



تأثير الإضاءة الطبيعية على استهلاك الطاقة في الفراغات التعليمية من خلال المحاكاة "كلية الهندسة بجامعة سوهاج كحالة دراسة"

Received 12 April 2022; Revised 02 July 2022; Accepted 02 July 2022

الملخص

الشيماء أحمد جاب الله^١

محمود محمد مراد^٢

يهدف البحث الى دراسة تأثير الإضاءة الطبيعية على معدل استهلاك الطاقة في الفراغات التعليمية الخاصة بكلية الهندسة جامعة سوهاج وذلك عن طريق إجراء محاكاة باستخدام برنامج design builder. وتمت نمذجة المبنى استناداً الى كلا من الرسومات الهندسية والواقع الفعلي للتنفيذ من خلال الزيارات الميدانية المتكررة ، وإدخال مجموعة من البيانات المتمثلة في استهلاك الطاقة للأجهزة الكهربائية ووحدات الإضاءة الخاصة بكل فراغ ، وجداول الإشغال التي تحدد عدد ساعات العمل الدراسي وأعداد المستخدمين من طلاب وأعضاء هيئة تدريس وعاملين ، والأنشطة التي يتم ممارستها في الفراغ ، ومستوى شدة الإضاءة المطلوبة لكل فراغ بمبنى كلية الهندسة.

كما تم إدخال المواصفات المختلفة لمواد البناء والتشطيبات الخاصة بالمبنى (Visible absorptance , Surface light reflectance value , Roughness , Specularity reflection) ومواصفات نوافذ المبنى ، ونظم التحكم في التعقيم Lighting Control ، ومنهجية The Perez All-weather sky التي تتطلب قيم Direct Normal Irradiance (DNI) , Diffuse Horizontal Irradiance , (DIF) الخاصة بمنطقة سوهاج الجديدة بمحافظة سوهاج.

وتوصلت نتائج المحاكاة إلى أن استهلاك طاقة الإضاءة في الفراغات التعليمية تنخفض بنسبة ٣٩,٨٥٪ في حالة النوافذ المفتوحة عن النوافذ المغلقة ، كما انه في حالة النوافذ المفتوحة في الفراغات التعليمية تستهلك طاقة الإضاءة الصناعية ٢٩,٣٢٪ من استهلاك طاقة المبنى ، وفي حالة النوافذ المغلقة في الفراغات التعليمية تستهلك طاقة الإضاءة ٤٠,٨٢٪ من استهلاك طاقة المبنى.

الكلمات الرئيسية

الإضاءة الطبيعية ، المحاكاة ، استهلاك الطاقة ، الفراغات التعليمية ، سوهاج

١. المقدمة

تسعى الدولة إلى توفير الطاقة في المباني الحكومية بنسبة ٢٠٪ من استهلاكها، وتستهلك جامعة سوهاج نحو ٥٨٢١٠١,٨ كيلوات. الساعة لعام ٢٠١٧ (وزارة الكهرباء، فرع سوهاج). ويعد استخدام الإضاءة الطبيعية أحد الطرق الفعالة من حيث توفير استهلاك الطاقة وتحسين جودة البيئة البصرية في المباني التعليمية وبرامج المحاكاة تساعد في دراسة ذلك.

^١ باحث بقسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة جامعة أسيوط (s_g65@ymail.com)

^٢ مدرس هندسة مصادر الطاقة والتحكم البيئي بقسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة جامعة أسيوط (mmmourad2002@yahoo.com)

وتتعدد برامج المحاكاة منها برامج لمحاكاة الإضاءة فقط مثل برنامج Radiance وبرنامج Ray-tracing ، وتقيم تلك البرامج الراحة البصرية وجودة الإضاءة عن طريق توفير صورة حقيقية للبيئة المنمذجة. ويوجد اختلاف بين نتائج القياسات والمحاكاة بسبب أخطاء في مصادر البيانات التي لا يمكن تجنبها لذا يستخدم معامل تصحيح دائما في تحسين نتائج المحاكاة [٤]، [١٦]. يعتبر برنامج Relux من البرامج التي تحاكي الإضاءة الصناعية والطبيعية وتستخدم تكنولوجيا radiance ray-tracing المعدلة لإنتاج صور ذات جودة photo realistic و من مميزات البرنامج يحتوى على مكتبة إضاءة غنية من مصنعي عناصر الإضاءة. كما أن واجهة البرنامج سهلة الاستخدام لنمذجة المبنى داخل البرنامج ومتوافق مع أنظمة BIM و CAD ويعد البرنامج ذو دقة عالية عند إجراء السنايويوهات المختلفة حيث يغطي جوانب مختلفة من مجالات برامج المحاكاة [١٦]، [٢٣].

ويوجد برامج تحاكي الطاقة مثل برنامج Energy plus ويعتمد على برنامجين DOE-2, BLAST، ويقوم البرنامج بإدخال وإخراج البيانات في صورة ملفات مكتوبة وعند حساب استهلاك طاقة الإضاءة يمكن إنشاء جداول زمنية متعلقة بالإعدادات في برنامج محاكاة الإضاءة مثل Daysim وتشمل ملف مدخلات في برنامج Energy plus [٤]، [١٦]. يوجد عديد من برامج الحاسب الآلى التي تحاكي الإضاءة والطاقة معا مثل برنامج Dialux ويمتلك كتالوج كبير لوحدة الإضاءة الصناعية لغالبية الشركات العالمية [٤]، [١٠].

كما نجد برنامج Daysim يحاكي الإضاءة الطبيعية القائم على radiance ويحاكي استهلاك طاقة الإضاءة عن طريق النمذجة بنظام التحكم photosensor في البيئة الحقيقية، ويستخدم هذا البرنامج radiance في حساب شدة الإضاءة السنوية ومعامل الأضاءة الطبيعية مستخدما نمذجة Perez all weather sky معتمد على direct normal irradiance, diffuse horizontal irradiance المأخوذ من ملف بيانات المناخ ، ويستخدم برامج محاكاة الطاقة مثل Energy plus [١٠]، [١٦]. برنامج Ecotect لديه واجهة سهلة الاستخدام ويوفر نطاق واسع من المحاكاة ووظائف تحليل طاقة المبنى وهذه المحاكاة والتحليلات تشمل أداء الطاقة للمبنى ومحاكاة حرارية وإشعاع شمسي ومستوى إضاءة طبيعية ومخططات ظل وصوتيات وتكلفة وانبعثات ثاني أكسيد الكربون واستخدام المياه ولكن أصبح البرنامج الآن غير متوفر [٤]، [١٠].

ونجد برنامج Integrated environmental solutions–virtual environment (IES VE) يمكن استخدامه كأداة لإدارة المعلومات قادر على توفير معلومات مفصلة عن الإضاءة الطبيعية والحرارة وإجراء التحليلات البيئية الأخرى ويقدم البيانات والنتائج في صورة رسم بياني [٤]، [١١]. يوفر برنامج DIVA for Rhino للمستخدمين مجموعة من الحلول الخاصة بأداء المبنى والموقع العام ، ويحتوى على خرائط للإشعاع و Photo realistic rendering وقياسات الإضاءة الطبيعية معتمد على المناخ وتحليل الإبهار وحسابات حمل وطاقة الفراغ حراريا [٤]. وتم اختيار برنامج design builder لما له من سمات مميزة تسمح بنمذجة المباني المعقدة بسرعة وحساب الطاقة والراحة البصرية عن طريق تقييم تصميمات المبنى وحساب شدة الإضاءة الداخلية ومؤشر الإبهار ويوفر إمكانية التحكم في الإبهار والإضاءة الصناعية لحساب انخفاض استهلاك الإضاءة الصناعية وتوفير الطاقة في المباني التعليمية [١٢]. يحتوى واجهة البرنامج على Energy plus وأدوات نمذجة مميزة هذه الخصائص تسمح لفريق التصميم استخدام البرنامج من مرحلة الفكرة إلى المرحلة النهائية ويتحقق من بدائل التصميم لزيادة الراحة الحرارية وفوائد الإضاءة الطبيعية والتهوية الطبيعية والبرنامج مفيد لنمذجة HVAC والإضاءة الطبيعية وتدفع الهواء لتقليل استهلاك الطاقة وانبعثات ثاني أكسيد الكربون والتكلفة ولتحسين الحلول لتحقيق اهداف التصميم [٤]، [١٠].

٢. الهدف

دراسة تأثير الإضاءة الطبيعية على معدل استهلاك الطاقة في الفراغات التعليمية الخاصة بكلية الهندسة جامعة سوهاج وذلك عن طريق إجراء المحاكاة باستخدام برنامج design builder.

٣. المشكلة

من المشاهدة والملاحظة أثناء الزيارات المتكررة لمبنى كلية الهندسة يتم إستخدام الإضاءة الصناعية فى معظم الفراغات التعليمية على مدار اليوم بكلية الهندسة جامعة سوهاج كما موضح بالشكل (١)



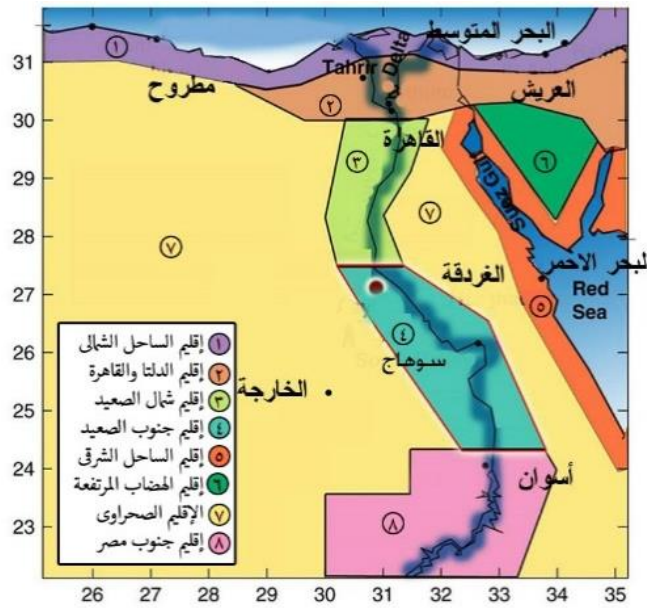
شكل ١: أستخدام الإضاءة الصناعية فى صالة الرسم بكلية الهندسة جامعة سوهاج

٤. المنهجية والأدوات

يعتمد البحث على منهجين منهج وصفى فى الجزء النظرى ومنهج تجريبى فى الجزء العملى. ففى دراسة الخصائص المناخية لمدينة سوهاج الجديدة بمحافظة سوهاج الواقعة بإقليم جنوب الصعيد تم استخدام منهج وصفى (تحليل محتوى) ، وايضا استخدم المنهج الوصفى ولكن (بحث وثائقى) فى ذكر سبب اختيار جامعة سوهاج. وفى الجزء العملى أعتد على المنهج التجريبى فى إجراء القياسات الميدانية فى فصل (١) بكلية الهندسة جامعة سوهاج وايضا عند إجراء المحاكاة للمبنى. وعند إجراء عملية المعايرة للبرنامج تم الإستعانة بالمنهج الوصفى (تحليل مقارن). واخيرا استخدم المنهج الإستنباطى لإستخلاص النتائج.

٤.١. وصف موقع اقليم جنوب الصعيد

تنقسم مصر إلى ثمانية أقاليم مناخية (إقليم الساحل الشمالى، إقليم الدلتا والقاهرة، إقليم شمال الصعيد، إقليم جنوب الصعيد، إقليم الساحل الشرقى، إقليم الهضاب المرتفعة، إقليم الصحراء، إقليم جنوب مصر) [١] كما هو موضح بالشكل (٢) وتتميز الخصائص المناخية لإقليم جنوب الصعيد أنه حار و نادر المطر. ويمكن التمييز بين فصلين مناخيين فقط هما فصل الصيف الجاف الحار بين شهري مايو وأكتوبر، وفصل الشتاء المعتدل ، قليل الأمطار ويمتد بين شهري نوفمبر وأبريل ويسود الإقليم نطاق من الضغط المنخفض فى أشهر الشتاء وهذا الضغط المنخفض هو المتسبب فى جلب الرياح الشمالية الباردة خلال أشهر الشتاء، أما فى الصيف فيسود بالإقليم نطاق من الضغط متوسط الارتفاع [٣]

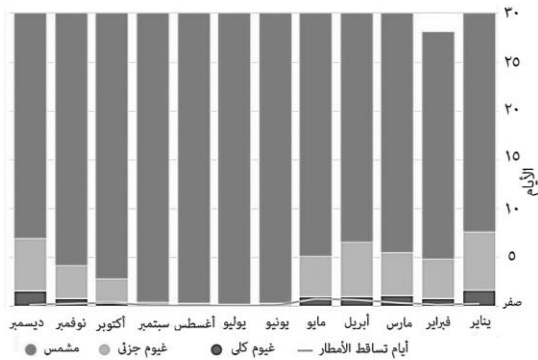


شكل ٢: خريطة التصنيف المناخي لمصر (الكود المصري لتحسين الطاقة رقم ٣٠٦-٢٠٠٥) [١]

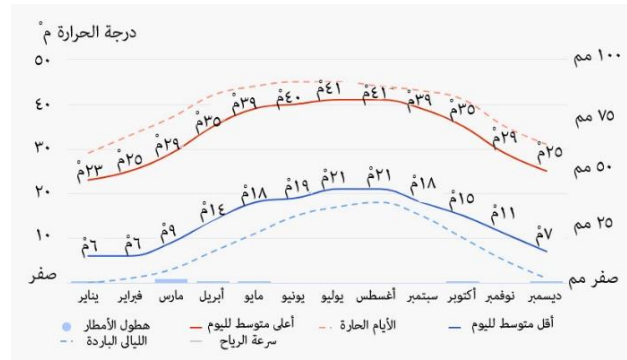
٢.٤ دراسة الخصائص المناخية لمدينة سوهاج الجديدة بمحافظة سوهاج الواقعة بإقليم جنوب الصعيد

تقع محافظة سوهاج في إقليم جنوب الصعيد بين محافظتي أسيوط شمالا وقنا جنوبا ويحدها من الشرق محافظة البحر الأحمر والصحراء الشرقية ومن الغرب محافظة الوادي الجديد والصحراء الغربية ، وتضم محافظة سوهاج مدينة سوهاج الجديدة حيث تقع المدينة جنوب غرب مدينة سوهاج القائمة غرب النيل وتبعد ٨,٣ كم عن مدينة سوهاج الحالية وبمطار سوهاج الدولي بطريق يبلغ طوله ٧,٥ كم والطريق المار أمام المدينة بطول ١٤ كم حتى الصحراوي الغربي القاهرة – أسوان [١٨] عند دائرة عرض ٢٦,٤٧ وخط طول ٣١,٦٨ ، تتميز محافظة سوهاج بمناخ جاف حيث يكون المعدل السنوي لسقوط الأمطار غير مؤثر إلا أنه قد يحدث أثناء فصل الشتاء بعض العواصف المطيرة وتتراوح كمية البخر ما بين ٣٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ ملليمتر في السنة والرطوبة النسبية بالمحافظة تتراوح ما بين ٥٩ % شتاءً إلى ٢٣ % صيفا [٣]. تصل أعلى درجة حرارة لمدينة سوهاج الجديدة في فصل الربيع حوالي (٤٠-٤٥°) وأقل درجة حرارة (٣-٩°) ، وفي فصل الخريف تصل أعلى درجة حرارة (٣٩-٤٣°) وأقل درجة حرارة (١-٧°) (شكل ٣) ، معظم أيام السنة مشمسة وتكثر الغيوم في شهري يناير وديسمبر (شكل ٤) [٢٤].

