Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 19, No. 71, April 2024, 826 - 842

DAYLIGHTING IMPACT ON STUDENT ACADEMIC PERFORMACE IN HIGHER EDUCATION BUILDINGS -THE CASE OF ARCHITECTURE DEPARTMENT

Marwa E. Emara[1,2*], Mohammed S. Mayhoub[1], Amr E. El Sherief[3], Hasan E. Abo Mahmoud[1]

[1] Architecture Department, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Nasr City, 11884, Cairo, Egypt,
[2] Architecture Department, Giza Higher Institute for Engineering Technology, Giza, Egypt,
[3] Department of Architecture and urban planning, Faculty of Engineering, Suze Canal University, Ismailia, Egypt

***Correspondence:** marwa_emara@azhar.edu.eg

Citation:

M. E. Emara, M. S. Mayhoub, A. E. El Sherief and H. E. Abo Mahmoud, "Daylighting impact on student academic performance in higher education buildings-The case of architecture department", Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, vol. 19, pp. 826 - 842, 2024

Received: 2 January 2024

Revised: 28 February 2024

Accepted: 22 March 2024

DOI:10.21608/auej.2024.264776.1596

Copyright © 2024 by the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International Public License (CC BY-SA 4.0)

ABSTRACT

This study investigates the impact of daylight on student performance. It involved selecting a number of higher education buildings and dividing the students into two groups of spaces, one with daylight and the other with artificial light only. Students were assigned to perform a set of tasks, both in January and May. The results were compared to determine the extent to which they were affected by lighting source. The results showed that the percentages of student excellence were higher when daylighting was utilized, and the percentages of failure were lower, compared to artificial lighting. In addition, the percentages of excellence were higher in May, when plenty of daylight is available, compared to January. The results of the statistical test were statistically significant for both the percentages of excellence and failure. This emphasizes that daylight has a positive impact on student performance.

KEYWORDS: Daylight, Students' academic performance, educational spaces, Higher education buildings.

تأثير الإضاءة الطبيعية على الأداء الدراسى للطلاب فى مبانى التعليم العالى – دراسة حالة أقسام العمارة

مروة السيد عمارة[1,2*]، محمد صلاح ميهوب[1]، عمرو المعتصم بالله الشريف[3]، حسن السيد أبو محمود[1]

[1] قسم عمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، مدينة نصر، 11884، القاهرة، مصر.
[2] قسم اعمارة، معهد الجيزة العالى للهندسة والتكنولوجيا، الجيزة، مصر.
[3] قسم العمارة والتخطيط العمرانى، كلية الهندسة، جامعة قناة السويس، الإسماعيلية، مصر.
*البريد الاليكتروني للباحث الرئيسي : marwa_emara@azhar.edu.eg

الملخص

فى هذه الورقة البحثية تمت دراسة تأثير الإضاءة الطبيعية على أداء الطلاب، وذلك بهدف التركيز على راحة الطلاب وتهيئة بيئة دراسية مناسبة للحصول على الفوائد المترتبة على تحقيق ذلك، من خلال دراسة مدى ارتباط وجود الضوء كعنصر من عناصر البيئة الداخلية للفراغ بأداء الطلاب للمهام الدراسية. ويتضمن البحث اختيار عدد من الفراغات داخل مجموعة من المبانى الجامعية، وتوزيع الطلاب على مجموعتين من الصالات الدراسية أحدهما تتمتع بالضوء الطبيعى والأخرى بالضوء الصناعى، وتكليف الطلاب بأداء مجموعة من المهام فى المقررات الدراسية التي تعتمد على الرسم، وذلك خلال شهري يناير ومايو، ومن ثم رصد نتائج اختبار أداء المهام ومقارنتها لتحديد مدى تأثرها بوجود أو غياب الضوء الطبيعى واستنتاج التأثير الإيجابى على أداء الطلاب، ومن ثم العمل على توجيه الإهتمام بهذا الجانب من قبل متخذى القرار من أصحاب المؤسسات والمصممين. أظهرت النتائج أن نسب التفوق فى أداء الطلاب أعلى عند توافر الإضاءة الطبيعية، ونسب الإخفاق أقل، مقارنة بظروف الإضاءة الصناعية، وأظهرت النتائج أيضاً أن نسب التفوق فى أداء الطلاب أعلى فى شهر مايو -حين تتوافر الإضاءة الطبيعية بشكل كبير- مقارنة بشهر يناير، وقد أعطت نتائج الإختبار الإحصائى دلالة إحصائية لكلٍ من نسب التفوق والإخفاق، وذلك يشير إلى التأثير الإيجابى لزيادة مستويات الإضاءة الطبيعية على الأداء الدراسى للطلاب داخل الصالات الدراسية.

الكلمات المفتاحية : الإضاءة الطبيعية، الأداء الدراسى للطلاب، الصالات الدراسية، مبانى التعليم العالى.

المقدمة

تعمل العين البشرية بأفضل حالة لها عندما تستقبل الطيف الكامل الذي يوفره الضوء الطبيعى [1]، حيث تمتد فوائده إلى أبعد من توفير الطاقة، فيؤثر فى الجوانب النفسية والفسيولوجية للشاغلين [2]، مع الأخذ فى الإعتبار أن مجرد وجود الضوء الطبيعى ليس ضمانًا لمستوى أفضل، ولكن يعتمد تأثيره بالإيجاب أو السلب على كيفية توصيله للفراغ مع الحد من زيادة درجة الحرارة والوهج والتشتيت [3].

ووجود الضوء الطبيعى لا يُسهّل فقط الأداء البصرى للمهمة المرئية، ولكن نظراً لخصائصه الديناميكية المتنوعة من حيث الشدة واللون، فإنه يساهم بشكل كبير فى توفير بيئة عمل جيدة، وخاصة إذا تم التحكم به بشكل صحيح من الناحية التصميمية والحماية من الأشعة المباشرة، ويعود الاهتمام بدراسة تأثير الضوء على إنتاجية المستخدمين إلى عشرينات القرن العشرين عندما أجريت العديد من الدراسات على النساجين فى صناعة الحرير، وأكدت أن الضوء الطبيعى هو أحد أهم العوامل التى تعزز إنتاجية النساجين [4]، لذا من الضرورى فهم البيئة الضوئية والبحث فى كلاً من الإيجابيات والسلبيات للإضاءة الطبيعية، وآثارها على المستخدمين، وفوائدها المحتملة.

وفى العديد من الدراسات أفاد مستخدمى مبانى المكاتب الإدارية ذات الإضاءة الطبيعية والتى تتمتع بالمحتوى الطيفى الكامل عن وجود زيادة في معدل الرفاهية العامة للعاملين، وشملت الفوائد الواردة تحسين الصحة وتقليل التغيب وزيادة الإنتاجية والإدخار المالي، بالإضافة إلى تفضيل العاملين لهذا النوع من الإضاءة [5-7].

وأكدت العديد من الدراسات أن نوع الإضاءة ومستوياتها تؤثر على مستوى تقييم أداء الطلاب داخل الفصول الدراسية [8]، وعلى نسبة المبيعات فى المحلات التجارية [9]، وتعمل على خلق بيئة تعزز من سرعة الإستشفاء داخل مرافق الرعاية الصحية [10]، وتزيد من معدل إنتاجية العاملين فى المصانع [11].

كما أشارت إحدى الدراسات [5] إلى التأثير الإيجابى للإضاءة الطبيعية على معدل إنتاجية المستخدمين، حيث رصدت إنتاجية العاملين بمبنى إدارى يقع فى لوس أنجلوس بكاليفورنيا، حيث تم تشييد مركز توزيع يتمتع بوجود إضاءة طبيعية، والذى أكدت إدارته على زيادة الإنتاجية بأكثر من 5% بعد عام ونصف من بدء استخدام المبنى الجديد، وكذلك زيادة إجمالي ناتج المنتج بنسبة من 25% - 28% عن المبنى القديم، كما تم رصد معدل الإنتاجية بأحد مكاتب البريد بالولايات المتحدة والذى تم تجديده وتحسين نوعية الإضاءة الطبيعية به، وأشارت التقارير إلى زيادة الإنتاجية للأسابيع العشرين الأولى بنسبة تزيد عن 6%، كما قام عمال البريد الذين يقومون بتشغيل آلة الفرز الميكانيكية بفرز 1060 قطعة من البريد في نفس الوقت الذي كانت تستخدم فيه لفرز 1000 قطعة، كما انخفض معدل الأخطاء فى العمل، ورصدت أيضاً معدل إنتاجية المقر الجديد لإحدى شركات التأمين فى لوس أنجلوس بكاليفورنيا، والذى يسمح لعدد أكبر من الموظفين البقاء بالقرب من النوافذ، وقد أكدت على تحقيق زيادة بنسبة 16% في الإنتاجية بالمقارنةً بالمبنى القديم.

وفى دراسة أجرتها [12] مجموعة بحثية بكاليفورنيا تم فيها تقييم درجات الاختبار للطلاب من الصف الثاني إلى الخامس في ثلاث مقاطعات وهى، كاليفورنيا، واشنطن، كولورادو، ففى المدرسة محل الدراسة بولاية كاليفورنيا -والتى تتميز بتصميم يوفر الضوء الطبيعى داخل المبنى- أظهرت الفصول الدراسية التي تحتوي على أكبر قدر من الضوء الطبيعى وجود معدل تعلم أسرع بنسبة 20% في مادة الرياضيات، وبنسبة 26% في مادة القراءة خلال عام دراسي واحد بالمقارنة مع الفصول الدراسية ذات القدر الأقل من الضوء الطبيعى. أما المدرسة محل الدراسة بولاية واشنطن فقد سجلت درجات أعلى بنسبة 9% فى مادة الرياضيات، 13% فى مادة القراءة للطلاب في الفصول الدراسية التي تتمتع بقدر أكبر من الإضاءة الطبيعية مقارنة بالطلاب في الفصول ذات الإضاءة الطبيعية الأقل. فى حين سجلت المدرسة الواقعة بكولورادو درجات أعلى بنسبة 7% في اختبارات القراءة والرياضيات للطلاب في الفصول المضاءة طبيعياً مقارنةً بالفصول الأقل قدر من الضوء الطبيعى، وكان الاختلاف في مدة التعرض للضوء الطبيعى في المواقع المختلفة أحد الأسباب الهامة لنتيجة الاختلاف في معدل الدرجات فى كل منطقة.

وقامت إحدى الدراسات [13] بالبحث فى أداء خدمات التمريض فى أعمار مختلفة داخل إحدى مراكز الرعاية الصحية بماليزيا فى فراغات بها مستويات مختلفة من الإضاءة الطبيعية والصناعية، بمشاركة 120 ممرضاً من خلال جمع البيانات من التقارير والمقابلات الشخصية والاستبيانات، وذلك بغرض تصميم إضاءة مناسب يعزز الرعاية التمريضية وتحسين نوعية الحياة داخل البيئة الإستشفائية، وأظهرت الدراسة أن المشاركين اللذين يزيد أعمارهم عن أربعين عاماً يزيد معدل أدائهم فى تقديم الخدمات للمرضى فى الغرف ذات الإضاءة الطبيعية بالمقارنة بالغرف ذات الإضاءة الصناعية.

