جامعة النَّجاح الوطنيَّة
كليَّة الدّراسات العليا

أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الإبتدائية

إعداد
فاليا فتحي محمد عيّاد

إشراف
أ. د. وجيه ضاهر
د. رجاء سويدان

قدمت هذه الأطروحة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في التعلم والتعليم،
من كلية الدراسات العليا، في جامعة النجاح الوطنية، نابلس – فلسطين.

2025

أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الإبتدائية

إعداد

فاليا فتحي محمد عيّاد

نوقشت هذه الأطروحة بتاريخ 2025/11/11م، وأجيزت:

أ. د. وجيه ضاهر	
المشرف الرئيسي	**التوقيع**
د. رجاء سويدان	
المشرف الثاني	**التوقيع**
أ. د. خولة الشخشير	
الممتحن الخارجي	**التوقيع**
أ. د. علام موسى	
الممتحن الداخلي	**التوقيع**
د. علياء العسالي	
الممتحن الداخلي	**التوقيع**

جامعة النَّجاح الوطنيَّة

كليَّة الدّراسات العليا

أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الإبتدائية

إعداد

فاليا فتحي محمد عيّاد

إشراف

أ. د. وجيه ضاهر

د. رجاء سويدان

بناء على تعليمات منح درجة الدكتوراة الصادرة عن مجلس عمداء جامعة النجاح فقد تم نشر البحث المستل التالي من الأطروحة

عياد، فاليا؛ ضاهر، وجيه؛ سويدان، رجاء. (2026). أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية. *مجلة ألفا للدراسات الإنسانية والعلمية*، العدد (12)، نيسان.

الإهداء

إلى النور الذي لم ينطفئ وهجه في قلبي ...أبي الغالي د. فتحي عياد يا من زرعتَ فيَّ أولى بذور العلم وحب المعرفة، وغرستَ في روحي ثقةً كنتَ أول من آمن بها. وإن غيّبك القدر عن شهود هذه الثمرة، فروحك ترافقني في كل خطوة، هذا العمل قطرةٌ في بحر عطائك الذي لا ينضب، وصدقةٌ جاريةٌ أهدي ثوابها إلى طيفك الحاضر أبدًا.

إلى شريك الدرب ورفيق الروح ...زوجي الغالي مؤنس يا من كنتَ صبري في تعبي، وأملي في يأسي، وسكينتي في قلقي. لقد تحملتَ معي أعباء هذا الطريق بصدر رحب، وآمنتَ بحلمي كأنه حلمك. هذا النجاح هو نجاحنا معًا، ولك فيه نصف الحب ونصف الامتنان.

وإلى أزهار عمري وبهجة أيامي ...أولادي الأحباء: مجد، وميرال، وليليا يا من كنتم أعظم إلهام لي، وضحكاتكم كانت أجمل استراحة من عناء البحث. من أجلكم سعيت، ولأجل مستقبلكم اجتهدت. أهديكم هذا العمل ليكون منارة تضيء دروبكم، وتخبركم أن الأحلام تصبح حقيقة بالعلم والمثابرة.

إلى نبع الحنان الذي لا يجف، وسندي الذي لا يميل ...أمي الحبيبة آمال يا من كانت دعواتها سراجي في عتمة الليالي، وصبرها وقود همتي. لولا رعايتك وتضحياتك، ما كان لهذا الحلم أن يرى النور. أنتِ سرّ قوتي، وهذا الإنجاز ما هو إلا انعكاسٌ لجميل عطائك.

إلى من تقاسمتُ معهم دفء الذكريات وصلابة الأيام ..إخوتي: عبد الله، وعاليا، وعمر يا من كنتم لي العضد والسند، والرفقة التي أستأنس بها. دعمكم وتشجيعكم كانا دافعًا لا يقدر بثمن.

إليكم جميعًا... أهدي هذا الجهد المتواضع.

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبتوفيقه تتحقق الغايات، فله الحمد والشكر على ما وهبني من صبر وعون لإنجاز هذا العمل.

بعد حمد الله تعالى، أجد لزاماً عليّ أن أتقدم بأسمى آيات الشكر والعرفان، وأصدق مشاعر الامتنان، إلى من كان له الفضل الأكبر في توجيه مسار هذه الرسالة منذ أن كانت فكرة حتى أصبحت واقعاً، مشرفي الفاضل البروفيسور وجيه ضاهر. لقد كان لي نِعم المرشد والمعلم، فبخبرته البحثية الواسعة، وعمق رؤيته العلمية، وسعة صدره، أنار لي الطريق، وغرس فيّ دقة المنهج وأصالة الفكر. لم تكن توجيهاته مجرد ملاحظات عابرة، بل كانت دروساً في البحث العلمي ستبقى معي ما حييت، فلك مني كل الامتنان والتقدير.

كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى مشرفتي المشاركة الفاضلة، الدكتورة رجاء سويدان، التي أغنت هذا العمل بملاحظاتها القيّمة ودعمها المستمر وتشجيعها الدائم.

والشكر موصول إلى أعضاء لجنة المناقشة الأفاضل، الذين تفضلوا بقبول تحكيم هذه الرسالة، فشكراً لجهدهم ووقتهم الثمين الذي سيزيد من قيمة هذا البحث بلا شك.

ولا يفوتني أن أعرب عن عميق امتناني لجميع المؤسسات والجهات التربوية التي فتحت لي أبوابها وسهّلت مهمتي الميدانية. وأخص بالشكر إدارة المدرسة الابتدائية التي احتضنت هذه الدراسة، والهيئة التدريسية المتعاونة، على ما قدموه من دعم لوجستي وتربوي كان له الأثر الكبير في إنجاح الجانب التطبيقي من هذا البحث.وأخيراً، شكراً لكل من ساندني بكلمة أو بفكرة، ولكل من آمن بقدرتي على إتمام هذه الرحلة.

الباحثة فاليا عياد

الإقرار

أنا الموقعة أدناه مقدمة الأطروحة التي تحمل عنوان:

أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الإبتدائية

أقر بأن ما اشتملت عليه هذه الأطروحة هي نتاج جهدي الخاص، باستثناء ما تمت الإشارة إليه حيثما ورد، وأن هذه الأطروحة ككل أو أي جزء منها لم يقدم من قبل لنيل أية درجة أو لقب علمي أو بحثي لدى أية مؤسسة تعليمية أو بحثية أخرى.

اسم الطالبة: **فاليا فتحي محمد عياد**

التوقيع:

التاريخ: 2025/9/22

فهرس المحتويات

الإهداء ..... د

الشكر والتقدير ..... ه

الإقرار ..... و

فهرس المحتويات ..... ز

فهرس الجداول ..... ي

فهرس الأشكال ..... ك

فهرس الملاحق ..... ل

الملخص ..... م

الفصل الاول: المقدمة/سياق الدراسة والاطار النظري 1

1.1 مقدمة الدراسة 1

1.2 الاطار النظري 4

1.2.1 مفاهيم الرياضيات الأساسية 4

1.2.2 القدرة في تعلم الرياضيات: مدخل لفهم الفروق الفردية وأثرها في التعلم 13

1.2.3 الذكاء الاصطناعي 16

1.2.4 المفاهيم الاساسية في تعلم الرياضيات 31

1.3.الدراسات السابقة 40

1.3.1 التعقيب على الدراسات السابقة 44

1.4 مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية 46

1.5 مشكلة الدراسة وأسئلتها 48

1.6 أهداف الدراسة 51

1.7 أهمية الدراسة 52

الفصل الثاني: منهجية الدراسة 54

2.1 تصميم الدراسة 54
2.2 متغيرات الدراسة 57
2.3 مجتمع الدراسة 57
2.4 عينة الدراسة وطريقة اختيارها 58
2.5 أدوات الدراسة ومؤشرات صدقها وثباتها. 59
2.5.1 المنهجية الكمية..... 59
2.6 المعالجة الإحصائية..... 67
2.6.1 التحقق من افتراضات تحليل التباين المشترك المتعدد (MANCOVA)..... 69
2.6.2 التحقق من افتراضات تحليل التباين المتعدد (MANOVA) 72
2.6.3 التحقق من افتراضات اختبار تحليل التباين المتعدد المختلط (Mixed-Design MANOVA)..... 73
2.6.4 التحقق من افتراضات اختبار تحليل التباين المتعدد الثنائي (Two-Way MANOVA)..... 73
2.7 إجراءات الدراسة..... 74
2.7.1 المحتوى التعليمي بلاعتماد على نموذج "آشور"..... 76
2.7.2 ملاحظات مهمة موسعة ومتكاملة تراعيها المعلمة اثناء تطبيق البرنامج..... 82
الفصل الثالث: نتائج الدراسة 83
3.1 النتائج المتعلقة بالسؤال الاول..... 83
3.1.1 السؤال الفرعي الأول 83
3.1.2 السؤال الفرعي الثاني 86
3.2 النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني..... 89
3.2.1 السؤال الفرعي الأول 89
3.2.2 السؤال الفرعي الثاني 90
3.3 النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث 93

3.3.1 السؤال الفرعي الأول 93
3.3.2 السؤال الفرعي الثاني 96
الفصل الرابع: مناقشة النتائج، التوصيات 99
4.1 المناقشة التفصيلية للسؤال الأول 99
4.2 المناقشة التفصيلية للسؤال الثاني 101
4.3 المناقشة التفصيلية للسؤال الثالث 103
4.4 التوصيات 106
قائمة الإختصارات 110
المراجع العلمية 111
الملاحق 122
Abstract ..... b

فهرس الجداول

جدول (1): قيم معامل الثبات لأداة الدراسة 63

جدول (2): مصفوفة مؤشرات اداءعمليات التفكير في الحساب النذهي (Mental Computation Thinking Rating Scale) حسب نموذج هيردسفيلد Heirdsfield (2011) 65

جدول (3): نتائج معامل الثبات بين المقيمين باستخدام معامل كابا لكوهين (Cohen's Kappa) 67

جدول (4): المتوسطات الحسابية 84

جدول (5): نتائج اختبار تحليل التباين المشترك المتعدد (MANCOVA)..... 85

جدول (6): تقدير متوسط الحساب الذهني لدى طلبة الصف الثاني 87

جدول (7): اختبار Hotelling's Trace لتحليل التباين المتعدد..... 88

جدول (8): نتائج اختبار Wilks' Lambda 90

جدول (9): نتائج اختبار Pillai's Trace 91

جدول (10): التفاعل بين طريقة التدريس والقدرة في الرياضيات على كل متغير تابع..... 92

فهرس الأشكال

شكل (1): خريطة المفاهيم للحساب الذهني– نموذج هيردسفيلد..... 11

شكل (2): التكامل بين المرحلتين الكمية والنوعية في تصميم الدراسة 56

شكل (3): فحص التوزيع الطبيعي لعلامات الامتحان القبلي..... 64

شكل (4): فحص التوزيع الطبيعي لعلامات الامتحان البعدي..... 64

شكل (5): الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التذكر)..... 70

شكل (6): الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (الفهم) 70

شكل (7): الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التطبيق)..... 70

شكل (8): الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التحليل) 71

شكل (9): الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التركيب)..... 71

شكل (10): الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التقييم)..... 71

شكل (11): المخطط التعليمي (نموذج آشور)..... 166

فهرس الملاحق

ملحق (أ): جدول التعقيب على الدراسات السابقة 122

ملحق (ب): الجداول الإحصائية..... 126

ملحق (ج): أدوات جمع البيانات وجداول معاملات الصدق والتمييز لفقرات الاختبارات 130

ملحق (د): تفصيل لوحدة التدخل والتطبيقات المستخدمة..... 155

ملحق (هـ): أسماء المحكمين 161

ملحق (و): إرشادات تطبيق الوحدة (ملاحظات للمعلمة)..... 162

ملحق (ز): تحليل محتوى منهاج الرياضيات – الصف الثاني الابتدائي..... 164

ملحق (ح): الأشكال 166

ملحق (ط): شهادة قبول نشر البحث المستل من الاطروحة..... 167

أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الإبتدائية

إعداد

فاليا فتحي محمد عيّاد

إشراف

أ. د. وجيه ضاهر

د. رجاء سويدان

الملخص

انطلقت هذه الدراسة بهدف الكشف عن فاعلية تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تحسين استيعاب المفاهيم الرياضية الأساسية وتنمية مهارات الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية في المدارس العربية بإحدى المناطق التعليمية في شمال البلاد، حيث اعتمدت المنهج شبه التجريبي بتصميمه القبلي والبعدي على عينة قصدية مكونة من (40) طالباً وطالبة من طلاب الصف الثاني الابتدائي، وُزعوا بالتساوي على مجموعتين: تجريبية درست باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وضابطة درست بالطرق الاعتيادية، وقد استُخدمت في الدراسة أدوات قياس شملت اختباراً للمفاهيم الرياضية، وسلم تقدير لعمليات الحساب الذهني، بالإضافة إلى المقابلات النوعية، حيث أسفرت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($\alpha \leq 0.05$) لصالح المجموعة التجريبية في جميع المتغيرات، وبحجم أثر مرتفع بلغت قيمة η^2الجزئية له (0.59)، كما أثبتت تحليلات (MANCOVA) تفوقاً مستمراً لمتعلمي المجموعة التجريبية عبر جميع مستويات القدرة، مع فاعلية ملموسة في تقليص الفجوة التحصيلية لدى المتعلمين ذوي التحصيل المتدني، بينما كشف المنظور النوعي والمقابلات والتحليل السلوكي عن تحول جذري في الأداء المعرفي؛ حيث انتقل المتعلمون من الاعتماد على الوسائل الحسية (كالعد بالأصابع) إلى تبني استراتيجيات ذهنية مرنة وعليا كالتجزئة

والتعويض، مع تطور ملحوظ في مهارات "ما وراء المعرفة" والدافعية الذاتية نتيجة بيئة الـــتعلم التكيفية التي وفرت تغذية راجعة فورية ومسارات تعلم مخصصة؛ وبناءً على ذلـــك، توصـــي الدراسة بضرورة تبني استراتيجية وطنية واضحة لدمج تطبيقات الذكاء الاصـــطناعي الذكيـــة ضمن مناهج الرياضيات للمرحلة الابتدائية، وتوفير برامج تدريبية تخصصية للمعلمين لتطوير كفاياتهم في توظيف التقنيات الذكية وإدارة بيئات التعلم التكيفية.

الكلمات المفتاحية :الذكاء الاصطناعي التعليمي، المفاهيم الرياضية الأساسية، الحساب الذهني، المرحلة الابتدائية.

الفصل الاول

المقدمة/سياق الدراسة والاطار النظري

1.1 مقدمة الدراسة

تعد الرياضيات لغة الكون وأساس التقدم العلمي و التكنولوجية، ويشكل إتقان مفاهيمها الأساسية في المراحل المبكرة (مثل النظام العددي، العمليات الحسابية، والهندسة الأولية) اللبنة الأولى للتفكير المنظم والنجاح المستقبلي. وتشير الأبحاث إلى أن المتعلمين الذين يتمكنون من هذه المفاهيم يطورون قدرات معرفية تمكنهم من التفوق لاحقاً (National Mathematics Advisory Panel, 2008). ولكن، يواجه تعليم الرياضيات تحديات مستمرة، خاصة عندما يتعلق الأمر بتعزيز الفهم العميق للمفاهيم المجردة وتنمية مهارات الحساب الذهني، حيث بينت دراسة (Geary, 2020) أن إتقان المفاهيم الحسابية يرتبط وثيقاً بالنجاح في المراحل المتقدمة. وفي ظل هذه التحديات، يبرز الذكاء الاصطناعي كقوة دافعة تقدم حلولاً مبتكرة؛ حيث تنتشر التطبيقات التعليمية القائمة عليه بسرعة لافتة. فعند توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية بشكل منهجي، فإنها تتبنى أدواراً متقدمة تسهم بشكل مباشر في تعزيز الفهم المفاهيمي للرياضيات وتنمية المهارات الحسابية، وهو ما يتسق مع الرؤى التربوية التي تعتبرها مورداً استراتيجياً يسهم في تعميق التعلم وتنمية القدرات المعرفية العليا لدى المتعلمين (Luckin, Holmes, & Griffiths, M., & Forcier, L. B, 2016).

لذلك، تتفوق هذه التقنيات على الطرق التقليدية لأنها لا تقتصر على تقديم المحتوى بشكل آلي، بل تتجاوز ذلك إلى أدوار أكثر تعقيداً تشمل التشخيص الفوري لأنماط الأخطاء، وتقديم التغذية الراجعة الذكية، وتكييف مسارات التعلم ديناميكياً لتناسب الاحتياجات الفردية. وقد كشفت دراسة Hwang et al. (2020) أن نظم التعلم التكيفي القائمة على الذكاء الاصطناعي تُحسّن التحصيل الأكاديمي للمتعلمين بشكل ملموس، خاصة في الرياضيات والعلوم. وفي هذا السياق،

أشار الجندي وإبراهيم (2021) إلى أن هذه التطبيقات تشكل نموذجاً يجمع بين البساطة والجاذبية، مما يسهل استيعاب المفاهيم الرياضية المجردة وتنمية المهارات الحسابية لدى متعلمين المراحل الابتدائية (البري و أمين، 2023). وتكتسب هذه التطبيقات أهمية استثنائية نظراً لقدرتها الفائقة على تحقيق الأهداف التعليمية بفعالية عالية، مما دفع المؤسسات التربوية إلى تبنيها كأولوية استراتيجية في سياساتها التعليمية (أحمد و حسين، 2022). ومن أبرز ما يميز هذه الأنظمة قدرتها على تجسيد المفاهيم الرياضية المجردة في قوالب بصرية ملموسة عبر أنظمة المحاكاة التفاعلية، كما تعزز الدافعية الذاتية للتعلم من خلال آليات التحفيز مثل أنظمة النقاط والشارات ولوحات الصدارة (أبو ربا و حمدي ، 2001). ويتجلى هذا الأسلوب المبتكر في التطبيقات التي تتيح للمتعلمين معالجة المسائل الحسابية من خلال التفاعل مع كائنات افتراضية تفاعلية، مما يحول عملية التعلم إلى تجربة غامرة ومثيرة للتفكير (الحربي، 2010). تشهد المنظومة التعليمية تحولاً جذرياً بفضل التكامل بين الذكاء الاصطناعي والبيداغوجيا الحديثة في تدريس الرياضيات. تؤكد الدراسات أن التقنيات الذكية تقدم حلولاً غير مسبوقة للتحديات التعليمية عبر ثلاث آليات رئيسية: التحليل التشخيصي الدقيق لأنماط الأخطاء، والتكيف الذكي مع احتياجات المتعلمين، وتجسيد المفاهيم المجردة عبر وسائط تفاعلية. فقد أظهرت الأبحاث أن هذه المنهجية تحسن الفهم المفاهيمي بنسبة 30% (Koedinger, Kim, & Jia, J. Z., McLaughlin, E. A., & Bier, N. L., 2015)، وتزيد معدلات الاحتفاظ بالمعلومات إلى 60% (Chen, Zou, Cheng, & Xie, 2023)، كما ترفع الأداء في الاختبارات المعيارية بنسبة 25% (Molenaar, Horvers, & Jorritsma, 2021)، مما يجعلها أداة فعالة لمعالجة الفروق الفردية وتعزيز الدافعية للتعلم.

بناءً على ما سبق، يعد التزاوج بين التكنولوجيا المتقدمة والأسس التربوية الرصينة نموذجاً مثالياً لإعداد متعلمين قادرين على مواجهة تحديات العصر الرقمي. وعلى صعيد متصل،

يشير الحساب الذهني إلى القدرة على تنفيذ العمليات الحسابية دون مساعدة أدوات خارجية، وهي مهارة حاسمة تعزز الثقة والدقة وتسرع المعالجة المعرفية، وتعمل كمكون أساسي في تطوير الكفاءات الرياضية المتقدمة (المومني خ.، 2022). إن امتلاك هذه المهارة يمكّن المتعلمين من إدراك العلاقات بين الأعداد وإجراء العمليات عليها بمرونة، وتؤكد الدراسات أن الحساب الذهني ينمي لدى المتعلمين مهارات التفكير العلمي ويمكنه من مواجهة المشكلات، والتدرب على حلها بفعالية (الجندي، 2021).

ولتحقيق هذا التطور، توفر تطبيقات الذكاء الاصطناعي تدريبات مستهدفة ومخصصة لتعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتحسين مهارات الحساب الذهني لدى متعلمين المرحلة الابتدائية (المومني خ.، 2022). تمتاز هذه التطبيقات بنواحٍ إيجابية متعددة؛ فهي تقوي الذاكرة وتزيد التركيز، كما تعلم الأطفال أسلوب التفكير العلمي من خلال مواجهة المشكلات والبحث عن حلول لها (خالد، 2023). وفي الوقت ذاته، يعد الحساب الذهني من المهارات المعرفية العليا التي تعكس كفاءة الذاكرة العاملة وسرعة المعالجة العقلية، حيث أظهرت الدراسات العصبية أن ممارسته تنشط مناطق متعددة في الدماغ ترتبط بالوظائف التنفيذية (Arsalidou & Taylor, 2019).

ونتيجة لذلك، أحدثت أنظمة الذكاء الاصطناعي ثورة في هذا المجال من خلال توفير بيئات تعلم تكيفية (Holmes, Porayska-Pomsta, & Varghese, 2002)، ودمج تقنيات الألعاب التعليمية التي تحفز الممارسة المنتظمة (Zhang, Wang, & Chen, 2023)، مما ساهم في تحقيق تحسن ملموس. كما يُشار إلى أن المفاهيم الرياضية الأساسية تشكل نظاماً مترابطاً، حيث يؤدي ضعف فهم أحدها إلى صعوبات تراكمية في الأخرى. وقد طور فريق بحثي بقيادة Star (2022) نموذجاً جديداً يركز على "التعلم المتشابك" للمفاهيم، حيث يتم

تدريسها بشكل متكامل بدلاً من عزلها. وأثبتت التجارب الميدانية لهذا النموذج تحسناً كبيراً في الفهم المفاهيمي لدى المتعلمين بنسبة تصل إلى 40%.

وختاماً، يشهد العقد الحالي تحولاً في النظرة التربوية للمفاهيم الرياضية الأساسية، حيث أكد تقرير حديث أن بناء فهم عميق لهذه المفاهيم هو أفضل مؤشر للنجاح المستقبلي (Organization for Economic Co-operation and Development,2023). وفي هذا السياق، تشير التوقعات العلمية إلى أن العقد القادم سيشهد تحولات جذرية بفضل تقنيات الذكاء الاصطناعي التكيفية القادرة على تقديم تجارب تعلم شخصية. ومع كل هذه الإيجابيات، يحذر الخبراء من مخاطر الاعتماد المفرط، ويؤكدون على الحاجة إلى توازن دقيق بين التكنولوجيا والعنصر البشري، وتبني نموذج هجين يجمع بين أفضل ما في تطبيقات الذكاء الاصطناعي والمهارات الإنسانية لتحقيق تعليم فعال وشامل (Luckin & Holmes, 2023).

1.2 الاطار النظري

هنا اهتمت الباحثة بالحديث عن محوري البحث الأساسي وهما (المحمور الاول) مفاهيم الرياضيات الأساسية والحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية. و(المحور الثاني) تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية،

1.2.1 مفاهيم الرياضيات الأساسية

الإطار النظري للمفاهيم الرياضية الأساسية وأهميتها في التعليم المبكر

تُعد المفاهيم الرياضية الأساسية حجر الزاوية في بناء الفكر المنطقي والتحليلي لدى المتعلمين منذ مراحل التعليم الأولى. فمن خلال إتقان هذه المفاهيم، يكتسب المتعلمون الأدوات الفكرية اللازمة لفهم العالم من حولهم، سواء على المستوى المجرد أو التطبيقي. تؤكد الأدبيات التربوية (غالب خ.،

2006)أن هذه المفاهيم لا تقتصر على كونها مجرد مهارات حسابية، بل تمتد لتشكل أساسًا متينًا للعلوم المتقدمة لاحقًا، مثل الفيزياء والهندسة وعلوم البيانات.

المفاهيم العددية والعمليات الحسابية

يبدأ بناء الفهم الرياضي بإدراك المفاهيم العددية، التي تشمل التعرف على الأرقام، وقراءتها، وكتابتها، ومقارنتها، وتنظيمها في سلاسل تصاعدية أو تنازلية. هذا الفهم العددي ليس مجرد حفظ ميكانيكي، بل هو عملية إدراكية تعزز الوعي بالعلاقات بين الأعداد، مثل مفهوم الزوجية والفردية، والقدرة على تقدير المقادير (ديار و أزهار، 2022). أما العمليات الحسابية الأساسية – الجمع والطرح والضرب والقسمة – فهي أدوات حيوية لمعالجة المشكلات اليومية. فعندما يمارس المتعلمون هذه العمليات في سياقات متنوعة (مثل المواقف الحياتية أو الألغاز الرياضية)، فإنهم لا يطورون مهاراتهم الحسابية فحسب، بل أيضًا قدرتهم على التفكير النقدي وحل المشكلات. على سبيل المثال، تعلم عملية الضرب ليس مجرد حفظ جدول الضرب، بل فهم أنها تمثل جمعًا متكررًا، مما يعزز الربط بين المفاهيم المختلفة (المومني ع.، 2022).

المفاهيم المكانية والهندسية

يُعد الفهم المكاني والهندسي مكونًا أساسيًا في الإطار النظري للرياضيات، حيث يساهم في تنمية الوعي البصري والمكاني لدى المتعلمين. من خلال دراسة الأشكال الهندسية (مثل المربعات، والمثلثات، والدوائر)، يتعرف المتعلمون على خصائصها، مثل عدد الأضلاع والزوايا، والتماثل، والمساحة، والمحيط. وهذا الفهم لا يقتصر على الجانب النظري، بل يمتد إلى التطبيقات العملية، مثل قراءة الخرائط أو تصميم المجسمات (غالب أ.، 2006).

كما تُدرس المفاهيم المتعلقة بالأبعاد (الطول، العرض، الارتفاع) والتحويلات الهندسية (كالانعكاس والدوران)، والتي تُعد أساسية لفهم أكثر تعقيدًا في مجالات مثل الرسم الهندسي والهندسة المعمارية.

القياس وتحليل البيانات

يُعتبر القياس من الجوانب التطبيقية المهمة في الرياضيات، حيث يتعرف المتعلمون على وحدات القياس المختلفة (مثل المتر، واللتر، والكيلوجرام) وكيفية استخدامها في قياس الطول، والحجم، والوزن، والزمن. هذا المفهوم لا يعزز فقط الفهم الكمي، بل ينمي أيضًا القدرة على إجراء مقارنات دقيقة بين الأشياء، مثل تحديد الأطول أو الأثقل، مما له تطبيقات مباشرة في الحياة اليومية (المومني خ.، 2022). أما في مجال البيانات والإحصاء، فيتعلم المتعلمون جمع المعلومات، وتصنيفها، وتمثيلها بيانيًا باستخدام الجداول والرسوم البيانية (مثل الأعمدة والدوائر المجزأة). هذه المهارات تُكسبهم القدرة على تحليل البيانات واستخلاص النتائج، وهي مهارات حيوية في عصر يتسم بوفرة المعلومات. على سبيل المثال، يمكن للمتعلم أن يفهم كيفية تفسير نتائج استطلاع رأي أو مقارنة نسبية بين مجموعات مختلفة (ديار و أزهار، 2022).

الأهمية التربوية والتطبيقات العملية

لا تقتصر أهمية هذه المفاهيم على الفصول الدراسية، بل تمتد إلى الحياة اليومية، حيث تُستخدم في إدارة المصروفات، وقياس المسافات، وحتى في اتخاذ القرارات (NCTM, 2000; Organization for Economic Co-operation and Development, 2019).

كما أنها تُعد أساساً للعلوم التطبيقية مثل البرمجة والهندسة والاقتصاد ختاماً، يُظهر الإطار النظري للمفاهيم الرياضية الأساسية كيف أن هذه المهارات ليست منفصلة، بل مترابطة بشكل عضوي، مما يعزز التعلم التكاملي (غالب، 2006) لذا، يجب أن يركز التعليم المبكر على تدريس هذه المفاهيم بطرق تفاعلية وتطبيقية لضمان بناء أساس متين للتعلم المستقبلي.

مهارات الحساب الذهني

إن أحد العناصر الأساسية لتحسين قدرة المتعلمون على الرياضيات هو الأسس النظرية لمهارات الحساب الذهني، والتي تمكنهم من تنفيذ العمليات الحسابية بسرعة ودقة أكبر دون مساعدة الآلات الحاسبة (الزغوطي، 2022). ويتم بناء أساس متين لهذا النوع من الحساب من خلال مجموعة متنوعة من المهارات الفرعية التي تشكل جزءًا من المجموعة الواسعة من قدرات الحساب الذهني، ومن أهم القدرات الأساسية في الحساب الذهني القدرة على التجميع والتفكيك، وهذا يعني أن المتعلم يفهم العلاقة بين الأرقام وتشكيل مجموعات صغيرة أو تفكيكها لتحقيق كميات أكبر بسهولة (المومني خ.، 2022). وتمكن هذه القدرة المتعلمون من الوصول إلى الحل بسرعة ودقة مع تقليل مقدار العمل المطلوب للعمليات الحسابية. ومن المهم أيضًا القدرة على تقدير النتائج وتقريبها قبل الوصول إلى الحل النهائي، مما يعزز ثقة المتعلمون في استجاباتهم ويقلل من اعتمادهم المتزايد على الآلات الحاسبة، والمتعلمون الذين يمتلكون هذه القدرة قادرون بشكل أفضل على اتخاذ القرارات بسرعة، وخاصة عندما يواجهون سيناريوهات تتطلب تقديرات سريعة (كامل و صلاح الدين، 2024).

يُعد التفكير العددي ركيزة إدراكية جوهرية تتجاوز مجرد إجراء العمليات الحسابية الآلية، إذ تعتمد فاعليته على تنمية القدرات التحليلية والنمطية لدى المتعلمين؛ مما يُمكّنهم من معالجة المعادلات الرياضية الأساسية عبر استيعاب عميق للعلاقات العددية. ويهدف هذا النمط من التفكير في جوهره إلى تحقيق تكامل بين السرعة الفائقة والدقة المتناهية في استخراج الحلول، وهو ما يمثل خطوة مفصلية نحو تعزيز استقلالية الطالب وتحفيز مهاراته التحليلية، الأمر الذي ينعكس بشكل مباشر على جودة الأداء الأكاديمي العام في مادة الرياضيات (الزغوطي، 2022).

وفي هذا السياق، تلعب الأنماط العددية المتكررة في عمليات الجمع والضرب دوراً حيوياً في تسهيل الإدراك الذهني، حيث ترفد المتعلم باستراتيجيات مرنة تعتمد على 'التخمين والتحقق' وتقدير منطقية

الإجابات الأولية؛ وهي مهارات معرفية وعليا تساهم في بناء مخططات ذهنية (Mental Schemas) تساعد الطالب على تقييم دقة نتائجه ذاتياً (هيردسفيلد، 2011؛ المومني، 2022). وبناءً على ما تقدم، يتحول الحساب الذهني إلى أداة معرفية حيوية تُسهم في بناء الكفاءة الرياضية الشاملة وتطوير عقلية قادرة على التفاعل مع لغة الأرقام بمرونة ودون الحاجة للارتباط الدائم بالأدوات التقنية، مما يعزز من مفهوم احترام الذات الأكاديمي والدافعية الذاتية لدى الطفل في حياته اليومية (كامل ونجيب، 2024).

تعد مهارات الحساب الذهني من الركائز الأساسية في بناء الكفاءة الرياضية لدى المتعلمين (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001)، حيث تمثل أداة معرفية فعالة تسهم في تعزيز قدراتهم على إجراء العمليات الحسابية بسرعة ودقة دون الحاجة إلى الاستعانة بالأدوات الإلكترونية كالحاسبات الآلية(McIntosh, Reys, & Reys, 1992). ويمثل إتقان هذه المهارات خطوة محورية نحو تنمية التفكير الرياضي، وتحفيز القدرات التحليلية، وتعزيز الاستقلالية في حل المسائل الرياضيةوهو ما أشار إليه الزغوطي (2022) باعتباره أحد المحاور الجوهرية في تحسين الأداء الأكاديمي في الرياضيات.

وتتكون مهارات الحساب الذهني من مجموعة من المهارات الفرعية المتداخلة التي تُشكّل في مجموعها الإطار المعرفي الأساسي لهذه المهارة. ومن أبرز تلك المهارات ما يُعرف بمهارتي "التجميع" و"التفكيك"، حيث يُمكّن هذان المفهومان المتعلم من فهم البنية العددية للأرقام، والتعامل معها بمرونة، من خلال تشكيل مجموعات عددية صغيرة لتسهيل الجمع، أو تفكيك الأعداد إلى مكونات أبسط لتيسير الطرح أو الضرب (المومني ع.، 2022). إن هذه المهارات لا تقتصر على تحسين القدرة على الحل، بل تسهم أيضًا في تقليل الجهد الذهني المبذول، وتعزيز الكفاءة في معالجة العمليات الحسابية. ومن العناصر المهمة المرتبطة بالحساب الذهني أيضًا، القدرة على التقدير الكمي والتقريب، وهي مهارة تُساعد المتعلم على التنبؤ بالنتائج بشكل منطقي قبل التوصل إلى الحل النهائي. هذه المهارة، التي ترتبط بمهارات اتخاذ القرار الرياضي، تُسهم في بناء الثقة لدى المتعلم وتقلل من اعتماده المفرط على الآلات

الحاسبة، كما أنها تُكسبه قدرة عالية على التعامل مع المشكلات اليومية التي تتطلب حسابات سريعة أو قرارات فورية (كامل و صلاح الدين، 2024).

ويُعد التفكير العددي عنصراً مركزياً في تطوير الحساب الذهني، حيث يشير إلى القدرة على استخدام المفاهيم العددية في السياقات المتنوعة، ويتطلب فهماً عميقاً للعلاقات بين الأرقام، وتطبيق التفكير التحليلي والمنطقي للوصول إلى الحلول. إن هذه القدرة، كما يرى الزغوطي (2022)، تُعزز من فاعلية المتعلم في حل المشكلات التي تعتمد على الأنماط العددية مثل الأنماط في الضرب، والجمع المتكرر، والطرح التتابعي، مما يُيسر من عملية استرجاع المعلومات الرياضية ومعالجتها ذهنياً.

بالإضافة إلى ما سبق، فإن استراتيجية "التخمين والتحقق" تُعد من الاستراتيجيات التعليمية الأساسية الداعمة لمهارات الحساب الذهني، حيث تُعلّم المتعلم كيفية توليد تخمين مبدئي منطقي للنتيجة، ثم العمل على التحقق من دقته من خلال استخدام خطوات حسابية مبسطة. وتُعتبر هذه الاستراتيجية محفزة للتفكير التأملي والتقييمي، وتسهم في ترسيخ مهارات التحليل الرياضي والنقد الذاتي (المومني ع.، 2022). وتُشكل السرعة والدقة في الأداء الرياضي الهدف النهائي الذي تسعى إليه استراتيجيات الحساب الذهني كافة، حيث يؤدي امتلاك المتعلم لهاتين المهارتين إلى تطوير ما يُعرف بالعقلية الرياضية المرنة، وهي القدرة على التعامل مع الأرقام والمسائل بشكل فوري وفعّال، مما يُكسب المتعلم احتراماً لذاته وثقةً بقدراته، ويُفضي في نهاية المطاف إلى تحقيق مستويات متقدمة من التحصيل الأكاديمي في مادة الرياضيات (المومني ع.، 2022).

وفي هذا السياق، يتضح أن تنمية مهارات الحساب الذهني لا تُسهم فقط في تحسين الأداء داخل الصف الدراسي، بل تتجاوز ذلك لتلعب دوراً حيوياً في الحياة اليومية للمتعلم، حيث تصبح الأرقام أداة تفاعلية يستخدمها في تقييم المواقف، وإدارة الموارد، واتخاذ القرارات السريعة. ومن هنا، يؤكد كامل، وربيع وصلاح الدين ونجيب (2024) على أن الحساب الذهني يُعد من المهارات الحياتية الجوهرية التي يجب

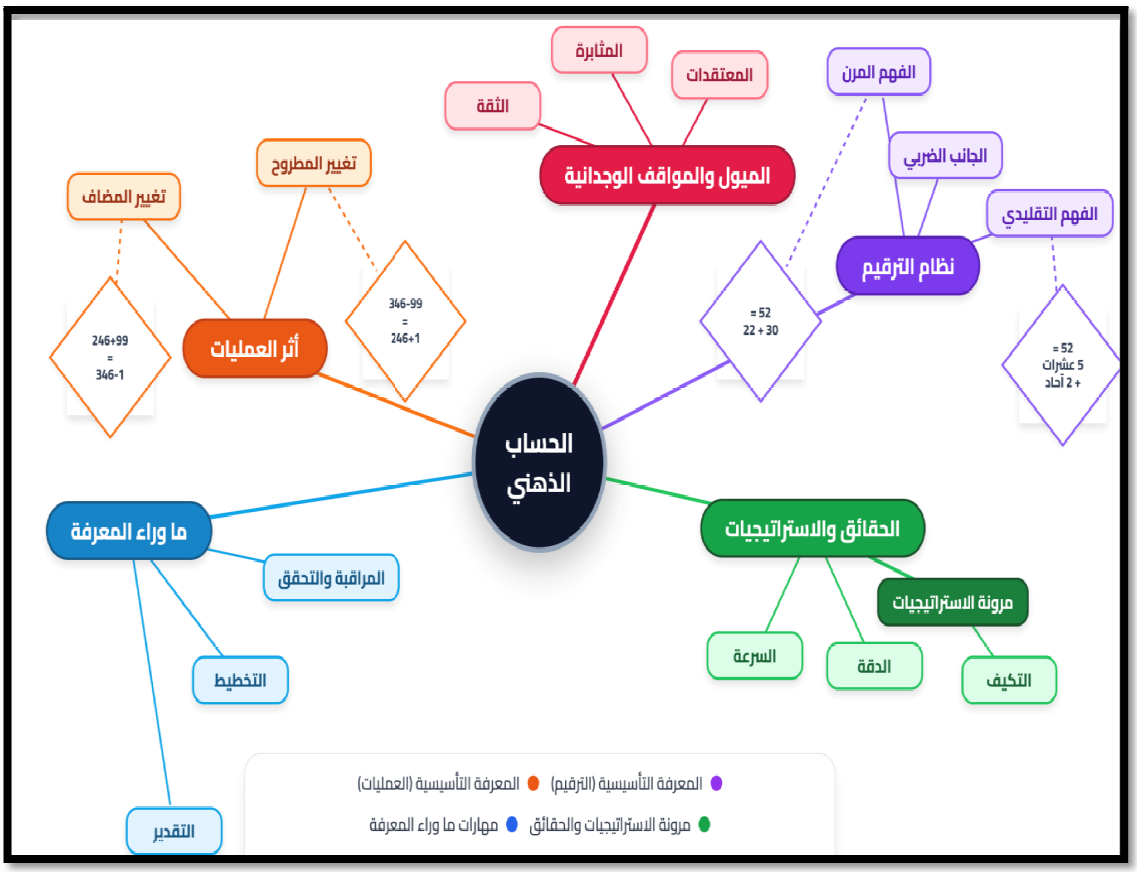
أن تُنمّى منذ السنوات الدراسية الأولى، لما لها من انعكاسات إيجابية بعيدة المدى على الأداء التعليمي والمعرفي للمتعلم.