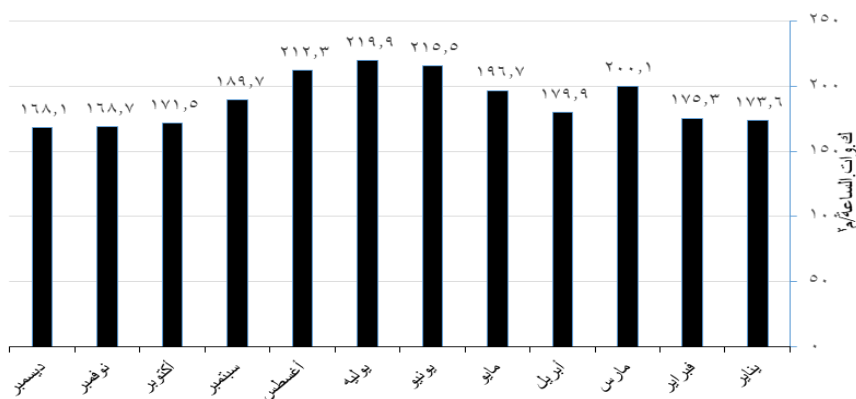
يصل اقصى قيمة للإشعاع الشمسي المباشر (DNI) في شهري يونيو ويوليو الى ٢١٥,٧ ، ٢٢٠,١ كيلووات.ساعة/م^٢ وأقل قيمة في شهري نوفمبر وديسمبر ١٦٩ ، ١٦٨,٤ كيلووات.ساعة/م^٢ (شكل ٥) [٢١] ، حيث Direct Normal Irradiance (DNI) هو مقدار الإشعاع الشمسي الساقط على كل وحدة مساحة بواسطة سطح يكون دائماً متعامداً (أو عاديًا) على الأشعة التي تأتي في خط مستقيم من اتجاه الشمس في موقعها الحالي في السماء [١٣].



شكل 4: يوضح الايام المشمسة وذات غيوم جزئى وغيوم كلى بمدينة سوهاج الجديدة [٢٤]



شكل 3: المتوسط الشهري للاختلافات المناخية في مدينة سوهاج الجديدة [٢٤]



شكل 5: المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي المباشر (DNI) بمدينة سوهاج الجديدة [٢١]

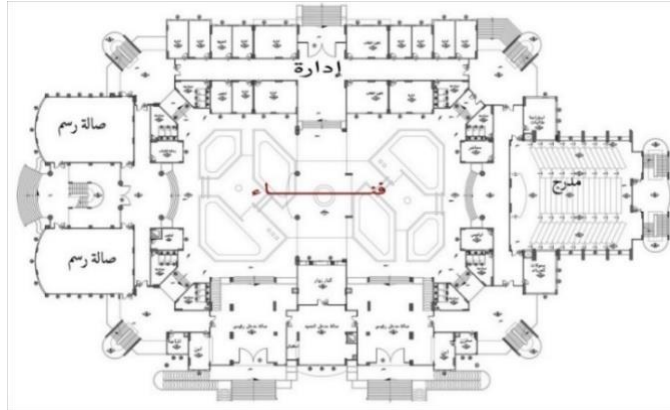
٤.٣. وصف وأسباب اختيار جامعة سوهاج

تقع جامعة سوهاج في مدينة سوهاج الجديدة (الكوامل) ، تم إنشاء كليات التجارة والتربية والآداب والهندسة والزراعة والألسن وطب بيطري والآثار ومجمع المدرجات والمسرح وجزء من المدينة الجامعية ومازالت الجامعة في طور بناء منشآت أخرى.

تم اختيار مبنى كلية الهندسة كحالة دراسة وذلك لان المبنى كان مخصص لاستخدام آخر ولكن نظرا لاحتياج الجامعة لكلية الهندسة ولقربة من المجمع التكنولوجي - المنطقة المخصصة لكلية الهندسة وكلية التعليم الصناعي - تم استخدام المبنى لكلية الهندسة ، ويحد كلية الهندسة من الشمال كلية التربية ويحدها من الشرق الطريق الرئيسي للجامعة (شكل ٦) ، ويتكون المبنى من الدور الأرضي وأربع طوابق علوية ويتوسط المبنى فناء داخلي وينقسم الفناء بداية من الطابق الأول إلى الطابق الرابع إلى جزئين عن طريق كتلة تحتوي بداخلها على معامل ومكاتب أعضاء هيئة التدريس (شكل ٧) و(شكل ٨). وتتشاببة التشطيبات الخارجية لكلية هندسة وكليات جامعة سوهاج التي تعتمد على بياض الحجر الصناعي ودهانات البلاستيك والسيراميك وبياض فطيسة (شكل ٩) و(شكل ١٠).



شكل 6: يوضح الموقع العام لكلية الهندسة والكتل البنائية لكليات جامعة سوهاج (المصدر : موقع Google Earth)



شكل ٧: يوضح المسقط الأفقي للدور الأرضي بكلية الهندسة (المصدر: إدارة الإستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة سوهاج)



شكل 9: صورة فوتوغرافية للواجهة الشمالية الخاصة بكلية هندسة (المصدر: الباحث)



شكل ٨: يوضح المسقط الأفقي للدور المتكرر لكلية الهندسة (المصدر: إدارة الإستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة سوهاج)



صورة فوتوغرافية للواجهة الجنوبية الخاصة بكلية التربية



صورة فوتوغرافية للواجهة الجنوبية الخاصة بكلية الآداب

شكل ١٠: صور فوتوغرافية توضح التشطيب الخارجية للكليات المحيطة بكلية الهندسة (المصدر: الباحث)

٤.٤. القياسات الميدانية

تمت القياسات الميدانية في الفصل (١) بالدور الثاني بكلية الهندسة (شكل ١١) وخصائصه موضحة بالجدول (٢) ، وتمثل المحددات للقياسات الميدانية في توقيت القياس وأختيار نقاط القياس وأجهزة القياس. تم أخذ توقيت القياس لمتوسط قراءات أربعة أيام، يمثل اليوم ثلاثة توقيتات بمعدل مرة واحدة كل ساعتين في الفصل (١) من الساعة التاسعة صباحا حتى الساعة الثالثة مساء خلال فترة العمل الرسمية داخل الفراغات التعليمية. وتم تقسيم الفراغ إلى شبكة مديولية لتحديد نقاط القياس ويتم تحديد عدد نقاط القياس عن طريق حساب معامل الغرفة [١٤].

معامل الغرفة = (طول الفراغ × عرض الفراغ) / [الإرتفاع من سطح العمل حتى السقف] × (طول الفراغ + عرض الفراغ) [١٤]

قيمة معامل الغرفة بتنحصر ما بين ٠,٧٥ - ٥ بناء على كود CIBSE للإضاءة الداخلية، ويتم تحديد عدد نقاط القياس في الفراغ بناء على هذه القيمة كما بالجدول (١).

ونجد ان قيمة معامل الغرفة في الفصل (1) تنحصر بين 1 إلى 2 لذا تم اعتماد عدد نقاط القياس ب 16 نقطة كما هو موضح بالشكل (12)

جدول 1: يوضح عدد نقاط القياس في الفراغ بناء على قيمة Room index (R) [14]

عدد النقاط	معامل الغرفة
9	أقل من 1
16	من 1 إلى 2
25	من 2 إلى 3
36	أعلى من 3



لقطة فوتوغرافية لفصل (1)

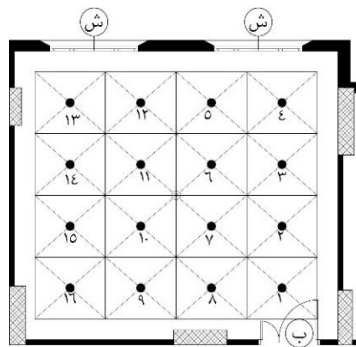


المسقط الأفقي موضح عليه موقع الفصل (1)

شكل 11: الفصل (1) بالدور الثاني في كلية الهندسة (المصدر: إدارة الإستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة سوهاج)

جدول 2: يوضح خصائص الفصل (1)

لون الفرش	لون الأرضية	لون الحوائط	عدد النوافذ وأبعادها وأرتفاع الجلسة	الطابق	المطل	التوجيه	أبعاد الفراغ (م)
بنى	سيراميك ذو لون ابيض وبنى	أصفر فاتح ولون سقوط الكمرات أبيض	نافذتين وأبعاد النافذة الواحدة (العرض 2,16م والأرتفاع 1,35م وأرتفاع الجلسة 1,10م)	الطابق الثاني	ساحة	ذو التوجيه الشمالي	8,88x6,75



شكل 12: عدد نقاط القياس في الفصل (1) بركن الواجهة بالدور الثاني في كلية الهندسة جامعة سوهاج

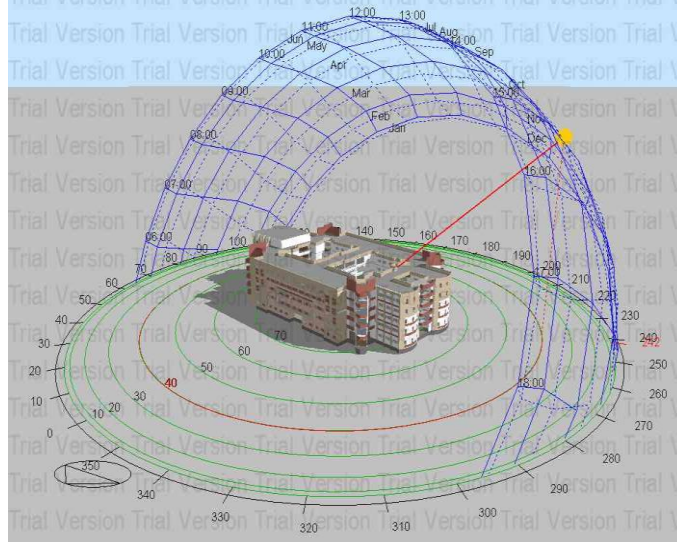
تم إختيار الجهاز Light Meter TM-201L للقيام بعملية القياس حيث يقاس شدة الإستضاءة باللوكس أو الكانديلا ويتمتع الجهاز بدقة (±3% من القياس) كما هو موضح بالشكل (13).



شكل 13: جهاز قياس الضوء TM-201L المستخدم في القياسات الميدانية

٤. ٥. عملية النمذجة لمبنى كلية الهندسة

تم نمذجة مبنى كلية الهندسة باستخدام برنامج designbuilder v7 وذلك بناء على الرسومات الهندسية والواقع الفعلي للتنفيذ من خلال الزيارات الميدانية المتكررة وتم إدخال المساقط بصورة (AUTOCAD DXF) إلى Design Builder ومن ثم القيام ببناء المبنى داخل البرنامج (شكل ٤ أ).



