

AI-Based Formative Assessment and its Impact on the Academic Achievement and Perceptions of the Classroom Assessment Environment

Nusaiba Al-Aghbari¹, Hussain Alkharusi^{1,*} & Manal Al Fazari¹

(Type: Full Article). Received: 21st Jul. 2024, Accepted: 8th Apr. 2025, Published: 1st Nov. 2025,

DOI: <https://doi.org/10.35552/0247.39.11.2484>

Abstract: Objective: This study aimed to investigate the impact of AI-based formative assessment on improving the academic achievement of eighth-grade female students in science and their perceptions of the classroom assessment environment. **Methodology:** The study employed a quasi-experimental pre-test and post-test design with one control group and one experimental group. The sample consisted of 70 eighth-grade female students from Muscat Governorate. An AI-based formative assessment was used for the experimental group (n=34), while the conventional formative assessment was used for the control group (n=36). Two validated instruments were used: a 15-item achievement test and a perceptions questionnaire about the classroom assessment environment which included two main dimensions: the learning-oriented assessment environment and the performance-oriented assessment environment, each containing 9 items. **Results:** The results showed statistically significant differences in both academic achievement and students' perceptions of the classroom assessment environment in favor of the experimental group. The study provided several recommendations based on the positive impact of AI-based formative assessment. **Recommendations:** The study offered several recommendations, including a suggestion to officials in the Ministry of Education responsible for educational assessment to integrate AI programs into the student learning assessment system. Additionally, based on the study's findings, it was recommended to conduct future research to explore the impact of AI-based formative assessment on other variables related to student learning outcomes across different subjects and grade levels.

Keywords: Formative Assessment, Artificial Intelligence, Academic Achievement, Classroom Assessment Environment.

التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي وأثره على التحصيل الدراسي والتصورات حول بيئة التقويم الصفّي

نسبة الأغلبية¹، وحسين الخروصي^{1,*}، ومنال الفزارية¹

تاريخ التسليم: (2024/7/21)، تاريخ القبول: (2025/4/8)، تاريخ النشر: (2025/11/1)

المخلص: الهدف: هدفت الدراسة الحالية إلى التعرف على أثر التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي في تحسين تحصيل طالبات الصف الثامن في مادة العلوم، وتصوراتهن حول بيئة التقويم الصفّي. **المنهج:** اعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي ذي التصميم القبلي والبعدي لمجموعة ضابطة واحدة، ومجموعة تجريبية واحدة. بلغت العينة 70 طالبة من طالبات الصف الثامن بمحافظة مسقط. استخدم تقويم تكويني معتمد على الذكاء الاصطناعي للمجموعة التجريبية (n=34)، في حين استخدم التقويم التكويني الاعتيادي للمجموعة الضابطة (n=36). كما تم استخدام أداتين تم التحقق من خصائصهما السيكومترية: اختبار تحصيلي مكون من 15 فقرة، واستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي، وقد تضمنت محورين أساسيين: بيئة التقويم الموجهة نحو التعلم، وبيئة التقويم الموجهة نحو الأداء. وتضمن كل محور 9 فقرات. **النتائج:** أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في كل من التحصيل الدراسي وتصورات الطالبات حول بيئة التقويم الصفّي، لصالح المجموعة التجريبية. **التوصيات:** قدمت الدراسة عدة توصيات من منها توصية للمسؤولين عن التقويم التربوي في وزارة التربية والتعليم بإدراج برامج الذكاء الاصطناعي في منظومة تقويم تعلم الطلبة، كما تم بناء على نتائج الدراسة اقتراح إجراء دراسات مستقبلية لمعرفة أثر التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي على متغيرات أخرى متعلقة بنواتج تعلم الطلبة في مواد دراسية مختلفة ومراحل صفية مختلفة.

الكلمات المفتاحية: التقويم التكويني، الذكاء الاصطناعي، التحصيل الدراسي، بيئة التقويم الصفّي.

¹ Department of Psychology, College of Education, Sultan Qaboos

University, Sultanate of Oman

* Corresponding author email: hussain5@squ.edu.om

¹ قسم علم النفس، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، سلطنة عُمان.

* الباحث المراسل: hussain5@squ.edu.om

يحدث نقلة نوعية في تطبيق التقويم التكويني أثناء العملية التعليمية، حيث إن برمجيات التقويم التكويني المطورة بالذكاء الاصطناعي قادرة على تصحيح أداء الطلبة وتقديم تغذية راجعة فورية، فضلا عن إمكانية تصميم اختبارات ذكية قادرة على تحليل إجابات الطلبة وتقويم مستواهم بشكل أدق، ويمكن أن يستخدم الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات وتحديد نقاط القوة والضعف أيضا، وأهم ما يستطيع المعلم استغلاله في برمجيات الذكاء الاصطناعي هو تصميم أنشطة تكوينية مخصصة لكل طالب بناءً على مستواه (عبد الجواد وآخرون، 2019). ومن هذا المنطلق، جاءت هذه الدراسة للبحث عن أثر استخدام تقويم تكويني معتمد على الذكاء الاصطناعي على تحصيل طالبات الصف الثامن في مادة العلوم، وتصوراتهن حول بيئة التقويم الصفّي.

مشكلة الدراسة

تعتبر مشكلة التحصيل الدراسي المتدني في مادة العلوم من القضايا التي تترك المسؤولين التربويين في سلطنة عمان، حيث أظهرت نتائج الدراسة الدولية للعلوم والرياضيات (TIMSS) أن مستوى تحصيل طلبة الصف الثامن الأساسي في مادة العلوم بالسلطنة أقل من المتوسط العام في المستويات الثلاثة (المعرفة والتطبيق والاستدلال) لعامي 2015م و2019م (وزارة التربية والتعليم، 2015؛ وزارة التربية والتعليم، 2019). ويرتبط التقويم التكويني ارتباطاً وثيقاً بالتحصيل الدراسي؛ حيث إنه يساهم في تحسين تحصيل الطلبة على مستويات المعرفة، والتطبيق، والاستدلال بصورة جوهرية وفعالة (الجابري، 2005؛ عفاف، 2021؛ علام، 2023؛ القحطاني، 2018).

وبالتحديد فإن التقويم التكويني يساهم في رفع مستوى تحصيل الطلبة من خلال تخصيص أنشطة التقويم الصفّي أي أن يكون لكل طالب نشاط فردي مخصص، مما يساعد المعلم على تحديد مسار الأهداف التعليمية، وتقديم التغذية الراجعة الفورية، وهنا تظهر الصعوبة، حيث لا يستطيع المعلم تخصيص وقت زمني لكل طالب من زمن الحصة الدراسية، وإعطائه حقه من التغذية الراجعة، حيث يبلغ عدد الطلبة في الصف الواحد أكثر من 30 طالباً، وزمن الحصة لا يتعدى خمسا وأربعين دقيقة، فضلا عن ضرورة موافقة التقويم التكويني لمستوى الطالب وأهمية إظهار تفريد التعلم فيه. ولكن مع ظهور تطبيقات التكنولوجيا الناشئة كالذكاء الاصطناعي، فإنه يمكن التغلب على هذه التحديات، من خلال توليد أسئلة للتقويم التكويني مباشرة من الدرس وتقديم تقرير للتغذية الراجعة لكل طالب.

ولمواكبة توجهات رؤية عمان 2040 في "تطوير نظام التعليم وتحسين مخرجاته، واستخدام تقنيات التعليم والتعلم

إن التقويم التربوي هو أهم ما يحدد نجاح العملية التعليمية؛ حيث يعتبر عملية شاملة لجميع المجالات، وتختلف أنواعه وأساليبه لتشمل جميع مراحل العملية التعليمية، فمن خلاله يتم تحديد نقاط القوة وتعزيزها، وتشخيص نقاط الضعف وعلاجها، ووضع الخطط الإجرائية والأهداف لتحسين وتطوير النظام التربوي، وتحديد مدى تطور مستوى الطلبة التحصيلي، مما يعين على تقديم الإرشاد والتوجيه المناسب لهم والذي يعين بدوره على تحقيق المستوى المراد. ويعتبر التقويم التكويني الصفّي من أهم عناصر العملية التعليمية؛ حيث يلعب دوراً حيوياً في تحقيق أهداف التعليم، وتحسين جودة التعلم، وتقويم ومراقبة أداء الطلبة، وتقويم استيعابهم للمواد الدراسية والمهارات المكتسبة. كما يساعد المعلمين في توجيه العملية التعليمية بشكل فعال ومناسب لاحتياجات الطلبة. ويتمثل التقويم الصفّي في تقويم أداء الطلبة، حيث يسمح التقويم الصفّي بتقويم وقياس تحصيل الطلبة، ومستوى استيعابهم للمفاهيم والمهارات المطلوبة، ويتم ذلك عن طريق استخدام مجموعة متنوعة من الأدوات والتقنيات مثل: الاختبارات، والمشاريع، والأعمال الفصلية. وبالتالي يمكن للمعلمين تحديد نقاط القوة والضعف في الأداء الطلاي، وضبط عملية التدريس والتعلم (أمبوسعيد والعففي، 2020؛ المحاسنة والمهيدات، 2016).

