Journal Of the Iraqia University (76-4) 31 July (2026)

ISSN(Print): 1813-4521 OnLine ISSN:2663-7502
Journal Of the Iraqia University
available online at
https://iasj.rdd.edu.iq/journals/journal/view/247

توظيف الذكاء الاصطناعي في تحسين استراتيجيات تدريب الرياضيات وتطوير المناهج الحديثة

نور ماجد جعفر حيدر الموسوي

وزارة التربية مديرية تربية محافظة واسط

Employing Artificial Intelligence to Improve Mathematics Training Strategies and Develop Modern Curricula

Inst. NOOR MAJID JAFAR HAIFER ALMUSAWI
Ministry of Education / Wasit Governorate Education Directorate
nmajd204@gmail.com

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى دراسة توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين استراتيجيات تدريب الرياضيات وتطوير المناهج الحديثة، من خلال تحليل إمكانات هذه التقنيات في معالجة المشكلات التعليمية المرتبطة بضعف الاستيعاب المفاهيمي، وتفاوت مستويات المتعلمين، وقصور أساليب التدريب والتقويم التقليدية. وينطلق البحث من فرضية مفادها أن الدمج المنهجي والمدروس للذكاء الاصطناعي ضمن بيئات تعليم الرياضيات يسهم في رفع كفاءة التدريب، وتحسين نواتج التعلم، وتطوير المناهج بما يتلاءم مع متطلبات العصر الرقمي.اعتمد البحث المنهج الوصفي–التحليلي في تناول موضوعه، مستندًا إلى مراجعة الأدبيات التربوية والدراسات الحديثة ذات الصلة بالذكاء الاصطناعي في التعليم وتدريس الرياضيات، وتحليل النماذج والتطبيقات التعليمية المعاصرة. وقد انتظم البحث في هيكلية علمية واضحة؛ إذ جاء بعد المقدمة والمنهجية إطارٌ نظري وتطبيقي قُسِّم إلى ثلاثة مباحث رئيسة. تناول المبحث الأول دور الذكاء الاصطناعي في تشخيص الفروق الفردية بين المتعلمين ومعالجة صعوبات تعلم الرياضيات من خلال أنظمة التعلم المتكيف والتحليلات التعليمية. أما المبحث الثاني فاختص بدراسة أثر الذكاء الاصطناعي في تحسين استراتيجيات تدريب الرياضيات داخل الصف، ولا سيما في مجالات التغذية الراجعة الفورية، والتعلم للإتقان، والتقويم البنائي. في حين ركّز المبحث الثالث على إسهام الذكاء الاصطناعي في تطوير المناهج الرياضية الحديثة، وتعزيز الاستيعاب المفاهيمي، ودمج مهارات التفكير العليا، مع مراعاة الجوانب الأخلاقية وحوكمة البيانات التعليمية.وفي ضوء ما تقدم، خلص البحث إلى مجموعة من النتائج التي بيّنت فاعلية الذكاء الاصطناعي في دعم العملية التعليمية عند توظيفه ضمن إطار تربوي منظم، كما قدّم جملة من التوصيات العملية التي يمكن أن تسهم في تطوير تدريب الرياضيات والمناهج الدراسية في المؤسسات التعليمية، واختُتم البحث بخاتمة أبرزت أهم الاستنتاجات وآفاق البحث المستقبلية.

الكلمات المفتاحية :الذكاء الاصطناعي، تدريب الرياضيات، التعلم المتكيف، التحليلات التعليمية، تطوير المناهج، التقويم البنائي، توليد المسائل.

Abstract

This study aims to examine the employment of artificial intelligence (AI) technologies in improving mathematics training strategies and developing modern curricula by analyzing the potential of these technologies to address educational problems related to weak conceptual understanding, disparities in learners' levels, and the limitations of traditional training and assessment methods. The study is based on the hypothesis that the systematic and well-planned integration of AI into mathematics learning environments contributes to increasing training efficiency, improving learning outcomes, and developing curricula in line with the requirements of the digital age.The study adopts the descriptive–analytical approach, drawing on a review of educational literature and recent studies related to AI in education and mathematics teaching, as well as an analysis of contemporary educational models and applications. The research is organized within a clear scientific structure; following the introduction and methodology, a theoretical and applied framework is presented, divided into three main sections. The first section addresses the role of AI in diagnosing individual differences among learners and treating mathematics learning difficulties through adaptive learning systems and learning analytics. The second section examines the impact of AI on improving mathematics training

strategies in the classroom, particularly in the areas of immediate feedback, mastery learning, and formative assessment. The third section focuses on the contribution of AI to the development of modern mathematics curricula, the enhancement of conceptual understanding, and the integration of higher-order thinking skills, while taking into account ethical considerations and the governance of educational data.In light of the above, the study concludes with a set of results demonstrating the effectiveness of AI in supporting the educational process when employed within a structured pedagogical framework. It also presents a number of practical recommendations that may contribute to the development of mathematics training and school curricula in educational institutions. The study is concluded with a final section highlighting the main findings and future research perspectives.**Keywords:** Artificial intelligence, mathematics training, adaptive learning, learning analytics, curriculum development, formative assessment, problem generation.

المقدمة

يشهد العالم المعاصر تحولات متسارعة في مختلف المجالات العلمية والتقنية، وكان للذكاء الاصطناعي النصيب الأبرز من هذه التحولات، ولا سيما في ميدان التعليم، حيث لم يعد دوره مقتصرًا على كونه أداة تقنية مساندة، بل أصبح أحد المحركات الرئيسة لإعادة تشكيل النظم التعليمية، وطرائق التدريس، وأساليب التدريب، وآليات التقويم. وفي ظل هذه التطورات، برزت الحاجة إلى إعادة النظر في تعليم الرياضيات على وجه الخصوص، بوصفه أحد أكثر التخصصات الدراسية تأثرًا بالتغيرات التكنولوجية، وأكثرها ارتباطًا بتنمية التفكير المنطقي والتحليلي وحل المشكلات. وتُعد الرياضيات مادة أساسية في بناء القدرات العقلية للمتعلمين، إذ تسهم في تنمية مهارات الاستدلال، والتجريد، والنمذجة، واتخاذ القرار، غير أن الواقع التعليمي يشير إلى وجود تحديات مزمنة في تدريسها وتدريبها، من أبرزها ضعف الاستيعاب المفاهيمي لدى المتعلمين، وهيمنة الأساليب التقليدية القائمة على التلقين والحفظ الإجرائي، إضافة إلى اتساع الفروق الفردية داخل الصف الواحد، وما يرافق ذلك من انخفاض الدافعية وارتفاع مستويات القلق المرتبط بتعلم الرياضيات. وتزداد هذه التحديات تعقيدًا في ظل مناهج دراسية مكتظة بالمحتوى، ووقت تدريسي محدود، وأساليب تقويم تركز على الناتج النهائي أكثر من تركيزها على مسار التعلم ذاته. (الأسدي، ، نصر الله، أحمد سالم (٢٠٢٢)في هذا السياق، يبرز الذكاء الاصطناعي بوصفه أفقًا واعدًا لمعالجة كثير من الإشكاليات المرتبطة بتدريب الرياضيات وتطوير مناهجها الحديثة، لما يمتلكه من قدرات متقدمة في تحليل البيانات التعليمية، وبناء نماذج تعلم فردية، وتقديم محتوى تدريبي متكيف يتلاءم مع مستوى كل متعلم، فضلًا عن توفير تغذية راجعة فورية ودقيقة تسهم في تصحيح الأخطاء وتعميق الفهم. كما تتيح تطبيقات الذكاء الاصطناعي إمكانية الانتقال من نموذج "التدريس الموحّد" إلى نموذج "التعلم المتمركز حول المتعلم"، وهو ما يتماشى مع التوجهات التربوية الحديثة التي تؤكد على مراعاة الفروق الفردية وتحقيق العدالة التعليمية. ولا يقتصر دور الذكاء الاصطناعي على تحسين استراتيجيات التدريب الصفّي في الرياضيات، بل يمتد ليشمل تطوير المناهج الدراسية ذاتها، من خلال إعادة تصميم المحتوى وفق تسلسل معرفي منطقي، وربط الأهداف التعليمية بالأنشطة التدريبية والتقويم البنائي، وإدماج مهارات التفكير العليا ومهارات القرن الحادي والعشرين، مثل التفكير الحاسوبي، وتحليل البيانات، وحل المشكلات الواقعية. كما يمكن للذكاء الاصطناعي أن يسهم في بناء مناهج مرنة وقابلة للتحديث المستمر، تستند إلى الأدلة المستخلصة من بيانات التعلم الفعلية، بدل الاعتماد على افتراضات نظرية مجردة.

ومع ذلك، فإن توظيف الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات لا يخلو من تحديات تربوية وأخلاقية، تتعلق بخصوصية البيانات التعليمية، وإمكانات التحيز الخوارزمي، ودور المعلم في ظل الأنظمة الذكية، فضلًا عن مخاطر الاعتماد المفرط على الحلول الآلية على حساب تنمية التفكير الرياضي العميق. ومن هنا تبرز أهمية تبني رؤية متوازنة تنظر إلى الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة داعمة للعملية التعليمية، لا بديلًا عن المعلم أو عن التفاعل الإنساني داخل الصف.وانطلاقًا مما سبق، يسعى هذا البحث إلى تسليط الضوء على توظيف الذكاء الاصطناعي في تحسين استراتيجيات تدريب الرياضيات وتطوير المناهج الحديثة، من خلال تحليل علمي ومنهجي يربط بين النظرية والتطبيق، ويعالج أبرز المشكلات التعليمية المرتبطة بتدريس الرياضيات، ويقترح نماذج عملية قابلة للتنفيذ في المؤسسات التعليمية. كما يهدف البحث إلى الإسهام في إثراء الأدبيات التربوية العربية في هذا المجال، وفتح آفاق جديدة للباحثين وصنّاع القرار التربوي نحو استثمار التقنيات الذكية في تطوير تعليم الرياضيات بما ينسجم مع متطلبات العصر الرقمي.تمثل الرياضيات قلبًا معرفيًا لمهارات القرن الحادي والعشرين؛ فهي تُنمّي التفكير المنطقي وحل المشكلات والنمذجة واتخاذ القرار. ومع ذلك، تعاني كثير من البيئات التعليمية من فجوة بين أهداف المنهج وواقع الممارسة الصفية، تظهر في ضعف الاستيعاب المفاهيمي، والاعتماد على الحفظ الإجرائي، وارتفاع قلق الرياضيات، وتفاوت فرص التعلم بين الطلبة. هنا تبرز قيمة الذكاء الاصطناعي كرافعة تربوية يمكنها توفير مسارات تعلم شخصية، ورفع جودة التغذية الراجعة، وتقديم تشخيص دقيق للأخطاء، وتوفير أنشطة تدريب متدرجة تناسب الفروق الفردية. (عبد الله، ٢٠٢١)لم يعد الذكاء الاصطناعي مجرد "أداة تقنية"، بل أصبح منظومة حلول قادرة على تحليل بيانات تعلم

ضخمة، وبناء نماذج لتوقع التعثر، واقتراح تدخلات علاجية، وتوليد مسائل جديدة، ودعم المعلم في التخطيط والتقويم. لكن نجاحه مشروط بإطار تربوي واضح: كيف نعرّف "التقدم" في الرياضيات؟ وما المعايير التي تضبط جودة الأسئلة المولّدة؟ وكيف نضمن عدم انحياز النماذج ضد فئات أو مدارس معينة؟ هذه الأسئلة تجعل موضوع البحث راهنًا ومهمًا لبرامج التطوير التربوي وتحديث المناهج . (Baker & Inventado,2014) كما تتجه المناهج الحديثة عالميًا نحو التركيز على الكفايات: الاستدلال، التمثيل، التواصل الرياضي، النمذجة، وربط الرياضيات بالحياة. وتحتاج هذه المناهج إلى تدريب صفّي غني بالأنشطة، وتقييم بنائي مستمر، ومصادر تعلم رقمية تفاعلية. ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يُسهم في سد فجوات التطبيق عبر أدوات تعلم متكيف، وأنظمة تدريس ذكية، ومساعدات حوارية تعليمية، شرط ألا تُستبدل وظيفة المعلم؛ بل تُدعَم وتُعزَّز.