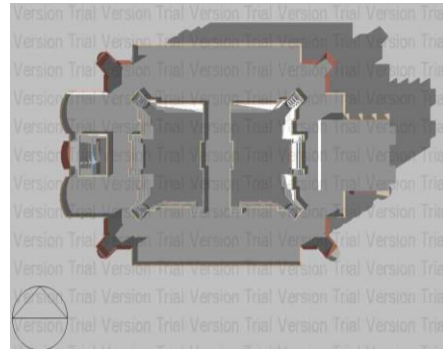
صورة لنمذجة مبنى كلية الهندسة موضح عليها خريطة مسار الشمس



صورة لنمذجة مبنى كلية الهندسة من ناحية الفصول الشمالية



صورة صالات الرسم في الجانب الغربي من المبنى
شكل 14: يوضح نمذجة مبنى كلية الهندسة جامعة سوهاج من خلال برنامج design builder (المصدر: الباحث)



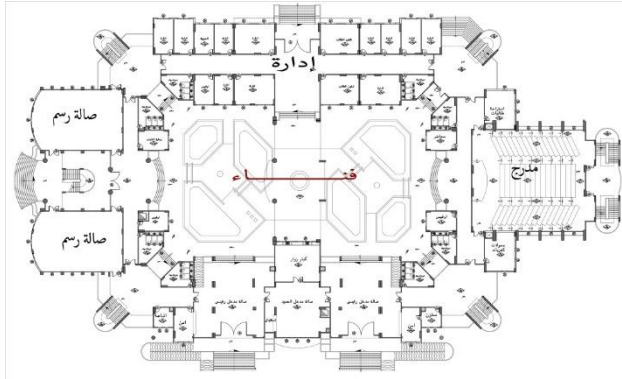
صورة المبنى من أعلى توضح أماكن أفنية كلية الهندسة

ولمحاكاة ظروف المبنى والخروج بنتائج تحاكي الواقع يتم إدخال كافة التفاصيل المتعلقة بالمبنى من تجهيزات على النحو التالي:

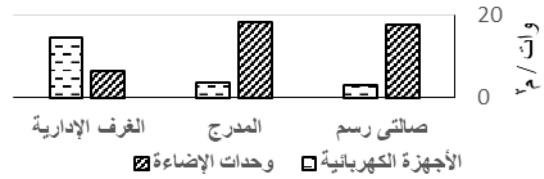
٤. ٥. ١. الاضاءة والتجهيزات الكهربائية

يتم تقسيم الفراغات بناء على نشاط الفراغ وتوزيع وحدات الاضاءة والأجهزة المختلفة وحساب معدلات استهلاك الطاقة كما بجدول (١) إلى جدول (٥) ملحق (أ).

يوضح (شكل ١٥) معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الاضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الأرضي ونجد أعلى معدل استهلاك لطاقة الإضاءة بالمدرجات وقيمتها ١٨ وات/م^٢ وأدناها في الفراغات الإدارية تصل إلى ٦,٢٨ وات/م^٢ وأعلى معدل استهلاك طاقة للأجهزة الكهربائية في الفراغات الإدارية وقيمتها ١٤,٤٩ وات/م^٢ وأقلها في صالات الرسم تصل إلى ٣,١٤ وات/م^٢ (المصدر: الباحث).

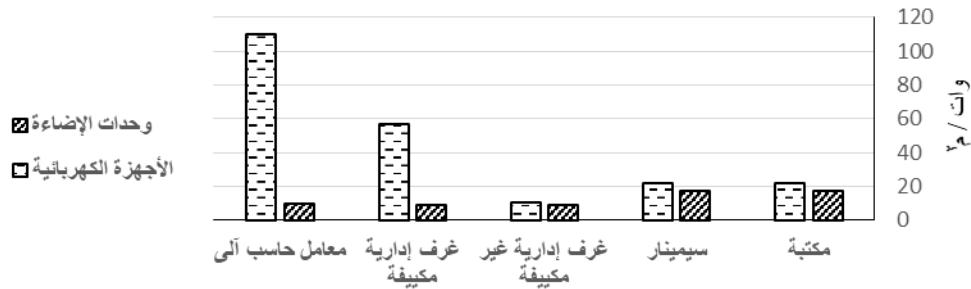


شكل ١٦: المسقط الأفقي للدور الأرضي بكلية الهندسة

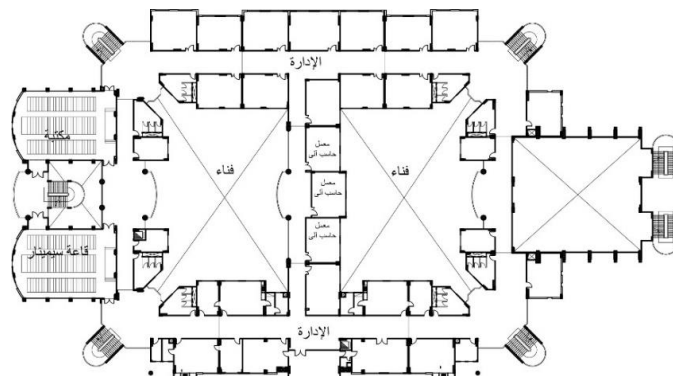


شكل ١٥: يوضح معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الاضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الأرضي

يوضح (شكل ١٧) معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الاضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الأول علوى ونجد أعلى معدل استهلاك طاقة إضاءة بالمكتبة وقيمتها ١٧,٦٢ وات/م^٢ وأدناها في الفراغات الإدارية تصل إلى ٨,٧٧ وات/م^٢ وأعلى معدل استهلاك طاقة للأجهزة الكهربائية في معامل الحاسب الآلى وقيمتها ١١٠,٣٣ وات/م^٢ وأقلها في الفراغات الإدارية الغير مكيفة تصل إلى ١٠,٦٢ وات/م^٢ (المصدر: الباحث).

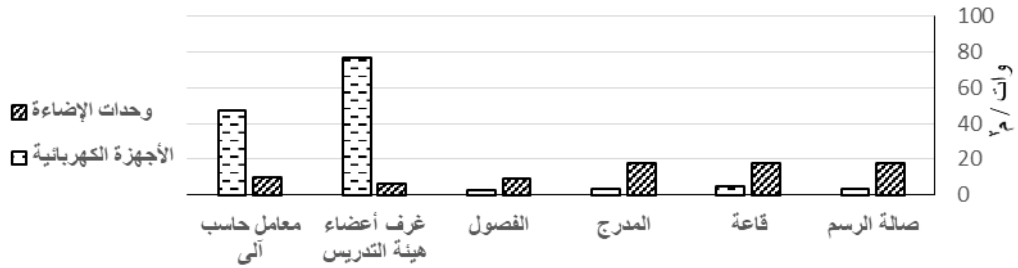


شكل ١٧: يوضح معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الاضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الأول علوى

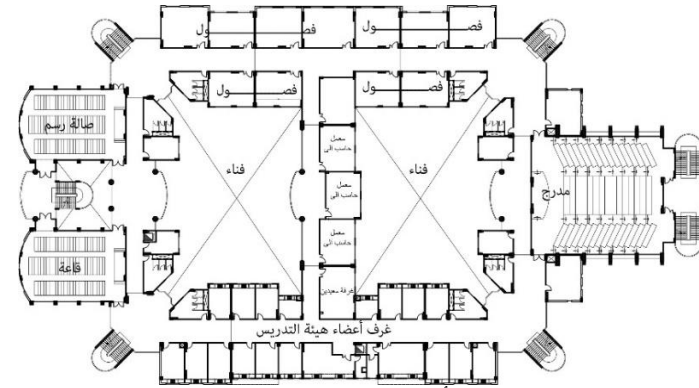


شكل ١٨: المسقط الأفقي للدور الأول علوى بكلية الهندسة

يوضح (شكل ١٩) معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الاضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الثاني علوى ونجد أعلى معدل استهلاك طاقة إضاءة بالمدرج وقيمتها ١٨ وات/م^٢ وأدناها في الفراغات الإدارية تصل إلى ٦,٥٠ وات/م^٢ وأعلى معدل استهلاك طاقة للأجهزة الكهربائية في الفراغات الإدارية وقيمتها ٧٦,٦٤ وات/م^٢ وأقلها في الفصول تصل إلى ٢,٨٩ وات/م^٢ (المصدر: الباحث).

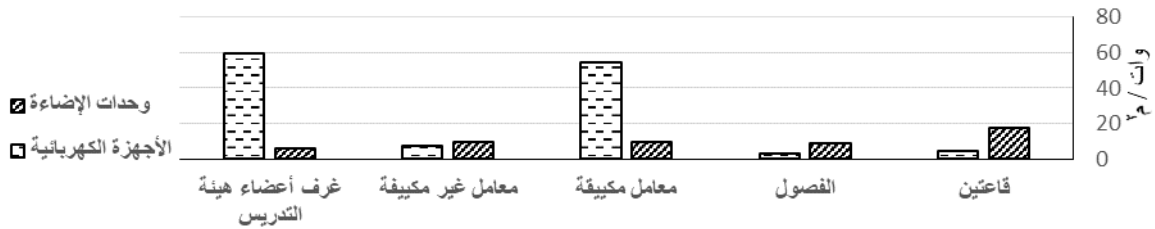


شكل ١٩: يوضح معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الإضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الثاني علوى

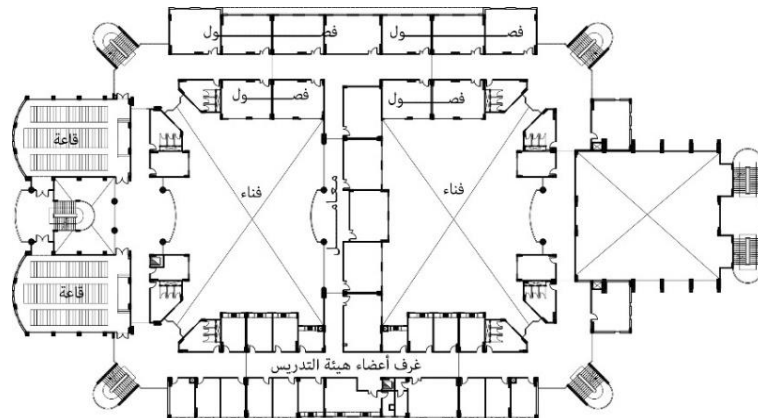


شكل ٢٠: المسقط الأفقى للدور الثاني علوى بكلية الهندسة

يوضح (شكل ٢١) معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الإضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الثالث علوى ونجد أعلى معدل استهلاك طاقة إضاءة بالقاعتين وقيمتها ١٧,٦٢ وات/م^٢ وأدناها في غرف أعضاء هيئة التدريس تصل إلى ٦,٢٦ وات/م^٢ وأعلى معدل استهلاك للأجهزة الكهربائية في غرف أعضاء هيئة التدريس وقيمتها ٥٩,٥٠ وات/م^٢ وأقلها في الفصول تصل إلى ٢,٩٢ وات/م^٢ (المصدر: الباحث).



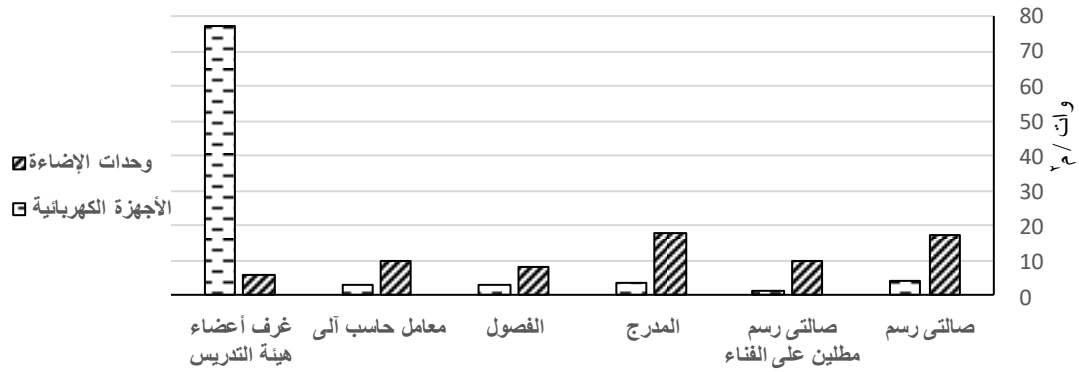
شكل ٢١: يوضح معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الإضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الثالث علوى



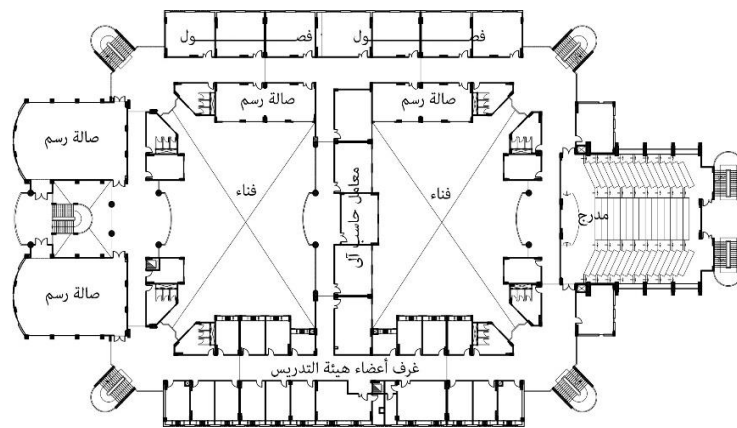
شكل ٢٢: المسقط الأفقى للدور الثالث علوى بكلية الهندسة

يوضح (شكل ٢٣) معدلات استهلاك الطاقة لوحدة الإضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الرابع علوى ونجد أعلى معدل استهلاك طاقة إضاءة بالمدرج وقيمتها ١٨ وات/م^٢ وأدناها في غرف أعضاء هيئة التدريس تصل إلى ٥,٩٠

وات/م² وأعلى معدل استهلاك طاقة للأجهزة الكهربائية في غرف أعضاء هيئة التدريس وقيمتها ٧٧,٣٠ وات/م² وأقلها في صالتي الرسم المظليين على الفناء تصل إلى ١,٥٤ وات/م² (المصدر: الباحث).



