

## تأثير بروز كاسرات الشمس لنوافذ الفصول الدراسية على مستويات الإضاءة "دراسة حالة: مدارس التعليم الأساسي بمدينة الخمس بليبيا"

د. الفيتوري عمر مادي، [fetoomar17@gmail.com](mailto:fetoomar17@gmail.com)

محاضر بقسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني - كلية الهندسة - جامعة المرقب - الخمس

د. عادل حسين المبروك، [gamatya2012@gmail.com](mailto:gamatya2012@gmail.com)

محاضر بقسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني - كلية الهندسة - جامعة المرقب - الخمس

د. صالح يوسف الفرد، [salfrd88@gmail.com](mailto:salfrd88@gmail.com)

محاضر بقسم الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني - كلية الهندسة - جامعة الجبل الغربي - غريان

### ملخص:

تناقش الورقة البحثية تأثير التغيير في نوع وطول كاسرات الشمس لنافذة الفصل الدراسي بمدارس التعليم الأساسي على سلوك مستويات الإضاءة على سطح مكاتب التلاميذ وسبورة الفصل، وذلك بدراسة الحالة الدراسية (مدرسة الحارثي للتعليم الأساسي بمدينة الخمس بليبيا). ويتم التعريف بالمبنى ومكوناته وموقعه داخل المدينة مع وصف الفصل الدراسي بالمدرسة، وتعرض الدراسة تحليل للظروف المناخية لمنطقة الدراسة، وباستخدام برنامج الحاسب الآلي (DIALux evo) يتم عمل محاكاة لتحديد مستويات الإضاءة الطبيعية داخل فراغ الفصل الدراسي طيلة فترة النشاط من الساعة الثامنة صباحا حتى الرابعة مساءً وذلك في 21 ديسمبر شتاء والتي تمثل فترة السماء المغيمة والمغيمة جزئيا وهي فترة الدراسة بالمدارس وتبدأ في شهر سبتمبر وتنتهي في نهاية شهر مايو، على أن يتم إختبار بروزات كاسرات نوافذ مختلفة (كاسرة أفقية، كاسرة رأسية، كاسرة مركبة) مع مراعاة ثبات المؤثرات الأخرى على الإضاءة كالتوجيه والفتحات الخارجية ونسب الإنعكاس والإضاءة الصناعية وعمق وشكل وأبعاد وحجم فراغ الفصل الدراسي، وأخيرا تخلص الورقة البحثية لعدد من المحددات والنتائج والتوصيات لإستخدام بروز ونوع كاسرات الشمس وأثرها على مستوى الإضاءة في فراغات الفصول الدراسية وكيف تساهم في تحسين الأداء البصري والرؤية الجيدة للتلاميذ.

**الكلمات الدالة:** الإضاءة - كاسرة الشمس - الفصل الدراسي.

## 1- مقدمة

من المعروف أن مستويات وسلوك الإضاءة داخل الفراغ المعماري يتأثر بعدة عوامل، منها خارجية ومنها داخلية سواء كانت بيئية تختص بالمكان أو موقع المبنى والفراغ أو تصميمية تختص بمكونات الفراغ وخصائص العناصر المكونة له، وتعد كاسرات الشمس للنوافذ من أهم العوامل التي تفرض على الإضاءة سلوك يختلف من كاسرة إلى أخرى، ويترتب على إختلاف هذه الكاسرات تغيراً في مستويات الإضاءة بهذا الفراغ مما يؤثر على فاعلية النشاط بداخله.

### 1-1- مشكلة البحث:

في السنوات الأخيرة تم إنشاء العديد من المباني المدرسية في المدن الليبية، والتي تبدو للوهلة الأولى أنها تفي بجميع المتطلبات الوظيفية والتربوية الحديثة، ومن خلال الملاحظة والزيارات التي قام بها الباحث وقياس مستويات الإضاءة بمجموعة من المدارس يلاحظ عدم مطابقة مستويات الإضاءة داخل الفصول الدراسية للمعدلات الدولية التي تحقق الراحة البصرية الملائمة لممارسة النشاط بالشكل المطلوب مما يؤثر سلباً على قدرة التلاميذ على التحصيل العلمي.

### 1-2- أهداف البحث:

يهدف البحث إلى:

- مقارنة مستويات الإضاءة في الفصول الدراسية عن طريق تغيير بروز كاسرة الشمس للنافذة.
- تحديد كاسرة الشمس ذات التأثير الأكبر على مستويات الإضاءة داخل الفصل الدراسي.

### 1-3- فرضية البحث:

تتعلق فرضية البحث من كون نوع وبرز كاسرة الشمس للنافذة بالفصول الدراسية من العوامل المهمة التي تؤثر على مستويات الإضاءة بالفصل الدراسي وتغيير نوع وبرز الكاسرة يساهم في تغيير بمستويات الإضاءة على سطحي العمل بالفصل وهما مكاتب التلاميذ وسبورة الفصل.

### 1-4- منهجية الدراسة:

يتم استخدام المنهج الاستقرائي والتحليلي بواسطة برنامج الحاسب الآلي (DIALux evo) ولتحقيق الهدف من الدراسة يعرض البحث النقاط التالية:

- خلفية نظرية عن كاسرات الشمس في المبنى.
- تحليل مناخي لمنطقة الدراسة.
- وصف لمبنى مدرسة الحارثي وتفصيلاً الفصل الدراسي. (كدراسة حالة)
- برنامج المحاكاة.

- عمل محاكاة لمستويات الإضاءة على مكاتب التلاميذ وسيورة الفصل وذلك بتغيير بروز كاسرة الشمس على نافذة الفصل الدراسي بمدرسة الحارثي.

## 2- خلفية نظرية عن كاسرات الشمس:

إن استخدام الكاسرة الشمسية لفتحات دخول الإضاءة المتمثلة في نافذة الفصل الدراسي من العوامل المهمة لمنع دخول أشعة الشمس المباشرة للفراغ تارة ولإجبارها على الدخول للفراغ تارة أخرى، ويوضح الشكل رقم (1) كاسرات الشمس المختلفة والمستخدم في المحاكاة.

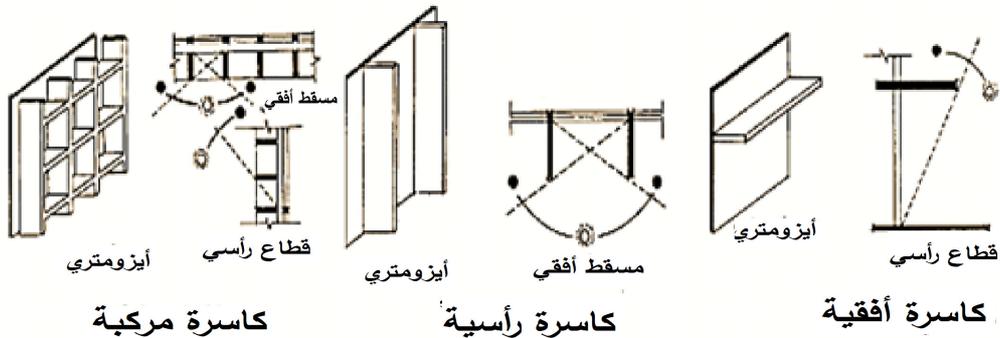
## 2-1- أنواع كاسرات الشمس:

هناك عدة أنواع من كاسرات الشمس من حيث الشكل والحجم والنوع والتموضع والمادة المصنوع منها الكاسرة وسيركز البحث على ثلاثة أنواع من الكاسرات وهي:

2-1-1- الكاسرة الأفقية أو الطولية: ويتميز هذا النوع من الكاسرات بأنه يمتد أفقياً فوق فتحة نافذة الفراغ متصلاً بجائط النافذة.