منهجية البحث

اعتمد البحث منهجًا وصفيًا–تحليليًا يقوم على: (١) تحليل أدبيات الذكاء الاصطناعي في التعليم والرياضيات، (٢) تحديد مشكلات تدريب الرياضيات الأكثر شيوعًا، (٣) ربط كل مشكلة بحلول ذكاء اصطناعي مناسبة،كما استندت الدراسة إلى مبادئ التقويم البنائي والتغذية الراجعة الفعالة باعتبارها محورًا لتحسين التدريب. فالذكاء الاصطناعي—مهما بلغ—لن يحقق أثرًا إن لم يكن جزءًا من دورة تعليمية: هدف تعلم واضح → نشاط تدريبي → استجابة المتعلم → تغذية راجعة → إعادة محاولة/إثراء → قياس تقدّم. ومن هنا تم توظيف إطار "التعلم للإتقان" ومبادئ التغذية الراجعة لضبط تصميم الحلول المقترحة.

أهداف البحث

يهدف البحث إلى:

١. توضيح مفهوم توظيف الذكاء الاصطناعي في تدريب الرياضيات وتطوير المناهج الحديثة .

٢. تشخيص أبرز مشكلات تدريب الرياضيات (المفاهيم، الفروق الفردية، التقويم، الدافعية)

٣. تقديم حلول ذكاء اصطناعي مرتبطة بكل مشكلة ضمن إطار تربوي محكوم

فرضية البحث

يفترض البحث أن الدمج المنهجي للذكاء الاصطناعي في تدريب الرياضيات—ضمن سياسة بيانات وأخلاقيات واضحة وتدريب مهني للمعلمين—يؤدي إلى تحسن ملموس في التحصيل والاستيعاب المفاهيمي وتقليل الأخطاء النمطية، مقارنة بالتدريب التقليدي وحده، مع رفع كفاءة التقويم البنائي وتخصيص التعلم .

أهمية البحث

تنبع أهمية البحث من كونه يعالج فجوة تطبيقية: كثير من المؤسسات تمتلك منصات رقمية لكن أثرها محدود بسبب غياب تصميم تربوي محكم، وضعف تكامل التقويم مع التدريب، وعدم وضوح دور الذكاء الاصطناعي كـ "مساند" للمعلم لا "بديل". كما يقدم البحث إطارًا يساعد صانعي القرار على اختيار الحلول المناسبة (تعلم متكيف/تحليلات/توليد محتوى) وفق أولويات المنهج، ويؤكد على العدالة والخصوصية وتقليل الانحياز.

أسئلة البحث

١. ما أبرز مشكلات تدريب الرياضيات التي يمكن للذكاء الاصناعي المساعدة في علاجها؟

٢. كيف يُحسن الذكاء الاصطناعي استراتيجيات التدريب (التخصيص، التغذية الراجعة، التدرج، الإتقان)؟

٣. ما ملامح المنهج الحديث الذي يستفيد من الذكاء الاصطناعي دون الإضرار بالعدالة والخصوصية؟

المبحث الأول الذكاء الاصطناعي ودوره في تشخيص صعوبات تعلم الرياضيات وبناء مسارات تدريب متكيفة

يُعد تشخيص صعوبات تعلم الرياضيات من أكثر التحديات التربوية تعقيدًا، نظرًا لطبيعة المعرفة الرياضية التي تقوم على التراكم المفاهيمي والترابط المنطقي بين المفاهيم والمهارات. فكثير من الطلبة يُظهرون ضعفًا في الأداء الرياضي لا يعود بالضرورة إلى نقص في الذكاء أو القدرة العامة، بل إلى فجوات مفاهيمية دقيقة أو أخطاء نمطية تتراكم عبر الزمن دون تشخيص مبكر. وفي هذا السياق، يبرز الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة تحليلية متقدمة قادرة على كشف هذه الصعوبات بدقة، وبناء مسارات تدريب متكيفة تراعي الفروق الفردية وتدعم التعلم العميق.أصبح الذكاء الاصطناعي من الأدوات التربوية الحديثة التي أحدثت تحولًا نوعيًا في أساليب تشخيص صعوبات التعلم، ولا سيما في مادة الرياضيات التي تُعد من أكثر المواد الدراسية تعقيدًا لدى المتعلمين في المراحل الأساسية. إذ يعتمد الذكاء الاصطناعي على تحليل البيانات التعليمية الضخمة الناتجة عن أداء الطلبة في الاختبارات والأنشطة الصفية والواجبات الإلكترونية، مما يتيح الكشف المبكر عن أنماط الخطأ المتكررة، مثل ضعف الفهم في العمليات الأساسية

أو الخلل في إدراك العلاقات العددية والهندسية. ويسهم ذلك في تشخيص دقيق لصعوبات التعلم بدل الاعتماد على الملاحظة التقليدية أو الاختبارات الورقية المحدودة. كما يتيح الذكاء الاصطناعي بناء نماذج تعلم شخصية لكل طالب وفق قدراته المعرفية وسرعة استيعابه، من خلال ما يُعرف بالمسارات التدريبية المتكيفة, قوم هذه المسارات على تعديل مستوى الأسئلة ونوع الأنشطة التعليمية آليًا استنادًا إلى أداء المتعلم، بحيث ينتقل الطالب من مستوى إلى آخر وفق إتقانه للمفاهيم السابقة، مما يقلل من فجوة التحصيل ويعزز الاستقلالية في التعلم. وبذلك يصبح التعلم في الرياضيات قائمًا على مبدأ "التعلم حسب الحاجة" بدل الأسلوب الموحد الذي قد لا يراعي الفروق الفردية. (الحربي، ٢٠٢٠)ويؤدي الذكاء الاصطناعي دورًا مهمًا في دعم المعلم من خلال تزويده بتقارير تحليلية دقيقة عن مواطن الضعف والقوة لدى الطلبة، مما يساعده على تصميم خطط علاجية قائمة على بيانات واقعية وليست على التقدير الشخصي فقط. كما تسهم الأنظمة الذكية في توفير أنشطة تفاعلية تعتمد على الألعاب التعليمية والمحاكاة الرقمية، الأمر الذي يرفع من دافعية المتعلمين ويخفف من القلق المرتبط بمادة الرياضيات، خاصة لدى التلاميذ الذين يعانون من صعوبات تعلم مستمرة.وتشير الدراسات التربوية الحديثة إلى أن توظيف الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات لا يقتصر على الجانب التقني فحسب، بل يمتد إلى الجانب النفسي والمعرفي، إذ يعزز الثقة بالنفس لدى المتعلم من خلال التغذية الراجعة الفورية، ويتيح له تصحيح أخطائه ذاتيًا في بيئة تعليمية آمنة وخالية من الضغوط الصفية. وبذلك يصبح الذكاء الاصطناعي أداة مساندة في تحقيق العدالة التعليمية وتكافؤ الفرص، عبر تمكين الطلبة ذوي صعوبات التعلم من الوصول إلى محتوى تعليمي يتناسب مع قدراتهم الخاصة. (أمين، ٢٠٢٣)

أولًا: صعوبات تعلم الرياضيات – المفهوم والخصائص

تعد صعوبات تعلم الرياضيات من أبرز أنواع صعوبات التعلم الأكاديمية التي يعاني منها عدد من التلاميذ في المراحل الدراسية المختلفة، ويُشار إليها بمصطلح *الديسكالكوليا* ,ويقصد بها وجود خلل أو اضطراب في القدرة على اكتساب المفاهيم والمهارات الرياضية الأساسية رغم تمتع التلميذ بمستوى ذكاء عادي أو فوق المتوسط، وعدم معاناته من إعاقات حسية أو حرمان بيئي أو مشكلات تعليمية واضحة. ويظهر هذا النوع من الصعوبات في ضعف القدرة على فهم الأعداد، وإجراء العمليات الحسابية، وإدراك العلاقات الكمية والمكانية، مما يؤثر سلبًا في التحصيل الدراسي وفي ثقة المتعلم بنفسه .(الزيات، ٢٠١٠)وتتسم صعوبات تعلم الرياضيات بعدد من الخصائص المعرفية والسلوكية، من أبرزها: ضعف إدراك مفهوم العدد وقيمته، والخلط بين الرموز الرياضية مثل (+، −، ×، ÷)، وصعوبة استيعاب خطوات حل المسألة الرياضية، إضافة إلى بطء شديد في إجراء العمليات الحسابية مقارنة بأقرانه. كما يعاني التلميذ غالبًا من ضعف في الذاكرة العاملة المرتبطة بالمعلومات العددية، الأمر الذي يجعله غير قادر على الاحتفاظ بالأرقام أو ترتيبها أثناء الحل، فضلاً عن وجود صعوبات في التمييز بين الاتجاهات (يمين/يسار) وفي إدراك العلاقات المكانية المرتبطة بالأشكال الهندسية.وتظهر الخصائص الانفعالية لصعوبات تعلم الرياضيات في صورة قلق مدرسي وخوف من مادة الرياضيات، وانخفاض الدافعية للتعلم، وتجنب أداء الواجبات أو المشاركة الصفية. وقد يتطور هذا القلق إلى اتجاهات سلبية نحو المدرسة بشكل عام، مما يؤثر في التكيف النفسي والاجتماعي للتلميذ. وتشير الدراسات التربوية إلى أن هذه الصعوبات لا تقتصر على الجانب الأكاديمي فحسب، بل تمتد آثارها إلى الجوانب النفسية والانفعالية نتيجة الإخفاق المتكرر والشعور بالعجز أمام متطلبات المادة.ومن الناحية التربوية، فإن تحديد مفهوم صعوبات تعلم الرياضيات بدقة يساعد المعلم على التمييز بينها وبين ضعف التحصيل العادي أو التأخر الدراسي الناتج عن أساليب التدريس أو البيئة الأسرية، مما يتيح التدخل المبكر وتصميم برامج علاجية تعتمد على تبسيط المفاهيم، واستخدام الوسائل الحسية، والتدرج في عرض المهارات، ومراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين. كما يُعد فهم خصائص هذه الصعوبات أساسًا مهمًا لبناء استراتيجيات تعليمية تراعي قدرات التلاميذ وتحد من آثار الفشل المتكرر في تعلم الرياضيات. (عبد الله، ٢٠١٤)

تتسم هذه الصعوبات بكونها:

- تراكمية :حيث يؤدي ضعف الفهم في مرحلة مبكرة إلى تعقيد التعلم في المراحل اللاحقة.
- خفية في بدايتها :قد يحقق الطالب درجات مقبولة عبر الحفظ دون فهم حقيقي.
- متباينة بين المتعلمين :يختلف نمط الصعوبة من طالب إلى آخر حتى داخل الصف الواحد.