وفى إحدى الأبحاث [14] تم دراسة تأثير الضوء الطبيعى على أداء المستخدمين لمجموعة متنوعة من المهام المكتبية، حيث تم تقسيم فراغات العمل إلى عشرين منطقة بمساحة تتراوح بين 40 - 90 متر مربع ذات مستويات مختلفة من الإضاءة الطبيعية والصناعية، بمشاركة 285 من الموظفين، ومع تكرار هذا الاختبار خلال فترات زمنية مختلفة أكدت النتائج أنه مع انخفاض مستوى الإضاءة الطبيعية انخفض مجموع نقاط الاختبار والإجابات الصحيحة للمشاركين.

2. الهدف من الدراسة

تعد الإضاءة بنوعيها -الطبيعي والصناعي- جزء من عناصر البيئة فى الفراغات الداخلية. ومع ظهور أزمة الطاقة في النصف الثانى من القرن العشرين كان استخدام الإضاءة الطبيعية لها الأولوية عن الإضاءة الصناعية بهدف ترشيد استهلاك الطاقة [15]، ولكن تطور أنظمة وتقنيات الإضاءة الصناعية أدى إلى تحسين كفاءة الطاقة المستهلكة، مما أدى إلى عدم جاذبية خيار الاعتماد على الإضاءة الطبيعية في المباني بصفتها أحد عوامل التوفير في استهلاك الطاقة بالمبنى [16]. وعليه اتجه المهتمون باستخدام الإضاءة فى المبانى لدراسة الفوائد الأخرى المتعلقة باستخدام الإضاءة الطبيعية، مثل تأثيرها على أداء المستخدمين وحالتهم النفسية والبدنية، وجاء هذا البحث ليساهم فى هذا الجهد من خلال دراسة تأثير الإضاءة الطبيعية على الأداء الدراسى للطلاب داخل الصالات الدراسية، حيث تهدف إلى قياس العلاقة بين توظيف الإضاءة الطبيعية بالفراغات محل الدراسة من جهة، ومعدل التغير فى الأداء الدراسى للطلاب من جهة أخرى، وعليه تفترض الدراسة الآتى:

- توفير الإضاءة الطبيعية يساعد على تحسين الأداء الدراسى للطلاب.
- يؤثر اختلاف مستويات الإضاءة الطبيعية صيفاً وشتاءً على الأداء الدراسى للطلاب.

2. منهجية الدراسة

تم دراسة تأثير الضوء الطبيعى على معدلات الأداء الدراسى للطلاب داخل فراغ الدراسة، من خلال تحليل وتقييم نتائج الاختبارات فى المقررات الدراسية التى تعتمد على الرسم (التصميم المعمارى والتصميمات التنفيذية والإنشاء المعمارى)، وذلك فى فصل الشتاء (يناير) والصيف (مايو) للعام الدراسى 2021-2022 حيث تتفاوت مستويات الإضاءة الطبيعية صيفاً وشتاءً [17]. وقد تقسيم المشاركين إلى مجموعتين من الطلاب، المجموعة الأولى أجرت الاختبارات تحت ظروف الإضاءة المختلطة (مزيج من الإضاءة الطبيعية والصناعية، وذلك لعدم توافر فراغات تعتمد اعتماداً كلياً على الإضاءة الطبيعية فقط)، والمجموعة الثانية أجرت الاختبارات تحت ظروف الإضاءة الصناعية. ومن ثم رصد نتائج الاختبارات وتحليلها للوقوف على مدى تأثير الإضاءة الطبيعية على الأداء الدراسى للطلاب.

وتتخلص خطوات الدراسة فى وضع معايير لاختيار الصالات الدراسية، ومن ثم اجراء زيارة ميدانية لتحديد مواصفات الفراغ ومصادر الإضاءة، ثم تحديد عدد الطلاب المشاركين فى الدراسة داخل كل صالة، وكذلك المقررات الدراسية التى سيتم إجراء الاختبار عليها، وأخيراً تقييم نتائج الطلاب بواسطة مجموعة من أعضاء هيئة التدريس المتخصصين فى المقررات الدراسية المختارة، وتحليل هذه النتائج، وإجراء مقارنة بين النتائج الإجمالية فى حالة توفر أو غياب الإضاءة الطبيعية.

2.1. معايير اختيار عينة الدراسة

لتعميم نتائج الدراسة تم تطبيق عدد من المعايير لاختيار الحالات الدراسية وتشمل الآتى:

- أن تقع المبانى محل الدراسة داخل مدينة القاهرة لسهولة الوصول إليها وتوحيد الظروف المناخية.
- أن تضم هذه المبانى قسم العمارة، وتحتوى على صالات رسم تستوعب أعداداً لا تقل عن 30 طالب، لضمان صحة النتائج وارتباط المتغيرات.
- وجود صالات الرسم فى طوابق مختلفة، وكذلك فى توجيهات ونسب فتحات مختلفة.
- توفر البيانات والمعلومات المتعلقة بالطلاب بعد موافقة الجهات الإدارية المختصة.

تم تحديد قائمة أولية تضم سبعة مبان، وبناءً على المعايير المذكورة أعلاه، تم اختيار مبنيين يضمان 12 صالة دراسية، كما هو موضح تفصيلا فى القسم التالى.

2.2.الطلاب المشاركون

تم وضع مجموعة من المعايير التي ينبغي أن تنطبق على الطلاب المشاركين في هذه الدراسة، وتشمل الآتى:

- أن يكون الطالب فى المرحلة العمرية من 17 إلى 22 سنة.
- عدم وجود مشاكل صحية أو نفسية يمكن أن تؤثر على نتائج الطلاب.
- التزام الطالب أكاديمياً وعدم رسوبه حتى لا يؤثر على المستوى التعليمى للطالب ونتائجه.
- موافقة الطالب على إجراء الاختبار فى ظل هذه الظروف، مع التأكد من توفير بيئة تهوية وإضاءة صناعية جيدة بالنسبة للفراغات ذات الإضاءة الصناعية.
- أن تمثل العينة المشاركة شرائح مختلفة من المجتمع.
- إجراء الطالب للاختبار فى المقررات التى تعتمد على الرسم لأنها أكثر تأثراً بجودة ومستويات الإضاءة داخل الفراغ.

2.3.حجم العينة

تم تحديد حجم عينة الطلاب المشاركين باستخدام معادلة كيرجسي وموجان الخاصة بالمجتمعات الضخمة واللانهائية العدد مثل مجتمع الجامعات الخاص بالدراسة [18].

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{d^2} \qquad \text{Eq. (1)}$$

حيث أن:

d: نسبة الخطأ الذى يمكن التجاوز عنه وأكبر قيمة له 0.05.

z: الدرجة المعيارية المقابلة لمستوى الثقة 95% والمقابلة للخطأ المسموح 0.05 والتي تساوي 1.96

p: نسبة الإستجابة والتي تمثل كثافة المجتمع والتي تساوي 0.5.

n: الحد الأدنى لحساب حجم عينة الدراسة.

وعند التعويض فى هذه المعادلة وجد أن الحد الأدنى للعينة المشاركة ينبغي أن لا يقل عن 385 مشاركاً، وهو ما تم تجاوزه، حيث بلغ عدد الطلاب المشاركين 446 طالباً، تم استبعاد 44 طالباً لعدم انطباق معايير اختيار العينة عليهم مثل تجاوز المرحلة العمرية، ووجود مشاكل صحية يمكن أن تؤثر على دقة النتائج، وعليه بلغ العدد النهائي للمشاركين 402 طالباً. شارك كل واحد منهم عدد من المرات في عدد من المقررات المختلفة، ليصل مجموع المشاركات إلى 1446 مشاركة، كما هو موضح فى **جدول 1**.

جدول 1. بيان بالطلاب المشاركين ونوع الإضاءة التى يعتمد عليها كل طالب

الحالة الدراسية	الصالة	نوع الإضاءة	الفترة الزمنية	عدد الطلاب	مجموع المشاركات	الإجمالى
الأولى	صالة 1	مختلطة	شهر يناير	56	112	372
			شهر مايو		112	
	صالة 2		شهر يناير	37	74	
			شهر مايو		74	
	صالة 3	صناعية	شهر يناير	21	42	192
			شهر مايو		42	
	صالة 4		شهر يناير	36	72	
			شهر مايو		36	
الثانية	صالة 4,1	مختلطة	شهر يناير	58	87	378
			شهر مايو		87	
	صالة 3,2		شهر يناير	68	102	
			شهر مايو		102	
	صالة 7,6	صناعية	شهر يناير	58	116	504
			شهر مايو		116	
	صالة 8,5		شهر يناير	68	136	
			شهر مايو		136	
مجموع	مختلطة			(54.5%) 219	750	
	صناعية			(45.5%) 183	696	
	إجمالى			402	1446	

2.3.الاختبارات الإحصائية وتحليل البيانات

خلال المراحل المختلفة لتقييم أداء الطلاب، باستخدام اختبار T-Test تم دراسة وجود دلالة إحصائية خاصة بتقييم نتائج الطلاب في المقررات الدراسية (نسبة التفوق، نسبة التوسط، ونسبة الإخفاق) كانت فروض الاختبار من ناحية وجود دلالة إحصائية لكلٍ من نسبة التفوق أونسبة المتوسط أو نسبة الإخفاق على حدة هى:

H_0 : لا يوجد دلالة إحصائية لنسبة التفوق، ونسبة المتوسط، ونسبة الإخفاق

H_1 : يوجد دلالة إحصائية لنسبة التفوق، ونسبة المتوسط، ونسبة الإخفاق

كما تم دراسة مدى استقلالية الدلالات المتغيرة الخاصة بعامل نوع الإضاءة (الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية) باستخدام اختبار Chi-Squared Test، وكانت فروض الاختبار من ناحية استقلالية استخدام كلاً من الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية هى:

H_0 : لا يوجد استقلالية بين الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية

H_1 : يوجد استقلالية بين الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية

تم أيضاً دراسة مدى صدق الإتساق الداخلى Internal consistency لبيانات هذه الدراسة باستخدام تحليل الارتباط Correlation Analysis الذي يعطى دلالة إحصائية على وجود صدق التقييمات المختلفة للطلاب (تفوق، متوسط، إخفاق) تحت ظروف كلٍ من الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية، إذا كانت $P < 0.05$، مما يشير إلى إمكانية تعميم النتائج. كانت فروض الاختبار من ناحية المصداقية هى:

H_0 : لا يوجد صدق في البيانات

H_1 : يوجد صدق في البيانات

3.حالات الدراسة

3.1. الحالة الأولى

3.1.1التعريف بالمشروع

يوضح **جدول 2** البيانات المتعلقة بالحالة الأولى محل الدراسة، كما يوضح **شكل 1** الموقع العام للمبنى.