2-1-2- الكاسرة الرأسية: تتميز بأنها تتموضع رأسياً على جانبي نافذة الفراغ من الأسفل إلى الأعلى.

2-1-3- الكاسرة المركبة: وهي عبارة عن جمع بين الكاسرة الأفقية والرأسية.



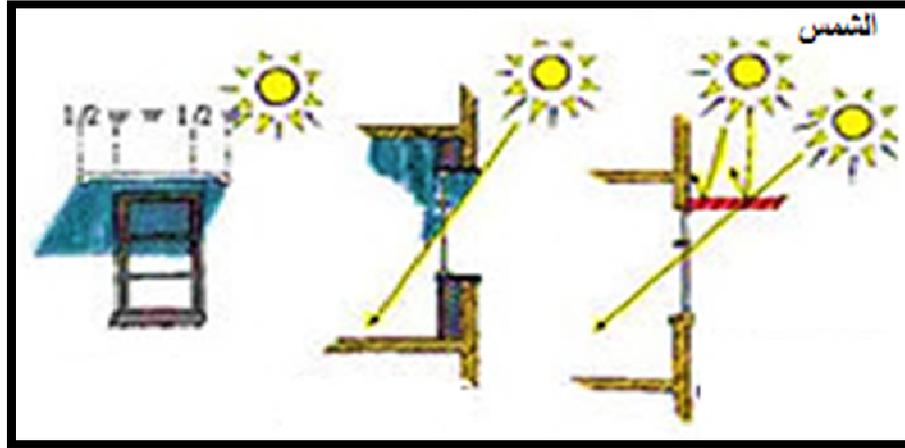
شكل (1) : أنواع كاسرات الشمس<sup>1</sup>

## 2-2- أهمية كاسرات الشمس في الفراغ المعماري:

تعتبر كاسرات الشمس من العوامل المهمة التي تتحكم في مستويات الإضاءة عن طريق السماح بدخول أشعة الشمس في أوقات معينة ومنعها من الدخول في أوقات أخرى كما يوضح الشكل رقم (2)، ويرتبط هذا التحكم بعنصر التوجيه لفتحات الإضاءة وعنصر الوقت من اليوم، وإذا اضطر الأمر لتوجيه الفصول الدراسية نحو أي

اتجاه آخر، فيمكن معالجة الإضاءة من خلال معالجة فتحات الشبابيك المطلة على الخارج باستخدام كاسرات الشمس أو البروزات.<sup>2</sup>

كما يمكن استخدام أنواع فائقة التطور والتقنية من كاسرات الشمس الزجاجية المتحركة التي تحتوي علي خلايا شمسية لإنتاج الطاقة وهذه الكاسرات الشمسية الزجاجية التي تتميز بالقدرة علي الدوران والضبط الذاتي بما يحقق عمليتين رئيسيتين في نفس الوقت وهما تغيير زوايا ميلها



شكل (2): التحكم في دخول أشعة الشمس عن طريق الكاسرات 3

لكي تقلل من انتقال الإشعاع الشمسي المباشر إلى الفراغ وكذلك ضبط زوايا ميل الكاسرات لكي تتناسب مع تغيير زوايا ميل الشمس لكي تواجه الإشعاع الشمسي المباشر بصورة مباشرة دائمة خلال النهار للرفع من كفاءتها في إنتاج الطاقة.<sup>4</sup>

### 3- التحليل المناخي لمنطقة الدراسة:

تمثل الحالة الدراسية مباني التعليم الأساسي بمدينة الخمس بمحافظة المرقب، حيث يتم دراسة مدرسة الحارثي للتعليم الأساسي كحالة دراسية عن مجموعة من النماذج الموجودة بالمنطقة والتي لها نفس الخصائص التصميمية والبيئية ونفس أبعاد فراغات الفصول الدراسية والتجهيزات الداخلية والبيئة المحيطة.

#### 3-1- مدينة الخمس:

تقع مدينة الخمس في الساحل الشمالي الغربي لليبييا وتطل علي البحر الأبيض المتوسط وتبعد مسافة 120 كيلو متر غرب العاصمة طرابلس، علي خطي (32.62° ش، 14.27° ق).<sup>5</sup>

يبلغ عدد سكان المدينة 60 ألف نسمة بالمركز الحضري بينما يبلغ عدد سكان الضواحي 441 ألف نسمة حسب تعداد سنة 2010م،<sup>6</sup>

يبلغ عدد المدارس بالمنطقة 92 مدرسة منها 26 مدرسة ثانوية و66 للتعليم الأساسي،<sup>7</sup> ويوضح الشكل رقم (3) صورة جوية لمخطط مدينة الخمس وموقع الحالة الدراسية مدرسة الحارثي.<sup>8</sup>

### 3-2- الظروف المناخية لمدينة الخمس:

مناخ المدينة هو مناخ البحر الأبيض المتوسط حار جاف في فصل الصيف وممطر شتاءً وتتميز السماء الصافية في فصل الصيف والسماء الملبدة بالغيوم في فصل الشتاء،<sup>9</sup> وترتفع درجات الحرارة في فصل الصيف، وتتراوح درجات الحرارة في الصيف من (28-35) درجة مئوية، وفي فصل الشتاء من (14-21) درجة مئوية، أعلى درجة حرارة سجلت في فصل الصيف في سنة 2015 بلغت 37 درجة مئوية، بينما أدنى درجة حرارة في فصل الشتاء سنة 2015 بلغت 6 درجات مئوية، وتتميز مستويات الرطوبة بالارتفاع نظراً لقربها من البحر حيث تصل إلى 64%، [20] وتتميز المدينة بموقعها الجميل بين البحر شمالاً وسلسلة جبال أطلس جنوباً، الرياح السائدة رياح موسمية تعرف برياح القبلي في فصل الصيف تهب من الجنوب ورياح غربية باردة في فصل الشتاء، ورياح شرقية جافة تهب طوال السنة.<sup>9</sup>