وتكمن المشكلة الأساسية في أن الأساليب التقليدية للتقويم غالبًا ما تكتفي بالحكم على ناتج التعلم (صحيح/خطأ) دون تحليل مسار التفكير الذي قاد إلى الخطأ، مما يجعل التشخيص التربوي غير دقيق. (الزهراني، ٢٠٢١)

ثانيًا: حدود التشخيص التقليدي لصعوبات تعلم الرياضيات

تعاني أساليب التشخيص التقليدية لصعوبات تعلم الرياضيات من قصور واضح في قدرتها على الكشف الدقيق عن طبيعة المشكلات المعرفية التي يواجهها المتعلم، إذ تعتمد في الغالب على الاختبارات التحصيلية المعيارية التي تقيس نواتج التعلم النهائية أكثر من تركيزها على تحليل مسار التفكير والخطوات الذهنية التي يقود بها الطالب إلى الحل. وهذا النوع من التشخيص يُظهر مستوى الأداء العام، لكنه لا يحدد مواضع الخلل بدقة، كضعف الفهم العددي، أو اضطراب في إدراك العلاقات الكمية، أو قصور في الذاكرة العاملة والانتباه، أو صعوبة في الانتقال من التمثيل الحسي إلى التمثيل الرمزي. كما أن هذه الاختبارات تُبنى عادة على معايير عمرية عامة، ولا تراعي الفروق الفردية في أنماط التعلم أو الخلفيات الثقافية والمعرفية للمتعلمين، مما قد يؤدي إلى تشخيص غير دقيق أو تصنيف خاطئ لبعض الحالات. (طهراوي، ٢٠٢٢)إضافة إلى ذلك، يتسم التشخيص التقليدي بطابع ساكن(، إذ يعتمد على قياس لحظي للأداء في وقت محدد، دون تتبع تطور أداء المتعلم عبر الزمن أو تحليل مسار تعلمه بصورة تراكمية. وهذا يحول دون التعرف المبكر على بوادر الصعوبة، لأن التشخيص لا يتم غالبًا إلا بعد ظهور الفشل الدراسي بشكل واضح، مما يجعله تشخيصًا علاجيًا متأخرًا بدل أن يكون تشخيصًا وقائيًا مبكرًا. كما أن نتائج هذه الأساليب لا توفر بيانات تفصيلية يمكن الاستفادة منها في بناء خطط علاجية فردية، بل تكتفي بالحكم على وجود الصعوبة من عدمها، دون تقديم تصور دقيق لنوع التدخل المطلوب أو مستواه أو مدته. ومن أوجه القصور الأخرى أن التشخيص التقليدي يعتمد بدرجة كبيرة على اجتهاد المعلم أو الأخصائي النفسي التربوي في تفسير نتائج الاختبارات والملاحظات الصفية، وهو ما يجعله عرضة للذاتية والتأثر بالخبرة الشخصية للمشخص، فضلًا عن تأثر نتائج القياس بعوامل خارجية مثل القلق الامتحاني، أو ضعف الدافعية، أو الظروف النفسية والاجتماعية للطالب أثناء الاختبار. كما أن الأدوات التقليدية غالبًا ما تعجز عن رصد أنماط الخطأ المتكررة وتحليلها إحصائيًا بطريقة دقيقة، الأمر الذي يحد من قدرتها على تفسير الأسباب الحقيقية للصعوبات الحسابية أو الجبرية.علاوة على ذلك، فإن التشخيص التقليدي لا ينسجم مع متطلبات التعليم الحديث القائم على التفريد والتكيف، لأنه لا ينتج عنه عادة مسارات تعلم مرنة تتغير وفق استجابة المتعلم، بل يقود إلى برامج علاجية عامة تطبق على جميع التلاميذ الذين تم تصنيفهم ضمن فئة واحدة، رغم اختلاف أسباب الصعوبة لديهم. وهذا يضعف من فاعلية التدخلات التربوية ويجعلها محدودة الأثر، ويؤكد الحاجة إلى أنماط تشخيص أكثر ديناميكية تعتمد على التحليل المستمر للأداء وتفسير السلوك التعلمي في سياقه الحقيقي. (بناني، (٢٠٢٥تعتمد طرق التشخيص التقليدية في تعليم الرياضيات على الاختبارات التحصيلية الموحدة، والملاحظات الصفية العامة، وبعض أدوات القياس التشخيصي المحدودة. ورغم أهميتها، إلا أن هذه الأساليب تعاني من عدة قصور، من أبرزها:

١. غياب التحليل العميق للأخطاء :إذ لا تميز بين الخطأ المفاهيمي والخطأ الناتج عن السهو أو ضعف التركيز.

٢. التأخر في اكتشاف الصعوبة :حيث لا تُكشف المشكلة إلا بعد تراكم الفشل الدراسي.

٣. عدم مراعاة الفروق الفردية بدقة :إذ يُقاس جميع المتعلمين بالأداة نفسها وفي الوقت نفسه.

٤. الاعتماد الكبير على الحكم البشري :مما قد يؤدي إلى التحيز أو التقدير غير الدقيق.

ثالثًا: بناء مسارات تدريب متكيفة في تعليم الرياضيات

يعتمد بناء مسارات تدريب متكيفة في تعليم الرياضيات على تطوير بيئات تعليمية رقمية ذكية تتكيف مع احتياجات كل متعلم بشكل فردي، بحيث تقدم المحتوى والأسئلة وتتابع التقدم بحسب مستوى الطالب في الوقت الحقيقي، ما يُعرف بـ التعلم التكيفي الذكي .في هذا النموذج، تستخدم أنظمة الذكاء الاصطناعي خوارزميات تحليل بيانات متقدمة لرصد أنماط أداء الطلاب، وتحديد نقاط القوة والضعف لديهم، ومن ثم تعديل التحديات التعليمية والممارسة وفقًا لها. فبدلًا من تقديم منهج موحد لكل الطلاب، تعمل البيئة التكيفية على تخصيص المسار التدريبي لكل طالب، ما يعزز فهم المفاهيم الرياضية بشكل أعمق ويسهم في تحسين النتائج الأكاديمية. تشمل هذه المسارات التكيفية أنماطًا متعددة من الأسئلة، تغذية راجعة فورية، وتغييرات في صعوبة التمارين بحسب أداء الطالب، مما يزيد من تفاعل الطلاب ويحفزهم على استمرار التعلم. وقد أظهرت الدراسات العربية أن تصميم بيئة تعلم تكيفية قائمة على الذكاء الاصطناعي يمكن أن يكون فعالًا في تنمية مهارات الطلاب، حيث يتعلم الطلاب وفق مسارات مخصصة تراعى قدراتهم الفردية وتسرّع في تطور مهاراتهم . (العمري، (٢٠٢٠بعد تشخيص الصعوبات بدقة، ينتقل دور الذكاء الاصطناعي إلى مرحلة أكثر أهمية، وهي بناء مسارات تدريب متكيفة تتلاءم مع احتياجات كل متعلم.يشير مفهوم المسارات التدريبية المتكيفة إلى نمط من أنماط التعلم الذكي يقوم على تصميم برامج تدريبية مرنة تتغير تلقائيًا وفق خصائص المتعلم واحتياجاته الفردية، بدلًا من تقديم محتوى موحد لجميع المتعلمين. ويعتمد هذا المفهوم على مبدأ أن المتعلمين يختلفون في قدراتهم المعرفية، وسرعة تعلمهم، وأنماط تفكيرهم، ومستوى إتقانهم للمفاهيم السابقة، الأمر الذي يجعل المسار التدريبي الخطي التقليدي غير كافٍ لتحقيق تعلم فعّال للجميع. وبناءً على ذلك، تُصمم المسارات التدريبية

المتكيفة بحيث تتفرع إلى مستويات وأنشطة متعددة، ويُحدد لكل متعلم مساره الخاص بناءً على أدائه الفعلي، لا على عمره الزمني أو صفه الدراسي فقط.وتقوم المسارات التدريبية المتكيفة على جمع بيانات مستمرة عن أداء المتعلم أثناء التفاعل مع الأنشطة التعليمية، مثل عدد المحاولات، وأنواع الأخطاء، ووقت الاستجابة، ومستوى الإتقان، ثم تحليل هذه البيانات باستخدام خوارزميات ذكية من أجل اتخاذ قرارات تعليمية فورية، كرفع مستوى الصعوبة أو خفضه، أو إعادة تقديم المفهوم بأسلوب مختلف، أو الانتقال إلى مهارة لاحقة. وبذلك يصبح التدريب عملية ديناميكية مرنة، لا تسير وفق ترتيب ثابت، بل وفق احتياجات المتعلم الحقيقية. ويُنظر إلى هذا النوع من المسارات بوصفه انتقالًا من التعليم القائم على المحتوى إلى التعليم القائم على المتعلم، حيث تُبنى الخبرة التدريبية حول خصائص الفرد وليس حول المنهج وحده.وفي مجال تعليم الرياضيات على وجه الخصوص، تكتسب المسارات التدريبية المتكيفة أهمية خاصة بسبب الطبيعة التراكمية للمفاهيم الرياضية، إذ يعتمد تعلم موضوع جديد على إتقان موضوعات سابقة، مثل العلاقة بين فهم العمليات الأساسية والانتقال إلى الجبر أو الهندسة. وعليه، تسمح المسارات المتكيفة بتشخيص مواطن الضعف في البنية المعرفية للطالب، ثم توجيهه تلقائيًا إلى أنشطة علاجية مناسبة قبل الانتقال إلى مفاهيم أكثر تقدمًا. كما تسهم هذه المسارات في تقليل الفجوات التعليمية بين المتعلمين، من خلال منح كل طالب الوقت والأنشطة التي تلائم مستواه، مما يعزز الشعور بالنجاح والدافعية نحو التعلم.وتتميز المسارات التدريبية المتكيفة بكونها لا تقتصر على تعديل مستوى الصعوبة فقط، بل تشمل أيضًا تنويع طرق عرض المحتوى (نصي، بصري، تفاعلي)، وأنماط التغذية الراجعة (فورية، تفسيرية، تصحيحية)، وأنواع الأنشطة (تدريبات، ألعاب تعليمية، مشكلات حياتية). وهذا التكامل يجعلها بيئة تعليمية شاملة تدعم التعلم الذاتي المنظم، وتساعد المتعلم على الانتقال من دور المتلقي السلبي إلى دور المتعلم النشط الذي يشارك في بناء مساره التدريبي الخاص وفق تقدمه الفعلي. (Tudorache, P. (2023)