وبعد التحصيل الدراسي مؤشراً هاماً لتقدم الطلبة والاستفادة من عملية التعلم، فهو يعكس الجهود المبذولة من المؤسسة التعليمية والتي أدت إلى تحقيق نتائج إيجابية في التعلم (أحمد، 2010). ومع دخول تطبيقات التكنولوجيا الناشئة كالذكاء الاصطناعي في المجال التعليمي، شهدت العملية التعليمية نقلة نوعية في أساليب التدريس وطرق التقويم، حيث اتاحت برمجيات التقويم التكويني المطورة بالذكاء الاصطناعي للمعلمين تصميم أنشطة تقويم صفّي مخصصة لكل طالب بناءً على تحصيله الدراسي، هذا فضلاً عن توفير الوقت والجهد في إعداد أدوات التقويم، وعمليات التصحيح وتحليل نتائج الطلبة، الأمر الذي يؤدي إلى تحسين العملية التعليمية وتطويرها وتعزيز تجربة التعلم للطلبة (Memarian & Doleck, 2024; Samuel, 2024).

وجدير بالذكر أن ممارسات المعلم لمهام التقويم التكويني الصفّي تؤثر على بيئة التقويم الصفّي وتصورات الطلبة حولها، حيث تركز بيئة التقويم الصفّي الموجهة نحو التعلم على تحسين مستوى الطلبة وتقديم التغذية الراجعة، في حين تركز بيئة التقويم الصفّي الموجهة نحو الأداء على الدرجات (Alkharusi, 2015)، وقد يكون لاستخدام التقويم التكويني الصفّي المعتمد على الذكاء الاصطناعي أثر على تصورات الطلبة حول بيئة التقويم الصفّي، فالذكاء الاصطناعي يمكنه أن

"تطوير نظام التعليم وتحسين مخرجاته، واستخدام تقنيات التعليم والتعلم الحديثة ونشرها بصفاتها ثقافة وطنية".
ومن الناحية التطبيقية، فمن المؤمل أن تساهم نتائج الدراسة الحالية في:

1. تقديم طرق واضحة للتربويين حول كيفية توظيف الذكاء الاصطناعي في التقويم التكويني في مادة العلوم.
2. إفادة المسؤولين عن التقويم التربوي في وزارة التربية والتعليم في كيفية إدراج برامج الذكاء الاصطناعي في منظومة تقويم تعلم الطلبة.

مصطلحات الدراسة

التقويم التكويني Formative evaluation: عملية منظمة خلال عملية التدريس، والغرض منها الحصول على نتائج أداء الطلبة، وتقديم التغذية الراجعة لهم بهدف تجويد العملية التعليمية (عمر وآخرون، 2010، ص23).

التعريف الإجرائي للتقويم التكويني الاعتيادي: هو تقويم صفي أثناء الحصة الدراسية، يستخدمه المعلم خلال شرحه؛ لتقدير مدى تحقق الأهداف، وتقديم تغذية راجعة فورية.

التعريف الإجرائي للتقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي: الأسئلة التقييمية المولدة بالذكاء الاصطناعي بمستويات مختلفة، والتي تعرض أثناء الحصة الدراسية وتقدم تغذية راجعة فورية للطلّابات.

الذكاء الاصطناعي Artificial intelligence: أنظمة حاسوبية تمتلك ذكاء قادراً على محاكاة أداء مختلف قدرات ووظائف البشر، بما في ذلك صنع القرار، وحل المشكلات في مجالات أو اختصاصات محددة (Stone et al, 2022, 21).

التعريف الإجرائي للذكاء الاصطناعي: قدرة أنظمة الحاسوب على توليد الأسئلة بما يتناسب مع المحتوى التعليمي لمادة العلوم للصف الثامن الأساسي في سلطنة عمان، وتحليل الإجابات لاتخاذ القرار.

التحصيل الدراسي Academic achievement: هو حصيلة ما يكتسبه الطالب من العملية التعليمية من معارف ومعلومات وخبرات، ونتيجة لجهده المبذول خلال تعلمه بالمدرسة ومذاكرته في البيت، أو ما اكتسبه من قراءاته الخاصة في الكتب والمراجع، ويمكن قياسه بالاختبارات المدرسية العادية في نهاية العام الدراسي، ويعبر عنه بالتقدير العام لدرجات الطالب في المواد الدراسية (الفاخري، 2005، ص104).

التعريف الإجرائي للتحصيل الدراسي: الحصيلة النهائية لما تعلمته طالبات الصف الثامن بعد تطبيق التقويم التكويني، ويقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في الاختبار البعدي في مادة العلوم للصف الثامن الأساسي الذي تم إعداده في الدراسة الحالية.

الحديثة ونشرها بصفاتها ثقافة وطنية" (وحدة متابعة تنفيذ رؤية عمان 2040، 2020)، وتماشياً مع توجهات وزارة التربية والتعليم في سلطنة عمان، التي تهدف إلى تعزيز استخدام التكنولوجيا في العملية التعليمية، تأتي الدراسة الحالية لتلبية لتلك التوجهات من خلال توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التقويم الصفّي التكويني، ومعرفة أثر ذلك على التحصيل الدراسي لطالبات الصف الثامن، وتصوراتهن حول بيئة التقويم الصفية في مادة العلوم.

أسئلة الدراسة

تسعى الدراسة الحالية إلى الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1. هل توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) في متوسطات التحصيل الدراسي في الاختبار البعدي لمادة العلوم بين مجموعتي الدراسة التجريبية (استخدام تقويم تكويني معتمد على الذكاء الاصطناعي) والمجموعة الضابطة (تقويم تكويني اعتيادي) لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في محافظة مسقط بسلطنة عمان؟
2. هل توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) في التصورات حول بيئة التقويم الصفّي في مادة العلوم بين مجموعتي الدراسة التجريبية (استخدام تقويم تكويني معتمد على الذكاء الاصطناعي) والمجموعة الضابطة (استخدام تقويم تكويني اعتيادي) لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في محافظة مسقط بسلطنة عمان؟

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى:

1. التعرف على أثر التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي على التحصيل الدراسي لطالبات الصف الثامن الأساسي في مادة العلوم.
2. التعرف على أثر التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي على تصورات طالبات الصف الثامن الأساسي حول بيئة التقويم الصفّي في مادة العلوم.

أهمية الدراسة

تتمثل الأهمية النظرية للدراسة الحالية في عدة أوجه، من أهمها:

1. تعزيز أهمية مادة العلوم للطلّابة، باعتبارها أساس التطور والتقدم العلمي، وتعزيز أهمية التقويم التكويني في اكتساب الطلبة للمعارف والمهارات العلمية، وتقديم هذه الدراسة تطبيقات ذكاء اصطناعي لتوليد أسئلة تقويم تكويني صفية في مادة العلوم، من شأنها توفير بيئة تعلم أكثر تحفيزاً للطلّابة، وأكثر تكيفاً مع الفروق الفردية.
2. السير مع الاتجاهات العالمية المعاصرة في ضرورة استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم، الأمر الذي يتوافق مع رؤية سلطنة عمان 2040 من حيث الإسهام في

بيئة التقويم الصفّي Classroom Assessment Environment: المواقف والممارسات التي تتم داخل الغرفة الصفية، والتي تؤثر على إجراءات عملية التقويم وتصورات الطلبة لمهام أدوات التقويم والتغذية الراجعة والمعايير المتبعة (Alkharusi, 2015).

التعريف الإجرائي لبيئة التقويم الصفّي: هي السياق الصفّي الذي تمارس فيه المعلمة عمليات تقويم أداء الطالبات في الصف الدراسي، من حيث تحديد الغرض من التقويم، وطرح الأسئلة ومهام التقويم الأخرى، وتقديم التغذية الراجعة، ومراقبة تقدم أداء الطالبات. وتركز الدراسة الحالية على تصورات الطالبات لبيئة التقويم الصفّي، والتي تتمثل في الآراء والمعتقدات التي تتكون لدى الطالبات عن بيئة التقويم الصفّي، وتقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في عبارات مقياس بيئة التقويم الصفية المدركة من إعداد الخروصي (Alkharusi, 2015).

حدود الدراسة

الحدود الموضوعية: اقتصرت الدراسة على وحدتين دراسيتين من المحتوى التعليمي للفصل الدراسي الثاني من مادة العلوم للصف الثامن الأساسي. كما تم توظيف موقع Quizbot الذي يقوم بتوليد الأسئلة حسب مستويات تصنيف بلوم، وتم تطبيقها أثناء الحصة الدراسية باستخدام برنامج بليكرز.

الحدود المكانية: اقتصرت الدراسة على مدرستين من مدارس الإناث التابعة لوزارة التربية والتعليم في محافظة مسقط.