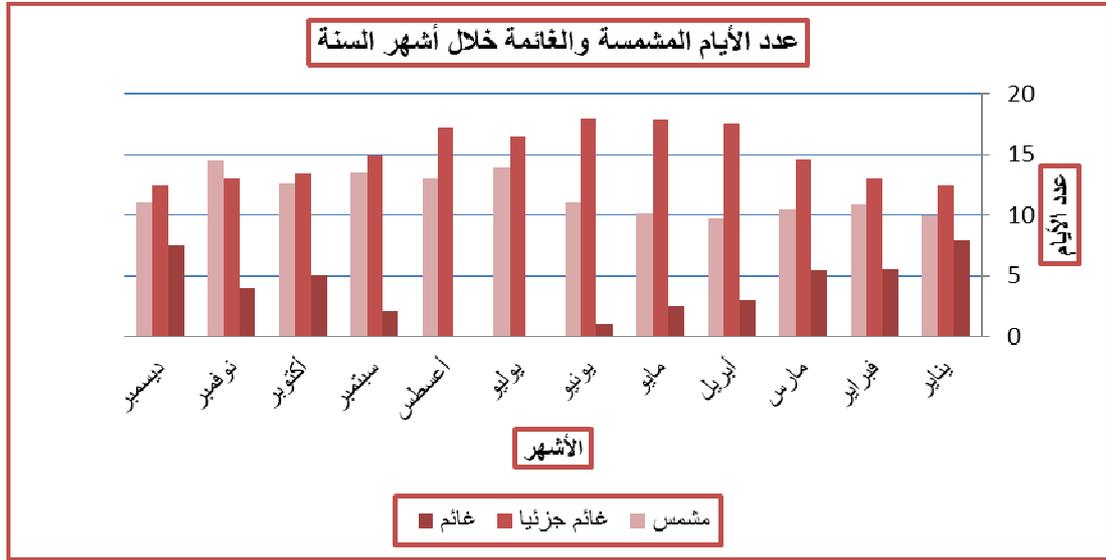


شكل (3): مخطط مدينة الخمس 8

### 3-3- الإضاءة الطبيعية بمدينة الخمس:

تتميز معدلات الإضاءة بالارتفاع في فصل الصيف نتيجة سطوع الشمس العالية حيث السماء الصافية وأشعة الشمس المباشرة بينما تقل كثيراً في فصل الشتاء حيث الإضاءة من قبة السماء نتيجة السحب والغيوم، وتكون بين هاتين الحالتين في الاعتدالين الربيع والخريف، ويبين الرسم البياني في الشكل رقم (4) معدلات الأيام المشمسة

طوال السنة، وتغلب فترة السماء الملبدة بالغيوم والملبدة بالغيوم جزئياً على معظم أوقات ممارسة النشاط وهي فترة الدراسة والتي تبدأ في منتصف شهر سبتمبر وتمتد حتى بداية شهر مايو<sup>10</sup>



شكل (4): معدلات السماء الصافية والغائمة والغائمة جزئياً طوال السنة<sup>10</sup>

#### 4- وصف مبنى مدرسة الحارثي (كدراسة حالة):

يتم في هذه المرحلة من الدراسة توصيف الحالة الدراسية بشكل دقيق، حيث يتم التعريف بمدرسة الحارثي للتعليم الأساسي.

#### 4-1- الحالة الدراسية (مدرسة الحارثي للتعليم الأساسي):

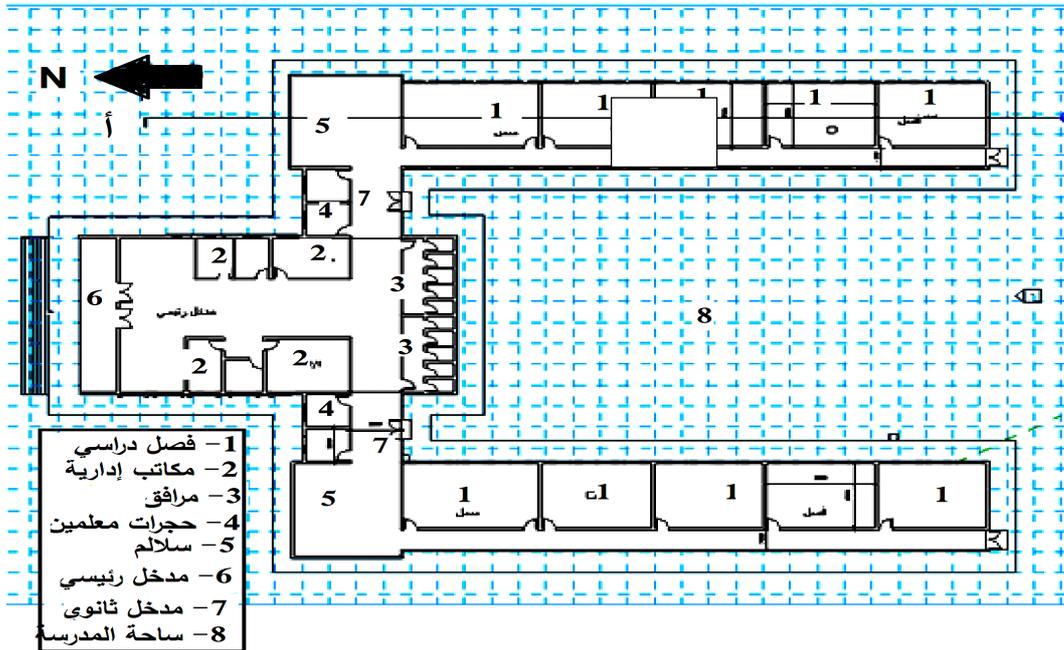
تقع مدرسة الحارثي للتعليم الأساسي في وسط مدينة الخمس وتعتبر من أقدم المدارس بالمدينة، تم إنشاؤها في سبعينات القرن الماضي، وشكل المدرسة في المسقط الأفقي علي شكل حرف U كما هو موضح في الشكل رقم (5)، وتتكون المدرسة من ثلاثة طوابق، وتأخذ الفصول إتجاه الشرق ويبلغ عدد الفصول بالمدرسة (24) فصل والدراسة بها على فترتين صباحية ومساءلية، ويوضح الشكل رقم (6) المسقط الأفقي للدور الأرضي والمتكرر لمدرسة الحارثي وشكل وأبعاد الفصول الدراسية حيث طول الفصل (8) متر وبعرض (6) أمتار ويبلغ ارتفاع السقف (3.2) متر، وتحتوي على ثمانية فصول بكل طابق بالإضافة إلى المعامل والمراسم والمكاتب الإدارية وغرف المدرسين والمرافق الصحية بالمدرسة فيما يوضح الشكل رقم (7) واجهة جانبية للمدرسة وقطاع رأسي يوضح الفصول الدراسية وموقع الفصل الدراسي المطلوب تقييمه.



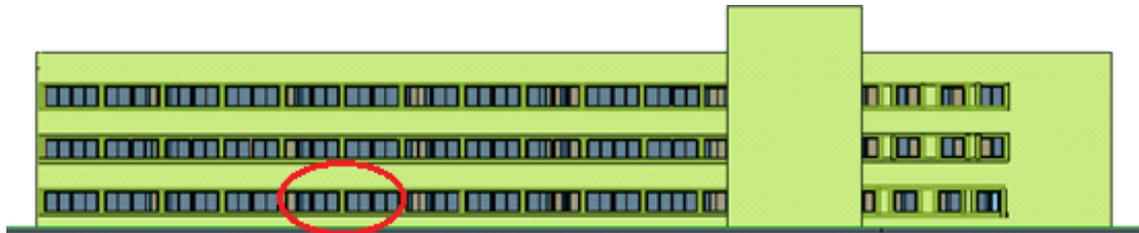
شكل (5): الموقع العام مدرسة الحارثي يوضح كتلة المبنى وعينة الدراسة 8

2-4 وصف الفصل الدراسي: يتم عمل محاكاة للفصل الدراسي (الحالة الدراسية) والذي يأخذ ش

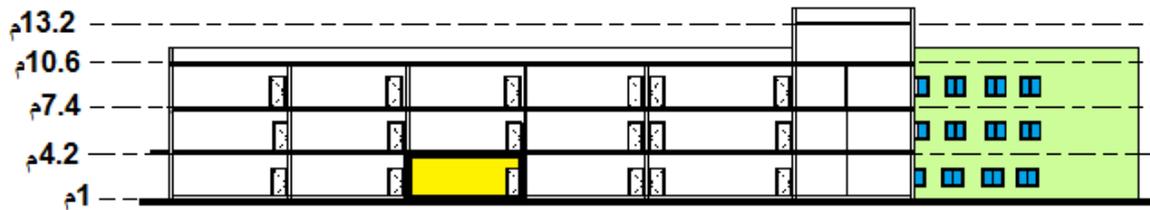
4-2- وصف الفصل الدراسي: يتم عمل محاكاة للفصل الدراسي (الحالة الدراسية) والذي يأخذ شكل مستطيل



