مناسيب الأسقف لتوفير الإضاءة الطبيعية للفراغ الداخلي.	مبني الجامعة الأمريكية – القاهرة

أكتاف داخلة وخارجة	استخدمت في واجهات المعابد لتوفير علاقة بين الظل والنور.	واجهة مجموعة زوسر – سقارة	كاسرات الشمس استخدمت لتغطية الفتحات في واجهات المباني لتوفير الظلال خلال فترات النهار.
			كاسرات الشمس عمارة حسن فتحي – القرنه
فتحات طولية في الأسقف	استخدمت لتوفير الضوء الطبيعي عن طريق فتحة طولية بالسقف تسمح بنفاذ الضوء	ممر الوصول لهرم أوناس- سقارة	الفتحات الطولية بالأسقف، وتغطية هذه الفتحات بألواح زجاجية تسمح بنفاذ الضوء.

- اتجه المعماريون في العصر الحديث نحو تحقيق استدامة العمارة، حيث ظهرت العديد من الاتجاهات المعمارية تنادي باستغلال الطاقات المتجددة لتحسين جودة البناء والحفاظ على الطاقة، فتم استخدام أشعة الشمس لتوفير إضاءة طبيعية داخل الفراغات دونما استهلاك للطاقات غير المتجددة وتقليل الانبعاثات، وهو نفس الفكر الذي استخدمه المصري القديم في عمارته منذ آلاف السنين.
- بالرغم من تعدد العوامل المؤثرة على الإضاءة الطبيعية فقد عرف المصري القديم كيفية التحكم بكمية الضوء داخل الفراغات المعمارية عن طريق توجيه الضوء من خلال عمل فتحات صغيرة أو كبيرة الحجم بحسب الحاجة، فتنوعت الفتحات منها فتحات علوية رأسية وفتحات أفقية.
- تعايش المصري القديم مع البيئة الطبيعية المحيطة به واستخدم الضوء الطبيعي في الفراغات المعمارية بحيث يؤدي غرضه الوظيفي والجمالي على أكمل وجه.
- ابتكر المصري القديم مفردات معمارية مستدامة تحقق من خلالها توفير إضاءة طبيعية للمباني على حسب طبيعة الفراغ والغرض منه؛ مثل الأكتاف الداخلة والخارجة والأفنية بحيث تتحكم في كمية الضوء التي تتوافق مع الاغراض العقائدية.
- حرص المصري القديم على تحقيق مبادئ الاستدامة ومنها مبدأ الإضاءة الطبيعية عن طريق توظيف المفردات المعمارية مثل فرق مناسيب الأسقف ومواد البناء ومحاور الاتزان.

- استطاع المصري القديم تحقيق أحد أهم مبادئ الاستدامة؛ وهو مبدأ «الإضاءة الطبيعية» من خلال مفردات معمارية تفردت بها عمارته.
- نستنتج مما سبق أن الاستدامة ليست بحديثة، بل قديمة قدم الحياة على الأرض.

المصادر

طاهر رشا، *الاستفادة من الطاقات المتجددة في التصميم العمراني لمباني جامعات مصر*، رسالة دكتوراة، جامعة عين شمس، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، ٢٠٠٨، ص ٩

tahir, rasha , alaistifadat min altaaqat almutajadidat fi altasmim aleumranii limabani jamieat misr , risalat dukturaat , jamieat eayn shams , kuliyat alhandasat , qism alhandasat almiemariat , 2008 , hamuwdata, yahyaa, al'iida'at dakhil almabani , dar almaearif , 1987, s 127

حمودة يحيى، *الإضاءة داخل المباني*، دار المعارف، ١٩٨٧، ص ١٢٧

hamuwdat yahyaa, al'iida'at dakhil almabani, dar almaearifi, 1987, s 127

السيد نهى، *تحقيق المتطلبات البيئية لحيزات العمارة الداخلية الخضراء*، رسالة ماجستير، جامعة حلوان، كلية الفنون الجميلة، قسم الديكور،٢٠١٤،ص١١٦.