الحدود البشرية: اقتصرت الدراسة على طالبات الصف الثامن الأساسي.

الحدود الزمانية: تم تطبيق الدراسة في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 2023/2024م.

الإطار النظري

التقويم التكويني

تتعدد أنواع التقويم التربوي المستخدمة في العملية التعليمية حسب الهدف من عملية التقويم، ورغم أنها متنوعة إلا أنها مكملّة لبعضها، ومن أبرز هذه الأنواع هو التقويم التكويني؛ وهو تقويم مستمر يتضمن الأساليب والطرق والاستراتيجيات التي تستخدم أثناء التدريس، والتي توفر للطلبة فهماً أعمق لنتائجهم وإجاباتهم، مما يسمح لهم بتحسين أدائهم (Maria, 2020)، وذلك من خلال الأنشطة الصفية واللاصفية، والاختبارات القصيرة والواجبات المنزلية، ويتميز هذا النوع من التقويم بتركيزه الجهود وتوجيهه الاهتمام نحو التعلم عوضاً عن الاهتمام الزائد بالدرجات، كما يتميز بتوفيره تفاعلاً اجتماعياً بين المعلم والطلبة، وتقديم تغذية راجعة فورية،

ومراعاته للفروق الفردية بين الطلبة، واهتمامه بوجهات نظر متعددة من الأطراف ذات العلاقة من معلمين، وطلبة، وأولياء الأمور (البوسعيد، 2005؛ العسيري، 2018).

يلخص بلاك وويليام (Black & Wiliam, 2009) أغراض التقويم التكويني فيما يلي: تحسين جودة التدريس والتعلم، وخلق بيئة صفية أكثر تحفيزاً للتعلم، وجعل الطلبة مشاركين نشطين في عملية التقويم الصفّي، تمكين الطلبة من تقويم أدائهم بأنفسهم، وتطوير المهارات ما وراء المعرفية لدى الطلبة. وهو يعمل على توفير الدعم المستمر والتغذية الراجعة البناءة؛ لتسهيل تعلم الطلبة ونموهم المستمر.

ولقد أدى التطور التكنولوجي في العملية التعليمية ليشمل تقويم تعلم الطلبة، حيث وُجد أن استخدام التكنولوجيا في تنفيذ التقويم التكويني يقدم العديد من الفوائد، فمن خلال دمج التكنولوجيا في عملية التقويم، لوحظ أن تعلم الطلبة وفهمهم تَعَزَّزَا بشكل كبير، كما أدى إلى خلف بيئة تقويم صفية محفزة للتعلم، وهذا يرجع في المقام الأول إلى الطبيعة التفاعلية والجدابة للبرمجيات المستخدمة في تنفيذ عمليات التقويم التكويني كبرنامج بليكرز، وكاهوت، ونماذج جوجل، والسبورة البيضاء، وما يميز هذه البرامج أيضاً أنها تسهل وتسرع عملية جمع بيانات أداء الطلبة وتحليلها خلال الوقت الفعلي للتطبيق (العبري، 2017؛ الروقي، 2017؛ Swan, Dalby & 2019).

الذكاء الاصطناعي

يهدف الذكاء الاصطناعي إلى فهم العمليات الذهنية المعقدة التي يقوم بها عقل الإنسان، وترجمتها إلى عمليات محوسبة، ويستخدم في مجال التعليم كغيره من المجالات، وخاصة لأغراض التدريس والتقويم، بما في ذلك تحديد الأهداف والتخطيط للدروس والتقويم (Owan et al., 2023). حيث أظهرت الدراسات أن الذكاء الاصطناعي يمتلك القدرة على التنبؤ بأداء الطلبة في الاختبارات، كما لديه القدرة على تكيف التدريس وفقاً للاحتياجات الفردية للطلبة، ويمكن استخدام الذكاء الاصطناعي للتقويم التكويني، وتقديم الملاحظات المستمرة للطلبة، وإجراء التصنيف التلقائي للطلبة وفقاً لمستوياتهم التحصيلية (Bagunaid et al., 2022).

ويعد استخدام الذكاء الاصطناعي في التقويم التربوي ظاهرة أخذت في التوسع في مجال التعليم، لا سيما في مجالات التقويم التكويني، إذ كشفت الأبحاث أن استخدام الذكاء الاصطناعي في تقويم تعلم الطلبة يمكن أن يؤدي إلى نتائج أفضل مقارنة بالتقويم الاعتيادي، ومع ذلك، فإن دمج الذكاء الاصطناعي في التعليم يتطلب تدريباً متخصصاً يمكّن المعلمين والطلبة على حد سواء من فهم خصائص وقدرات وقيود الأنظمة الذكية، واستخدامها بشكل فعال في الممارسات

التعليمية (Martínez & Torres, 2023; Víctor *et al.*, 2021).

التحصيل الدراسي

يعتبر التحصيل الدراسي عنصراً مهماً في العملية التعليمية، حيث يهتم التربويون بالتحصيل الدراسي للطلبة، لكونه يعينهم على معرفة فعالية استراتيجيات وطرق التدريس والتقييم، ومدى ملاءمتها للعملية التعليمية (الفايز، 2018). ويشير التحصيل الدراسي في العلوم إلى مستوى المعرفة والمهارات والفهم الذي يحققه الطلبة في مجال العلوم، من خلال خبراتهم التعليمية، وإتقان المفاهيم والمبادئ والعمليات العلمية، فضلاً عن القدرة على تطبيقها في المواقف العملية، فالتحصيل في مادة العلوم هو وسيلة للتأكد من تحقق الأهداف التعليمية العامة للعلوم (القحطاني، 2018). كما يعزز التحصيل الدراسي في مادة العلوم القدرة على التفكير النقدي، وحل المشكلات، ويعد الطلبة للمهن المستقبلية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والتي يزداد الطلب عليها في سوق العمل (Bibon, 2022; Ardura & Galán, 2019).

عليه، فإن دراسة العوامل المؤثرة على التحصيل الدراسي له دور مهم في تفادي التحصيل المنخفض، فقد تكون هذه العوامل ذاتية متعلقة بالطلبة أنفسهم، على سبيل المثال: الصحة الجسدية، والذكاء، والدافعية، والمشكلات الشخصية، أو قد تكون عوامل متعلقة بالبيئة المحيطة بالطلبة كالأُسرة والمجتمع، بالإضافة إلى العوامل المتعلقة بالتعليم، مثل: المدرسة، والمنهج الدراسي، والمعلم وعلاقته بالطلبة وتطبيقه لاستراتيجيات محددة للتدريس والتقييم، وتوظيفه للتكنولوجيا (الفاخري، 2005).

بيئة التقييم الصفّي

بما أن التقييم الصفّي ينطوي على جمع منهجي للمعلومات الأساسية حول تعلم الطلبة ومدى تحقيقهم للأهداف التعليمية، فإنه لا بد من إعطاء الأولوية للبيئة التي يتم فيها هذا التقييم (Agbaje *et al.*, 2018). وتعد بيئة التقييم الصفّي جزءاً أساسياً من جو الصف الدراسي، بالإضافة إلى الجو العام والظروف المحيطة في الصف الدراسي المرتبطة بالتقييم، وتشمل هذه الظروف عوامل مختلفة مثل: العلاقات بين الطالب والمعلم، ومستوى المشاركة، وبيئة التعلم الشاملة (Alkharusi, 2015). وقد أظهرت الدراسات أن الصفوف الدراسية التي تتضمن مهام التقييم المتوافقة مع التعلم المخطط لها، والتي تعتمد على مشاركة الطلبة، وتتسم بالشفافية، وتستخدم مجموعة متنوعة من طرق التقييم، تميل إلى تحقيق نتائج إيجابية، تشمل زيادة الفاعلية الذاتية للطلبة، واستخدام النمط العميق للتعلم، وتحسين التحصيل الدراسي (Alkharusi, 2015).

وتشير بيئة التقييم الصفّي إلى الممارسات التي يتبعها المعلم داخل الصف الدراسي لتقييم تعلم الطلبة؛ ولتفعيل بيئة تقييم صفّي فعالة، ينبغي على المعلم تحديد الأهداف التعليمية بوضوح ومشاركتها مع الطلبة، واستخدام أساليب تقييم متنوعة تدفع الطلبة إلى التفكير والفهم أكثر من مجرد الحفظ، وربط محتوى أساليب التقييم مع محتوى التدريس الصفّي، وتقديم تغذية راجعة فورية ومستمرة للطلبة تمكنهم من معرفة جوانب القوة في أدائهم والجوانب التي بحاجة إلى تحسين، والتركيز على إتقان الطلبة للمادة التعليمية أكثر من توجيه الاهتمام نحو الدرجات (أمبوسعيد وأخرون، 2019؛ Alkharusi, 2015).