شكل (6): مسقط الدور الأرضي لمدرسة الحارثي ومكونات المدرسة والعينة الدراسية (الباحث)



واجهة جانبية شرقية

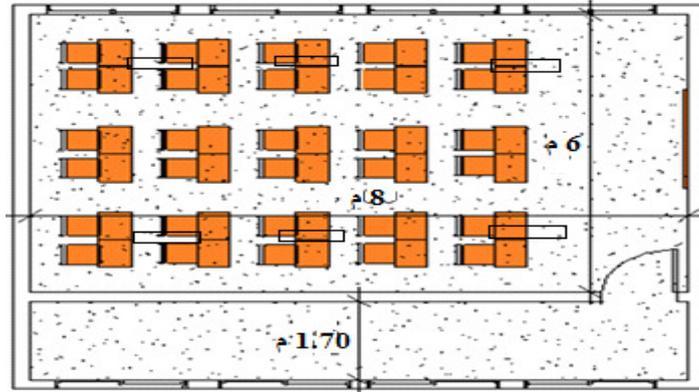


قطاع رأسي

شكل (7): واجهة جانبية وقطاع رأسي أ- أ توضح موقع الفصل الدراسي بالمدرسة (الباحث)

أبعاده (8×6) م وبارتفاع سقف ( 3.20 ) م عن الأرضية ويبين الشكل رقم (8) مسقط أفقي للفصل الدراسي

والشكل رقم (9) منظور داخلي للفصل الدراسي يمثل الحالة الدراسية حيث يوجد عدد (4) نوافذ رئيسية مستطيلة الشكل بأبعاد (120×160) سم بارتفاع جلسة (70) سم وعدد (3) نوافذ ممر بأبعاد (60×120) سم، و بارتفاع جلسة (180) سم، والأثاث ومكاتب التلاميذ من الخشب مطلية باللون البني الفاتح، ولون السبورة أبيض والحوائط من البلوك الأسمنتي ذات لياسة مصقولة وسطح الإنهاء عبارة عن دهان لون أصفر فاتح والسقف خرساني بطبقة إنهاء أخيرة من الدهان الأبيض، أما الأرضية فهي من بلاط الموزايكو مقاس (25× 25) سم أبيض اللون وتوجيه الفصل باتجاه الشمال



شكل (8): مسقط أفقي للفصل الدراسي بمدرسة الحاراتي(الباحث)



شكل (9): منظور داخلي للفصل الدراسي (الباحث)

#### 5- برنامج المحاكاة:

يعتبر برنامج (DIALux evo) [11] من البرامج المتخصصة في محاكاة وتحليل الإضاءة الطبيعية والصناعية من إنتاج شركة (DIALux) الألمانية سنة (2006) م، والإصدار (2015) هو النسخة الأخيرة منه مطورة بشكل كبير وذلك من ناحية الإخراج وتقنيات البرنامج وإملاكه خصائص جديدة.

#### 5-1- التعريف بالبرنامج:

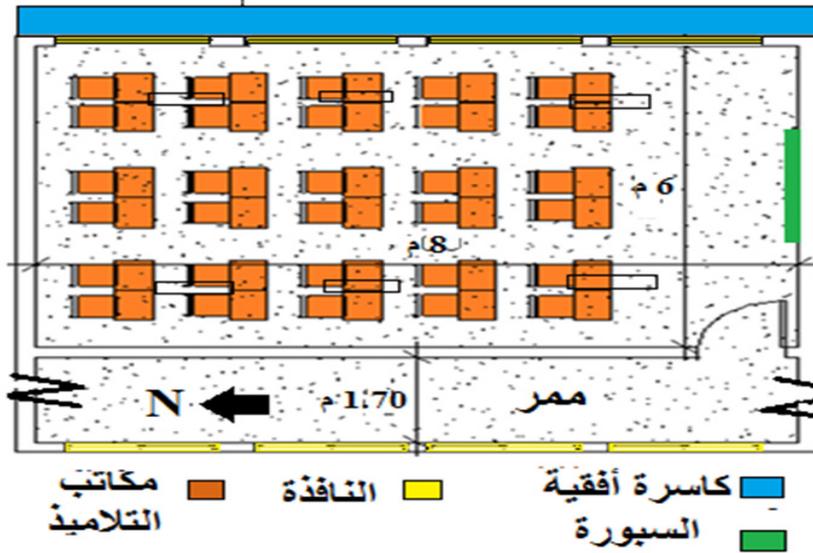
يتعامل برنامج (DIALux evo) مع الإضاءة النهارية والصناعية وإمكانية تحديد موقع المشروع بواسطة خطوط الطول والعرض كذلك يوفر حالة السماء المختلفة الصافية والغائمة والجزئية، ويمتلك برنامج (DIALux evo) كتالوج كبير لوحدات الإضاءة الصناعية لغالبية الشركات العالمية الرائدة في هذا المجال، ويتعامل مع الإضاءة الداخلية والخارجية وفي أي وقت باليوم والشهر والسنة ويتيح تصميم كاسرات الشمس بجميع أنواعها من أبعاد ومواصفات وموادها الخام وقابلية التعديل عليها والتحكم بزوايا ميلانها وأماكنها وألوانها وشكلها النهائي، ويمتلك البرنامج مكتبة للأثاث والتجهيزات الداخلية والخارجية، وجميع أنواع الإكساءات والمواد الداخلية والخارجية والتحكم بأبعادها وألوانها ومكوناتها، كذلك التحكم في أسطح المحاكاة ونقاط القياس وتوزيعها يدويا وذاتيا ويتعامل مع أسطح المحاكاة الأفقية والرأسية، ويقيس مقدار الإبهار الناتج من الإضاءة على الأسطح الأفقية والرأسية.<sup>11</sup>

#### 6- محاكاة كاسرات الشمس للعيونة المختارة:

يتم محاكاة ثلاثة حالات مختلفة من الكاسرات على الفصل الدراسي العينة مع ثبات العوامل الأخرى المؤثرة في الإضاءة وهي الكاسرة المركبة والكاسرة الأفقية والكاسرة الرأسية، ويتم تمثيل كل حالة بعدة خيارات من حيث أبعاد بروز الكاسرة فوق النافذة تتدرج من حالة عدم وجود كاسرة إلى كاسرة بطول (1)م وفي كل حالة يتم زيادة البروز (20) سم لبيان تأثيرها على مستويات الإضاءة داخل فراغ الفصل الدراسي، وبعد الإنتهاء من عمليات المحاكاة تتم عملية المقارنة لكافة بروزات الكاسرات الثلاثة للحصول على نتائج أفضل.