جدول 2. البيانات الخاصة بحالة الدراسة

اسم المشروع	معهد الجيزة العالى للهندسة والتكنولوجيا	
نوع المبنى	تعليمى خاص	
الموقع	مدينة أبو النمرس – محافظة الجيزة 31.22 °E , 29.95 °N	
الظروف المناخية	تتميز مدينة ابو النمرس بمناخ شبه استوائى، حار جاف صيفاً- بارد رطب شتاءً	
الإشعاع الشمسى- المنتشر- (متوسط الإجمالى اليومى)	يناير: 355 w/m^2 مايو: 533 w/m^2	
شكل المبنى	المبنى مستطيل تبلغ أبعاده 30 × 40م، ولا يوجد به عناصر داخلية للاتصال بالخارج مثل الأفنية، ويتكون من 8 أدوار مع دور بدروم	
مساحة الدور	يقع الدور على مساحة 1200م^2 منها 900م^2 مساحة عمل تعليمى وإدارى و300م^2 مساحة خدمية	
توجيه المبنى	الواجهة الأطول من المبنى فى إتجاه الشمال الغربى	
شفافية الواجهة	تتسم الواجهة بوجود نوافذ مدبولية الشكل ولم يستخدم بها حوائط ستائرية	

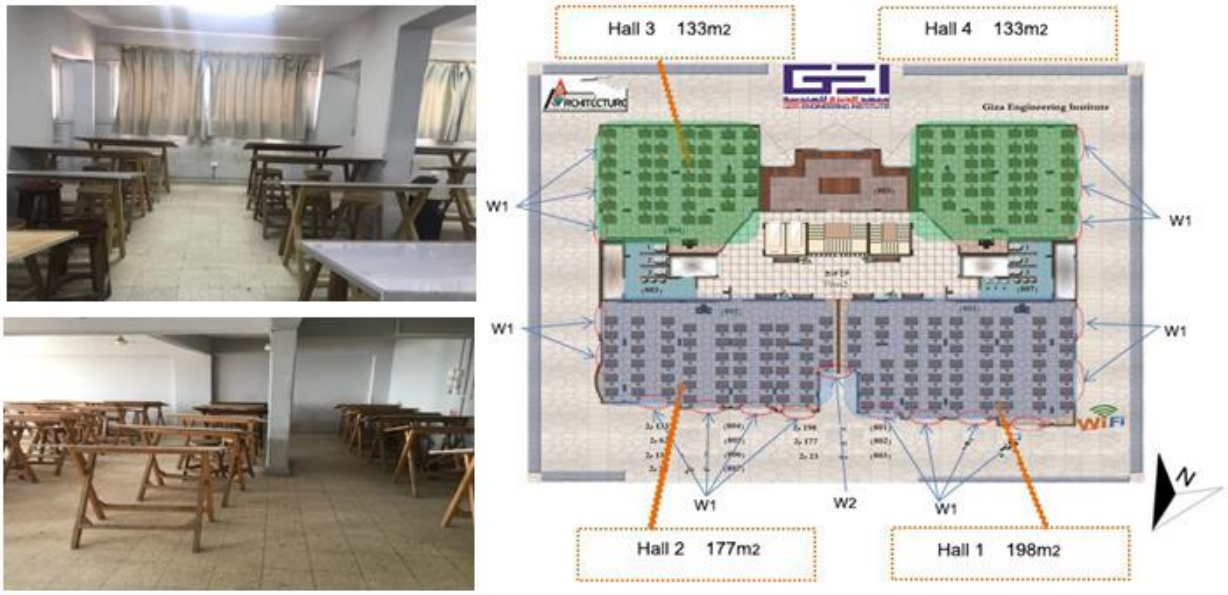
شكل 1. الموقع العام لمعهد الجيزة العالى وتوجيهه والشوارع المحيطة

3.1.2. وصف الصالات الدراسية

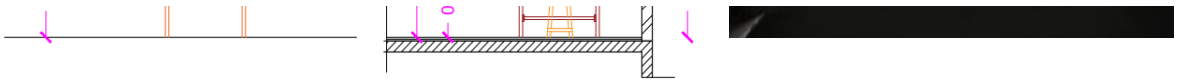
يوضح شكل 2 المسقط الأفقى للمبنى وصالات الرسم، والنوافذ بها عبارة عن فتحات مستطيلة الشكل من قطاعات الألومنيوم والزجاج الشفاف (شكل 3)، وهى غير مزودة بمعالجات خارجية للتظليل، أو أى معالجات تساعد على اختراق الضوء الطبيعى لمسافة أعمق داخل الفراغ، ولكن تم تزويدها بستائر داخلية لتجنب حدة الوهج، ويتم التحكم بها يدوياً لتناسب مستويات الإضاءة الداخلية حسب الحاجة، وحسب الأشعة الشمسية الساقطة على كل واجهة من المبنى، بالإضافة إلى أن الأسطح غير اللامعة المستخدمة فى الأرضيات والحوائط والأسقف تساعد فى تقليل الوهج الناتج من الأشعة المنعكسة على هذه الأسطح، كما أن العناصر المستخدمة لها نفس درجة اللمعان والسطوع مما يخلق بيئة منخفضة التباين، ويوضح شكل 3، وجدول 3 مواصفات فتحات الفراغات محل الدراسة.

الحوائط الداخلية تم طلاؤها بدهان رمادى فاتح مطفى، والمسقط الأفقى مفتوح لا يوجد به فواصل داخلية، والحوائط الخارجية لا تحتوى على عزل للحرارة أو الصوت، والأسقف تم طلاؤها بدهان أبيض غير لامع، ولا يوجد أسقف ساقطة، وتم استخدام ترابيع من بلاط الموزايكو فى تشطيب الأرضيات.

تم استخدام كشافات إضاءة مزود بمصباحين فلورسنت 120 سم بدون عواكس، موزعة داخل الفراغ بالكامل بشكل شبكى بمسافات بينية تتراوح بين 1.25 م و2.5 م،

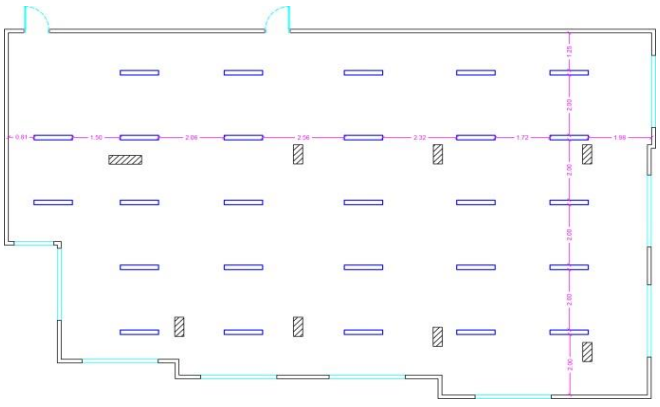


شكل 2. المسقط الأفقى للحالة الدراسية الأولى وصور داخلية لبعض صالات الدراسة

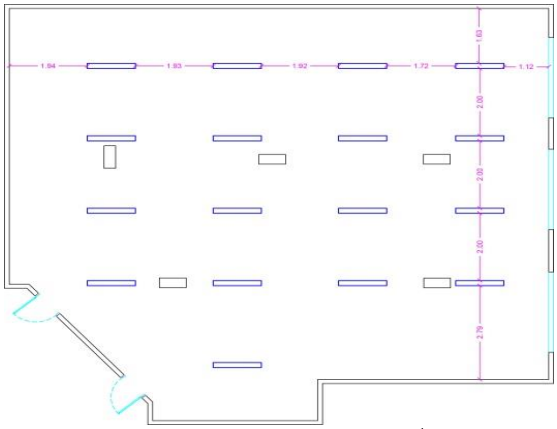


شكل 3. فتحات الشبابيك داخل صالات الرسم

الكشافات تزود الفراغ بإضاءة عامة متجانسة دون تخصيص إضاءات موجهة مباشرة على طاولات الرسم، وهو ما يتيح إعادة توزيع الطاولات بأى تنسيق داخل الفراغ بما يتناسب مع احتياجات العملية التعليمية. تحتوى صالة رسم 1 على 27 وحدة إضاءة، كل وحدة تغطى 7.3 م2، وصالة 2 تحتوى على 25 وحدة إضاءة، كل وحدة تغطى 7 م2 (شكل 4)، أما صالة رسم 3,4 تحتوى على 16 وحدة إضاءة تغطى مساحة 8.3 م2 (شكل 5)، يتم التحكم بها يدويا من المفاتيح الرئيسية داخل الفراغ، ويرتفع مستوى الإنارة عن سطح العمل بمقدار 2 م تقريباً، كما يتم عمل صيانة دورية لوحدات الإضاءة. لم يتم قياس مستويات الإضاءة داخل الفراغ أثناء اجراء الاختبارات، ولكن تم سؤال المشاركين عن تقييمهم الذاتى لمستويات الإضاءة قبل إجراء الاختبار، والتى حازت على نسبة رضا بلغت فى المتوسط 75%.



شكل 4. توزيع وحدات الإضاءة داخل صالة 2،1



شكل 5. توزيع وحدات الإضاءة داخل صالة 4،3

جدول 3. مواصفات وشكل الفتحات داخل الفراغات

الفراغ	المساحة م^2 (الأبعاد م)	عدد الفتحات	مسطح الفتحات				نسبة الفتحات الى الفراغ	إتجاه الفتحات
			نموذج	عدد	أبعاد	مساحة م^2	إجمالى المساحة م^2	
صالة 1	198 (19.8×10)	9 فتحات	ش1	8	2.8 ×1.3	3.65	30.5	15.4 %	4 فتحات شمال غرب 3 فتحات جنوب غرب 1 فتحة شمال شرق 1 فتحة شمال
			ش2	1	1 × 1.3	1.3		
صالة 2	177 (20.8×8.5)	8 فتحات	ش1	7	2.8 ×1.3	3.65	26.9	15.2 %	4 فتحات شمال غرب 2 فتحة شمال شرق 1 فتحة جنوب غرب 1 فتحة شمال
			ش2	1	1 × 1.3	1.3		
صالة 3	133 (13.3×10)	3 فتحات	ش1	3	2.8 ×1.3	3.65	10.9	8.2 %	3 فتحات جنوب شرق
صالة 4	133 (13.3×10)	3 فتحات	ش1	3	2.8 × 1.3	3.65	10.9	8.2 %	3 فتحات جنوب غرب

3.2.الحالة الثانية

3.2.1.التعريف بالمشروع

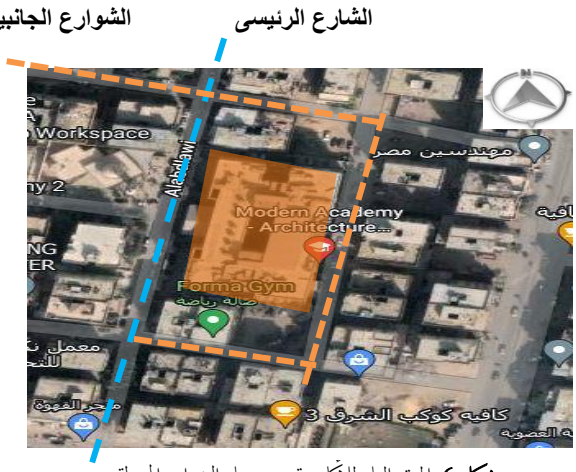
يوضح **جدول 4** البيانات المتعلقة بالحالة الثانية محل الدراسة، كما يوضح **شكل 6** الموقع العام للمبنى