الدراسات السابقة

تسلّط الدراسة الحالية الضوء على أهمية التقييم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي، وكيف أنه يحدث فارقاً في التحصيل الدراسي والتصورات حول بيئة التقييم الصفّي مقارنة بالتقييم التكويني الاعتيادي. ونظراً لندرة الدراسات السابقة في هذا المجال، فقد شملت مراجعة الأدبيات السابقة الدراسات ذات العلاقة بالتقييم التكويني الإلكتروني، واستخدام الذكاء الاصطناعي في التقييم.

ففي مجال توظيف التقنية في التقييم التكويني، أجرى دالبي وسوان (Swan & Dalby, 2019) دراسة هدفت إلى تحسين التقدم من خلال التقييم التكويني في تعليم العلوم والرياضيات، وتأثير استخدام أجهزة iPad في التقييم التكويني داخل فصول الرياضيات، مع التركيز بشكل خاص على فهم تأثير تقنية iPad على نتائج تعلم الطلبة. وقد أجريت هذه الدراسة على ستة من معلمي الرياضيات وفصولهم الخاصة، في مدرستين ثانويتين شاملتين في منطقة ميدلاندز في إنجلترا، وقد تم استخدام منهج بحث التصميم لأول مرة لتطوير وتجربة ستة دروس تعتمد على استخدام أجهزة iPad بطرق مختلفة ضمن عمليات التقييم التكويني، ومن خلال ملاحظات الدروس وتحليل الفيديو ومقابلات المعلمين، قام الباحثان بفحص كيفية مساهمة تقنية iPad في هذه العمليات، والوظائف التي تؤديها، وتوزيع النشاط بين الجهات الفاعلة الرئيسية (المعلم والتكنولوجيا والطالب)، وخلصت النتائج أن استخدام التكنولوجيا غير مقتصر على التواصل، بل يؤدي أيضاً وظائف أكثر نشاطاً تؤثر على الدور الذي يلعبه المعلم في التقييمات التكوينية، ويزود المعلمين بأداة قيمة لتقييم الفوائد المحتملة لدمج استخدامات محددة للتكنولوجيا داخل الفصل الدراسي.

وهدف دراسة يولاني وآخرون (Yuliani *et al.*, 2020) إلى تحديد الجوانب المعرفية والعاطفية لنتائج التعلم في تعلم حفظ الأغذية باستخدام Plickers للتقييم التكويني، أجريت هذه الدراسة على طلبة تخصص التغذية في جامعة

Pendidikan، واستخدم الباحث المنهج شبه التجريبي، وتم اختيار العينة بطريقة قصدية وتكونت من 22 طالباً في المجموعة الضابطة، و22 طالباً في المجموعة التجريبية التي تم استخدام التقويم التكويني الإلكتروني عليها. أُجري اختبار قبلي للتأكد من أن المجموعتين متكافئتين. وبعد تطبيق البرنامج تم قياس نتائج التعلم بتقويم الجوانب المعرفية والعاطفية، حيث استُخدم الاختبار البعدي لقياس الجوانب المعرفية، وتم تقويم الجوانب العاطفية من خلال فحص المؤشرات المتعلقة بالأنشطة البصرية واللفظية والاستماع والرسم والكتابة والحركة والأنشطة العقلية والعاطفية، وأظهرت النتائج تحسناً في الجوانب المعرفية والعاطفية لصالح المجموعة التجريبية.

كما قام جريير وآخرون (Grier et al., 2021) بدراسة تهدف إلى تحديد أنواع تكنولوجيا التعليم المفضلة لدى الطلبة في التقويم التكويني، قائمة على المنهج الوصفي، وطُبقت هذه الدراسة على طلبة جامعة ميدويسترن الأمريكية، وبلغ عدد العينة العشوائية 44 طالباً وطالبة، حيث أعطى الطلبة التقويمات التكوينية باستخدام أربعة برامج تقنية تقدم تغذية راجعة بطرق مختلفة، ثم تم جمع درجاتهم في التقويمات التكوينية مع التقويم الختامي، كما تم تطبيق استبانة لقياس مدى استفادتهم من كل تقنية، وأشارت النتائج إلى أن التغذية الراجعة التكوينية المعتمدة على التكنولوجيا فعالة في مساعدة الطلبة على الاستعداد للاختبار التكويني، وأن الطلبة يفضلون البرامج التقنية التنافسية والممتعة والتي توفر تغذية راجعة فورية.

وهدف دراسة البرغوثي (2022) إلى التعرف على أثر استخدام تطبيق ذكاء اصطناعي في تحسين دافعية تعلم اللغة الإنجليزية، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتم إعداد ثلاث أدوات للإجابة على أسئلة الدراسة (اختبار تحصيلي، مقياس دافعية، بطاقة ملاحظة)، وأجريت الدراسة على عينة مكونة من (60) طالب وطالبة من مدارس العاصمة عمان في الأردن، في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي 2021/2022م. وأظهرت النتائج أنه لا يوجد أثر للتطبيق المبني على الذكاء الاصطناعي على التحصيل، ولا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية تعزى لمتغير النوع، كما أنه لا يوجد أثر للتطبيق المبني على الذكاء الاصطناعي على دافعية الطلبة نحو مادة اللغة الإنجليزية، وأوصت الباحثة أن التطبيق لا يصلح استخدامه في البيئة المدرسية ولكن يمكن أن يكون صالحاً للتعلم الذاتي.

وهدف دراسة العوفي والزعبي (2023) للتعرف على فعالية برنامج تعليمي مقترح في الذكاء الاصطناعي وأثره في تنمية مهارات التفكير الحاسوبي، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وأجريت على عينة عشوائية مكونة من (25) طالبة من طالبات الصف الأول ثانوي في مدرسة خاصة في الأردن للعام الدراسي 2023/2022م، وقد تم تصميم اختبار تحصيلي

لقياس مهارات التفكير الحاسوبي بعد تطبيق البرنامج لمدة 8 أسابيع، وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح التطبيق البعدي للاختبار تعزى لأثر البرنامج المقترح، وأوصى الباحثان بأهمية تضمين الذكاء الاصطناعي في المناهج الدراسية.

ومن خلال عرض الدراسات السابقة، يتضح إمكانية الاستفادة من برامج وتطبيقات الذكاء الاصطناعي لتوظيفها في التقويم التكويني، وعليه تتفرد الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في استخدامها للتقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي لدراسة متغيرين، وهما التحصيل الدراسي وتصورات الطالبات حول بيئة التقويم الصفي في مادة العلوم.

منهج الدراسة

تتبع هذه الدراسة المنهج شبه التجريبي، والذي يتضمن تصميم المجموعتين الضابطة والتجريبية ذو القياسين القبلي والبعدي (أبو علام، 2007)، وقد تحددت متغيرات الدراسة الحالية فيما يأتي:

المتغير المستقل

لتقويم التكويني، وله مستويان: التقويم التكويني بالطريقة الاعتيادية، والتقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي.

المتغيرات التابعة

درجات القياس البعدي لكل من:

1. التحصيل الدراسي في مادة العلوم.
2. التصورات حول بيئة التقويم الصفي.

مجتمع الدراسة

شمل مجتمع الدراسة جميع طالبات الصف الثامن في مدارس الحلقة الثانية في محافظة مسقط بسلطنة عمان للعام الدراسي (2023/ 2024) للفصل الدراسي الثاني، والبالغ عددهن (5942) طالبة (وزارة التربية والتعليم، 2023).

عينة الدراسة

تم اختيار مدرستين من مدارس الحلقة الثانية للإناث للتعليم الأساسي في ولاية السيب بالطريقة العشوائية البسيطة، والتأكد من استعداد المدرسة للتعاون مع الباحثة، وتم اختيار شعبة واحدة من الصف الثامن الأساسي من كل مدرسة عشوائياً، حيث بلغ عدد الطالبات 70 طالبة بواقع 34 طالبة في المجموعة الأولى و36 طالبة في المجموعة الثانية، وتم تعيين الشعبة الأولى عشوائياً كمجموعة تجريبية، والشعبة الثانية كمجموعة ضابطة.

مادة الدراسة وأدواتها

تم استخدام مجموعة من المواد والأدوات لأغراض الدراسة الحالية، تمثلت في:

– وثيقة التقويم لمواد العلوم للعام الدراسي 2024/2023م: وهي وثيقة تصدر من وزارة التربية والتعليم سنوياً، والتي تم الاعتماد عليها في إعداد جدول المواصفات للاختبار التحصيلي.

– موقع Quizbot.ai: وهو عبارة عن منصة تعليمية متقدمة تعتمد على الذكاء الاصطناعي لإعداد الاختبارات والتقويمات المختلفة، وتتميز المنصة بقدرتها على توليد أسئلة بناء على اختيارات المستخدم، مثل: المرحلة الدراسية، ونوع الأسئلة، ومستوى الصعوبة، وتم الاستعانة بالموقع لتوليد أسئلة متنوعة للتقويم التكويني حسب تصنيف بلوم، مع التركيز على مستويات الفهم والتطبيق والتحليل؛ حيث إن هذه المستويات هي التي ركزت عليها وثيقة التقويم، كما تم أخذ مستويي الفهم والتطبيق بنسبة أعلى بعد الاستعانة بنسب توزيع المستويات في الوثيقة.