ولتطبيق هذه المهارات في بيئة صفية فعالة، يبرز النموذج التربوي الذي طورته هيردسفيلد (Heirdsfield, 2011) كإطار عمل متكامل يهدف إلى تجاوز التعليم الإجرائي للحساب الذهني والانتقال إلى تنمية التفكير الاستراتيجي المرن لدى الأطفال. يقوم هذا النموذج على فلسفة مفادها أن الحساب الذهني ليس مهارة معزولة، بل هو نتاج شبكة مترابطة من المفاهيم الرياضية التي يجب بناؤها بشكل متزامن. ولتحقيق ذلك، استخدمت هيردسفيلد "خريطة المفاهيم للحساب الذهني" (Concept Map for Mental Computation) كأداة للمعلمين لتحديد المعارف المترابطة اللازمة لإتقان الحساب الذهني، والتي تشمل: الإحساس العددي (Numeration) كفهم القيمة المكانية وقرب الأعداد (مثل إدراك أن 99 قريب جداً من 100)، والحقائق العددية (Number facts)، والتقدير (Estimation)، وفهم تأثير العمليات على الأعداد (Effect of operation on number). من الناحية التطبيقية، يركز النموذج على استخدام أدوات بصرية محددة لدعم تفكير الأطفال، وأهمها خط الأعداد الفارغ (Empty Number Line)، ومخططي الأعداد (99 و 100). هذه الأدوات تشجع الأطفال على ابتكار استراتيجياتهم الخاصة، مثل استراتيجية "القفز" (Jumping) التي تعتمد على العد بالعشرات ثم الآحاد، أو استراتيجية "التعويض" (Compensation) التي تتضمن تقريب أحد الأعداد لتسهيل العملية ثم تعديل الناتج. إن الهدف من هذا النهج هو خلق بيئة صفية آمنة يشعر فيها الأطفال بالراحة لاستكشاف ومشاركة وتبرير ونقد استراتيجياتهم المختلفة، حيث تصبح العملية الفكرية ذات أهمية توازي أهمية الوصول إلى الناتج الصحيح. وبذلك، يسهم نموذج هيردسفيلد في بناء فهم مفاهيمي عميق وبناء عقلية رياضية قادرة على التفكير النقدي وحل المشكلات بمرونة وكفاءة (Heirdsfield, 2011).

ومن منظور معرفي أعمق، فإن قوة نموذج هيردسفلد (Heirdsfield, 2011) تكمن في قدرتــه علــى بناء كفاءات رياضية متكاملة تتجاوز مجرد اكتساب المهارات الحسابية الإجرائية. فخريطة المفاهيم التي يقدمها النموذج تعمل بمثابة الإطار المنظم للمعرفة التأسيسية (Foundational Knowledge)، حيــث لا تكتفي بتحديد المفاهيم الأساسية كالإحساس العددي والحقائق العددية، بل توضح التــرابط المنطقــي بينها، مما يحول الرياضيات في نظر المتعلم من مجموعة قواعد متفرقة إلى بنية متماسكة وذات معنى. إن هذا الفهم البنيوي هو ما يميز الخبير عن المبتدئ في أي مجال معرفي.

شكل (1)

خريطة المفاهيم للحساب الذهني- نموذج هيردسفيلد



وبناءً على هذا الأساس المعرفي الصلب، يتم تمكين مرونة الاســتراتيجيات(Strategy Flexibility) ، وهي القدرة على اختيار وتكييف الاستراتيجية الأكثر كفاءة وفقاً لخصائص المسألة المطروحة

.(Star, 2005; Star, 2022) فالمتعلم لا يتم تدريبه على حفظ قائمة من الاستراتيجيات، بل يصبح قادراً على استنتاجها وفهمها بعمق؛ فعلى سبيل المثال، لا يمكنه استخدام استراتيجية 'التعويض' بفعالية إلا إذا كان يمتلك فهماً راسخاً لمفهومي 'قرب الأعداد' و'تأثير تغيير العمليات الحسابية'، وهما مفهومان محوريان في الخريطة المعرفية للحساب الذهني (Heirdsfield, 2011). بذلك، ينتقل المتعلم من مرحلة التطبيق الآلي إلى مرحلة اتخاذ القرار الاستراتيجي الواعي.

علاوة على ذلك، يعزز النموذج بشكل منهجي مهارات ما وراء المعرفة (Metacognition)، والتي تشمل التخطيط والمراقبة والتقييم الذاتي لعملياته الفكرية (Zimmerman, 2002). يتم ذلك بشكل صريح من خلال مكون "التقدير"، الذي يعمل كآلية للمراقبة الذاتية تدفع المتعلم للتساؤل حول مدى معقولية نتائجه (Heirdsfield, 2011). كما يتم بشكل ضمني من خلال الممارسات الصفية التي تتطلب من المتعلم تبرير ونقد استراتيجياته ومقارنتها باستراتيجيات زملائه، وهو ما يمثل ممارسة متقدمة للتفكير الواعي حول عملية التفكير ذاتها، مما يعزز الاستقلالية الفكرية لديه (Star, 2022). وفي نهاية المطاف، فإن التأثير الأكثر شمولية لهذا النهج هو تنمية المرونة الذهنية والمواقف الإيجابية تجاه الرياضيات (Organization for Economic Co-operation and Development,2023).

فالمتعلم الذي يفهم 'لماذا' تعمل الرياضيات بالطريقة التي تعمل بها، يطور ثقة حقيقية مبنية على الفهم لا على الحفظ. هذا الفهم العميق يقلل من القلق الرياضي (Math Anxiety) ويزيد من المثابرة عند مواجهة تحديات جديدة، لأنه يدرك أن هناك مسارات متعددة للوصول إلى الحل (Ramirez, Shaw, & Maloney, 2021). وبهذه الطريقة، لا يُنتج نموذج هيردسفيلد متعلمًا قادرًا على الحساب فحسب، بل متعلمًا يمتلك عقلية رياضية مرنة، وواثقة، وقادرة على التفكير النقدي، مما يبني كفاءة رياضية شاملة ومستدامة.

1.2.2 القدرة في تعلم الرياضيات: مدخل لفهم الفروق الفردية وأثرها في التعلم

في الأدبيات التربوية والنفسية، مرّ مفهوم "القدرة" (Ability) في تعلم الرياضيات بتحول جوهري. فبعد أن كان يُنظر إليه تقليدياً كسمة فطرية ثابتة تشبه "الذكاء الرياضي" الفطري، تتبنى النظريات المعاصرة رؤية أكثر ديناميكية وبنائية. فمن منظور بنائي، لا تُعد القدرة سمة ثابتة، بل هي بنية معرفية قابلة للنمو والتطور (Malleable Cognitive Structure)، تتشكل وتتعقد من خلال تفاعل المتعلم النشط مع الخبرات التعليمية والبيئة المحيطة. إنها تمثل الشبكة المعرفية القائمة التي يمتلكها المتعلم، والتي تشمل معارفه الإجرائية والمفاهيمية، ومهاراته، واستراتيجياته الأولية لحل المشكلات (Siegler & Lortie-Forgues, 2017). تعمل هذه القدرة بمثابة الأساس الذي يُبنى عليه كل تعلم لاحق، وهي المرشح الذي يتم من خلاله تفسير المعلومات الرياضية الجديدة ودمجها في البنى القائمة. وقد رسّخ ديفيد أوزوبل (Ausubel, 1968) هذه الفكرة في نظريته للتعلم القائم على المعنى، مؤكداً أن المعرفة القبلية هي العامل الأكثر أهمية في تحديد مدى نجاح التعلم المستقبلي.

تتوافق هذه الرؤية مع نظرية جان بياجيه (Jean Piaget)، الذي رأى أن النمو المعرفي يحدث من خلال عمليتي الاستيعاب (Assimilation) والمواءمة (Accommodation). فالمتعلم يستوعب المفاهيم الجديدة التي تتناسب مع بنيته المعرفية الحالية، ويضطر إلى مواءمة وتعديل هذه البنية عندما يواجه تحديات أو معلومات لا يمكن تفسيرها بالاعتماد على قدرته الحالية فقط. وبالتالي، فإن القدرة ليست مجرد مخزون من المعلومات، بل هي بنية ديناميكية تتغير وتنمو باستمرار. هذا المنظور الحيوي للقدرة يحمل تضمينات تربوية هامة، فهو يعني أن جميع المتعلمين، بغض النظر عن نقطة انطلاقهم، يمتلكون الإمكانية لتطوير قدرتهم الرياضية إذا ما تم تزويدهم بالخبرات التعليمية المناسبة والداعمة.

أبعاد القدرة في تعلم الرياضيات

لتجنب النظرة التبسيطية للقدرة على أنها مجرد سرعة في الحساب، حدد المجلس القومي للبحوث الأمريكي (National Research Council) خمسة مكونات مترابطة للكفاءة الرياضية، يمكن اختصارها في ثلاثة أبعاد رئيسية للقدرة:

الفهم المفاهيمي (Conceptual Understanding): هو البعد الأعمق والأهم، ويمثل "الإدراك المتكامل للعلاقات والمبادئ الرياضية" (Rittle-Johnson & Alibali, 1999). لا يقتصر هذا الفهم على معرفة "ماذا" نفعل، بل يشمل فهم "لماذا" تعمل الإجراءات الرياضية بهذه الطريقة. على سبيل المثال، المتعلم الذي يمتلك فهماً مفاهيمياً للقيمة المكانية لا يحفظ فقط خطوات "الاستلاف" في الطرح، بل يفهم أنه يقوم بإعادة تجميع العشرات إلى آحاد.

الطلاقة الإجرائية :(Procedural Fluency) (Geary et al., 2020) وتتمثل في معرفة المتعلم بالخوارزميات والخطوات اللازمة لحل المسائل الحسابية بكفاءة ودقة وسرعة. الطلاقة الإجرائية ضرورية لتحرير موارد الذاكرة العاملة، مما يسمح للتلميذ بالتركيز على الجوانب الأكثر تعقيداً في حل المشكلات.

الكفاءة الاستراتيجية وحل المشكلات :(National Research Council [NRC], 2001) وهي القدرة على صياغة المشكلات رياضياً، وتمثيلها، واختيار الاستراتيجيات المناسبة لحلها، وتكييف هذه الاستراتيجيات بمرونة حسب طبيعة ومستوى تعقيد المشكلة. هذا البعد يتطلب من المتعلم تفكيراً إبداعياً، ويمثل الجسر المعرفي الرابط بين الفهم المفاهيمي والطلاقة الإجرائية (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001).

إن العلاقة بين هذه الأبعاد ليست خطية، بل هي علاقة تفاعلية ودائرية متشابكة (Interwoven Strands) ؛ فالفهم المفاهيمي العميق يجعل الإجراءات الحسابية أكثر مرونة وأقل

عرضة للنسيان، وفي المقابل، فإن ممارسة الإجراءات بشكل متكرر وواعٍ تساهم في اكتساب رؤى مفاهيمية أكثر عمقاً (NRC, 2001). وبناءً على ذلك، فإن "البراعة الرياضية (Mathematical Proficiency) المتكاملة هي النتاج النهائي لهذا التفاعل الديناميكي المستمر بين هذه الأبعاد الثلاثة.

علاقة القدرة بالحساب الذهني

توجد علاقة وثيقة ومتبادلة بين القدرة في الرياضيات، وخاصة فهمها المفاهيمي، ومهارة الحساب الذهني. فالحساب الذهني الفعال ليس مجرد استدعاء آلي للحقائق المحفوظة، بل هو تجلٍ ل "الحس العددي" (Number Sense)، والذي يُعرف بأنه فهم حدسي وعميق للأعداد والعلاقات بينها وعملياتها (McIntosh, Reys, & Reys, 1992)المتعلمين ذوو القدرة الرياضية المرتفعة يمتلكون حساً عددياً قوياً يسمح لهم باستخدام استراتيجيات حساب ذهني مرنة ومتطورة. فهم لا يرون الأعداد كرموز جامدة، بل ككميات مرنة يمكن تفكيكها، وإعادة تجميعها، وتعويضها بوعي وفاعلية (Imbo, Vandierendonck, & Rosseel, 2022).

على سبيل المثال، عند مواجهة مسألة مثل "49 + 28" ذهنياً، فإن الاستراتيجية التي يختارها المتعلم تكشف الكثير عن مستوى قدرته:

- المتعلم ذو القدرة الإجرائية المحدودة: قد يحاول تطبيق خوارزمية الجمع العمودي ذهنياً ("9 زائد 8 يساوي 17، أضع 7 وأحمل 1... إلخ"). هذا الإجراء يضع عبئاً كبيراً على الذاكرة العاملة وهو عرضة للخطأ.
- المتعلم ذو القدرة المفاهيمية الجيدة: قد يستخدم استراتيجية التفكيك ("40 زائد 20 يساوي 60، و9 زائد 8 يساوي 17، إذن المجموع 77"). هذه الاستراتيجية تعكس فهماً للقيمة المكانية.

- المتعلم ذو القدرة المفاهيمية العالية (الحس العددي): قد يلجأ إلى استراتيجية التعويض الأكثر كفاءة ("49 قريبة من 50. سأحل 50 زائد 28 يساوي 78، ثم أطرح الواحد الذي أضفته، فالناتج 77"). هذه الاستراتيجية تدل على فهم عميق للعلاقات بين الأعداد.

من هنا، يمكن اعتبار استراتيجيات الحساب الذهني التي يستخدمها المتعلم نافذة نطل منها على عمق وبنية قدرته الرياضية المفاهيمية.

1.2.3 الذكاء الاصطناعي

الذكاء يُعد الذكاء الاصطناعي أداةً تكنولوجية مصممة لمحاكاة القدرات الذهنية البشرية وأنماط التفكير الإنساني. مرَّ الذكاء الاصطناعي بمراحل تطورية متعددة أفضت إلى استخدامه الواسع في مجالات متنوعة، يبرز من بينها المجال التعليمي كأحد أهم هذه الميادين، وهو ما سيتم استعراضه وتوضيحه في الأجزاء التالية.

تعددت مفاهيم الذكاء الاصطناعي طبقًا لآراء مختلف الباحثين والعلماء. وصف الذكاء الاصطناعي على كونه نوعًا من العلم الذي يتماشى مع طبيعة العقل البشري ويمكنه من معالجة مختلف العمليات الإدراكية، مما يجعله خادمًا للطبيعة البشرية في مجالات عدة مثل التعليم الآلي والصناعات التكنولوجية الحديثة (البري واخرون، 2023). بينما أشارت المريخي (2023) إلى أن الذكاء الاصطناعي هو الخطوات التي تتطلبها المجتمعات للدفع بالمسيرة المجتمعية نحو التقدم والرقي، بهدف تحسين المستويات المادية والمعيشية للأفراد (حسن وراضي، 2024). ولقد مر الذكاء الاصطناعي بمراحل تطور متعددة منذ وصف الفلاسفة للعقل البشري، مرورًا بأبحاث تورينج التي وسعت مفهوم الذكاء الاصطناعي، وصولًا إلى استخدام الروبوتات والذكاء الصناعي في مختلف المنظمات والمؤسسات اليوم (الشيدي و السعيدي، 2022).

يمكننا توضيح مراحل تطور الذكاء الاصطناعي من خلال بعض المحطات البارزة: تم التمهيد لمصطلح الذكاء الاصطناعي في عام 1956 بمؤتمر هانوفر، حيث تمت فيه صياغة المصطلح بشكل رسمي (حسن و راضي، 2024). ومن ثم، جاءت أبحاث تورينج حول تفكير الآلة، وخاصة ورقته البحثية الشهيرة "الآلات الحاسوبية والذكاء"، لتساهم بشكل كبير في تأسيس هذا المجال وتطويره (حمود و منير ، 2022). ومؤتمر دار تمويل الذي وصف فيه مكاري الذكاء الاصطناعي بنوع من الحاسبات الآلية التي تملك القدرة على أداء مختلف من الوظائف للعقل البشري (الذويبي و منير، 2022). إلى أن اصبح الذكاء الصناعي داخل المنازل ذاتها، ويكمن الهدف من الذكاء الاصطناعي المحاكاة للعقل البشري من خلال أنظمة تكنولوجية تتمثل في الحاسب الآلي، مع الاحتفاظ بالمعلومات لفترات طويلة لتحقيق المساعدة عند الاحتياج لتلك المعلومات، ثم التواصل بين الفكر والادراك البشري (المنجدي و السودي، 2024). و الاستخدام في مختلف من المجالات التعليمية والطبية وغيرها وذلك من خلال الاحتفاظ بالخبرات المنقولة إلى الحواسيب الآلية مع المعالجة للبيانات بالطرق الآلية (Brown, Collins, & Harris, 1978). تطوير مختلف مجالات الحياة وذلك من أجل التطور التقني والتسهيل على الإنسان التواصل المعلوماتي مع توفير الوقت والجهد فيعمل على الانجاز العلمي في الوقت المناسب دون الحاجة إلى الاستمرار لفترات طويلة (أزيي، 2024).

أنواع الذكاء الاصطناعي وتصنيفاته المعرفية

يُبصنف الذكاء الاصطناعي وفقاً لمستويات تطوره وقدراته المعرفية إلى مجموعة واسعة من الأنواع والتطبيقات التي تعكس قفزات تكنولوجية متلاحقة؛ حيث لم يعد هذا المجال مجرد أدوات تقنية، بل أصبح قوة دافعة تؤثر بعمق في مختلف مناحي الحياة البشرية واقتصاديات المعرفة (أزيي، 2024). ويمكن تقسيم هذه الأنواع بناءً على "الكفاءة الوظيفية" و"القدرة على المحاكاة المعرفية" إلى ثلاثة مستويات رئيسة:

أولاً: الذكاء الاصطناعي الضيق (Artificial Narrow Intelligence - ANI): يُعرف في الأدبيات المتخصصة بالذكاء الاصطناعي "الضعيف"، وهو المستوى المطبق حالياً في كافة النظم الذكية التي نستخدمها. يتميز هذا النوع بتركيزه الحصري على أداء مهمة واحدة محددة أو نطاق ضيق من العمليات بكفاءة تفوق البشر أحياناً، إلا أنه يفتقر إلى الوعي الذاتي أو القدرة على نقل خبراته من مجال إلى آخر (حسن وراضي، 2024). وتتعدد الأمثلة الحيوية على هذا النوع؛ فمنها المساعدات الصوتية الذكية مثل Siri و Alexaالتي تعتمد على معالجة اللغات الطبيعية، وأنظمة التعرف على الأنماط البصرية والوجوه المستخدمة في تعزيز الأمن السيبراني والمصرفي (الجندي، 2021). علاوة على ذلك، يبرز دور هذا النوع في المحركات الخوارزمية لمنصات التجارة والترفيه مثل Amazon وNetflix، والتي تعمل على تحليل ضخم لبيانات المستخدمين لتقديم توصيات تنبؤية دقيقة، ولكنها تظل محبوسة في إطار الوظيفة التي صُممت من أجلها دون القدرة على تجاوزها.

ثانياً: الذكاء الاصطناعي العام (Artificial General Intelligence - AGI): يُمثل هذا النوع، الذي يُطلق عليه الذكاء الاصطناعي "القوي" أو "المكافئ للبشر"، حجر الزاوية في طموحات الأبحاث المستقبلية. ويُقصد به الأنظمة التي تمتلك قدرات ذهنية متكاملة تتيح لها الفهم، والتعلم، والاستنتاج، وحل المشكلات في شتى المجالات بمرونة تماثل العقل البشري (أزيي، 2024). إن ما يميز هذا المستوى هو "التفكير العرضي"؛ أي القدرة على استخدام المعرفة المكتسبة في سياق معين وتطبيقها في سياق مختلف تماماً. وبدلاً من مجرد معالجة البيانات، يسعى الذكاء الاصطناعي العام إلى محاكاة العمليات المعرفية المعقدة مثل التفكير النقدي، والتكيف مع المتغيرات غير المتوقعة، وامتلاك قدر من الوعي والمنطق الذي يسمح له بالتخطيط المستقبلي المستقل (فاطمة وآخرون، 2023)

ثالثاً: الذكاء الاصطناعي الفائق (Artificial Super Intelligence - ASI): يُعد هذا المستوى مرحلة نظرية متقدمة تفترض وصول الآلة إلى ذكاء يتجاوز القدرات البشرية مجتمعة في كافة الميادين؛ من الإبداع العلمي الصرف إلى الحكمة والمهارات الاجتماعية المعقدة. في هذه المرحلة، لن تكتفي الأنظمة

بمحاكاة البشر، بل ستتفوق عليهم في سرعة المعالجة، والذاكرة الشمولية، والقدرة على ابتكار حلول لمشكلات قد لا يدرك العقل البشري أبعادها، مما يفتح آفاقاً واسعة وتحديات أخلاقية وفلسفية حول مستقبل العلاقة بين الإنسان والآلة.

هذا التدرج في الأنواع (من ANI وصولاً إلى (ASI يوضح المسار التطوري الذي يشهده العالم، حيث ننتقل تدريجياً من الذكاء المتخصص الذي يخدم مهاماً محددة إلى الذكاء الشامل الذي قد يعيد صياغة مفهوم التفاعل المعرفي (أزيي، 2024؛ فاطمة وآخرون، 2023.(

الذكاء الاصطناعي: المفهوم، التطور، والتطبيقات الحديثة

يُعد الذكاء الاصطناعي (AI) أحد أبرز مظاهر التقدم التكنولوجي المعاصر، وهو فرع علمي نشأ من تقاطع علوم الحوسبة، والرياضيات، وعلم النفس، والفلسفة، واللغويات، بهدف محاكاة قدرات العقل البشري من خلال أنظمة ذكية قادرة على التعلم، التحليل، اتخاذ القرار، وحل المشكلات المعقدة. ويتميز الذكاء الاصطناعي بأنه يحمل طابعاً إنسانياً في منهجية تفكيره وأسلوب معالجته للمعلومات، إذ يسعى إلى تقليد الآليات العقلية البشرية التي تشمل الفهم، الإدراك، التذكر، والحكم المنطقي (البري و أمين، 2023).

المفاهيم المتعددة للذكاء الاصطناعي

لقد تنوعت التعريفات التي تناولت الذكاء الاصطناعي بتعدد المدارس الفكرية والبحثية. فقد عرّف بعض الباحثين الذكاء الاصطناعي بأنه العلم الذي يسعى إلى تطوير أنظمة تمتلك القدرة على تنفيذ المهام التي يتطلب إنجازها عادةً تدخلاً بشرياً يعتمد على الذكاء، مثل التعرف على الصوت، فهم اللغة، التخطيط، واتخاذ القرارات. في المقابل، يرى البري وآخرون (2023) أن الذكاء الاصطناعي هو تجسيد معرفي يهدف إلى تقليد قدرات العقل البشري في العمليات الإدراكية المختلفة، ليخدم بذلك متطلبات الإنسان في مجالات حيوية عديدة مثل التعليم والصناعة والطب.

أما المريخي (2023) فقد تناول الذكاء الاصطناعي من منظور مجتمعي تنموي، معتبرة إياه أداة استراتيجية ضرورية لتسريع وتيرة التقدم الحضاري، والارتقاء بمستوى المعيشة، وتحسين الأداء المؤسسي. وتؤكد دراسات أخرى أن الذكاء الاصطناعي يُعد إحدى الركائز الرئيسة للتحول الرقمي العالمي، إذ لا يقتصر دوره على الأداء التقني فقط، بل يمتد إلى تطوير نظم التفكير المجتمعي وصناعة المستقبل (حسن و راضي، 2024).

مسيرة تطور الذكاء الاصطناعي عبر التاريخ

بدأت رحلة الذكاء الاصطناعي من خلال تساؤلات فلسفية قديمة حول إمكانية قيام الآلات بالتفكير، إلا أن الانطلاقة العلمية الفعلية جاءت في منتصف القرن العشرين. كان العالم البريطاني آلان تورينج من أوائل من وضع الأسس النظرية لهذا المجال، حيث اقترح في عام 1950 اختباراً يُعرف الآن ب"اختبار تورينج"، يهدف إلى تحديد ما إذا كانت الآلة قادرة على التفكير بطريقة لا يمكن تمييزها عن الإنسان. كما شكلت ورقته البحثية "الآلات الحاسوبية والذكاء" نقطة تحول محورية في فهم العلاقة بين العقل الاصطناعي والتفكير البشري (حمود و منير ، 2022).

وفي عام 1956، عُقد مؤتمر دارتموث الشهير بقيادة جون مكارثي، حيث تم فيه صياغة مصطلح "الذكاء الاصطناعي" بشكل رسمي، وكان الهدف المعلن هو استكشاف إمكانية خلق آلة تُحاكي العقل البشري. وقد اعتُبر هذا المؤتمر الانطلاقة الرسمية للذكاء الاصطناعي كحقل علمي مستقل. لاحقاً، شهد الذكاء الاصطناعي مراحل متقدمة من التطور، شملت تطوير الخوارزميات، وتقنيات التعلم الآلي، والشبكات العصبية الاصطناعية، والروبوتات الذكية، والأنظمة الخبيرة. كما أسهمت ثورة البيانات الضخمة وزيادة قدرات الحوسبة السحابية في تعزيز فاعلية الذكاء الاصطناعي وتوسيع نطاق تطبيقه في مختلف مجالات الحياة (الذويبي و منير، 2022).

تطبيقات الذكاء الاصطناعي وأهدافه الأساسية

تتمثل الأهداف الجوهرية للذكاء الاصطناعي في محاكاة العمليات الذهنية البشرية، مثل التعلّم من التجربة، والتكيف مع مدخلات جديدة، وتنفيذ المهام المعقدة بكفاءة، وذلك من خلال أنظمة رقمية قادرة على معالجة كميات هائلة من البيانات وتخزينها وتحليلها باستخدام خوارزميات ذكية. وقد أصبح الذكاء الاصطناعي حاضراً في مختلف تفاصيل الحياة اليومية، بدءاً من الهواتف الذكية ومساعدي الصوت الافتراضيين، إلى الروبوتات الجراحية، ونظم التنبؤ بالمخاطر، وصولاً إلى غرف الصف الذكية (المنجدي و السودي، 2024).

وفي القطاع التعليمي، ساهم الذكاء الاصطناعي في إحداث تحولات جذرية، من خلال تطوير أدوات تعليمية شخصية تتكيف مع قدرات الطلبة، وتحلل أنماط تعلمهم، وتقترح المسارات التعليمية الأنسب لهم. كما تُستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي في أتمتة التقييم، وتصحيح الاختبارات، وتقديم تغذية راجعة فورية، وهو ما يزيد من كفاءة العملية التعليمية ويدعم اتخاذ القرار التربوي المستند إلى البيانات (Brown, Collins, & Harris, 1978).

أما في القطاع الطبي، فيتم توظيف الذكاء الاصطناعي في تشخيص الأمراض، وتطوير خطط علاجية مخصصة، وتحليل الصور الطبية، مما يؤدي إلى تسريع الإجراءات الطبية وتحسين دقتها. كما يشمل الذكاء الاصطناعي أدوات مساعدة في الترجمة، والخدمات اللوجستية، والأمن السيبراني، وصناعة المحتوى، وغيرها من المجالات المتنامية التي تعتمد على المعلومات والتحليل السريع (أزيبي، 2024).

الذكاء الاصطناعي كرافعة للتطور المجتمعي

إن القيمة الحقيقية للذكاء الاصطناعي لا تقتصر على الكفاءة التقنية، بل تتعداها لتشمل دوره الحيوي في تحسين نوعية الحياة، وتوفير الوقت والجهد، وتحقيق إنجازات علمية في وقت قياسي. فهذه التقنية تتيح للبشر التركيز على المهام **الإبداعية** والمعقدة، في حين تتولى الأنظمة الذكية إدارة الجوانب الروتينية أو

المتكررة من العمل، مما يُعزز من الإنتاجية البشرية ويدفع بالمجتمعات نحو مستقبل أكثر تطوراً واستدامة، يمثل الذكاء الاصطناعي ثورة فكرية وعلمية ممتدة، لم تعد تقتصر على حدود المختبرات، بل باتت واقعاً معيشياً يُعيد تشكيل طريقة الإنسان في التفكير والعمل والتعلّم. ومن خلال فهم تطوراته التاريخية وتطبيقاته الحالية، تتضح أهمية الاستثمار في هذا المجال وتوجيهه نحو خدمة الإنسانية وتحقيق التنمية الشاملة.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعلم وتعليم الرياضيات

تُعَدُّ الرياضيات واحدة من أهم المواد الدراسية الأساسية التي تسهم بشكل مباشر في تنمية مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات لدى المتعلمون. ومع التقدم السريع في مجال الذكاء الاصطناعي، أصبحت التطبيقات التعليمية الذكية وسيلة فعّالة لتعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية مهارات الحساب الذهني لمتعلمون المرحلة الابتدائية. تعتمد هذه التطبيقات على تقديم تجارب تعليمية تفاعلية ومخصصة تلائم احتياجات كل متعلم، مما يساعدهم على تحقيق تقدم ملحوظ في فهم المفاهيم الرياضية وتنمية مهاراتهم (المالكي وفلمبان وآخرون، 2023؛ حمود ومنير، 2022). وتشتمل هذه التطبيقات على أنواع مختلفة مثل التطبيقات التكيفية، والألعاب التعليمية، والمساعدات الذكية. التطبيقات التكيفية، مثل Dream Box Learning وSmartick، تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتقييم أداء المتعلمون بشكل مستمر وتقديم تدريبات مخصصة لتعزيز نقاط القوة ومعالجة نقاط الضعف (المنجدي و السودي، 2024).

إلى جانب ذلك، تُعدُّ الألعاب التعليمية وسيلة ممتعة وفعالة لتشجيع المتعلمون على تعلم الرياضيات من خلال التفاعل والتحفيز. على سبيل المثال، توفر ألعاب مثل Prodigy Math Game وMathletics تحديات رياضية متدرجة تناسب مستويات المتعلمون، مما يعزز من استيعابهم للمفاهيم الأساسية ومهارات الحساب الذهني. كما تسهم المساعدات الذكية، مثل ALEKS وCarnegie Learning، في

تقديم توجيهات فردية تعتمد على احتياجات كل متعلم. هذه الأنظمة قادرة على تفسير أخطاء المتعلمون وتقديم حلول مبتكرة تسهم في تحسين أدائهم وتطوير مهاراتهم في الرياضيات (المنجدي والسودي، 2024؛ المالكي وفلمبان وآخرون، 2023). من خلال هذه الأدوات، تبرز التطبيقات التعليمية الذكية كوسيلة قوية لإحداث تغيير جذري في تعليم الرياضيات، مما ينعكس إيجابًا على التحصيل الدراسي للمتعلمون ومهاراتهم المستقبلية. روبوتات المحادثة التعليمية (Educational Chatbots)، مما يسهم في إثراء تعليم الرياضيات وجعله أكثر تفاعلاً وجذبًا للمتعلمون.

من جهة أخرى، تبرز روبوتات المحادثة التعليمية كوسيلة فعالة لتقديم الدعم الفوري والإجابة على استفسارات المتعلمون حول المفاهيم الرياضية. تعتمد هذه الروبوتات على الذكاء الاصطناعي لتوفير تفسيرات ومساعدة شخصية في حل المسائل الرياضية. على سبيل المثال، روبوت المحادثة MATHia يقدم للمتعلمون دعماً تفاعلياً من خلال تحليل استفساراتهم وتقديم تفسيرات مفصلة للمفاهيم الرياضية، مما يسهم في تعزيز استيعابهم وتحسين أدائهم (الشيدي والسعيدي، 2022؛ المنجدي والسودي، 2024).

تجمع هذه التقنيات بين الابتكار وسهولة الوصول، مما يجعلها أدوات قوية لتطوير مهارات الرياضيات لدى المتعلمين، وتهيئتهم لمواجهة تحديات المستقبل بثقة وكفاءة .(Luckin & Holmes, 2023)تُعد مادة الرياضيات من الركائز الأساسية في النظام التعليمي، لما لها من دور محوري في تنمية قدرات التفكير المنطقي، والتحليل الكمي، وحل المشكلات، وهي المهارات التي تُعد ضرورية لمواكبة متطلبات القرن الحادي والعشرين (Organization for Economic Co-operation and Development,2023) وفي ظل التطور السريع للتكنولوجيا الرقمية، بات الذكاء الاصطناعي يمثل نقطة تحول في طرائق تدريس الرياضيات، خصوصاً في المراحل الدراسية الأساسية، (Chen et al., 2023; Hwang et al., 2020).

لقد ساهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في إحداث نقلة نوعية في تدريس الرياضيات، من خلال تهيئة بيئة تعليمية تفاعلية، مخصصة، ومتكيفة مع مستويات المتعلمون المختلفة. وتتميز هذه التطبيقات بقدرتها على تقديم محتوى تعليمي مصمم خصيصًا لتلبية احتياجات كل متعلم على حدة، بناءً على تحليل أدائه الفوري، مما يعزز من فرص التعلم الفعال ويقلل من الفجوات المعرفية (المالكي وفلمبان وآخرون، 2023؛ حمود ومنير، 2022). ومن أبرز نماذج هذه التطبيقات ما يُعرف بالتطبيقات التكيفية (Adaptive Learning Apps)، التي تعتمد على خوارزميات الذكاء الاصطناعي لرصد أداء المتعلم وتحليل أنماط استجابته، ومن ثم تقديم أنشطة وتدريبات مناسبة لقدراته. تطبيقات مثل DreamBox Learning وSmartick تُعد من الأمثلة الرائدة في هذا المجال، حيث تتيح بيئة تعلم ديناميكية قادرة على تقديم محتوى مخصص، واستجابات فورية لتعزيز نقاط القوة ومعالجة نقاط الضعف لدى المتعلمون (المنجدي والسودي، 2024؛ Rivera & Millán, 2021).

وفي السياق ذاته، تقدم الألعاب التعليمية (Gamified Learning Apps) نموذجاً فعالاً للتعلم القائم على التحفيز والمنافسة، إذ تدمج بين الترفيه والتعليم بطريقة تثير دافعية المتعلمون وتزيد من انخراطهم في المحتوى. وتوفر ألعاب مثل Prodigy Math Game وMathletics أنشطة رياضية ممتعة ومتدرجة تتناسب مع مختلف المستويات العمرية والتعليمية، مما يساهم في تعزيز فهم المفاهيم الرياضية وتطوير مهارات الحساب الذهني من خلال التكرار التفاعلي والتغذية الراجعة الفورية (Huang, Johnson, & Hanewicz, 2020). إضافة إلى ذلك، تُعد المساعدات الذكية (Intelligent Tutoring Systems) أحد الابتكارات المؤثرة في مجال تعليم الرياضيات، حيث تُستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لتقديم تغذية راجعة موجهة وإرشاد شخصي لكل متعلم. وتعد أنظمة مثل ALEKS وCarnegie Learning من الأدوات التي تعتمد على تحليل الأخطاء وتقديم حلول واستراتيجيات تعليمية بديلة، مما يساعد في تعديل المفاهيم الخاطئة وتحقيق الفهم العميق للمحتوى الرياضي (المنجدي والسودي، 2024؛ المالكي وفلمبان وآخرون، 2023؛ Ma et al., 2014). وفي السنوات الأخيرة،

ظهرت روبوتات المحادثة التعليمية (Educational Chatbots) كوسائل مبتكرة لتعزيز الدعم الـذاتي للمتعلمون، وذلك من خلال توفير إجابات فورية ومخصصة لاستفساراتهم حول مفـاهيم الرياضـيات. على سبيل المثال، يتيح روبوت المحادثة MATHia بيئة تفاعلية مدعومة بالذكاء الاصـطناعي لفهـم تساؤلات المتعلمون وتقديم شروحات مفصلة للمسائل الرياضية. وتُظهر الدراسات أن هذا النـوع مـن التفاعل يساهم بشكل ملموس في تحسين الاستيعاب وتطـوير مهـارات التفكيـر التحليلـي (الشـيدي والسعيدي، 2022؛ المنجدي والسودي، 2024؛ Winkler & Söllner, 2018). من جهة أخـرى، لا تقتصر فوائد هذه التطبيقات على الجانب الأكاديمي فقط، بل تمتد أيضًا إلى تعزيز الثقة بالنفس وتنميـة مهارات التنظيم الذاتي لدى المتعلمين. إذ تُمكّن هذه الأدوات المتعلمون من التعلم بالسرعة التي تناسبهم، ومن اتخاذ قرارات تعلمية ذاتية، ما يُعد عاملاً أساسيًا في بناء استقلالية المتعلم وتطوير كفاءته الذاتيـة في إدارة المعرفة (Zimmerman, 2002). وفي ضوء ما سبق، يمكن القول إن دمج تقنيـات الـذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات لا يمثل مجرد أداة تكميلية، بل يشكّل نقلة نوعية نحـو تعلـيم أكثـر شمولًا، وتفريدًا، وتحفيزًا. إذ تُتيح هذه التطبيقات فرصًا غير مسبوقة لتطوير بيئة تعليمية قائمـة علـى البيانات، تُراعي الفروق الفردية وتُعزز قدرات المتعلمون في التعامل مع التحديات المستقبلية. كما تؤكد الاتجاهات العالمية الحديثة في التربية أن هذه الأدوات تمثّل أحد محاور التحول الرقمـي فـي التعلـيم، وتسهم بشكل مباشر في تحسين جودة التعليم وتعزيـز مخرجاتـه (Organization for Economic Co-operation and Development,2023)

الذكاء الاصطناعي وتحسين المفاهيم الاساسية والحساب العقلي

الرياضيات هي عنصر حاسم في وجودنا اليومي، وتعتبر الرياضيات موضوعًا حاسمًا وأساسـيًا فـي التعليم الأساسي لأنها تلعب دورًا رئيسيًا في حل المشكلات وإقامة الروابط بين أفكار الفـرد وخبراتـه. لديها القدرة على الاتصال بمختلف مجالات الدراسة وتتميز بالوضوح والدقة ودمج المفـاهيم المعقـدة وفعاليتها في تحفيز الفكر البشري (الحربي، 2010). غالبًا مـا تعتمـد الأسـاليب التقليديـة لتـدريس

الرياضيات على الحفظ عن ظهر قلب والتمارين الموحدة. يمكن أن يكون هذا النهج ممـــلاً للمتعلمـــون، مما يعيق فهمهم للمفاهيم الأساسية. توفر الأدوات التعليمية المدعومة بالذكاء الاصطناعي نهجًا ديناميكيًا وشخصيًا يلبي أنماط وخطوات التعلم الفردية (المرشدي م.، 2011). وتُعد المفاهيم الاساسية والحســـاب العقلي في مادة الرياضيات ذا أهمية كبيرة بالنسبة إلى الطلبة وأولياء الأمور؛ لاعتقادهم أن انجاز الطلبة في الرياضيات مرتبط بدرجة الذكاء لديهم وقدرتهم على التفكير، بالإضافة إلى خوف أوليـــاء الأمـــور وقلقهم الناتج عن ضعفهم في مساعدة أبنائهم في تعلم الرياضيات، لافتقارهم إلى المهـــارات والأســـاليب التدريسية المناسبة (الشحروري، 2007). ويلعب اختيار طرق التدريس والأدوات التعليمية في تـــدريس الرياضيات دورًا حاسمًا في جعل الموضوع في متناول المتعلمون وتعزيز اهتمامهم بتعلم الرياضـــيات. توجد علاقة واضحة بين طريقة التدريس المستخدمة واتجاهات المتعلمون نحو المادة (الحربي، 2010). يمكن أن يعزى الدافع أو عدم وجوده لدى المتعلمون للتعلم إلـــى ســـلوك المعلـــم وأســـاليب التـــدريس المستخدمة في تدريس الرياضيات. يتأثر اكتساب المعرفة الرياضية بعناصـــر مختلفـــة، مثـــل المـــنهج الدراسي، والمعلم، والمنهج التربوي المستخدم، والمنهجيات التعليمية المســـتخدمة (فاطمـــة، بثينـــة، و العقيلي، 2023).