جدول 4. البيانات الخاصة بحالة الدراسة

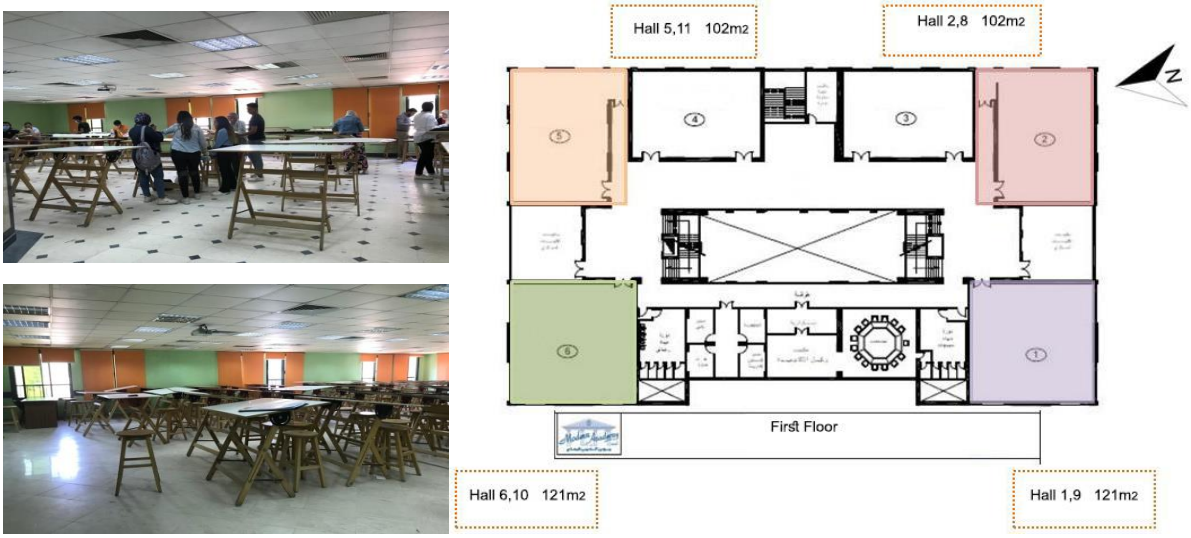
اسم المشروع	الأكاديمية الحديثة للهندسة المعمارية
نوع المبنى	تعليمى خاص
الموقع	مدينة المعادى– محافظة القاهرة (30.07 °E , 31.23 °N)
الظروف المناخية	تتميز مدينة المعادى بمناخ شبه استوائى (حار جاف صيفاً- معتدل رطب شتاءً)
الإشعاع الشمسى– المنتشر–(متوسط الإجمالى اليومى)	يناير: 488 w/m^2 مايو: 849 w/m^2
شكل المبنى	يأخذ المبنى شكل مستطيل بعرض 31 م وطول 48 م، ويحتوى على فناء داخلى يمد الفراغات بالتهوية والإضاءة الطبيعية بمساحة 150 م^2، ويتكون من دور البدروم و 3 أدوار متكررة ودور السطح.
مساحة الدور	يقع الدور على مساحة 1500 م2
توجيه المبنى	الواجهة الأطول من المبنى فى إتجاه الشرق والغرب مما يسمح بتعرض المبنى للضوء الطبيعى والأشعة الشمسية فى معظم الفراغات.
شفافية الواجهة	تتسم الواجهة بوجود نوافذ مديولية الشكل وليست واجهة زجاجية كاملة، ولم يتم استخدام حوائط ستائرية بها.

3.2.2.وصف الصالات الدراسية

يوضح **شكل 7** المسقط الأفقى للمبنى وصالات الرسم، والنوافذ بها عبارة عن فتحات مستطيلة الشكل من قطاعات الألومنيوم **(شكل 8)**، وهى غير مزودة بمعالجات خارجية للتظليل، أو معالجات تساعد على اختراق الضوء الطبيعى لمسافة أكبر بعمق الفراغ، ولكن تم تزويدها بستائر داخلية لتجنب حدة الوهج، ويتم التحكم بها يدوياً لتناسب مستويات الإضاءة الداخلية حسب الحاجة، وحسب الأشعة الشمسية الساقطة على كل واجهة من المبنى، ويوضح **جدول 5** مواصفات فتحات الفراغات محل الدراسة.



شكل 6. الموقع العام للأكاديمية وتوجيهها والشوارع المحيطة



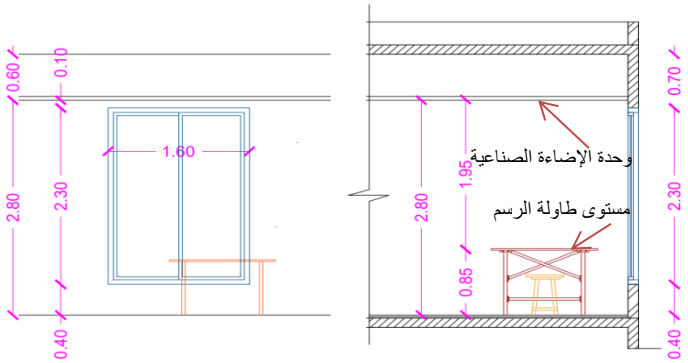
شكل 7. المسقط الأفقى للحالة الدراسية الثانية وصور داخلية للصالات الدراسية

الحوائط الداخلية تم طلاؤها بدهان خشن باللون الأخضر الغامق المطفى، والمسقط الأفقى مفتوح لا يوجد به فواصل داخلية، والحوائط الخارجية لا تحتوى على عزل للحرارة أو الصوت، ويوجد بجميع الفراغات أسقف ساقطة عبارة بلاطات جبسية مقاس 60 سم ×60 سم ذات لون أبيض غير لامع، مثبت بها وحدات الإضاءة، وتم استخدام ترابيع رخام غير لامع فى تشطيب الأرضيات فى أربع صالات، وترابيع رخام لامع فى تشطيب الأرضيات فى الأربع صالات الأخرى.

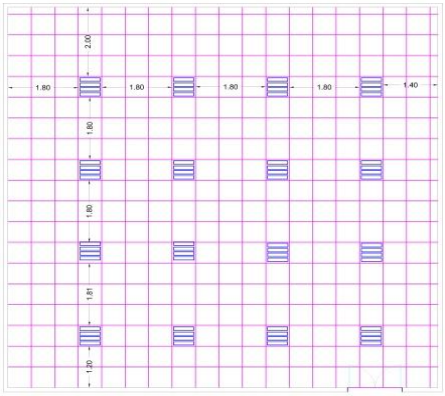
تم استخدام كشافات إضاءة مقاس 60 سم ×60 سم مزودة بأربعة مصابيح فلورسنت وعواكس معدنية، الكشافات موزعة على شبكة مديولية بالتبادل على مسافات تتراوح بين 1.2 م و1.80م، الكشافات تزود الفراغ بإضاءة عامة متجانسة دون تخصيص إضاءات موجهة مباشرة على طاولات الرسم، وهو ما يتيح إعادة توزيع الطاولات بأى تنسيق داخل الفراغ بما يتناسب مع احتياجات العملية التعليمية. تحتوى صالات الرسم (8،5،3،2) على 16 وحدة إضاءة تغطى كل منها مساحة 7.6 م^2 **(شكل 9)**، أما صالات الرسم (7،6،4،1) فتحتوى على 18 وحدة إضاءة تغطى كل منها مساحة 5.7 م^2 **(شكل 10)**، يتم التحكم فى بها يدوياً من المفاتيح الرئيسية داخل الفراغ، ويرتفع مستوى الإنارة عن سطح العمل بمقدار 1.95 م تقريباً، ويتم عمل صيانة دورية لوحدات الإضاءة، لم يتم قياس مستويات الإضاءة داخل الفراغ أثناء اجراء الاختبارات، ولكن تم سؤال المشاركين عن تقييمهم الذاتى لمستويات الإضاءة قبل إجراء الاختبار، والتى حازت على نسبة رضا بلغت فى المتوسط 82%.

جدول 5. مواصفات وشكل الفتحات داخل الفراغات

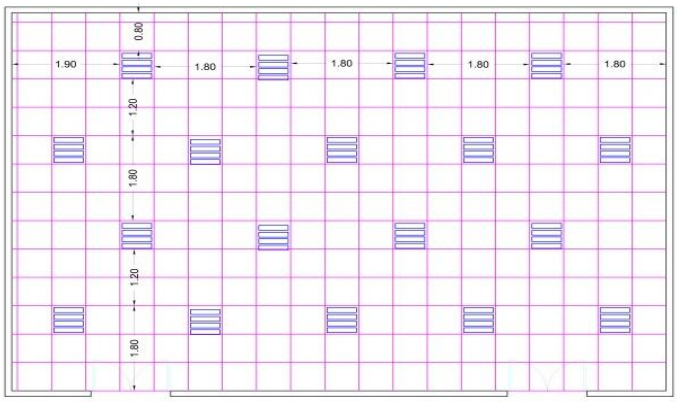
الفراغ	المساحة م² (الأبعاد م)	عدد الفتحات	مسطح الفتحات				نسبة الفتحات إلى الفراغ	إتجاه الفتحات
			نموذج	عدد	أبعاد	مساحة م²	إجمالى المساحة م²	
صالة 8،5	121 (11x11)	8 شبابيك	ش1	8	2.3×1.6	3.65	29.5	24.4%	4 فتحات شمال غرب 4 فتحة جنوب غرب
صالة 7،6	102 (12x8.5)	9 شبابيك	ش1	9	2.3×1.6	3.65	33.1	32.5%	4 فتحات جنوب شرق 5 فتحة جنوب غرب
صالة 4،1	102 (12x8.5)	9 شبابيك	ش1	9	2.3×1.6	3.65	33.1	32.5%	5 فتحات شمال شرق 4 فتحات جنوب شرق
صالة 3،2	121 (11x11)	8 شبابيك	ش1	8	2.3×1.6	3.65	29.5	24.4%	4 فتحات شمال شرق 4 فتحات شمال غرب



شكل 8. أشكال نماذج فتحات الشبابيك داخل الفراغات



شكل 9. توزيع وحدات الإضاءة داخل صالة 8،5،3،2



شكل 10. توزيع وحدات الإضاءة داخل صالة 7،6،4،1

4.نتائج الاختبار

تم تقييم نتائج الاختبارات فى جميع صالات الرسم من قبل الأكاديميين المتخصصين على مقياس مكون من خمس تقديرات، وهى: ممتاز، جيد جداً، جيد، مقبول، راسب، كمؤشر متعارف عليه لقياس الاداء الدراسى للطلاب. عند تحليل النتائج تم تقسيم المشاركين إلى ثلاث مجموعات حسب أدائهم (بدلاً من خمسة) وذلك لتجنب تفتيت العينة إلى مجموعات صغيرة غير ذات دلالة إحصائية، المجموعة الأولى ويشار إليها بنسبة التفوق وتشمل جميع الحاصلين على تقدير ممتاز وجيد جداً، المجموعة الثانية تشمل الحاصلين على تقدير جيد، ويشار إليها بنسبة المتوسط، أما المجموعة الثالثة فتشمل جميع الحاصلين على تقديرات مقبول وراسب، ويشار إليها بنسبة الإخفاق. تم تحليل الأداء الدراسى للطلاب من خلال مقارنة نسب التفوق والإخفاق فى حالة الإضاءة المختلطة والصناعية، وكذلك المقارنة بين نسب التفوق والإخفاق فى شهر مايو وشهر يناير.