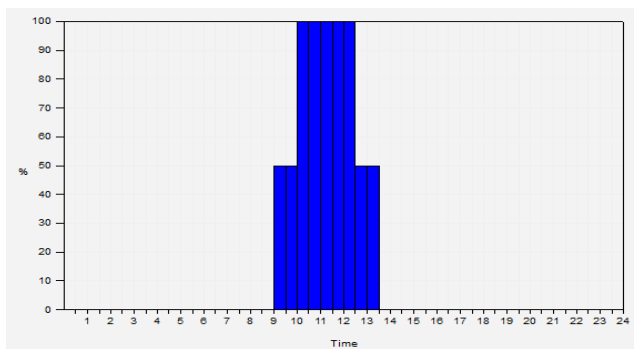
شكل ٢٣: يوضح معدلات استهلاك الطاقة لوحدات الإضاءة والأجهزة المختلفة في الدور الرابع علوي



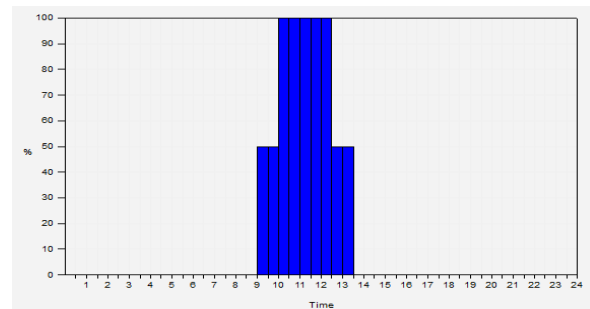
شكل ٢٤: المسقط الأفقي للدور الرابع علوي بكلية الهندسة

٤.٥.٢ جداول الأشغال

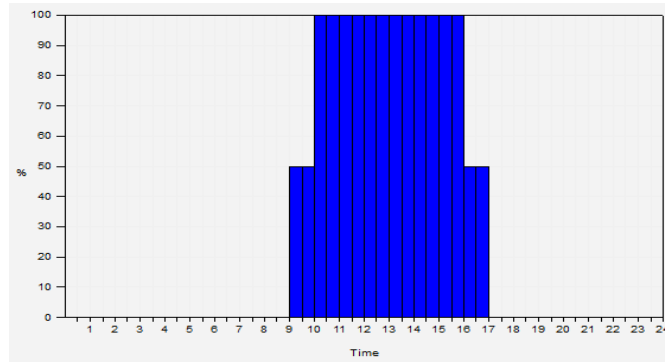
تم تحديد ساعات العمل بناء على خريطة العام الدراسي ومواعيد العطلات الرسمية ونوع المستخدم كما بالجدول (٦) إلى الجدول (١٣) ملحق أ ويوضح (شكل ٢٥) و(شكل ٢٦) و(شكل ٢٧) مدى كثافة الأشغال للفراغات والأجهزة خلال ساعات العمل وتم تقليل كثافة الإشغال ٥٠٪ في أول وأخر ساعات العمل وخلال اليوم ساعات الأشغال تصل إلى ١٠٠٪.



شكل ٢٦: يوضح كثافة الإشغال الخاصة بفراغات أعضاء هيئة التدريس (المصدر: الباحث)



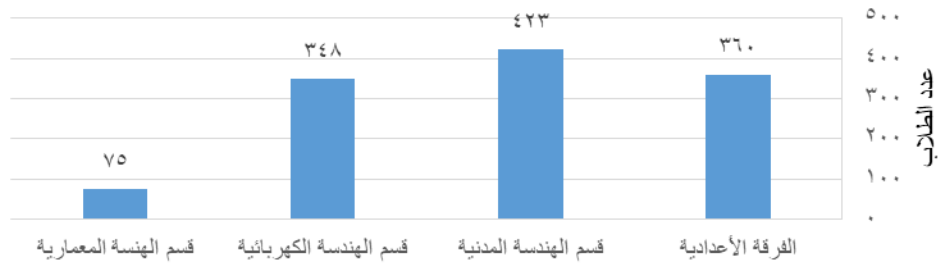
شكل ٢٥: يوضح كثافة الإشغال الخاصة بالفراغات الإدارية (المصدر: الباحث)



شكل ٢٧: يوضح كثافة الإشغال الخاصة بالطلاب في الفصول وصالات الرسم والمدرجات (المصدر: الباحث)

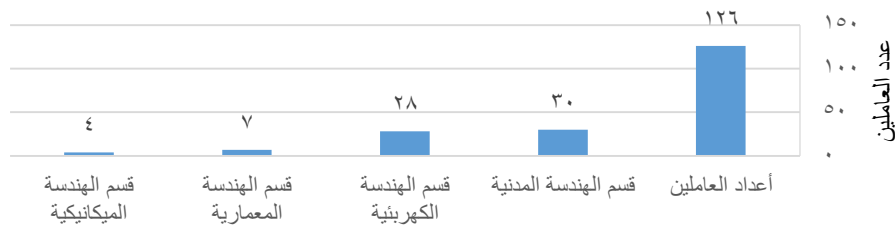
٤.٥.٣. عدد الطلاب والمستخدمين

يوضح (شكل ٢٨) عدد طلاب كلية الهندسة جامعة سوهاج ويظهر واضحا أن أعلى عدد طلاب في قسم الهندسة المدنية ويبلغ ٤٢٣ طالب وأقلها في قسم العمارة ويبلغ ٧٥ طالب.



شكل ٢٨: يوضح عدد طلاب كلية الهندسة جامعة سوهاج (المصدر: إدارة شؤون طلاب بكلية الهندسة جامعة سوهاج)

يوضح (شكل ٢٩) عدد العاملين وأعضاء هيئة التدريس بكلية الهندسة جامعة سوهاج وحيث يبلغ عدد العاملين ١٢٦ عامل بينما يبلغ أعلى عدد أعضاء هيئة التدريس في قسم الهندسة المدنية (٣٠ عضوا) وأقلها في قسم الهندسة الميكانيكية (٤ أعضاء).



شكل ٢٩: يوضح عدد العاملين وأعضاء هيئة التدريس بكلية الهندسة جامعة سوهاج (المصدر: إدارة شؤون العاملين بكلية الهندسة جامعة سوهاج)

٤.٥.٤. الأنشطة

يتم إدخال البيانات المتعلقة بالاستخدام والنشاط المقام بالفراغات للبرنامج لتحديد مستوى الإضاءة المطلوب مثل الفصل أو المكتب إداري ويتم تحديد مستوى شدة الإضاءة المطلوب للفراغ من خلال معرفة نشاط مستخدم الفراغ كما هو موضح بالجدول (٣)[٧].

جدول ٣: تحديد مستوى شدة الإضاءة المطلوب للفراغ [٧]

الفراغ	مستوى شدة الإضاءة الموصى بها في الفراغ (LUX)
الفصل	٣٠٠
صالات الرسم	٧٥٠
المدرج	٥٠٠
المكاتب الإدارية	٥٠٠
غرف أعضاء هيئة التدريس	٣٠٠
معامل كمبيوتر	٣٠٠
معامل هندسية	٥٠٠

٤. ٥. ٥. إدخال المواصفات المختلفة لمواد البناء والتشطيبات

يتم إدخال خصائص مواد البناء والتشطيبات للبرنامج وهي:

Visible absorptance كما موضح بالجدول (١٤) ملحق أ وجدول (١٥) ملحق أ هو جزء من إشعاع الطول الموجي المرئي الذي تمتصه المادة [٢٠].

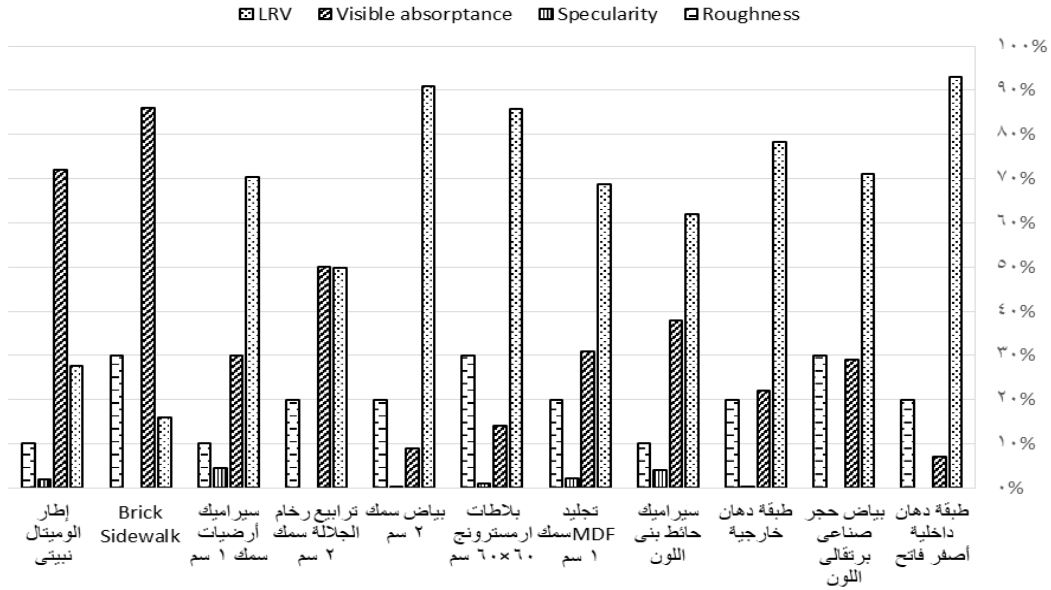
$$\text{Visible absorptance} = 1 - \frac{\text{surface light reflectance value (LRV)}}{100}$$

ويحسب من خلال المعادلة

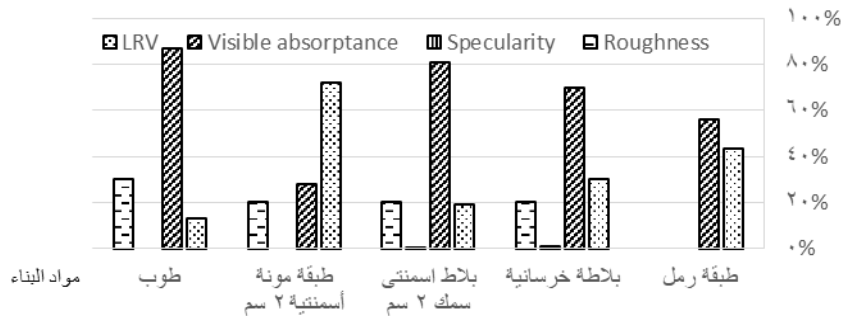
ويعرف Surface light reflectance value (LRV) بنسبة الضوء المرئي المنعكس عن سطح ما في جميع الأطوال الموجية والاتجاهات عند إضاءته بمصدر ضوء، أي نسبة بين الضوء المنعكس والضوء الساقط عليه وقيمه تتحصر بين ٠٪ - ١٠٠٪. وقيمة الصفر هي الاسود النقي وقيمة ١٠٠٪ هي الأبيض النقي [٨] كما هو موضح بالجدول (١٤) ملحق أ وجدول (١٥) ملحق أ. كما يعرف Roughness: عبارة عن سلسلة أحرف تحدد خشونة النسبية لطبقة مادة معينة [٢٠] كما هو موضح بالجدول (١٤) ملحق أ وجدول (١٥) ملحق أ.

و Specularity reflection: هو مرآة يشبه انعكاس الضوء من السطح حيث يعكس كل شعاع ساقط زاويته تتساوى مع زاوية الانعكاس. القيمة صفر يعطى انعكاس منتشر بحتا بينما القيمة (١) لا تعطى أي انتشار مما يمثل سلوك يشبه المرآة [٢٠] كما هو موضح بالجدول (١٤) ملحق أ وجدول (١٥) ملحق أ.

يوضح (شكل ٣٠) المواصفات المختلفة للتشطيبات فنجد أعلى قيمه (LRV) خاصة بطبقة الدهان الداخلية ذات اللون الأصفر الفاتح تصل إلى ٩٢,٩٧٪ وأقل قيمة خاصة بتبليطات الفناء والرصيف المحيط بالمبنى تصل إلى ١٦,٠٤٪ ويوضح (شكل ٢٥) المواصفات المختلفة لمواد البناء نجد أن أعلى قيمة (LRV) خاصة بطبقة المونة الأسمنتية تصل إلى ٧١,٩٩٪ وأقل قيمة خاصة بالطوب تصل إلى ١٢,٩٥٪. كما يتضح من جدول (١٦) ملحق أ أن نوافذ المبنى عبارة عن زجاج مفرد بلون البرونز سمك ٦ مم مطلى بطبقة من الخارج باكسيد المعادن.



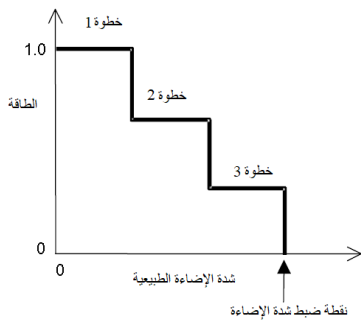
شكل ٣٠: يوضح المواصفات المختلفة للتشطيبات لمبنى كلية الهندسة جامعة سوهاج (المصدر: إدارة الإستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة سوهاج) [19]



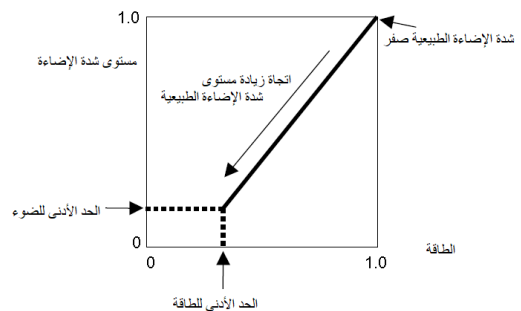
شكل ٣١: يوضح المواصفات المختلفة لمواد البناء المستخدمة في مبنى كلية الهندسة جامعة سوهاج (المصدر: إدارة الإستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة سوهاج) [19]

٤. ٥. ٦. نظام التحكم في التعقيم Lighting Control

يتم استخدام نظام التحكم في التعقيم لحساب معدل استهلاك طاقة الإضاءة حيث يمكن التحكم في الإضاءة الصناعية بناء على توفر الإضاءة الطبيعية [٢٠] ، وتكمل الإضاءة الصناعية الإضاءة الطبيعية عند انخفاض مستوى الإضاءة الطبيعية ، ويوضح (شكل ٣٢) و(شكل ٣٣) طرق التحكم في التعقيم وتم اختيار التحكم الخطى حيث تنخفض الإضاءة الصناعية بشكل مستمر وخطى من الحد الأقصى للكهرباء والإضاءة الصناعية إلى الحد الأدنى للكهرباء والإضاءة الصناعية [٢٠] ، أما التحكم في التعقيم المكون من ثلاث خطوات فإنه يسمح بفتح الإضاءة الصناعية بناء على توفير الإضاءة الطبيعية في خطوات منفصلة، عند مستويات إضاءة تبلغ ٣٣,٣٪ ، ٦٦,٧٪ و ١٠٠٪ ، ثم ينطفئ [9].