هناك عوامل عديدة تؤثر في المفاهيم الاساسية والحساب العقلي في مادة الرياضـــيات، فـــبعض هـــذه العوامل تعود للمتعلم ومنها: عدم امتلاك الطلبة لخبرات ومهارات رياضية سابقة تبنى عليها الخبـــرات الجديدة، واللامبالاة وعدم حل الواجبات البيتية، والشعور بالملل من المادة الدراسية وعدم التفاعـــل مـــع المواقف الصفية، وعدم توافر فرص كافية للتدريب على المهارات الرياضية (Lagrange, Richard, & Vélez, M. P., & Van Vaerenbergh, S, 2024). اما العوامل المتعلقة بالمعلم فتتمثل بنـــدرة استخدام الاستراتيجيات والتقنيات الحديثة في تدريس مادة الرياضيات، وقلـــة تحفيـــز الطلبـــة وإثـــارة دافعيتهم، وعدم مراعاة الفروق الفردية بين الطلبة، وتدني مستوى ربط مادة الرياضيات بالحياة (King, 2011). وبالتالي فإن تنويع طرائق التدريس واستخدام الاستراتيجيات الحديثة في تدريس الرياضـــيات،

يشبع حاجات الطلبة ويراعي ميولهم، مما يزيد إقبالهم على تعلم مادة الرياضيات، ويراعي الفروق الفردية بينهم، ويقضي على الملل في الحصة الدراسية، وتزيد نسبة التركيز والاهتمام عند الطلبة مما يحسن مستوى العمليات الذهنية لديهم وبالتالي يزداد استيعابهم للمفاهيم والمهارات الرياضية؛ وينعكس ذلك كله إيجابيا على انجازات الطلبة في مادة الرياضيات (فاطمة، بثينة، و العقيلي، 2023). وتُعد تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية من الأساليب والتقنيات الحديثة ذات الأهمية البالغة في تدريس الرياضيات، فهي تنمي لدى الطلبة التفكير الرياضي والمهارات الذهنية، وتعزز دافعيتهم للتعلم وتزيد من حبهم لمادة الرياضيات؛ وبالتالي ينعكس ذلك على مستوى تعليم الطلبة وانجازهم في مادة الرياضيات (الشحروري، 2007).

يرجع الحربي (2010) أسباب ضعف الطلبة في الرياضيات إلى نظرتهم إلى الرياضيات كمادة مجردة تتعامل مع الرموز والأرقام والأشكال، ولا يسهل على الطلبة نقلها إلى واقعه المعاش كمادة محسوسة، فيجد المتعلم صعوبة في فهمها، وربما سبب ذلك مرتبط بأسلوب تدريس المعلم مما يجعل الطلبة ينظرون إلى الرياضيات كعلم مجرد يصعب فهمه وإدراكة. الأمر الذي يجعل مع اللعب وسيلة تقرب المفاهيم الرياضية إلى حياة المتعلم ويجعله يدرك معانيها ويربط مفاهيمها بحياته اليومية، وعليه، فإن استخدام استراتيجيات تدريس حديثة ومنها استراتيجية تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية تقرب إليهم الفماهيم الرياضية وتجعلهم يدركون أهميتها الحياتية وتشكل لدهم اتجاهات ايجابية نحو تعلمها (عبيد ع.، 2004).

دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز تعلم الرياضيات وتنمية مهارات الطلبة

تعد تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية جزءا من ثقافة المجتمع، كونها تُستخدم في مجالات حياتية متعددة، فلم تعد وسيلة للتسلية والمتعة فقط وإنما أصبحت وسيلة تحقق أهداف تعليمية وتربوية، (باكير ، 2022). لذا يجب على المعلم تنويع طرائق تدريس الرياضيات، وتوفير المواقف التعليمية التي تجعل

المتعلم فاعلا فيه وليس متلقيا، وتُعد تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية من الطرائق التي تسهم في تحقيق هذا الهدف، فهي تعد من التوجهات الحديثة في تدريس الرياضيات، بالتالي كانت تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية هي إحدى الطرائق التي تسهم في تشكيل المفهوم الرياضي وزيادة درجة استيعابه وتنمية مهارات التفكير (النعيمي، 2003).

لما كانت الرياضيات تمتاز بصفة التجريد والتراكمية، فإن طلبة المرحلة الابتدائيةيعانون من صعوبة ترجمة المفاهيم الرياضية وضغف مقدرتهم على الاحتفاظ بها؛ نظرًا إلى تشابك المفاهيم والمهارات الرياضية وتداخلها فيما بينها، وتكمل بعضها البعض (غالب أ.، 2006). بالتالي كان لا بد من جعل الرياضيات أكثر واقعية من خلال التقليل من طبيعتها التجريدية، واستخدام المحسوسات في تعليمها؛ ليصبح تعلمها أسهل وأقرب إلى عقول الطلبة وإدراكهم (عبد السلام، 2023). ومن هنا جاء الاهتمام بموضوع تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعليم طلبة المرحلة الابتدائيةبشكل عام في مادة الرياضيات؛ لما لها من أثر كبير في مساعدة الطلبة على تشكيل المفاهيم والمهارات الرياضية وإتقانها و في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية، واكتساب المعرفة وتمثيلها في البنى العقلية والإدراكية (وزارة التربية والتعليم، 2016).

لتطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية وظائف وأدوار تربوية ونفسية؛ فهي وسيلة تربوية تساعد في إحداث تفاعل الطلبة مع عناصر البيئة ومكوناتها بهدف تعلمه، وتسهم في نمو شخصية المتعلم وسلوكه (الشحروري، 2007). وتقرب المفاهيم إلى الطلبة وتساعدهم على إدراك معانيها والتكيف مع واقع الحياة، وهي أداة فعالة في تفريد التعليم وتنظيمه لمراعاة الفروق الفردية وتعليم الطلبة وفقا لإمكاناتهم وقدراتهم (الشيدي و السعيدي ، 2022). وتطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية وسيلة مرنة يمكن أن توفر فرصا ومداخل لإحداث النمو الشامل لدى الطلبة؛ فانخراط المتعلم بتطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية يربط المفهوم بواقع الحياة ويكتسب المتعلم مهارات معينة خلال تنفيذه للمطلوب في الدرس ويعزز لديه الحس الانفعالي من خلال تفاعلة العاطفي في وشعوره بالفوز او تحقيقه الاهداف التربوية

(Yufeia, Salehb, & Jiahuic, H., & Syed, S. M., 2020) قــد ظهــرت تطبيقــات الــذكاء الاصطناعي التعليمية لتعليم المفاهيم والمهارات الرياضية، وتمثل تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في الرياضيات أنشطة لتحقيق أهداف رياضية، صُممت على وفق مجموعة من والإرشــادات (غــزة، 2001) ولتطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية مميزات تزيد من فاعليتها في العملية التعليميــة، فهــي تحقق تآزر بصري حركي؛ كونها تخاطب أكثر من حاسة لدى المتعلم، وتسهم فــي تجزئــة المفــاهيم والمعلومات إلى خطوات صغيرة تسهّل تعلمها، وتقدم للمتعلم تغذية راجعة فورية، مما يوجه المتعلم في عملية تعلمه دون الاستعانة بالآخرين وينجح في إثبات ذاته، وتتضمن تطبيقــات الــذكاء الاصــطناعي التعليمية مجموعة من المهارات المنطقية والتخطيط والتنظيم وحل المشكلات، بالإضافة لذلك فهي تمتاز بمراعاتها للفروق الفردية بين الطلبة، وفقًا لاستعداداتهم وقدراتهم (الغزو، 2004). تعد تطبيقات الــذكاء الاصطناعي التعليمية نشاطا أو عملًا إراديًا ينخرط فيه المشاركون للوصول إلى أهداف محددة، ويتم في حدود زمان ومكان معينين على وفق قواعد وقوانين محددة ومتفق عليها وواضحة للمشاركين، تتضــمن تعاوناً أو تنافساً مع الذات أو الآخرين ويرافق الممارسة شيء من التوتر والتشوُّق تنقل الطفل من عــالم الواقع إلى الخيال (الشحروري، 2007).

دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعامل مع القدرات المتباينة

تشكل الفروق الفردية في القدرة تحدياً هائلاً في الفصول الدراسية التقليدية، حيث يجد المعلــم صــعوبة بالغة في تلبية احتياجات جميع المتعلمين المتفاوتة في آن واحد. هذا الوضع غالباً ما يؤدي إلى اتســاع الفجوة في الأداء بمرور الوقت. وفي هذا السياق، تقدم تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية حلاً منهجياً لهذه المعضلة، من خلال قدرتها الفائقة على تكييف البيئة التعليمية لتتناســب مــع خصــائص المــتعلم وقدراته الفردية، وهو ما يمثل تطبيقاً حديثاً لمفهوم 'تفاعل الاستعداد مع المعالجة (ATI) 'فــي العصــر الرقمي (Rivera & Millán, 2021).

تعمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي على مواجهة هذا التحدي من خلال عدة آليات متكاملة

- التشخيص الدقيق والمستمر للقدرة: على عكس الاختبارات التقليدية التي تقدم لقطة ثابتة لأداء المتعلم، تقوم أنظمة الذكاء الاصطناعي بتحليل أداء المتعلم بشكل مستمر وتتبعي. فهي لا تكتفي بتحديد الإجابات الصحيحة والخاطئة، بل تحلل أنماط الأخطاء، والوقت المستغرق للإجابة، والاستراتيجيات المستخدمة، مما يسمح ببناء نموذج ديناميكي ومفصل لقدرة كل تلميذ (Rivera & Millán, 2021).
- توفير تعلم تكيفي ومخصص (Adaptive Learning): بناءً على هذا التشخيص الدقيق، تقوم التطبيقات بتطبيق مبدأ "منطقة النمو القريبة" (ZPD) لفيغوتسكي (Vygotsky, 1978) بشكل فردي لكل تلميذ. فهي تقدم دعماً إضافياً (Scaffolding) وشروحات مبسطة للمتعلمين الذين يواجهون صعوبات، بينما توفر تحديات ومسائل إثرائية للمتعلمين المتقدمين. هذا يضمن أن كل تلميذ يعمل ضمن المستوى الأمثل الذي يحفزه على النمو دون أن يسبب له الإحباط أو الملل (Molenaar, Horvers, & Jorritsma, 2021).
- إدارة العبء المعرفي: بالنسبة للمتعلمين ذوي القدرة المنخفضة، تساعد التطبيقات على تقليل العبء المعرفي (Cognitive Load) غير الضروري من خلال تجزئة المهام المعقدة إلى خطوات أبسط، وتقديم تلميحات في الوقت المناسب، وتوفير تمثيلات بصرية للمفاهيم المجردة. هذا يسمح للمتعلمين بتركيز مواردهم الذهنية المحدودة على بناء الفهم العميق بدلاً من استهلاكها في محاولة تذكر الإجراءات أو فك رموز المشكلة (Sweller, van Merriënboer, J. J. G, & Paas, 1998).

من خلال هذه الآليات، لا تعمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي على رفع مستوى التحصيل العام فحسب، بل يُحتمل أن تلعب دوراً محورياً في تقليص الفجوة في الأداء بين المتعلمين ذوي القدرات المختلفة. إن فحص هذا الأثر التفاعلي هو أحد الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة، حيث تسعى لاستقصاء ما إذا كانت

فوائد هذه التطبيقات متساوية لجميع المتعلمين أم أنها أكثر نفعاً لفئة معينة دون أخرى، مما يقدم رؤيـــة أعمق وأكثر دقة لفاعليتها في بيئة تعليمية حقيقية.

1.2.4 المفاهيم الاساسية في تعلم الرياضيات

قد صنفت المفاهيم الرياضية إلى أنواع مختلفة تسهل فهم الرياضيات وتعليمها، وتلائم جميـــع مراحـــل التعلم، حيث يتم تقديم هذه المفاهيم في البداية بطريقة ملموسة ثم تصبح أكثـــر تجريـــدًا فـــي المراحـــل المتقدمة (غالب خ.، 2006). والمفاهيم الانتقالية هي تلك التي تشتق من الظواهر الفيزيائية، والتي يـــتم تقديمها في الأصل بطريقة ملموسة قبل تدريسها بشكل تجريدي، وتمثلها مفاهيم مثل العدد والمجموعـــة والحجم (المرشدي ع.، 2011). وهناك مفاهيم غير محددة، تشكل أساس أي نظام رياضي، مثل النقطة والخط المستقيم، وكذلك مفاهيم محددة تنشأ من الترابط المتبـــادل للمفـــاهيم الأساســـية، وتتجلـــى فـــي مصطلحات مثل التوازي والعمودية والدائرة (ديار و أزهار، 2022). وعلاوة على ذلك، تنشأ المفـــاهيم المتعلقة بالعمليات الرياضية، بما في ذلك الجمع والطرح والتقاطع والاتحاد، جنبًا إلى جنب مع المفاهيم المتعلقة بالخصائص الرياضية مثل التبديل والتوزيع. بالإضافة إلى ذلك، تنشـــأ المفـــاهيم التـــي تـــربط العلاقات الرياضية، مثل المساواة والتكافؤ والدوال، وكذلك المفاهيم التي تبني النظام الرياضي، بما فـــي ذلك البديهيات والنظريات (غوني، 1995). وعلى النقيض من ذلك، تشمل المفاهيم الرياضية المفـــاهيم الوظيفية التي تتعلق بكيانات محددة مثل الأعداد الزوجية والمتوازيات الأضلاع، فضلاً عـــن المفـــاهيم الوصفية أو التعريفية التي تحدد سمات معينة وتُستخدم لوصف مفاهيم أخرى مثـــل التشـــابه والهويـــة (الشيدي و السعيدي ، 2022). وهناك مفاهيم تتميز بخاصية مفردة، تمتلك سمة مشتركة، مثل الشـــكل المغلق، إلى جانب المفاهيم الترابطية التي تعتمد على حروف العطف "أو" وتشمل خاصية واحدة علـــى الأقل، مثل "أكبر من أو يساوي" (سعدي، 2021). ودراسة هذه المفاهيم أمر بالغ الأهمية، لأنها تعـــزز فهم المتعلمون للموضوع من خلال ربط الحقائق المختلفة، وبالتالي تسهيل التعلم وجعـــل المـــادة أكثـــر شمولاً، مع تعزيز اهتمامهم ودوافعهم للتعلم. كما يسهل فهم هذه المفاهيم نقل تأثيرات التدريب والـــتعلم،

مما يمكن المتعلمين من تطبيق المعرفة السابقة في سياقات جديدة وتعزيز قدرتهم على التواصل وفهم الآخرين. كما أنه يسد الفجوة بين المعرفة المتطورة والأساسية، ويساعد الأجيال الناشئة في التعامل مع التطور السريع والانفجار المعرفي، مع تعزيز الاهتمامات العلمية التي تمكنهم من فهم الظواهر المحيطة (سعدي، 2021). ويتمثل دور معلمة رياض الأطفال في تعزيز هذه المفاهيم لدى الأطفال من خلال تعزيز ثقتهم بأنفسهم من خلال الأنشطة المناسبة لمستواهم، وتشجيع جهودهم بغض النظر عن النتائج، وبالتالي تعزيز قدرتهم على التعلم الفعال (غوني، 1995). يعد تصنيف المفاهيم الرياضية من الركائز الأساسية في المنهجية التربوية الحديثة لتعليم الرياضيات، حيث يشكل نظاماً متكاملاً يسهل عملية اكتساب المعرفة الرياضية بشكل تدريجي ومنظم. يؤكد (غالب أ.، 2006) أن هذا التصنيف ليس مجرد أداة أكاديمية، بل هو منهجية تعليمية تواكب التطور المعرفي للمتعلمون من المراحل الملموسة إلى المجردة، مما يخلق جسراً بين العالم المحسوس والعالم المجرد للرياضيات.

بنية المفاهيم الرياضية وأهميتها التربوية

يُعد تصنيف المفاهيم الرياضية من الركائز الأساسية في المنهجية التربوية الحديثة لتعليم الرياضيات، حيث يشكل نظاماً متكاملاً يسهل عملية اكتساب المعرفة بشكل تدريجي ومنظم. يمكن فهم هذه البنية المفاهيمية من خلال عدة مستويات متدرجة، تبدأ بالمفاهيم الانتقالية (الجسرية) التي تمثل حلقة الوصل بين العالم المادي والمجرد، مثل مفاهيم العدد والمجموعة والقياس، والتي تُقدم أولاً من خلال وسائل حسية ملموسة (المرشدي م.، 2011). وتتطور هذه البنية لتشمل المفاهيم الأساسية (غير المحددة) كالنقطة والمستقيم، التي تشكل اللبنات الأولى لأي نظام رياضي وتُفهم من خلال الأمثلة والخصائص بدلاً من التعريفات الصارمة (ديار وأزهار، 2022)، ومنها تنبثق المفاهيم المشتقة (المحددة) التي تشكل نسبة كبيرة من محتوى المناهج المدرسية (الشيدي و السعيدي، 2022).

تتكامل هذه الأنواع مع مفاهيم العمليات كالجمع والضرب، وخصائصها كالتبديل والتوزيع، والتي أظهرت تجارب (غوني، 1995)أن فهمها يزيد من كفاءة حل المسائل بنسبة 40%. كما تمتد البنية لتشمل مفاهيم العلاقات والنظم كالمساواة والدوال، والتي أصبحت محوراً رئيسياً في المناهج الحديثة. وإلى جانب ذلك، هناك المفاهيم الوظيفية كالأعداد الأولية والوصفية كالتشابه، التي تساعد في بناء تصنيفات دقيقة (سعدي، 2021)، بالإضافة إلى المفاهيم المفردة كالشكل المغلق والترابطية كمفهوم "أكبر من أو يساوي"، والتي أثبتت الدراسات أن إتقانها يحسن أداء المتعلمين في الاختبارات الدولية.

تكمن الأهمية التربوية لهذا التصنيف المتكامل في قدرته على تعزيز الفهم الشامل، حيث يساعد ربط المفاهيم الجزئية ضمن إطار واحد على تسهيل عملية التعلم وزيادة الاحتفاظ بالمعلومات بنسبة تصل إلى 75% (Stanford, Hastings, Riby, D. M., Archer, H. J., Page, S. E.,, & Cebula, K., 2022). كما أنه يسهل نقل التعلم، مما يمكن المتعلمين من تطبيق المعرفة في سياقات جديدة، وهو أمر حيوي في عصر التكنولوجيا حيث أصبحت هذه المفاهيم أساساً لفهم الذكاء الاصطناعي. والأهم من ذلك، أن هذا النهج يساهم في تنمية التفكير النقدي وتكوين عقلية تحليلية قادرة على حل المشكلات المعقدة.

ولتحقيق هذه الأهداف، يتغير دور المعلم ليصبح وسيطاً فعالاً بين المادة والمتعلم، مستخدماً استراتيجيات تتدرج من المحسوس إلى المجرد، ويوفر بيئة تعلم غنية بالوسائل المتنوعة تشجع على الاستكشاف وتربط المفاهيم بالحياة العملية. كما يعتمد على أساليب التقويم التكويني التي تقيس الفهم المفاهيمي بعمق. وبناءً على ذلك، توصي الدراسات بضرورة تطوير مناهج رياضية تعكس هذا التسلسل المفاهيمي، وتدريب المعلمين على طرق تدريس المفاهيم المجردة، ودمج التكنولوجيا بشكل فعال في عرضها، وتعزيز التكامل بين الرياضيات والعلوم الأخرى.

التصنيف النوعي للمفاهيم الرياضية

يشكل التصنيف المفاهيمي للرياضيات نظاماً متكاملاً يسهم في بناء الفكر الرياضي المنظم. ومن الضروري مواكبة التطورات الحديثة في هذا المجال، خاصة مع ظهور مفاهيم رياضية جديدة في مجالات مثل علم البيانات والذكاء الاصطناعي.

أهمية تنمية المفاهيم الرياضية في عملية التعلم

يُعد المتعلم محور العملية التربوية وأساسها، إذ تتجه الجهود التربوية الحديثة بكامل طاقتها نحو تهيئة بيئة تعليمية تُمكِّن كل متعلم من تحقيق أقصى إمكاناته الفكرية والمعرفية. وقد بات من المسلَّم به في الفكر التربوي المعاصر أن التعلم الفعّال لا يتحقق إلا إذا تمكّن المتعلم من فهم ما يتعلمه بعمق، وليس مجرد حفظه أو تكراره. ولهذا الغرض، تتبوأ المفاهيم مكانة مركزية في العملية التعليمية، حيث تُعد الأداة الأساسية التي يستخدمها المتعلم في بناء معرفته، وتفسير الظواهر، وتحليل المواقف، وإصدار الأحكام (Arroyo, Woolf, & Burelson, W., Muldner, K., Rai, D., & Tai, M, 2014).

إن المفاهيم لا تُعد فقط مدخلاً إلى المعرفة، بل تمثل أساسًا ضرورياً للإبداع والتفكير النقدي والتحليلي، إذ تسهم في تنظيم الخبرات السابقة، وربطها بالمعارف الجديدة، وتكوين بنى معرفية متماسكة لدى المتعلم. لهذا السبب، يولي مخططو المناهج اهتمامًا متزايدًا بتنمية المفاهيم في المراحل الدراسية كافة، باعتبارها العمود الفقري الذي تبنى عليه المادة العلمية وتُشتق منه المهارات الذهنية العليا (عبيد ع.، 2004). وفي ضوء هذا التوجه، أصبحت عملية تطوير المناهج لا تقتصر على تنظيم المحتوى، بل تشمل أيضاً تمكين المتعلمين من اكتساب المفاهيم الأساسية في كل مادة، بما ينعكس إيجابًا على قدرتهم على التفسير والتحليل والاستنباط.

وتُعد الرياضيات من أبرز الحقول المعرفية التي تُبنى على المفاهيم، حيث تشكل المفاهيم الرياضية الأساس الذي تُبنى عليه جميع العمليات الرياضية الأخرى، مثل المهارات الحسابية، وحل المشكلات،

والاستدلال المنطقي. ومن هنا، فإن أي قصور في اكتساب المفاهيم الأساسية في الرياضيات يؤدي إلى ضعف في الأداء العام في المادة، ويُعيق التقدم الأكاديمي في المراحل التعليمية اللاحقة (عقيلان إ.، 2002). ويرى الباحثون أن المفاهيم تمثل المعرفة العميقة غير السطحية، وأن تعلُّم الرياضيات بدون فهم المفاهيم هو تعلم هشّ، ينهار عند مواجهة مواقف جديدة غير مألوفة (فاطمة، بثينة، و العقيلي، 2023).

وقد تعددت الرؤى التربوية حول طبيعة اكتساب المفاهيم، فبينما يصفها بياجيه بمصطلح "المواءمة" (Accommodation) والتي تعني تعديل البُنى المعرفية القائمة لتتلاءم مع المفاهيم الجديدة، ينظر إليها جانييه على أنها شكل خاص من أشكال التعلم، يتطلب تدرجًا منظَّمًا، وانتقالًا من مفاهيم بسيطة إلى أكثر تعقيدًا (عبيدات ل.، 2005). كما يُنظر إلى اكتساب المفاهيم على أنه عملية ديناميكية لا تحدث في فراغ، بل ضمن سياق تعليمي نشط يتفاعل فيه المعلم مع المتعلم في ضوء استراتيجيات تدريسية متنوعة تعتمد على الاستقصاء، والتعلم التفاعلي، وربط المعرفة بالخبرات الواقعية.

من جهة أخرى، فإن المعلم لا يكتفي بتقديم المفاهيم للمتعلمين، بل يقوم بتوجيههم نحو اكتشافها بأنفسهم من خلال أنشطة وممارسات تعليمية متنوعة، تُراعي أنماط التعلم المختلفة، وتستثمر الوسائل التعليمية المتاحة، ما يُعزز من فاعلية التعلم وديمومته. وتشير الدراسات إلى أن المعلمين قد يقدِّمون المفاهيم نفسها بطرائق مختلفة تبعًا لطبيعة الصف، وخصائص المتعلمين، والأهداف التعليمية المنشودة (الشيدي و السعيدي، 2022). ويؤكد هذا التباين أهمية تمتع المعلمين بالمرونة والقدرة على التكيُّف، والابتكار في عرض المفاهيم، مما يُسهم في تحقيق فهم أعمق لها، ويُتيح للمتعلمين بناء تصورات دقيقة ومستقرة عنها.

وقد أشارت تقارير الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية في الأردن (USAID, 2012) إلى أهمية اعتماد نهج تعليمي يرتكز على المفاهيم في التعليم الأساسي، حيث أظهرت التجارب أن المتعلمون الذين

يتعلمون من خلال الفهم العميق للمفاهيم أكثر قدرة على التعامل مع التحديات المستقبلية، وأكثر استعدادًا للمشاركة الفعالة في مجتمع المعرفة. كما أن المفاهيم تمكّن المتعلمين من توظيف ما تعلموه في مواقف جديدة، مما يعكس انتقال أثر التعلم إلى مجالات حياتية وعلمية مختلفة.

وفي ضوء ما تقدم، يمكن القول إن بناء المفاهيم وتعزيزها في البيئة الصفية يمثل جوهر العملية التعليمية المعاصرة، وهو مسؤولية مشتركة بين المنهاج والمعلم وطرائق التدريس والتقويم. ويتطلب ذلك إعادة النظر في الأساليب التقليدية التي تركز على الحفظ والاستظهار، لصالح تبني استراتيجيات تعليمية نشطة تُركز على الفهم، والتحليل، والتفسير، والتطبيق. ولا يمكن إغفال دور التكنولوجيا التعليمية الحديثة، التي وفرت أدوات فعالة لدعم تعلم المفاهيم، مثل البرمجيات التفاعلية، والذكاء الاصطناعي، والوسائط المتعددة، التي ساعدت المعلمين في تقديم المفاهيم بأساليب أكثر جذبًا وفاعلية.

دور الأطر المفاهيمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات وتنمية الحساب الذهني

أن المعرفة هي معان وبنى ذهنية يضفيها العقل مباشرة على المعطيات الحسية، وأن العلم (أي علم) منظومة من الأطر المفاهيمية، حيث يتقدم العلم بتعرض الأطر المفاهيمية لأزمات تجعلها موضع شك، الأمر الذي يدفع العلماء إلى العمل على استبدال الأطر المفاهيمية السابقة بأطر مفاهيمية جديدة لها القدرة على حل الأزمات التي أسهمت في تقويض أركان الأطر المفاهيمية السابقة (عقيلان إ.، 2002). كما يرى أن الإطار المفاهيمي يعمل كموجه للملاحظات والأدوات البحثية التي يستخدمها العلماء ويعطي الفرد نظرة جديدة للعالم تختلف عن نظرته السابقة التي حددها إطاره المفاهيمي السابق (عبيدات ل.، 2005).

من هنا، فإن المفاهيم ضرورية جدا في العلوم جميعها وفي الرياضيات بشكل خاص (العوفي ع.، 2006): لأنها تعتبر نوعا من التعميمات التي تلخص الصفات المشتركة بين العديد من الحقائق المنفردة وان تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني من الامور المهمة في العملية التعليمية

في مادة الرياضيات، عدا أنها نقاط مبدئية لفهم المبادئ والقوانين والنظريات والمبرهنات والمفاهيم ليست تعريفات تحفظ وإنما هي تكوينات واستدلالات عقلية يكونها الفرد المتعلم ذهنيا (عبيد و.، 2004). ولهذا، اعتبر تكوين وإنماء الفهم العلمي السليم وتعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني أحد أهداف التربية.

تُعَدُّ المعرفة في جوهرها بنى عقلية ومعاني ذهنية يضفيها العقل البشري على المعطيات الحسية، فهي لا تُستمدّ مباشرة من الواقع الخارجي، بل يتم بناؤها من خلال عمليات عقلية مركبة تشمل الإدراك، والتحليل، والتفسير، والتجريد. من هذا المنطلق، فإن المعرفة ليست مجرد تراكم لمعلومات أو بيانات خام، بل هي عملية نشطة يقوم بها المتعلم لإضفاء معنى على ما يتلقاه من العالم الخارجي، عبر منظومة مفاهيمية تُشكل الإطار المرجعي لتفسير الظواهر وفهم العلاقات بينها (عقيلان إ.، 2002).

ويُجمع العديد من فلاسفة العلم وباحثيه على أن العلم، بمختلف فروعه، يتطور ضمن أطر مفاهيمية Paradigms تشكل الهيكل المعرفي الذي ينظم الحقائق والقوانين والنظريات، ويوجه عملية البحث العلمي. وعندما تواجه هذه الأطر المفاهيمية أزمات معرفية أو مشكلات غير قابلة للحل ضمن حدودها، فإنها تصبح موضع تساؤل وشك. وهنا ينشأ ما يسميه توماس كون (Thomas Kuhn) ب"الثورات العلمية"، والتي يتم فيها استبدال الإطار المفاهيمي القديم بإطار جديد أكثر قدرة على تفسير الظواهر والتعامل مع المعطيات المعرفية المستجدة. هذه النقلة النوعية لا تقتصر على الجانب المعرفي، بل تمتد لتشمل الأدوات البحثية، ومنهجيات العمل، والمفردات العلمية، وحتى الرؤية الفلسفية للعالم (عبيدات ذ.، 2005).

في هذا السياق، يتضح أن الإطار المفاهيمي لا يُستخدم فقط كأداة تحليلية، بل هو عدسة فكرية تشكل الكيفية التي يُنظر بها إلى الواقع. إنه يوجه الملاحظات، ويحدد ما الذي يُعد "حقيقة"، ويؤثر في كيفية تفسير النتائج، ويمنح الفرد المتعلم نظرة جديدة للعالم تختلف عن سابقتها، مما يعني أن كل تطور في الإطار المفاهيمي هو بمثابة تجديد شامل في طرق التفكير والتفسير والاستدلال (عبيدات، 2005).

ومن هذا المنطلق، تحتل المفاهيم موقعًا محوريًا في بناء المعرفة، لا سيما في مجال العلوم عامةً، وفي مادة الرياضيات على وجه الخصوص، إذ تُعد المفاهيم نوعًا من التعميمات التي تُنظم مجموعة من الحقائق المنفردة تحت إطار مشترك. إنها تمثل البنية الأساسية التي تقوم عليها النظريات والمبادئ والقوانين الرياضية، وتُشكِّل نقطة الانطلاق لأي فهم عميق أو استخدام تطبيقي للرياضيات (العوفي ع.، 2006).

فالمفاهيم الرياضية الأساسية، مثل مفهوم العدد، القيمة المكانية، العمليات الأساسية، النسب، الدوال، والمقادير، ليست مجرد تعريفات جامدة تُحفظ، بل هي تكوينات عقلية واستنتاجات منطقية يُنتجها المتعلم من خلال عمليات عقلية نشطة تشمل التصنيف، التعميم، الربط، والمقارنة. وهذا ما أكده عبيد (2004)، حيث يرى أن المفاهيم تُبنى من خلال تفاعل المتعلم مع المواقف التعليمية المختلفة، مما يُفضي إلى بناء معرفي راسخ يسهم في تعزيز القدرة على حل المشكلات، وتنمية التفكير النقدي، وتوظيف المعرفة في مواقف جديدة.

بناءً على ذلك، تُعد تنمية المفاهيم الرياضية الأساسية وتنشيط مهارات الحساب الذهني من الأهداف الرئيسة للتربية الرياضية المعاصرة، لما لهما من دور أساسي في تعزيز قدرة المتعلمين على التفكير المجرد، وتنظيم المعرفة، والتعامل بكفاءة مع المسائل الرياضية (National Research Council [NRC], 2001; OECD, 2023). وقد بات من المسلّم به أن المفاهيم الرياضية تمثل الركيزة التي تقوم عليها المعرفة الرياضية، وأن إهمالها يترتب عليه ضعف في الأداء الحسابي والاستنتاجي، وصعوبة في الانتقال من المهارات البسيطة إلى المفاهيم المركبة (عبيد، 2004؛ العوفي، 2006). وانطلاقًا من هذه الرؤية، أصبحت البنية المفاهيمية حجر الزاوية في تصميم المناهج الدراسية، خصوصًا في المرحلة الابتدائية، حيث تمثل المفاهيم المحور الذي تُبنى حوله الوحدات التعليمية، والأنشطة الصفية، ومهام التقويم. لقد أظهرت الأبحاث التربوية الحديثة أن التركيز على المفاهيم يُسهم

في رفع مستوى الفهم العميق لدى المتعلمون، ويعزز من قدرتهم على الانتقال من المعرفة السطحية إلى المعرفة التحليلية، كما يرفع من مستوى الدافعية الداخلية للتعلم (الشيدي و السعيدي، 2022).

وفي هذا السياق، بدأ الذكاء الاصطناعي يُطرح كأداة مساعدة قوية في العملية التعليمية، لما له من قدرات على تخصيص التعليم، وتحليل بيانات الأداء، والتنبؤ بصعوبات التعلم، وتقديم تغذية راجعة فورية للمتعلمين والمعلمين على حد سواء. ومع ذلك، لا بد من التأكيد على أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم يجب أن تُوظف كأدوات دعم لا كبدائل للمعلمين. فلا يمكن لهذه التقنيات، مهما بلغت من تطور، أن تُعوض الدور التربوي والإنساني للمعلم، خاصة في الجوانب المتعلقة بالتوجيه، والرعاية العاطفية، وتنمية الإبداع، وبناء العلاقات التعليمية (المرشدي، 2011؛ عبيدات، 2005).

وتشير بعض الدراسات إلى أن المعلمين الذين يستخدمون تطبيقات الذكاء الاصطناعي بفعالية يمكنهم تخصيص التعليم بما يتناسب مع الفروق الفردية بين المتعلمون، والتدخل المبكر لدعم المتعثرين، وتوفير مزيد من الوقت لتقديم الدعم الفردي، مما يُعزز من جودة العملية التعليمية (فاطمة، بثينة، و العقيلي، 2023). ولكن يبقى توظيف الذكاء الاصطناعي مرهوناً بمدى وعي المعلم بأدواته، ومدى تكامله مع الأهداف التعليمية والممارسات الصفية.

وفي المحصلة، فإن تعزيز المفاهيم الرياضية وتنمية الحساب الذهني لا يتحقق إلا من خلال تكامل الأطر النظرية مع الممارسات التدريسية الفعالة (National Research Council [NRC], 2001)، واستثمار التكنولوجيا الحديثة بطريقة تكميلية تضع المتعلم في قلب العملية التعليمية (Luckin & Holmes, 2023; Rivera & Millán, 2021)، وتدفعه نحو التعلم النشط، والفهم العميق، والقدرة على التفسير والتطبيق في سياقات متنوعة (Chen et al., 2023; OECD, 2023).

1.3.الدراسات السابقة

لفهم أبعاد الدراسة الحالية بشكل معمق، من الضروري استعراض الأدبيات البحثية السابقة التي مهدت الطريق لاستكشاف العلاقة بين التكنولوجيا وتعليم الرياضيات. سيتم في هذا الجزء عرض الدراسات بشكل منهجي لعملية تطور هذا المجال، حيث يتم الانتقال من الأبحاث الأولى التي تناولت "الحوسبة التعليمية" بشكل عام، إلى الدراسات الحديثة التي تركز بشكل دقيق على "تطبيقات الذكاء الاصطناعي"، مما يبرز بوضوح الفجوة المعرفية التي تسعى هذه الدراسة لسدها.

أثر الحوسبة التعليمية على المفاهيم الرياضية الأساسية

مع تسارع التحول الرقمي في العقد الأخير، انتقل التركيز البحثي من مجرد دمج الحاسوب التقليدي إلى استكشاف إمكانات الذكاء الاصطناعي التكيفي في تعليم الرياضيات. وفي هذا السياق، أكدت مراجعة شاملة لـ Chen et al. (2023) أن أنظمة التدريس الذكية لم تعد مجرد أدوات تقنية، بل أصبحت بيئات تعلم قادرة على تقديم دعم مخصص للمتعلمين وتحسين نواتج التعلم بشكل يتفوق على الطرق التقليدية.

وبالتحديد في المرحلة الابتدائية، أظهرت دراسة أبو زيد وآخرون (2023) أن التطبيقات القائمة على الذكاء الاصطناعي تساهم بفاعلية في ترسيخ المفاهيم الرياضية وتنمية مهارات الحساب الذهني من خلال توفير مسارات تعلم مرنة تتناسب مع قدرات كل طالب. وهذا ما عززته دراسة (الزغوطي، 2022) التي أثبتت أن استخدام الأدوات الرقمية الذكية يؤدي إلى تحسن جوهري ومستدام في سرعة ودقة العمليات الذهنية لدى الأطفال، مما يقلل من الفجوات التحصيلية. إن هذه النتائج الحديثة، التي أيدتها أيضاً دراسة (Ma et al., 2024)، تشكل أساساً متيناً يثبت أن الذكاء الاصطناعي التعليمي هو المحرك الفعلي لبناء فهم رياضي أعمق وأكثر استدامة في العصر الحالي.

مع مرور الوقت، تطور تركيز الأبحاث من مجرد استخدام البرمجيات إلى تصـــميم "بيئـــات تعليميـــة إلكترونية متكاملة" تركز على جوانب معرفية محددة. وهنا تبرز دراسة العبيدي وأبو غزالـــة (2020) التي لم تكتفِ باستخدام بيئة إلكترونية، بل صممتها لتكون قائمة على "التفكير البصري". وباتباع المنهج شبه التجريبي على متعلمين الصف الثاني، وباستخدام اختبار للمفاهيم الرياضـــية، أثبتـــت الدراســـة أن تعزيز الجانب البصري في البيئة الرقمية يؤدي إلى تفوق المتعلمين، مما يشير إلى أن "كيفيـــة" تصـــميم التطبيق لا تقل أهمية عن "مجرد" استخدامه. هذا التوجه نحو تصميم أكثر ذكاءً للمحتوى الرقمـــي مهـــد الطريق بشكل طبيعي نحو الاهتمام بالذكاء الاصطناعي.

الانتقال إلى التركيز على الحساب الذهني

بينما ركزت الدراسات الكلاسيكية على دمج الحاسوب بشكل عام، برز تيار بحثي معاصـــر يستكشـــف إمكانات الذكاء الاصطناعي في تطوير مهارات الحساب الذهني كعملية معرفية معقدة. ومن أبرز هـــذه المحاولات دراسة Yin & Wang (2022) التي فحصت أثر أنظمة التدريس الذكية المعتمـــدة علـــى الشبكات العصبية في تحسين مهارات الحساب الذهني لدى طلاب المرحلة الابتدائية؛ حيث أثبتت النتائج أن التغذية الراجعة الفورية والتكيف مع مستوى الطالب أدى إلى تفوق واضح في سرعة ودقة المعالجة الذهنية مقارنة بالطرق التقليدية.

وفي سياق متصل، لم تعد الدراسات تكتفي بقياس التحصيل المباشر، بل امتدت لفحص الأثـــر النفســـي والمعرفي المستدام، حيث كشفت دراسة Al-Qahtani (2022) أن تطبيقات الـــذكاء الاصـــطناعي لا تكتفي بتحسين مهارات الحساب الذهني فحسب، بل تساهم بفعالية في خفض 'قلق الرياضـــيات' وزيـــادة الثقة بالنفس، مما يضمن بقاء أثر التعلم لفترات أطول.

ولتأكيد هذه النتائج في البيئة العربية، أظهرت دراسة أبو زيد وسعد (2023) من خلال تصـــميم شـــبه تجريبي، دمج التقنيات الذكية في تدريس مفاهيم العمليات الحسابية الأساسية يحول المـــتعلم مـــن متلـــقٍ

سلبي إلى مشـــارك نشـــط يمتلـــك اســـتراتيجيات ذهنيـــة مرنـــة، وهـــو مـــا أيدتـــه مراجعـــة لـــــ (Chen et al., 2023).

التي أكدت أن الذكاء الاصطناعي التعليمي يمثل اليوم الأداة الأكثر فاعلية لتحقيق 'الطلاقـــة الإجرائيـــة' والفهم المفاهيمي في الرياضيات.