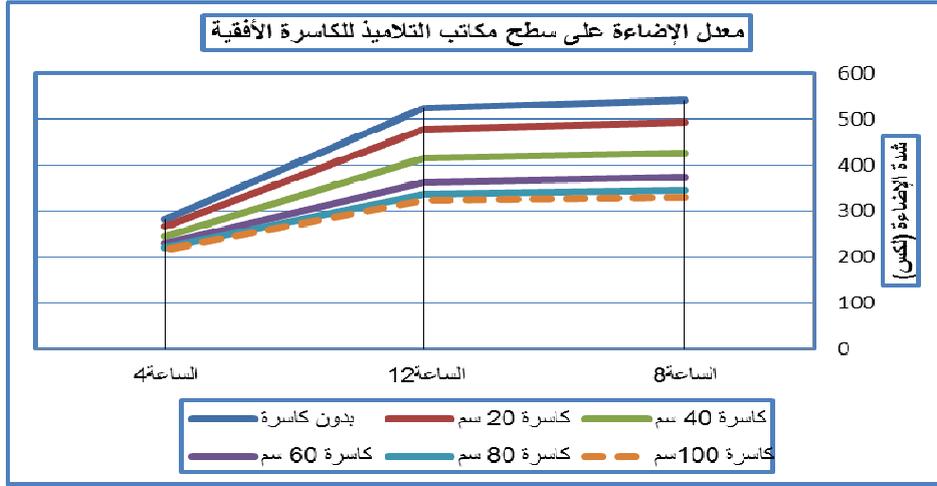
#### 6-1- الكاسرة الأفقية:

وتمثل الكاسرة الأفقية أكثر الكاسرات إستخداما، وتوضع فوق فتحة النافذة بشكل أفقي، ويوضح الشكل رقم (10) مسقط أفقي للفصل الدراسي وشكل الكاسرة الأفقية.



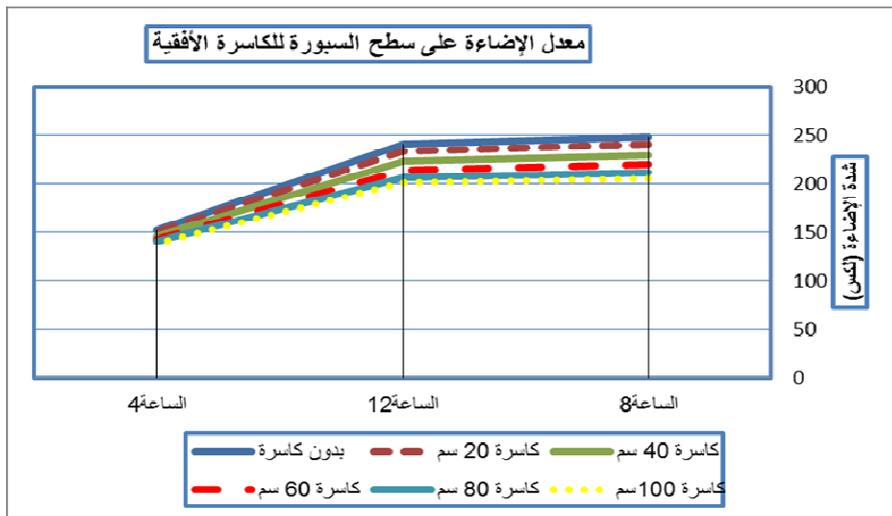
شكل (10): الفصل الدراسي (مكونات الفراغ والتوجيه وكاسرة الشمس)

بعد إجراء عملية المحاكاة للكاسرات الأفقية المختلفة على سطح مكاتب التلاميذ سجلت أعلى المستويات عند الساعة الثامنة صباحاً وأقل مستوياتها عند الساعة الرابعة مساءً، وكانت أعلى المستويات في حالة عدم استخدام الكاسرة وأقلها عند استخدام الكاسرة 1م كما بالشكل رقم (11)، كما تقل معدلات الإضاءة بمقدار (210) لكس عند الساعة الثامنة مساءً وبمقدار 65 لكس عند الرابعة مساءً، بمتوسط (137.5) لكس، أي أن المستويات تنقص بمعدل (137.5) لكس لكل متر بروز من الكاسرة الأفقية، والجدير بالذكر أن هذه النسبة تقل كثيراً بعد بروز الكاسرة (60-100) سم أي أن نسبة التغير الحاصل في مستويات الإضاءة أكبر بدءاً من حالة عدم استخدام الكاسرة حتى بروز الكاسرة (60) سم، معدلات التباين كانت أكبر من حالة الكاسرة الرأسية والمركبة حيث تبلغ (1:2) بين ساعات الصباح والمساء، وتتأثر معدلات التباين بتغير حالة الكاسرة، حيث تحقق نسبة (1:1.5) في حالة بروز الكاسرة (1) م أي أنها تقل كلما زاد طول بروز الكاسرة، وعلي سطح سبورة الفصل كان سلوك الإضاءة مشابهاً، فارتفعت المعدلات عند الثامنة صباحاً وتقل عند الرابعة مساءً، وتقل المعدلات بزيادة بروز الكاسرة كما يوضح الشكل رقم (12) إذ تحقق حالة عدم استعمال الكاسرة أعلى المستويات، أما معدل التباين فكان (1:1.4) للكاسرة (1) م، و(1:1.6) في حالة عدم استخدام كاسرة أي أن نسبة التباين على السطح الرأسي وهو سبورة الفصل تتأثر بزيادة بروز الكاسرة الأفقية لفتحة الشباك فتقل بزيادتها وتزيد بنقص بروزها.



شكل (11): معدلات مستويات الإضاءة الطبيعية على سطح مكاتب التلاميذ لبروزات الكاسرة الأفقية مع التوجيه الشرقي

وثبتت عوامل الإضاءة كالنوافذ ونسب الانعكاس وعمق الفراغ



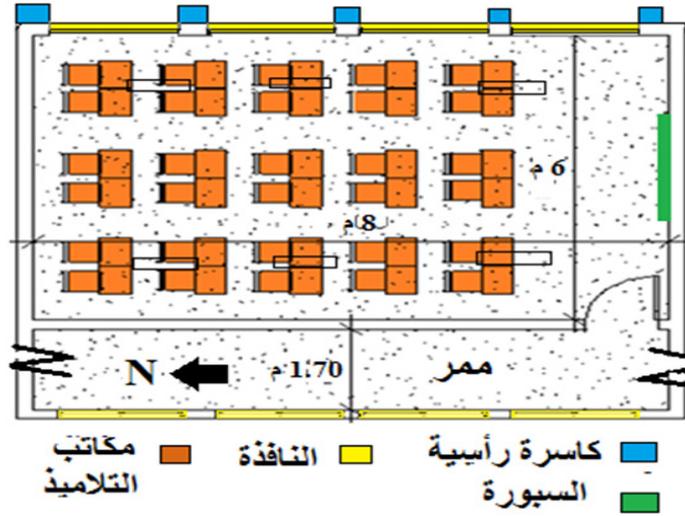
شكل (12): معدلات مستويات الإضاءة الطبيعية على سطح السبورة لبروزات الكاسرة الأفقية مع التوجيه الشرقي