شكل ٣٣: التحكم ذات الثلاث خطوات Stepped Control [٢٠]



شكل ٣٢: التحكم الخطى الذي تم إختياره Linear Control [٢٠]

٤. ٥. ٧. منهجية Perez All-weather sky

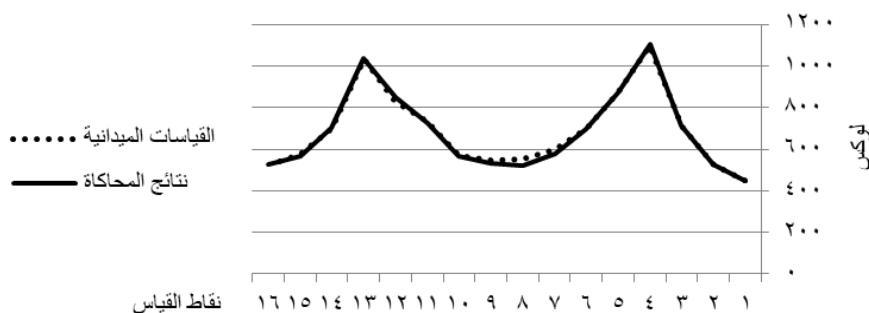
ويعتمد حساب شدة الإضاءة الطبيعية على منهجية The Perez All-weather sky لنمذجة ظروف الإضاءة الخارجية وبه تحديد الشهر واليوم والساعة لمعرفة موقع الشمس في السماء وقيم Direct Normal Irradiance (DNI) و Diffuse Horizontal Irradiance (DIF) الخاص بمنطقة سوهاج الجديدة (الكوامل بحرى)* ويوضح (شكل ٣٤) منهجية Perez All-weather sky ، حيث Diffuse Horizontal Irradiance (DIF) هي كمية الإشعاع المتلقاة لكل وحدة مساحة بواسطة سطح لا يصل في مسار مباشر من الشمس ، ولكنه ينتشنت بفعل الجزيئات والجسيمات في الغلاف الجوي. في الأساس ، هي الإضاءة التي تأتي من السحب والسماء الزرقاء [٢١].

Sky	
Sky method	2-Perez all weather
Perez method	2-Direct normal irradiance
Direct normal irradiance (W/m2)	668.0
Diffuse horizontal irradiance (W/m2)	193.7
Solar position	
Month	Nov
Day	8
Hour	13

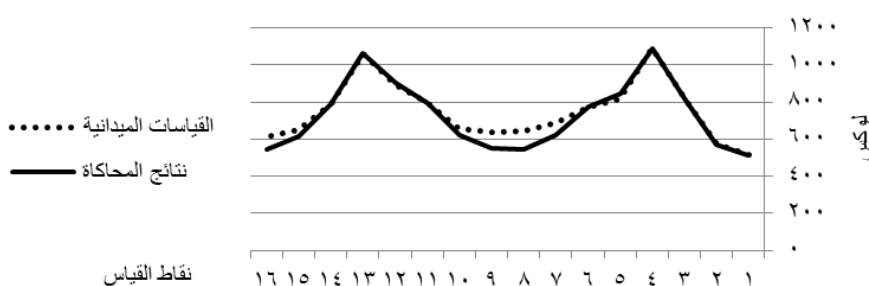
شكل ٣٤: متطلبات منهجية Perez All-weather sky (المصدر: برنامج design builder)

٤. ٦. عملية المعايرة لبرنامج المحاكاة على الواقع الفعلي لكلية الهندسة جامعة سوهاج

تم عمل معايرة لقيم ونتائج برنامج الحاسب الآلي من خلال المقارنة بين متوسط قياسات قراءات الاربع أيام في القياسات الميدانية ونتائج المحاكاة كما هو بالجدول (١٧) ملحق أ ، ويقارن (شكل ٣٥) و(شكل ٣٦) و(شكل ٣٧) بين بيانات شدة الإضاءة المقاسة فعليا ونتائج المحاكاة نجد شبة تطابق بين القياسات الميدانية ونتائج المحاكاة في فترة التاسعة الى الحادية عشر صباحا وتقارب في فترة الحادية عشر صباحا الى الواحدة ظهرا وفترة الواحدة ظهرا الى الثالثة عصرا.



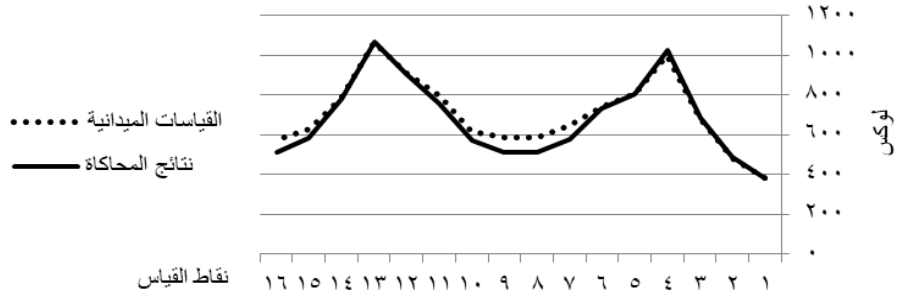
شكل ٣٥: مقارنة القياسات الميدانية بنتائج المحاكاة في الفترة من التاسعة صباحا حتى الحادية عشر صباحا



شكل ٣٦: مقارنة القياسات الميدانية بنتائج المحاكاة في الفترة من الحادية عشر صباحا حتى الواحدة ظهرا

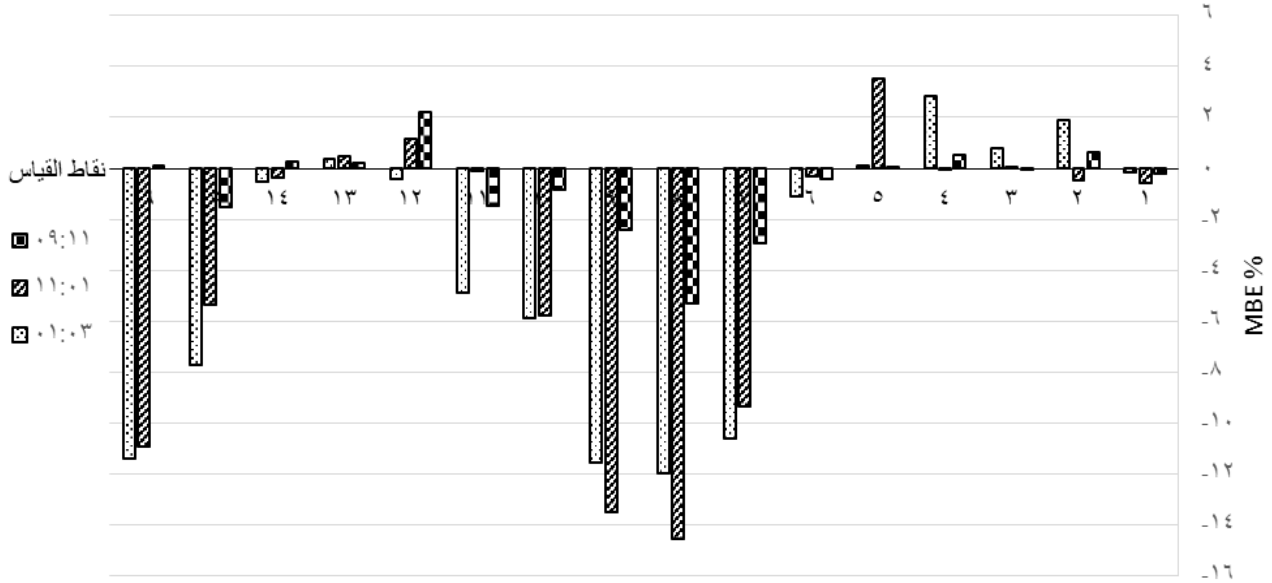
*تم تحديد قيم DNI, DIF من خلال موقع

<https://globalsolaratlas.info/detail?c=26.460738,31.672211,11&s=26.460738,31.672211&m=site>

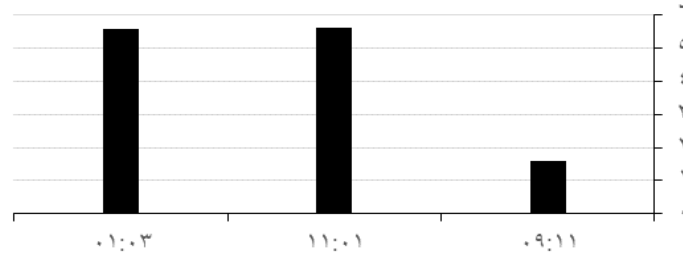


شكل ٣٧: مقارنة القياسات الميدانية بنتائج المحاكاة في الفترة من الواحدة ظهرا حتى الثالثة عصرا

ويوضح (شكل ٣٨) قيم نسبة الخطأ $MBE\%$ وتحسب من خلال المعادلة (١) كما هو بالجدول (١٧) ملحق أ ويوضح (شكل ٣٩) قيم $Cv(RMSE)$ (coefficient of variation of the root mean squared error) وتحسب من خلال المعادلة (٤) [٩] جدول ١٨ ملحق أ ، ولحساب $Cv(RMSE)$ يحسب أولا جذر متوسط تربيع الخطأ $RMSE$ لكل فترة من خلال المعادلة (٢) ومتوسط القياسات الميدانية A لكل فترة معادلة (٣). ومن المقبول بين الباحثين والممارسين في مجال محاكاة الإضاءة الطبيعية بالمبنى مستخدما التمثيلات الرياضية للسماء يمكن ان ينتج عنها اخطاء تصل الى ٢٠٪ عند حساب مستويات شدة الإضاءة على المستوى الأفقى [٥] ، والحد الموصى به $Cv(RMSE)$ هو ٣٠٪ وكلما اقترب من الصفر زادت دقته [١٥].



شكل ٣٨: قيم نسبة الخطأ MBE خلال ساعات النهار من ١١:٩ ومن ١:١١ ومن ٣:١



شكل ٣٩: قيم $Cv(RMSE)$ خلال ساعات النهار من ١١:٩ ومن ١:١١ ومن ٣:١

$$MBE(\%) = \frac{\sum(S - M)}{\sum M} \times 100 \quad \text{(المعادلة (١))}$$

حيث M هي القياسات الميدانية، S هي نتائج المحاكاة

$$RMSE_{\text{Period}} = \text{SQRT} \frac{\sum(S - M)^2}{N} \quad \text{(المعادلة (٢))}$$

$$A_{\text{period}} = \frac{\sum M}{N} \quad \text{المعادلة (٣)}$$

حيث A هي متوسط القياسات الميدانية

$$Cv(RMSE_{\text{period}}) = \frac{RMSE_{\text{period}}}{A_{\text{period}}} \times 100 \quad \text{المعادلة (٤)}$$

ومما سبق نجد أن قيم $Cv(RMSE_{\text{period}})$ هي ١,٦١ - ٥,٦٢٪ - ٥,٥٨٪ لفترة ١١:٩ و ١:١١ و ٣:١ على التوالي أقل من ٣٠٪ [١٥] ، اذا المحاكاة قادرة على محاكاة ظروف التشغيل التقريبية والواقع الفعلي لمبنى كلية الهندسة جامعة سوهاج.

٤.٧. إجراء المحاكاة للمبنى عن طريق برنامج Design Builder واستخلاص النتائج

٤.٧.١. إجراء المحاكاة للمبنى عن طريق برنامج Design Builder

تم إجراء المحاكاة في حالة النوافذ المفتوحة والنوافذ المغلقة ، اولاً في حالة النوافذ المفتوحة لا يوجد خيار النوافذ المفتوحة بشكل مباشر في برنامج Design Builder ولذلك تم محاكاتها عن طريق اختيار التعريف البسيط للزجاج وبه تم ضبط خصائص الزجاج من حيث النفاذية الشمسية (total solar transmission) وقيمتها ٠,٩٩ والنفاذية الضوئية (light transmission) وقيمتها ٠,٩٩ ، أما في حالة النوافذ المغلقة فتم اختيار نوع الزجاج المستخدم في المبنى وهو مفرد بلون البرونز سمك ٦ مم مطلي بطبقة من الخارج باكسيد المعادن) وضبط خصائصه كما هو موضح بالجدول (١٦) ملحق أ. وتم تحديد الفترة الزمنية لإجراء المحاكاة على مدار عام ٢٠٢٠ ويوضح (شكل ٤٠) فترة المحاكاة من اليوم الأول من شهر يناير حتى اليوم ٣١ من شهر ديسمبر من نفس العام.