مع تزايد وضوح الأثر الإيجابي للتكنولوجيا، بدأ الباحثون بالتعمق في "كيفية" مساهمة هذه البرمجيـــات في تنمية المهارات الذهنية. فهدفت دراسة محمد وآخرون (2019) إلى قياس فاعلية "برمجية تعليميـــة تفاعلية" في تنمية الحساب الذهني. وباستخدام منهج شبه تجريبي واختبار للحســـاب الـــذهني، أشـــارت النتائج إلى أن الدور الإيجابي لهذه البرمجيات يكمن في قدرتها على "تنمية مهارات المعالجـــة الذهنيـــة" لدى المتعلمين. وفي تطور آخر، ركزت دراسة العتيبي (2020) على وسيط جديـــد وهـــو "تطبيقـــات الهواتف الذكية"، حيث أظهرت باستخدام منهج شبه تجريبي واختبار فـــي مهـــارات الجمـــع والطـــرح الذهني، أن استخدام تطبيق "Smart Math" أدى إلى تحسن ملحوظ في الأداء وتفاعـــل إيجـــابي مـــن المتعلمات. وبشكل مباشر أكثر، انتقلت دراسة نوفل وأبو الخيـــر (2021) لفحـــص فاعليـــة "برنـــامج محوسب قائم على الذكاء الاصطناعي" في تنمية الحساب الذهني. وباتباع منهج شبه تجريبي واختبـــار للحساب الذهني، أظهرت النتائج تفوقاً معنوياً لصالح المجموعة التجريبية، حيث أشار المتعلمين إلـــى أن البرنامج سهل عليهم إجراء العمليات الحسابية بسرعة ودقة.

شهدت الدراسات المعاصرة تحولاً نوعياً لم يكتفِ برصد أثر التقنيات فحسب، بل سعى إلى سبر أغوار العمليات المعرفية وتفسيرها. وفي هذا الإطار، ركزت دراسة حسن وراشد (2022) على قيـــاس أثـــر التعلم الإلكتروني المعزز بالوسائط المتعددة التفاعلية في تطوير الحساب الذهني، حيث أوصيا بضرورة تضمين هذه البرامج في المناهج الرسمية لرفع مستوى الكفاءة الحسابية لدى الطلاب.

وفي منحى أكثر تخصصاً، استهدفت دراسة عبد الله (2023) الكشف عن فاعلية 'التعلم التكيفي' القائم على الذكاء الاصطناعي في تحسين مهارات الحساب الذهني؛ حيث أثبتت النتائج أن قدرة الأنظمة الذكية على تعديل مستوى التحدي ديناميكياً بناءً على أداء المتعلم لا تساهم في تحسين الأداء الحسابي فحسب، بل تمتد لتشمل تعزيز الجوانب النفسية والدافعية لدى المتعلمين، مما يقلل من الفجوات المعرفية داخل الفصل الدراسي.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي

إلى جانب الدراسات التجريبية، ساهمت المراجعات المنهجية في رسم صورة أشمل للمجال. فقد قدم Hwang and Tu (2021) مراجعة منهجية وتحليلاً ببليومترياً لاستكشاف اتجاهات البحث في الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات. من خلال تحليل المقالات العلمية، وثقت الدراسة التطورات في هذا المجال واقترحت موضوعات بحثية مستقبلية، مشيرة إلى الحاجة لتقييمات أكثر تنوعاً. وفي سياق مشابه، قدم غارسيا وآخرون (García-Martínez, Fernández-Batanero, & Fernández-Cerero, J., & León, S. P, 2023) مراجعة منهجية وتحليلاً تلوياً (meta-analysis) ل 25 مقالاً، وأظهرت النتائج وجود تأثير إيجابي عام للذكاء الاصطناعي على أداء المتعلمين ومواقفهم ودوافعهم، خاصة في تخصصات STEM.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتقدمة وتنمية مهارات الحساب الذهني

لم تتوقف الأبحاث عند هذا الحد، بل تعمقت في أنواع محددة من تقنيات الذكاء الاصطناعي. فدراسة Yin and Wang (2022) تناولت أثر أنظمة تعليمية ذكية مبنية على "الشبكات العصبية" في تحسين الحساب الذهني، وباستخدام تصميم شبه تجريبي، أكدت الدراسة أن التغذية الراجعة الفورية من هذه الأنظمة المتقدمة تؤدي إلى تفوق واضح في دقة وسرعة التنفيذ. وفي سياق عربي، نفذ الجابري (2021) دراسة لاستكشاف فاعلية تطبيق "MathAI"، وبيّنت نتائجه أن المحتوى المتكيف والداعم

يعزز من فهم المتعلمين ويزيد من دافعيتهم. وبالمثل، أكدت دراسة Al-Qahtani (2022) في السعودية على أن التفاعل الفوري وديناميكية التعليم الفردي الذي يوفره تطبيق "SmartMath" يعزز القدرات العددية ويحفز التفكير الرياضي. وعلى نفس المنوال، أظهرت دراسة خالد (2023) في الأردن ودراسة حسن (2023) في الإمارات أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تتميز بالتخصيص التلقائي والتغذية الراجعة اللحظية تعزز كفاءة التعلم الذهني وتساعد في تجاوز تحديات التعليم التقليدي.

من خلال هذا الاستعراض المترابط، يتضح أن البحث العلمي قد انتقل بشكل منطقي من إثبات فاعلية "الحوسبة" بشكل عام، إلى فهم الآليات الدقيقة التي تعمل بها "تطبيقات الذكاء الاصطناعي" في تعزيز المفاهيم الرياضية وتنمية الحساب الذهني. ورغم تراكم الأدلة الإيجابية، ما زالت هناك حاجة لدراسات تجمع بين هذين المتغيرين (المفاهيم والحساب الذهني) في سياق واحد متكامل، وتقيس أثرهما بشكل كمي ونوعي، مع فحص أثر التفاعل مع قدرات المتعلمين المختلفة، وهو بالضبط ما تسعى هذه الدراسة لتحقيقه.

1.3.1 التعقيب على الدراسات السابقة

في ضوء التحليل المقارن للدراسات السابقة، يتضح أن هناك تشابهًا واضحًا بينها من حيث استخدام المنهج التجريبي أو شبه التجريبي، مما يعكس إدراك الباحثين لأهمية التحقق من الأثر الفعلي للتدخلات التعليمية الذكية على أرض الواقع. وقد ركزت معظم هذه الدراسات على تنمية مهارات الحساب الذهني تحديدًا، كما أظهرت الدراسات الحديثة، مثل دراسة حسن وراشد (2022) ودراسة يين ووانغ Yin & Wang (2022) أن التخصيص الذكي وتقديم التغذية الراجعة يسهمان في تعزيز الفهم العددي لدى المتعلمين. وتتميز الدراسة الحالية عن سابقاتها بدمجها بين هدفين رئيسيين؛ الأول يتمثل في تعزيز المفاهيم الرياضية الأساسية، والثاني في تنمية مهارات الحساب الذهني، مع إضافة بعدين مهمين هما: دافعية المتعلم نحو التعلم، وتطوير مهارات التفكير الرياضي. كما تنفرد هذه الدراسة بالتركيز على السياق المحلي العربي ضمن المرحلة الابتدائية، في حين أن الدراسات السابقة أُجريت في بيئات تعليمية

متنوعة مثل الصين، وعُمان، والسعودية، والأردن، والإمارات، مما يمنح الدراسة الحالية بعـدًا مميـزًا يتماشى مع احتياجات البيئة التعليمية المحلية. إن تطوير المفاهيم الرياضية الأساسية يعد شرطاً أساسـياً لتحسين العملية التعليمية وتحقيق فهم شامل للمفاهيم الرياضية. وقد أثبتت الدراسات المعاصـرة، مثـل دراسة أبو زيد وراشد (2023)، القيمة العالية لاستخدام التطبيقات الذكية في تمكـين المتعلمـين مـن استيعاب العمليات الحسابية الأربع (الجمع والطرح والضرب والقسمة) بأسلوب يجمـع بـين المهـارة والفهم المفاهيمي.

كما أكدت الأبحاث الحديثة، مثل المراجعة المنهجية التي قام بها تشن وآخـرون Chen et al. (2023) فعالية النظم التكيفية القائمة على التكنولوجيا في رفع مستوى التحصيل الأكاديمي وتوفير فـرص تعلـم مستدامة. وتماشياً مع توجهات منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD (2023)، فإن دمج تقنيـات الذكاء الاصطناعي كأداة أساسية في التعليم يعزز من قدرة الطلاب على مواجهة التحـديات الرياضـية المعقدة في المستقبل.

وعلى نقيض الطرق التقليدية، يوفر الذكاء الاصطناعي إمكانات هائلة تشمل استخدام الرؤية الحاسـوبية ومعالجة اللغات الطبيعية وصولاً إلى التعلم الآلي، مما يسمح بإنشاء مسارات تعلـم مخصصـة تلبـي الاحتياجات الفريدة لكل متعلم، وهو ما أيدته نتائج دراسة يين ووانغ (Yin & Wang, 2022).

وقد أظهرت الأبحاث الحديثة كيف يمكن للذكاء الاصطناعي تحسـين الأفكـار الرياضـية الأساسـية والمساعدة في الحساب الذهني، مما يساعد في التقييمات الصحيحة ونصائح التعلم الفرديـة للمتعلمـين. وعلاوة على ذلك، سلط السعودي ونورا (2024) الضوء على قيمة تطبيق تطبيقات الذكاء الاصطناعي للنهوض بتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتحسـين الكفـاءة الرياضـية للمتعلمـات، موضحين كيف يمكن لهذه التقنيات أن تؤدي إلى تغيير نوعي في أساليب التدريس وتشـجيع الدراسـة المستقلة والتفكير الإبداعي.

1.4 مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية

لغايات تطبيق هذه الدراسة تم تعريف عدد من المصطلحات تعريفيا وإجرائيًا:

1. تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية

نظرياً: هي أنظمة برمجية وأدوات رقمية متقدمة تستخدم خوارزميات الذكاء الاصطناعي لمحاكاة عمليات التعلم البشري وتحسين عملية تعلم وتدريس الرياضيات. تتجاوز هذه التطبيقات الأدوات التعليمية التقليدية، حيث تتميز بقدرتها على تكييف المحتوى ليناسب المستوى الفردي لكل تلميذ، وتقديم تغذية راجعة فورية ومفصلة، وتوفير بيئات تعلم تفاعلية ومحفزة تدمج بين اللعب والتعلم الجاد (المنجدي والسودي، 2024؛ العتيبي وآخرون، 2023).

إجرائياً: يُقصد بها في هذه الدراسة مجموعة التطبيقات الرقمية المحددة (مثل Photomath, Prodigy Math, Mathway) التي تم اختيارها وتوظيفها بشكل منهجي مع متعلمين المجموعة التجريبية. تم استخدام هذه التطبيقات كأداة رئيسية لتعلّم مفاهيم ووحدات الضرب والقسمة المقررة في كتاب الرياضيات للصف الثاني الأساسي، حيث تفاعل المتعلمين معها عبر الأجهزة اللوحية لحل المسائل، وتلقي الشروحات، والمشاركة في الأنشطة التفاعلية.

2. مفاهيم الرياضيات الأساسية

نظرياً: تشير إلى مجموعة البنى المعرفية الجوهرية التي تشكل أساس الفهم الرياضي. هذه المفاهيم ليست مجرد إجراءات حسابية، بل تشمل فهماً عميقاً للعلاقات بين الأعداد (مثل القيمة المكانية)، ومعنى العمليات الحسابية (الجمع، الطرح، الضرب، والقسمة)، ومهارات التقدير والتعرف على الأنماط. وهي تتدرج في مستويات معرفية مختلفة، بدءًا من استدعاء الحقائق (التذكر)، مرورًا بتفسيرها وربطها (الفهم)، ووصولاً إلى استخدامها في سياقات جديدة (التطبيق)، وفقًا لتصنيف بلوم للمستويات المعرفية (جراح، 2021؛ سعدي، 2021).

إجرائياً: هي المعارف التي يتم قياس مدى اكتساب المتعلمين لها من خلال الدرجة الكلية التي يحصلون عليها في "اختبار مفاهيم الرياضيات الأساسية" التحصيلي الذي أعدته الباحثة. وقد تم بناء فقرات هذا الاختبار وفق جدول مواصفات يراعي المستويات المعرفية الثلاثة الأولى من تصنيف بلوم (التذكر، الفهم، التطبيق)، حيث يركز الاختبار بشكل خاص على قياس مدى استيعاب المتعلمين للمفاهيم والمهارات المتضمنة في وحدتي الضرب والقسمة عبر هذه المستويات المتدرجة.

3. الحساب الذهني

نظرياً: هو عملية عقلية عليا تتضمن القدرة على إجراء العمليات الحسابية ومعالجتها بمرونة وسرعة ودقة دون الاعتماد على أدوات خارجية كالورقة والقلم أو الآلة الحاسبة. ولا يقتصر الحساب الذهني على استدعاء الحقائق الرياضية المحفوظة فحسب، بل يشمل أيضاً ابتكار وتطبيق استراتيجيات فعّالة لمعالجة الأعداد، مما يعكس فهماً عميقاً لبنية النظام العددي والعمليات الحسابية (المرشدي، 2011).

إجرائياً: هو الأداء النوعي الذي يظهره المتعلم أثناء حل المسائل الرياضية شفوياً. في هذه الدراسة، يُقاس الحساب الذهني من خلال تحليل أداء المتعلمين في أربعة أبعاد رئيسية (المعرفة التأسيسية، مرونة الاستراتيجيات، مهارات ما وراء المعرفة، والميول الوجدانية) باستخدام "مصفوفة مؤشرات اداءعمليات التفكير في الحساب الذهني (Mental Computation Thinking Rating Scale)"، والذي تم تصميمه بناءً على نموذج "هيردسفيلد" النظري. يتم تقييم كل بعد لإعطاء درجة تعكس جودة التفكير الذهني لدى المتعلم.

4. القدرة في الرياضيات

نظرياً: هي المستوى القاعدي (Baseline) للمعارف والمهارات الرياضية التي يمتلكها المتعلم قبل بدء المعالجة التجريبية. وتعتبر هذه القدرة مؤشراً للمستوى الأكاديمي المبدئي، وتُستخدم في البحوث

التجريبية كمتغير أساسي لفهم ما إذا كان تأثير تدخل معين (مثل استخدام تطبيقات الذكاء الاصـــطناعي) يختلف باختلاف مستويات المتعلمين الأولية.

إجرائياً: تعرّف في هذه الدراسة بأنها المستوى التحصيلي التراكمي للمتعلم، والـــذي يعكـــس جاهزيتـــه المعرفية وامتلاكه للقواعد الأساسية في الرياضيات قبل بدء التجربة. ويتم قياسها من خـــلال العلامـــة النهائية في مادة الرياضيات للفصل الدراسي الأول السابق، المســـتخرجة مـــن الســـجلات المدرســـية الرسمية. وقد اعتُمدت هذه العلامة كمؤشر موضوعي يمثل 'البنية المعرفية السابقة' للمـــتعلم، وقدرتـــه على توظيف العمليات الذهنية التي تم استيعابها في المناهج السابقة، مما يسمح بتصنيف الطـــلاب إلـــى مستويات (مرتفع، متوسط، منخفض) لفحص مدى تفاعل هذه القدرة مع تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

1.5 مشكلة الدراسة وأسئلتها

من خلال ملاحظة الباحثة الميدانية لواقع تعليم الرياضيات في المرحلة الابتدائية، تبين أن الكثيـــر مـــن الطلبة يواجهون صعوبة في تعلُّم المادة، وضعفاً في القدرة على الحساب الذهني. ويواجه معلمـــو هـــذه المرحلة صعوبات عديدة تتعلق بندرة توافر أدوات التكنولوجيا الحديثة، وضعف جذب انتباه الطلبة، وقلة مشاركتهم وتفاعلهم في المواقف التعليمية. وهو ما ينعكس سلباً على تحصيلهم الدراسي (المـــومني ع.، 2022)، حيث تقتصر العملية التعليمية غالباً على مادة نظرية تخلو من التطبيق، وتعتمد علـــى طرائـــق اعتيادية تفتقر إلى التشويق. ولما كانت الاتجاهات التربوية الحديثة تركز على الابتعـــاد عـــن التلقـــين وتفعيل دور المتعلم، أصبح من الضرورة استخدام تطبيقات تراعي ميـــول الطلبـــة نحـــو الاستكشـــاف والألعاب، لا سيما في عصر انتشرت فيه تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي يمكن أن تجعل التعلم أكثـــر متعة وتشويقاً (فاطمة، بثينة، و العقيلي، 2023).

تأتي هذه الدراسة لتستجيب لهذه المشكلة، حيث ظهرت تطبيقات الذكاء الاصطناعي كأدوات فعالة لتقديم محتوى تفاعلي مصمم خصيصاً لتلبية احتياجات الطلبة المحددة، مما قـــد يعـــزز قـــدرتهم علـــى حـــل

المشكلات الرياضية بشكل أسرع وأكثر كفاءة. وتؤكد الدراسات الحديثة على هذه الإمكانات، حيث ذكر السعوي ومحمد (2024) أن استخدام هذه التطبيقات له أهمية في تقريب المفاهيم الحسابية ونمذجتها لتسهيل اكتسابها والاحتفاظ بها، وهو ما يتسق مع أهمية تنويع وسائل وطرائق إجراء العمليات الحسابية وتنمية الحس العددي لدى الطلبة (المومني خ.، 2022). فالحساب الذهني هو المزج بين قوة العقل والتحليل المنطقي، الذي يحقق نمواً ذهنياً وعقلياً متكاملاً (شنين، 2008).

وعلى الرغم من هذا التوجه العالمي، ما زالت هناك فجوة بحثية في تقييم أثر هذه الأدوات الرقمية على فهم الطلبة للرياضيات والحساب الذهني في السياق المحلي. ومع أن بعض الدراسات قد أكدت أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تساعد العقل على التفكير والابتكار وتنمية مهارة الحساب الذهني (المالكي و فلمبان، 2023)، وأشارت إلى أنها تساعد في تفوق المتعلمين على زملائهم الذين يدرسون بالطرق التقليدية، إلا أن الحاجة ما زالت قائمة لدراسة علمية منظمة تقيم الاختلافات في المفاهيم الأساسية والحساب العقلي لدى طلبة المرحلة الابتدائية عند استخدام هذه التقنية، مما استدعى قيام الباحثة بإجراء هذه الدراسة. وبالتالي جاءت هذه الدراسة لتقصي أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية، وتحديدا تحاول هذه الدراسة الإجابة عن الأسئلة التالية:

الأسئلة الكمية

1. هل يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي فهم المفاهيم الاساسية في الرياضيات ومتوسطي القدرة على الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية (طلبة الصف الثاني) يعزى إلى طريقة التدريس القائمة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية مقابل الطريقة الاعتيادية؟

السؤال الفرعي الأول: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طلبة المجموعة التجريبية وطلبة المجموعة الضابطة في اختبار فهم المفاهيم الأساسية في

الرياضيات، تُعزى إلى طريقة التدريس، القائمة على تطبيقات الـذكاء الاصـطناعي التعليميـة مقابـل الطريقة الاعتيادية؟

السؤال الفرعي الثاني: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بـين متوسـطي درجات طلبة المجموعة التجريبية وطلبة المجموعة الضابطة في القدرة على الحساب الـذهني، تُعـزى إلى طريقة التدريس القائمة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية مقابل الطريقة الاعتيادية؟

2. هل يوجد فرق دال إحصائيًا عند ($\alpha \leq 0.05$) في متوسطي القدرة على الحساب الذهني ومتوسطي فهم المفاهيم الأساسية لدى طلبة المرحلة الابتدائية(طلبة الصف الثاني) يعزى إلـى التفاعـل بـين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات؟

السؤال الفرعي الأول: هل يوجد فرق دال إحصائيًا عند ($\alpha \leq 0.05$) فـي متوسـطي فهـم المفـاهيم الاساسية في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية (طلبة الصف الثاني) يعزى إلـى التفاعـل بـين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات؟

السؤال الفرعي الثاني: هل يوجد فرق دال إحصائيًا عند ($\alpha \leq 0.05$) في متوسطي القدرة على الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية (طلبة الصف الثاني) يعزى إلى التفاعل بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات؟

الأسئلة النوعية

3. ما تاثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تنمية مهارات الحساب الذهني ومتوسطي فهـم المفاهيم الاساسية في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية؟

السؤال الفرعي الأول: ما تاثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تنميـة مهـارات الحسـاب الذهني في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية؟

السؤال الفرعي الثاني: ما تاثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على فهم المفاهيم الاساسـية فـي الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية؟

1.6 أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة بشكل أساسي إلى تقديم تحليل شامل وعميق لأثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية، كأداة تدريسية حديثة، في تطوير كل من الفهم المفاهيمي للرياضيات والقدرة على الحساب الذهني لدى متعلمين الصف الثاني الابتدائي. ولتحقيق هذا الهدف العام والطموح، تتجه الدراسة نحو تحقيق مجموعة من الأهداف الفرعية المترابطة التي تبدأ بالقياس الكمي للأثر المباشر، ثم تتعمق في تحليل العوامل المتفاعلة، وتنتهي بالتفسير النوعي المتعمق للتجربة التعليمية.

سعت لدراسة إلى قياس الأثر المباشر لطريقة التدريس على التحصيل، حيث سيتم التحقق إحصائياً مما إذا كانت هناك فروق في متوسط اكتساب المفاهيم الرياضية الأساسية، مثل مفاهيم الضرب والقسمة، بين متعلمين المجموعة التجريبية الذين يدرسون باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وأقرانهم في المجموعة الضابطة الذين يتبعون الطرق التقليدية. وبالتوازي مع ذلك، هدفت اللدراسة إلى تحديد ما إذا كانت هناك فروق دالة إحصائياً في متوسط أداء المجموعتين في مهارات الحساب الذهني، ليس فقط من حيث الدقة في الإجابة، بل أيضاً من حيث السرعة والطلاقة في المعالجة العقلية، وذلك لعزل الأثر المباشر الذي يمكن أن يُعزى بشكل رئيسي لاستخدام هذه التطبيقات التفاعلية.

بعد ذلك، ستنتقل الدراسة إلى مستوى أعمق من التحليل وهو فحص أثر التفاعل بين طريقة التدريس ومستوى قدرة المتعلمين. فالدراسة لا تفترض أن تأثير التطبيقات سيكون متجانساً على جميع المتعلمين، بل تسعى للكشف عما إذا كان هذا التأثير على تحصيل المفاهيم الرياضية الأساسية يختلف باختلاف مستوى القدرة المبدئي للمتعلمين في الرياضيات. وبالمثل، سيتم استقصاء ما إذا كان تأثير طريقة التدريس على تنمية مهارات الحساب الذهني متساوياً لجميع المتعلمين أم أنه يتأثر بشكل كبير بمستوى قدرتهم الرياضية الأولية، وذلك من خلال تحليل دلالة التفاعل الإحصائي بين طريقة التدريس ومستوى القدرة. هذا الهدف سيوفر رؤية دقيقة حول ما إذا كانت هذه التطبيقات أكثر نفعاً لفئة معينة من المتعلمين، كالمتعثرين مثلاً، أم أنها تخدم جميع الفئات بنفس القدر من الفعالية.

وأخيراً، وبهدف عدم الاكتفاء بالأرقام والنتائج الإحصائية المجردة، ستسعى الدراسة إلى تحليل وتفسير طبيعة تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي من منظور نوعي. سيتم تحقيق ذلك من خلال التعمق في فهم الآليات التي تساهم بها هذه التطبيقات في تنمية مهارات الحساب الذهني لدى المتعلمين، عبر تحليل استراتيجياتهم المعرفية التي يفصحون عنها، وتجاربهم الشخصية التي يتم رصدها عبر المقابلات. كما سيتم تفسير الكيفية التي تؤثر بها هذه الأدوات الرقمية على بناء المفاهيم الرياضية الأساسية وترسيخها، من خلال استكشاف آراء المتعلمين حول جوانب مثل سهولة التعلم، والدافعية، وطبيعة تفاعلهم مع المحتوى التعليمي الرقمي، مما يضفي عمقاً وثراءً على نتائج الدراسة ككل.

1.7 أهمية الدراسة

تنبثق أهمية هذه الدراسة من كونها استجابة علمية واعية للتحولات الجذرية التي يفرضها عصر الذكاء الاصطناعي على المنظومة التربوية، حيث تسعى إلى تقديم رؤية فلسفية وتطبيقية متكاملة لدمج التقنيات الذكية في تعليم الرياضيات، وهو مسار بحثي يكتسب صفة الريادة نظراً لندرة الأطر النظرية التي تربط بين الأنظمة التكيفية وبين العمليات المعرفية الدقيقة المعنية ببناء المفاهيم الرياضية وتنمية الحساب الذهني في المراحل العمرية التأسيسية. وتتجلى القيمة العلمية لهذه الدراسة في سعيها الحثيث لسد فجوة بحثية جوهرية تتعلق بكيفية انتقال المتعلم من نمط التعلم التقليدي القائم على التلقين إلى نمط التعلم الذكي القائم على 'المحاكاة المعرفية'، حيث يتحول الذكاء الاصطناعي من مجرد أداة تقنية مساعدة إلى شريك معرفي يتفاعل مع المسارات الذهنية المتباينة للطلاب، مما يتيح إعادة صياغة مفهوم 'الفروق الفردية' ضمن إطار 'التعلم المشخصن' الذي يراعي سرعة ونمط استيعاب كل طفل بدقة متناهية. كما تكتسب الدراسة أهمية استراتيجية لتركيزها على الحساب الذهني ليس كمهارة حسابية مجردة، بل كعملية عقلية عليا تساهم في تطوير التفكير المنطقي، والمرونة الاستراتيجية، والطلاقة الإجرائية، وهي ركائز أساسية تضمن للمتعلم بناء بنية معرفية صلبة ومستدامة تحميه من تراكم التصورات الخاطئة وتحد من 'قلق الرياضيات' الذي ينشأ غالباً في البيئات التعليمية غير المتفاعلة. ومن الناحية الميدانية،

ترفد هذه الدراسة المكتبة التربوية وصناع القرار بنموذج إجرائـــي رصـــين يوضـــح كيفيـــة توظيـــف التكنولوجيا الذكية لتجويد مخرجات التعلم، وتعزيز استقلالية المتعلم، وتطوير كفاءة المعلمين فـــي إدارة بيئات تعلم رقمية معقدة، مما يساهم في نهاية المطاف في تأهيل جيل يمتلك القدرات التنافسية والمهارات الرقمية والمنطقية اللازمة لمواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين.

الفصل الثاني

منهجية الدراسة

2.1 تصميم الدراسة

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن أسئلتها بشكل متكامل وعميق، تم اعتماد المنهج المختلط. يرتكز هذا التصميم على قوة التكامل بين البيانات الكمية والنوعية، حيث يتم جمع وتحليل البيانات على مرحلتين متتاليتين. تهدف المرحلة الأولى (الكمية) إلى تحديد "ماذا" حدث وقياس حجم الأثر إحصائياً، بينما تهدف المرحلة الثانية (النوعية) إلى تفسير هذه النتائج وفهم "كيف ولماذا" حدث هذا الأثر من منظور المشاركين أنفسهم.

المرحلة الأولى: المنهجية الكمية التجريبية بتصميمها شبه التجريبي

تمثل هذه المرحلة الجانب الأساسي للدراسة، حيث يتم من خلالها جمع بيانات رقمية قابلة للقياس والتحليل الإحصائي. وقد تم فيها استخدام تصميم شبه تجريبي (Quasi-Experimental Design) يعتمد على مجموعتين (ضابطة وتجريبية) مع قياس قبلي وبعدي. تم اختيار هذه المنهجية الكمية تحديداً لتحقيق هدفين رئيسيين:

اختبار الفرضيات وقياس علاقة السبب والنتيجة: تهدف الدراسة إلى اختبار الفرضية القائلة بأن استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي (السبب) يؤدي إلى تحسن في فهم المفاهيم الرياضية وتنمية الحساب الذهني (النتيجة). يوفر التصميم شبه التجريبي إطاراً منهجياً قوياً لقياس هذه العلاقة وتحديد ما إذا كانت الفروق بين المجموعتين ذات دلالة إحصائية أم أنها مجرد صدفة.

إمكانية التعميم (Generalizability): من خلال استخدام أدوات قياس مقننة وتحليل إحصائي، تسمح النتائج الكمية بتعميم محدود للنتائج على مجتمع الدراسة الأوسع الذي اشتقت منه العينة.

ويمكن تمثيل هذا التصميم بالرموز التالية:

المجموعة: القياس القبلي المعالجة القياس البعدي

- المجموعة التجريبية (EG) O1, O2 × O1
- المجموعة الضابطة (CG) O1, O2 – O1

حيث يمثل O1 اختبار مفاهيم الرياضيات، O2 اختبار الحساب الذهني، و × يمثل المعالجة التجريبية.

المرحلة الثانية: المنهجية النوعية

بعد تحليل البيانات الكمية وظهور النتائج الأولية (مثل وجود فرق إحصائي لصالح المجموعة التجريبية)، تأتي المرحلة الثانية لتجيب عن الأسئلة التي لا تستطيع الأرقام وحدها الإجابة عليها. تعتمد هذه المرحلة على المنهجية النوعية التي تركز على فهم المعاني والتجارب الشخصية. تم جمع البيانات النوعية من خلال مقابلات شبه منظمة مع عينة من المتعلمين المشاركين. تم اختيار هذه المنهجية لتحقيق هدفين أساسيين:

توفير العمق والتفسير: بينما يخبرنا التحليل الكمي "بوجود" فرق، يساعدنا التحليل النوعي على فهم "سبب" هذا الفرق. فهو يتيح استكشاف العمليات المعرفية والوجدانية التي مر بها المتعلمين، مثل الاستراتيجيات الذهنية التي طوروها، ومستوى دافعيتهم، وتحدياتهم، وكيفية تفاعلهم مع واجهات التطبيقات.

فهم السياق: توفر المقابلات بيانات غنية حول السياق الذي حدث فيه التعلم، مما يساعد على فهم النتائج في إطارها الواقعي بدلاً من كونها مجرد أرقام مجردة.

ولتحليل البيانات النوعية المستخلصة من هذه المقابلات، سيتم توظيف طريقة المنهجية المستمرة الاستقرائية والاستنباطية (Inductive and Deductive Constant Comparison Method). هذه

الاستراتيجية المنهجية تسمح للباحثة أولاً باستخلاص الأنماط والتيمات التي تنبثق مباشرة من تجـــارب المتعلمين دون تحيز (الجانب الاستقرائي)، ثم مقارنة هذه الأنماط وتنظيمها في ضوء الإطار النظـــري للدراسة (الجانب الاستنباطي). يضمن هذا التحليل المزدوج بناء تفسيرات عميقة وموثوقة لكيفية تـــأثير التطبيقات على استراتيجيات المتعلمين الذهنية ودوافعهم، مما يضيف طبقة تفسيرية حيوية تعزز من قوة ومصداقية نتائج الدراسة ككل.يوضح الشكل التكامل بين المرحلتين الكمية والنوعية في تصميم الدراسة:

شكل (2)

التكامل بين المرحلتين الكمية والنوعية في تصميم الدراسة

2.2 متغيرات الدراسة

اشتملت هذه الدراسة على المتغيرات التالية:

أولاً: المتغيرات المستقلة

طريقة التدريس (متغير أساسي): وله مستويان:

- المستوى الأول: التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية (للمجموعة التجريبية).
- المستوى الثاني: التدريس بالطريقة الاعتيادية (للمجموعة الضابطة).

القدرة في الرياضيات (متغير تصنيفي): وهو متغير تم قياسه وتصنيفه (وليس التلاعب به) بهدف دراسة دوره المتمايز مع طريقة التدريس. ويُقاس إجرائياً بالدرجة التي حصل عليها المتعلم في الاختبار القبلي لمفاهيم الرياضيات الأساسية، وسيتم تصنيفه إلى مستويات (مثل: مرتفعة، متوسطة، منخفضة).

ثانياً: المتغيرات التابعة

مفاهيم الرياضيات الأساسية: وتُقاس إجرائياً بالدرجة التي يحصل عليها المتعلم في الاختبار البعدي لمفاهيم الرياضيات الأساسية.

الحساب الذهني: ويُقاس إجرائياً بالأداء النوعي الذي يظهره المتعلم والذي يتم تقييمه باستخدام مصفوفة مؤشرات اداءعمليات التفكير في الحساب الذهني.

2.3 مجتمع الدراسة

يتألف مجتمع الدراسة من جميع متعلمي الصف الثاني الابتدائي في مدارس المجتمع العربي التابع للواء الشمال لعام 2023–2024، والبالغ عددهم 12,856متعلماً ومتعلمةً بحسب بيانات وزارة التربية والتعليم الرسمية (Ministry of Education, 2024) وقد تم تحديد هذه المرحلة العمرية (الصف الثاني) بشكل مقصود؛ حيث إنها تمثل فترة تأسيسية حاسمة في البناء المعرفي للمتعلمين في مادة

الرياضيات، وفيها تبدأ مهارات الحساب الذهني والمفاهيم الرياضية الأساسية بالتشكل بشكل أكثر تعقيداً، مما يجعلها مرحلة مثالية لدراسة أثر التدخلات التعليمية المبتكرة.

2.4 عينة الدراسة وطريقة اختيارها

نُفذت عملية اختيار العينة بأسلوب العينة العنقودية متعددة المراحل، حيث تطلب دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي اختيار بيئة مدرسية تمتلك المقومات التكنولوجية اللازمة؛ وبناءً عليه، تم اتباع الاختيار القصدي في المرحلة الأولى لاختيار مدرسة لتكون ميداناً للدراسة نظراً لجهوزيتها التقنية.

وفي المرحلة الثانية، تم تحديد 'شعبتين صفيتين' من طلاب الصف الثاني الابتدائي ليمثلا عناقيد الدراسة. أما في المرحلة الثالثة، فقد أُجري الاختيار العشوائي بين هاتين الشعبتين لتعيين إحداهما كمجموعة تجريبية تضمنت (20) متعلماً، والأخرى كمجموعة ضابطة تضمنت (20) متعلماً. يهدف هذا الدمج بين القصدية والعشوائية إلى ضمان واقعية التطبيق من جهة، وتحقيق الضبط والحياد الإحصائي من جهة أخرى، بما يسمح بتعميم النتائج لاحقاً على مجتمع الدراسة.

خصائص عينة الدراسة

تمثلت عينة الدراسة النهائية في (40) متعلماً ومتعلمة من طلبة الصف الثاني الابتدائي في إحدى مدارس القطاع العربي التابعة للواء الشمال، حيث وُزعت العينة بالتساوي إلى مجموعتين؛ تجريبية وضابطة بواقع (20) طالباً لكل منهما. وتتميز هذه العينة بتجانس إحصائي ومعرفي واضح؛ إذ كشفت السجلات المدرسية ونتائج القياس القبلي عن تكافؤ المجموعتين في 'القدرة الرياضية' قبل البدء بالتجربة، فضلاً عن التقارب العمري والنمائي (7–8 سنوات) والتماثل في الظروف الاجتماعية والاقتصادية والجغرافية. كما تمتلك العينة جاهزية تكنولوجية كافية بفضل الخبرة المسبقة والاستخدام اليومي للأجهزة اللوحية، ويتلقون جميعهم تعليمهم باللغة العربية وفق المنهاج الرسمي الموحد، مما يساهم في ضبط المتغيرات الخارجية وضمان عزو النتائج لأثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي وحدها.

2.5 أدوات الدراسة ومؤشرات صدقها وثباتها.

2.5.1 المنهجية الكمية

اشتملت هذه الدراسة على أداتين لجمع البيانات الكمية؛ للإجابة عن أسئلتها:

أولًا: اختبار المفاهيم الاساسية

تم تطوير اختبار لقياس المفاهيم الاساسية لدى طلبة المرحلة الابتدائية في مادة الرياضيات للوحدات المطلوبة، كان عدد الفقرات بصورتها الأولية (20) فقرة متعدد الاختيارات يلي كل فقرة أربع بدائل واحدة منها فقط صحيحة. تم تطوير الاختبار بالاعتماد على تصنيف بلوم للأهداف التربوية (Bloom, 1956).

وتم اعداد الاختبار وفقا للخطوات الآتية:

1. تم تحليل المادة التعليمية لطلبة المرحلة الابتدائية.
2. تمت مراجعة الأهداف التعليمية الواردة في كتاب الرياضيات لطلبة المرحلة الابتدائية (الصف الثاني)؛ لتحديد المستوى المعرفي لكل هدف منها على وفق تصنيف بلوم للأهداف المعرفية.
3. تم تحديد الوزن النسبي للأهداف التعليمية للمادة على وفق تصنيف بلوم. حيث يُركز على المستويات المعرفية الثلاثة الأولى:

- التذكر: قياس قدرة المتعلم على استدعاء التعريفات والمفاهيم الأساسية.
- الفهم: تقييم قدرة المتعلم على تفسير المفاهيم الرياضية وربطها بأمثلة واقعية.
- التطبيق: اختبار قدرة المتعلم على استخدام المفاهيم لحل مسائل رياضية في سياقات جديدة.

4. تم إعداد جدول مواصفات للاختبار يراعي الوزن النسبي للموضوعات في كتاب الرياضيات لطلبة المرحلة الابتدائية(الصف الثاني).

5. تمت صياغة فقرات الاختبار موزعة في ضوء جدول المواصفات لطلبة المرحلة الابتدائية(الصف الثاني).

صدق اختبار المفاهيم الاساسية

للتحقق من جودة أداة الدراسة وصلاحيتها العلمية، عمدت الباحثة إلى إجراء التحليلات القياسية لفقرات الاختبار بالاعتماد المباشر على بيانات الاختبار القبلي المطبق على العينة الفعلية البالغة أربعين متعلماً ومتعلمة، وقد جاء اختيار العينة نفسها كمنطلق لهذا التحليل لضمان تحقيق أقصى درجات الملاءمة للسياق المعرفي والبيئي الذي يعيشه المتعلمون في المدارس العربية بمنطقة لواء الشمال، مما يكفل وضوح لغة الاختبار وتناسبها مع مدارك الطلاب ومستوياتهم قبل تعرضهم لأثر التدخل التجريبي المتمثل في تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ولتحقيق ذلك من الناحية الإجرائية، جرت عمليات التحليل من خلال حساب معامل تمييز الفقرات عبر المقارنة بين الفئتين العليا والدنيا لضمان قدرة الأداة على الفرز المعرفي الدقيق، مع حساب معاملات الصعوبة للتأكد من توازن المحتوى وخلوه من التعجيز أو السهولة المفرطة، بالإضافة إلى استخراج معامل الارتباط لكل فقرة بالدرجة الكلية للاختبار لضمان صدق الاتساق الداخلي، وانتهاءً بتطبيق معادلة الثبات الكلي التي أثبتت تمتع الأداة بدرجة عالية من الاستقرار الإحصائي والموثوقية قبل بدء مرحلة القياس البعدي.

صدق المحتوى (صدق المحكمين)

للتحقق من صدق المحتوى، تم عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين (10) محكمًا من أعضاء هيئة التدريس لطلبة المرحلة الابتدائية ومتخصصين في أساليب تدريس الرياضيات والقياس والتقويم وتكنولوجيا التعليم لطلبة المرحلة الابتدائية، وعدد من مشرفي الرياضيات لطلبة المرحلة الابتدائية، ومعلمين ذوي خبرة في تدريس الرياضيات لطلبة المرحلة الابتدائية. وتم الطلب إليهم إبداء آرائهم وملاحظاتهم حول صياغة الأسئلة وصحتها ومناسبتها لطلبة المرحلة الابتدائية

(الصف الثاني). وتم إجراء تعديل للفقرات في ضوء الملاحظات التي يجمع عليها (80%) فأكثر من المحكمين، بناءً على آراء المحكمين، تم حذف الفقرات التي تجاوزت النطاق المعرفي المقرر في منهاج الصف الثاني الابتدائي أو التي تطلبت مهارات حسابية معقدة تستدعي استخدام الورقة والقلم، وذلك لضمان تركيز الاختبار حصراً على "الحساب الذهني" وصدق مواءمته للمحتوى الرسمي. أما التعديلات، فقد تمركزت في تبسيط الصياغات اللغوية للمسائل لتقليل العبء المعرفي اللغوي، وضبط الأرقام لتكون "أرقاماً صديقة" تُحفز الطالب على استخدام استراتيجيات تفكير عليا (مثل التجزئة والتعويض) بدلاً من العد الآلي، مما حوّل الاختبار من أداة لقياس الحفظ إلى مقياس حقيقي للمنطق الرياضي واستيعاب المفاهيم.