– تطبيق Plickers: وهو أداة تعليمية تستخدمها المعلمة في الصف الدراسي، حيث يعطى لكل طالبة بطاقة تتضمن "باركود" خاصاً بها، وعندما تسأل المعلمة ترفع كل طالبة بطاقتها حسب الخيار الصحيح وتقوم المعلمة بمسحها بالهاتف، ويحلل البرنامج الإجابات فوراً، مما يعطي المعلمة فرصة لتقديم التغذية الراجعة الفورية للجميع. تم اختيار هذه الأداة لافتقار المدارس لأجهزة لوحية مخصصة لكل طالبة، في حين أن هذه الأداة لا تستدعي إلهاءاً واحداً فقط للمعلمة.

كما تم استخدام مجموعة من الأدوات البحثية بغرض الإجابة عن أسئلة الدراسة، حيث تم إعداد اختبار التحصيل الدراسي، وتمت الاستعانة باستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفي من إعداد الخروصي (Alkharusi, 2011) على النحو الآتي.

الاختبار التحصيلي

يهدف الاختبار إلى قياس التحصيل الدراسي لطالبات الصف الثامن الأساسي في مادة العلوم، قبل تطبيق المعالجة التجريبية المتمثلة في التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي، إضافة إلى التحقق من أثر المعالجة التجريبية على التحصيل الدراسي للطالبات. وقد تم إعداد الاختبار للوحدتين الدراسيتين المطبق عليهما البرنامج، وفقاً لجدول المواصفات وعدد الأسئلة المدرج في وثيقة التقويم الصادرة من وزارة التربية والتعليم، والتي تتضمن ثلاث مستويات؛ المعرفة والتطبيق والاستدلال الذي يقصد به قدرة الطالبة على الاستنتاج بناء على معلومات معطاة، حيث اعتمد جدول المواصفات على الأهداف الواردة في دليل المعلم، وتمثل هذه الأهداف المهارات الأساسية المتوقع اكتسابها من قبل طلبة الصف الثامن الأساسي في مادة العلوم. ويلخص الجدول 1 مواصفات الاختبار التحصيلي، حيث تكون الاختبار في

صورته الأولى من 15 سؤالاً موضوعياً تنوعت بين الاختيار من متعدد، والصواب والخطأ، والمزاوجة، والإكمال. جدول (1): مواصفات الاختبار التحصيلي.

الوحدة الدراسية	معرفة %40	تطبيق %40	استدلال %20	المجموع
الأملاح %60	4	4	1	9
الصوت %40	2	2	2	5
المجموع	6	6	3	15

صدق الاختبار

تم التحقق من الصدق العيني للاختبار من خلال جدول المواصفات، والصدق الظاهري من خلال عرضه على المحكمين المختصين. وفي هذه الدراسة، عُرض الاختبار التحصيلي على اثني عشر محكم من المتخصصين في القياس والتقويم التربوي ومناهج وطرق تدريس العلوم من جامعة السلطان قابوس، وجامعة الشرقية، وجامعة التقنية والعلوم التطبيقية، ووزارة التربية والتعليم، كما طُلب منهم إبداء الرأي في صورة الاختبار الأولى، وبناء على آراء المحكمين، أُجريت التعديلات اللازمة على أسئلة الاختبار، من خلال تعديل الصياغة اللغوية أو تعديل الصور التوضيحية لبعض الأسئلة.

تحليل أسئلة الاختبار

تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية خارج عينة الدراسة، وتم اختيارها عشوائياً، وشملت العينة الاستطلاعية 36 طالبة من طالبات الصف الثامن الأساسي قبل التطبيق الفعلي للدراسة، بهدف تحليل أسئلة الاختبار من خلال حساب معاملات الصعوبة والتمييز للأسئلة، حيث تراوحت معاملات صعوبة مفردات الاختبار بين 0,22 و 0,64، وهي معاملات مقبولة وضمن المدى (0,2 و 0,85)، كما أن معامل صعوبة الاختبار بشكل عام يبلغ 0,52، وبعد مناسباً، أما معاملات التمييز للمفردات فقد تراوحت بين 0,21 و 0,61، وهي أعلى من 0,2، فضلاً عن أن التمييز الكلي للاختبار يبلغ 0,30، وهو كذلك أكبر من 0,2، وبالتالي يعد الاختبار التحصيلي مناسباً للتطبيق الفعلي ويمكن الإبقاء على جميع المفردات (علام، 2023).

ثبات الاختبار

تم التحقق من ثبات الاتساق الداخلي للاختبار التحصيلي، من خلال حساب معامل ألفا كرونباخ للعينة الاستطلاعية من طالبات الصف الثامن الأساسي، حيث بلغت قيمته 0,77، وتدل هذه القيمة على أن الاختبار على درجة جيدة من الثبات، وصالح للتطبيق الفعلي على عينة الدراسة (Taber, 2018).

استبانة تصورات حول بيئة التقويم الصفّي

تم استخدام استبانة تصورات حول بيئة التقويم الصفّي من إعداد الخروصي (2011، Alkharusi)، لقياس تصورات طالبات الصف الثامن الأساسي حول بيئة التقويم الصفّي، قبل تطبيق التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي وبعده. تتكون الاستبانة من محورين أساسيين، هما: بيئة التقويم الموجهة نحو التعلم وبيئة التقويم الموجهة نحو الأداء، وتضمن كل محور 9 فقرات، تدرجت بدائل الاستجابة على مقياس ليكرت الخماسي: (1= غير موافق بشدة، 2= غير موافق، 3= محايد، 4= موافق، 5= موافق بشدة). وقد تم التحقق من الخصائص السيكومترية للاستبانة بسبب التغيير الجذري للفقرات بحيث تكون متوافقة مع أهداف الدراسة الحالية.

صدق الاستبانة

تم عرض الاستبانة على اثني عشر محكم من المتخصصين في القياس والتقويم التربوي ومناهج وطرق تدريس العلوم من جامعة السلطان قابوس وجامعة الشرقية، ووزارة التربية والتعليم، وطلب منهم إبداء الرأي في صورة الاستبانة الأولية، وقد تمت إعادة صياغة الفقرات بناء على ملاحظات المحكمين، بما يتناسب مع أهداف الدراسة الحالية.

ثبات الاستبانة

تم تطبيق الاستبانة على العينة الاستطلاعية للدراسة، بهدف حساب معامل الثبات، وقد بلغت قيمة معامل ألفا كرونباخ لمحور بيئة التقويم الموجهة نحو التعلم 0,79، في حين بلغت لمحور بيئة التقويم الموجهة نحو الأداء 0,80، وهي قيم مقبولة مقارنة بمعاملات الثبات المحسوبة في دراسة الخروصي (2011، Alkharusi) وهي 0,82 للمحور الأول و0,75 للمحور الثاني، مما يؤكد صلاحية الاستبانة للتطبيق الفعلي على عينة الدراسة.

مراحل تطبيق الدراسة

هناك ثلاث مراحل لتطبيق الدراسة وهي التطبيق القبلي والمعالجة والتطبيق البعدي، وفيما يلي تفصيل للمراحل.

المرحلة الأولى: التطبيق القبلي

تم تطبيق أدوات الدراسة (الاختبار التحصيلي واستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي) قبل المعالجة على مجموعتي الدراسة (التجريبية والضابطة)، ثم إدخال البيانات في برنامج SPSS للتحقق من تكافؤ المجموعتين.

المرحلة الثانية: المعالجة

تم تدريس مجموعتي الدراسة بواسطة معلمتين مختلفتين في مدرستين مختلفتين، تم اختيارهن بترشيح من مشرفة المادة بحيث تكونا متكافئتين في الخبرة التدريسية ومستوى الأداء التدريسي، مع التأكيد عليهن بضرورة اتباع نفس أساليب وطرق التدريس، مع اختلاف أسلوب التقويم التكويني، حيث

تم استخدام التقويم التكويني الاعتيادي في المجموعة الضابطة، والتقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي في المجموعة التجريبية، وقد تم استخدام موقع كويزبوت Quizbot لتوليد أسئلة التقويم التكويني حسب مستويات تصنيف بلوم، وتطبيقها أثناء الحصة الدراسية باستخدام تطبيق بليكرز Plikers، والهدف من تطبيق بليكرز أن يكون وسيلة لعرض الأسئلة والمساعدة في تقديم التغذية الراجعة الفورية لجميع الطالبات، وتم التطبيق في وحدتين دراسيتين من كتاب العلوم للصف الثامن، وهما وحدة الأملح ووحدة الصوت.

المرحلة الثالثة: التطبيق البعدي

بعد الانتهاء من الوحدتين الدراسيتين، تم تطبيق أدوات الدراسة (الاختبار التحصيلي واستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي) مرة أخرى على مجموعتي الدراسة، ثم إدخال البيانات في برنامج SPSS لفحص الفروق في التحصيل الدراسي والتصورات حول بيئة التقويم الصفّي بعد ضبط درجات التطبيق القبلي.