From	
Start day	1
Start month	Jan
To	
End day	31
End month	Dec

شكل ٤٠ : الفترة الزمنية لإجراء المحاكاة

٥. النتائج

يوضح (شكل ٤١) نتائج المحاكاة في حالة النوافذ المفتوحة والمغلقة في الفراغات التعليمية بمبنى كلية الهندسة جامعة سوهاج.

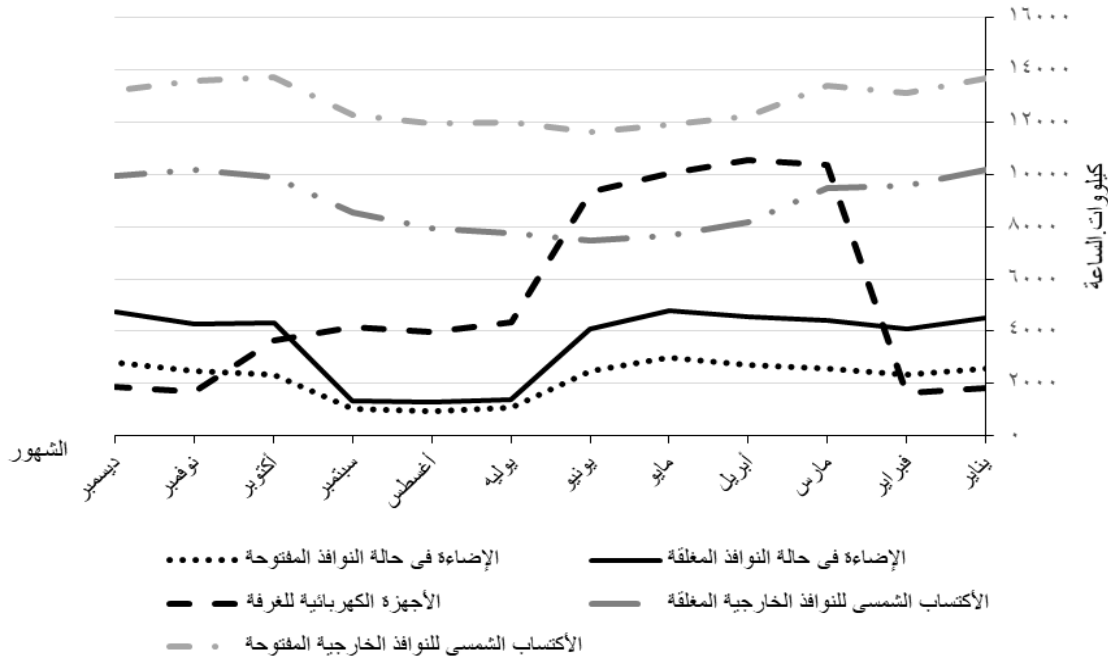
٥.١. في حالة النوافذ المغلقة أعلى استهلاك لطاقة الإضاءة الصناعية في شهرى مايو وديسمبر يصل إلى ٤٨١٢,٢٥ كيلووات.الساعة و ٤٧٤٢,٧٥ كيلووات.الساعة على التوالي و أقل استهلاك لطاقة الإضاءة الصناعية في شهرى أغسطس وسبتمبر ليصل إلى ١٢٧٨,٤٠ كيلووات.الساعة و ١٣٥٠,٥٣ كيلووات.الساعة على التوالي.

٥.٢. أما في حالة النوافذ المفتوحة أعلى استهلاك لطاقة الإضاءة الصناعية في شهرى مايو وديسمبر يصل إلى ٢٩٩١,٦٨ كيلووات.الساعة و ٢٧٩٣,٣٧ كيلووات.الساعة على التوالي وأقل إجمالي استهلاك لطاقة الإضاءة الصناعية في شهرى أغسطس وسبتمبر يصل إلى ٩٥٢,٢٧ كيلووات.الساعة و ١٠٣٤,٢٣ كيلووات.الساعة على التوالي.

٥. ٣. أما بالنسبة لاستهلاك الطاقة الخاصة بالأجهزة الكهربائية فأعلى استهلاك في شهرى مارس وأبريل يصل إلى ١٠٣٧٣,٩٧ كيلوات. الساعة و١٠٥٥٦,٤٧ كيلوات. الساعة وأقل استهلاك في شهرى فبراير ونوفمبر يصل إلى ١٦٣٠,٩٤ كيلوات. الساعة و١٧٠٢,٣٣ كيلوات. الساعة.

٥. ٤. ومن ناحية استهلاك الطاقة على مدار العام فى حالة النوافذ المفتوحة فاستهلاك الطاقة الكلى الخاص بالمبنى يبلغ ١٦,٣٧ كيلوات/م^٢ أما استهلاك طاقة الإضاءة الصناعية فيصل إلى ٤,٨٠ كيلوات/م^٢.

٥. ٥. أما استهلاك الطاقة على مدار العام فى حالة النوافذ المغلقة فاستهلاك الطاقة الكلى للمبنى يبلغ ١٩,٥٥ كيلوات/م^٢ واستهلاك طاقة الإضاءة الصناعية فيصل إلى ٧,٩٨ كيلوات/م^٢.



شكل ٤١: يوضح استهلاك الطاقة للإضاءة والأجهزة الكهربائية والأكتساب الشمسى للنوافذ الخارجية أثناء غلق وفتح النوافذ فى فراغات التعليمية بكلية الهندسة جامعة سوهاج من خلال برنامج المحاكاة

٦. الخلاصة والتوصيات:

٦.١. الخلاصة

٦.١.١. إنخفاض استهلاك طاقة الإضاءة فى شهر مايو فى الفراغات التعليمية بنسبة ٣٧,٨٣٪ فى حالة النوافذ المفتوحة عن النوافذ المغلقة.

٦.١.٢. وعلى مدار العام تنخفض استهلاك طاقة الإضاءة فى الفراغات التعليمية بنسبة ٣٩,٨٥٪ فى حالة النوافذ المفتوحة عن النوافذ المغلقة.

٦.١.٣. وفى حالة النوافذ المفتوحة فى الفراغات التعليمية تستهلك طاقة الإضاءة ٢٩,٣٢٪ من استهلاك طاقة المبنى ، وفى حالة النوافذ المغلقة فى الفراغات التعليمية تستهلك طاقة الإضاءة ٤٠,٨٢٪ من استهلاك طاقة المبنى.

٦.١.٤. وعلى الرغم من توفير استهلاك طاقة الإضاءة فى حالة النوافذ المفتوحة ولكن نجد ارتفاع فى قيمة الإكتساب الشمسى للنوافذ الخارجية فى حالة النوافذ المفتوحة عن النوافذ المغلقة فى الفراغات التعليمية.

٦.٢. التوصيات:

- ٦.٢.١. الأهتمام بدراسة الإضاءة ومايتبعها من طرق قياس ومعالجات تصميمية وبيئية وتأثيرها على استهلاك الطاقة قبل وبعد التصميم للوصول إلى بيئة مريحة بصريا وحراريا وموفرة في استهلاك الطاقة.
- ٦.٢.٢. مراعاة الأسس التصميمية الخاصة بالإضاءة الطبيعية عند التصميم.
- ٦.٢.٣. يوصى بمراعاة الراحة البصرية في الفراغات التعليمية بجانب تحقيق الراحة الحرارية.
- ٦.٢.٤. الإهتمام بتوجيه المبنى حيث يعتبر من العوامل المؤثرة على تحقيق الراحة البصرية من خلال توظيفه تبعا لمستويات الإضاءة المطلوبة في الفراغات والاهتمام بالمعالجات المعمارية للواجهات لتفادي دخول اشعة الشمس المباشرة.
- ٦.٢.٥. اختيار نوع الزجاج الملائم للواجهات الشمالية لجودة الإضاءة الطبيعية وترشيد استهلاك الطاقة في الإضاءة الصناعية.
- ٦.٢.٦. يجب الاستفادة من التقنيات الحديثة في مجال الإضاءة الطبيعية من أجل التحكم في مستويات الإضاءة وترشيد استهلاك الطاقة.

٧. المراجع:

- [١] الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني كود رقم ٣٠٦-٢٠٠٥: الجزء الأول: المباني السكنية كود رقم (١/٣٠٦).
- [٢] جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك الإدارة العامة لمركز المعلومات والتوثيق: مؤشرات استهلاك الطاقة الكهربائية في الأنشطة الاقتصادية ، التقرير السنوى ٢٠١٥/٢٠١٦.
- [٣] وزارة الأسكان والمرافق والتنمية العمرانية الهيئة العامة للتخطيط العمرانى الإدارة العامة للدراسات البيئية والطبيعية: المنظور البيئي لاستراتيجية التنمية العمرانية لأقليم جنوب الصعيد ، ٢٠٠٩.
- [4] M. Pirhadi, M. Pirhadi, and F. Tavakoli, "The Study of the Concept of Aesthetics in Architecture Derived from the Ideas of The Study of the Concept of Aesthetics in Architecture Derived from the Ideas of Jörg," vol. 4, no. 5, 2017.
- [5] A. Kirimtat, B. Kundakci, I. Chatzikonstantinou, S. Sariyildiz: "Review of Simulation Modeling for Shading Devices in Buildings", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 53 pp. 23–49, 2016.
- [6] Sensors" Proceedings of the 15th IBPSA Conference San Francisco, CA, USA, 2017.
- [7] D. Duplakova, S. Radchenko, L. Knapcikova, M. Hatala "Simulation as Ergonomic Tool for Evaluation of Illumination Quality in Engineering" Vol 2, issue 3, page 1-7, 2016.
- [8] EN 12464-1 Light and lighting "Lighting of Work Places - Part 1: Indoor Work Places" EUROPEAN STANDARD C. Humann, A. McNeil, "Using HDR Sky Luminance Maps to Improve Accuracy of Virtual Work Plane Illuminance, 2002.
- [9] G. Feigusch, I. Tiziana, D. Ossberger "Good Lighting and Visual Contrast to Improve Accessibility in the Built Environment-A Literature Study" N. L. Black et al. (Eds.): IEA 2021, LNNS 220, pp. 367–375, 2021.
- [10] G. Yun, K. Soo "An Empirical Validation of Lighting Energy Consumption Using The Integrated Simulation Method" Energy and Buildings, Vol 57, pp. 144–154, 2013.
- [11] I. Acosta, C. Munoz, P. Esquivias, D. Moreno, J. Navarro "Analysis of The Accuracy of The Sky Component Calculation in Daylighting Simulation Programs" Solar Energy, Vol. 119, pp. 54–67, 2015.
- [12] M. Shameri, M. Alghoul, M. Fauzi, M. Zain, M. Alrubaih, K. Sopian "Daylighting Characteristics of Existing Double-Skin Façade Office Buildings, Energy and Buildings, Vol. 59, pp. 279-286, 2013.
- [13] M. Abdul Fasi, I. Mohammad "Energy Performance of Windows in Office Buildings Considering Daylight Integration and Visual Comfort in Hot Climates, Energy and Buildings, 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.024>.
- [14] The geo-cradle team, *The Solar Atlas of Egypt*, The European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no 690133, 2018.
- [15] T. Inan "An Investigation on Daylighting Performance in Educational Institutions, Structural Survey, Vol. 31, Iss 2, pp. 121 – 138, 2013.
- [16] U.S. DOE *M&V Guidelines: Measurement and Verification for Federal Energy Projects*, Version 3.0, the US Department of Energy Federal Energy Management Program, 2008.

- [17] X. Yu, Y. Su "Daylight Availability Assessment and Its Potential Energy Saving Estimation–A Literature Review" *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 52, pp.494 – 503, 2015.
- [18] http://www.moee.gov.eg/test_new/calculate_energy.aspx
- [19] http://www.newcities.gov.eg/know_cities/Sohag/default.aspx
- [20] <http://www.spectraldb.com/>
- [21] https://designbuilder.co.uk/helpv7.0/#GetStarted.htm?TocPath=Get%2520Started%257C_____0
- [22] <https://globalsolaratlas.info/detail?c=26.460738,31.672211,11&s=26.460738,31.672211&m=site>
- [23] <https://reluxnet.relux.com/en/relux-desktop.html>
- [24] <https://www.glassmanufacturerchina.com/products/High-quality-5mm-euro-bronze-reflective-glass-prices-China-5mm-reflective-bronze-glass-factory.html>
- [25] <https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/26.461N31.672E>

The Effect of Daylight on Energy Consumption in Educational Spaces by Simulation

Faculty of Engineering at Sohag University As A Case Study

ABSTRACT

This research aims to study the effect of daylight on energy consumption in educational spaces of the Faculty of Engineering, Sohag University, by conducting a simulation using the design builder v7 program. The building was modeled based on the building drawing and the actual reality of implementation through frequent field visits, the data entered is energy consumption of electrical appliances and lighting units for space, occupancy schedules that determine the number of study hours, number of users including students, faculty members, and employees, activities that are practiced in the space, The recommended illumination level for each space.

The different specifications of building materials and finishes were also entered (Visible absorptance, Surface light reflectance value, Roughness, Specularity reflection) and the specifications of windows, the dimming control system and The Perez All-weather sky method which requires the values of Direct Normal Irradiance (DNI), Diffuse Horizontal Irradiance (DIF) of the New Sohag area in Sohag Governorate.

By simulation, it was found that the consumption of lighting energy in educational spaces decreases by 39.85% in the case of open windows than closed windows, and in the case of open windows in educational spaces, lighting energy consumes 29.32% of the building's energy consumption, and in the case of closed windows in educational spaces, lighting energy consumes 40.82% of building energy consumption.

Keywords: Daylight, Simulation, Energy consumption, Educational spaces, Sohag.