حتى تم الانتهاء من الاختبار في صورته النهائية المكونة من (14) فقرة للاختبار القبلي و(16) للاختبار البعدي، حيث تتراوح درجات الطلبة بين (صفر– 100) درجة. وتؤكد هذه الطريقة والإجراءات التي بني بها الاختبار تحققه لصدق المحتوى.

صدق الاتساق الداخلي

للتأكد من الخصائص السيكومترية للاختبار، قامت الباحثة بتطبيقه على عينة استطلاعية مكونة من 20 طالباً من خارج عينة الدراسة الأساسية ومن نفس المجتمع. وبناءً على نتائج هذا التطبيق، تم حساب صدق الاتساق الداخلي باستخدام معامل ارتباط بيرسون، حيث تراوحت المعاملات بين (0.55 و0.88)، وهي قيم دالة إحصائياً تؤكد صلاحية الاختبار للتطبيق.

معامل التمييز

لقياس قدرة كل فقرة على التمييز بين المتعلمون ذوي الأداء المرتفع والمنخفض، تم استخدام طريقة المجموعتين الطرفيتين. حيث تم ترتيب درجات المتعلمون الكلية في الاختبار القبلي ترتيبًا تنازليًا، ثم تم تحديد الفئة العليا المكونة من أعلى 27% من المتعلمون (11 متعلما)، والفئة الدنيا المكونة من أدنى

27% من المتعلمون (11 متعلما). بعد ذلك، تم حساب معامل التمييز لكل فقرة. ووفقًا للمعايير المقبولة، تُعتبر الفقرة ذات قدرة تمييزية جيدة إذا كان معاملها (0.30) فأكثر. وقد أظهرت النتائج أن معاملات التمييز لجميع الفقرات كانت مرتفعة، حيث تراوحت قيمها بين (0.48) و(0.85)، مما يدل على أن فقرات الاختبار قادرة على التمييز بفعالية بين مستويات المتعلمون المختلفة. حيث تكون الاختبار القبلي من 4 أسئلة سهلة، و5 أسئلة متوسطة الصعوبة، بالإضافة إلى 5 أسئلة صعبة. أما الاختبار البعدي، فقد حافظ على بنية مشابهة مع زيادة في مستوى التحدي، حيث اشتمل على 4 أسئلة سهلة و5 أسئلة متوسطة الصعوبة، بينما تم زيادة عدد الأسئلة الصعبة إلى 7 أسئلة. (وتوضح الجداول في الملحق (ج) تفاصيل معاملات صدق الاتساق الداخلي ومعاملات التمييز لكل فقرة من فقرات الاختبار).

بناءً على معاملات الصدق والتمييز المرتفعة، يمكن اعتبار الاختبار أداة قياس صادقة وموثوقة ومناسبة لجمع البيانات في هذه الدراسة (ملحق ج).

حساب معاملي السهولة والصعوبة

أظهرت النتائج أن توزيع الفقرات جاء متوافقًا مع تصميم الاختبار؛ فالفقرات المُعدة لتكون سهلة أظهرت معامل سهولة مرتفعًا تراوح بين (0.82) و(0.95)، وبالتالي معامل صعوبة منخفضًا. أما الفقرات متوسطة الصعوبة، فجاءت معاملات سهولتها معتدلة وتراوحت بين (0.50) و(0.75). في حين أن الفقرات الصعبة سجلت معامل سهولة منخفضًا تراوح بين (0.20) و(0.40)، مما يعني أن معامل صعوبتها كان مرتفعًا.

ويؤكد هذا التدرج في مستويات الصعوبة والسهولة أن الاختبار مصمم بشكل متوازن، وقادر على قياس مختلف مستويات أداء المتعلمون دون أن يكون محبطًا بصعوبته المفرطة أو غير قادر على التمييز لسهولته الشديدة.

ثبات اختبار المفاهيم الاساسية

تم التحقق من ثبات الاختبار عن طريق إيجاد معامل الثبات كرونباخ كما هو موضح في جدول (1).

جدول (1)

قيم معامل الثبات لأداة الدراسة

الرقم	الاختبار	عدد الفقرات	قيمة معامل الثبات كرونباخ الفا
1	القبلي	14	0.794
2	البعدي	16	0.778
	جميع فقرات الاختبارين	32	0.846

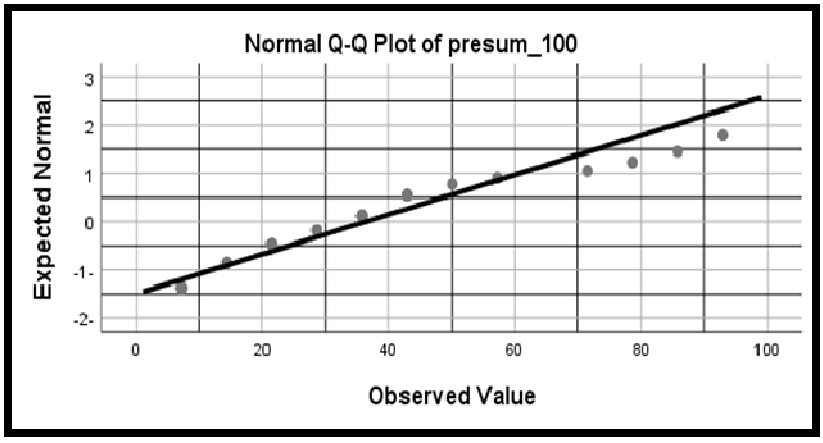
يوضح جدول (1) نتائج تحليل الثبات باستخدام معامل ألفا كرونباخ؛ حيث بلغت قيم الثبات للاختبارين القبلي والبعدي (0.794) و(0.778) على التوالي. وبالرغم من الاختلاف في عدد الفقرات بين الصورتين، إلا أنه تم الاعتماد على أوزان نسبية متساوية وموحدة لتوزيع المستويات المعرفية وفق سلم بلوم في كلتا الصورتين، مما يضمن تكافؤ الأداة منهجياً في قياس المفاهيم الرياضية المستهدفة. وقد تأكد تمتع الاختبارين باتساق داخلي مرتفع من خلال قيمة الثبات الكلي لجميع الفقرات التي بلغت (0.846)، وهي قيمة مرتفعة جداً تعزز الثقة في دقة القياس وصلاحية النتائج المستخلصة.

قبل البدء في الإجابة عن أسئلة الدراسة يجب فحص فيما اذا كانت علامات الامتحانين (القبلي، والبعدي) يتبعان التوزيع الطبيعي أم لا، وذلك من خلال الرسم البياني Q-Q plot، وهو أحد الأساليب الإحصائية المستخدمة في فحص توزيع العينة كما هو موضح في الرسوم البيانية الآتية:

فحص توزيع علامات الامتحانين (القبلي، والبعدي)

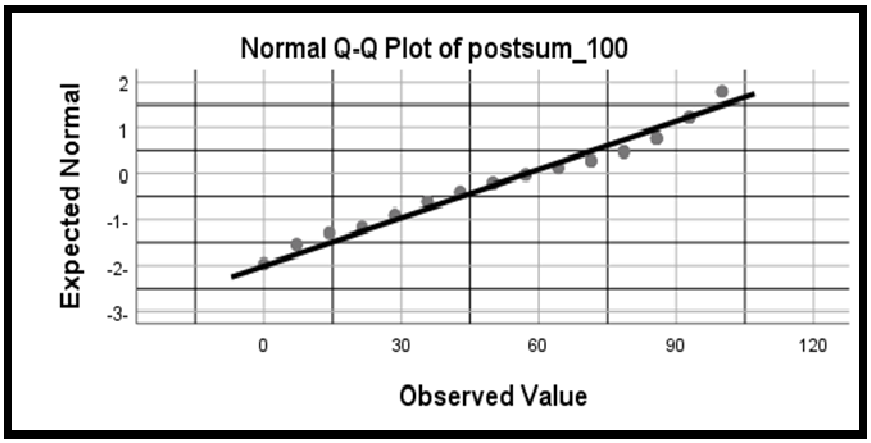
شكل (3)

فحص التوزيع الطبيعي لعلامات الامتحان القبلي



شكل (4)

فحص التوزيع الطبيعي لعلامات الامتحان البعدي



توضح الرسوم البيانية السابقة أن غالبية نقاط شكل الانتشار في الاختبارين القبلي، والبعدي تقع على الخط المستقيم، أو قريبة جداً منه، ويفسر ذلك أنه كلما كانت النقاط تقع على الخط المستقيم أو قريبة منه كانت العينة تتوزع طبيعياً أو تقترب من التوزيع الطبيعي، وهذا يعني أن عينة الدراسة تتوزع طبيعياً، وعليه فاننا سنستخدم الاختبارات المعلمية للاجابة عن أسئلة الدراسة بعد التحقق من افتراضات كل اختبار معلمي.

الأداة الثانية: مصفوفة مؤشرات اداءعمليات التفكير في الحساب الذهني (Mental Computation Thinking Rating Scale) لقياس قدرة الطلبة على الحساب الذهني من خلال تحليل مكونات التفكير الأربع وفق نموذج هيردسفيلد، (Heirdsfield, 2011) وتحويل الأداء النوعي إلى درجات كمية قابلة للتحليل الإحصائي.

جدول (2)

مصفوفة مؤشرات اداءعمليات التفكير في الحساب الذهني (Mental Computation Thinking Rating Scale) حسب نموذج هيردسفيلد (Heirdsfield (2011)

المكون	ضعيف (1)	متوسط (2)	جيد (3)
المعرفة التأسيسية	إجراءات محفوظة دون فهم، استخدام العد المحسوس، يرى الأعداد كقيم جامدة.	فهم تقليدي للقيمة المنزلية لكن يفتقر للمرونة.	فهم عميق ومرن لبنية الأعداد واستخدامها للتبسيط.
مرونة الاستراتيجيات	يعتمد على استراتيجية واحدة غير فعالة.	يمتلك استراتيجية فعالة واحدة ويطبقها بشكل جامد.	يستخدم استراتيجيات متنوعة ويتكيف مع طبيعة المسألة.
ما وراء المعرفة	لا يخطط أو يراقب أو يقيم، يقبل أي إجابة.	يخطط ويراقب لكن محدود في التحقق.	يخطط ويراقب ويستخدم التقدير للتحقق من الحلول.
الميول والمواقف	قلق، انعدام ثقة، يتجنب المحاولة.	ثقة جزئية في المسائل المألوفة، تردد أمام الجديد.	واثق ومثابر، فضولي في استكشاف طرق جديدة.

طريقة التطبيق

الأداة تُطبق أثناء مقابلات فردية أو ملاحظات مباشرة للمتعلم أثناء حل مسائل حسابية ذهنيًا. لكل مكون، يسجل الملاحظ (المعلم/الباحث) الدرجة المناسبة (1، 2، أو 3). المدى الكلي للدرجات: 4 – 12 (حيث 4 = أضعف أداء، 12 = أقوى أداء).

صدق مصفوفة مؤشرات اداءعمليات التفكير في الحساب الذهني (Mental Computation Thinking Rating Scale) للتحقق من صدق المحكمين تم عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين (10) محكمًا من أعضاء هيئة التدريس لطلبة المرحلة الابتدائيةو متخصصين في أساليب تدريس الرياضيات والقياس والتقويم وتكنولوجيا التعليم، وعدد من المشرفين على تدريس مادة الرياضيات لطلبة المرحلة الابتدائية، ومعلمين ذوي خبرة في تدريس الرياضيات لطلبة المرحلة الابتدائية، وتم الطلب إليهم إبداء آرائهم وملاحظاتهم حول صياغة الأسئلة وصحتها ومناسبتها لأفراد العينة من طلبة المرحلة الابتدائية، وتم اجراء تعديل الفقرات في ضوء الملاحظات التي يجمع عليها (80%) فأكثر من المحكمين.

ثبات اختبار الحساب الذهني: للتأكد من أن الأداة تعطي نتائج متسقة ومستقرة، تم التحقق من الثبات بين المقيمين (Inter-Rater Reliability)، وتم اتباع الخطوات التالية: تم تطبيق الأداة على عينة مكونة من (10) متعلمون من خارج عينة الدراسة الأساسية.قامت الباحثة وباحثة مساعدة (بعد تدريبها بشكل مكثف على معايير الروبريك وكيفية استخدامه) بتقييم أداء المتعلمين العشرة بشكل مستقل، وذلك من خلال مشاهدة تسجيلات فيديو لمقابلاتهم التشخيصية. تم بعد ذلك حساب درجة الاتفاق بين تقييمات الباحث والباحث المساعد باستخدام معامل كابا لكوهين (Cohen's Kappa)، وهو مؤشر إحصائي دقيق يقيس درجة الاتفاق مع استبعاد الاتفاق الذي قد يحدث عن طريق الصدفة.

يوضح الجدول التالي قيم معامل كابا لكوهين التي تم حسابها لقياس درجة الاتفاق بين تقييمات الباحث والباحث المساعد لكل بُعد من أبعاد مصفوفة مؤشرات الاداء، وذلك بناءً على تحليل أداء العينة الاستطلاعية (ن=10)."

جدول (3)

نتائج معامل الثبات بين المقيمين باستخدام معامل كابا لكوهين (Cohen's Kappa)

البُعد	عدد الحالات (n)	قيمة معامل كابا(κ)	مستوى الاتفاق (وفقًا لتصنيف Landis & Koch)
1. الفهم المفاهيمي	10	0.85	اتفاق شبه تام (Almost Perfect)
2. مرونة الاستراتيجيات	10	0.91	اتفاق شبه تام (Almost Perfect)
3. ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي)	10	0.84	اتفاق شبه تام (Almost Perfect)
4. الميول الوجدانية	10	0.90	اتفاق شبه تام (Almost Perfect)
المتوسط العام للأداة	10	0.88	اتفاق شبه تام (Almost Perfect)

تشير القيم المرتفعة لمعامل كابا في جميع الأبعاد، والتي تراوحت بين (0.84 – 0.91) بمتوسط عام بلغ (0.88)، إلى أن مصفوفة مؤشرات الاداء يتمتع بدرجة عالية جدًا من الثبات والموثوقية. هذا يعني أن التقييمات الناتجة عن الأداة موضوعية ومستقرة، وغير متأثرة بذاتية المقيمين، مما يجعلها صالحة للاستخدام في الدراسة الحالية.

2.6 المعالجة الإحصائية

بعد حساب علامات المتعلمون في الاختبار القبلي وفي الاختبار البعدي المتعلقين بالمفاهيم الأساسية لدى المتعلمون، تم ترميزها في برنامج SPSS بحيث أعطي الرقم 0 للاجابة الخاطئة، والرقم 1 للاجابة الصحيحة، وتم جمع العلامات وتحويلها من 100 لكل مفهوم من المفاهيم الاساسية، واستخدمت الأساليب والاختبارات الإحصائية الآتية للاجابة عن أسئلة الدراسة.

للإجابة عن أسئلة الدراسة واختبار فرضياتها، تم استخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS)، حيث اعتمدت الباحثة الأساليب الإحصائية التالية:

أولاً: الاختبارات الإحصائية الاستدلالية لاختبار الفرضيات

1. تحليل التباين المشترك المتعدد :(MANCOVA) استُخدم للمقارنة بين المتوسطات الحسابية لأداء المجموعتين (التجريبية والضابطة) في اختبار المفاهيم الأساسية في الرياضيات، وذلك لتحييد أثر الاختبار القبلي والتحقق من الفروق التي تعزى لطريقة التدريس.
2. تحليل التباين المتعدد :(MANOVA) استُخدم للكشف عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مهارات الحساب الذهني لدى طلبة الصف الثاني تعزى لمتغير طريقة التدريس.
3. تحليل التباين المتعدد المختلط :(Mixed-Design MANOVA) طُبّق لدراسة أثر التفاعل بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومستوى القدرة في الرياضيات على استيعاب المفاهيم الأساسية.
4. تحليل التباين المتعدد الثنائي :(Two-Way MANOVA) استُخدم لفحص التفاعل بين المتغير المستقل (التطبيقات الذكية) والمتغير التصنيفي (مستوى القدرة) في تأثيرهما على مهارات الحساب الذهني.

ثانياً: التحقق من شروط الاختبارات البارامترية (Assumptions)

1. فحص التوزيع الاعتدالي :تم استخدام مخططات الاحتمال الطبيعي (Q-Q plots) للتأكد من أن بيانات العينة تتبع التوزيع الطبيعي.
2. تجانس التباينات :استُخدم اختبار ليفيني (Levene's Test) للتحقق من تساوي التباين بين المجموعات.
3. تجانس مصفوفات التباين والتغاير :طُبّق اختبار (Box's M Test)للتأكد من شمولية التجانس في النماذج المتعددة.
4. العلاقة الخطية بين المتغيرات :تم حساب معامل ارتباط بيرسون لدراسة طبيعة وقوة العلاقة الخطية بين المتغيرات التابعة.

ثالثاً: المقاييس الإحصائية المعتمدة للنتائج

1. إحصاءات ويلكس لامبدا :(Wilks' Lambda) استُخدمت كمحك أساسي عند تحقق شرط تجانس مصفوفات التباين والتغاير.
2. إحصاءات أثر بيلاي :(Pillai's Trace) اعتُمدت كبديل أكثر قوة في حال عدم تحقق شرط تجانس مصفوفات التباين والتغاير.
3. معامل ألفا كرونباخ :استُخدم لتقدير قيم ثبات أدوات الدراسة (الاتساق الداخلي.(
4. الإحصاء الوصفي :تم استخدام التكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص عينة الدراسة وتوزيعها.

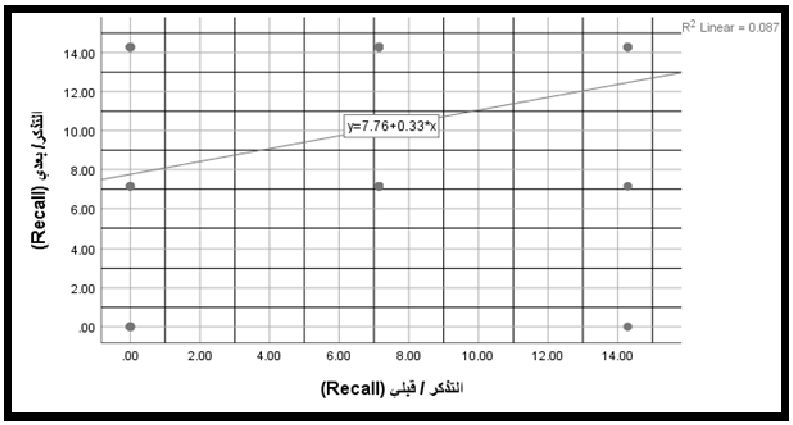
2.6.1 التحقق من افتراضات تحليل التباين المشترك المتعدد (MANCOVA)

السؤال الفرعي الاول من السؤال الأول على النحو الآتي:

1. الاستقلالية متحققة وهي في المنهجية وجود مجموعتين مستقلتين ضابطة، وتجريبية.
2. العينة تتوزع طبيعياً، وتم التحقق من هذا الشرط في البند السابق.
3. المتغير المصاحب هو متغير كمي ويمثل العلامات القبلية.
4. الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب، وتم التحقق منها من خلال الرسم البياني الآتي:

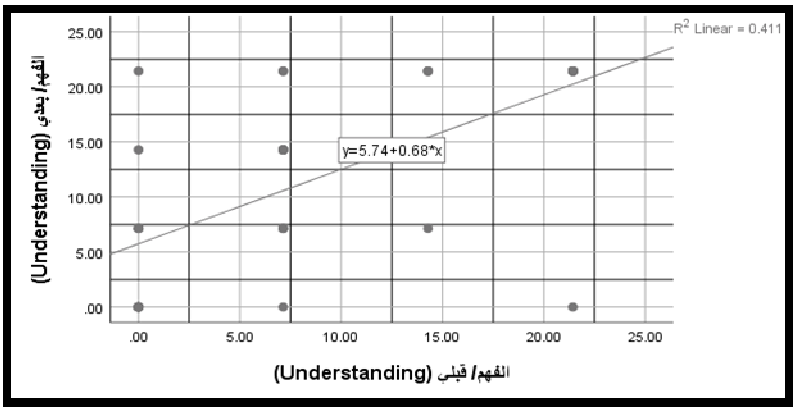
شكل (5)

الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التذكر)



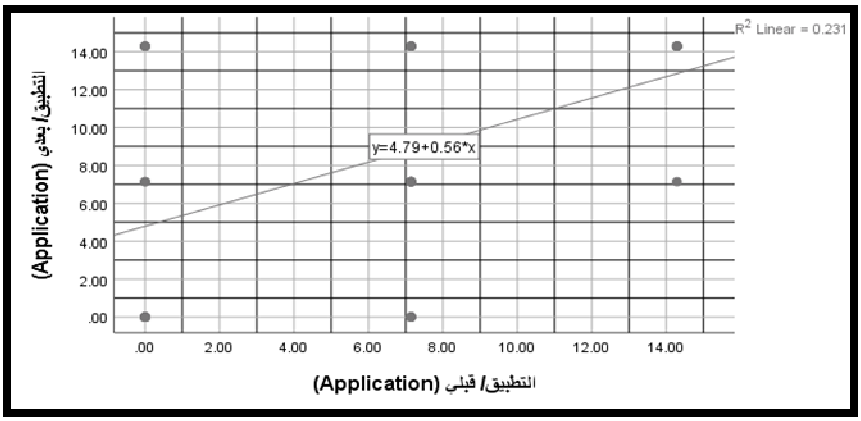
شكل (6)

الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (الفهم)



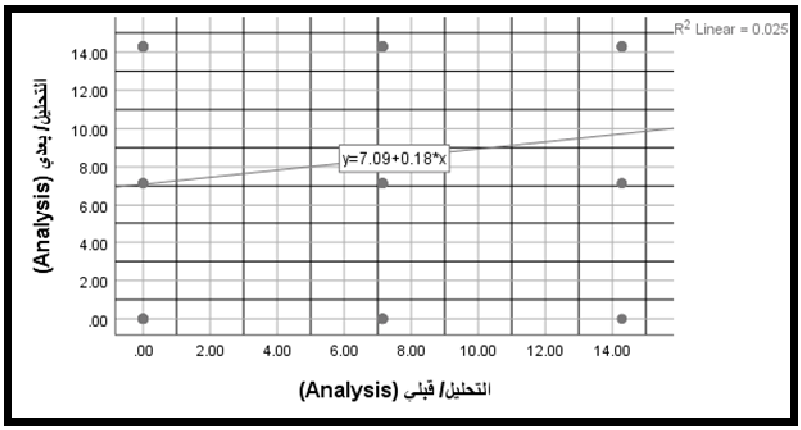
شكل (7)

الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التطبيق)



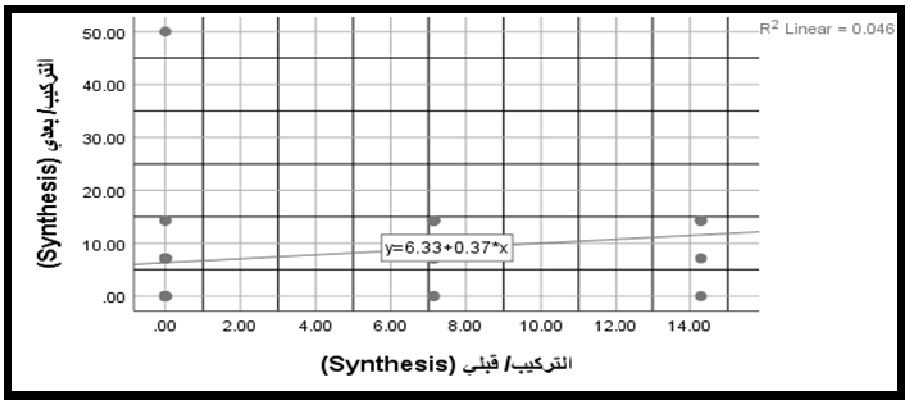
شكل (8)

الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التحليل)



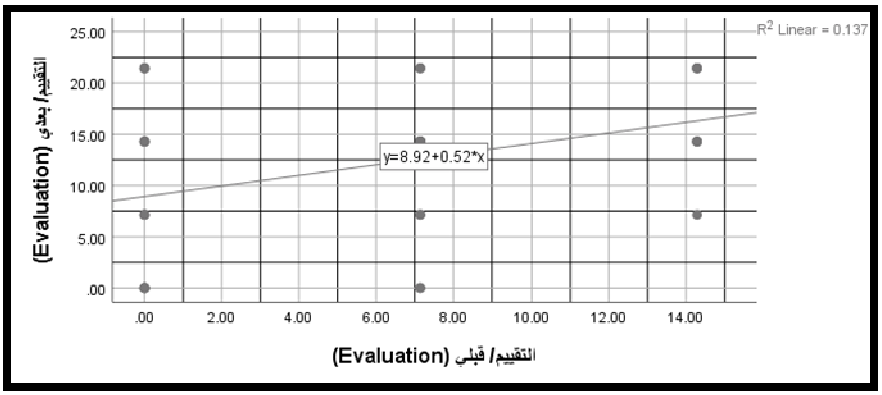
شكل (9)

الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التركيب)



شكل (10)

الخطية (Linearity) بين المتغير التابع والمصاحب (التقييم)



توضح الرسوم البيانية في الاشكال (4–9) العلاقة بين المتغيرات التابعة (العلامات البعدية) للمفاهيم الأساسية في الرياضيات، والمتغيرات المصحابة (العلامات القبلية) للمفاهيم الأساسية في الرياضيات، ويلاحظ أن النقاط تتجمع حول الخط المستقيم في كل شكل، وكلما زادت العلامة القبلية زادت العلامة البعدية، وهذا يفسر أنه توجد علاقة خطية بين الاختبارين القبلي، والبعدي، وبناء على هذه النتيجة فان شرط الخطية قد تحقق.

5. تجانس مصفوفات التباين–التغاير (Homogeneity of Covariance Matrices) يتم فحص هذا الافتراض باستخدام Box's M Test، حيث كانت (Sig = 0.028 > 0.001)، مما يدل على تحقق افتراض تجانس المصفوفات.
6. تجانس التباينات: تم التحقق من تجانس التباينات من خلال اختبار ليفيني (Levene Statistic)، وتبين من التحليل أن قيم قوة الاختبار لجميع المتغيرات التابعة أكبر من 0.05 وتعني هذه النتيجة أنه يوجد تجانس للتباينات.
7. عدم وجود ارتباط عالٍ جدًا بين المتغيرات التابعة (No Multicollinearity): ويتم التحقق من هذا الافتراض من خلال مصفوفة الارتباط بين المتغيرات التابعة لدراسة العلاقة الخطية بينها، وتشير النتائج أنه لا يوجد ارتباط عال بين المتغيرات التابعة مما يشير الى تحقق هذا الافتراض.

2.6.2 التحقق من افتراضات تحليل التباين المتعدد (MANOVA)

السؤال الفرعي الثاني من السؤال الاول

1. الاستقلالية متحققة وهي في المنهجية وجود مجموعتين مستقلتين ضابطة، وتجريبية.
2. العينة تتوزع طبيعياً، وتم التحقق من هذا الشرط.
3. تجانس التباينات: تم التحقق من تجانس التباينات من خلال اختبار ليفيني (Levene Statistic)، وتظهر النتيجة أن قيم قوة الاختبار لجميع المتغيرات التابعة أكبر من 0.05 وتعني هذه النتيجة أنه يوجد تجانس للتباينات.

2.6.3 التحقق من افتراضات اختبار تحليل التباين المتعدد المختلط (Mixed-Design MANOVA)

السؤال الفرعي الاول من السؤال الثاني

1. الاستقلالية متحققة وهي في المنهجية وجود مجموعتين مستقلتين ضابطة، وتجريبية.
2. العينة تتوزع طبيعياً، وتم التحقق من هذا الشرط في الفصل الثالث.
3. تجانس مصفوفات التباين–التغاير (Homogeneity of Covariance Matrices) يتم فحصه باستخدام Box's M Test، حيث كانت (Sig = 0.541 > 0.001)، مما يدل على تحقق افتراض تجانس المصفوفات.
4. تجانس التباينات: تم التحقق من تجانس التباينات من خلال اختبار ليفيني (Levene Statistic)، تظهر النتائج أن قيم قوة اختبار ليفيني لتجانس التباينات للاختبارين للمفاهيم الاساسية أكبر من 0.05 وتعني هذه النتيجة أنه يوجد تجانس للتباينات.

2.6.4 التحقق من افتراضات اختبار تحليل التباين المتعدد الثنائي (Two-Way MANOVA)

السؤال الفرعي الثاني من السؤال الثاني

1. الاستقلالية متحققة وهي في المنهجية وجود مجموعتين مستقلتين ضابطة، وتجريبية.
2. العينة تتوزع طبيعياً، وتم التحقق من هذا الشرط في الفصل الثالث.
3. تجانس مصفوفات التباين–التغاير (Homogeneity of Covariance Matrices) يتم فحصه باستخدام Box's M Test، حيث كانت (Sig = 0.00 < 0.05)، مما يدل على أن مصفوفات التباين– التغاير غير متجانسة بين المجموعات لذا سنعتمد على اختبار Pillai's Trace بدلاً من اختبار Wilks' Lambda.

4. تجانس التباينات: تم التحقق من تجانس التباينات من خلال اختبار ليفيني (Levene Statistic)، وتظهر النتائج أن قيم قوة اختبار ليفيني لتجانس التباينات لمعايير نموذج هيردسفيلد للحساب الذهني أكبر من 0.05 وتعني هذه النتيجة أنه يوجد تجانس للتباينات.

2.7 إجراءات الدراسة

لتحقيق أغراض الدراسة استمرت الدراسة بمجموعة من الإجراءات هي:

1. مراجعة الدراسات والأبحاث المتعلقة باستراتجيات التدريس ومفاهيم الرياضيات الأساسية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والرياضيات والحساب الذهني.
2. تجهيز برمجية تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية وعرضها على مجموعة من المحكمين؛ للتأكد من مدى ملاءمتها للمادة التعليمية ولمستوى طلبة المرحلة الابتدائية(الصف الثاني)
3. تم الحصول على الموافقات الرسمية من الجهات المختصة لتطبيق الدراسة.
4. استخدام برمجية تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية لطلبة المرحلة الابتدائية(الصف الثاني).
5. لضمان تحييد أثر المعلم كمتغير دخيل وتحقيق أقصى درجات الضبط التجريبي، تم اختيار معلمة واحدة مؤهلة لتنفيذ التجربة مع كلا المجموعتين (التجريبية والضابطة)، وهي معلمة حاصلة على درجة الماجستير في المناهج وطرق التدريس وتمتلك خبرة تعليمية واسعة تمتد لـ (12) عاماً في تدريس الرياضيات للمرحلة الابتدائية، وقد خضعت المعلمة لبرنامج تدريبي مكثف تحت إشراف الباحثة استمر لمدة أسبوع بواقع (9) ساعات تدريبية، شمل التمكن التقني من واجهات تطبيقات الذكاء الاصطناعي وكيفية إدارة "لوحة تحكم المعلم" لمتابعة أداء المتعلمين وتخصيص المسارات التعليمية، بالإضافة إلى التدريب على آليات دمج المهام الذكية مع أهداف المنهاج الرسمي وتقديم التغذية الراجعة الفورية بناءً على التقارير التقنية، كما تم تزويد المعلمة بمصفوفة مؤشرات اداءعمليات التفكير المنظمة (ينظر ملحق و، ص 167) لاستخدامها كأداة تقييمية أساسية أثناء إجراء المقابلات النوعية، حيث تضمنت بنوداً دقيقة لرصد وتوثيق الاستراتيجيات الذهنية التي

يتبناها المتعلم أثناء الحل، مثل التجزئة والتعويض واسترجاع الحقائق، مع مراقبة السلوك الحركي وسرعة الاستجابة الذهنية، مما كفل توحيد معايير التقييم والموضوعية التامة في رصد وتحليل أداء المتعلمين في كلا المجموعتين.

6. تم الاتفاق مع المعلمة المتعاونة على توزيع الحصص وعددها بحيث يتفق عدد الحصص للمجوعتين الضابطة والتجريبية لطلبة المرحلة الابتدائية (الصف الثاني)، وحضور حصص عندها، والطلب منها بتزويد الباحثة بأي ملاحظات أو عقبات قد تعترض تنفيذ التدريس للمجموعة التجريبية أولا بأول، للعمل على حل أية مشكلة قد تظهر.
7. تمت مراجعة المدرسة المتعاونة، ولقاء المديرة والمعلمة، واطلاعهن على إجراءات التجربة (استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية) ومراحلها، والاتفاق على ألا يؤثر ذلك في جدول الحصص الأسبوعي لطلبة المرحلة الابتدائية(الصف الثاني).
8. تم إعداد اختبار المفاهيم الاساسية ومصفوفة مؤشرات اداءعمليات التفكير في الحساب الذهني (Mental Computation Thinking Rating Scale) والتأكد من صدقهما وثباتهما.
9. التحقق من الكفاءة السيكومترية للأدوات :البدء بإجراء دراسة استطلاعية (Pilot Study) على عينة من خارج عينة الدراسة الأساسية للتحقق من صدق البناء والاتساق الداخلي، وحساب معامل "ألفا كرونباخ" للتأكد من ثبات الاختبار وسلّم التقدير، وضمان استقرار النتائج عند التطبيق الفعلي.
10. إجراء التحليل الإحصائي للفقرات :حساب معاملات الصعوبة لكل فقرة من فقرات اختبار المفاهيم للتأكد من ملاءمتها للمستوى النمائي لمتعلمي الصف الثاني الابتدائي، بالإضافة إلى حساب معاملات التمييز لتحديد قدرة كل سؤال على التفريق بين المتعلمين ذوي التحصيل المرتفع والمنخفض، ومن ثم تعديل أو حذف الفقرات غير المناسبة علمياً.

11. تنفيذ القياس الميداني (القبلي والبعدي) :تطبيق اختبار المفاهيم الرياضية الأساسية على مجموعتي الدراسة (التجريبية والضابطة) في مرحلتين زمنيتين؛ المرحلة القبلية لضبط التكافؤ الأولي بين المجموعتين، والمرحلة البعدية لرصد مستوى التطور المعرفي والمهاري بعد انتهاء فترة المعالجة، مع توحيد الظروف الفيزيائية والتعليمية أثناء جلسات الاختبار.
12. المعالجة الرقمية للبيانات :(SPSS) تصحيح الاختبارات وترميز البيانات الخام لإدخالها في برنامج الرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية(SPSS) ، حيث تم إجراء عمليات معادلة الدرجات (Score Normalization)لتحويلها إلى نسب مئوية موحدة، ومن ثم تطبيق الاختبارات الإحصائية الاستدلالية (مثل تحليل التباين المصاحب (ANCOVA لتحييد أثر الفروق القبلية وقياس حجم الأثر الجزئي بدقة.
13. التوليف النهائي واستخلاص المخرجات :تحليل النتائج المستخرجة ومناقشتها بعمق بربط الجوانب الكمية بالمدلولات النوعية، وتفسير التحولات في الأداء المعرفي للمتعلمين، وصولاً إلى صياغة التوصيات التربوية والمقترحات البحثية التي تساهم في تقديم رؤية تطبيقية لصناع القرار حول دمج التقنيات الذكية في مناهج الرياضيات.

2.7.1 المحتوى التعليمي بلاعتماد على نموذج "آشور"

هدف تصميم المحتوى التعليمي في هذه الدراسة إلى إعادة صياغة وحدتي (الضرب والقسمة) لتعمل كبيئة تفاعلية تحقق فلسفة تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية .لقد اعتمدت الباحثة على نموذج "آشور " للتصميم التعليمي كونه الإطار الأكثر انضباطاً في دمج الوسائط التقنية بشكل وظيفي داخل الممارسات الصفية، وقد تم صياغة هذا المحتوى بما يضمن التحقيق المباشر لـ أهداف الدراسة المتمثلة في ترسيخ "المفاهيم الرياضية الأساسية" وتطوير مهارات "الحساب الذهني" لدى طلاب المرحلة الابتدائية الدنيا. وفيما يلي تفصيل معمق لهذه المراحل:

أولاً: تحليل الخصائص الذاتية والقدرات المعرفية للمتعلمين

استندت الباحثة في هذه المرحلة إلى رصد "القدرات المتباينة في الرياضيات "كمتغير تصنيفي جوهري. شمل التحليل تقييماً دقيقاً للمتطلبات المعرفية السابقة لطلاب الصف الثاني الابتدائي، مع التركيز على "البنية الذهنية" لديهم في التعامل مع العمليات الحسابية البسيطة. هذا التحليل هو الذي برر الحاجة إلى تدخل الذكاء الاصطناعي؛ إذ تبين وجود فجوات في الانتقال من المحسوس إلى المجرد، وهو ما يخدم هدف الدراسة في الكشف عن كيفية تقليص هذه الفجوات عبر التقنيات الذكية. كما تم رصد نمط "التعلم الذاتي" ومدى الألفة بالتقنية، مما مهد لتفعيل مصطلح "التعلم المشخصن "الذي يبدأ من حيث ينتهي فهم الطالب.

ثانياً: صياغة النتاجات التعليمية في ضوء الفهم المفاهيمي

في هذه الخطوة، جرى تحويل أهداف المنهاج الدراسي الرسمي لعام 2024/2025 إلى "أهداف إجرائية ذكية". ركزت الباحثة هنا على تحقيق هدفها الأول وهو "استيعاب المفاهيم الرياضية الأساسية"؛ حيث لم تُصغَ الأهداف لتقيس قدرة الطالب على الحفظ، بل ركزت على "عمق الفهم المعرفي" لمفهوم الضرب (كالجمع المتكرر والعد القفزي) ومفهوم القسمة (كالتوزيع العادل والخصم المتكرر). إن وضوح هذه النتاجات كان ضرورياً ليكون هو المعيار الذي يوجه "خوارزميات الذكاء الاصطناعي" في التطبيقات المستخدمة للتحقق من وصول الطالب إلى مستوى التفكير التحليلي.

ثالثاً: الاختيار النوعي للتقنيات والوسائط التكيفية

يعكس هذا الجزء التطبيق الإجرائي لمصطلح "تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية ."جرى اختيار التطبيقات (مثل تطبيق المسائل الذكية، وألعاب التفكير الحسابي) بناءً على قدرتها التقنية على ممارسة "التفاعل التكيفي. فالاختيار استهدف تقنيات تمتلك القدرة على قراءة استجابة المتعلم لحظياً وتوليد تغذية راجعة تصحيحية فورية، وهو ما يحقق هدف الدراسة في بناء "استقلال معرفي". لقد جُهزت هذه

الوسائط لتقدم محتوى بصرماً ولغوياً باللغتين العربية والإنجليزية لكسر حدة الجمود في الأرقام وتحويلها إلى علاقات منطقية يفهمها الطفل بأسلوب "المحاكاة الذهنية."

رابعاً: توظيف الوسائط وإعداد البيئة الميدانية للتطبيق

نفذت الباحثة استراتيجية دمج شاملة امتدت لثمانية أسابيع (بواقع 16 حصة صفية). وفي ضوء هذا البند، تم ربط "المحتوى الرقمي" بالممارسات التعليمية الواقعية. جرى التحقق من صدق المحتوى المعروض عبر عرضه على لجنة من المتخصصين، لضمان أن الفيديوهات والرسومات التوضيحية تخدم فعلياً تبسيط الأعداد الأولية والكسور البسيطة. هذا التوظيف الممنهج مكن الطلاب من الانتقال السلس من التعليم الوجاهي (المفاهيم النظرية) إلى التعليم الذكي (الممارسة المعرفية الموجهة)، وهو ما يدعم التطور المنطقي المنشود في تفكير المتعلمين.