المعالجة التجريبية

طبقت الدراسة على مجموعتين، مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة، وفيما يلي وصفاً لطرق المعالجة في كل مجموعة:

المجموعة التجريبية

تم تدريس هذه المجموعة وفق دليل المعلم والاستراتيجيات التي تراها المعلمة مناسبة للدروس، ولا تتدخل الباحثة في طرق وأساليب التدريس. وخلال الحصة الدراسية، قدمت المعلمة أسئلة التقويم التكويني المولدة بالذكاء الاصطناعي؛ حيث تعرض الأسئلة على تطبيق بليكرز Plikers بصيغة الاختيار من متعدد، ويكون لدى كل طالبة باركود خاص بها للإجابة على السؤال، ثم تقدم التغذية الراجعة الفورية، وفي نهاية التدريس يُظهر البرنامج ملخصاً شاملاً لجميع إجابات الطالبات ومستوياتهن.

المجموعة الضابطة

تم تدريس هذه المجموعة وفق دليل المعلم والاستراتيجيات التي تراها المعلمة مناسبة للدروس، ولا تتدخل الباحثة في طرق وأساليب التدريس، ولا يتم تغيير استراتيجيات التقويم التكويني المعتادة، مع التأكيد على المعلمة باستخدام التقويم التكويني الاعتيادي في جميع الحصص الدراسية.

إجراءات الدراسة

مرت هذه الدراسة بعدد من الخطوات الإجرائية، وفيما يلي تفصيل جميع الخطوات:

1. تصميم الدراسة، وتحديد الأدوات المناسبة لها، والتحقق من خصائصها السيكومترية.

2. الحصول على الموافقة الرسمية للتطبيق من قبل وزارة التربية والتعليم.

3. اختيار مدرستين لتطبيق الدراسة، بناء على استعداد المعلمات للتعاون، وترشيح مشرفة المادة للمعلمات المتكافئات في مستوى الخبرة التدريسية والأداء التدريسي، واختيار شعبة عشوائية من الصف الثامن الأساسي من كل مدرسة.

4. التنسيق مع المعلمتين، وشرح طريقة تطبيق الدراسة، وتزويد معلمة المجموعة التجريبية بدليل استخدام برنامج بليكرز.

5. التطبيق القبلي لأدوات الدراسة للمجموعتين التجريبية والضابطة.

6. التأكد من تكافؤ المجموعات في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي واستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي.

7. تنفيذ التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي للمجموعة التجريبية خلال فترة بلغت أربعة أسابيع دراسية، حيث تم تجهيز جميع الدروس على تطبيق بليكرز بعد توليد الأسئلة بالمستويات المختلفة من خلال موقع Quizbot.ai، كما تم التأكيد على معلمة المجموعة الضابطة بضرورة استخدام التقويم التكويني الاعتيادي خلال الحصص الدراسية.

8. التطبيق البعدي لأدوات الدراسة للمجموعتين التجريبية والضابطة بعد الانتهاء من المعالجة التجريبية مباشرة.

9. تحليل البيانات باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الإنسانية (SPSS)، وإجراء المعالجات الإحصائية المناسبة.

الأساليب الإحصائية

تم استخدام معامل الثبات ألفا كرونباخ لحساب معامل الثبات لأدوات الدراسة. وللإجابة عن السؤال الأول، تم استخدام اختبار "ت" للعينات المستقلة؛ والتحقق من استيفاء شروط الاختبار من حيث الاعتدالية وتجانس التباين. وللإجابة عن السؤال الثاني، تم استخدام تحليل التباين المتعدد MANOVA؛ والتحقق من استيفاء شروط التحليل من حيث الاعتدالية متعددة التغير، وتجانس مصفوفة التباين-التغاير، والخطية، وظاهرة الارتباط المتعدد.

نتائج الدراسة ومناقشتها

السؤال الأول: هل توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) في متوسطات التحصيل الدراسي في الاختبار البعدي لمادة العلوم بين مجموعتي الدراسة التجريبية (استخدام تقويم تكويني معتمد على الذكاء الاصطناعي) والمجموعة الضابطة (تقويم تكويني اعتيادي) لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في محافظة مسقط بسلطنة عمان؟

للإجابة عن السؤال، تم أولاً التأكد من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة في التحصيل الدراسي، حيث تم استخدام اختبار "ت" للعينات المستقلة لفحص الفروق في درجات الاختبار التحصيلي القبلي، ويوضح الجدول 2 نتائج اختبار "ت" للمجموعتين الضابطة والتجريبية للاختبار التحصيلي القبلي، ويبين تقارب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للمجموعتين، حيث لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين المجموعتين، مما يدل على تكافؤ المجموعتين.

جدول (2): نتائج اختبار "ت" للعينات المستقلة للتحقق من التكافؤ بين المجموعتين التجريبية والضابطة في الاختبار التحصيلي القبلي.

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجة الحرية	القيمة الاحتمالية	حجم الأثر
التجريبية	34	11.47	2.57	3.08	68	0.003	0.35
الضابطة	36	9.42	2.98				

ولمعرفة ما إذا كانت هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في الاختبار البعدي للتحصيل الدراسي، تم استخدام اختبار "ت" للعينات المستقلة، والجدول 3 يلخص نتائج ذلك.

جدول (3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة ت لدرجات مجموعتي الدراسة في الاختبار البعدي للتحصيل الدراسي.

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجة الحرية	القيمة الاحتمالية	حجم الأثر
التجريبية	34	11.47	2.57	3.08	68	0.003	0.35
الضابطة	36	9.42	2.98				

يتضح من الجدول 3 أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين متوسط درجات الطالبات في المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لصالح المجموعة التجريبية، ويشير حجم الأثر باستخدام مربع إيتا (0.35) إلى وجود حجم أثر كبير حسب معايير كوهين (Cohen, 1988)، حيث إن 35% من التباين في درجات الاختبار البعدي للتحصيل الدراسي يعزى إلى المعالجة التجريبية، كما بلغ حجم الأثر باستخدام Cohen's d (0.75)، وهو يشير إلى أن متوسط درجات الاختبار البعدي للتحصيل الدراسي للمجموعة التجريبية أعلى بمقدار ثلاثة أرباع انحرافات معيارية عن متوسط درجات الاختبار البعدي للتحصيل الدراسي للمجموعة الضابطة.

وتدل هذه النتيجة على الأثر الإيجابي للتقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي في ارتفاع مستوى تحصيل طالبات المجموعة التجريبية مقارنة بالمجموعة الضابطة، وتتفق مع نتائج الدراسات التي استخدمت التقويم التكويني المعتمد على التكنولوجيا مثل دراسة دالبي وسوان (Swan & Dalby, 2019) ودراسة يولاني وآخرون (Yuliani et al., 2020)، ودراسة جرير وآخرون (Grier et al., 2021). وهذا يعني أن التقويم التكويني المعتمد على الذكاء

المجموعة	عدد الطالبات	المحور الأول		المحور الثاني	
		المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية	34	4,13	0,46	2,56	0,81
الضابطة	36	3,88	0,48	2,95	0,79

وتشير نتائج تحليل التباين المتعدد أن قيمة ويلكس لامبدا بلغت 0,884، وهي قيمة دالة إحصائياً حيث بلغت قيمة ف 4,41 بدرجات حرية (2، 67) وقيمة احتمالية 0,016، وهذه النتيجة تدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة 0,05 بين طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التصورات حول بيئة التقويم الصفّي، ويشير حجم الأثر أن المعالجة التجريبية تفسر 11,6% من التباين بين استجابات طالبات المجموعتين للتطبيق البعدي لاستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي. ويلخص الجدول 6 نتائج التحليل الأحادي لمعرفة الفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة في كل محور من محاور استبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي.

جدول (6): نتائج تحليل التباين الأحادي لمجموعتي الدراسة وفق محاور التطبيق البعدي لاستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي.

المحور	مصدر التباين	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف (1، 68)	القيمة الاحتمالية	حجم الأثر
المحور الأول: بيئة التقويم الموجهة نحو التعلم	المجموعة	1,10	1,10	4,84	0,031	0,06
	الخطأ	15,51	0,22			
المحور الثاني: بيئة التقويم الموجهة نحو الأداء	المجموعة	2,69	2,69	4,16	0,045	0,06
	الخطأ	44,00	0,64			

يتضح من الجدول 6 وجود فروق ذات دلالة إحصائية في كلا المحورين، فبالنسبة لمحور بيئة التقويم الموجهة نحو التعلم، فإن حجم الأثر يشير إلى أن المعالجة التجريبية تفسر 7% من التباين بين طالبات المجموعتين في التصورات حول بيئة التقويم الصفّي على أنها موجهة نحو التعلم، حيث تشير المتوسطات الحسابية لدرجات طالبات المجموعتين على المحور كما في الجدول 5 إلى أن طالبات المجموعة التجريبية يعتقدن بأن بيئة التقويم الصفّي موجهة نحو التعلم أكثر من طالبات المجموعة الضابطة.