ملحق أ:

جدول 1: توزيع وحدات الاضاءة والأجهزة المختلفة وحساب معدلات استهلاك الطاقة بالدور الأرضي (المصدر : استهلاك الطاقة للجهاز مدون على الجهاز او موقع وزارة الكهرباء والطاقة أحسب استهلاكك^[17])

الأجهزة الكهربائية			الإضاءة			المسطح (م ²)	الفراغ	الطابق
كثافة الاستهلاك وات/م ²	الاستهلاك للوحدة (وات)	النوع	كثافة الإستهلاك وات/م ²	الإستهلاك للوحدة (وات)	العدد (وحدة فلورسنت)			
٣,١٤	٦٥	١٠×٢ مراوح حائط	١٧,٦٢	١٩	١٩٢×٢	٢٠٧×٢	٢ صالة رسم	الدور الأرضي
٢,٥٢	٦٥	١٨ مراوح حائط	١٨	١٩	٤٤٠	٤٦٤,٤٣	المدرج	
-	٢٠٠	-						
١,٠٢	-	كمبيوتر						
	٢٧٥	-						
	٢٧٥	داتا شو						
٢,٩٧	٧٢	١٩ مراوح سقف	٦,٢٨	١٩	١٥٢	٤٥٩,٨٠	١٤ غرفة ادارية	
-	٢٠٠	-						
١١,٥٢	-	١٤ كمبيوتر						
	٢٥٠	-						
	٢٥٠	١٠ طباعة						

جدول ٢: توزيع وحدات الاضاءة والأجهزة المختلفة وحساب معدلات استهلاك الطاقة بالدور الأول (المصدر : استهلاك الطاقة للجهاز مدون على الجهاز او موقع وزارة الكهرباء والطاقة أحسب استهلاكك^[17])

الأجهزة الكهربائية			الإضاءة			المسطح (م ²)	الفراغ	الطابق
كثافة الاستهلاك وات/م ²	الاستهلاك للوحدة (وات)	النوع	كثافة الإستهلاك وات/م ²	الإستهلاك للوحدة (وات)	العدد (وحدة فلورسنت)			
٢,١٧	٢٠٠	كمبيوتر	١٧,٦٢	١٩	١٩٢	٢٠٧	مكتبة	الدور الأول
-	٢٥٠	طباعة						
١٩,٧١	-	-						
	٢٠٤١	٢ تكييف						
٢,٢٩	٢٠٠	كمبيوتر	١٧,٦٢	١٩	١٩٢	٢٠٧	قاعة سيمينار	
-	٢٧٥	-						
١٩,٧١	-	داتا شو						
	٢٠٤١	-						
	٢٠٤١	٢ تكييف						
٢,٣٣	٧٢	١٤ مراوح سقف	٩,٠٣	١٩	٤×٦×٩	٤٨٨,٣٨	١١ غرفة ادارية غير مكيفة	
-	٦٥	-						
٨,٢٩	-	٢ مراوح حائط			٤×٢×٢+			
	٢٠٠	-						
	-	-						

الأجهزة الكهربائية			الإضاءة			المسطح (م ²)	الفراغ	الطابق
كثافة الاستهلاك وات/م ²	الاستهلاك للوحة (وات)	النوع	كثافة الإستهلاك وات/م ²	الإستهلاك للوحة (وات)	العدد (وحدة فلورسنت)			
	٢٥٠	٩ كمبيوتر - ٩ طابعة						
١٩,٨١ - ٩٠,٥٢	٢٠٠ - ٢٥٠ - ٧٢ - ٢٠٤١	٨ كمبيوتر - ٩ طابعة - ٤ مراوح سقف - ٤ تكييف	٩,٧٧	١٩	٤×٦×٢	٩٣,٣٧	٢ معمل كمبيوتر	
١٠,٧٦ - ٥٣,٠٣	٢٠٠ - ٢٥٠ - ٢٠٤١	٧ كمبيوتر - ٦ طابعة - ٧ تكييف	٩,٠٣	١٩	٤×٦×٥ ٢×٤+	٢٦٩,٤	٦ غرفة ادارية مكيف جنوبا	
١٠,١٠ - ٤١,١٨	٢٠٠ - ٢٥٠ - ٧٢ - ٢٠٤١	١٠ كمبيوتر - ٧ طابعة - ١٤ مروحة سقف - ٧ تكييف	٨,٥٩	١٩	٤×٦×٧	٣٧١,٤٢	٧ غرفة ادارية مكيف	

جدول ٣: توزيع وحدات الإضاءة والأجهزة المختلفة وحساب معدلات استهلاك الطاقة بالدور الثاني (المصدر : استهلاك الطاقة للجهاز مدون على الجهاز او موقع وزارة الكهرباء والطاقة أحسب استهلاكك^[١٧])

الأجهزة الكهربائية			الإضاءة			المسطح (م ²)	الفراغ	الطابق
كثافة الاستهلاك وات/م ²	الاستهلاك للوحة (وات)	النوع	كثافة الإستهلاك وات/م ²	الإستهلاك للوحة (وات)	العدد (وحدة فلورسنت)			
٣,١٤	٦٥	١٠ مراوح حائط	١٧,٦٢	١٩	١٩٢	٢٠٧	صالة رسم	الدور الثاني
٣,١٤ - ١,٣٣	٦٥ - ٢٧٥	١٠ مراوح حائط - داتا شو	١٧,٦٢	١٩	١٩٢	٢٠٧	قاعة	
٢,٩٥	٧٢	٢٠ مروحة سقف	٩,٣٥	١٩	٢٤٠	٤٨٧,٧٥	١٠ فصل	
٢,٤٠	٧٢	٢ مروحة سقف	٧,٦١	١٩	٢٤	٥٩,٩٤	فصل منتصف الواجهة	

الأجهزة الكهربائية			الإضاءة			المسطح (م ²)	الفراغ	الطابق
كثافة الاستهلاك وات/م ²	الاستهلاك للوحة (وات)	النوع	كثافة الإستهلاك وات/م ²	الإستهلاك للوحة (وات)	العدد (وحدة فلورسنت)			
٢,٦٦	٧٢	٢ مروحة سقف	٨,٤١	١٩	٢٤	٥٤,٢١	فصل بركن الواجهة	
٣,١٢	٧٢	٢ مروحة سقف	٩,٨٤	١٩	٢٤	٤٦,٣٣	فصل مطل على الفناء	
٤٧	٧٢ - ٢٠٤١	٤ مراوح سقف - ٢ تكييف	٩,٨١	١٩	٤٨	٩٣,٠٠	٢ معمل حاسب الى	
٦,٨٤ - ٦٩,٨٠	٢٠٠ - ٢٠٤١	١٦ جهاز كمبيوتر - ١٦ تكييف	٦,٥٠	١٩	١٦٠	٤٦٧,٨٨	١٦ غرف اعضاء هيئة التدريس	
٢,٥٢ - ١,٠٢	٦٥ - ٢٠٠ - ٢٧٥	١٨ مروحة حائط - كمبيوتر - داتا شو	١٨	١٩	٤٤٠	٤٦٤,٤٣	المدرج	

جدول ٤: توزيع وحدات الاضاءة والأجهزة المختلفة وحساب معدلات استهلاك الطاقة بالدور الثالث (المصدر : استهلاك الطاقة للجهاز مدون على الجهاز او موقع وزارة الكهرباء والطاقة أحسب استهلاكك^(١٧))

الأجهزة الكهربائية			الإضاءة			المسطح (م ²)	الفراغ	الطابق
كثافة الاستهلاك وات/م ²	الاستهلاك للوحة (وات)	النوع	كثافة الإستهلاك وات/م ²	الإستهلاك للوحة (وات)	العدد (وحدة فلورسنت)			
٣,١٤ - ١,٣٣	٦٥ - ٢٧٥	١٠×٢ مراوح حائط - داتا شو	١٧,٦٢	١٩	١٩٢×٢	٢٠٧×٢	٢ قاعة	الطابق الثالث
٢,٩٢	٧٢	١٨ مروحة سقف	٩,٢٦	١٩	٢١٦	٤٤٣,١١	٩ فصل	
٦,٦٠ - ٤٨,٠٧	٢٠٠ - ٧٢ - ٢٠٤١	٦ كمبيوتر - ٨ مراوح سقف - ٤ تكييف	١٠,٠٣	١٩	٩٦	١٨١,٨١	٤ معامل مكيفة	
٣,١١ - ٤,٣١	٧٢ - ٢٠٠	٤ مراوح سقف - ٢ كمبيوتر	٩,٨٤	١٩	٤٨	٩٢,٦٧	٢ معمل	

الأجهزة الكهربائية			الإضاءة			المسطح (م ²)	الفرغ	الطابق
كثافة الاستهلاك وات/م ²	الاستهلاك للوحة (وات)	النوع	كثافة الإستهلاك وات/م ²	الإستهلاك للوحة (وات)	العدد (وحدة فلورسنت)			
٥,٩٩ - ٥٣,٥١	٢٠٠ - ٢٠٤١	١٦ كمبيوتر - ١٤ تكييف	٦,٢٦	١٩	١٧٦	٥٣٤,٠٠	١٩ غرف اعضاء هيئة التدريس	

جدول ٥: توزيع وحدات الإضاءة والأجهزة المختلفة وحساب معدلات استهلاك الطاقة بالدور الرابع (المصدر : استهلاك الطاقة للجهاز مدون على الجهاز او موقع وزارة الكهرباء والطاقة أحسب استهلاكك^(١٧))

الأجهزة الكهربائية			الإضاءة			المسطح (م ²)	الفرغ	الطابق
كثافة الاستهلاك وات/م ²	الاستهلاك للوحة (وات)	النوع	كثافة الإستهلاك وات/م ²	الإستهلاك للوحة (وات)	العدد (وحدة فلورسنت)			
٣,١٤ - ١,٣٢	٦٥ - ٢٧٥	١٠×٢ مراوح حائط - ٢×داتا شو	١٧,٦٢	١٩	١٩٢×٢	٢٠٧×٢	٢ صالة رسم	الدور الرابع
١,٥٤	٧٢	٤×٢ مروحة سقف	٩,٧٧	١٩	٤٨×٢	٩٣,٣٧×٢	٢ صالة رسم مطلين على الفناء	
٢,٦٥	٧٢	١٠ مروحة سقف	٨,٤٠	١٩	١٢٠	٢٧١,٤٨	٥ فصل	
٢,٣٦ - ٤,٥٠	٧٢ - ٢٧٥	٢ مروحة سقف - داتا شو	٧,٤٦	١٩	٢٤	٦١,١٠	فصل منتصف الواجهة	
٢,٦٦	٧٢	٢ مروحة سقف	٨,٤١	١٩	٢٤	٥٤,٢١	فصل بركن الواجهة	
٣,١٢	٧٢	٦ مراوح سقف	٩,٨٧	١٩	٧٢	١٣٨,٥٢	٣ معامل حاسب الي	
٦,٩٠ - ٧٠,٤٠	٢٠٠ - ٢٠٤١	١٦ كمبيوتر - ١٦ تكييف	٥,٩٠	١٩	١٤٤	٤٦٣,٨٥	١٦ غرف اعضاء هيئة التدريس	
٢,٥٢ - ١,٠٢	٦٥ - ٢٠٠ - ٢٧٥	١٨ مروحة حائط - كمبيوتر - داتا شو	١٨	١٩	٤٤٠	٤٦٤,٤٣	المدرج	

جدول ٦: ساعات العمل الخاص بالفراغات الإدارية (المصدر : الباحث)

الشهر	الأثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
يناير	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
فبراير	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
مارس	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
أبريل	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
مايو	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
يونيو	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
يوليو	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
أغسطس	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
سبتمبر	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
أكتوبر	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
نوفمبر	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
ديسمبر	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م

جدول ٧: ساعات العمل الخاص بأجهزة التكييف والمراوح بالفراغات الإدارية (المصدر : الباحث)

الشهر	الأثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
يناير	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
فبراير	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
مارس	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
أبريل	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
مايو	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
يونيو	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
يوليو	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
أغسطس	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
سبتمبر	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٣:٠٠ م
أكتوبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
نوفمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
ديسمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق

جدول ٨: ساعات العمل الخاص بفراغات أعضاء هيئة التدريس (المصدر : الباحث)

الشهر	الأثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
يناير	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
فبراير	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
مارس	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
أبريل	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
مايو	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
يونيو	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
يوليو	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
أغسطس	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
سبتمبر	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
أكتوبر	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
نوفمبر	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
ديسمبر	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م

جدول ٩: ساعات العمل الخاص بأجهزة التكييف والمرافق بفراغات أعضاء هيئة التدريس (المصدر : الباحث)

الشهر	الأثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
يناير	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
فبراير	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
مارس	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
أبريل	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
مايو	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
يونيو	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ١:٣٠ م
يوليو	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
أغسطس	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
سبتمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
أكتوبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
نوفمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
ديسمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق

جدول ١٠ : ساعات العمل الخاص بالفراغات التعليمية (المصدر : الباحث)

الشهر	الأثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
يناير	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
فبراير	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
مارس	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
ابريل	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
مايو	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
يونيو	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م
يوليو	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
أغسطس	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
سبتمبر	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
أكتوبر	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
نوفمبر	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
ديسمبر	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م

جدول ١١ : ساعات العمل الخاص بمراوح الفراغات التعليمية (المصدر : الباحث)

الشهر	الأثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
يناير	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
فبراير	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
مارس	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
ابريل	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
مايو	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
يونيو	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٢:٠٠ م
يوليو	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
أغسطس	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
سبتمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
أكتوبر	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م
نوفمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
ديسمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق

جدول ١٢ : توضح ساعات العمل الخاص بصالات الرسم وفصل الدور الرابع الخاصة بقسم عمارة (المصدر : الباحث)