وثبتت عوامل الإضاءة كالنوافذ ونسب الانعكاس وعمق الفراغ

## 6-2- الكاسرات الرأسية:

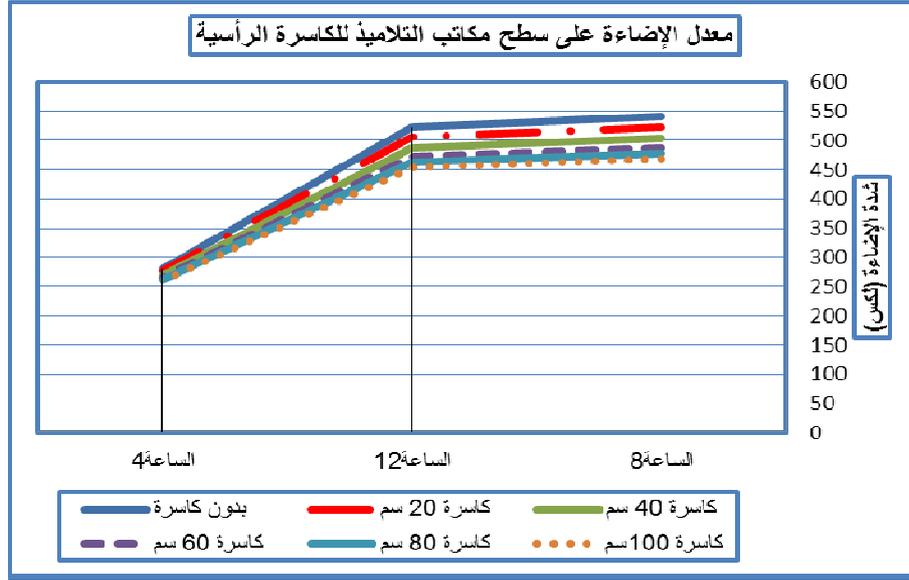
تمثل الكاسرة الرأسية النوع الثاني من كاسرات الشمس في المباني وتكون بشكل رأسي على جانبي فتحة

النافذة، كما في الشكل رقم (13).



شكل (13): الفصل الدراسي (مكونات الفراغ والتوجيه وكاسرة الشمس)

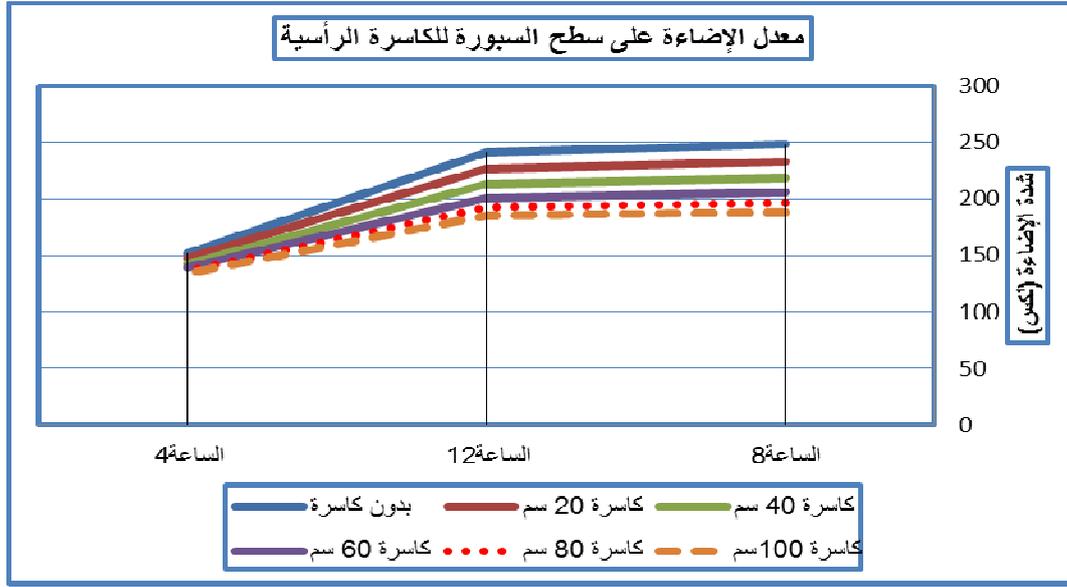
من خلال عملية المحاكاة لبروزات الكاسرة الرأسية، وتأثيرها على سطح مكاتب التلاميذ تسجل أعلى المستويات عند الساعة الثامنة صباحًا وأقل مستوياتها عند الساعة الرابعة مساءً، وكانت أعلى المستويات في حالة عدم استخدام الكاسرة وأقلها عند استخدام الكاسرة 1م، كما بالشكل رقم (14)، وتقل معدلات الإضاءة بمقدار (60) لكس عند الساعة الثامنة مساءً وبمقدار (18) لكس عند الرابعة مساءً، بمتوسط (39) لكس، أي أن المستويات تنقص بمعدل (39) لكس لكل متر بروز من الكاسرة الرأسية، معدلات التباين كانت أكبر من حالة الكاسرة الرأسية بين ساعات الصباح والمساء، ولم تتأثر معدلات التباين بتغير حالة الكاسرة فكانت متشابهة في حالات بروز الكاسرة المختلفة حيث تحقق نسبة (1:1.8) في جميع الحالات.



شكل (14): معدلات مستويات الإضاءة الطبيعية على سطح مكاتب التلاميذ لبروزات الكاسرة الرأسية مع

التوجيه الشرقي وثبات عوامل الإضاءة كالنوافذ ونسب الانعكاس وعمق الفراغ

وعلى سطح سبورة الفصل يلاحظ أن سلوك الإضاءة مشابهها، حيث ترتفع معدلات الإضاءة عند الثامنة صباحاً وتقل عند الرابعة مساءً، وتقل المعدلات بزيادة بروز الكاسرة كما يوضح الشكل رقم (15) إذ تحقق حالة عدم إستعمال الكاسرة أعلى المستويات، أما معدل التباين فكان (1:1.4) للكاسرة (1) م، و(1:1.6) في حالة عدم إستخدام كاسرة أي أن نسبة التباين على السطح الرأسي وهو سبورة الفصل تتأثر بزيادة بروز الكاسرة الرأسية لفتحة الشباك.



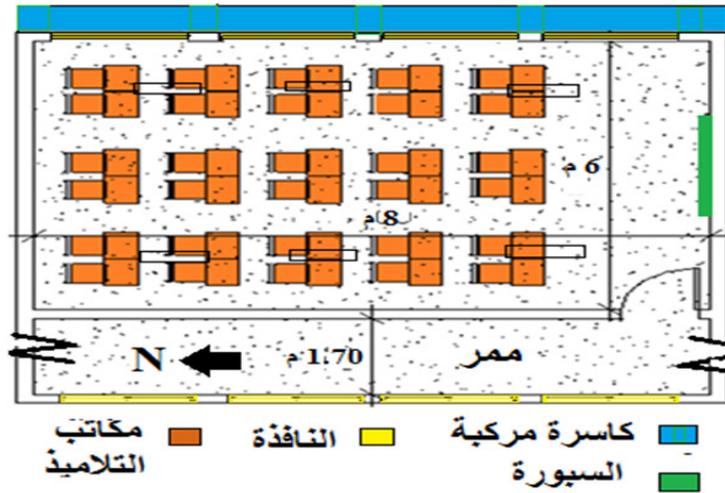
شكل (15): معدلات مستويات الإضاءة الطبيعية على سطح السبورة لبروزات الكاسرة الرأسية مع التوجيه