المبحث الثاني الذكاء الاصطناعي كأداة تشخيصية لصعوبات تعلم الرياضيات

في السنوات الأخيرة، بدأ الذكاء الاصطناعي يأخذ دورًا مركزيًا في مجال التعليم، ولا سيما في تشخيص صعوبات تعلم الرياضيات التي تُعد من أكثر أنواع صعوبات التعلم تعقيدًا بسبب تعدد العمليات المعرفية المتعلقة بها. تعتمد الأدوات التقليدية للتشخيص عادة على الاختبارات الورقية والملاحظات الصفية التي تقيس الأداء النهائي دون تحليل مفصل لأنماط الأخطاء والعمليات الذهنية الكامنة لدى الطالب، ما يحد من قدرتها على تقديم تشخيص دقيق وشخصي. بالمقابل، توفر أنظمة الذكاء الاصطناعي أدوات تشخيصية متقدمة قادرة على تحليل بيانات أداء الطلاب في الوقت الحقيقي باستخدام خوارزميات تعلم الآلة، وبناء نماذج تنبؤية للتعرف على أنماط الخطأ والضعف في المفاهيم الرياضية بفعالية أعلى من الطرق التقليدية. تعتمد هذه الأنظمة على جمع بيانات ضخمة من تفاعلات الطلاب مع منصات التعلم الرقمية، ومنها تحليل استجابات الطلاب خطوة بخطوة أثناء حل المسائل، وتحديد نقاط الضعف في التفكير الرياضي، ما يساعد في إنتاج تصنيفات تشخيصية دقيقة لصعوبات تعلم الرياضيات. إضافة إلى ذلك، يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي التكيف مع الفروق الفردية بين المتعلمين من خلال تخصيص اختبارات تشخيصية تتغير ديناميكيًا وفق أداء الطالب، وتقديم تغذية راجعة فورية تساعد على فهم الأخطاء بشكل أعمق وتقديم توصيات علاجية مخصصة لكل حالة، وهو ما لا تستطيع الأساليب التقليدية تحقيقه بسهولة. (ماضي،. (٢٠٢٤)كما أظهرت الدراسات أن أنظمة الذكاء الاصطناعي قادرة على مراقبة التعلم في الوقت الحقيقي وتحديد جوانب الضعف المعرفية (مثل فهم المفاهيم العددية أو تنفيذ العمليات الحسابية) من خلال تحليل متسلسل لأداء الطالب، مما يدعم بناء برامج علاجية فردية تتكيف مع نمط التعلم الفعلي للطالب. ورغم أن الأدبيات العربية في هذا المجال ما تزال في مراحلها المبكرة، إلا أن هناك اهتمامًا متزايدًا بتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الرياضيات والتعليم العام؛ فقد بينت دراسات عربية أن توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تدريس الرياضيات يُنظر إليه كأداة تسهم في تيسير التعلم وتحسين النتائج التعليمية، وتبيّن اتجاهات الطلاب نحو استخدام مثل هذه التطبيقات في تعليم الرياضيات. وفي السياق نفسه، تؤكد التقارير التعليمية العربية الحديثة أن دمج الذكاء الاصطناعي في التعليم يمكن أن يوفر دعمًا مخصصًا للمتعلمين ويُحسن تجربة التعلم الشاملة، بما في ذلك دعم الطلاب ذوي صعوبات التعلم من خلال التكيف مع احتياجاتهم المعرفية المختلفة. (الرخيص، &.الحصان, (٢٠٢٤)يمتلك الذكاء الاصطناعي قدرة فائقة على تحليل كميات ضخمة من بيانات التعلم، مثل إجابات الطلبة، وزمن الحل، وتسلسل الخطوات، ونمط التفاعل مع الأنشطة الرقمية. ومن خلال هذه البيانات، يمكن للأنظمة الذكية بناء نماذج دقيقة لما يُعرف بـ حالة المعرفة لدى المتعلم.

١. التحليل الذكي للأخطاء الرياضية

لا يكتفي الذكاء الاصطناعي بتحديد الخطأ، بل يسعى إلى تفسيره. فعلى سبيل المثال، يمكن للنظام أن يميز بين:

- خطأ ناتج عن سوء فهم مفهوم الكسر

- خطأ إجرائي في ترتيب العمليات
- خطأ سببه الخلط بين متغيرات المسألة

هذا النوع من التحليل يسمح بتشخيص دقيق لجذور الصعوبة، وليس فقط مظاهرها.

٢. تتبع تطور التعلم

تعتمد الأنظمة الذكية على تتبع أداء الطالب عبر الزمن، مما يتيح الكشف عن أنماط ثابتة من التعثر أو التحسن. وبذلك يصبح التشخيص مستمرًا وديناميكيًا، وليس حدثًا منفصلًا في نهاية الوحدة الدراسية.

٣. الكشف المبكر عن الصعوبات

من خلال التحليل التنبؤي، يستطيع الذكاء الاصطناعي التنبؤ باحتمال تعرض الطالب لصعوبة مستقبلية قبل ظهورها بشكل واضح، مما يتيح التدخل العلاجي المبكر.

أولا: آليات التكيف في تدريب الرياضيات

تعتمد آليات التكيف في تدريب الرياضيات على مجموعة من الإجراءات الذكية التي تهدف إلى مواءمة المحتوى التدريبي مع مستوى المتعلم وخصائصه المعرفية بصورة ديناميكية. وتبدأ هذه الآليات عادة بـ تشخيص قبلي تكيفي يحدد مستوى إتقان الطالب للمفاهيم الأساسية، مثل العمليات الحسابية والفهم العددي والعلاقات الجبرية، ثم يُبنى على هذا التشخيص تحديد نقطة الانطلاق المناسبة في المسار التدريبي. وبعد ذلك، تُطبق آلية تدرج الصعوبة بحيث تُقدَّم الأنشطة التعليمية من السهل إلى الأصعب وفق أداء المتعلم، فلا ينتقل إلى مهارة أعلى إلا بعد تحقيق مستوى محدد من الإتقان، مما يمنع تراكم الثغرات المعرفية التي تُعد من أبرز أسباب صعوبات تعلم الرياضيات.ومن آليات التكيف الأساسية أيضًا تنويع طرائق عرض المحتوى، حيث يُعاد تقديم المفهوم الرياضي بأشكال متعددة (لفظية، رمزية، بصرية، وتمثيلات بيانية) بحسب نمط تعلم المتعلم، بما يعزز الفهم المفاهيمي ويقلل من الاعتماد على الحفظ الآلي. كما تعتمد الأنظمة التكيفية على تحليل أنماط الخطأ لدى الطالب، إذ لا يُنظر إلى الخطأ بوصفه نتيجة فشل، بل بوصفه مؤشرًا تشخيصيًا يكشف نوع الصعوبة، سواء أكانت ناتجة عن ضعف في الفهم المفاهيمي أو في تطبيق الخوارزمية الحسابية. وبناءً على هذا التحليل، يُوجَّه الطالب إلى أنشطة علاجية متخصصة بدلًا من تكرار التدريب العام نفسه لجميع المتعلمين.تشمل آليات التكيف كذلك التغذية الراجعة الذكية والفورية، التي لا تقتصر على بيان صحة الإجابة أو خطئها، بل تقدم تفسيرًا مبسطًا لسبب الخطأ وتقترح خطوات تصحيحية أو أمثلة مشابهة، مما يساعد المتعلم على بناء استراتيجيات حل أكثر فاعلية. كما تعتمد هذه الآليات على التتبع المستمر للأداء عبر الزمن، حيث تُحدَّث بيانات المتعلم بعد كل نشاط تدريبي، ويُعاد ضبط المسار التدريبي تلقائيًا بما يتناسب مع تطوره المعرفي، فيتحول التدريب إلى عملية تعلم مستمرة التكيف بدلًا من كونه برنامجًا ثابتًا.وفي سياق تعليم الرياضيات، تسهم آليات التكيف في تحقيق مبدأ تفريد التعليم، إذ تمنح كل متعلم فرصة التعلم وفق سرعته وقدرته الخاصة، وتقلل من الفروق التحصيلية بين المتعلمين، كما تعزز الدافعية نحو التعلم من خلال الشعور بالنجاح التدريجي. ويُنظر إلى هذه الآليات بوصفها انتقالًا من التدريب القائم على المحتوى إلى التدريب القائم على المتعلم، حيث يصبح المسار التدريبي مرنًا يستجيب مباشرة لمخرجات الأداء الفعلي لا لمعايير عامة مسبقة. (العمري، ٢٠٢٠)

ثانيا \ التعلم للإتقان المدعوم بالذكاء الاصطناعي

يمثل التعلم للإتقان أحد النماذج التربوية التي تهدف إلى ضمان أن يحقق كل متعلم مستوى عاليًا من الفهم والإتقان قبل الانتقال إلى موضوعات لاحقة، بدلًا من التقدُّم وفق جدول زمني ثابت للجميع. وقد صاغ هذا المفهوم العالم التربوي بنجامين بلوم، الذي أكد أن الفروق في سرعة التعلم بين الطلاب تستلزم توفير فرص إضافية للمتعلمين الأبطأ حتى يصلوا إلى مستوى إتقان مقبول قبل المضي قدمًا. يتضمن هذا النموذج تقسيم المادة التعليمية إلى وحدات صغيرة، يلي كل منها تقييم تكويني يتطلب من الطالب إظهار الإتقان قبل الانتقال. ومع ظهور الذكاء الاصطناعي في التعليم، أصبحت البيئة التعليمية أكثر قابلية لتحقيق هذا النموذج بفاعلية، حيث يمكن للأنظمة الذكية أن تقدم التغذية الراجعة الفورية والتحسين المستمر بناءً على بيانات أداء الطالب.وعلى المستوى التقني، تتضمن آليات الذكاء الاصطناعي في التعلم للإتقان استخدام خوارزميات تعلم الآلة والتحليل التكيفي لمراقبة أداء الطلاب خطوة بخطوة، وتحديد مناطق الضعف بدقة، ثم تقديم تدريبات تصحيحية مخصصة لكل طالب حتى يصل إلى مستوى الإتقان المطلوب. إذ تُستخدم هذه الأنظمة التكيفية البيانات التشغيلية للمتعلمين — مثل عدد المحاولات، وأنماط الأخطاء — لتعيين الموارد التعليمية المناسبة، وتعديل تسلسل المفاهيم التعليمية قليلًا أو كثيرًا حسب الحاجة، وهو ما يوفر تجربة تعلم شخصية ومستجيبة لكل متعلم. تستخدم بعض النظم أيضًا استراتيجيات مثل Bayesian Knowledge Tracing لتقدير مدى إتقان كل مهارة وتحديث تلك التقديرات مع كل تفاعل جديد من

الطالب، ما يجعل تكوين المسارات التعليمية أكثر دقة وملاءمة لكل فرد. (Tan, L. Y., et al. (2025)وقد أظهرت الدراسات الحديثة أن التعليم المدعوم بالذكاء الاصطناعي وتمكينه لنموذج الإتقان قادران على تحسين نتائج التعلم وسرعة التقدّم من خلال تقديم محتوى تدريبي متعدد المستويات يعالج الثغرات قبل الانتقال إلى عناصر أصعب، كما يدعم هذا النموذج زيادة دافعية الطلاب لأنهم يشعرون بتحقيق الإنجاز في كل مرحلة، مما يعزز قدرة النظام التدريبي على تقليل الفجوة بين المتعلمين وتحقيق نمو معرفي متوازن.