4.1. نتائج اختبار الحالة الأولى

عند مقارنة نسب التفوق والإخفاق تحت ظروف الإضاءة المختلطة والصناعية، كما فى **جدول 7**، يتضح أن نسبة التفوق تحت ظروف الإضاءة المختلطة (48.1%) أعلى من نسبة التفوق تحت ظروف الإضاءة الصناعية (33.9%)، وكذلك نسبة الإخفاق تحت ظروف الإضاءة المختلطة (26.6%) أقل من نسبتها تحت ظروف الإضاءة الصناعية (35.9%).

عند مقارنة نسب التفوق والإخفاق خلال شهري مايو ويناير تحت ظروف الإضاءة المختلطة، كما فى **جدول 7,6، وشكل 11**، يتضح أن نسبة التفوق فى شهر مايو (54.8%) أعلى من نسبة التفوق فى شهر يناير (41.4%)، وكذلك نسبة الإخفاق فى شهر مايو (23%) أقل من شهر يناير (29.6%).

ويلاحظ أيضاً أن نسب التفوق متقاربة خلال شهر مايو (34.6%)، وشهر يناير (32.5%) تحت ظروف الإضاءة الصناعية، وكذلك نسب الإخفاق متقاربة خلال شهر مايو (35.9%) وشهر يناير (36.8%).

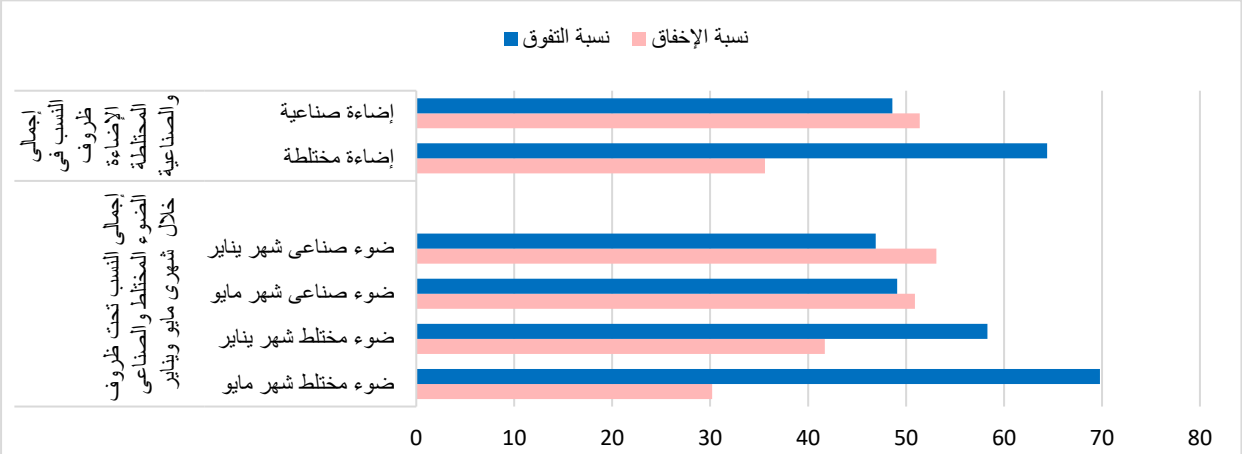
أما قيمة P-value في جميع الحالات السابق ذكرها فقد كانت أقل من 0.05، مما يدل على وجود دلالة إحصائية للبيانات الخاصة بتقييمات الطلاب المختلفة، مع وجود استقلالية وصدق لهذه النتائج تحت ظروف كلاً من الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية.

جدول 6. تقييم الاختبار داخل الصالات الدراسية وفقاً لنوع الإضاءة

نوع الإضاءة	الفراغ الدراسى	موعد إجراء الاختبار	تقييم الاختبار		
			نسبة التفوق	نسبة المتوسط	نسبة الإخفاق
			تكرار (نسبة%)	تكرار (نسبة%)	تكرار (نسبة%)
مختلطة	صالة 1	شهر مايو	62 (55%)	24 (21%)	26 (23%)
		شهر يناير	46 (41%)	34 (21%)	32 (29%)
	صالة 2	شهر مايو	40 (54%)	16 (22%)	18 (24%)
		شهر يناير	31 (42%)	20 (27%)	23 (31%)
صناعية	صالة 3	شهر مايو	15 (36%)	12 (29%)	15 (36%)
		شهر يناير	14 (33%)	13 (31%)	15 (36%)
	صالة 4	شهر مايو	13 (36%)	11 (31%)	12 (33%)
		شهر يناير	23 (32%)	22 (31%)	27 (38%)
Statistical indicators	Internal consistency		0.0084	0.0090	0.0037
	P-value		0.0264	0.0261	0.0175

جدول 7. إجمالى نسب التفوق والإخفاق خلال فترات تكرار الاختبار

نوع الإضاءة	وقت إجراء الدراسة	إجمالى نسبة التفوق		إجمالى نسبة المتوسط		إجمالى نسبة الإخفاق		P-value
		تكرار	نسبة %	تكرار	نسبة %	تكرار	نسبة %	
مختلطة	مايو	102	54.8	40	21.5	44	23.7	0.0347
	يناير	77	41.4	54	29.0	55	29.6	
	إجمالى	179	48.1	94	25.3	99	26.6	
Internal consistency		0.0050		0.0243		0.0081		
صناعية	مايو	27	34.6	23	29.5	28	35.9	
	يناير	37	32.5	35	30.7	42	36.8	
	إجمالى	65	33.9	58	30.2	69	35.9	
Internal consistency		0.0110		0.0414		0.0477		



شكل 11. إجمالى نسب التفوق والإخفاق تحت ظروف الضوء المختلط والصناعى

4.2. نتائج اختبار الحالة الثانية

عند مقارنة نسب التفوق والإخفاق تحت ظروف الإضاءة المختلطة والصناعية، كما فى جدول 9، **وشكل 12** يتضح أن نسبة التفوق تحت ظروف الإضاءة المختلطة (46.8%) أعلى من نسبة التفوق تحت ظروف الإضاءة الصناعية (35.3%)، وكذلك نسبة الإخفاق تحت ظروف الإضاءة المختلطة (23.5%) أقل من نسبتها تحت ظروف الإضاءة الصناعية (30.4%).

عند مقارنة نسب التفوق والإخفاق خلال شهري مايو ويناير تحت ظروف الإضاءة المختلطة، كما فى **جدول 9,8، وشكل 12** أن نسبة التفوق فى شهر مايو (52.9%)، أعلى من نسبة التفوق فى شهر يناير (40.7%)، وكذلك نسبة الإخفاق فى شهر مايو (20.6%) أقل من نسبتها فى شهر يناير (26.5%).

ويلاحظ أيضاً أن نسب التفوق متقاربة خلال شهر مايو (36.1%)، وشهر يناير (34.5%) تحت ظروف الإضاءة الصناعية، وكذلك نسب الإخفاق متقاربة خلال شهر مايو (29.8%) وشهر يناير (31%).

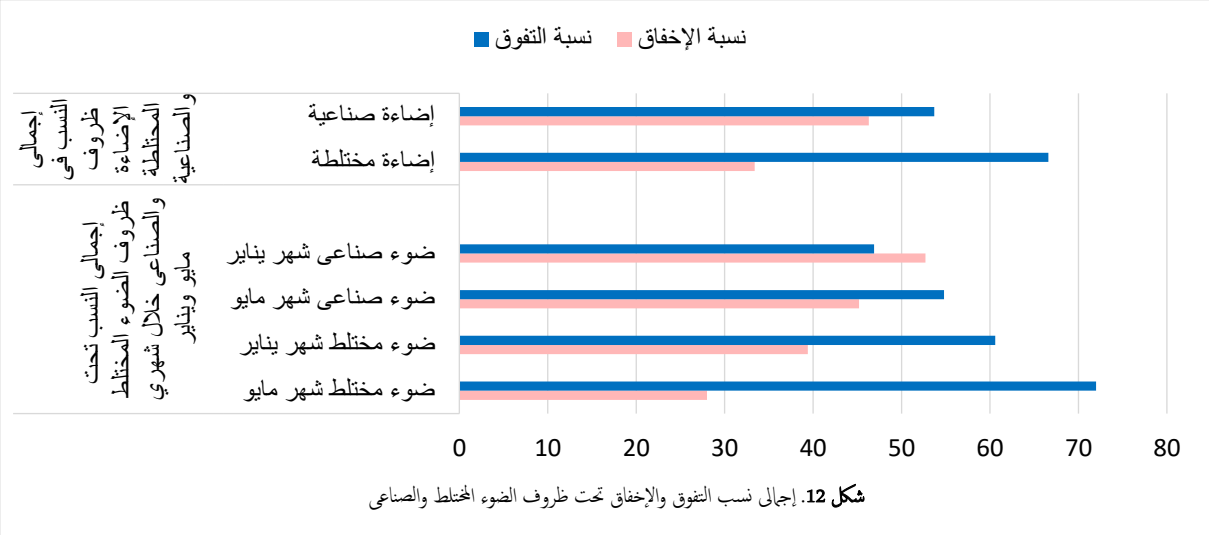
أما قيمة P-value في جميع الحالات السابق ذكرها فقد كانت أقل من 0.05، مما يدل على وجود دلالة إحصائية للبيانات الخاصة بتقييمات الطلاب المختلفة، مع وجود استقلالية وصدق لهذه النتائج تحت ظروف كلاً من الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية.