الشرقي وثبات عوامل الإضاءة كالنوافذ ونسب الانعكاس وعمق الفراغ

### 3-6 - كاسرة مركبة:

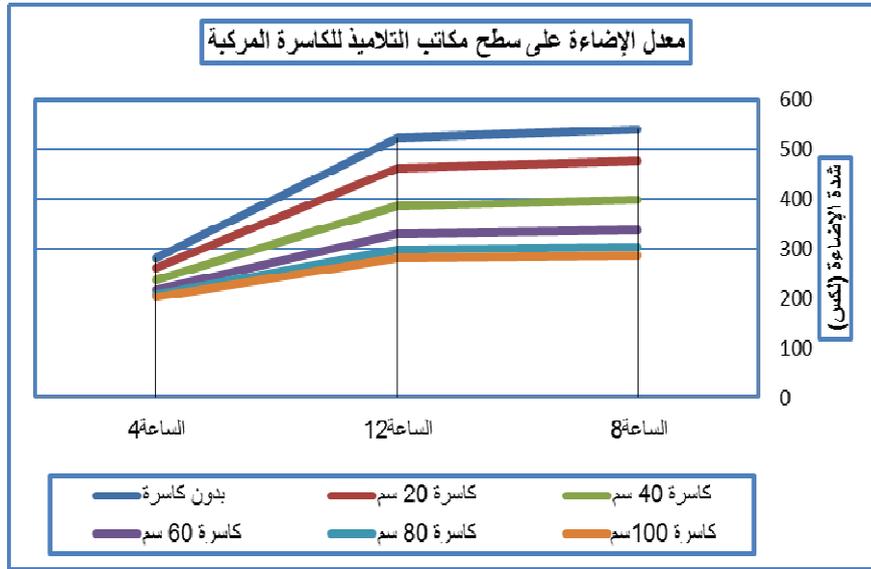
عبارة عن كاسرة مركبة أفقية ورأسية، كما تظهر بالشكل رقم (21) الذي يوضح مسقط الفصل الدراسي،

والشكل رقم (16) والذي يوضح الفصل الدراسي.



شكل (16): الفصل الدراسي (مكونات الفراغ والتوجيه وكاسرة الشمس)

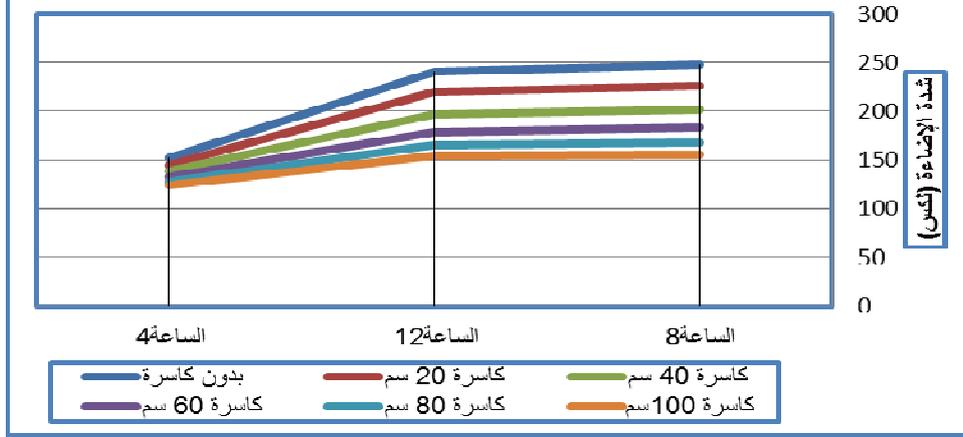
من خلال عملية المحاكاة لحالات الكاسرة المركبة، على سطح مكاتب التلاميذ سجلت أعلى المستويات عند الساعة الثامنة صباحاً وأقل مستوياتها عند الساعة الرابعة مساءً، وكانت أعلى المستويات في حالة عدم استخدام الكاسرة وأقلها عند استخدام الكاسرة 1 م كما بالشكل رقم (17)، وتقل معدلات الإضاءة بمقدار (266) لكس عند الساعة الثامنة مساءً وبمقدار (59) لكس عند الرابعة مساءً، بمتوسط (162.5) لكس، أي أن المستويات تنقص بمعدل (162.5) لكس لكل متر بروز من الكاسرة المركبة، وتقل مستويات التباين كلما زاد بروز الكاسرة، حيث تحقق نسبة (1:1.25) في الكاسرة (1) م بينما تكون النسبة (1:1.9) عند عدم استخدام الكاسرة، وعلى سطح سبورة الفصل يلاحظ أن سلوك الإضاءة مشابهاً، وترتفع المعدلات عند الثامنة صباحاً وتقل عند الرابعة مساءً، وتقل المعدلات بزيادة بروز الكاسرة كما يوضح الشكل رقم (18) إذ تحقق حالة عدم استعمال الكاسرة أعلى المستويات، أما معدل التباين فكان (1:1.33) للكاسرة (1) م، و(1:1.8) في حالة عدم استخدام الكاسرة.



شكل (17): معدلات مستويات الإضاءة الطبيعية على سطح مكاتب التلاميذ لبروزات الكاسرة المركبة مع التوجيه

الشرقي وثبات عوامل الإضاءة كالنوافذ ونسب الانعكاس وعمق الفراغ

### معدل الإضاءة على سطح السبورة للكاسرة المركبة

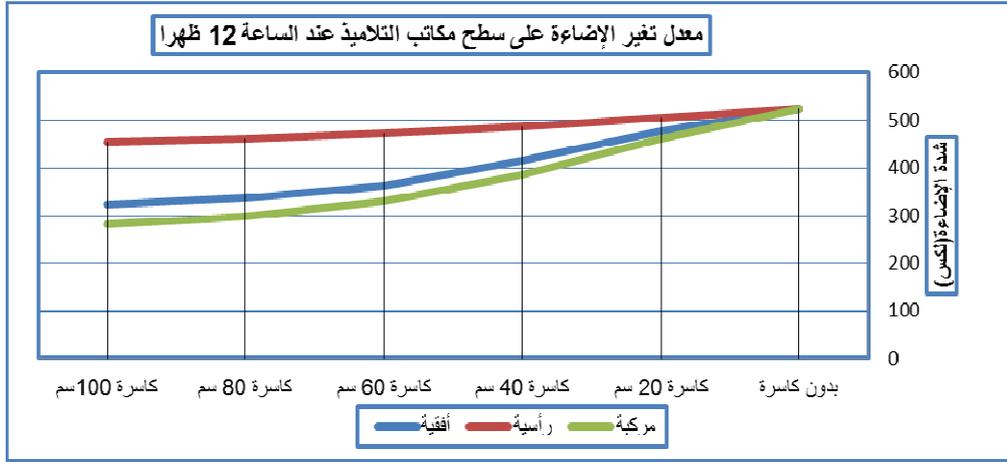


شكل (18): معدلات مستويات الإضاءة الطبيعية على سطح السبورة لبروزات الكاسرة المركبة مع التوجيه الشرقي وثبات

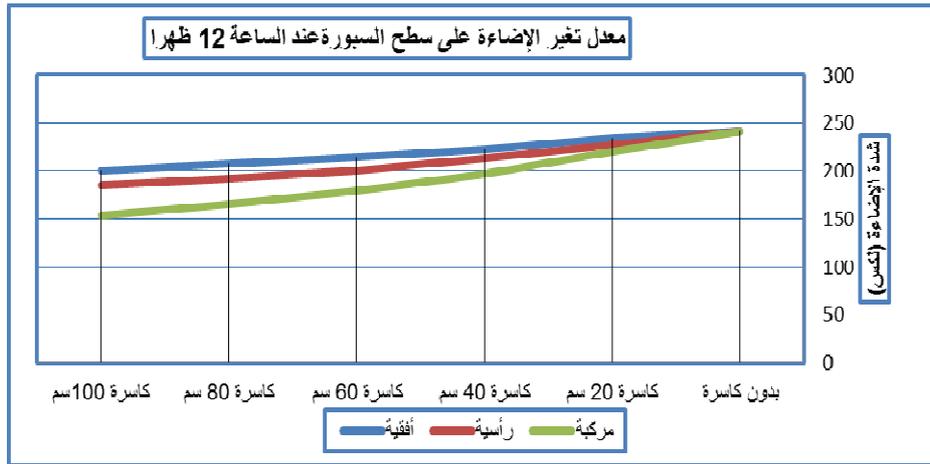
عوامل الإضاءة كالنوافذ ونسب الانعكاس وعمق الفراغ