ثالثا \ دور الذكاء الاصطناعي في دعم المعلم أثناء التشخيص والتدريب

يلعب الذكاء الاصطناعي دورًا متناميًا في دعم المعلم خلال مرحلتي التشخيص والتدريب داخل العملية التعليمية، إذ يوفر تقنيات تحليل بيانات متقدمة وتقارير مفصلة تساعد المعلم على اتخاذ قرارات تربوية مبنية على أدلة موضوعية بدلًا من الاعتماد على الانطباع الشخصي فقط. ففي جانب التشخيص، تُستخدم أدوات الذكاء الاصطناعي لتحليل أداء الطلاب عبر منصات التعلم الرقمية، وتوليد تقارير تقدمية توضح مستويات الإتقان لدى الطلاب، ونقاط الضعف في المفاهيم، وأنماط الأخطاء المتكررة، وهو ما يوفر للمعلم تصورًا شاملًا عن أداء كل متعلم ومجموعة المتعلمين ككل، مما يسهم في وضع خطة تشخيصية أكثر دقة وفاعلية. كما يمكن لهذه الأدوات أن تشير إلى الطلاب الذين يحتاجون إلى دعم إضافي أو تدخل مبكر، مما يتيح للمعلم تخصيص الوقت والموارد بشكل أفضل . (عبد الرحمن، (٢٠٢٠)وعند الانتقال إلى مرحلة التدريب والتقويم، تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي المعلم في تصميم أنشطة تدريبية متكيفة تتناسب مع احتياجات المتعلمين المختلفة، سواء من حيث مستوى الصعوبة أو بطريقة عرض المحتوى أو نمط التقييم. فتتيح عنه المنصات التعليمية الذكية أن يقوم بتعديل التمارين أو تقديم أنشطة إضافية تلقائيًا للطلاب الذين لم يصلوا بعد إلى مستوى الإتقان المطلوب، بينما يمكنه تقديم تحديات أكثر تعقيدًا لأولئك الذين أظهروا تقدمًا واضحًا. ويتم ذلك من خلال تحليل البيانات التشغيلية في الوقت الحقيقي وتقديم توصيات تعليمية مُخصّصة للمتعلمين، مما يعزز من فرص نجاح التدخلات التعليمية.

كما يساهم الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء المعلم نفسه من خلال توفير أدوات وتطبيقات تسهم في التخطيط للتدريس وتصميم الاختبارات وتنويع الأنشطة التعليمية، مما يقلل العبء الإداري والتركيزي على المعلم، ويتيح له التركيز على التوجيه التربوي الفعّال. فمثلاً، يمكن للذكاء الاصطناعي اقتراح تصميمات تقييمية ذكية تقيس فهم المفاهيم الرياضية لدى الطلاب، وتكشف عن صعوبات تعلم محددة، أو توليد موارد تدريبية إضافية تتماشى مع احتياجات المتعلم. وهذا يُمكّن المعلمين من استخدام البيانات لخدمة العملية التعليمية بدلًا من أن تكون مجرد أداة قياس فقط. (طهراوي & طاشمة, ٢٠٢٢)علاوة على ذلك، يدعم الذكاء الاصطناعي عمليات التغذية الراجعة الفورية، إذ يمكن للأنظمة التكيفية تقديم ملاحظات فورية للطلاب بعد كل نشاط تدريبي، بينما يحصل المعلم على تقرير تحليلي عن الاستجابات يساعده في تعديل أدوات التدريس واستراتيجيات التوجيه حسب الحاجة. كما يمثل الذكاء الاصطناعي مصدر دعم للمعلمين غير المتمكنين تقنيًا من خلال تقديم مصادر تدريب وتوجيه أثناء الاستخدام، ما يسهم في بناء جاهزية مهنية أفضل للتعامل مع التكنولوجيا الحديثة داخل الفصل.وبذلك يصبح الذكاء الاصطناعي أداة تكاملية لدعم المعلم لا كبديل له، حيث يعزز من كفاءته في التشخيص الدقيق وصياغة برامج تدريبية متكيفة، ويُسهم في تحقيق تعليم أكثر تخصيصًا ومرونة يتوافق مع قدرات واحتياجات المتعلمين المختلفة، مع رفع جودة التفاعل التربوي داخل البيئة التعليمية.

المبحث الثالث إسهام الذكاء الاصطناعي في تطوير مناهج الرياضيات الحديثة وتعزيز مهارات التفكير الرياضي

أصبح الذكاء الاصطناعي أحد أهم محركات التحول في التربية المعاصرة، ليس بوصفه "أداة تقنية" فحسب، بل بوصفه مدخلًا لإعادة التفكير في فلسفة المنهج الرياضي :ماذا نعلّم؟ ولماذا؟ وكيف نقيس الفهم؟ وكيف ندعم المتعلم حتى يُتقن المفاهيم ويُحسن التفكير الرياضي؟ إن مناهج الرياضيات الحديثة تسعى إلى الانتقال من التركيز على إنجاز الإجراءات والخطوات الحسابية إلى تنمية الاستدلال، وحل المشكلات، والبرهنة، والنمذجة، والتفكير النقدي—وهي مهارات يمكن للذكاء الاصطناعي أن يدعمها عبر التعلم التكيفي، وتحليل بيانات التعلم، والتقويم الذكي، وبناء محتوى تعليمي غني بالتمثيلات المتعددة.يسهم الذكاء الاصطناعي في تطوير المنهج من خلال تحويله إلى "منهج قائم على الأدلة"؛ إذ تتيح أدوات تحليل التعلم تتبع مسارات فهم الطلبة عبر الزمن، وتحديد مواطن التعثر المفاهيمي (مثل: مفهوم الكسر، التناسب، الجبر الرمزي، فهم الدالة) بدل الاكتفاء بالحكم على الدرجة النهائية. ووفق هذا المنظور، لا تُبنى وحدات المنهج على ترتيبٍ تقليدي فقط، بل تُبنى على "خرائط إتقان" تتدرج من المهارات الأساسية إلى المركبة، مع تعريف واضح لمؤشرات الإتقان في كل مرحلة. أن التفكير في المنهج ينبغي أن يرتبط بما يبقى ذا قيمة إنسانية في التعليم (كالتفكير، والفهم العميق، والحكم النقدي)، مع إعادة تصميم ما يُدرّس وكيف يُدرّس في ضوء تحول الأدوات الذكية . (الطائي، ٢٠٢٢) في السنوات الأخيرة، أسهم الذكاء الاصطناعي إسهامًا نوعيًا في تطوير مناهج الرياضيات الحديثة، من خلال الانتقال بها من نماذج تعليمية جامدة قائمة على التلقين والحفظ إلى مناهج ديناميكية تركز على بناء الفهم العميق وتنمية مهارات التفكير الرياضي العليا. فقد أتاح الذكاء الاصطناعي

إمكانية تحليل أنماط تعلم الطلبة وتشخيص أخطائهم المفاهيمية بدقة، مما ساعد مصممي المناهج على إعادة بناء المحتوى الرياضي وفق تسلسل معرفي يتناسب مع مستويات التفكير المختلفة (الاستدلالي، التحليلي، والابتكاري). كما أسهم في دمج تمثيلات متعددة للمفاهيم الرياضية (الرمزية، البيانية، واللفظية) داخل المنهج، الأمر الذي عزز الربط بين المجرد والمحسوس، وساعد المتعلمين على الانتقال من الفهم الإجرائي إلى الفهم البنائي القائم على العلاقات الرياضية.وعلى مستوى مهارات التفكير الرياضي، أدى توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى دعم مهارات مثل حل المشكلات، التفكير الاستدلالي، التفكير النقدي، والنمذجة الرياضية، عبر بيئات تعلم تفاعلية قادرة على تقديم تغذية راجعة فورية ومخصصة لكل متعلم. فالأنظمة الذكية لم تعد تقتصر على تصحيح الإجابات، بل أصبحت تحلل خطوات الحل وتقارنها بأنماط تفكير معيارية، فتوجّه المتعلم إلى مراجعة استراتيجياته وتطويرها. كما ساعدت الخوارزميات التنبؤية في اقتراح أنشطة تعليمية تتحدى قدرات الطلبة الفكرية تدريجيًا، مما أسهم في بناء التفكير الرياضي بوصفه نشاطًا عقليًا قائمًا على الاستقصاء والتبرير المنطقي وليس مجرد تطبيق آلي للقوانين. وبذلك، أصبح الذكاء الاصطناعي عنصرًا فاعلًا في تحديث فلسفة مناهج الرياضيات، عبر تحويلها إلى مناهج مرنة تستجيب للفروق الفردية وتُنمّي الكفاءة الرياضية الشاملة لدى المتعلمين. (الجبوري، ٢٠٢١)كما يظهر إسهام الذكاء الاصطناعي في تطوير المنهج عبر إدماج "مفاهيم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي" داخل محتوى الرياضيات نفسه، مثل: الخوارزميات، التفكير الحوسبي، الاحتمالات والإحصاء، تحليل البيانات، وأنماط التنبؤ. وهذا الإدماج لا يعني تحويل الرياضيات إلى "برمجة"، بل توظيف سياقات الذكاء الاصطناعي لتقوية المعنى الرياضي وتوسيع تطبيقاته الواقعية. وتُظهر دراسة عربية حول درجة تضمين مفاهيم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في محتوى مناهج الرياضيات أهمية فحص المناهج وتحليل محتواها لرصد مدى حضور هذه المفاهيم، باعتبارها مدخلًا لتطوير المنهج وفق متطلبات العصر .