جدول 8. تقييم الاختبار داخل الصالات الدراسية وفقاً لنوع الإضاءة

نوع الإضاءة	الفراغ الدراسى	موعد إجراء الاختبار	تقييم الاختبار		
			نسبة التفوق	نسبة المتوسط	نسبة الإخفاق
			تكرار (نسبة%)	تكرار (نسبة%)	تكرار (نسبة%)
مختلطة	صالة 1	شهر مايو	36 (62%)	14 (24%)	8 (14%)
		شهر يناير	24 (41%)	20 (34%)	14 (24%)
	صالة 2	شهر مايو	33 (49%)	19 (28%)	16 (24%)
		شهر يناير	25 (37%)	24 (35%)	19 (28%)
	صالة 3	شهر مايو	16 (47%)	9 (26%)	9 (26%)
		شهر يناير	15 (44%)	10 (29%)	9 (26%)
	صالة 4	شهر مايو	15 (52%)	8 (28%)	6 (21%)
		شهر يناير	13 (45%)	8 (28%)	8 (28%)
صناعية	صالة 5	شهر مايو	24 (35%)	22 (32%)	22 (32%)
		شهر يناير	23 (34%)	23 (34%)	22 (32%)
	صالة 6	شهر مايو	19 (33%)	25 (43%)	14 (24%)
		شهر يناير	18 (31%)	23 (40%)	17 (29%)
	صالة 7	شهر مايو	25 (43%)	14 (24%)	19 (33%)
		شهر يناير	22 (38%)	19 (33%)	17 (29%)
	صالة 8	شهر مايو	23 (34%)	25 (37%)	20 (29%)
		شهر يناير	24 (35%)	22 (32%)	22 (32%)
Statistical indicators	Internal consistency		0.0011	0.0112	0.0092
	P-value		0.0010	0.0094	0.0084

جدول 9. إجمالى نسب التفوق والإخفاق خلال فترات تكرار الاختبار

نوع الإضاءة	وقت إجراء الدراسة	إجمالى نسبة التفوق		إجمالى نسبة المتوسط		إجمالى نسبة الإخفاق		P-value
		تكرار	نسبة %	تكرار	نسبة %	تكرار	نسبة %	
مختلطة	مايو	100	52.9	50	26.5	39	20.6	0.0021
	يناير	77	40.7	62	32.8	50	26.5	
	إجمالى	177	46.8	112	29.6	89	23.5	
Internal consistency		0.0477		0.0212		0.0068		
صناعية	مايو	91	36.1	86	34.1	75	29.8	
	يناير	87	34.5	87	34.5	78	31	
	إجمالى	178	35.3	173	34.3	153	30.4	
Internal consistency		0.0100		0.0256		0.0078		



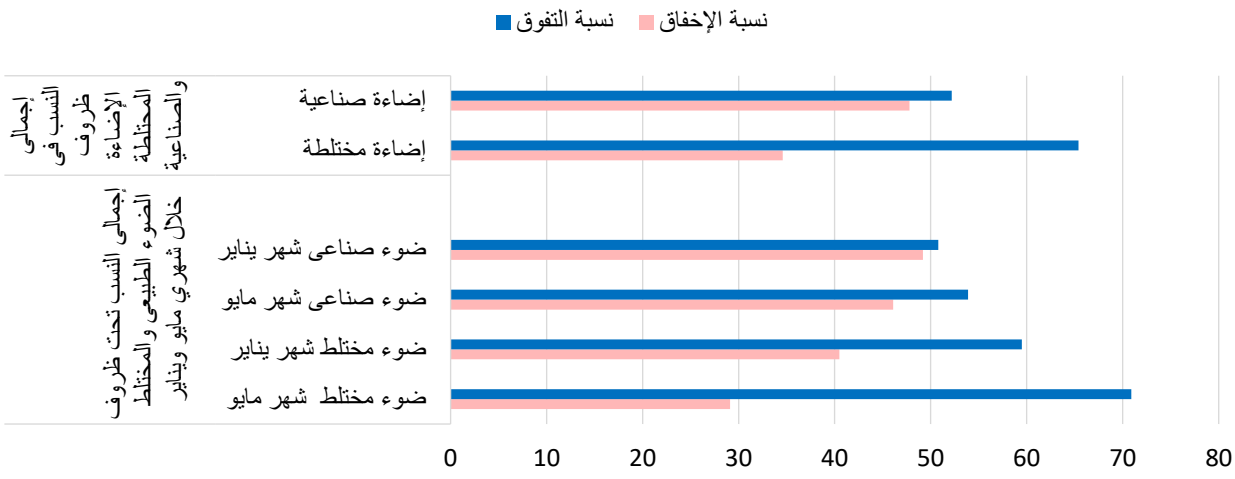
شكل 12. إجمالى نسب التفوق والإخفاق تحت ظروف الضوء المختلط والصناعى

5.3.النتائج الكلية لجميع حالات الدراسة

يلاحظ تشابه النتائج في الحالتين الدراستين تحت تأثير كل من الإضاءة المختلطة والصناعية، وكذا خلال شهري مايو ويناير، رغم اختلاف بعض المحددات الأخرى المتعلقة بشكل الفراغ وتشطيبه، مما يؤشر على استقلالية تأثير الإضاءة على أداء الطلاب، وعليه فقد تم تجميع آراء لمستخدمين في الحالتين وتحليلها على نحو مجمع في هذا القسم.

جدول 10. إجمالى نسب التفوق والإخفاق خلال فترات تكرار الاختبار لجميع الصالات الدراسية

نوع الضوء	وقت إجراء الدراسة	إجمالى نسبة التفوق		إجمالى نسبة المتوسط		إجمالى نسبة الإخفاق		P-value
		تكرار	نسبة %	تكرار	نسبة %	تكرار	نسبة %	
مختلط	مايو	202	53.9	90	24.0	83	22.1	0.0062
	يناير	154	41.1	116	30.9	105	28.0	
	إجمالى	356	47.5	206	27.5	188	25.1	
p-value		0.0357		0.0347		0.0072		
صناعى	مايو	119	36.1	109	33.0	102	30.9	
	يناير	124	33.9	122	33.3	120	32.8	
	إجمالى	243	34.9	231	33.2	222	31.9	
p-value		0.0177		0.0104		0.0110		



شكل 13. إجمالى نسب التفوق والإخفاق تحت ظروف الضوء المختلط والصناعى فى جميع صالات الرسم محل الدراسة

عند مقارنة نسب التفوق والإخفاق تحت ظروف الإضاءة المختلطة والصناعية، كما فى **جدول 10**، يلاحظ أن نسبة التفوق تحت ظروف الإضاءة المختلطة 47.5% أعلى من نسبة التفوق تحت ظروف الإضاءة الصناعية 34.9%، وكذلك نسبة الإخفاق تحت ظروف الإضاءة المختلطة 25.1% أقل من نسبتها تحت ظروف الإضاءة الصناعية 31.9%.

عند مقارنة نسب التفوق والإخفاق خلال شهري مايو ويناير تحت ظروف الإضاءة المختلطة، كما فى جدول 10، وشكل 13 أن نسبة التفوق فى شهر مايو 53.9 %، أعلى من نسبة التفوق فى شهر يناير 41.1%، وكذلك نسبة الإخفاق فى شهر مايو 22.1%، أقل من نسبتها فى شهر يناير 28%.

ويلاحظ أيضاً أن نسب التفوق متقاربة وبينها فروق طفيفة خلال شهر مايو 36.1%، وشهر يناير 34.9% تحت ظروف الضوء الصناعى، وكذلك نسب الإخفاق متقاربة شهر مايو 30.9% وشهر يناير 32.8%.

أما قيمة P-value في جميع الحالات السابق ذكرها فقد كانت أقل من 0.05، مما يدل على وجود دلالة إحصائية للبيانات الخاصة بتقييمات الطلاب المختلفة، مع وجود استقلالية وصدق لهذه النتائج تحت ظروف كلاً من الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية.

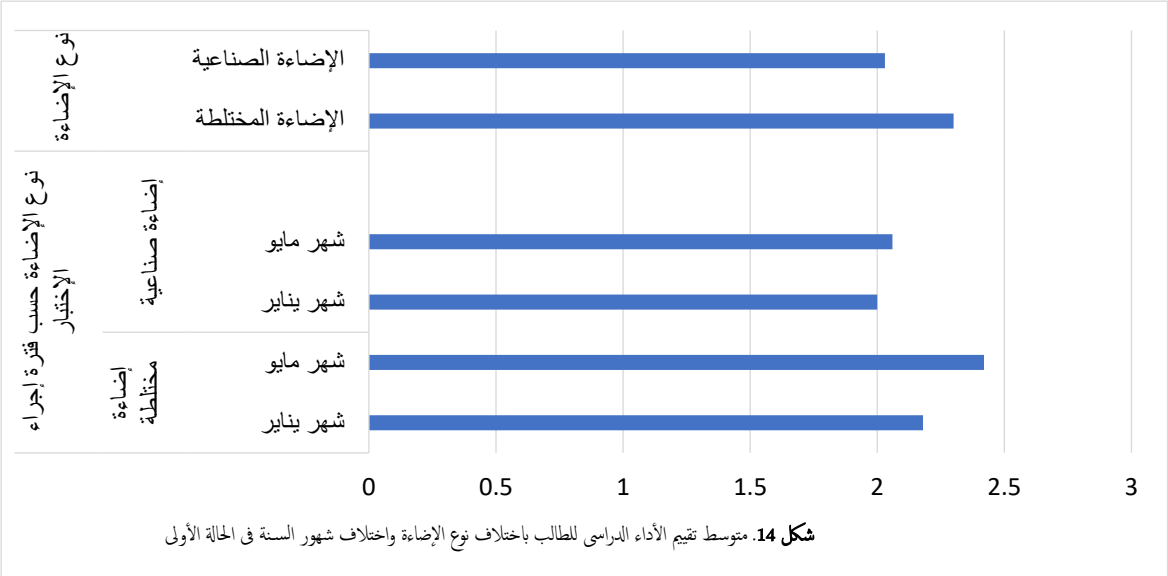
5.مناقشة نتائج الدراسة

يلعب عنصر الإضاءة دوراً بارزاً فى أداء الطلاب داخل الصالات الدراسية، حيث يؤدى الإهتمام بتوفير الإضاءة الطبيعية وتكاملها مع الإضاءة الصناعية إلى زيادة التحصيل الدراسى للطلاب. تم عمل مقياس رقمى مكون من صفر إلى أربعة أرقام تعبر عن تدرج تقييم أداء الطلاب، وتم إعطاء درجة صفر لتعبر عن تقييم راسب، ودرجة 1 لتعبر عن تقييم مقبول، ودرجة 2 لتعبر عن تقييم جيد، وإعطاء درجة 3 لتعبر عن تقييم جيد جداً، وإعطاء درجة 4 لتعبر عن تقييم ممتاز، وتم تطبيق هذا المقياس الرقمى لحساب متوسط تقييمات المشاركين في كل حالة من حالات الدراسة.

تم تطبيق المقياس الرقمى لسهولة تحليل النتائج والمقارنة بين هذه النتائج، من خلال مقارنة الأداء الدراسى للطلاب تحت ظروف كلاً من الإضاءة المختلطة والإضاءة الصناعية، وكذلك مقارنة الأداء الدراسى للطلاب فى كلٍ من شهر مايو وشهر يناير.

5.1.تحليل نتائج الحالة الأولى

من تحليل تقييم أداء الطلاب الموضح فى **جدولى 7,6** ، وكذلك **شكل 11** يتضح زيادة نسبة تفوق الطلاب فى أداء المهام تحت ظروف الإضاءة المختلطة عن الإضاءة الصناعية (P-Value=0.0084)، وكذلك تقل نسبة الإخفاق فى أداء المهام تحت ظروف الإضاءة المختلطة عن الإضاءة الصناعية (P-Value=0.0037). وبتطبيق المقياس الرقمى (**شكل 14**) فإن متوسط تقييم الأداء الدراسى فى حالة الإضاءة المختلطة يبلغ 2.3، بينما لا يتجاوز 2.03 فى حالة الإضاءة الصناعية، مما يؤكد صحة الفرضية الأولى للدراسة، والتى تشير إلى التأثير الإيجابى لاستخدام الإضاءة الطبيعية فى الصالات الدراسية ودورها فى رفع معدل أداء الطلاب.