أما بالنسبة لمحور بيئة التقويم الموجهة نحو الأداء، فإن حجم الأثر يشير إلى أن المعالجة التجريبية تفسر 6% من التباين بين طالبات المجموعتين في التصورات حول بيئة التقويم الصفّي على أنها موجهة نحو الأداء، حيث تشير المتوسطات الحسابية لدرجات طالبات المجموعتين على المحور كما في الجدول 5 أن طالبات المجموعة الضابطة يعتقدن بأن بيئة التقويم الصفّي موجهة نحو الأداء أكثر من طالبات المجموعة التجريبية.

تشير هذه النتائج إلى أن استخدام التقويم التكويني المعتمد على الذكاء الاصطناعي في مادة العلوم عزز بيئة تقويم صفّي فعالة ومحفزة للطالبات نحو الفهم والتعلم. ويمكن إرجاع هذه النتائج إلى أثر إدخال التكنولوجيا في التقويم الصفّي بشكل عام، واستخدام الذكاء الاصطناعي بشكل خاص، حيث أنه يعزز بيئة تقويم محفزة وعادلة لجميع الطالبات (Yuliani *et al.*,

الاصطناعي قد ساعد الطالبات في اكتساب المعارف والمهارات العلمية بشكل أفضل، فانعكس ذلك على أدائهن في الاختبار التحصيلي البعدي.

ويمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى الخصائص والمميزات التي يتمتع بها موقع كويكبوت، حيث ساعد توظيفه على تنويع أسئلة التقويم التكويني من حيث مستوى الصعوبة والمستوى المعرفي، مما أتاح للمعلمة مراعاة الفروق الفردية بين الطالبات، وتقديم التغذية الراجعة الفورية، ومناقشتها خلال الحصة الصفية، وتحديد نقاط القوة لدى الطالبات وتعزيزها، والوقوف على نقاط الضعف ومعالجتها، وتقديم توجيهات لكل طالبة. وهذا يتفق مع الأدبيات؛ حيث بإمكان برامج الذكاء الاصطناعي تصميم أنشطة تكوينية مخصصة لكل طالب بناءً على مستواه التحصيلي (أحمد، 2010؛ البجق، 2023؛ عبد الجواد وآخرون، 2019؛ مازن، 2020).

السؤال الثاني: هل توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) في التصورات حول بيئة التقويم الصفّي في مادة العلوم بين مجموعتي الدراسة التجريبية (استخدام تقويم تكويني معتمد على الذكاء الاصطناعي) والمجموعة الضابطة (استخدام تقويم تكويني اعتيادي) لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في محافظة مسقط بسلطنة عمان؟ للإجابة عن السؤال، تم أولاً استخدام تحليل التباين المتعدد للتحقق من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة في التصورات حول بيئة التقويم الصفّي، ويوضح الجدول 4 نتائج التحليل للمجموعتين الضابطة والتجريبية لاستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي في التطبيق القبلي، والذي يبين تقارب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للمجموعتين في كل محور، حيث لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين المجموعتين، مما يدل على تكافؤهما.

جدول (4): تحليل التباين المتعدد للتحقق من التكافؤ بين المجموعة التجريبية والضابطة في استبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي القبلي.

المجموعة	العدد	المحور	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ويلكس لامبدا	القيمة الاحتمالية
التجريبية	34	الأول	4,09	0,47	0,95	0,20
		الثاني	2,81	0,66		
		الأول	3,88	0,49		
الضابطة	36	الثاني	2,95	0,79		

ويوضح الجدول 5 المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات المجموعتين في محاور الاستبانة للتطبيق البعدي، حيث يتضح من الجدول 5 أن هناك فروق بين متوسطات استجابة الطالبات في المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة وفقاً لمحاور الاستبانة، حيث يمثل المحور الأول بيئة التقويم الموجهة نحو التعلم، والمحور الثاني بيئة التقويم الموجهة نحو الأداء.

جدول (5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات المجموعتين التجريبية والضابطة للتطبيق البعدي لاستبانة التصورات حول بيئة التقويم الصفّي وفقاً لمحاور الاستبانة.

- **توافر البيانات والمواد:** تم جمعها بطرق ممنهجة وصحيحة.
- **مساهمة المؤلفين:** ساهم جميع المؤلفين في اثناء البحث العلمي.
- **تضارب المصالح:** لا يوجد تضارب للمصالح.
- **التمويل:** لا يوجد أي تمويل أو دعم مالي من أي جهة.
- **شكر وتقدير:** الشكر موصول لجامعة السلطان قابوس ولوزارة التربية والتعليم.

Open Access

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

المراجع

- أبو علام، رجاء. (2007). *مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية*. دار النشر للجامعات.
- أحمد، علي. (2010). *التحصيل الدراسي وعلاقته بالقيم الإسلامية التربوية*. مكتبة حسن العصرية.
- أمبوسعيد، عبد الله. والبريدية، عزة. والحوسنية هدى. (2019). *استراتيجيات المعلم للتدريس الفعال*. دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- أمبوسعيد، عبد الله. والعفيفي، منى. (2020). *التقويم الصفّي الفعال*. الطبعة الأولى. دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
- البجق، معتز. (2023). *درجة تطبيق المعلمين لأساليب القياس والتقويم وفقا لمعايير التقويم التربوي العالمية من وجهة نظرهم*. مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، 31(4)، 318 - 340.

(2020)، من خلال تعريضهن لأنشطة تقويم صفي متنوعة، ذات معنى، تراعي الفروق الفردية في التعلم، وتركز على التفكير والفهم، وتوفر تغذية راجعة فورية تهدف إلى تحسين مستوى الأداء للطالبة بصورة مستقلة (Agbahe et al., 2018; Alkharusi, 2011; Hussain & Rizvi, 2018). كما تعزى هذه النتيجة كذلك إلى تفعيل التغذية الراجعة الفورية لجميع الطالبات، حيث ترفع من دافعية الطالبات نحو التعلم، وتعزز من التفاعل والنشاط خلال التقويم التكويني، لا سيما عند تعزيز الإجابات الصحيحة مباشرة، كما أنها بيئة محفزة لمعرفة نقاط القوة وجوانب التطوير (الطراونة، 2005).

التوصيات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة الحالية، يمكن تقديم التوصيات التالية:

1. تقديم المعنيين بالمناهج طرقا واضحة لمعلمي العلوم حول كيفية توظيف الذكاء الاصطناعي في التقويم التكويني في مادة العلوم.
2. قيام المسؤولين عن التقويم التربوي في وزارة التربية والتعليم بإدراج برامج الذكاء الاصطناعي في منظومة تقويم تعلم الطلبة.
3. إصدار الجهات المختصة بوزارة التربية والتعليم أدلة تدريبية لأهم مواقع الذكاء الاصطناعي المختصة بالتقويم الصفّي.
4. تشجيع المعلمين على توظيف برامج الذكاء الاصطناعي في التقويم التكويني في الحصة الدراسية.

المقترحات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة الحالية، يمكن تقديم المقترحات التالية للدراسات المستقبلية:

1. إجراء دراسات مماثلة لدراسة أثر تقويم معتمد على الذكاء الاصطناعي في التحصيل الدراسي باستخدام مواقع وتطبيقات أخرى.
2. إجراء دراسات مماثلة لمعرفة أثر التقويم الصفّي المعتمد على الذكاء الاصطناعي على متغيرات أخرى متعلقة بنواتج تعلم الطلبة في مواد دراسية مختلفة ومراحل صفية مختلفة.
3. إجراء دراسة أثر استخدام أساليب أخرى من التقويم الصفّي معتمدة على الذكاء الاصطناعي على التحصيل الدراسي، ومتغيرات تربوية ونفسية أخرى مرتبطة بنواتج تعلم الطلبة.

بيانات الإفصاح

- **الموافقة الأخلاقية والموافقة على المشاركة:** تم حسب الأصول المتعارف عليها.