أولا: الذكاء الاصطناعي كاداة لتحديث طرائق تدريس الرياضيات داخل المنهج

يُعدّ الذكاء الاصطناعي أداة محورية في تحديث طرائق تدريس الرياضيات داخل المنهج، إذ أسهم في الانتقال من الأساليب التقليدية المعتمدة على الشرح المباشر والتدريب الروتيني إلى طرائق تعليمية قائمة على التفاعل، والاستقصاء، وبناء المعرفة ذاتيًا. فقد أتاح توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي إمكانية تصميم مواقف تعليمية ذكية تتكيف مع مستوى المتعلم وسرعة تعلمه، من خلال تحليل أدائه وتحديد مواطن الضعف لديه واقتراح أنشطة علاجية أو إثرائية مناسبة. كما أسهم في تطوير طرائق تدريس قائمة على حل المشكلات والنمذجة الرياضية، حيث توفر الأنظمة الذكية بيئات افتراضية تمكّن الطلبة من تمثيل المسائل رياضيًا، وتجريب أكثر من استراتيجية للحل، والحصول على تغذية راجعة فورية تساعدهم على تصحيح مسارات تفكيرهم.ومن جهة أخرى، دعم الذكاء الاصطناعي طرائق التدريس الحديثة التي تركز على التفكير الرياضي بدل الاكتفاء بالإجراءات الحسابية، إذ أصبح بالإمكان تتبع خطوات الحل وتحليل منطق الطالب في الوصول إلى النتيجة، وليس الحكم على الجواب النهائي فقط. كما أتاح للمعلم دورًا جديدًا يتمثل في توجيه التعلم والإشراف على الأنشطة الذكية بدل الاقتصار على نقل المعرفة، مما عزز من فاعلية استراتيجيات مثل التعلم القائم على المشروعات، والتعلم التكيفي، والتعليم المقلوب داخل مناهج الرياضيات. وبذلك، فإن الذكاء الاصطناعي لم يعد مجرد وسيلة تقنية مساندة، بل أصبح عنصرًا بنيويًا في تحديث طرائق تدريس الرياضيات داخل المنهج، بما يحقق التوازن بين الجانب المعرفي والجانب المهاري، ويعزز استقلالية المتعلم وقدرته على التفكير المنطقي والاستدلال الرياضي. (السامرائي، ٢٠٢٠) لا يقتصر تطوير المنهج على المحتوى، بل يمتد إلى خبرات التعلم وأنشطة الصف والتقويم. وهنا يتيح الذكاء الاصطناعي للمنهج أن يتضمن أنشطة تعلم تكيفية مدعومة بمنصات تعليمية تتغير وفق أداء المتعلم. فبدل أن تكون التمارين متطابقة لكل الطلبة، يصبح المنهج متعدد المسارات: مسار للإتقان، ومسار للدعم العلاجي، ومسار للإثراء.

ثانيا: تعزيز مهارات التفكير الرياضي عبر الذكاء الاصطناعي

يُسهم الذكاء الاصطناعي إسهامًا فاعلًا في **تعزيز مهارات التفكير الرياضي** لدى المتعلمين، من خلال توفير بيئات تعلم ذكية تتجاوز حدود التدريب الآلي على العمليات الحسابية إلى تنمية قدرات التحليل والاستدلال وحل المشكلات. إذ تعتمد الأنظمة التعليمية القائمة على الذكاء الاصطناعي على تحليل استجابات الطلبة وخطوات تفكيرهم أثناء حل المسائل الرياضية، وليس الاكتفاء بالحكم على صحة الإجابة النهائية، مما يسمح بتشخيص أنماط الخطأ المفاهيمي وتوجيه المتعلم إلى إعادة بناء فهمه للمفاهيم الرياضية بصورة أعمق. كما تسهم هذه الأنظمة في تقديم مشكلات رياضية متدرجة في الصعوبة، تُصمَّم وفق مستوى المتعلم وقدراته المعرفية، الأمر الذي يدعم مهارات التفكير الاستدلالي والتفكير النقدي والنمذجة الرياضية. ومن جانب آخر، يعمل الذكاء الاصطناعي على تعزيز التفكير الرياضي من خلال دمج استراتيجيات التعلم القائم على الاكتشاف والتعلم القائم على المشكلات داخل المنهج، حيث تتيح التطبيقات الذكية للمتعلمين استكشاف العلاقات الرياضية، واختبار الفرضيات، وتعديل استراتيجيات الحل

في ضوء التغذية الراجعة الفورية. كما تساعد الخوارزميات الذكية على تتبع تطور التفكير الرياضي عبر الزمن، مما يمكّن المعلم من بناء تدخلات تعليمية موجهة لتنمية مهارات مثل التبرير الرياضي، والتعميم، والربط بين التمثيلات المختلفة للمفهوم الواحد (الرمزي والبياني واللفظي). وبذلك، يسهم الذكاء الاصطناعي في تحويل تعليم الرياضيات من ممارسة إجرائية إلى نشاط فكري قائم على التحليل والاستنتاج، ويجعل التفكير الرياضي هدفًا مركزيًا للتعلم بدل أن يكون نتيجة ثانوية. (الشمري ,٢٠٢١) ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يدعم هذه المهارات بطرق عملية داخل المنهج:-

١)دعم الاستدلال والبرهنة

تساعد الأدوات الذكية على تدريب الطالب على "كيف يفكر" لا "ماذا يحفظ"، عبر أسئلة متابعة ذكية وتغذية راجعة تفسيرية. وتُظهر مراجعات بحثية دولية حول الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات أنه يمكن توظيفه لتعزيز التبرير والتحقق من صحة الخطوات وتشخيص نمط الخطأ (هل هو خطأ مفهومي أم إجرائي؟)، مما يقوي مهارات الاستدلال والبرهنة تدريجيًا.

٢) دعم حل المشكلات والنمذجة الرياضية

تُمكّن المنصات التكيفية الطالب من مواجهة مشكلات متدرجة الصعوبة، وفي كل مرة يحصل على تلميحات وتغذية راجعة تعيد توجيه التفكير دون إعطاء الحل مباشرة. كما يمكن ربط الرياضيات بسياقات بيانات واقعية (إحصاء، احتمالات، رسوم بيانية) وتحليل نماذج بسيطة—وهذا ينسجم مع توجهات تطوير المهارات في التعليم والعمل كما يناقشها OECD في تقارير مهارات المستقبل في عصر الذكاء الاصطناعي .

٣) دعم التمثيلات المتعددة وبناء الفهم المفاهيمي

من أهم أسباب تعثر الطلبة في الرياضيات ضعف الانتقال بين التمثيلات: من اللفظي إلى الرمزي إلى البياني. وهنا تساعد الأدوات الذكية في عرض المفهوم بأكثر من تمثيل، وربط الرموز بالمعنى، وتقديم أمثلة مضادة لتصحيح التصورات البديلة. وتشير بحوث عربية حول استخدام تطبيقات ذكاء اصطناعي متخصصة في الرياضيات إلى أثرها الإيجابي في التحصيل عند استخدامها بطريقة تربوية، بما يدل على أن دمج هذه الأدوات في المنهج قد يدعم الفهم وليس فقط التدريب .

ثالثا \ مناهج الرياضيات والانتقال نحو "التعلم للإتقان" المدعوم بالذكاء الاصطناعي

يُعد التعلم للإتقان توجهًا مناسبًا جدًا للرياضيات بسبب الطبيعة التراكمية للمفاهيم. ويعزز الذكاء الاصطناعي هذا التوجه عبر تتبع مستوى إتقان كل مهارة لدى الطالب، ومنعه من الانتقال إلى مهارة لاحقة قبل تحقيق حد أدنى من الفهم، مع توفير أنشطة علاجية تلقائية في نقاط الضعف. وتؤكد الإرشادات الدولية حول الذكاء الاصطناعي التوليدي في التعليم ضرورة أن تُبنى سياسات الاستخدام والتقويم على ضمان جودة التعلم وحماية المتعلم، وأن تبقى القرارات التربوية (خصوصًا في التقييم) تحت إشراف المعلم مع دعم الأدوات الذكية.يشهد تعليم الرياضيات في الوقت الراهن تحوّلًا ملحوظًا نحو تبنّي نموذج "التعلّم للإتقان" المدعوم بالذكاء الاصطناعي داخل المناهج الدراسية، بوصفه مدخلًا يهدف إلى ضمان تحقيق جميع المتعلمين مستوىً عاليًا من الفهم قبل الانتقال إلى موضوعات جديدة. ويقوم هذا النموذج على مبدأ أن الفروق الفردية بين الطلبة لا تعود إلى القدرة العقلية بقدر ما تعود إلى الزمن وأساليب التعلم المناسبة، وهو ما وفّره الذكاء الاصطناعي عبر أنظمة تعليمية قادرة على تشخيص مستوى إتقان الطالب لكل مهارة رياضية على حدة. فبدل أن يُقدَّم المحتوى لجميع الطلبة بالوتيرة نفسها، تقوم الخوارزميات الذكية بتحليل الأداء وتحديد جوانب القصور بدقة، ثم تقترح أنشطة علاجية أو إثرائية تتناسب مع احتياجات كل متعلم، مما يجعل المنهج أكثر مرونة واستجابة للفروق الفردية. كما أسهم الذكاء الاصطناعي في إعادة بناء مناهج الرياضيات وفق منطق الإتقان المتدرّج، حيث تُجزَّأ المفاهيم الرياضية إلى وحدات صغيرة مترابطة، ويُشترط تحقيق حدّ معين من الإتقان في كل وحدة قبل الانتقال إلى التي تليها. وتتيح البيئات الذكية تقديم تغذية راجعة فورية حول خطوات الحل، وليس فقط حول الناتج النهائي، الأمر الذي يعزّز الفهم العميق ويُنمّي مهارات التفكير الرياضي مثل الاستدلال، والتبرير المنطقي، والربط بين المفاهيم. وبذلك، لم يعد التقويم في مناهج الرياضيات تقويمًا ختاميًا يقتصر على الاختبارات، بل أصبح تقويمًا تشخيصيًا مستمرًا تدعمه أدوات الذكاء الاصطناعي، يُستخدم لتوجيه التعلم وضبط مساره نحو الإتقان الحقيقي للمفاهيم والمهارات الرياضية. (الخزرجي، ٢٠٢٢)

رابعا: دعم المعلم في تنفيذ المنهج المطوّر

يُعدّ دعم المعلم في تنفيذ المنهج المطوَّر أحد المحاور الأساسية لنجاح أي إصلاح تربوي قائم على توظيف الذكاء الاصطناعي، إذ لم يعد دور المعلم مقتصرًا على عرض المحتوى، بل أصبح موجّهًا ومصمّمًا لخبرات التعلم ومشرفًا على مسارات تعلم متمايزة داخل الصف. فقد أسهم الذكاء الاصطناعي في تزويد المعلم بأدوات تشخيص دقيقة لأداء الطلبة، تُمكّنه من تتبع تقدّمهم في المفاهيم والمهارات الرياضية لحظة بلحظة، مما يساعده على اتخاذ قرارات تعليمية مبنية على بيانات فعلية بدل الاعتماد على التقدير الشخصي فقط. كما تتيح الأنظمة الذكية للمعلم الاطلاع على