alsayidu, nahaa ,tahqiq almutatalabat albiyiyat lihizat aleimarat aldaakhiliat alkhadra', risalat majistir, jamieat hulwan, kuliyat alfunun aljamilati, qism aldiykur,2014,s116

عوض أحمد، ٢٠١٥، *ظاهرة تعامد أشعة شروق الشمس على المعابد والمقاصير المصرية القديمة بين الحقائق والتكنهات*، مؤتمر كلية الآثار الأول، جامعة القاهرة

euad, 'ahmad , 2015, zahirat taeamud 'ashieat shuruq alshams ealaa almaeabid walmaqasir almisriat alqadimat bayn alhaqayiq waltaknuhati, mutamar kuliyat al'athar al'awala, jamieat alqahira

توفيق، سيد، *تاريخ العمارة في مصر القديمة الأقصر*، دار النهضة العربية، ١٩٩٠، ص ٦٤

tufiqa, sayid , tarikh aleimarat fi misr alqadimat al'aqsara, dar alnahdat alearabiati, 1990, s 64

عبد الفتاح رحاب، *أثر التقنيات المتطورة للإضاءة المستدامة في ضوء المتغيرات البيئية على تصميم الفراغ*، مجلة الفنون والعلوم التطبيقية، مج العاشر، ع ١، كلية الفنون التطبيقية، جامعة دمياط، ٢٠٢٣، ص ١٣٦

eabd alfataah ,rhab, athar altiqniaat almutatawirat lilada'at almustadamat fi daw' almutaghayirat albiyiyat ealaa tasmim alfaraghi, majalat alfunun waleulum altatbiqiati, maja aleashir, e 1, kuliyat alfunun altatbiqiat , jamieat dimyati, 2023, s 136

جارحي محمود، *أثر الفكر الديني في تطور تصميم معابد الآلهة في مصر القديمة*، مجلة التصميم العالمي، مج ٧، ع٢، كلية الفنون الجميلة جامعة حلوان، ٢٠١٧، ص ٢٦٢

jarihaa , mahmud, athar alfikr aldiynaa fi tatawur tasmim maeabid al'ulhat fi misr alqadimati, majalat altasmim alealamaa , maja 7, ea2, kuliyat alfunun aljamilat jamieat hulwan, 2017, s 262

إبراهيم محمود مها، *التأثير المتبادل بين الإنسان والبيئة: مفهوم التصميم العامي وعلاقته بالاستدامة في الفراغ الداخلي*، ٢٠٢٠، بحث منشور، مجلة العمارة والفنون، العدد السابع عشر

'iibrahim , mahmud , maha , altaathir almutabadal bayn al'iinsan walbiyat: mafhum altasmim aleamiyi waealaqitat bial'iistidamat fi alfaragh aldaakhilii , 2020 , bahth manshur, majalat aleimarat walfunun , aleadad alsaabie eashar

المصادر الأجنبية:

Wilkinson, J. (1850). The Architecture of Ancient Egypt: In Which the Columns Are Arranged In Orders, and the Temples Classified, With Remarks on the Early Progress of Architecture, USA: In Which The Columns Are Arranged In Orders, And The Temples Classified, With Remarks On The Early Progress Of Architecture, P112

Ezequiel Uson Guardiola, The Influence of Religious and Cosmological Beliefs on the Solar Architecture of the Ancient World, Polytechnic University of Catalonia (UPC), Spain, International Journal of Architectural Engineering Technology, 2014, 1, 3-11

Fletcher, B. (1996). Sir Banister Fletcher's a History of Architecture. (D. Cruickshank, Ed.) Oxford: Architectural Press

Thiers, C., & Zignani, P. (2011). The Temple of Ptah at Karnak. Egyptian Archaeology, Egypt Exploration Society, P., 20-24

Wilkinson, R, (2000) *The Complete Temple on Ancient Egypt*, (P.43), Thames &Hudson, U.S.A.