#### 6-4- مقارنة حالات الكاسرات المختلفة:

الشكل رقم (19) يوضح معدل التغير الحاصل في مستويات شدة الإضاءة على سطح مكاتب التلاميذ بالفصل الدراسي لأنواع الكاسرات الثلاث السابقة عند الظهيرة في الساعة الثانية عشر، حيث الكاسرة الرأسية بمعدلات الإضاءة الأعلى، ثم تأتي الكاسرة الأفقية من حيث المعدلات الأكبر وأخيرا الكاسرة المركبة بمعدلات الإضاءة الأقل، ومن الملاحظ أنه كلما زاد بروز الكاسرة تقل مستويات الإضاءة بالفراغ، وخصوصا عند استخدام الكاسرة المركبة تليها الكاسرة الأفقية فالرأسية ومن هنا يتضح أثر سلوك الإضاءة على سطح مكاتب التلاميذ من الكاسرة الرأسية بشكل ضعيف، بينما في حالة استخدام الكاسرة المركبة والأفقية مؤثر من ناحية إختلاف أبعاد الكاسرة المستخدمة، وبالنسبة لسطح سبورة الفصل عند الساعة الثانية عشر ظهرا، يكون تأثير الكاسرة المركبة هو الأكبر ثم تأتي الكاسرة الرأسية ثم الكاسرة الطولية أو الأفقية كما يظهر بالشكل رقم (20)، نسب التباين بين المستويات كانت أكبر للكاسرة المركبة وأقل للكاسرة الأفقية وجاءت الكاسرة الرأسية بينهما، مما يشير إلى أن زيادة أبعاد أو بروز الكاسرة المركبة يؤثر بشكل أكبر في سلوك الإضاءة على سبورة الفصل، عنه في الكاسرة الأفقية والرأسية.



شكل (19): معدل تغير مستويات الإضاءة على سطح مكاتب التلاميذ لبروزات الكاسرات المختلفة عند الساعة 12 ظهرا مع التوجيه الشرقي وثبات عوامل الإضاءة كالنوافذ ونسب الانعكاس وعمق الفراغ



شكل (20): معدل تغير مستويات الإضاءة على سطح السيورة لبروزات الكاسرات المختلفة عند الساعة 12 ظهرا مع التوجيه الشرقي وثبات عوامل الإضاءة كالنوافذ ونسب الانعكاس وعمق الفراغ

#### 7- النتائج:

- تحدد كاسرات الشمس من دخول الإضاءة إلى فراغ الفصل الدراسي.
- تؤثر الكاسرة المركبة في الحد من الإضاءة بشكل أكبر من الكاسرة الرأسية والكاسرة الأفقية وتعتبر الكاسرة الرأسية ذات التأثير الأقل حيث تسجل أعلى معدلات إضاءة.

- يؤثر إختلاف بروز الكاسرة الأفقية والمركبة على مستويات الإضاءة على سطح مكاتب التلاميذ بينما يكون هذا الأثر ضعيف من إختلاف بروز الكاسرة الرأسية.
- يكون تأثير بروز الكاسرة المركبة هو الأكبر على مستويات إضاءة سطح سبورة الفصل يليها بروز الكاسرة الرأسية وأخيراً بروزات الكاسرة الأفقية.
- تحقق الكاسرة المركبة معدلات تباين أفضل في مستويات الإضاءة بالفصل تليها الكاسرة الرأسية وتأتي أخيراً الكاسرة الأفقية بمعدلات التباين الأعلى.
- تعتبر الكاسرات المركبة الخيار الأفضل في التحكم بمستويات الإضاءة بالفراغ.

#### 8- التوصيات:

- يعتبر دراسة وفهم العوامل والمؤثرات علي سلوك الإضاءة داخل فراغات الفصول الدراسية من أهم الخطوات التي تعتمد عليها عملية التصميم والتخطيط لخلق وإيجاد بيئة تعليمية مناسبة ومريحة بصريا.
- يجب إستعمال الكاسرة الرأسية للحد من درجات الإبهار العالية على سطح سبورة الفصل الدراسي والنتاج من زوايا الشمس المنخفضة.
- يفضل إستخدام الكاسرات المركبة لأنها تعطي مستويات إضاءة متجانسة وتقلل من التباين على أسطح العمل بالفصل الدراسي.
- يفضل إستخدام الكاسرة الأفقية عند زوايا الشمس المرتفعة لأنها تمنع الإبهار على مكاتب التلاميذ بالفصل الدراسي.
- يجب إستخدام التكنولوجيا الحديثة لتسهيل عمل الكاسرات بالفصول الدراسية من حيث التحكم في أبعادها (بروزها) وزوايا ميلانها على نافذة الفصل من أجل التحكم في مستويات الإضاءة داخل الفراغ.

#### 9- المراجع:

1. أحمد، عبد المنطلب محمد علي، ، المفردات المعمارية لمباني الأقاليم الحارة الصحراوية "مبنى كلية التربية الرياضية بجامعة أسيوط - مصر كمثال تطبيقي"، مجلة العلوم والتكنولوجيا، المجلد 13، العدد، 7، (2008).
2. خطاب علي سعيد، التصميم المعماري للأبنية التعليمية، دار الكتب العلمية، (2007).
3. <https://ar.wikipedia.org/wiki/>.( 23 May 2015).
4. Catherine Slessor and john linden, Eco-tech: Sustainable Architecture and High Technology, (2001).

5. بولسيرفيس - إستشارات هندسية مكتب المشاريع البلدية ، إقليم طرابلس، الخمس المخطط الشامل، فاديكو وارسو، بولندا، (2000).
6. مكتب التعداد والإحصاء، الخمس، النشرة الدورية لمكتب التعداد والإحصاء، الخمس، ليبيا، (2010).
7. أرشيف مكتب التربية والتعليم بمدينة الخمس، مكتب المؤسسات التعليمية،(2013).
8. Google earth.
9. أرشيف محطة طرابلس للأرصاد الجوية، (2015).
10. <https://www.meteoblue.com/ar/weather/forecast/modelclimate.June.2016>.
11. <https://www.dial.de/en/dialux>.(12 January 2017).

## The impact of The salience of the sun refracting for classroom windows on the lighting levels

.case study: Primary Education Schools in Alkhoms City – Libya

### Summary:

The paper discusses the impact of the change in the type and length of sun awnings window classroom primary education schools On the behavior of light levels on the surface of students desks and blackboard class,By studying the case study (Alharati Primary School in ALkhoms city - Libya).And the definition of the building and its components and its location within the city with a description of the school classroom,The study presents an analysis of the climatic conditions of the study area,And using the computer program (DIALux evo) is the work of simulation to determine the natural and artificial lighting levels Vacuum inside classroom for the duration of activity from eight in the morning until four in the evening, to be chosen cases awnings different windows for the classroom (horizontal Refracting, vertical refracting, double refracting) Taking into account other influences on the stability of the lighting as direction external openings And reflection ratios And industrial lighting, depth and shape and the dimensions And size of the vacuum the classroom, and Finally the paper concludes the research of the determinants of the findings and recommendations to achieve the appropriate level of lighting in the classroom spaces that contribute to improved optical performance and good visibility to students.

**Key words:** lighting - refracting The Sun classroom.