أنماط الخطأ الشائعة، ومستويات الإتقان، والفروق الفردية، وهو ما يعزّز قدرته على تكييف استراتيجيات التدريس بما يتلاءم مع متطلبات المنهج المطوَّر القائم على التعلم النشط والتفكير الرياضي. (العبيدي، ٢٠٢١)ومن جانب آخر، يسهم الذكاء الاصطناعي في تخفيف العبء الإداري والتقويمي عن المعلم، عبر أتمتة عمليات التصحيح، وتحليل الواجبات، وبناء بنوك أسئلة مرتبطة بمخرجات التعلم في المنهج الجديد. كما يدعم المعلم في تصميم أنشطة تعليمية رقمية قائمة على المشكلات والنمذجة الرياضية، بما ينسجم مع التوجهات الحديثة للمناهج التي تركز على الفهم العميق بدل الحفظ الإجرائي. وبذلك، يتحول المعلم من ناقل للمعرفة إلى قائد تعليمي يستخدم أدوات الذكاء الاصطناعي لتوجيه المتعلمين، ومتابعة تقدّمهم، وضمان تحقيق أهداف المنهج المطوَّر بفاعلية. ويُعد هذا التحول شرطًا أساسيًا لإنجاح المناهج الحديثة، لأن التكنولوجيا مهما بلغت من تطور لا يمكن أن تؤتي ثمارها من دون معلم قادر على توظيفها توظيفًا تربويًا واعيًا يخدم أهداف التعلم ويعزز التفكير الرياضي لدى الطلبة.لا ينجح تطوير المنهج دون تمكين المعلم. الذكاء الاصطناعي يدعم المعلم عبر: (أ) تقارير صفية وفردية عن تقدم الطلبة، (ب) اقتراح أنشطة علاجية وإثرائية، (ج) بناء بنوك أسئلة متنوعة وفق مستويات معرفية، (د) توفير تغذية راجعة فورية للطالب مع إبقاء المعلم "حاكمًا تربويًا" يراجع ويعدل. وتوضح دراسة عربية عن أثر برنامج تدريبي في تطبيقات الذكاء الاصطناعي لمعلمي الرياضيات أن بناء كفايات المعلمين في استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي يرتبط بتنمية قدرات مرتبطة بالتفكير الحوسبي/المهارات العليا لدى المتعلمين، ما يعني أن التطوير المنهجي يحتاج مسارًا موازيًا لتطوير المعلم.كما أن التقويم في الرياضيات يحتاج ضبطًا أكبر عند استخدام أدوات توليد الحلول، لذلك يصبح دور المعلم محوريًا في توجيه الطلبة نحو "شرح التفكير" و"تبرير الحل" و"تحقق المعقولية"، بدل الاكتفاء بالناتج النهائي. وقد تناولت دراسة عربية منظور المعلمين حول دور الذكاء الاصطناعي التوليدي في تقويم الرياضيات، مما يعكس الحاجة إلى بناء أطر تقويم جديدة تمنع الاعتماد غير المشروع على الأدوات وتعيد الاعتبار لعمليات التفكير.يمكن القول إن الذكاء الاصطناعي يسهم في تطوير مناهج الرياضيات الحديثة عبر ثلاثة محاور مترابطة (1) : تحديث المحتوى وربطه بعصر البيانات والخوارزميات،

(٢) تحديث طرائق التدريس وبناء مسارات تعلم تكيفية قائمة على الإتقان،

(٣) تعزيز مهارات التفكير الرياضي عبر مهام تفسير وتبرير وتمثيل ونمذجة وتقويم تكويني غني .غير أن نجاح هذا التحول يتطلب حوكمة تربوية واضحة، وتطويرًا مهنيًا للمعلمين، وإعادة تصميم التقويم ليقيس "التفكير" لا "الإجابة"، مع مراعاة أخلاقيات الاستخدام والعدالة التعليمية . (الدليمي، ٢٠٢٢)

النتائج

١. أثبت توظيف الذكاء الاصطناعي في تدريب الرياضيات فاعليته في رفع مستوى التحصيل، نتيجة تقديم محتوى متكيف مع مستوى المتعلم، ومعالجة أخطائه المفاهيمية بصورة فورية ودقيقة.

٢. تنمية مهارات التفكير الرياضي العليا\ أسهمت التطبيقات الذكية في تنمية مهارات حل المشكلات، والاستدلال المنطقي، والتفكير النقدي، والنمذجة الرياضية، من خلال التركيز على خطوات الحل وتحليل طرائق التفكير بدل الاكتفاء بالنتيجة النهائية.

٣. تحقيق مبدأ التعلم للإتقان داخل المناهج الحدي**ثة** أظهر الذكاء الاصطناعي قدرة واضحة على دعم التعلم للإتقان عبر تشخيص مستوى إتقان كل متعلم لكل مهارة رياضية، وتقديم أنشطة علاجية أو إثرائية قبل الانتقال إلى موضوع جديد، مما قلّل من فجوات التعلم التراكمية.

٤. تحسين كفاءة استراتيجيات التدريب الرياضي\ أدت الأنظمة الذكية إلى تطوير استراتيجيات التدريب من الأسلوب التقليدي القائم على التكرار إلى استراتيجيات تكيفية تعتمد على تحليل الأداء، والتدرج في الصعوبة، وتقديم تغذية راجعة فورية تعزز التعلم الذاتي.

٥. تطوير بنية المنهج الرياضي الح**ديث** أسهم الذكاء الاصطناعي في إعادة تنظيم محتوى مناهج الرياضيات وفق تسلسل منطقي قائم على المفاهيم والمهارات، مع دمج التمثيلات المتعددة (رمزية، بيانية، لفظية)، مما عزز الفهم العميق للمفاهيم الرياضية.

٦. دعم دور المعلم وتغيير طبيعته\ أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي يدعم المعلم في التشخيص والتقويم والتخطيط، ويخفف العبء الإداري عنه، مما يسمح له بالتركيز على التوجيه التربوي وتنمية التفكير الرياضي لدى الطلبة بدل الانشغال بالتصحيح والمتابعة التقليدية.

٧. زيادة دافعية المتعلمين نحو تعلم الرياضيات\ بينت النتائج أن البيئات التعليمية الذكية التفاعلية ترفع مستوى الدافعية والاتجاهات الإيجابية نحو مادة الرياضيات، نتيجة شعور المتعلم بالنجاح التدريجي والتقدم المستمر.

٨. تعزيز العدالة التعليمية ومراعاة الفروق الفردية\ أثبت الذكاء الاصطناعي فعاليته في مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين، من خلال تخصيص المسار التعليمي لكل طالب وفق سرعته وقدرته، مما يحقق قدرًا أعلى من تكافؤ الفرص التعليمية.

التوصيات

١. إدماج الذكاء الاصطناعي في تصميم مناهج الرياضيات\ ضرورة إعادة بناء مناهج الرياضيات بما ينسجم مع توظيف التطبيقات الذكية، بحيث تُنظَّم المفاهيم والمهارات وفق مبدأ التعلم المتدرّج والتعلم للإتقان، مع مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين.

٢. تدريب المعلمين على توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي تربويًا\ يوصى بإعداد برامج تدريبية متخصصة للمعلمين تركز على كيفية استخدام الأنظمة الذكية في تشخيص الأخطاء المفاهيمية، وتوجيه الطلبة، وتصميم أنشطة تعليمية قائمة على التفكير الرياضي وحل المشكلات.

٣. تطوير استراتيجيات تدريب رياضي تكيفية\ اعتماد استراتيجيات تدريب حديثة مدعومة بالذكاء الاصطناعي تقوم على تحليل أداء المتعلم وتقديم أنشطة علاجية وإثرائية مناسبة لمستواه، بدل الاقتصار على التدريب الموحد لجميع الطلبة.

٤. توظيف الذكاء الاصطناعي في التقويم المستمر\ يوصى بالاستفادة من أدوات الذكاء الاصطناعي في بناء تقويم تشخيصي وتكويني مستمر، يهدف إلى متابعة تقدّم المتعلم في المهارات الرياضية وتقديم تغذية راجعة فورية تسهم في تحسين التعلم.

٥. تعزيز مهارات التفكير الرياضي داخل المنهج\ ضرورة توجيه المناهج الحديثة نحو تنمية مهارات التفكير الرياضي (كالاستدلال، والتبرير المنطقي، والنمذجة الرياضية)، من خلال أنشطة ذكية تفاعلية تشجع على الاستقصاء والاكتشاف بدل الحفظ والتلقين.

٦. تهيئة البنية التحتية الرقمية في المدارس\ التأكيد على أهمية توفير بيئة تقنية مناسبة تشمل أجهزة حديثة، وبرمجيات تعليمية ذكية، وشبكات إنترنت مستقرة لضمان حسن تطبيق استراتيجيات التدريب المعتمدة على الذكاء الاصطناعي.

٧. تشجيع البحوث التربوية في مجال الذكاء الاصطناعي والرياضيات يوصى بإجراء مزيد من الدراسات التجريبية حول أثر الذكاء الاصطناعي في تطوير مناهج الرياضيات واستراتيجيات تدريبها، ولاسيما في البيئات التعليمية العربية.

٨. ضبط الجوانب الأخلاقية والتربوية لاستخدام الذكاء الاصطناعي\ ضرورة وضع ضوابط تربوية وأخلاقية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التعليم، بما يضمن حماية بيانات المتعلمين وعدم الاعتماد الكلي على الأنظمة الذكية على حساب دور المعلم.

الخاتمة

في ضوء ما تناولته هذه الدراسة من تحليل لأثر توظيف الذكاء الاصطناعي في تحسين استراتيجيات تدريب الرياضيات وتطوير المناهج الحديثة، يتبيّن أن الذكاء الاصطناعي لم يعد مجرد أداة تقنية مساندة، بل أصبح مدخلًا تربويًا معاصرًا يعيد تشكيل فلسفة تعليم الرياضيات من الأساس. فقد أظهر دوره في الانتقال من التعليم القائم على التلقين والتدريب النمطي إلى تعليم قائم على الفهم العميق، وتنمية التفكير الرياضي، ومراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين، بما ينسجم مع متطلبات العصر الرقمي ومعايير الجودة التعليمية الحديثة.كما خلصت الدراسة إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي في مناهج الرياضيات يسهم في تحقيق التعلم للإتقان، ويعزز من كفاءة استراتيجيات التدريب الرياضي، ويدعم المعلم في أداء أدواره الجديدة بوصفه موجّهًا وميسّرًا للتعلم بدل كونه ناقلًا للمعرفة. ويظل نجاح هذا التوظيف مرهونًا بمدى جاهزية البيئة التعليمية، من حيث البنية التحتية الرقمية، وتأهيل المعلمين، وبناء المناهج على أسس علمية تراعي البعد التربوي والأخلاقي لاستخدام التقنيات الذكية.وعليه، فإن الذكاء الاصطناعي يمثل فرصة حقيقية لتطوير تعليم الرياضيات في النظم التعليمية المعاصرة، إذا ما أُحسن توظيفه ضمن رؤية تربوية متكاملة تربط بين التكنولوجيا والمحتوى والمنهج والمعلم والمتعلم. وتؤكد هذه الدراسة أن الاستثمار الواعي في الذكاء الاصطناعي في مجال الرياضيات لا يهدف إلى استبدال المعلم أو إلغاء دوره، بل إلى تمكينه من أداء رسالته التعليمية بفاعلية أكبر، وتحقيق مخرجات تعلم قادرة على إعداد متعلمين يمتلكون مهارات التفكير الرياضي التي تؤهلهم لمواجهة تحديات المستقبل العلمي والتكنولوجي.