خامساً: تفعيل استجابة المتعلم وبناء استراتيجيات الحساب الذهني

تعتبر هذه المرحلة القلب النابض للدراسة، حيث رُبطت مباشرة بمصطلح "الحساب الذهني "وأهدافه. تم تصميم التفاعلات بحيث تشترط على المتعلم ممارسة مهارات عقلية عليا للوصول للنتائج دون أدوات مساعدة. ويقوم الذكاء الاصطناعي هنا بتحفيز الطلاب عبر "تحديات زمنية ومستويات معرفية متصاعدة"، مما يجبر المتعلم على تطوير استراتيجيات ذهنية خاصة (مثل التجزئة الذهنية للأعداد). هذا الانخراط النشط هو ما سعت الدراسة لإثبات أثره في تحسين "سرعة ودقة" العمليات الذهنية، محولاً الحساب الذهني من مهارة آلية إلى سلوك معرفي ذكي قائم على فهم خصائص العمليات.

سادساً: التقويم النهائي والمراجعة التطويرية (الخطوة الختامية)

استناداً إلى ملاحظة المشرفة وتوصيات نموذج "آشور"، تم جعل التقويم هو "المحطة الكبرى والأخيرة" في هندسة المحتوى. شمل هذا البند دمج "بيانات التتبع الإحصائية" التي سجلها النظام الذكي خلال الثمانية أسابيع مع مخرجات "أدوات القياس البعدية" (اختبار المفاهيم، سلّم تقدير الحساب الذهني،

والمقابلات). وتهدف هذه الخطوة إلى تقديم إجابة قاطعة عن تساؤلات الدراسة حول "مقدار الأثر" الذي أحدثته هذه الوحدة المطورة في التحول المعرفي لدى الطلاب، والحكم النهائي على مدى نجاح الـــذكاء الاصطناعي في إعادة صياغة العمليات الحسابية التقليدية إلى خبرات تعلم عميقة ومستدامة.

وحدة التدخل المقترحة: الضرب كجمع متكرر واستراتيجيات الحساب الذهني

لتحويل المفاهيم النظرية إلى واقع إجرائي، قامت الباحثة بتصميم سلســلة مــن الحصــص التدريســية الممنهجة (بواقع 16 حصة دراسية). ونستعرض فيما يلي نموذجاً تفصيلياً لحصة تدريسية تتمحور حول مفهوم "الضرب كجمع متكرر"، والتي نُفذت وفق المسار المنطقي لنموذج "آشور:"

أولاً: تخطيط مدخلات النظام التعليمي (الخطوات التأسيسية)

في هذه المرحلة (التي تسبق دخول الفصل)، جرى تنفيذ الخطوات الأربع الأولى من النموذج:

1. تحليل خصائص الطلاب :تم مراعاة أن طلاب الصف الثاني الابتدائي يمرون بمرحلة "التمثــيلات البصرية"، لذا اعتُمدت تطبيقات توفر صوراً تفاعلية تربط بين العدد ورمزه وبين صورته الذهنية.
2. تحديد النتاجات المستهدفة :ركزت الحصة على تحقيق التكافؤ المعرفي بين عملية "الجمع الطويــل" وعملية "الضرب السريع"، كخطوة أولى لتأسيس مهارة الحساب الذهني المتقن.
3. الاختيار النوعي للتطبيقات :جرى تفعيل تطبيق) الممارسة التفاعلية المخصصة (وتطبيــق) تحــدي الحساب الرقمي(، لضمان تزويد المتعلمين بخوارزميات تزيد من حدة التفكيــر والتركيــز لحظــة بلحظة.
4. تهيئة البيئة اللوحية :التأكد من تفعيل "الملفات الشخصية" للطلاب علــى التطبيقــات، بحيــث تبــدأ الحصة من مستوى إتقان الطالب السابق المسجل في النظام الذكي.

ثانياً: مسار التدريس النشط واستجابة المتعلم (الخطة الإجرائية – 45 دقيقة)

يمثل هذا الجزء المرحلة الخامسة من النموذج (تطلب استجابة المتعلم)، وهو المسار الحيوي للتجربة:

1. مرحلة التهيئة واستدراج التفكير الذهني (5 دقائق)

- النشاط الإنساني :يستهل المعلم الحصة بموقف تعليمي واقعي (قصصي) عبر السبورة التفاعلية: "لدينا أربع باقات من الأزهار، تحتوي كل باقة على خمس زهرات؛ كيف نحصل على المجموع الكلي بلمحة سريعة؟."
- تفعيل مهارات الحساب الذهني :يُحفز الطلاب على تجنب استخدام الورقة، ويطلب منهم التعبير عما يدور في عقولهم؛ هل هو (العد الفردي، أم الجمع القفزي: 5–10–15–20؟). يهدف هذا إلى تحفيز "الاستبصار الرياضي" قبل الانخراط التقني.

2. مرحلة البناء المفاهيمي المدعوم بالذكاء الاصطناعي (10 دقائق)

- المواجهة التقنية الفردية :ينتقل كل طالب لاستخدام حاسوبه اللوحي الفردي للدخول في بيئة الذكاء الاصطناعي.
- آلية عمل الخوارزمية :يعرض التطبيق تمثيلات لمجموعات بصرية. لا يطلب النظام النتيجة النهائية فوراً، بل يبني جسراً منطقياً عبر السؤال: "أكمل جملة الجمع الفراغية."__ + __ + __ :
- المحاكاة المعرفية والتغذية الراجعة :في هذه اللحظة، يعمل الذكاء الاصطناعي "كمعلم خصوصي"؛ فإذا واجه الطالب صعوبة، يقوم التطبيق بتصغير المشكلة أو استخدام الرسوم المتحركة لإيضاح كيف تحولت الـ 4 خمسات إلى 20. هذا البناء الفوري يحمي الطالب من تكوين "بنية خاطئة" للمفهوم، وهو ما يحقق الهدف الأول للدراسة (استيعاب المفاهيم)

3. مرحلة التعلم التكيفي والمرونة الاستراتيجية (20 دقيقة)

- التدرج الذكي للمهام :يبدأ النظام الرقمي برفع "الجهد المعرفي" المطلوب. تختفي المساعدات البصرية تدريجياً، وتتحول المسائل إلى معادلات تتطلب "سرعة الرد."
- تحفيز الحساب الذهني :يوفر الذكاء الاصطناعي (مؤقتاً زمنياً رقمياً) يحث المتعلم على إيجاد الناتج ذهنياً وتطوير استراتيجيات سريعة كالتجميع والتعويض. يتم تعديل المسار تلقائياً لكل طالب؛ فالمتميز ينتقل لمسائل مركبة، والمتعثر يحصل على مزيد من المحاولات المبسطة، مما يجسد مفهوم "التعلم المشخصن" الذي تتبناه الدراسة.

ثالثاً: التقويم المدمج والمراجعة التحسينية (المرحلة الختامية للنموذج)

- استخلاص البيانات الرقمية :تقوم الباحثة بنهاية الحصة بسحب تقرير (التقويم التكويني) الصادر عن تطبيقات الذكاء الاصطناعي. هذا التقرير يوضح "نسبة الإتقان"، "عدد الثواني المستغرقة في كل عملية ذهنية"، و"المفاهيم التي لا تزال غامضة."
- التحليل الإحصائي التربوي :تُستخدم هذه البيانات لإجراء تعديلات فورية في الحصة التالية؛ فإذا رصد النظام الذكي ضعفاً جماعياً في "ضرب الرقم صفر" مثلاً، يتم إعادة تصميم المثيرات البصرية لهذا المفهوم تحديداً.
- المراجعة الختامية :ينتهي النموذج بجلوس الباحثة مع عينة من المتعلمين لاستنطاقهم نوعياً حول الاستراتيجيات الذهنية التي ابتكروها بمساعدة التطبيق، وهو ما يوفر الدليل المنهجي القاطع على فاعلية نموذج "آشور "المدمج بالذكاء الاصطناعي في تحقيق قفزة في الكفاءة الرياضية للطلاب. انظر شكل (11) في الملحق (ح).

2.7.2 ملاحظات مهمة موسعة ومتكاملة تراعيها المعلمة اثناء تطبيق البرنامج

هذا الدليل يقدم إرشادات موسعة ومتكاملة لتطبيق وحدة الضرب والحساب الذهني باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، بهدف تحقيق أقصى استفادة تعليمية للمتعلمين. للمزيد انظر ملحق (و).

الفصل الثالث

نتائج الدراسة

سنتناول في هذا الفصل الإجابة عن أسئلة الدراسة وفرضيات الدراسة على النحو الآتي:

3.1 النتائج المتعلقة بالسؤال الاول

والذي نصه: هل يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) في متوسط المفاهيم الاساسية في الرياضيات ومتوسط القدرة على الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية (طلبة الصف الثاني) يعزى إلى طريقة التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية؟

ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية الآتية:

3.1.1 السؤال الفرعي الأول

هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية وطلبة المجموعة الضابطة في اختبار المفاهيم الأساسية في الرياضيات، تُعزى إلى طريقة التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية؟

جمعت المعطيات لهذا السؤال من خلال تنفيذ اختبارين (قبلي، وبعدي)، وتم حساب العلامة من 100، وكانت متوسطات علامات الطلبة في المفاهيم الأساسية في الرياضيات للاختبارين القبلي، والبعدي لكل من المجموعة الضابطة والتجريبية كما هو موضح في جدول (4).

جدول (4)

المتوسطات الحسابية

المفاهيم الأساسية	المجموعة	العدد	المتوسط القبلي	المتوسط البعدي
التذكر	المجموعة الضابطة	20	4.643	6.429
	المجموعة التجريبية	20	5.714	12.500
الفهم	المجموعة الضابطة	20	8.571	7.143
	المجموعة التجريبية	20	9.286	16.429
التطبيق	المجموعة الضابطة	20	5.714	5.357
	المجموعة التجريبية	20	6.429	11.071
التحليل	المجموعة الضابطة	20	7.143	5.357
	المجموعة التجريبية	20	5.000	11.071
التركيب	المجموعة الضابطة	20	5.000	5.000
	المجموعة التجريبية	20	4.286	11.071
التقييم	المجموعة الضابطة	20	5.357	8.214
	المجموعة التجريبية	20	5.714	15.357

يوضح جدول (4) متوسطات علامات الطلبة في المفاهيم الأساسية في الرياضيات للاختبارين القبلي، والبعدي لكل من المجموعة الضابطة والتجريبية، ووجد أن أعلى متوسط في الاختبارين القبلي والبعدي (9.286، 16.429) على التوالي كان لمهارة الفهم للمجموعة التجريبية، وأقل متوسط في الاختبار القبلي (4.286) كان لمهارة التركيب للمجموعة التجريبية، وأقل متوسط في الاختبار البعدي (5.357) كان لمهارتي التطبيق، والتحليل للمجموعة الضابطة.

ولدراسة الفروق في متوسط المفاهيم الاساسية في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية (طلبة الصف الثاني) يعزى إلى طريقة التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية تم اجراء اختبار

تحليل التباين المشترك المتعدد (MANCOVA) بعد ضبط أثر علامات الاختبارات القبلية للمفاهيم الأساسية في الرياضيات كمتغيرات مصاحبة كما هو موضح في جدول (5).

جدول (5)

نتائج اختبار تحليل التباين المشترك المتعدد (MANCOVA)

Multivariate Tests[a]

Partial Eta Squared	Sig.	Error df	Hypothesis df	F	Value of Wilks' Lambda	Effect
0.574	0.001	25.000	6.000	5.605[b]	0.426	Intercept
0.693	0.000	25.000	6.000	9.421[b]	0.307	طريقة التدريس
0.033	0.989	25.000	6.000	0.144[b]	0.967	التذكر
0.624	0.000	25.000	6.000	6.902[b]	0.376	الفهم
0.293	0.155	25.000	6.000	1.730[b]	0.707	التطبيق
0.234	0.305	25.000	6.000	1.274[b]	0.766	التحليل
0.152	0.619	25.000	6.000	.744[b]0	0.848	التركيب
0.396	0.035	25.000	6.000	2.735[b]	0.604	التقييم

تم استخدام اختبار Wilks' Lambda لفحص ما إذا كانت هناك فروق دالة إحصائيًا بين المجموعتين (الضابطة، والتجريبية) في المتغيرات التابعة بعد ضبط أثر المتغيرات المشتركة (covariates)، وأظهرت نتائج اختبار Wilks' Lambda في جدول (5) وجود فروق دالة إحصائيًا في طريقة التدريس في المتغيرات التابعة مجتمعة (المفاهيم الأساسية في الرياضيات)، حيث كانت (Wilks' Lambda = 0.307)، وكانت (Sig = 0.000 < 0.001)، مما يدل على تفوق طلبة المجموعة التجريبية الذين تعلموا باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في جميع المفاهيم على طلبة المجموعة الضابطة، بحيث كانت قيمة حجم هذا الأثر (0.693)، وتدل على وجود أثر متوسط وفقاً لمعايير كوهن (Cohen, 1988).

3.1.2 السؤال الفرعي الثاني

هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية وطلبة المجموعة الضابطة في القدرة على الحساب الذهني، تُعزى إلى طريقة التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية.

جمعت المعطيات لهذا السؤال من خلال روبريك نموذج هيردسفيلد للحساب الذهني، وتم رصد علامة الطلبة عن طريق تدرج النموذج بحيث أعطيت العلامة 1 للمستوى الضعيف، والعلامة 2 للمستوى المتوسط، والعلامة 3 للمستوى الجيد، وبالتالي كانت العلامة الأقل لكل من المعرفة التأسيسية (الفهم المفاهيمي)، مرونة الاستراتيجيات (التكيف في الاختيار)، ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي)، الميول والمواقف الوجدانية هي 1 والعلامة الأعلى لكل مفهوم هي 3، وجدول (6) يوضح متوسط قدرة الطلبة على الحساب الذهني.

جدول (6)

تقدير متوسط الحساب الذهني لدى طلبة الصف الثاني

معايير الحساب الذهني مبني على نموذج هيردسفيلد	الأسئلة	المجموعة الضابطة		المجموعة التجريبية	
		المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
المعرفة التأسيسية (الفهم المفاهيمي)	فهم الجمع	1.650	0.745	2.700	0.470
	فهم الطرح	1.450	0.686	2.550	0.510
	فهم الضرب	1.350	0.671	2.300	0.733
	فهم القسمة	1.300	0.571	2.050	0.759
	الدرجة الكلية	1.438	0.612	2.400	0.564
مرونة الاستراتيجيات (التكيف في الاختيار)	مرونة الجمع	1.250	0.444	2.450	0.605
	مرونة الطرح	1.250	0.444	2.200	0.696
	مرونة الضرب	1.200	0.410	1.950	0.686
	مرونة القسمة	1.200	0.410	1.750	0.639
	الدرجة الكلية	1.225	0.413	2.088	0.592
ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي)	ما وراء- الجمع	1.200	0.410	2.450	0.686
	ما وراء- الطرح	1.150	0.366	2.300	0.733
	ما وراء- الضرب	1.250	0.550	1.950	0.686
	ما وراء- القسمة	1.050	0.224	1.800	0.616
	الدرجة الكلية	1.163	0.356	2.125	0.620
الميول والمواقف الوجدانية	ميول- الجمع	1.250	0.444	2.600	0.503
	ميول- الطرح	1.250	0.444	2.500	0.607
	ميول- الضرب	1.200	0.410	2.050	0.605
	ميول القسمة	1.150	0.366	1.850	0.587
	الدرجة الكلية	1.213	0.374	2.250	0.507

يوضح جدول (6) متوسط قدرة الطلبة على الحساب الذهني بالاعتماد على معايير نموذج هيردسفيلد للحساب الذهني، ووجد أن المعرفة التأسيسة (الفهم المفاهيمي) للمجموعة الضابطة كان ضعيف بمتوسط حسابي (1.438)، وللمجموعة التجريبية جيدة بمتوسط حسابي (2.40)، وتبين من التحليل أن مرونة الاستراتيجيات (التكيف في الاختيار) للمجموعة الضابط كانت ضعيفة بمتوسط حسابي (1.225)، بينما في المجموعة التجريبية كانت متوسطة بمتوسط حسابي (2.088)، وكذلك أظهرت النتائج أن ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي) لدى الطلبة في المجموعة الضابطة كانت ضعيفة بمتوسط حسابي (1.163)، بينما للمجموعة التجريبية كانت متوسطة بمتوسط حسابي (2.125)، وفي الميول والمواقف الوجدانية للمجموعة الضابطة كانت ضعيفة بمتوسط حسابي (1.213)، وللمجموعة التجريبية كانت متوسطة بمتوسط حسابي (2.250).

وللاجابة عن هذا السؤال تم اجراء اختبار تحليل التباين المتعدد (MANOVA) لدراسة وجود فروق دالة إحصائياً في جميع معايير نموذج هيردسفيلد للحساب الذهني يعزى الى طريقة التدريس، وتم اختيار اختبارHotelling's Trace لان المتغير المستقل يمثل طريقة التدريس ويتكون من مجموعتين، وجدول (7) يوضح نتائج اختبار تحليل التباين المتعدد.

جدول (7)

اختبار Hotelling's Trace لتحليل التباين المتعدد

Multivariate Tests[a]

مصدر التباين	Value of Hotelling's Trace	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	16.372	143.258[b]	4.000	35.000	0.000	0.942
طريقة التدريس	1.453	12.713[b]	4.000	35.000	0.000	0.592

يوضح جدول (7) نتائج اختبار تحليل التباين المتعدد باستخدام اختبارHotelling’s Trace بحيث كانت (Hotelling’s Trace = 1.453, F(4,35) = 12.713, Sig = 0.000 < 0.05)، وتشير هذه النتائج

إلى وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha = 0.05$) بين المجموعتين في المتغيرات التابعة مجتمعة، بحيث كانت قيمة حجم هذا الأثر (0.592)، وتدل على وجود أثر متوسط تقريباً وفقاً لمعايير كوهن (Cohen, 1988)، وكانت هذه الفروقات لصالح طريقة التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية، حيث كانت متوسطات القدرة على الحساب الذهني لدى الطلبة في المجموعة التجريبية الذين تعلموا باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية للمعايير الأربعة (الفهم المفاهيمي (2.40)، التكيف في الاختيار (2.088)، التنظيم الذاتي (2.125)، والميول والمواقف الوجدانية (2.250) أكبر من متوسطات القدرة على الحساب الذهني لدى الطلبة في المجموعة الضابطة الذين تعلموا بالطريقة التقليدية (1.438، 1.225، 1.163، 1.213).

3.2 النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني

والذي نصه: هل يوجد فرق دال إحصائيًا عند ($\alpha \leq 0.05$) في متوسطي القدرة على الحساب الذهني ومتوسطي المفاهيم الأساسية لدى طلبة المرحلة الابتدائية (طلبة الصف الثاني) يعزى إلى التفاعل بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات؟

ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية الآتية:

3.2.1 السؤال الفرعي الأول

هل يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) في متوسطي المفاهيم الاساسية في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية، يعزى إلى التفاعل بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات. جمعت المعطيات لهذا السؤال من خلال تنفيذ اختبارين (قبلي، وبعدي)، وتم حساب العلامة من 100، وللاجابة عن هذا السؤال تم استخدام اختبار تحليل التباين المتعدد المختلط (Mixed-Design MANOVA) بعد التحقق من افتراضات هذا الاختبار كما هو موضح في جدول (8).

جدول (8)

نتائج اختبار Wilks' Lambda

Multivariate Tests[a]						
Partial Eta Squared	**Sig.**	**Error df**	**Hypothesis df**	**F**	**Value of Wilks' Lambda**	**Effect**
0.973	0.000	33.000	2.000	589.466[b]	0.027	Intercept
0.564	0.000	33.000	2.000	21.368[b]	0.436	طريقة التدريس
0.699	0.000	66.000	4.000	38.255[b]	0.091	القدرة
0.025	0.793	66.000	4.000	0.421[b]	0.951	طريقة التدريس * القدرة

أظهرت نتائج اختبارWilks' Lambda في جدول (8) وجود فروق دالة إحصائيًا في الأثر الرئيسي لطريقة التدريس، والقدرة في الرياضيات، حيث كانت قيم (Wilks' Lambda = 0.436, 0.091)، وكانت (Sig = 0.000 < 0.05)، مما يدل على وجود أثر لطريقة التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية على المفاهيم الأساسية، وكذلك مستوى القدرة في الرياضيات له تأثير على المفاهيم الاساسية، وأظهرت النتائج عدم وجود فرق دال إحصائيًا في التفاعل بين طريقة التدريس والقدرة في الرياضيات، حيث كانت (Wilks' Lambda = 0.951)، وكانت (Sig = 0.793 > 0.05)، مما يدل على أن تأثير طريقة التدريس لم تختلف باختلاف مستوى القدرة.

3.2.2 السؤال الفرعي الثاني

هل يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) في متوسط القدرة على الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية، يعزى إلى التفاعل بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات. جمعت المعطيات لهذا السؤال من خلال نتائج روبريك نموذج هيردسفيلد للحساب الذهني، وتم رصد علامة الطلبة عن طريق تدرج النموذج بحيث أعطيت العلامة 1 للمستوى الضعيف،

والعلامة 2 للمستوى المتوسط، والعلامة 3 للمستوى الجيد، وللاجابة عن هذا السؤال ولعدم وجود عامل داخل الافراد تم استخدام اختبار تحليل التباين المتعدد الثنائي (Two -Way MANOVA) لدراسة وجود فرق دال إحصائيًا عند ($\alpha \leq 0.05$) في متوسط القدرة على الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية(طلبة الصف الثاني) يعزى إلى التفاعل بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات، على النحو الآتي: في جدول تحليل التباين المتعدد الثنائي تم استخدام اختبار Pillai's Trace لأن مصفوفات التباين غير متجانسة بين المجموعات ($Sig = 0.00 < 0.05$) كما هو موضح في جدول (9).

جدول (9)

نتائج اختبار Pillai's Trace

Multivariate Tests[a]

Partial Eta Squared	Sig.	Error df	Hypothesis df	F	Value of Pillai's Trace	Effect
0.973	0.000	31.000	4.000	278.288[b]	.973	Intercept
0.489	0.000	31.000	4.000	7.420[b]	.489	طريقة التدريس
0.400	0.000	64.000	8.000	5.329	.800	القدرة
0.149	0.214	64.000	8.000	1.400	.298	طريقة التدريس* القدرة

أظهرت نتائج اختبارPillai's Trace في جدول (9) وجود فروق دالة إحصائيًا في الأثر الرئيسي لطريقة التدريس، والقدرة في الرياضيات، حيث كانت قيم (Pillai's Trace = 0.489, 0.800)، وكانت ($Sig = 0.000 < 0.05$)، مما يدل على وجود أثر لطريقة التدريس في استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الحساب الذهني، وأظهرت النتائج عدم وجود فرق دال إحصائيًا في التفاعل بين طريقة

التدريس والقدرة في الرياضيات على جميع المتغيرات التابعة، حيث كانت (Pillai's Trace = 0.298)، وكانت (Sig = 0.214 > 0.05)، مما يدل على عدم وجود أثر لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الحساب الذهني يعزى الى التفاعل بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات، وعند دراسة أثر التفاعل، ويوضح جدول (10) أثر التفاعل بين طريقة التدريس والقدرة في الرياضيات على كل متغير تابع.

جدول (10)

التفاعل بين طريقة التدريس والقدرة في الرياضيات على كل متغير تابع

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
طريقة التدريس * القدرة	المعرفة التأسيسية (الفهم المفاهيمي)	0.608	2	0.304	1.672	0.203	0.090
	مرونة الاستراتيجيات (التكيف في الاختيار)	0.770	2	0.385	3.205	0.053	0.159
	ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي)	0.925	2	0.463	6.025	0.006	0.262
	الميول والمواقف الوجدانية	0.365	2	0.183	2.377	0.108	0.123

تشير النتائج في جدول (10) أنه يوجد فرق دال إحصائياً في التفاعل بين طريقة التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية والقدرة في الرياضيات للمتغير في المتغير التابع (ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي)، حيث كانت قيمة قوة الاختبار (0.006) أقل من 0.05، وتعني أنه يوجد أثر للتفاعل أثر للتفاعل بين طريقة التدريس والقدرة في الرياضيات لهذا المتغير، مما يعني أن طريقة

التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في متغير (ما وراء المعرفة (التنظيم الـذاتي)) تعتمد على مستوى القدرة في الرياضيات.

3.3 النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث

والذي نصه: ما تاثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تنمية مهـارات الحسـاب الـذهني و متوسطي المفاهيم الاساسية في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية؟

للإجابة على هذا السؤال الرئيسي، تم تقسيم البحث إلى سؤالين رئيسيين تم تناولهما من خلال مقـابلات نوعية مع 6 متعلمون (3 من المجموعة التجريبية و 3 من المجموعة الضابطة) بالإضافة إلـى تحليـل الظواهر المتكررة.

3.3.1 السؤال الفرعي الأول

ما تأثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تنمية مهارات الحساب الذهني في الرياضيات لـدى طلبة المرحلة الابتدائية؟

تُشير النتائج المستخلصة من تحليل المقابلات والظواهر المتكررة، والمصنفة ضمن الفئـات الرئيسـية، إلى أن استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي كان له تأثيرات متعددة وإيجابيـة علـى تنميـة مهـارات الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية.

فقد أظهرت النتائج أن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي دورًا كبيرًا في تحويل نظرة المتعلمون نحـو مـادة الرياضيات، حيث وصفت الدراسة هذه الظاهرة بأنها "الميل نحـو الرياضـيات". أعـرب 80% مـن المتعلمون عن متعة أكبر وتفاعلاً أفضل مع المسائل عند استخدام التطبيق، واصفين الرياضيات بأنهـا "لعبة أو تحدٍ ممتع". ولتأكيد ذلك، عبر أحد المتعلمون قائلاً: "بحب الرياضيات لأنه مثل لعبـة بـازل."، وأضاف آخر: "بحس إني عم بلعب مش بدرس."، "بحب أتسابق مع أصحابي مـين يجـاوب أسـرع."،

"أحياناً أعمل المسائل وكأنها تحدي لنفسي أشوف إذا بقدر أحلها بدون مساعدة". في المقابل، وعلى النقيض من هذه التجربة الإيجابية، فإن المتعلمون الذين لم يستخدموا التطبيق غالباً ما كانوا يجدون الحساب مملاً أو يحتاجون لوقت أطول، مما يؤكد فعالية التطبيق في تحفيز المتعة.

كذلك، أظهر 90% من المتعلمون الذين استخدموا التطبيق تطورًا واضحًا في مهارة السرعة والدقة في الحساب الذهني، مع رغبة في الحل "بسرعة بدون قلم". وقد ذكر أحد المتعلمون: "بحب أجاوب أسرع واحد."، وآخر: "بحل براسي بدون قلم."، "إذا طولت كتير بزهق."، "أحياناً بحاول أجاوب قبل ما المعلمة تكمل الشرح". هذا يشير إلى أن التطبيقات أسهمت في تطوير الحل الذهني السريع وتقليل الاعتماد على الوسائل التقليدية.

وبالانتقال إلى الجانب المنهجي، فقد أسهمت التطبيقات بفاعلية في تطوير استراتيجيات الحساب الذهني لدى المتعلمون، ومنها "تفكيك الأرقام" لتبسيط العمليات. بدأ 70% من المتعلمون باستخدام استراتيجيات ذهنية مثل التجميع والتقدير، وقد أفاد المتعلمون بأنهم "أحياناً بقسم الرقم عشان تسهل الحل؟ مثل 7+8=5+2+8؟". وأحدهم وصف العملية قائلاً: "بعملها 7+3+5 لأوصل 10 وبعدين أضيف الباقي."، أو "لو 6+9، بعمل 9+1 لأوصل للعشرة". هذا يدل على قدرة التطبيق على تعليم استراتيجيات تسهل التعامل مع الأعداد وتسرع الحساب.

كما ساعد التطبيق المتعلمون على "تقليل العبء الذهني" من خلال "تجزئة – تبسيط" المسائل لخطوات بسيطة. أفاد 70% من المتعلمون باستخدام استراتيجيات ذهنية مثل التجميع والتقدير، وقد أفاد أحد المتعلمون: "التطبيق علمني أجزء الأرقام وصرت أسرع."، وذكر آخر: "كنت أعمل 14+9=14+6 لتسهيل الجمع". هذا يعكس قدرة التطبيق على تعليم استراتيجيات تسهل التعامل مع الأعداد الكبيرة وتعزز القدرة على التعامل مع "أسئلة جديدة."

فيما يتعلق بأساليب الحساب، لوحظ أن المتعلمون الذين لم يستخدموا التطبيق غالباً ما اعتمدوا على العد اليدوي. أما من استخدموا التطبيق فقد أشار بعضهم إلى استخدام الأصابع كدعم في "الأرقام الكبيرة شوي"، حيث قال أحدهم: "أنا بحب أحسب بالإصبع، خاصة لما الأرقام كبيرة."، وآخر: "عد شوي 5+7."، "بحسب على أصابعي إذا نسيت الجواب". هذا يبرز دور التطبيق في تقليل الاعتماد على العد اليدوي تدريجياً.

ولكن، لم تكن كل الاستراتيجيات فعالة بنفس القدر، فقد أقر المتعلمون ب"محدودية الاستراتيجية" المتعلقة بالعد بالأصابع في المسائل الأصعب، حيث ذكروا: "بحس إذا عديت بالأصابع بطيء لما المسائل صعبة."، وأضافوا: "أحياناً الأصابع مش كفاية للرقم الكبير، ببطأ". هذا يشير إلى أن التطبيق يدفع المتعلمون لإدراك قصور بعض الاستراتيجيات البسيطة.

بالإضافة إلى ذلك، بدأ 70% من المتعلمون باستخدام استراتيجيات ذهنية مثل التقدير. فقد أفادوا بأنهم "في مرات بتحزر لو المسألة معقدة، بخمن الجواب وبعدين أتأكد إذا الجواب وتتفاجأ إنه صح؟". وأوضح آخرون: "بحاول أقرب لل 20 بعدين أصحح 13+9". هذا يدل على قدرة التطبيق على تطوير مهارة التقدير للوصول إلى حلول تقريبية والتحقق منها.

ساهمت التطبيقات أيضاً في تعزيز "التغلب على التردد" في الإجابة. فقد ذكر المتعلمون: "اللعب بالتطبيق خلاني أفكر أسرع وما أتردد."، وأضاف أحدهم: "أحياناً كنت أتردد قبل ما أجاوب، الآن أصير سريع". هذا يشير إلى أن البيئة التفاعلية للتطبيق شجعت على اتخاذ قرارات سريعة وزيادة الثقة بالنفس.

كما لوحظ أن التطبيقات عززت "الحفظ والمعرفة المباشرة" لبعض الحقائق الرياضية. فقد أشار المتعلمون إلى أنهم "بعرف ع طول 10=5+5."، و"بعرفها بدون تفكير."، وعند سؤالهم "كيف بتعرف الجواب لو قلتلك 7 + 8"، كان ردهم: "أحياناً أجاوب 27 بسرة بدون ما أفكر". هذا يعكس اكتساب بعض المعارف بشكل تلقائي وسريع.

3.3.2 السؤال الفرعي الثاني

ما تأثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على المفاهيم الأساسية في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية؟

لقد كشفت الدراسة أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي كان لها تأثير إيجابي وملحوظ على فهم المفاهيم الأساسية في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية، حيث لوحظ تأثير التطبيق على فهم المتعلمون لمفهوم "الضرب المتكرر". ففي الإجابات على سؤال "بسرعة؟ شو بتعمل بعقلك؟"، ذكر المتعلمون أمثلة توضح فهمهم لهذا المفهوم مثل: 4x6=6+6+6+6 (كمثال على التكرار)، بالإضافة إلى "5+5+5 بعمل" و"8+8=16 عمل". هذا يشير إلى أن التطبيق ساهم في ترسيخ فهم المفهوم الأساسي للضرب كعملية تكرار.

كان أحد أبرز الإنجازات هو تعزيز "تحسين الدقة / تقليل الأخطاء" ومساعدة المتعلمون على "التصحيح – المراجعة" الذاتية. أظهر 90% من المتعلمون تطورًا واضحًا في مهارة الدقة، حيث "أصبحت أخطأ أقل لأن التطبيق ساعدني". والأهم من ذلك، عند سؤالهم "لما تغلط، بتعرف بسرعة وين الغلط؟"، أكد 75% منهم أن "حتى لو غلطت بعرف أرجع وأصحح". هذا يعكس قدرة التطبيق على تنمية الوعي الذاتي بالخطأ وتعزيز استقلالية المتعلم في عملية التعلم وفهم سبب الخطأ.

كما ساهم "استخدام تطبيقات التعلم" في تعميق فهم المفاهيم من خلال الوسائط البصرية والتفاعلية. فقد ذكر المتعلمون: "التابلت ساعدني أفهم أسرع."، و"بحب الفيديو اللي بيشرح خطوة خطوة."، وأيضاً: "لما أشوف الصورة أفهم أسرع". هذا يدل على أن العرض البصري والتفاعلي للمعلومات في التطبيقات يعزز فهم المفاهيم الأساسية بشكل أسرع وأكثر فعالية.

أظهرت "الألعاب التعليمية" دوراً فعالاً في تعزيز فهم المفاهيم وتحفيز المتعلمون. فقد ذكر المتعلمون أن "اللعبة بتشجعني أجاوب صح." و"بحب أجمع نقاط وأربح."، وأن "المسائل صارت ممتعة مثل السباق".

هذا يشير إلى أن جانب اللعب والتحفيز بالنقاط يساهم في جعل عملية تعلم المفاهيم الأساسية أكثر جاذبية وتفاعلية، مما يعزز الفهم غير المباشر من خلال الممارسة المستمرة.

قدمت التطبيقات "التغذية الراجعة الفورية" التي أثرت إيجاباً على فهم المفاهيم الأساسية من خلال "التحفيز والاستجابة". فقد ذكر أحد المتعلمون: "لما التطبيق قال 'أحسنت!' زاد حماسي."، وآخر: "كلمة 'تمام' بتخليني أجاوب أسرع". هذه الاستجابات الفورية ليست مجرد تحفيز، بل تساعد المتعلم على ربط الأداء الصحيح بالمفهوم الصحيح، مما يعزز الفهم والتثبيت.

في سياق المفاهيم الأساسية، أظهر المتعلمون "حب التحدي والمبادرة". فقد ذكروا: "بحب أتحدى نفسي وأحل بدون خطأ."، و"أحاول أحل مسائل أصعب كل يوم". هذا يشير إلى أن التطبيقات غذت لديهم الرغبة في مواجهة المسائل الأكثر تعقيداً وفهم المفاهيم المتضمنة فيها بشكل أعمق.

وفي إطار المفاهيم، برزت القدرة على "التصحيح الذاتي". فقد أكد المتعلمون: "حتى لو غلطت بعرف أرجع وأصحح."، وأضافوا: "أحيانًا أراجع كل خطوة خطوة". هذا يدل على أن المتعلمون يمتلكون آلية لمراجعة خطواتهم وفهم المفاهيم الأساسية التي أدت إلى الخطأ، وتصحيحها بناءً على فهمهم.

على الرغم من ذلك، لا يزال "قلق الأداء" يمثل تحدياً في سياق المفاهيم الأساسية. فقد ذكر المتعلمون: "لما المسألة صعبة بحس حالي متوتر وما بثق بجوابي."، وأضافوا: "إذا غلطت أول مرة بحس إحباط". هذا يشير إلى أن فهم المفاهيم الأساسية قد يتأثر بهذا القلق، مما قد يحد من تطبيقهم لها في المسائل الصعبة ويستدعي دعماً إضافياً لتعزيز الثقة.

أظهر 85% من المتعلمون الذين استخدموا التطبيق تحسنًا ملحوظًا في فهم العلاقات العددية (مثل الإكمال إلى عشرة أو تفكيك العدد لتبسيط العمليات)، وقد أوضح أحد المتعلمون ذلك قائلاً: "أقدر أفهم كيف 7+8 يصير 7+3+5 لأوصل للعدد 10."

ومع ذلك، لم يكن الفهم شاملاً للجميع أو في جميع السياقات، حيث أشار آخرون إلى صعوبة في بعض الحالات: "أحياناً بصعب أفهم ليش لازم أقسم الأرقام بالطريقة هاي."

ورغم هذه الصعوبات الجزئية، فقد بدأ 65% من المتعلمين التجريبيين يطبقون المفاهيم الأساسية بشكل مستقل في مسائل جديدة لم يتدربوا عليها مسبقًا، مؤكدين قدرتهم على "استخدام استراتيجيات مثل التجزئة أو التقدير عند مواجهة أسئلة جديدة". ولكن، ذكر بعض المتعلمون أنهم يجدون "صعوبة في استدعاء نفس الخطوات عندما تتغير صيغة المسألة أو تختلف عن الأنماط التي تدربوا عليها."

بالمقارنة، أظهر متعلمون المجموعة الضابطة صعوبة في تفسير خطواتهم الحسابية، واعتمدوا غالباً على العد اليدوي أو التكرار الآلي دون توضيح للفكرة الأساسية. تم رصد تحسن بمعدل 25% في متوسط نتائج اختبار المفاهيم الأساسية بعد 8 أسابيع من استخدام التطبيق مقارنة بالمجموعة الضابطة التي لم تُظهر تغيرًا جوهريًا، مما يؤكد أن التطبيق لعب دوراً محورياً في تعميق فهم المفاهيم وتطبيقها.

الفصل الرابع

مناقشة النتائج، التوصيات

4.1 المناقشة التفصيلية للسؤال الأول

في سياق الدراسة الحالية، تبرز أهمية السؤال حول وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) في متوسطي فهم المفاهيم الأساسية في الرياضيات ومتوسطي القدرة على الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية(الصف الثاني)، وذلك بناءً على طريقة التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية. وتهدف هذه المناقشة التفصيلية إلى عرض النتائج وتفسيرها تربويًا، وربطها بالدراسات السابقة، وتقديم أبعاد إضافية مدعومة بالأدبيات العلمية.

لقد كشفت نتائج الدراسة بوضوح عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات أداء طلبة المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة، لصالح المجموعة التجريبية في كل من المفاهيم الرياضية الأساسية والحساب الذهني. هذه النتيجة تتسق مع مجموعة واسعة من الأبحاث التي أثبتت الأثر الإيجابي للذكاء الاصطناعي في التحصيل الأكاديمي (e.g., Alomari & Jabr, 2020; García-Martínez et al., Ma et al., 2024). إن هذا التفوق يشير إلى أن دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم لا يمثل إضافة شكلية، بل يجسد نقلة نوعية في طرائق التدريس، كما وصفها (Hwang & Tu, 2021)، حيث تساهم هذه الأدوات في تحقيق فهم أعمق يتجاوز ما يقدمه التدريس التقليدي.

ويُمكن تفسير هذا التفوق تربويًا من خلال عدة آليات متكاملة. أولاً، يتميز التعليم المدعوم بالذكاء الاصطناعي بقدرته على تقديم تعليم فردي مخصص (Personalized Learning)، حيث يتتبع النظام تقدم كل متعلم ويقدم محتوى يتلاءم مع مستواه، وهو ما أثبتت دراسة (Molenaar, Horvers, & Jorritsma, 2021)في تحليلها لمجموعة من الدراسات أنه السبب الرئيسي وراء فعالية النظم التكيفية. ثانيًا، تعرض الطلبة لمصادر تحفيزية مستمرة عبر "اللعب (Gamification)"، مثل المكافآت

والتحديات، وهو أسلوب أظهرت دراسات (Huang, Johnson, & Hanewicz, 2020) و (Zhang, Wang, & Chen, 2023) أنه يعزز الدافعية والمشاركة بفاعلية. ثالثًا، مكنت هذه التطبيقات الطلبة من دمج الجانبين الإجرائي والمفاهيمي، وهو ما يتوافق مع تصميم النظم التعليمية الذكية التي تهدف إلى معالجة الأبعاد المعرفية والانفعالية بشكل متكامل (Arroyo, Woolf, & Burelson, W., Muldner, K., Rai, D., & Tai, M, 2014). وأخيرًا، عززت هذه التطبيقات استقلالية الطلبة، وشجعتهم على تحمل مسؤولية تعلمهم، وهو ما يتماشى مع مبادئ التعلم المنظم ذاتيًا (Self-Regulated Learning) الذي يعد حجر الزاوية في تحقيق النجاح الأكاديمي المستدام (Zimmerman, 2002)

من منظور الباحثة، التي تواجه تحدي الفروق الفردية في الفصول الدراسية، تؤكد النتائج الحالية قدرة الذكاء الاصطناعي على معالجة هذه المشكلة الجوهرية التي طالما أشارت إليها التقارير التربوية (Organization for Economic Co-operation and Development,2023)، فبدلاً من إجبار جميع الطلبة على السير بنفس الوتيرة، سمحت البيئة التكيفية لكل متعلم بالتعلم وفقًا لقدراته. علاوة على ذلك، ساهمت هذه التقنية في إعادة تعريف دور المعلم، حيث تحول من كونه المصدر الأوحد للمعلومات إلى مرشد وميسّر للعملية التعليمية، بينما تتولى التقنية مهام التدريب والمتابعة. هذا التحول نحو "الشراكة بين الإنسان والذكاء الاصطناعي" يُعد من أهم ملامح مستقبل التعليم (Luckin, Holmes, & Griffiths, M., & Forcier, L. B, 2016).