- ثانوي. مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، 95، 72 - 88.
- الفاخري، سالم. (2005). التحصيل الدراسي والعوامل المؤثرة فيه. مجلة جامعة سبها للعلوم الإنسانية، 4(2)، 102 - 113.
- الفايز، ابتسام. (2018). أثر استخدام التقويم القائم على الأداء في تحسين التحصيل العلمي والاتجاهات العلمية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في مادة العلوم. (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الأردنية.
- القحطاني، حمد. (2018). أثر استخدام أساليب التقويم التكويني على التحصيل الدراسي في مقرر العلوم لدى طلبة الصف الثاني المتوسط. المجلة الدولية للعلوم التربوية والنفسية، 18، 61 - 102.
- مازن، حسام. (2020). تكنولوجيا تعليم العلوم في عصر الرقمنة. دار العلم والإيمان للنشر والتوزيع.
- المحاسنة، إبراهيم. والمهيدات، عبد الحكيم. (2016). القياس والتقويم الصفّي. دار جرير للنشر والطباعة.
- وزارة التربية والتعليم. (2023). الكتاب السنوي للإحصاءات التعليمية. سلطنة عمان.
- البرغوثي، سارة. (2022). أثر استخدام تطبيق مبني على الذكاء الاصطناعي في تحصيل ودافعية تعلم اللغة الإنجليزية لطلبة المرحلة الأساسية والصعوبات التي تواجههم. (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الشرق الأوسط.
- اليوسعيدي، أمل. (2005). التقويم التكويني: أسسه النظرية وخصائصه. رسالة التربية، 8، 82 - 87.
- الجابري، هدى. (2005). فاعلية استخدام خرائط المفاهيم في التقويم التكويني على تحصيل المفاهيم الجغرافية لدى طالبات الصف العاشر. (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة السلطان قابوس.
- الروقي، عبد العزيز. (2017). درجة ممارسة معلمي العلوم الطبيعية لأساليب التقويم الإلكتروني في المرحلة المتوسطة بمدينة الرياض. (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.
- عبد الجواد، سيد. ومحمود، عبد الرحمن. والشيخ، هاني. (2019). أثر نمط التغذية الراجعة المقدمة من خلال برنامج قائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات البرمجة لدى طلبة الصف الثالث من الحلقة الثانية من التعليم الأساسي. مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية، 4(12)، 179-219.
- العبري، عبد الله. (2017). أثر التقويم الإلكتروني في مستوى قلق الاختبار والتحصيل في مادة العلوم لدى طلبة الصف الثامن. (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة السلطان قابوس.
- العسيري، صالحه. (2018). مدى توافر معايير التقويم التكويني في مقرر الفيزياء لطالبات الصف الثاني ثانوي. مجلة كلية التنمية البشرية، 4، 113 - 158.
- عفاف، يوسف. (2021). أثر التدريب على نماذج اختبارات البرنامج الدولي لتقييم الطلبة (PISA) في تحسين أداء طلبة الصف العاشر في اختبارات فهم المقروء في مديرية التربية والتعليم للواء قصبه إربد. مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية)، 35(2)، 199-220. <https://doi.org/10.35552/0247-035-002-002>.
- علام، صلاح الدين. (2023). الاختبارات والمقاييس النفسية والتربوية. دار الفكر.
- عمر، محمود. وفخرو، حصة. والسبيعي، تركي. وتركي، آمنة. (2010). القياس النفسي والتربوي. دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- العوفي، هالة. والزعبي، عبد الله. (2023). فاعلية برنامج تعليمي مقترح في الذكاء الاصطناعي وقياس أثره في تنمية مهارات التفكير الحاسوبي لدى طالبات الصف الأول

scientific attitudes among eighth-grade female students in science [Unpublished master's thesis]. University of Jordan.

- Al-Jabri, H. (2005). *The effectiveness of using concept maps in formative assessment on the achievement of geographical concepts among tenth grade female students* [Unpublished master's thesis]. Sultan Qaboos University.
- Alkharusi, H. (2015). An evaluation of the measurement of perceived classroom assessment environment. *International Journal of Instruction*, 8(2), 45-54.
- Alkharusi, H. (2011). Development and datametric properties of a scale measuring students' perceptions of the classroom assessment environment. *International Journal of Instruction*, 4(1), 105-120.
- Allam, S. (2023). *Psychological and educational tests and measures*. Dar Al-Fikr.
- Al-Mahasneh, I., & Al-Mahidat, A. (2016). *Classroom measurement and evaluation*. Jarir Publishing and Printing House.
- Al-Qahtani, H. (2018). The effect of using formative assessment methods on academic achievement in the science course among second-year intermediate students. *International Journal of Educational and Psychological Sciences*, 18, 61-102.
- Al-Ruqi, A. (2017). *The degree to which natural sciences teachers practice electronic assessment methods in the middle school in Riyadh* [Unpublished master's thesis]. Imam Muhammad Bin Saud Islamic University.
- Ambusaidi, A., & Al-Afifi, M. (2020). *Effective classroom evaluation* (1st ed.) Dar Al Masirah for Publishing and Distribution.
- Ambusaidi, A., Al-Baridiya, A., & Al-Hosaniyah H. (2019). *Teacher strategies for effective teaching*. Dar Al Masirah for Publishing and Distribution.
- Ardura, D., & Galán, A. (2019). The interplay of learning approaches and self-efficacy in secondary school students' academic achievement in science. Kwara State, Nigeria. *Nitte Management Review*, 11(1), 1-21.
- Ahmed, A. (2010). *Academic achievement and its relationship to islamic educational values*. Hassan Modern Library .
- Al Abri, A. (2017). *The effect of electronic assessment on the level of test anxiety and achievement in science among eighth grade students* [Unpublished master's thesis]. Sultan Qaboos university.
- Al Busaidi, A. (2005). Formative assessment: Its theoretical foundations and characteristics. *Education Letter*, 8, 82-87.
- Al Fakhri, S. (2005). Academic achievement and the factors affecting it. *Sebha University Journal of Human Sciences*, 4(2), 102-113.
- Al-Asiri, S. (2018). The availability of formative assessment standards in the physics course for second year secondary school female students. *Journal of the College of Human Development*, 4, 113-158.
- Al-Awfi, H., & Al-Zoubi, A. (2023). The effectiveness of a proposed educational program in artificial intelligence and measuring its impact in developing computer thinking skills among first year secondary school female students. *Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences*, 95, 72-88.
- Al-Baqq, M. (2023). The degree to which teachers apply measurement and evaluation methods in accordance with international educational evaluation standards from their point of view. *Islamic University Journal for Educational and Psychological Studies*, 31(4), 318-340.
- Al-Barghouti, S. (2022). *The effect of using an application based on artificial intelligence on the achievement and motivation of learning the English language for basic stage students and the difficulties they face* [Unpublished master's thesis]. Middle East University.
- Al-Fayez, I. (2018). *The effect of using performance-based assessment in improving academic achievement and*

- Mazen, H. (2020). *Science education technology in the age of digitalization*. Dar Al-Ilm wal-Iman for Publishing and Distribution.
- Memarian, B., & Doleck, T. (2024). A review of assessment for learning with artificial intelligence. *Computers in Human Behavior : Artificial Humans*, 2, 1-11.
- Ministry of Education (2023). *Educational Statistics Yearbook*. Sultanate of Oman.
- Omar, M., Fakhro, H., Al-Subaie, T., & Turki, A. (2010). *Psychological and educational measurement*. Dar Al Masirah for Publishing and Distribution.
- Owan, V. J., Abang, K. B., Idika, D. O., Etta, E. O., & Bassey, B. A. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence tools in educational measurement and assessment. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(8), 1-15.
- Samuel, K. J. (2024). The role of artificial intelligence in educational assessment. *EURASIAN Journal of Scientific and applied research*, 5(2), 44-48.
- Stone, P., Brooks, R., Brynjolfsson, E., Calo, R., Etzioni, O., Hager, G., & Teller, A. (2022). *Artificial intelligence and life in 2030: the one-hundred-year study on artificial intelligence*. *arXiv preprint*.
- Taber, K. (2018). The Use of Cronbach's Alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48, 1273–1296.
- Víctor, G., Paz, P., & Rosabel, R. (2021). Artificial Intelligence for Student Assessment: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 11(12), 54-67.
- Yuliani, N., Sugiarti, Y., & Rahayu, D. (2020). Using technology for formative assessment in food preservation learning. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 13(2), 110-119.
- *International Journal of Science Education*, 41(13), 1723-1743.
- Bagunaid, W., Chilamkurti, N., & Veeraraghavan, P. (2022). AISAR: Artificial Intelligence-Based Student Assessment and Recommendation System for E-Learning in Big Data. *Sustainability*, 14(17), 10551.
- Bibon, B. (2022). Teachers' instructional practices and learners' academic achievement in science. *Contemporary mathematics and science education*, 3(1), ep22007.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge.
- Dalby, D., & Swan M. (2019). Using digital technology to enhance formative assessment in mathematics classrooms. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 832-845.
- Grier, D., Lindt, S., & Miller, S. (2021). Formative assessment with game-based technology. *International Journal of Technology in Education and Science*, 5(2), 193-202.
- Hussain, R., & Rizvi, A. (2018). Effect of classroom learning environment on students' academic achievement in mathematics at secondary level. *Bulletin of Education and Research* 40(2), 207-218.
- Maria, V. (2020). Technology of formative assessment in teaching philological disciplines in university and school. *Science in School*, 138-147.
- Martínez, M., & Torres, J. (2023). Impact of artificial intelligence on assessment methods in primary and secondary education: Systematic literature review. *Revista de psicodidáctica*, 28(2), 93-103.