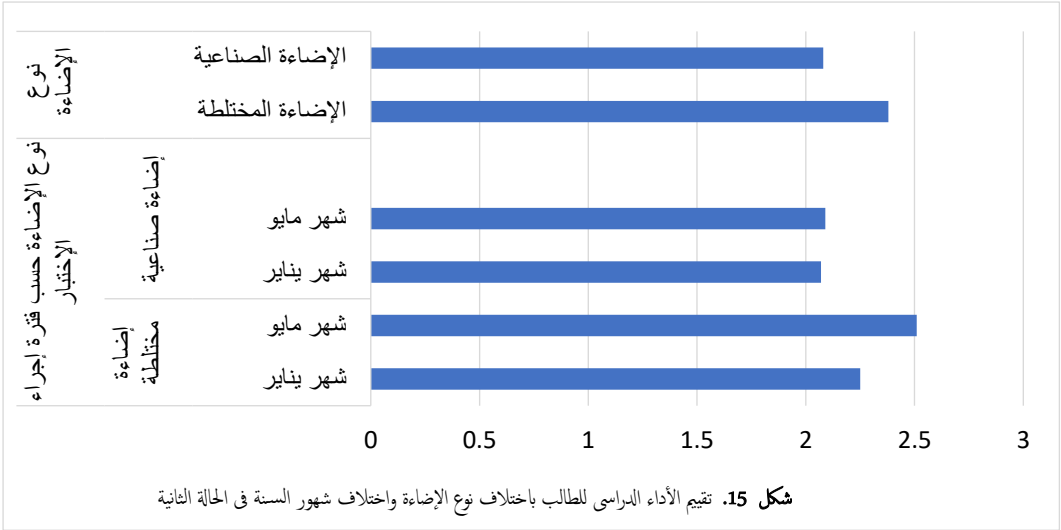


شكل 14. متوسط تقييم الأداء الدراسي للطالب باختلاف نوع الإضاءة واختلاف شهور السنة في الحالة الأولى

كما يتضح من تحليل النتائج زيادة نسبة تفوق الطلاب في أداء المهام في شهر مايو -حيث تزداد مستويات الإضاءة الطبيعية- عنها في شهر يناير حين تنخفض مستويات الإضاءة الطبيعية (P-Value=0.0050)، وكذلك انخفاض نسبة إخفاق الطلاب في أداء المهام في شهر مايو عن شهر يناير (P-Value=0.0081) وذلك تحت ظروف الإضاءة المختلطة، أما تحت ظروف الإضاءة الصناعية فكان هناك فروق طفيفة بين نسب التفوق في كلٍ من شهري مايو ويناير (P-Value=0.0110)، وكذلك نسب الإخفاق (P-Value=0.0477)، مما يؤكد تأثير الإضاءة الطبيعة على تحسن معدلات الأداء الدراسي للطلاب، وبتطبيق المقياس الرقمي **(شكل 14)** فإن متوسط تقييم الأداء الدراسي في حالة الإضاءة المختلطة خلال شهر مايو يبلغ 2.42 مقارنة بشهر يناير الذي يبلغ فيه التقييم الرقمي 2.18 ، أما في حالة الإضاءة الصناعية فهناك فروق طفيفة حيث كان متوسط التقييم في شهر مايو 2.06، وفي شهر يناير 2.0، وهو ما يؤكد صحة الفرضية الثانية للدراسة والتي تشير إلى التأثير الإيجابي لزيادة مستويات الإضاءة الطبيعية في فصل الصيف عنه في فصل الشتاء.

5.2.تحليل نتائج الحالة الثانية

من تحليل تقييم أداء الطلاب في **جدولي 9,8**، وكذلك **شكل 12** يتضح زيادة نسبة تفوق الطلاب في أداء المهام تحت ظروف الإضاءة المختلطة عن الإضاءة الصناعية (P-Value=0.0011)، وكذلك تقل نسبة الإخفاق في أداء المهام تحت ظروف الإضاءة المختلطة عن الإضاءة الصناعية (P-Value=0.0092). وبتطبيق المقياس الرقمي **(شكل 15)** فإن متوسط تقييم الأداء في حالة الإضاءة المختلطة يبلغ 2.38، بينما لا يتجاوز 2.08 في حالة الإضاءة الصناعية، مما يؤكد صحة الفرضية الأولى للدراسة، والتي تشير إلى التأثير الإيجابي لاستخدام الإضاءة الطبيعية في الصالات الدراسية ودورها في رفع معدل أداء الطلاب.



شكل 15. تقييم الأداء الدراسي للطالب باختلاف نوع الإضاءة واختلاف شهور السنة في الحالة الثانية

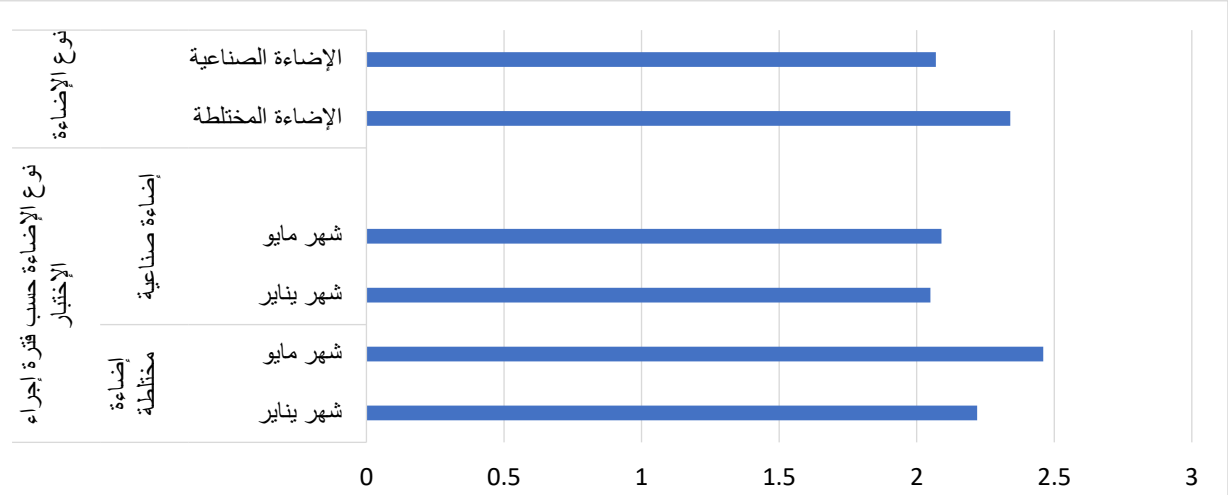
وأيضا من تحليل النتائج يتضح زيادة نسبة تفوق الطلاب في أداء المهام في شهر مايو عنها في شهر يناير (P-Value=0.0477)، وكذلك انخفاض نسبة إخفاق الطلاب في أداء المهام في شهر مايو عن شهر يناير (P-Value=0.0068) وذلك تحت ظروف الإضاءة المختلطة، أما تحت ظروف الإضاءة الصناعية فكانت هناك فروق طفيفة بين نسب التفوق في كلٍ من شهري مايو ويناير (P-Value=0.0100)، وكذلك نسب الإخفاق (P-Value=0.0078) مما يؤكد تأثير الإضاءة الطبيعة على تحسن معدلات الأداء الدراسي. وبتطبيق المقياس الرقمي (شكل 15) فإن متوسط تقييم الأداء الدراسي في حالة الإضاءة المختلطة خلال شهر مايو يبلغ 2.51 مقارنة بشهر يناير الذي يبلغ فيه التقييم الرقمي 2.25، أما في حالة الإضاءة الصناعية

فهناك فروق طفيفة حيث كان متوسط التقييم فى شهر مايو 2.09، وفى شهر يناير 2.07، وهو ما يؤكد صحة الفرضية الثانية للدراسة، والتى تشير إلى تأثير اختلاف مستويات الإضاءة خلال فصلي الصيف والشتاء على معدل أداء الطلاب، والتأثير الإيجابي لزيادة مستويات الإضاءة الطبيعية فى فصل الصيف عنه فى الشتاء.

5.3.تحليل نتائج جميع حالات الدراسة

من تحليل تقييم أداء الطلاب فى **جدول 10**، وكذلك **شكل 13**، يتضح زيادة نسبة تفوق الطلاب فى أداء المهام تحت ظروف الإضاءة المختلطة عن الإضاءة الصناعية، وكذلك تقل نسبة الإخفاق فى أداء المهام تحت ظروف الإضاءة المختلطة عن الإضاءة الصناعية، وبتطبيق المقياس الرقمى **(شكل 16)** فإن متوسط تقييم الأداء الدراسى فى حالة الإضاءة المختلطة يبلغ 2.34، بينما لا يتجاوز 2.07فى حالة الإضاءة الصناعية، مما يؤكد صحة الفرضية الأولى للدراسة.

وأيضا من تحليل النتائج يتضح زيادة نسبة تفوق الطلاب فى أداء المهام فى شهر مايو عنها فى شهر يناير (P-Value=0.0357)، وكذلك انخفاض نسبة إخفاق الطلاب فى أداء المهام فى شهر مايو عن شهر يناير (P-Value=0.0072)، وذلك تحت ظروف الإضاءة المختلطة، أما تحت ظروف الإضاءة الصناعية فكان هناك فرق بسيط بين نسب التفوق فى كلٍ من شهرى مايو ويناير مقارنة بحالة الإضاءة المختلطة (P-Value=0.0177)، وكذلك نسب الإخفاق (P-Value=0.0110)، مما يؤكد تأثير الإضاءة الطبيعة على تحسن معدلات الأداء الدراسى، وبتطبيق المقياس الرقمى **(شكل 16)** فإن متوسط تقييم الأداء الدراسى فى حالة الإضاءة المختلطة خلال شهر مايو يبلغ 2.46 مقارنة بشهر يناير الذى يبلغ فيه التقييم الرقمى 2.22، أما فى حالة الإضاءة الصناعية فهناك فروق طفيفة حيث كان متوسط التقييم فى شهر مايو 2.09، وفى شهر يناير 2.05، وهو ما يؤكد صحة الفرضية الثانية للدراسة.



شكل 16. متوسط تقييم الأداء الدراسى للطالب باختلاف نوع الإضاءة واختلاف شهور السنة فى مجموع حالات الدراسة

6.الدراسات المستقبلية

قيمت الدراسة الحالية أداء الطلاب داخل الصالات الدراسية فى أقسام العمارة، وأوضحت تأثير الضوء الطبيعى على تحسين معدل الأداء الدراسى للطلاب فى الفراغات الدراسية، إلا أن الفراغات الأخرى، مثل الفصول وقاعات المحاضرات والفراغات الإدارية والعامة والخدمية كانت خارج نطاق هذه الدراسة، كما اقتصرت الدراسة على الطلاب في بعض مبانى التعليم العالى بمدينة القاهرة الكبرى، وهو ما يتطلب إجراء دراسات مستقبلية لتوسيع النطاق الجغرافى والمناخى للدراسة، بالإضافة لاستهداف فراغات أخرى بالبحث، وهو ما من شأنه أن يوسع نتائج الدراسة ويساعد فى تعميمها.