وعند مقارنة هذه النتائج بالدراسات السابقة، نجد اتفاقًا واسعًا يعزز مصداقيتها. فدراسة (Hwang, Chien, & Li, 2020) أشارت إلى أن التعلم المعزز بالذكاء الاصطناعي يحسن نتائج الطلبة بشكل ملحوظ. كما يتوافق الأثر الإيجابي على الحساب الذهني مع نتائج دراسة (Al-Qahtani, 2022) التي ركزت على هذا المتغير تحديدًا. كذلك، أكدت دراسة (Chen, Zou, Cheng, & Xie, 2023) أن الذكاء الاصطناعي يسهم في تضييق الفجوة بين مستويات الطلبة المختلفة، وهو ما لوحظ في هذه

الدراسة. وأخيرًا، تتفق النتيجة مع دراسات عربية مثل دراسة (Alomari & Jabr, 2020) التي وجدت فروقًا لصالح الطلبة الذين استخدموا برمجيات تعليمية ذكية في الأردن.

كما تحمل هذه النتيجة أبعادًا إضافية مهمة. فمن البعد النفسي، لم تأتِ الفروق الإحصائية من فراغ، بل قد تكون مرتبطة بتغيير إيجابي في اتجاهات الطلبة، حيث إن البيئات التعليمية الداعمة التي تقلل من الشعور بالفشل قد تسهم في خفض "قلق الرياضيات (Math Anxiety) "ورفع الثقة بالنفس (Ramirez, Shaw, & Maloney, 2021). ومن البعد المعرفي، لم يقتصر النظام الذكي على تقديم المعلومات، بل شجع على التفكير وحل المشكلات، مما يدعم انتقال التعلم من مستويات التذكر الدنيا إلى مستويات الفهم والتطبيق العليا، وهو ما ينسجم مع أهداف تطوير مهارات التفكير الحاسوبي والتفكير العميق في التعليم الحديث.(Hwang & Tu, 2021)

4.2 المناقشة التفصيلية للسؤال الثاني

تتناول هذه المناقشة السؤال حول وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) في متوسط المفاهيم الأساسية في الرياضيات والحساب الذهني لدى طلبة الصف الثاني، بناءً على تفاعل طريقة التدريس بتطبيقات الذكاء الاصطناعي مع مستوياتهم المختلفة في القدرة الرياضية الأساسية.

لقد أظهرت نتائج الدراسة أن أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي كان إيجابيًا وشاملًا، حيث استفادت جميع فئات الطلبة، سواء كانت قدراتهم عالية أم متوسطة أم منخفضة. ومع ذلك، لم يكن هذا الأثر متجانسًا، فقد تفاوتت درجة التحسن بين الفئات، حيث كان التحسن أكثر وضوحًا لدى الطلبة ذوي القدرات المنخفضة. هذه النتيجة تتوافق بشكل كبير مع الأدبيات التي تشير إلى أن الذكاء الاصطناعي التعليمي لا يعمل كأداة موحدة، بل كعامل محفز يقدم قيمة مضافة لكل متعلم حسب احتياجاته (Luckin, Holmes, & Griffiths, M., & Forcier, L. B, 2016)، مع قدرة خاصة على تضييق الفجوات المعرفية (Chen, Zou, Cheng, & Xie, 2023).

ويُمكن تفسير هذه الديناميكية تربويًا من خلال قدرة الذكاء الاصطناعي على تحقيق التعليم المتمايز (Differentiated Instruction) على نطاق فردي. بالنسبة للطلبة الذين يواجهون صعوبات، والتي غالبًا ما ترتبط بضعف في المهارات التأسيسية (Siegler, Fazio, Bailey, & Zhou, 2021)، وفرت التطبيقات الذكية تمارين مبسطة وتغذية راجعة فورية ومكثفة. هذا الدعم المستمر، الذي يشبه وظيفة المعلم الخصوصي في النظم التعليمية الذكية (Arroyo, Woolf, & Burelson, W., Muldner, K., Rai, D., & Tai, M, 2014)، يقلل من شعورهم بالإحباط ويزيد من كفاءتهم الذاتية. في المقابل، وفرت هذه التطبيقات للطلبة المتفوقين مسارًا سريعًا للانتقال إلى مستويات أعلى من التعقيد، مما جنبهم الشعور بالملل وحفزهم على استثمار كامل إمكاناتهم. إن الآلية الجوهرية هنا هي التعلم التكيفي (Adaptive Learning)، حيث يراقب النظام أداء المتعلم ويعدل المحتوى ليضمن أن كل متعلم يعمل ضمن "منطقة النمو القريبة" الخاصة به، مما يفسر استفادة جميع الفئات (Molenaar et al., 2021; Rivera & Millán, 2021). وبهذا، ساهمت التقنية في تقليل الفجوة النسبية بين الطلبة، ليس عبر إبطاء المتقدمين، بل من خلال تسريع وتيرة تعلم المتعثرين.

من منظور الباحثة، كمعلمة ومركزة لمادة الحوسبة، يمثل التباين في مستويات الطلبة التحدي الأكبر في البيئة الصفية التقليدية. غالبًا ما يضطر المعلم إلى اعتماد شرح متوسط لا يلبي احتياجات المتفوقين ولا يدعم المتعثرين بشكل كافٍ. وتؤكد الباحثة أن النتائج الحالية تبرهن على أن الذكاء الاصطناعي يقدم حلًا عمليًا لهذه المعضلة. فمن خلال ملاحظاتها، استمتع المتفوقون بسرعة التقدم، بينما وجد الطلبة الأقل مستوى الدعم الذي يحتاجونه عبر التكرار والتوضيح، مما جعل البيئة الصفية أكثر شمولية وعدالة. وهذا يتماشى مع الرؤى المستقبلية للتعليم التي تؤكد على دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق تكافؤ الفرص التعليمية (OECD, 2023).

عند مقارنة هذه النتائج بالدراسات السابقة، نجد توافقًا واضحًا. فقد أظهرت (Chen, Zou, Cheng, & Xie, 2023)أن الطلبة ذوي القدرات المنخفضة يحققون معدلات تحسن نسبي أكبر عند استخدام الذكاء

الاصطناعي، وهو ما يفسر لماذا كان الأثر أوضح على هذه الفئة. كما تتسق النتائج مع فكرة أن الأنظمة الذكية توفر تجربة تعليمية فردية تعالج الفروق بين الطلبة بفعالية، وهو ما أكدته تحليلات متعددة لفعالية نظم التدريس الذكية .(Ma, Adesope, & Nesbit, J. C., & Liu, Q., 2024) وأخيرًا، تتوافق النتائج مع دراسات أجريت في السياق العربي، مثل دراسة (Alomari & Jabr, 2020في الأردن، والتي وجدت أن البرمجيات التعليمية القائمة على الذكاء الاصطناعي حسنت من تحصيل الطلبة بشكل ملحوظ، مما يعزز قابلية تعميم هذه النتائج.

وتحمل هذه النتيجة أبعادًا إضافية مهمة. فمن البعد النفسي، يمكن أن يؤدي شعور الطلبة الأقل مستوى بالقدرة على النجاس عبر التفاعلات الإيجابية والمتكررة مع التطبيق إلى تقليل قلق الرياضيات لديهم (Ramirez, Shaw, & Maloney, 2021)وزيادة إقبالهم على المشاركة. ومن البعد التربوي، تمثل معالجة الفروق الفردية هدفًا استراتيجيًا للأنظمة التعليمية الحديثة، وهذه النتيجة تظهر أن الذكاء الاصطناعي ليس مجرد أداة تقنية، بل هو وسيلة عملية لتحقيق هذا المبدأ الجوهري، مما يسهم في بناء جيل يمتلك المهارات الأساسية اللازمة للمستقبل (National Mathematics Advisory Panel, 2008).

4.3 المناقشة التفصيلية للسؤال الثالث

لتحليل السؤال النوعي في سياق الدراسة الحالية، يُطرح السؤال حول تأثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تنمية مهارات الحساب الذهني ومتوسط المفاهيم الأساسية في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الابتدائية، مع التركيز بشكل خاص على الأثر على تنمية مهارات الحساب الذهني لتحليل الأثر العميق الذي أحدثته تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تنمية مهارات الحساب الذهني والمفاهيم الرياضية الأساسية. إن التفسير الحقيقي للتحسن الملحوظ الذي لوحظ لدى المجموعة التجريبية يكمن في مجموعة متكاملة من العوامل التربوية والتعليمية التي عملت بشكل متناغم. فمن ناحية أولى، أتاحت الطبيعة

التفاعلية للتطبيقات بيئة غنية بالممارسة، حيث يتلقى المتعلم تدريبات مباشرة مع تغذية راجعة فوريـــة، وهي ميزة حيوية في أنظمة التدريس الذكية تعزز قدرة المتعلم على اكتشاف الخطأ وتصـــحيحه ذاتيًـــا بشـــكل مســـتقل (Arroyo, Woolf, & Burelson, W., Muldner, K., Rai, D., & Tai, M, 2014). ويُعد التعلم التكيفي السمة الجوهرية لهذه التطبيقات، حيث يتكيف النظام بذكاء مع مستوى كل متعلم، مما يضمن عملهم المستمر ضمن "منطقة النمو القريبة(Vygotsky's ZPD) "، وهو ما أكدتـــه المراجعات الشاملة للدراسات السابقة بأنه يعظم من كفاءة التعلم ويجعل كل دقيقة من الممارسة مثمـــرة (Molenaar, Horvers, & Jorritsma, 2021). علاوة على ذلك، اعتمدت التطبيقات على أســـلوب اللعب (Gamification)، الذي حول ممارسة الحساب الذهني من مهمة قد تكون شاقة إلى نشاط ممتع ومحفز، وهو ما يتسق تمامًا مع الأبحاث التي أثبتت أثر اللعب على زيادة المشاركة والأداء الأكـــاديمي (Zhang, Wang, & Chen, 2023).

ولكن لفهم "لماذا" كانت هذه الآليات فعالة بهذا الشكل العميق، يبرز النموذج الذي طورته آن هيردســـفيلد (Heirdsfield, 2011) كإطار تحليلي مثالي. يقوم نموذج هيردسفيلد على فلسفة مفادهـــا أن الحســـاب الذهني ليس مهارة إجرائية معزولة تُكتسب بالحفظ، بل هو نتاج شبكة مترابطة من المفاهيم الرياضـــية التي يجب أن تُبنى بشكل متزامن. ويبدو جليًا أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في هـــذه الدراســـة قـــد نجحت لأنها عملت على بناء هذه الشبكة المعرفية المتكاملة لدى الطلبة. فمن خلال "خريطـــة المفـــاهيم للحساب الذهني" التي اقترحها النموذج، يمكننا رؤية كيـــف عـــززت التطبيقـــات الإحســـاس العـــددي (Numeration) بعمق، ليس فقط بعرض الأرقام، بل بتجسيد مفهوم القيمة المكانية وفهم قرب الأعداد، وهو ما يفسر التفوق الملحوظ للمجموعة التجريبية في هذا الجانب، ويتوافق مع دراسات تؤكـــد علـــى أهمية فهم البنية العددية في المراحل المبكرة كأساس للتعلم المستقبلي (Siegler et al., 2021; Wang et al., 2022).

من الناحية التطبيقية، تتجلى قوة النموذج في استخدامه لأدوات بصرية مثل خط الأعداد الفارغ، وقد حاكت التطبيقات الرقمية هذه الأدوات ببراعة، حيث وفرت بيئات تفاعلية آمنة شجعت الطلبة على ابتكار وتجربة استراتيجياتهم الخاصة. وهذا يفسر بشكل مباشر قدرتهم الأعلى على الطرح واستخدام استراتيجيات التفكيك؛ الطلبة بلم يتم تدريبهم على حفظ خوارزمية واحدة، بل تم تمكينهم من استنتاجها وفهمها، مما أدى إلى تنمية المرونة المعرفية (Cognitive Flexibility) التي تميز الخبير الرياضي وتعد مؤشرًا مهمًا على الكفاءة الحسابية (De Smedt, Noël, & Gilmore, C., & Ansari,C, 2023). من منظور الباحثة، أحدث إدخال هذه التطبيقات تحولًا ملموسًا لدى الطلبة، حيث أصبحوا يطرحون أسئلة "لماذا" بدلاً من الاكتفاء بأسئلة "كيف"، مما يعكس تطورًا عميقًا في التفكير المفاهيمي بدلًا من التمسك بالإجراءات السطحية.

إن هذا التحول هو النتيجة المباشرة للانتقال من التطبيق الآلي إلى اتخاذ القرار الاستراتيجي الواعي، الذي عززته التطبيقات. وفي نهاية المطاف، فإن التأثير الأكثر شمولية هو تنمية المواقف الإيجابية تجاه الرياضيات. فالبيئة الرقمية الآمنة، التي ترحب بالخطأ كفرصة للتعلم وتخلو من الحكم الاجتماعي، قد قللت بشكل واضح من قلق الرياضيات (Math Anxiety) لدى الطلبة، وهو الحاجز النفسي الذي يعيق تقدم الكثيرين .(Ramirez, Shaw, & Maloney, 2021) إن المتعلم الذي يفهم "لماذا" تعمل الرياضيات بالطريقة التي تعمل بها، يطور ثقة حقيقية مبنية على الفهم لا على الحفظ، مما يزيد من مثابرته عند مواجهة تحديات جديدة.

وهذا الإطار النظري الشامل يفسر النتائج المحددة التي لوحظت بوضوح في مختلف المهارات. ففي الجمع البسيط والمتدرج، انتقل الطلبة من استراتيجيات العد البدائية إلى الحساب الذهني المباشر بفضل التكرار الذكي والتغذية الراجعة الفورية، وهي عملية تدعمها الأبحاث حول التدريب المعزز بالذكاء الاصطناعي .(Holmes, Porayska-Pomsta, & Varghese, 2002) وفيما يخص الضرب، أدركت المجموعة التجريبية أنه جمع متكرر وليس مجرد حفظ ميكانيكي، بفضل البيئة المحوسبة التي

تعرض العملية بصور ورسوم، وهو ما يدعم أهمية الفهم المفـاهيمي للعمليـات الحسـابية (Geary, Hoard, & Nugent, L., & Bailey, A, 2020). كما تمكنوا بدرجة أكبر من التقـدير والتقريـب الذهني، حيث دربتهم التطبيقات على استراتيجيات تعزز الحس العددي، وهي مهارة متقدمـة أظهـرت الدراسات الطولية أهميتها في التطور المعرفـي (Imbo, Vandierendonck, & Rosseel, 2022). وأخيرًا، في حل المشكلات اللفظية البسيطة، تمكنوا من تحويل النصوص إلى معادلات بشـكل أفضـل بفضل الوسائط المتعددة التي تربط المواقف الحياتية بالرموز العددية، مما يدعم فعالية "التعلم المتشـابك" الذي يربط المفاهيم بسياقاتها (Star, 2022).

بهذا المعنى، لم تُنتج هذه التطبيقات طلبة قادرين على الحساب فحسب، بل متعلمونـا يمتلكـون عقليـة رياضية مرنة وواثقة وقادرة على التفكير النقدي، مما يبني كفاءة رياضية شاملة ومستدامة، تمامًا كمـا تصورها نموذج هيردسفيلد التربوي.

4.4 التوصيات

تُعد النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة نقطة انطلاق نحو إعادة التفكير في كيفية تعليم الرياضـيات للمرحلة الأساسية، فقد بينت بوضوح أن استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية لا يمثل مجـرد إضافة تقنية، بل هو مدخل تربوي جديد قادر على تغيير مسار تعلم الطلبة نحو الأفضل. وانطلاقًا مـن ذلك، ومن موقع الباحثة كمعلمة رياضيات وكمركزة لموضوع الحوسبة، فإنها تقدم التوصـيات التاليـة لترجمة هذه النتائج إلى خطوات عملية وتوجهات استراتيجية يمكن أن تسهم في تطوير العملية التعليمية.

فيما يخص التوصيات التربوية الموجهة للمعلمين والطلبة، فإن من أبرز الدروس المسـتفادة مـن هـذه الدراسة هو أن دور المعلم لم يعد يقتصر على كونه المصدر الوحيد للمعرفة، وإنما أصبح دوره ميسـرًا ومرشدًا في بيئة تعلمية تفاعلية يقودها الذكاء الاصطناعي. لذلك، توصي الدراسة بضـرورة أن يُعيـد المعلمون صياغة ممارساتهم الصفية بما يتماشى مع طبيعة هذه الأدوات، إذ ينبغي عليهم التركيز علـى استثمار الوقت الذي توفره التطبيقات في تعزيز التفكير النقدي وحل المشكلات، بدلاً من الاقتصار على

الشرح التقليدي وحل التمارين الروتينية. بالإضافة إلى ذلك، توصي الدراسة بأن يُشجع المعلمون الطلبة على استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي خارج إطار الحصة الصفية، بحيث تصبح جزءًا من ممارساتهم اليومية في المنزل، وهذا الاستخدام الممتد من شأنه أن يعزز استقلالية التعلم، ويتيح للمتعلم فرصًا للتدريب الذاتي تعوض أي تقصير أو قصور في الوقت الصفي. من جانب آخر، ترى الباحثة أن تعزيز الدافعية الداخلية للطلبة يمثل عنصرًا حاسمًا في نجاح أي تجربة تعليمية قائمة على الذكاء الاصطناعي، وعليه، فإن من مسؤولية المعلم أن يوظف التطبيقات ليس فقط كأداة للتدريب، وإنما كوسيلة لإشاعة المتعة في تعلم الرياضيات، وذلك عبر الأنشطة التفاعلية والأنماط المتجددة التي تقدمها هذه التطبيقات.

وفيما يتعلق بالتوصيات الموجهة للمناهج والمحتوى، فقد أظهرت النتائج أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تكون أكثر فاعلية حين تتوافق مع المنهاج الدراسي وتتصل بأهدافه. بناءً عليه، توصي الدراسة بضرورة أن يُعاد تصميم بعض وحدات الرياضيات في المرحلة الابتدائيةبحيث تُدمج فيها أنشطة معززة بالذكاء الاصطناعي منذ البداية، بدلاً من ترك استخدامها لاجتهادات فردية من قبل بعض المعلمين. علاوة على ذلك، توصي الباحثة بإنشاء محتوى رقمي تفاعلي خاص بالبيئة العربية الإسرائيلية يعكس الخصوصية الثقافية واللغوية للطلبة، ويبتعد عن الاعتماد الكلي على التطبيقات الأجنبية التي قد لا تتلاءم دائمًا مع السياق التربوي المحلي، ويتطلب هذا الأمر شراكات حقيقية بين وزارة التربية والتعليم والجامعات المحلية وشركات التكنولوجيا العربية الإسرائيلية.

بخصوص التوصيات التقنية، لا يمكن الحديث عن دمج ناجح لتطبيقات الذكاء الاصطناعي دون توفير البنية التحتية اللازمة. لذا، توصي الدراسة بضرورة العمل على تحسين شبكة الإنترنت في المدارس العربية الإسرائيلية، وتوفير أجهزة حاسوب أو ألواح ذكية بصورة كافية تتيح للطلبة استخدام التطبيقات دون قيود. كما توصي بضرورة أن تُطوَّر تطبيقات قادرة على العمل في وضع عدم الاتصال (Offline Mode) نظرًا للانقطاعات المتكررة في خدمة الإنترنت في بعض المناطق العربية

الإسرائيلية، إذ إن مثل هذه الميزة ستضمن استدامة التعلم دون ارتباط كامل بالبنية التحتية التي قد تكون ضعيفة أو متذبذبة. إضافة إلى ذلك، ترى الباحثة أن من المهم أن تتضمن التطبيقات خاصية جمع البيانات وتحليلها، بحيث يستطيع المعلم والمشرف التربوي متابعة تقدم الطلبة بدقة، والتعرف على نقاط القوة والضعف لديهم، وهذا الجانب التحليلي للبيانات يمثل إضافة نوعية، إذ يُمكّن المعلم من اتخاذ قرارات تربوية مبنية على أدلة واضحة، بدلاً من الاعتماد على الانطباعات الشخصية.

وفيما يتعلق بالتوصيات البحثية، تفتح نتائج هذه الدراسة الباب أمام العديد من الدراسات المستقبلية. فثمة حاجة إلى دراسات تتناول أثر الذكاء الاصطناعي على مهارات التفكير العليا في الرياضيات، مثل الاستدلال وحل المشكلات والإبداع الرياضي. كذلك، ينبغي أن تمتد الدراسات إلى المراحل الأعلى، لتحديد ما إذا كان الأثر الإيجابي الذي تحقق في المرحلة الابتدائيةيستمر مع تقدم الطلبة في الصفوف الدراسية. وتوصي الباحثة بضرورة أن تركز الدراسات القادمة على مقارنة بين بيئات مختلفة: مدارس المدن مقابل مدارس القرى والمخيمات، لتحديد ما إذا كانت فعالية الذكاء الاصطناعي تتأثر بالعوامل البيئية والاجتماعية. كما تقترح أن يجري الباحثون دراسات تتناول أثر الذكاء الاصطناعي على الفروق الجندرية، لبيان ما إذا كان الطلبة الذكور والإناث يستفيدون منه بنفس الدرجة. وعلاوة على ذلك، هناك حاجة ماسة إلى إنتاج تطبيقات تعليمية عربية أصيلة قائمة على الذكاء الاصطناعي، بدلاً من الاعتماد على منتجات أجنبية، وهنا يأتي دور الباحثين العرب في تطوير محتوى تعليمي رقمي ينسجم مع الهوية اللغوية والثقافية.

وبالنسبة للتوصيات الموجهة للسياسات التعليمية وصناع القرار، فإن النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة تحمل رسائل واضحة لوزارة التربية والتعليم. لذا، توصي الباحثة بضرورة أن تتبنى الوزارة خطة استراتيجية شاملة لدمج الذكاء الاصطناعي في التعليم، بحيث لا يكون استخدامه مجرد مبادرات فردية أو تجريبية. وينبغي أن تشمل هذه الخطة محاور متكاملة: تطوير المناهج، تدريب المعلمين، توفير البنية التحتية، وإجراء تقييمات دورية لقياس أثر هذه الأدوات. كذلك، توصي بأن يُدرج مكون

"التربية الرقمية" ضمن برامج إعداد المعلمين في الجامعات، بحيث يتخرج المعلم وهو متمكن من توظيف الذكاء الاصطناعي في التدريس، بدلاً من اكتساب هذه المهارة لاحقًا عبر دورات قصيرة قد لا تكون كافية. وترى الباحثة أن من المهم أيضًا أن تشجع الوزارة الشراكات مع شركات التكنولوجيا المحلية والإقليمية لتطوير تطبيقات تعليمية مخصصة للمناهج العربية الإسرائيلية، إذ إن مثل هذه الشراكات يمكن أن تخلق صناعة تعليمية رقمية وطنية، وتقلل الاعتماد على الخارج.

استنادًا إلى خبرة الباحثة العملية، بصفتها كمعلمة رياضيات وكمركزة لموضوع الحوسبة، ترى أن هناك توصيات عملية يمكن أن تُنفذ بشكل مباشر، ومنها تنظيم حصص نموذجية في المدارس تُطبق فيها تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ليشاهدها المعلمون ويستفيدوا منها كخبرة عملية. كذلك، ينبغي عقد لقاءات دورية بين المشرفين التربويين والمعلمين لمناقشة التحديات التي تواجه تطبيق هذه الأدوات، وتبادل الخبرات الناجحة. كما يُشجع على تبني المدارس لأسلوب "التعلم المدمج" الذي يجمع بين التدريس التقليدي والذكاء الاصطناعي، بحيث لا يشعر المتعلم بالانفصال عن السياق التربوي المألوف له. وأخيراً، يجب تفعيل دور أولياء الأمور من طريق توعيتهم بفوائد هذه التطبيقات، وتشجيعهم على دعم أبنائهم في استخدامها في المنزل.

في الختام، إن جوهر التوصيات التي تقدمها هذه الدراسة يتمثل في أن الذكاء الاصطناعي لم يعد رفاهية تعليمية، بل ضرورة تربوية إذا ما أردنا أن نعدّ طلبتنا لعصر جديد يقوم على المعرفة الرقمية والتفكير المنطقي. لقد أثبتت هذه الدراسة أن الذكاء الاصطناعي قادر على تحسين الحساب الذهني وتعزيز المفاهيم الرياضية الأساسية، وتقليص الفروق الفردية بين الطلبة، ورفع مستوى الدافعية والثقة لديهم. ومع ذلك، فإن هذه النتائج لن يكون لها أثر فعلي ما لم تُترجم إلى سياسات عملية وخطط تنفيذية على مستوى وزارة التربية والتعليم والمدارس والمعلمين، وهنا يأتي دور جميع الأطراف المعنية: صناع القرار، المشرفين، المعلمين، أولياء الأمور، والباحثين، في العمل معًا لبناء منظومة تعليمية أكثر عدالة وكفاءة وجودة.

قائمة الإختصارات

الإختصار	المعنى
الأساسي	المعجم العربي الأساسي
التحرير	رئيس تحرير المعجم
التكملة	تكملة المعاجم العربية لدوزي
القاموس	القاموس المحيط
الكتاب	كتاب سيبويه

المراجع العلمية

أولاً: المراجع العربية

أبو ربا، محمد يوسف، و نرجس عبد القادر حمدي. (2001). أثر استخدام إستراتيجية التعلم باللعب المنفذة من خلال الحاسوب في اكتساب طلبة الصف السادس الأساسي لمهارات العمليات الحسابية الأربعة. *دراسات، 28*(1)، 14-176.

أبو زيد، سامي، و راشد سعد. (2023). فاعلية تطبيق ذكي قائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية مفاهيم الرياضيات ومهارات الحساب الذهني لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة تعليم المستقبل، 28*(1)، 90-108.

أحمد، ديار سرحان، و أزهار علي حسين. (2022). فاعلية استخدام أنموذج (SWOM) في اكتساب المفاهيم لدى طلاب الصف الحادي عشر الاعدادي في مادة الرياضيات. *مجلة العلوم الأساسية، 6*(10)، 183-211.

أزيي، يحيى. (2024). الذكاء الاصطناعي. *مجلة المعهد العالي للدراسات النوعية، 4*(8)، 2967-3140.

باكير، محمود. (2022). *الرياضيات "حرفة عقلية": طريقة جديدة في الإدراك العقلي*. المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات.

البري، أماني محمد رياض، و مجدي شعبان أمين. (2023). أثر تنشيط الحالة الانفعالية للفرد ونوع الكلمة في كفاءة عمليات التجهيز الانفعالي اللغوي باستخدام تطبيق محوسب معتمد على الذكاء الاصطناعي لدى طلاب كلية التربية جامعة عين شمس. *المجلة العربية للقياس والتقويم، 4*(8).

البقمي، حمدان مسلط، و خبر محمود السلامات. (2023). دور منصة كلاسيرا في تفعيل العملية التعليمية من وجهة نظر معلمات العلوم بالمرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية (أسيوط)، 39*(2.2)، 260-309.

الجابري، س. (2021). فاعلية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات الحساب الذهني لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة دراسات تربوية، 45*(2)، 112-132.

جاد الرب، نجاة أحمد فرغلي، محمد مرسي نجاح، و جابر حناوي حمدي. (2023). استخدام برنامج قائم على التعلم التكيفي في ضوء أساليب التعلم لتنمية مفهوم الذات الرياضية لدى طالبات المرحلة الثانوية الأزهرية. *مجلة كلية التربية (أسيوط)، 39*(10.2)، 224-252.

الجندي، رانيا عبد الرحمن. (2021). دور المنصات الإلكترونية في تنمية التحصيل الدراسي في الرياضيات لدى طلاب شعبة التنمية التكنولوجية بالجامعة العمالية. *المجلة الدولية للتعليم الإلكتروني، 3*(3)، 51-142.

الحربي، عبيد بن مزعل. (2010). فاعلية الألعاب التعليمية الالكترونية على التحصيل الدراسي وبقاء أثر التعلم في الرياضيات. *مجلة القراءة والمعرفة، 1*(104)، 142-168.

حسن، ألاء. (2023). دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز مهارات الحساب الذهني لدى تلاميذ المرحلة الأولى. *المجلة العربية لتقنيات التعليم، 13*(4)، 144-165.

حسن، عمار فاضل، و زهور جبار راضي. (2024). تصميم نظام تعليمي خبير على وفق تقنية الذكاء الاصطناعي لتنمية التحصيل المعرفي للمفاهيم الأساسية للمنظور. *Journal of the College of Basic Education، 30*(124)، 227-245.

حسن،سعيد، و راشد محمد. (2022). أثر استخدام الوسائط المتعددة في تطوير الحساب الذهني لدى طلاب الصف الرابع الابتدائي. *مجلة التربية والتقنية، 7*(2)، 67-88.

حفني، محمد كمال. (2023). إستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (Geo AI) في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (رؤية مصر 2030) في مجال التعليم. *مجلة كلية التربية (أسيوط)، 39*(10.2)، 366-385.

الحمداني، نزار، و حسين خالد. (2021). أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تدريس المفاهيم الرياضية الأساسية لدى طلبة المرحلة الابتدائية. *مجلة التربية الحديثة، 9*(2)، 45-66.

الحيلة، محمد محمود. (2011). تكنولوجيا التعليم بين النظرية والتطبيق .عمان، الأردن: دار المسيرة للنشر والتوزيع

الحيلة، محمد. (2005). أثر استخدام الألعاب المحوسبة والعادية في تحصيل طالبات الصف الثاني الأساسي في مادة الرياضيات مقارنة بالطريقة التقليدية. *مجلة جامعة مؤتة للبحوث والدراسات، 20*(7)، 11-34.

الحيلة، محمد. (2005). *الألعاب التربوية وتقنيات إنتاجها* (الإصدار 3). دار المسيرة للنشر والتوزيع.

خالد، م. (2023). فعالية بيئة تعلم ذكية في دعم مهارات الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية. *مجلة البحوث التربوية والنفسية، 56*(1)، 77-95.

ديار، م، و س أزهار. (2022). *أسس تعليم الرياضيات في المرحلة الابتدائية*. دار العلم للنشر.

الذويبي، حمود، و ع منير. (2022). فعالية استخدام بعض مبادئ نظرية الحل الإبداعي للمشكلات، في تدريس مهارتي الجمع والطرح لدى التلاميذ ذوي صعوبات تعلُّم الحساب. *مجلة كلية التربية (أسيوط)*، *38*(7.2)، 241-310.

الزغوطي، شفيقة. (2022). تنمية مهارات الحساب الذهني السريع وأثرها على الرفع من جودة تعلم الرياضيات بالسلك الابتدائي. *معارف تربوية*، *1*(76)، 81-98.

الزهيري، عماد متعب. (2017). *الرياضيات مناهجها وطرق تدريسها* (الإصدار 1). الوراق للنشر والتوزيع.

سبيتان، فتحي. (2012). *أساليب وطرائق تدريس الرياضيات للمرحلة الأساسية* (الإصدار 1). دار الخليج للنشر والتوزيع.

سعدي، نجلاء محمود. (2021). أثر استخدام التطبيقات الرياضية الذكية على اكتساب المفاهيم الرياضية لدى طلبة الصف الرابع الأساسي ذوي صعوبات التعلم الحسابية في الأردن. *مجلة كلية التربية (أسيوط)*، *37*(10)، 126-155.

السعوي، نورة بنت محمد. (2024). إمكانية توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سياق تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM لدى طالبات المرحلة الثانوية من وجهة نظر المعلمات في مدينة بريدة. *المجلة العربية للتربية النوعية*، *8*(30)، 516-473.

الشامي، نادين. (2022). فاعلية التعلم المدمج في تنمية المفاهيم الرياضية الأساسية لدى طلبة الصف الثالث الأساسي. *مجلة دراسات تربوية معاصرة*، *14*(3)، 211-30.

الشحروري، محمد. (2007). *أثر الألعاب الالكترونية على العمليات المعرفية والذكاء الانفعالي لدى أطفال مرحلة الطفولة المتوسطة في الأردن*. [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. جامعة عمان العربية للدراسات العليا.

الشقيري، حسين. (2021). *استخدام البرمجيات الذكية في تدريس الرياضيات وأثره في تحسين نتائج الطلبة الضعاف والمتفوقين في الصف الخامس الأساسي*. [رسالة ماجستير غير منشورة].

شنين، فاتح الدين. (2008). *فاعلية التدريس بأسلوب حل المشكلات في التحصيل الدراسي لمادة الرياضيات*. [رسالة دكتوراه].

الشيدي، خالد جمعة، و حميد بن مسلم السعيدي. (2022). درجة تضمين مفاهيم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في محتوى مناهج الرياضيات بمرحلة التعليم الأساسي بسلطنة عمان. *مجلة جامعة فلسطين التقنية للأبحاث*، *10*(5)، 169-181.

الشيدي، زكية، و محمد السعيدي. (2022). دور روبوتات المحادثة في دعم تعلم الرياضيات لدى طلاب الحلقة الأولى. *مجلة التقنية والتعليم، 6*(1)، 55-74.

الشيدي، ناصر، و علي السعيدي. (2022). *التدريس الفعال للمفاهيم العلمية*. دار الرؤية.

عبد السلام، أحمد محمد شريف. (2023). التغير القيمي لدى طلاب جامعة أسيوط في ضوء بعض التغييرات المعاصرة. *مجلة كلية التربية (أسيوط)، 39*(102)، 494-568.

عبد الله، فاطمة. (2023). فاعلية التعلم التكيفي المعزز بالذكاء الاصطناعي في تحسين مهارات الحساب الذهني لدى طلاب المرحلة الابتدائية. *المجلة الدولية لتكنولوجيا التعليم، 12*(1)، 42-60.

عبيد، عبد الرحمن. (2004). *أسس المناهج وتنظيماتها*. دار الفكر.

عبيد، وليم. (2004). *تعليم الرياضيات لجميع الأطفال* (الإصدار 1). دار المسيرة للنشر والتوزيع.

عبيدات، ذوقان. (2005). *استراتيجيات التدريس الحديثة*. دار الفكر.

عبيدات، لؤي طالب. (2005). *أثر الألعاب التربوية المحوسبة في تحصيل بعض المفاهيم الرياضية لطلبة الصف الثالث الأساسي في مديرية إربد الأولى*. [رسالة ماجستير غير منشورة]. الجامعة الهاشمية.

العبيدي، حنان، و فاطمة أبو غزالة. (2020). أثر استخدام بيئة إلكترونية قائمة على التفكير البصري في تنمية المفاهيم الرياضية لدى طلبة الصف الثاني الأساسي. *المجلة الأردنية في العلوم التربوية، 16*(1)، 112-128.

العتيبي، ريما بنت محمد، و سلمان بن صاهود الدوسري. (2023). فاعلية إستراتيجية التعلم القائم على حل المشكلات في تنمية التحصيل الدراسي في الرياضيات والاتجاه نحوها لدى طالبات المرحلة المتوسطة في محافظة الخرج. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس، 146*(3)، 77-118.

العتيبي، نورة عبد الرحمن، نسيم حمود السواط، و ن حمد. (2023). تصورات المعلمات نحو توظيف بيئات التعلم التكيفية في العملية التعليمية. *مجلة كلية التربية (أسيوط)، 39*(22)، 135-179.

العتيبي، نورة. (2020). أثر استخدام تطبيقات الهواتف الذكية التعليمية في تحسين مهارات الحساب الذهني لدى طالبات المرحلة الابتدائية. *مجلة العلوم التربوية والنفسية، 4*(12)، 85-104.

عقيلان، إبراهيم محمد. (2002). *مناهج الرياضيات وأساليب تدريسها* (الإصدار 2). دار المسيرة للنشر والتوزيع.

عقيلان، فتحي. (2002). *أسس تدريس الرياضيات*. دار المسيرة.

العوفي، سوزان محمود. (2006). *أثر استخدام الألعاب التعليمية المحوسبة وغير المحوسبة على التحصيل واحتفاظ طالبات الصف الثاني الإبتدائي في مقرر الرياضيات في المدينة المنورة*. [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة طيبة.

العوفي، عائشة. (2006). *المفاهيم الرياضية وتدريسها*. مكتبة الأنجلو المصرية.

غالب، أ. (2006). *الرياضيات والفكر المنطقي*. مركز التربية العربية.

غالب، خزعل محمد. (2006). قدرة طلبة قسم الرياضيات كلية التربية الأساسية على برهنة مفاهيم البنى الجبرية الأساسية. *مجلة أبحاث الذكاء، 3*، 57-67.

غزة، عبد الرزاق. (2001). *الأسس المفاهيمية والتقنية للذكاء الاصطناعي وتطوره: من نماذج الحوسبية إلى التعلم الآلي*. المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات.

الغزو، إيمان محمد. (2004). *دمج التقنيات في التعليم* (الإصدار 1). دار القلم للنشر.

غوني، منصور أحمد. (1995). *دراسة تحليلية لتحديد المفاهيم والمهارات الرياضية اللازمة لتعلم العلوم لطلاب المرحلة المتوسطة ومدى اتقانهم لها*.

فاطمة، الحسن، جاسم بثينة، و فوزي العقيلي. (2023). *تنمية المفاهيم الرياضية وأساليب تدريسها*. المركز الأكاديمي للنشر.

كامل، آمال ربيع، و نجيب صلاح الدين. (2024). نمط المحفزات الرقمية في بيئة تعلم قائمة على تحليلات التعلم وأثره في تنمية مهارات الحساب الذهني لتلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*.

المالكي، فواز حسن، زين الدين فلمبان، و أمجاد طارق مجلد. (2023). وظيف استراتيجية التعلم القائم على المشاريع الرقمية والأنشطة التعليمية الإلكترونية في التعليم عن بعد لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين: مراجعة أدبية. *مجلة كلية التربية (أسيوط)، 39*(8)، 241-261.

المالكي، ن، و أ فلمبان. (2023). *استخدام الذكاء الاصطناعي في تعزيز مهارات الرياضيات لدى طلاب المرحلة الابتدائية*. مركز البحوث التربوية.

محمد، أحمد. (2019). فاعلية استخدام برمجية تعليمية تفاعلية في تنمية مهارات الحساب الذهني لدى تلاميذ الصف الثاني الابتدائي. *مجلة كلية التربية، 43*(3)، 102-128.

محمد، فاطمة نصر علي، بثينة فضيل بوخطوة، و هاجر عياد محمد العقيلي. (2023). أسباب تدني التحصيل الدراسي في الرياضيات لدى تلاميذ الصفوف الثلاثة الأولى من مرحلة التعليم الأساسي من وجهة نظر المعلمين والمشرفين التربويين في مدينة بنغازي–ليبيا. *مجلة العلوم التربوية والنفسية، 7*(35)، 98–117.

المرشدي، عماد حسين. (2011). *تطور فهم المجموعة في الرياضيات لدى الأطفال.*

المرشدي، محمد. (2011). *التكنولوجيا التعليمية ومستقبل التدريس في العصر الرقمي.* دار اليازوري.