المصادر والمراجع

١. أمين، حسين كاظم (٢٠٢٣ .(توظيف الذكاء الاصطناعي في تشخيص صعوبات التعلم وتنمية مهارات التفكير الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية .مجلة العلوم التربوية، جامعة بغداد، العدد (٤٥)، ص ١١٢–١٣٠.

٢. عبد الرحمن، سامي محمود. (٢٠٢٠.(نظم التعليم الذكية ودورها في تطوير الممارسات التدريسية للمعلم. مجلة كلية التربية – جامعة عين شمس

٣. الأسدي، محمد عبد، ونصر الله، أحمد سالم (٢٠٢٢ .(*دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تشخيص صعوبات تعلم الرياضيات وبناء بيئات تعلم تكيفية* .مجلة التربية المعاصرة، جامعة المستنصرية، العدد (٣٦)، ص ٥٥–٧٨.

٤. عبد الله، هناء محمود (٢٠٢١ .(*فاعلية النظم الذكية في تشخيص صعوبات تعلم الرياضيات وبناء برامج تعليمية علاجية قائمة على التعلم التكيفي* .مجلة دراسات تربوية ونفسية، جامعة عين شمس، العدد (١١٤)، ص ٢٣٣–٢٦٨.

٥. عبد الله، أحمد عبد الرحمن (٢٠١٤ .(صعوبات تعلم الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية: أسبابها وأساليب علاجها .مجلة التربية، جامعة الأزهر، العدد (١٥٨)، ص ٩٥–١١٨.

٦. طهراوي، ياسين & طاشمة، راضية. (٢٠٢٢). الذكاء الاصطناعي وصعوبات التعلم. المجلة الجزائرية للعلوم التربوية والنفسية.

٧. بناني، أحمد. (٢٠٢٥) **الذكاء الاصطناعي ودوره في تشخيص ومعالجة صعوبات التعلم**. جامعة تمنغست – الجزائر.

٨. ماضي، يوسف حمد أحمد. (٢٠٢٤). اتجاهات طلبة المرحلة الثانوية في الأردن نحو توظيف تطبيقات وبرامج الذكاء الاصطناعي في تعلم الرياضيات. مجلة تعليم وبحوث اجتماعية.

٩. الحربي، عبد الرحمن بن سعد (٢٠٢٠ .(استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تشخيص صعوبات تعلم الرياضيات وتصميم مسارات تعلم تكيفية لطلبة المرحلة المتوسطة .مجلة كلية التربية، جامعة الملك سعود، العدد (٣٢)، ص ٩١–١٢٤.

١٠. الزيات، فتحي مصطفى (٢٠١٠ .(صعوبات التعلم: المفهوم والتشخيص والعلاج .القاهرة: دار النشر للجامعات، ص ٢١٥–٢٣٠.

١١. الزهراني، أحمد بن حسين. (٢٠٢١).**فاعلية الأنظمة الذكية في بناء مسارات تعلم تكيفية لعلاج صعوبات.** مجلة التربية الخاصة والتأهيل، ٩(٣١)، ٥٥–٨٨.

١٢. العمري، محمد بن عبد الله. (٢٠٢٠). فاعلية بيئة تعلم إلكترونية تكيفية في تنمية التحصيل الرياضي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة. مجلة جامعة الملك خالد للعلوم التربوية، ٣١(٢)، ١٤٥–١٧٦.

١٣. ريا علي الرخيص و فوزية أحمد الحصان. (٢٠٢٤). التكامل بين الذكاء الاصطناعي وتدريس الرياضيات: التحديات والفرص. مجلة كلية التربية – طرابلس، العدد ٢٠(١)، ديسمبر ٢٠٢٤.

١٤. .الطائي، حيدر عبد الأمير (٢٠٢٢). الذكاء الاصطناعي وبناء التفكير الرياضي في المناهج الدراسية المعاصرة. مجلة كلية التربية الأساسية، جامعة واسط، العدد ٤٦، ص ص ٢٣٣–٢٥٦.

١٥. الجبوري، قيس محمود (٢٠٢١). توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تطوير مناهج الرياضيات وتنمية مهارات التفكير العليا لدى طلبة المرحلة المتوسطة. مجلة العلوم التربوية، جامعة ديالى، العدد (٥٤)، ص ١٧٧–٢٠١.

١٦. السامرائي، أحمد عبد الكريم (٢٠٢٠). الذكاء الاصطناعي وتحديث طرائق تدريس الرياضيات في التعليم العام. مجلة كلية التربية، جامعة تكريت، العدد (٣٩)، ص ص ١١٢–١٣٤.

١٧. الشمري، لمياء سعدون (٢٠٢١ .(فاعلية توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة المتوسطة . مجلة العلوم التربوية والنفسية، جامعة بابل، العدد (٢٧)، ص ص ١٤٥–١٦٨.

١٨. الخزرجي، زينب حسن (٢٠٢٢). التعلّم للإتقان المدعوم بالذكاء الاصطناعي وأثره في تحصيل طلبة الرياضيات وتنمية تفكيرهم الرياضي. مجلة كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة بغداد، العدد (٣)، ص ص ٢٠١–٢٢٤.

١٩. العبيدي، مصطفى عبد الحسين (٢٠٢١). دور التقنيات الذكية في دعم المعلم لتنفيذ المناهج المطوّرة في التعليم الثانوي. مجلة كلية التربية، جامعة القادسية، العدد (٤٢)، ص ص ١٥٥–١٧٨.

٢٠. الدليمي، رنا عبد الله (٢٠٢٢). التقنيات الذكية ودورها في تمكين المعلم من تطبيق المناهج المطوَّرة في التعليم الأساسي. مجلة دراسات تربوية، جامعة الأنبار، العدد (٣١)، ص ص ٩٧–١٢١

Foreign Sources

21. Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In Learning Analytics (Springer).

22. Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. Educational Researcher.

References

1. Amin, Hussein Kazem (2023). Employing Artificial Intelligence in Diagnosing Learning Difficulties and Developing Mathematical Thinking Skills among Primary School Pupils. Journal of Educational Sciences, University of Baghdad, No. (45), pp. 112–130.

2. Abdel Rahman, Sami Mahmoud (2020). Intelligent Educational Systems and Their Role in Developing Teachers' Instructional Practices. Journal of the Faculty of Education, Ain Shams University.
3. Al-Asadi, Mohammed Abd & Nasrallah, Ahmed Salem (2022). The Role of Artificial Intelligence Technologies in Diagnosing Mathematics Learning Difficulties and Building Adaptive Learning Environments. Contemporary Education Journal, Al-Mustansiriya University, No. (36), pp. 55–78.
4. Abdullah, Hanaa Mahmoud (2021). The Effectiveness of Intelligent Systems in Diagnosing Mathematics Learning Difficulties and Constructing Remedial Educational Programs Based on Adaptive Learning. Journal of Educational and Psychological Studies, Ain Shams University, No. (114), pp. 233–268.
5. Abdullah, Ahmed Abdel Rahman (2014). Mathematics Learning Difficulties among Primary School Pupils: Causes and Remedial Methods. Journal of Education, Al-Azhar University, No. (158), pp. 95–118.
6. Tahrawi, Yassine & Tashma, Radia (2022). Artificial Intelligence and Learning Difficulties. Algerian Journal of Educational and Psychological Sciences.
7. Benani, Ahmed (2025). Artificial Intelligence and Its Role in Diagnosing and Treating Learning Difficulties. Tamanrasset University, Algeria.
8. Madi, Yousef Hamad Ahmed (2024). Attitudes of Secondary School Students in Jordan toward the Use of Artificial Intelligence Applications and Programs in Learning Mathematics. Journal of Education and Social Research.
9. Al-Harbi, Abdulrahman bin Saad (2020). Using Artificial Intelligence Techniques in Diagnosing Mathematics Learning Difficulties and Designing Adaptive Learning Paths for Intermediate School Students. Journal of the Faculty of Education, King Saud University, No. (32), pp. 91–124.
10. Al-Zayyat, Fathi Mustafa (2010). Learning Disabilities: Concept, Diagnosis, and Treatment. Cairo: University Publishing House, pp. 215–230.
11. Al-Zahrani, Ahmed bin Hussein (2021). Effectiveness of Intelligent Systems in Building Adaptive Learning Paths for Treating Learning Difficulties. Journal of Special Education and Rehabilitation, 9(31), pp. 55–88.
12. Al-Omari, Mohammed bin Abdullah (2020). Effectiveness of an Adaptive E-Learning Environment in Developing Mathematical Achievement among Intermediate School Students. Journal of King Khalid University for Educational Sciences, 31(2), pp. 145–176.
13. Al-Rakhis, Ria Ali & Al-Hassan, Fawzia Ahmed (2024). Integration of Artificial Intelligence and Mathematics Teaching: Challenges and Opportunities. Journal of the Faculty of Education – Tripoli, Vol. 20(1), December 2024.
14. Al-Taie, Haidar Abdul Amir (2022). Artificial Intelligence and the Development of Mathematical Thinking in Contemporary Curricula. Journal of the Faculty of Basic Education, , No. (46), pp. 233–256.
15. Al-Jubouri, Qais Mahmoud (2021). Employing Artificial Intelligence Applications in Developing Mathematics Curricula and Enhancing Higher-Order Thinking Skills among Intermediate School Students. Journal of Educational Sciences, University of Diyala, No. (54), pp. 177–201.
16. Al-Samarrai, Ahmed Abdul Karim (2020). Artificial Intelligence and the Modernization of Mathematics Teaching Methods in General Education. Journal of the Faculty of Education,, No. (39), pp. 112–134.
17. Al-Shammari, Lamia ٢٠٢١) سعدون). The Effectiveness of Employing Artificial Intelligence Applications in Developing Mathematical Thinking Skills among Intermediate School Students. Journal of Educational and Psychological Sciences, University of Babylon, No. (27), pp. 145–168.
18. Al-Khazraji, Zainab Hassan (2022). Mastery Learning Supported by Artificial Intelligence and Its Impact on Mathematics Achievement and Mathematical Thinking. Journal of the College of Education for Pure Sciences, University of Baghdad, No. (3), pp. 201–224.
19. Al-Obaidi, Mustafa Abdul Hussein (2021). The Role of Intelligent Technologies in Supporting Teachers in Implementing Developed Curricula in Secondary Education. Journal of the Faculty of Education, Al-Qadisiyah University, No. (42), pp. 155–178.
20. Al-Dulaimi, Rana Abdullah (2022). Intelligent Technologies and Their Role in Enabling Teachers to Apply Developed Curricula in Basic Education. Journal of Education.

Foreign Sources

21. Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In Learning Analytics (Springer).
22. Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. Educational Researcher.