الشهر	الأثنين	الثلاثاء	الاربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
يناير	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة
فبراير	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة
مارس	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة
ابريل	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة
مايو	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة
يونيو	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة
يوليو	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
أغسطس	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
سبتمبر	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة	أجازة
أكتوبر	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة
نوفمبر	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة
ديسمبر	أجازة	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	أجازة	أجازة	أجازة

جدول ١٣ : ساعات العمل الخاص بمراوح صالات الرسم وفصل الدور الرابع الخاصة بقسم عمارة (المصدر : الباحث)

الشهر	الأثنين	الثلاثاء	الاربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
يناير	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
فبراير	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
مارس	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	مغلق
ابريل	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	مغلق
مايو	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	مغلق
يونيو	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	مغلق
يوليو	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
أغسطس	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
سبتمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
أكتوبر	مغلق	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	٩:٠٠ ص إلى ٥:٠٠ م	مغلق	مغلق	مغلق
نوفمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق
ديسمبر	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق	مغلق

جدول ١٤: لإدخال المواصفات المختلفة للواجهة والحوائط الداخلية (المصدر: إدارة الإستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة سوهاج) [١٩]

Roughness	Specularity	Visible absorptance	LRV	الطبقات	عدد الطبقات	العنصر
٠,٢٠	٠	٠,٠٧	%٩٢,٩٧	طبقة دهان داخلية أصفر فاتح	٥	الحوائط الداخلية
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٣٠	٠	٠,٨٧	%١٢,٩٥	طوب سمك ١٢ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٠٧	%92.97	طبقة دهان داخلية أصفر فاتح		
٠,٢٠	٠,٠٢٢	٠,٣١	%٦٨,٦٥	تجليد MDF سمك ١ سم	٥	الحوائط الداخلية لصالوات الرسم
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٣٠	٠	٠,٨٧	%١٢,٩٥	طوب سمك ١٢ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٠٧	%٩٢,٩٧	طبقة دهان داخلية أصفر فاتح		
٠,٣٠	٠	٠,٢٩	%٧١,٠١	بياض حجر صناعي برتقالي اللون	٥	الحوائط الخارجية للفصول والفراغات الإدارية ١
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٣٠	٠	٠,٨٧	%١٢,٩٥	طوب سمك ٢٥ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٠٧	%٩٢,٩٧	طبقة دهان داخلية أصفر فاتح		
٠,٢٠	٠,٠٠٣	٠,٢٢	%٧٨,٣٣	طبقة دهان خارجية	٥	الحوائط الخارجية للفصول والفراغات الإدارية ٢
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٣٠	٠	٠,٨٧	%١٢,٩٥	طوب سمك ٢٥ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٠٧	%٩٢,٩٧	طبقة دهان داخلية أصفر فاتح		
٠,١٠	٠,٠٤	٠,٣٨	%٦١,٩٧	سيراميك حائط بنى اللون	٥	الحوائط الخارجية للفصول والفراغات الإدارية ٣
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٣٠	٠	٠,٨٧	%١٢,٩٥	طوب سمك ٢٥ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٠٧	%٩٢,٩٧	طبقة دهان داخلية أصفر فاتح		
٠,٢٠	٠,٠٠٣	٠,٢٢	%٧٨,٣٣	طبقة دهان خارجية	٥	الحوائط الخارجية لصالوات الرسم والمدرجات ١
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٣٠	٠	٠,٨٧	%١٢,٩٥	طوب سمك ٢٥ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	%٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		

Roughness	Specularity	Visible absorptance	LRV	الطبقات	عدد الطبقات	العنصر
٠,٢٠	٠,٠٢٢	٠,٣١	٪٦٨,٦٥	تجليد MDF سمك ١ سم	٥	الحوائط الخارجية لصالات الرسم والمدرجات ٢
٠,٣٠	٠	٠,٢٩	٪٧١,٠١	بياض حجر صناعي برتقالي اللون		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	٪٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٣٠	٠	٠,٨٧	٪١٢,٩٥	طوب سمك ٢٥ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	٪٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠,٢٠	٠,٠٢٢	٠,٣١	٪٦٨,٦٥	تجليد MDF سمك ١ سم	١	النوافذ
٠,١٠	٠,٠١٩	٠,٧٢	٪٢٧,٦٩	إطار الوميتال نبيتي		

جدول ١٥ : جدول ادخال المواصفات للأرضيات (المصدر : إدارة الإستشارات الهندسية بكلية الهندسة جامعة سوهاج) [١٩]

Roughness	Specularity	Visible absorptance	LRV	الطبقات	عدد الطبقات	العنصر
٠,٢	٠	٠,٥٠	٪٤٩,٩٠	ترابيع رخام الجلالة سمك ٢ سم	٧	أرضية صالات الرسم والقاعات والمدرج
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	٪٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠	٠	٠,٥٦	٪٤٣,٥٢	طبقة رمل سمك ٦ سم		
٠,٢٠	٠,٠٠٦	٠,٧٠	٪٣٠,٢٠	بلاطة خرسانية ١٥ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	٪٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
-	-	-	-	فراغ هواء		
٠,٣٠	٠,٠١	٠,١٤	٪٨٥,٧٧	بلاطات ارمسترونج ٦٠×٦٠ سم	٥	أرضية الفصول والفراغات الإدارية والمعامل والخدمات
٠,١٠	٠,٠٤٤	٠,٣٠	٪٧٠,٢٥	سيراميك سمك ١ سم		
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	٪٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية ٢ سم		
٠	٠	٠,٥٦	٪٤٣,٥٢	طبقة رمل سمك ٧ سم		
٠,٢٠	٠,٠٠٦	٠,٧٠	٪٣٠,٢٠	بلاطة خرسانية ١٥ سم		
٠,٢٠	٠,٠٠١	٠,٠٩	٪٩٠,٩٤	بياض سمك ٢ سم		
٠,٢٠	٠,٠٠٣	٠,٨١	19.20%	بلاط اسمنتى سمك ٢ سم	٨	ارضية السطح
٠,٢٠	٠	٠,٢٨	٪٧١,٩٩	طبقة مونة أسمنتية سمك ٢ سم		
٠	٠	٠,٥٦	٪٤٣,٥٢	طبقة رمل سمك ٦ سم		
٠,٢٠	٠,٠٠٦	٠,٧٠	٪٣٠,٢٠	دكة خرسانية سمك ٥ سم		
-	-	-	-	عازل للحرارة سمك ٥ سم		
-	-	-	-	عازل للرطوبة سمك ٢ سم		
٠,٢٠	٠,٠٠٦	٠,٧٠	٪٣٠,٢٠	بلاطة خرسانية سمك ١٥ سم		
٠,٢٠	٠,٠٠١	٠,٠٩	٪٩٠,٩٤	بياض سمك ٢ سم		

Roughness	Specularity	Visible absorptance	LRV	الطبقات	عدد الطبقات	العنصر
٠,٣٠	٠	٠,٨٦	٪١٦,٠٤	Brick Sidewalk	١	تبليطة الفناء وامام المبنى

جدول ١٦ : جدول ادخال المواصفات للنوافذ [٢٣]

Outside Visible reflectance	Visible transmittance	Outside solar reflectance	Solar transmittance	سمك	نوع الزجاج
٠,١٦	٠,٢١	٠,١٦	٠,٤٣	٦ مم	زجاج مفرد بلون البرونز سمك ٦ مم مطلي بطبقة من الخارج باكسيد المعادن

جدول ١٧ : متوسط قراءات أربع ايام قياس فعلى ونتائج المحاكاة خلال ثلاث توقيتات ٩:١١-١:١١-٣:١١ وقيم MBE% (المصدر : الباحث)

١١:٠٠-٩:٠٠			٣:٠٠-١:٠٠		١:٠٠-١١:٠٠		١١:٠٠-٩:٠٠		الوقت
MBE%			نتائج المحاكاة	القياسات الميدانية	نتائج المحاكاة	القياسات الميدانية	نتائج المحاكاة	القياسات الميدانية	عدد النقاط
٠,١٣-	٠,٥٨-	٠,٢٢-	٣٨١	٣٨٢	٥١١	٥١٤	٤٤٧	٤٤٨	١
١,٨٨	٠,٤٨-	٠,٦٢	٤٨٨	٤٧٩	٥٦٩	٥٧٢	٥٢٨	٥٢٤	٢
٠,٧٧	٠,٠٣	٠,٠٧-	٦٨٧	٦٨٢	٨١٦	٨١٦	٧١٣	٧١٣	٣
٢,٨٦	٠,٠٧-	٠,٥٥	١٠٢٦	٩٩٨	١٠٨٨	١٠٨٩	١١٠٢	١٠٩٦	٤
٠,١٢	٣,٥٣	٠,٠٦	٨٠٧	٨٠٦	٨٤٤	٨١٥	٨٧٠	٨٦٩	٥
١,١١-	٠,٢٩-	٠,٣٩-	٧٣٥	٧٤٣	٧٧٢	٧٧٤	٦٩٧	٦٩٩	٦
١٠,٦٠-	٩,٣٧-	٢,٩٤-	٥٧٨	٦٤٦	٦٢٢	٦٨٦	٥٧٧	٥٩٥	٧
١٢,٠٠-	١٤,٥٦-	٥,٢٩-	٥١٥	٥٨٥	٥٥٠	٦٤٤	٥٢٤	٥٥٣	٨
١١,٥٥-	١٣,٥١-	٢,٤٢-	٥١٧	٥٨٤	٥٥١	٦٣٧	٥٣٥	٥٤٨	٩
٥,٩٠-	٥,٧٩-	٠,٨٣-	٥٨٢	٦١٨	٦١٨	٦٥٦	٥٦٧	٥٧١	١٠
٤,٨٩-	٠,٠٩-	١,٥٠-	٧٥٤	٧٩٣	٧٩٤	٧٩٥	٧٢٥	٧٣٦	١١
٠,٤٤-	١,١٥	٢,٢٠	٩٠٤	٩٠٨	٩٠٥	٨٩٥	٨٤٩	٨٣١	١٢
٠,٣٨	٠,٤٥	٠,٢٢	١٠٦٦	١٠٦٢	١٠٦٢	١٠٥٧	١٠٣٨	١٠٣٦	١٣
٠,٥١-	٠,٣٨-	٠,٢٩	٧٨٢	٧٨٦	٧٩٠	٧٩٣	٧٠١	٦٩٩	١٤
٧,٧٣-	٥,٣٩-	١,٥٢-	٥٨٢	٦٣١	٦١٥	٦٥٠	٥٦٦	٥٧٥	١٥
١١,٤٠-	١٠,٩٤-	٠,٠٩	٥١١	٥٧٧	٥٤٦	٦١٣	٥٢٧	٥٢٧	١٦

جدول ١٨: يوضح قيم $RMSE_{Period}$, $CV(RMSE_{Period})$ (المصدر: الباحث)

ERROR ²			ERROR			
٠١:٠٣	١١:٠١	٠٩:١١	٠١:٠٣	١١:٠١	٠٩:١١	
٠,٢٥	٩,٠٠	١,٠٠	٠,٥٠-	٣,٠٠-	١,٠٠-	١
٨١,٠٠	٧,٥٦	١٠,٥٦	٩,٠٠	٢,٧٥-	٣,٢٥	٢
٢٧,٥٦	٠,٠٦	٠,٢٥	٥,٢٥	٠,٢٥	٠,٥٠-	٣
٨١٢,٢٥	٠,٥٦	٣٦,٠٠	٢٨,٥٠	٠,٧٥-	٦,٠٠	٤
١,٠٠	٨٢٦,٥٦	٠,٢٥	١,٠٠	٢٨,٧٥	٠,٥٠	٥
٦٨,٠٦	٥,٠٦	٧,٥٦	٨,٢٥-	٢,٢٥-	٢,٧٥-	٦
٤٦٩٢,٢٥	٤١٢٨,٠٦	٣٠٦,٢٥	٦٨,٥٠-	٦٤,٢٥-	١٧,٥٠-	٧
٤٩٣٥,٠٦	٨٧٨٩,٠٦	٨٥٥,٥٦	٧٠,٢٥-	٩٣,٧٥-	٢٩,٢٥-	٨
٤٥٥٦,٢٥	٧٣٩٦,٠٠	١٧٥,٥٦	٦٧,٥٠-	٨٦,٠٠-	١٣,٢٥-	٩
١٣٣٢,٢٥	١٤٤٤,٠٠	٢٢,٥٦	٣٦,٥٠-	٣٨,٠٠-	٤,٧٥-	١٠
١٥٠١,٥٦	٠,٥٦	١٢١,٠٠	٣٨,٧٥-	٠,٧٥-	١١,٠٠-	١١
١٦,٠٠	١٠٥,٠٦	٣٣٣,٠٦	٤,٠٠-	١٠,٢٥	١٨,٢٥	١٢
١٦,٠٠	٢٢,٥٦	٥,٠٦	٤,٠٠	٤,٧٥	٢,٢٥	١٣
١٦,٠٠	٩,٠٠	٤,٠٠	٤,٠٠-	٣,٠٠-	٢,٠٠	١٤
٢٣٧٦,٥٦	١٢٢٥,٠٠	٧٦,٥٦	٤٨,٧٥-	٣٥,٠٠-	٨,٧٥-	١٥
٤٣٢٣,٠٦	٤٤٨٩,٠٠	٠,٢٥	٦٥,٧٥-	٦٧,٠٠-	٠,٥٠	١٦
١٥٤٧,٢٠	١٧٧٨,٥٧	١٢٢,٢٢				SUM ERROR²/N
٣٩,٣٣	٤٢,١٧	١١,٠٦				RMSE_{Period}
٧٠٥	٧٥٠	٦٨٩				A_{Period}
٥,٥٨	٥,٦٢	١,٦١				CV(RMSE_{Period})