ركزت الدراسة على الفرق الذى يمكن أن يحدثه مصدر الإضاءة (سواء كانت طبيعية أو صناعية) على الأداء الدراسى للطلاب، فى حين أن دراسات مستقبلية يمكن أن تولى اهتماماً للقياسات البيئية لمعرفة تأثيرالتغير فى مستويات الإضاءة على أداء الطلاب.

7.الخاتمة والتوصيات

لتعزيز دور الإضاءة الطبيعية فى المبانى التعليمية تم دراسة تأثير الضوء الطبيعى على معدلات الأداء الدراسى للطلاب بأقسام العمارة، وذلك من خلال إجراء اختبارات لمهام تعتمد على الرسم لإنجازها، وقد توصلت الدراسة إلى أن توظيف الإضاءة الطبيعية يساهم على نحو ملحوظ فى زيادة معدلات الأداء الدراسى للطلاب، ومن خلال تقييم 1446 اختباراً تم أداؤهم بواسطة 402 طالباً، موزعين على 12 صالة رسم مختلفة، وجد أن النسبة المتوسطة لزيادة حالات التفوق (الحصول على تقدير ممتاز أو جيد جداً) بين الطلاب المشاركين بلغت 12.6%، والنسبة المتوسطة لانخفاض حالات الإخفاق (الرسوب أو الحصول على تقدير مقبول) بين الطلاب بلغت 6.8%، كما يرتبط أيضاً تحسن معدل الأداء الدراسى للطلاب باختلاف مستويات الإضاءة الطبيعية، حيث يزيد فى فصل الصيف عند زيادة مستويات الإضاءة الطبيعية، ويقل فى فصل الشتاء عند انخفاض مستويات الإضاءة الطبيعية، فنتائج هذه الدراسة أشارت إلى ارتفاع معدل التفوق بنسبة متوسطة تبلغ 19%، وكذلك انخفاض معدل الإخفاق بنسبة متوسطة تبلغ 5.6% فى شهر مايو بالمقارنة بشهر يناير، تحت ظروف الإضاءة الطبيعية، وهذا يؤكد التأثير الإيجابى للضوء الطبيعى على الأداء الدراسى للطلاب، التى ينبغى على المصممين المعماريين إدراك أهميتها وفهمها جيداً، حيث يساعد الفهم الجيد لأداء المستخدمين فى توجيه المصممين نحو حلول فعالة لاستخدام الإضاءة الطبيعية، ويحول الاهتمام بتوظيف الإضاءة الطبيعية في المباني من مجرد السعي لتوفير الطاقة المستخدمة في الإضاءة، إلى السعي لتحقيق المنافع الأخرى المتعلقة بالإضاءة الطبيعية، مثل رفع معدلات الأداء والإنتاج وتحسين الحالة النفسية والبدنية للمستخدمين.

ملحق أ

فيما يلى وصف مختصر للمصطلحات الإحصائية الرئيسية التى تم استخدامها فى الدراسة.

معادلة كيرجسي وموجان Krejcie & Morgan: هي معادلة إحصائية تستخدم لحساب حجم العينة المطلوب في الدراسات البحثية الإحصائية. تأخذ هذه المعادلة في الاعتبار كل من حجم المجتمع ونسبة الخطأ المسموح به ومستوى الثقة المطلوب [19].

T-Test: هو اختبار إحصائي يستخدم لمقارنة متوسطات مجموعتين من البيانات، وله أنواع ثلاثة رئيسية، هى:

اختبار T-Test لعينة واحدة :يُستخدم هذا الاختبار لمقارنة متوسط عينة واحدة بقيمة محددة.

اختبار T-Test لعينتين مستقلتين :يُستخدم هذا الاختبار لمقارنة متوسطات مجموعتين من البيانات تم جمعها بشكل مستقل.

اختبار T-Test لعينتين مرتبطتين :يُستخدم هذا الاختبار لمقارنة متوسطات مجموعتين من البيانات تم جمعها من نفس المجموعة من الأفراد.

وتتلخص خطوات الاختبار فى صياغة الفرضيات –الصفرية والبديلة- ثم حساب إحصائية الاختبار باستخدام صيغة محددة تعتمد على نوع الاختبار المستخدم، ومنها تحديد القيمة الاحتمالية P، وتمثل حدود T-Test فى قوة الاختبار والذى يعتمد على حجم العينة، وحجم التأثير والذى لا يتحقق إلا إذا كان هناك فرق ذو دلالة إحصائية [20].

Chi-Squared: هو اختبار إحصائي يستخدم لمقارنة البيانات الفئوية، ويساعد على تحديد وجود اختلافات إحصائية هامة بين القيم المحتملة والمرصودة للبيانات. ويستخدم فى ثلاثة أنواع من المقارنات [21]، وهى:

اختبار جودة التوافق: يقارن هذا الاختبار توزيعًا واحدًا من البيانات المرصودة بتوزيع نظري متوقع.

التجانس: يقارن هذا الاختبار توزيع فئة واحدة في عينة واحدة بتوزيع نفس الفئة في عينة أخرى.

الاستقلال: يقارن هذا الاختبار توزيع فئتين في جدول موحد.

صدق الإتساق الداخلى Internal consistency: هو مقياس للموثوقية يستخدم لتقييم مدى تجانس مجموعة من العناصر في اختبار لقياس سمة واحدة .بمعنى أنه يقيس ما إذا كانت العناصر المختلفة تقيس نفس الشيء أم لا. يتم قياس الاتساق الداخلي باستخدام معامل ألفا لكرونباخ، وهو إحصائياً يتراوح بين 0 و 1 .بشكل عام، يُعتبر معامل ألفا أعلى من0.7 مقبولاً، ويشير إلى أن الاختبار أو الاستطلاع موثوق داخليًا[22].

Correlation Analysis: هو أداة إحصائية تقيس قوة العلاقة بين متغيرين. يُستخدم لتحديد ما إذا كان هناك ارتباط بين متغيرين، وقوة هذا الارتباط، واتجاه العلاقة بينهما. يتم حساب تحليل الارتباط باستخدام معامل الارتباط، وهو رقم يتراوح من -1 إلى 1 .يشير معامل الارتباط 1 إلى وجود ارتباط إيجابي بين المتغيرين، مما يعني أن المتغيرين يتحركان في نفس الاتجاه .يشير معامل الارتباط -1 إلى وجود ارتباط سلبي بين المتغيرين، مما يعني أن المتغيرين يتحركان في اتجاهات متعاكسة .يشير معامل الارتباط 0 إلى عدم وجود ارتباط بين المتغيرين .[23]

P-value: هي مقياس إحصائي يُستخدم في اختبار الفرضيات، وتُمثل هذه القيمة احتمالية الحصول على النتائج التي لوحظت خلال التجربة، مفترضًا بأن الفرضية الصفرية صحيحة. تراوح قيمة Pبين 0 و 1، يتم تحديد مستوى الدلالة الإحصائية عند 0.05، كلما كانت قيمة P أصغر، كانت النتائج أكثر أهمية إحصائيًا [24].

References

[1] Rea, M.S., M.G. Figueiro, and J.D. Bullough, Circadian photobiology: an emerging framework for lighting practice and research. Lighting research & technology, 2002. **34**(3): p. 177-187.

[2] Veitch, J.A. and A.D. Galasiu, The physiological and psychological effects of windows, daylight, and view at home. 2011: National Research Council of Canada Ottawa, ON, Canada.

[3] Obralic, A. and S. Jeghel, The Case Study on Significance of Daylight in Classroom Setting at Sarajevo Campus. ESJ, 2021. **17**: p. 19.

[4] Clements-Croome, D., Creating the productive workplace. 2006: Taylor & Francis.

[5] Edwards, L. and P. Torcellini, Literature review of the effects of natural light on building occupants. 2002.

[6] Al Horr, Y., et al., Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature. Building and environment, 2016. **105**: p. 369-389.

[7] Vimalanathan, K. and T. Ramesh Babu, The effect of indoor office environment on the work performance, health and well-being of office workers. Journal of environmental health science and engineering, 2014. **12**: p. 1-8.

[8] Dahlan, A.S. and M.A. Eissa, The impact of daylighting in classrooms on students' performance. Int J Soft Comput Eng (IJSCE), 2015. **4**(6): p. 7-9.

[9] Heschong, L., R.L. Wright, and S. Okura, Daylighting impacts on retail sales performance. Journal of the Illuminating Engineering Society, 2002. **31**(2): p. 21-25.

10] Benedetti, F., et al., Morning sunlight reduces length of hospitalization in bipolar depression. Journal of affective disorders, 2001. **62**(3): p. 221-223.

[11] Katunský, D., E. Dolníková, and B. Dolník, Daytime lighting assessment in textile factories using connected windows in Slovakia: A case study. Sustainability, 2018. **10**(3): p. 655.

[12] Heschong, L., Daylighting in Schools: An Investigation into the Relationship between Daylighting and Human Performance. Detailed Report. 1999.

[13] Kamali, N.J. and M.Y. Abbas, Healing environment: enhancing nurses' performance through proper lighting design. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012. **35**: p. 205-212.

[14] Gupta, R., A. Howard, and S. Zahiri, Defining the link between indoor environment and workplace productivity in a modern UK office building. Architectural Science Review, 2020. **63**(3-4): p. 248-261.

[15] Montoya, F.G., et al., Indoor lighting techniques: An overview of evolution and new trends for energy saving. Energy and buildings, 2017. **140**: p. 50-60.

[16] Hourani, M.M. and R.N. Hammad, Impact of daylight quality on architectural space dynamics: Case study: City Mall–Amman, Jordan. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012. **16**(6): p. 3579-3585.

[17] 6.0, C.c. MONTHLY DIURNAL AVERAGES, California Energy Code. Cairo, EGY. Build 12, Sep 22, 207 2023 Sept]; IWEC Data 623660 WMO Station Number:

[18] Johnson, P. and J. Gill, Research methods for managers. Research Methods for Managers, 2010: p. 1-288.

[19] Abu-Bader, S.H., Using statistical methods in social science research: With a complete SPSS guide. 2021: Oxford University Press, USA.

[20] Wright, D.B., Understanding statistics: An introduction for the social sciences. 1996: Sage.

[21] Gordon, R.A., Applied statistics for the social and health sciences. 2012: Routledge.

[22] Tavakol, M. and R. Dennick, Making sense of Cronbach's alpha. International journal of medical education, 2011. **2**: p. 53.

[23] Field, A., Discovering statistics using IBM SPSS statistics. 2013: sage.

[24] Greenland, S., et al., Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. European journal of epidemiology, 2016. **31**: p. 337-350.