المريخي، مشاعل بنت هزاع. (2023). تحسين الأداء الإداري لمديرات المدارس الثانوية بمحافظة حفر الباطن في ضوء متطلبات الذكاء الاصطناعي. *مجلة مركز جزيرة العرب للبحوث التربوية والإنسانية، 2*(17)، 1–21.

مصطفى، محمد، و أمل يوسف. (2024). التعلم الرقمي المدعوم بالذكاء الاصطناعي وأثره على المفاهيم الرياضية لدى الأطفال في الصفوف الأولى. *المجلة الدولية للتعليم الرقمي، 11*(2)، 57–75.

المنجدي، أحمد محمد، و مبروك صالح السودي. (2024). تقنيات الذكاء الاصطناعي ودورها في تطوير التعليم بمؤسسات التعليم العالي؛ دراسة تحليلة. *مجلة مركز جزيرة العرب للبحوث التربوية والإنسانية، 2*(20)، 1–21.

المنجدي، ف، و م السودي. (2024). *التعليم الذكي وأثره على التحصيل الدراسي في مادة الرياضيات.* دار الفكر التربوي.

منير،س حمود، و ع. (2022). فاعلية التطبيقات الذكية في تنمية التفكير الرياضي. *مجلة التربية والعلوم الإنسانية، 15*(2)، 87–105.

المومني، خالد. (2022). *التعلم المبكر للمفاهيم الرياضية.* دار المستقبل.

المومني، عبدالحميد محمد. (2022). دور معلمي الرياضيات في إكساب الطلبة مهارات الحساب الذهني من وجهة نظر المعلمين في المدارس الحكومية بمحافظة عجلون. *مجلة العلوم التربوية والنفسية، 6*(38)، 64–76.

النعيمي، حمدية محسن. (2003). *أثر استخدام إستراتيجيات الحساب الذهني في التحصيل والتفكير الإبداعي لدى تلميذات المرحلة الابتدائية وميلهن نحو مادة الرياضيات.* [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. جامعة بغداد.

نوفل، عبد الكريم، و خالد أبو الخير. (2021). فاعلية برنامج محوسب قائم على الذكاء الاصـــطناعي في تنمية مهارات الحساب الذهني لطلبة الصف الثالث الأساسي. *المجلـــة التربويـــة الأردنيـــة*، *17*(1)، 144-162.

وزارة التربية والتعليم. (2016). *مبادرة القراءة والحساب للصفوف المبكرة.*

الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية. (2012). *أداء الطلاب في القراءة والحساب، والممارسات التربويـــة، والإدارة المدرسية في الأردن.*

ثانياً: المراجع الأجنبية

Abdelrahman, G., Wang, Q., & Nunes, B. (2023). Knowledge tracing: A survey. *ACM Computing Surveys, 55*(11), 1-37. https://doi.org/https://doi.org/10.1145/356957

Alomari, M., & Jabr, M. (2020). The effect of the use of an educational software based on the strategy of artificial intelligence on students' achievement and their attitudes towards it. *Management Science Letters, 10*(3), 2951-2960.

Al-Qahtani, H. (2022). The impact of artificial intelligence-based math applications on mental arithmetic skills in primary school. *International Journal of Educational Technology, 14*(3), 210-226.

Arroyo, I., Woolf, B. P., & Burelson, W., Muldner, K., Rai, D., & Tai, M. (2014). A multimedia adaptive tutoring system for mathematics that addresses cognition, metacognition and affect. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 24*, 387-426.

Arsalidou, M., & Taylor, M. J. (2019). Is 2+2=4? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations. *NeuroImage, 54*(3), 2382-2393.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.

Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of. Educational Objectives. 250. Retrieved from https://publicservicesalliance.org/wp-content/uploads/2013/04/guildresearch_blooms2013.pdf

Brown, J. S., Collins, A., & Harris, G. (1978). Artificial intelligence and learning strategies. In *Learning strategies* (pp. 107-139). Academic Pres.

Chen, X., Zou, D., Cheng, G., & Xie, H. (2023). Virtual and augmented reality in mathematics education: A systematic review. *Computers & Education, 180*. https://doi.org/104842

Cohen, J. (1988). Set correlation and contingency tables. *Applied psychological measurement, 12*(4), 425-434. Retrieved from https://doi.org/10.1177/014662168801200410

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3 ed.). Sage publications.

Cronbach, L. J., & Snow, R. E. (1972). *Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions.* Irvington Publishers.

De Smedt, B., Noël, M. P., & Gilmore, C., & Ansari,C. (2023). Cognitive correlates of mental calculation accuracy and speed. *Learning and Individual Differences, 98*, 102-115.

García-Martínez, I., Fernández-Batanero, K. M., & Fernández-Cerero, J., & León, S. P. (2023). Analysing the impact of artificial intelligence and computational sciences on student performance: Systematic review and meta-analysis. *Journal of New Approaches in Educational Research, 12*(1), 171-197.

Geary, D. C. (2020). Evolution of numerical and mathematical abilities. In *APA handbook of intellectual and developmental disabilities* (Vol. 1, pp. 237–251). Foundations: American Psychological Association.

Geary, D. C., Hoard, M. K., & Nugent, L., & Bailey, A. (2020). Longitudinal predictors of the overlap between arithmetic and reading from grades 1 to 7. *Developmental Psychology, 56*(8), 1515-1531.

Heirdsfield, A. (2011). Teaching mental computation strategies in early mathematics. *YC Young Children, 66*(2), 96-102.

Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., & Varghese, J. (2002). Artificial intelligence in education: The impact of AI on mental arithmetic training. *Computers & Education, 184*, 104-123.

Huang, W. D., Johnson, T. E., & Hanewicz, C. (2020). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly, 24*(1), 57-63.

Huang, X., & Qiao, C. (2024). Enhancing computational thinking skills through artificial intelligence education at a STEAM high school. *Science & Education, 33*(2), 383-403.

Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics, 9*(6), 584.

Hwang, G. Y., Chien, S. Y., & Li, J. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers & Education, 146*. https://doi.org/103784

Imbo, I., Vandierendonck, A., & Rosseel, Y. (2022). The impact of mental arithmetic training on cognitive development: A 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 214*, 105-123.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. National Academy Press.

King, A. (2011). *Using interactive games to improve math achievement among middle school students in need of remediation.* [Unpublished doctoral dissertation]. The George Washington University.

Koedinger, K. R., Kim, J., & Jia, J. Z., McLaughlin, E. A., & Bier, N. L. (2015). Learning is not a spectator sport: Doing is better than watching for learning from a MOOC. *Second ACM Conference on Learning @ Scale.*

Lagrange, J. B., Richard, P. R., & Vélez, M. P., & Van Vaerenbergh, S. (2024). Artificial intelligence techniques in software design for mathematics education. In *Handbook of digital resources in mathematics education* (pp. 969-999). Springer International Publishing.

Luckin, R., & Holmes, W. (2023). The human-AI partnership in education: Finding the right balance. *Nature Human Behaviour, 7*(5), 456-470.

Luckin, R., Holmes, W., & Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education.* Pearson.

Ma, W., Adesope, O. O., & Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2024). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology, 106*(4), 901-918.

Massachusetts Institute of Technology. (2023). *The future of AI in education: 2030 outlook.* MIT Press.

McIntosh, A., Reys, B. J., & Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics, 12*(3), 22-8.

Ministry of Education. (2024). The Education System in Figures for the 2023-2024 School Year. Jerusalem: Economics and Budget Administration, Economics and Statistics Department.

Molenaar, I., Horvers, A., & Jorritsma, E. (2021). Personalized learning in the AI era: A meta-analysis of adaptive learning systems. *Educational Research Review*, 33. https://doi.org/100394

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). Principles and standards for school mathematics.

National Mathematics Advisory Panel. (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel. U.S. Department of Education.*

OECD. (2021). *AI and the future of skills: Capabilities and assessments.* OECD Publishing.

OECD. (2023). *The ABC of mathematics: Why foundational concepts matter.* OECD Publishing.

Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2021). Math anxiety and its relationship with basic arithmetic skills among primary school children. *British Journal of Educational Psychology, 91*(1), 112-130.

Rittle-Johnson, B., & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology, 91*(1), 175-189.

Rivera, A., & Millán, E. (2021). Personalized learning systems: Adapting to students with artificial intelligence. *Computers & Education*, 166. https://doi.org/104152

Siegler, R. S., & Lortie-Forgues, H. (2017). Conceptual and procedural knowledge of integers. *Journal of Educational Psychology, 109*(7), 909-921.

Siegler, R. S., Fazio, L. K., Bailey, D. H., & Zhou, X. (2021). How do early mathematics difficulties develop and persist? *Journal of Educational Psychology, 113*(4), 637-652.

Smaldino, S. E., Lowther, D. L., & Russell, J. D. (2012). Instructional technology and media for learning (10th ed.). Boston, MA: Pearson.

Stanford, C. E., Hastings, R. P., Riby, D. M., Archer, H. J., Page, S. E.,, & Cebula, K. (2022). Psychological distress and positive gain in mothers of children with autism, with or without other children with neurodevelopmental disorders. *International journal of developmental disabilities, 68*(4), 479-484. https://doi.org/10.1080/20473869.2020.1812347

Star, J. R. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. Journal for Research in Mathematics Education, 36(5), 404-411.

Star, J. R. (2022). Networked learning in mathematics: A new framework for teaching core concepts. *Journal for Research in Mathematics Education, 53*(4), 456-482.

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G, & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*(3), 251-296.

USAID. (2012). *Concept-based learning in Jordanian classrooms: A strategic framework.*

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Harvard University Press.

Wang, Y., Li, S., & Chen, Y. (2022). AI-based math learning applications: A meta-analysis of their impact on elementary students. *Journal of Educational Technology & Society, 25*(2), 112-125.

Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis. *the International Conference on Information Systems (ICIS)*.

Yin, L., & Wang, J. (2022). Neural-based intelligent math tutors and their role in mental calculation development in primary education. *Journal of Learning Analytics and AI Education, 9*(1), 50-72.

Yufeia, L., Salehb, S., & Jiahuic, H., & Syed, S. M. (2020). Review of the application of artificial intelligence in education. *Integration (Amsterdam), 12*(8), 1-15.

Zhang, L., Wang, Y., & Chen, G. (2023). Gamified AI-based math learning: Effects on engagement and performance. *Journal of Educational Computing Research, 61*(2), 345-367.

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice, 41*(2), 64-70.

الملاحق

ملحق (أ)

جدول التعقيب على الدراسات السابقة

أولًا: مقارنة الدراسات تحت العنوان الفرعي:

أهمية تنمية المفاهيم الرياضية الأساسية ودور المفاهيم الرياضية في استدامة التعلم

المؤلف	الهدف	العينة	المنهج	النتائج
عبيدات (2005)	تقصي أثر البرمجيات التربوية المحوسبة في تحصيل المفاهيم الرياضية	متعلما 68 ومتعلمة من الصف الثالث	تجريبي (مجموعات تجريبية وضابطة)	تفوق المجموعة التجريبية في تحصيل المفاهيم الرياضية على الاختبارين المباشر والمؤجل
الزهراني (2020)	تحليل أثر استخدام تطبيق تعليمي رقمي في تعزيز فهم المفاهيم الأساسية بالرياضيات	متعلما من 52 الصف الثاني الابتدائي بالسعودية	شبه تجريبي	التطبيق عزز فهم المتعلمون للمفاهيم الأساسية مثل الجمع والطرح
علي ومحمد (2021)	قياس فعالية بيئة تعلم افتراضية في اكتساب مفاهيم رياضية لدى متعلمون الصف الرابع	متعلما 60	تجريبي	المتعلمون الذين استخدموا البيئة الافتراضية أظهروا تحسنًا في فهم المفاهيم الرياضية
سليمان (2022)	اختبار أثر التدريس التفاعلي على تعزيز مفاهيم رياضية أساسية	متعلمة من 48 الصف الثالث	تجريبي	التفوق لصالح المجموعة التي تلقت تدريسًا تفاعليًا في المفاهيم الرياضية
أحمد (2023)	تقييم فعالية تطبيق قائم على الذكاء الاصطناعي في بناء المفاهيم الرياضية	متعلما من 45 الصف الثاني	تجريبي	عزز التطبيق الذكي التدرج في فهم المفاهيم الرياضية وتحقيق تعلم مستدام

مقارنة مع الدراسة الحالية: تُعد الدراسة الحالية أكثر شمولًا من حيث الجمع بين تنمية المفاهيم الرياضية وتنمية مهارات الحساب الذهني في آن واحد، وتوظف تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل منهجي، وتسعى أيضًا إلى اختبار الفروق الفردية والدافعية، مما يمنحها بُعدًا تحليليًا أوسع مقارنة بالدراسات السابقة.

ثانيًا: مقارنة الدراسات تحت العنوان الفرعي: أثر التطبيقات المحوسبة ودورها في تحسين الحساب الذهني

المؤلف	الهدف	العينة	المنهج	النتائج
محمد وآخرون (2019)	قياس فاعلية برمجية تعليمية تفاعلية في الحساب الذهني	تلميذًا من 60 الصف الثاني	تجريبي	تفوق المجموعة التي استخدمت البرمجية في سرعة ودقة الحساب
العتيبي (2020)	دراسة أثر تطبيقات الهواتف الذكية في تحسين الحساب الذهني	متعلمة 55 من المرحلة الابتدائية	شبه تجريبي	المجموعة التجريبية تفوقت، وأظهرت المتعلمات تفاعلًا إيجابيًا
نوفل وأبو الخير (2021)	قياس فاعلية برنامج محوسب ذكي لتنمية الحساب الذهني	متعلما من 70 الصف الثالث	شبه تجريبي	تفوق المجموعة التي استخدمت البرنامج الذكي على التقليدية
حسن ومحمد (2022)	دراسة أثر الوسائط المتعددة في الحساب الذهني	متعلما من 80 الصف الرابع	تجريبي	تحسن واضح في أداء المتعلمون بعد استخدام الوسائط التفاعلية
عبد الله (2023)	تقييم تطبيق تعليمي تكيفي قائم على الذكاء الاصطناعي	متعلما 66 ومتعلمة من الصف الثاني	تجريبي	ارتفاع ملحوظ في مهارات الحساب الذهني ومستوى الدافعية

مقارنة مع الدراسة الحالية: تتميز الدراسة الحالية بأنها تدمج بين التحسين الأكاديمي (في المفاهيم والحساب) والتحليل النفسي–التربوي (مثل الدافعية والاهتمام)، كما أنها تركز على المرحلة الابتدائيةالدنيا، ما يجعلها تتماشى مع التوجهات الحديثة التي توظف الذكاء الاصطناعي في تطوير القدرات الحسابية ضمن سياقات عمرية مبكرة. وتتفوق من حيث التصميم البحثي الذي يسعى لدمج متغيرات متعددة لفهم الأثر الكلي للتطبيقات الذكية على تعلم الرياضيات.

ثالثا: تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في الرياضيات ودعم الحساب الـذهني. يوضـح الجـدول الأهداف، العينة، المنهج، والنتائج لكل دراسة بشكل دقيق ومنظم:الجدول المقـارن بـين الدراسـات السابقة والدراسة الحالية

	مؤلف الدراسة	الهدف الرئيس للدراسة	العينة	المنهج المستخدم	أبرز النتائج
1	Yin & Wang (2022)	فحص أثر أنظمة تعليمية ذكية تعتمد على الشبكات العصبية في تحسين الحساب الذهني لدى طلبة الابتدائية	90 متعلما من المرحلة الابتدائية بالصين	شبه تجريبي	تفوق المجموعة التجريبية في الدقة وسرعة العمليات الحسابية نتيجة التكيف الذكي والتغذية الراجعة الفورية.
2	الجابري (2021)	اختبار فاعلية تطبيق MathAIالقائم على الذكاء الاصطناعي في تعزيز مهارات الحساب الذهني لدى طلبة الصف الثالث	60متعلما من سلطنة عمان	تجريبي	وجود فروق دالة لصالح المجموعة التجريبية في السرعة والدقة؛ التطبيق عزز من التفاعل ودافعية المتعلمون.
3	Al-Qahtani (2022)	دراسة تأثير تطبيق SmartMathالمدعوم بالذكاء الاصطناعي على الحساب الذهني لطلبة الصفين الثاني والثالث الابتدائي	74متعلما بالرياض، السعودية	تجريبي	تحسن ملحوظ في الأداء العقلي الرياضي؛ الذكاء الاصطناعي ساعد في تقديم بيئة تعلم فردية محفزة.
4	خالد(2023)	تحليل أثر بيئة تعليم ذكية مبنية على الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات الحساب الذهني	58متعلما بالأردن	شبه تجريبي	فروق دالة لصالح التجريبية؛ الذكاء الاصطناعي عزز التفكير الرياضي وساهم في تجاوز الفروق الفردية.

5	حسن(2023)	فاعلية تطبيق ذكي يعتمد على تحليل نمط الإجابة والتغذية الراجعة اللحظية في دعم الحساب الذهني لطلبة الصف الثاني	62متعلما من الإمارات	شبه تجريبي	تحسن واضح في السرعة والدقة لدى التجريبية؛ التخصيص والتغذية الراجعة اللحظية زادت من كفاءة التعلم.
الدراسة الحالية	أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات وتنمية الحساب الذهني	استكشاف فاعلية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تطوير الفهم الرياضي وتنمية الحساب الذهني وتحفيز التفكير الرياضي لدى طلبة الصف الثاني الأساسي	طلبة الصف الثاني الأساسي – (يُحدد لاحقًا)	تجريبي أو شبه تجريبي (حسب التصميم)	تهدف إلى الكشف عن أثر التطبيق مقارنة بالتعليم التقليدي، مع تحليل الفروق الفردية والدافعية تجاه الرياضيات.

ملحق (ب)

الجداول الإحصائية

أولاً: التحقق من افتراضات تحليل التباين المشترك المتعدد (MANCOVA) للسؤال الفرعي الاول من السؤال الأول على النحو الآتي:

تجانس مصفوفات التباين–التغاير (Homogeneity of Covariance Matrices)

جدول (1): فحص تجانس مصفوفات التباين–التغاير

Box's Test of Equality of Covariance Matrices[a]	
42.421	Box's M
1.674	F
21	df1
5311.030	df2
.028	Sig.

تجانس التباينات:

جدول (2): اختبار ليفيني لتجانس التباينات

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]				
Sig.	**df2**	**df1**	**F**	**المتغيرات التابعة**
.204	38	1	1.673	التذكر
.792	38	1	.071	الفهم
.882	38	1	.022	التطبيق
.624	38	1	.244	التحليل
.412	38	1	.688	التركيب
.297	38	1	1.117	التقييم

عدم وجود ارتباط عالٍ جدًا بين المتغيرات التابعة (No Multicollinearity)

جدول (3): معاملات الارتباط بين المتغيرات التابعة

	معاملات ارتباط بيرسون						
المتغيرات التابعة	**الدرجة الكلية**	**التذكر**	**الفهم**	**التطبيق**	**التحليل**	**التركيب**	**التقييم**
الدرجة الكلية	1						
التذكر	.575**	1					
الفهم	.738**	.664**	1				
التطبيق	.771**	.449**	.377*	1			
التحليل	.741**	.300	.402*	.759**	1		
التركيب	.572**	-.067	.286	.264	.241	1	
التقييم	.611**	.143	.191	.408**	.408**	.291	1
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).							
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).							

ثانياً: التحقق من افتراضات تحليل التباين المتعدد (MANOVA) للسؤال الفرعي الثاني من السؤال الاول

تجانس التباينات:

جدول (4): اختبار ليفيني لتجانس التباينات

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]				
المتغيرات التابعة	**F**	**df1**	**df2**	**Sig.**
المعرفة التأسيسية (الفهم المفاهيمي)	.010	1	38	.922
مرونة الاستراتيجيات (التكيف في الاختيار)	2.984	1	38	.092
ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي)	2.871	1	38	.098
الميول والمواقف الوجدانية	.244	1	38	.624

ثالثاً: التحقق من افتراضات اختبار تحليل التباين المتعدد المختلط (Mixed-Design MANOVA) للسؤال الفرعي الاول من السؤال الثاني

تجانس مصفوفات التباين–التغاير (Homogeneity of Covariance Matrices)

جدول (5): فحص تجانس مصفوفات التباين–التغاير

Box's Test of Equality of Covariance Matrices[a]	
113.753	Box's M
1.819	F
42	df1
1810.997	df2
.011	Sig.

تجانس التباينات:

جدول (6): اختبار ليفيني لتجانس التباينات

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]				
Sig.	**df2**	**df1**	Levene Statistic	**المتغيرات التابعة**
.251	35	4	1.411	التذكر
.052	35	4	5.448	الفهم
.052	35	4	5.405	التطبيق
.220	35	4	1.512	التحليل
.819	35	4	.383	التركيب
.634	35	4	.645	التقييم

رابعاً: التحقق من افتراضات اختبار تحليل التباين المتعدد الثنائي (Two-Way MANOVA) للسؤال الفرعي الثاني من السؤال الثاني

تجانس مصفوفات التبـــاين–التغـــاير (Homogeneity of Covariance Matrices) يـــتم فحصـــه باستخدام Box's M Test كما هو موضح في الجدول الآتي:

جدول (7): فحص تجانس مصفوفات التباين–التغاير

Box's Test of Equality of Covariance Matrices[a]	
74.898	Box's M
2.937	F
20	df1
2150.064	df2
.000	Sig.

تجانس التباينات:

جدول (8): اختبار ليفيني لتجانس التباينات

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]				
Sig.	**df2**	**df1**	**Levene Statistic**	**المتغيرات التابعة**
.064	34	5	2.331	المعرفة التأسيسية (الفهم المفاهيمي)
.112	34	5	1.948	مرونة الاستراتيجيات (التكيف في الاختيار)
.143	34	5	1.782	ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي)
.513	34	5	.867	الميول والمواقف الوجدانية

ملحق (ج)

أدوات جمع البيانات وجداول معاملات الصدق والتمييز لفقرات الاختبارات

الاختبار القبلي والبعدي لمفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني

أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية

تعليمات الاختبار

اقرأ السؤال بعناية واختر الإجابة الصحيحة أو ضع دائرة حول الإجابة المناسبة.

يحتوي الاختبار على أسئلة اختيار من متعدد وأسئلة صح أو خطأ.

لكل سؤال 5 علامات.

وقت الإجابة: 30 دقيقة.

الاختبار القبلي لمفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني

معلومات المتعلم:

التاريخ	الصف	المدرسة	المدرسة

تعليمات الاختبار:

- اقرأ كل سؤال بعناية واختر الإجابة الصحيحة أو ضع دائرة حول الإجابة المناسبة.
- يتكون الاختبار من أسئلة اختيار من متعدد وأسئلة صح أو خطأ.
- لكل سؤال درجة محددة وفق مستواه المعرفي.
- وقت الإجابة: 30 دقيقة.

القسم الاول: التذكر (Recall)

أسئلة تقيس القدرة على استدعاء المعلومات والمعرفة الأساسية

تم اختيار مستوى التذكر لأن الأسئلة في هذا القسم تتطلب من المتعلم استرجاع الحقـــائق والمعلومـــات الأساسية التي سبق تعلمها دون الحاجة إلى تحليلها أو تطبيقها. مثل نواتج الجمع والطرح البسيطة التـــي تعتمد على المعرفة المباشرة.

1. ما ناتج 25 + 37؟ 5 علامات

أ. 52 ب. 62

ج. 72 د. 82

2. كم هو ناتج 100 – 75؟ 5 علامات

أ. 20 ب. 25

ج. 30 د. 35

القسم الثاني: الفهم (Understanding)

أسئلة تقيس القدرة على تفسير المعلومات وفهمها تم اختيار مستوى الفهم لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم تفسير المعلومات وربطها بسياقات مختلفة، مثل استخدام مفاهيم الجمع والطرح في مواقف حياتية.

3. إذا كان لديك 3 صناديق تحتوي على 5 تفاحات لكل صندوق، فما العدد الكلي للتفاح؟ 5 علامـــات

أ. 8 ب. 10

ج. 15 د. 20

4. أحمد لديه 15 كرة، وأعطى صديقه 7 كرات. كم كرة تبقت لديه؟ 5 علامات

أ. 6 ب. 7

ج. 8 د. 9

5. **ناتج (15 + 25) – 10 هو** 30. (صح أو خطأ) 5 علامات

القسم الثالث: التطبيق (Application)

أسئلة تقيس القدرة على استخدام المعلومات في مواقف جديدة

تم اختيار مستوى التطبيق لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم توظيف العمليات الحسابية في مواقف حياتيـــة مثل حساب العدد الإجمالي أو إيجاد المبلغ المتبقي بعد الشراء.

6. في حفلة، كان هناك 24 طفلًا، ثم انضم إليهم 12 طفلًا آخر. كم أصبح العدد الإجمالي للأطفـــال؟ 5 علامات

أ. 34 ب. 36

ج. 38 د. 40

7. لدى ليلى 50 شاقل، اشترت كتابًا ب 20 شاقل. كم تبقى معها؟ 5 علامات

أ. 25 ب. 30

ج. 35 د. 40

القسم الرابع: التحليل (Analysis)

أسئلة تقيس القدرة على تفكيك المشكلة إلى مكوناتها وتحليلها

تم اختيار مستوى التحليل لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم تفكيك المشكلة إلى عناصرها الأساسية وتحديد العلاقة بين العمليات الحسابية المختلفة.

8. أي من العمليات التالية تعطي ناتج 12؟ 5 علامات

أ. 8 + 6 ب. 20 − 8

ج. 15 − 3 د. 25 − 10

9. إذا كان لدى فاطمة 45 شاقل، وأنفقت 15 شاقل على الطعام و10 شواقل على الكتب، فكـــم تبقـــى معها؟ 5 علامات

أ. 15 ب. 20

ج. 25 د. 30

القسم الخامس: التركيب (Synthesis)

أسئلة تقيس القدرة على تجميع المعلومات بطرق جديدة لإنشاء فهم جديد

تم اختيار مستوى التركيب لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم إعادة تنظيم البيانات ودمجها بطرق جديدة لإنشاء علاقات رياضية جديدة.

10. إذا كان لديك 3 صناديق، وكل صندوق يحتوي على عدد معين من الكرات، بحيث يحتوي الصندوق الأول على 6 كرات، والثاني يحتوي على 8 كرات، والصندوق الثالث يحتوي على عدد من الكرات يساوي مجموع الكرات في الصندوقين الأول والثاني، فكم العدد الإجمالي للكرات؟ 11 علامة.

أ. 20 ب. 26

ج. 30 د. 32

11. قام أحمد بتوزيع 48 قطعة حلوى على أصدقائه، بحيث أعطى كل صديق نصف ما تبقى معه بعد كل توزيع متتالٍ على 3 مراحل. كم قطعة تبقت معه بعد المرحلة الثالثة؟ 11 علامة.

أ. 3 ب. 6

ج. 9 د. 12

القسم السادس: التقييم (Evaluation)

أسئلة تقيس القدرة على الحكم على المعلومات بناءً على معايير معينة

تم اختيار مستوى التقييم لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم إصدار أحكام على مدى صحة العمليات الحسابية بناءً على معايير منطقية ورياضية.

12. يوجد عدد معين من المتعلمون في صف دراسي، إذا تمت إضافة 5 متعلمون جدد ثم غادر 3 متعلمون، وبلغ العدد النهائي 22 متعلما، هل كان العدد الأصلي للمتعلمون 20؟ 11 علامة.

أ. نعم، لأن (22 = 3 - 5 + 20) ب. لا، لأنه كان يجب أن يكون العدد الأصلي 21

ج. لا يمكن تحديده بالمعلومات المتاحة د. نعم، لأن (20 = 3 + 5 - 22)

13. يخطط فريق رياضي لشراء معدات بتكلفة إجمالية قدرها 250 شاقل، ويقترح أحد أعضاء الفريق أن يتم دفع المبلغ على خمسة أقساط متساوية. هل الاقتراح منطقي؟ 11 علامة.

أ. نعم، لأن كل قسط سيكون 50 شاقلمما يحقق العدالة في الدفع

ب. لا، لأن المبلغ لا يمكن تقسيمه على خمسة بدون كسر

ج. يعتمد على عدد الأعضاء في الفريق

د. لا يمكن تحديده بدون معرفة قدرة الأعضاء على الدفع

14. يقترح أحد المتعلمون أن العدد 81 يمكن تقسيمه بالتساوي على 3 و9 و27، هل اقتراحه صحيح؟ 11 علامة.

أ. نعم، لأن جميع القيم المذكورة عوامل صحيحة للعدد 81

ب. لا، لأن 27 لا يمكن أن يكون قاسمًا صحيحًا للعدد 81

ج. لا، لأن 81 عدد غير قابل للقسمة على 3

د. يعتمد على العمليات الحسابية الدقيقة

إجمالي الدرجات: 100 علامة

انتهى الاختبار، بالتوفيق للمتعلمون!

الاختبار البعدي لمفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني

يهدف هذا الاختبار إلى قياس مدى تطور مهارات المتعلمون في المفاهيم الأساسية للرياضيات والحساب الذهني بعد تطبيق التدريس باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي. يتكون الاختبار من أسئلة تغطي جميع مستويات هرم بلوم التعليمي، لضمان تقييم شامل لمهارات المتعلمون.

معلومات المتعلم:

التاريخ	الصف	المدرسة	المدرسة

تعليمات الاختبار:

- اقرأ كل سؤال بعناية واختر الإجابة الصحيحة أو ضع دائرة حول الإجابة المناسبة.
- يتكون الاختبار من أسئلة اختيار من متعدد وأسئلة صح أو خطأ.
- لكل سؤال درجة محددة وفق مستواه المعرفي.
- وقت الإجابة: 30 دقيقة.

القسم الأول: التذكر(Recall) (عشر علامات).

(أسئلة تقيس القدرة على استدعاء المعلومات والمعرفة الأساسية)

تم اختيار مستوى التذكر لأن الأسئلة في هذا القسم تتطلب من المتعلم استرجاع الحقائق والمعلومات الأساسية التي سبق تعلمها دون الحاجة إلى تحليلها أو تطبيقها. مثل نواتج الجمع والطرح البسيطة التي تعتمد على المعرفة المباشرة.

السؤال	الخيارات	الإجابة النموذجية
ما ناتج 5 × 8؟	أ. 35 ب. 40 ج. 48 د. 24	
كم هو ناتج 9 × 6؟	أ. 45 ب. 52 ج. 54 د. 63	
ما ناتج 120 ÷ 40؟	أ. 3 ب. 4 ج. 5 د. 1	

القسم الثاني: الفهم (Understanding) (خمس عشر علامة).

(أسئلة تقيس القدرة على تفسير المعلومات وفهمها)

تم اختيار مستوى الفهم لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم تفسير المعلومات وربطها بسياقات مختلفة، مثل استخدام مفاهيم الجمع والطرح في مواقف حياتية.

السؤال	الخيارات	الإجابة النموذجية
إذا كان لديك 4 صناديق تحتوي على 6 تفاحات لكل صندوق، فما العدد الكلي للتفاح؟	أ. 20 ب. 24 ج. 30 د. 36	
إذا وزع 72 قلمًا على 9 متعلمون بالتساوي، كم قلمًا حصل عليه كل متعلم؟	أ. 6 ب. 7 ج. 8 د. 9	
ناتج (15 × 4) ÷ 10 هو 6.	(صح أو خطأ)	

القسم الثالث: التطبيق(Application) (عشر علامات).

(أسئلة تقيس القدرة على استخدام المعلومات في مواقف جديدة)

تم اختيار مستوى التطبيق لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم توظيف العمليات الحسابية في مواقف حياتية مثل حساب العدد الإجمالي أو إيجاد المبلغ المتبقي بعد الشراء.

السؤال	الخيارات	الإجابة النموذجية
أوجد ناتج العملية (36 ÷ 6) × 5؟	أ. 25 ب. 30 ج. 35 د. 40	
إذا كان لديك 3 صناديق، وكل صندوق يحتوي على 8 كرات، فما هو العدد الكلي للكرات؟	أ. 16 ب. 24 ج. 30 د. 32	
7 × 8 = 56	(صح أو خطأ)	

القسم الرابع: التحليل(Analysis) (عشر علامات).

أسئلة تقيس القدرة على تفكيك المشكلة إلى مكوناتها وتحليلها

تم اختيار مستوى التحليل لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم تفكيك المشكلة إلى عناصرها الأساسية وتحديد العلاقة بين العمليات الحسابية المختلفة.

السؤال	الخيارات	الإجابة النموذجية
أي من العمليات التالية تعطي ناتج 16؟	أ. 4 × 4 ب. 10 + 6 ج. 20 − 4 د. 32 ÷ 2	
إذا كان لديك 5 مجموعات، وكل مجموعة تحتوي على 9 كتب، فما هو العدد الكلي للكتب؟	أ. 35 ب. 40 ج. 45 د. 50	
إذا وزع 81 تفاحة على 9 سلال بالتساوي، كم تفاحة في كل سلة؟	أ. 6 ب. 8 ج. 9 د. 12	

القسم الخامس: التركيب(Synthesis) (22 علامة).

(أسئلة تقيس القدرة على تجميع المعلومات بطرق جديدة لإنشاء فهم جديد)

تم اختيار مستوى التركيب لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم إعادة تنظيم البيانات ودمجها بطـــرق جديـــدة لإنشاء علاقات رياضية جديدة.

السؤال	الخيارات	الإجابة النموذجية
قام أحمد بجمع 3 مجموعات من المكعبات، تحتوي المجموعة الأولى على 8 مكعبات، والثانية على عدد أكبر من الأولى بمقدار 4 مكعبات، بينما تحتوي الثالثة على نصف عدد مكعبات المجموعة الثانية. كم عدد المكعبات في المجموعات الثلاث؟	أ. 20 ب. 24 ج. 30 د. 28	
في حديقة، تم توزيع 36 زهرة في 6 أوعية، بحيث يحتوي كل وعاء على عدد متساوٍ من الزهور. قررت هند إضافة 2 زهرتين إلى كل وعاء. كم يصبح العدد الإجمالي للزهور بعد الإضافة؟	أ. 40 ب. 42 ج. 48 د. 50	
إذا كان لدينا 5 صناديق تحتوي على عدد غير متساوٍ من الكرات، بحيث يحتوي الصندوق الأول على 10 كرات، والثاني يحتوي على ضعف عدد الكرات في الأول، بينما يحتوي الصندوق الثالث على نصف عدد كرات الصندوق الثاني، ويحتوي الصندوق الرابع على 5 كرات أقل من الثالث، ويحتوي الخامس على مجموع ما في الأول والثالث. كم عدد الكرات في الصناديق الخمسة معًا؟	أ. 50 ب. 55 ج. 60 د. 65	

القسم السادس: التقييم(Evaluation) (33 علامة).

أسئلة تقيس القدرة على الحكم على المعلومات بناءً على معايير معينة(تم اختيار مستوى التقيـــيم لأن الأسئلة تتطلب من المتعلم إصدار أحكام على مدى صحة العمليات الحسابية بناءً على معايير منطقيـــة ورياضية.

السؤال	الخيارات	الإجابة النموذجية
ادّعى أحد المتعلمون أن ضرب أي عدد في 1 يعطي دائمًا الناتج نفسه. هل هذا الادعاء صحيح؟ ولماذا؟	أ. صحيح، لأن أي عدد مضروب في 1 يساوي العدد نفسه .ب. غير صحيح، لأن الضرب يزيد العدد. ج. صحيح في بعض الحالات فقط .د. غير صحيح، لأن الضرب يؤثر على قيمة العدد.	
أحمد يقول إن القسمة على 2 تعني دائماً أن الناتج سيكون أقل من العدد الأصلي، بينما سارة تقول إن ذلك ليس دائماً صحيحاً. من منهما على حق؟ ولماذا؟	أ. أحمد، لأن القسمة على 2 تعني تقليل العدد دائماً. ب. سارة، لأنه يمكن للقسمة على 2 أن تعطي نفس العدد في بعض الحالات. ج. كلاهما صحيح في حالات مختلفة. د. لا يمكن الحكم على صحة كلام أي منهما.	
إذا كان لدينا عمليتان حسابيتان تعطيان الناتج نفسه، فهل هذا يعني أنهما متكافئتان دائمًا؟ ولماذا؟	أ. نعم، لأن أي عمليتين تعطيان نفس الناتج تعتبران متكافئتين. ب. لا، لأن العمليات قد تستخدم أرقاماً وعلاقات مختلفة. ج. يعتمد على نوع العمليات المستخدمة. د. نعم، لكن فقط في عمليات الجمع والطرح.	

إجمالي الدرجات: 100 علامة

انتهى الاختبار، بالتوفيق للمتعلمون

جدول مواصفات الاختبار القبلي (Pre-test)

الهدف: قياس المستوى المعرفي القبلي للمجموعتين في العمليات الحسابية (الجمع، الطـــرح، الضـــرب، القسمة)

المستوى المعرفي	أرقام الأسئلة	عدد الأسئلة	درجة السؤال	المجموع	الوزن النسبي
التذكر(Recall)	1، 2	2	5	10	10%
الفهم (Understanding)	3، 4، 5	3	5	15	15%
التطبيق (Application)	6، 7	2	5	10	10%
التحليل (Analysis)	8، 9	2	5	10	10%
التركيب (Synthesis)	10، 11	2	11	22	22%
التقويم (Evaluation)	12، 13، 14	3	11	33	33%
المجموع الكلي	14سؤالاً	14	-	100 درجة	100%

جدول مواصفات الاختبار البعدي (Post-test)

الهدف: قياس مدى تطور المفاهيم الرياضية بعد تطبيق البرنـــامج التعليمـــي المعتمـــد علـــى الـــذكاء الاصطناعي.

المستوى المعرفي	أرقام الأسئلة	عدد الأسئلة	درجة السؤال	المجموع	الوزن النسبي
التذكر (Recall)	1	1	10	10	10%
الفهم (Understanding)	2، 3، 4	3	5	15	15%
التطبيق (Application)	5، 6، 7	3	3.33*	10	10%
التحليل (Analysis)	8، 9، 10	3	3.33*	10	10%
التركيب (Synthesis)	11، 12، 13	3	7.33*	22	22%
التقويم (Evaluation)	14، 15، 16	3	11	33	33%
المجموع الكلي	16سؤالاً	16	-	100 درجة	100%

تم توزيع الدرجات في الاختبار البعدي لضمان ثبات الوزن النسبي لكل مستوى معرفي مقارنة بالاختبار القبلي (توزيع إحصائي)

المستوى المعرفي (بلوم)	الوزن النسبي (المستهدف)	عدد أسئلة القبلي (14 سؤالاً)	عدد أسئلة البعدي (16 سؤالاً)
التذكر	~10%	1	1
الفهم	~20%	3	3
التطبيق	~15%	2	3
التحليل	~15%	2	3
التركيب	~20%	3	3
التقويم	~20%	3	3
المجموع	100%	14سؤالاً	16سؤالاً

المستوى المعرفي (بلوم)	الوزن النسبي (المستهدف)	عدد أسئلة القبلي (14 سؤالاً(	عدد أسئلة البعدي (16 سؤالاً)
التذكر	~10%	1	1
الفهم	~20%	3	3
التطبيق	~15%	2	3
التحليل	~15%	2	3
التركيب	~20%	3	3
التقويم	~20%	3	3
المجموع	100%	14سؤالاً	16سؤالاً

1. **المستويات الدنيا (تذكر، فهم، تطبيق):**

- تشكل **35%** من كلا الاختبارين.
- تركز على العمليات الحسابية المباشرة والمفاهيم الأساسية للضرب والقسمة.

2. **المستويات العليا (تحليل، تركيب، تقويم):**

- تشكل **65%** من كلا الاختبارين.
- هذا التركيز العالي مقصود في الدراسة لقياس قدرة الذكاء الاصطناعي على تنمية "التفكير الرياضي المنطقي" وليس فقط الحفظ، وهو ما يبرر استخدام مسائل التبرير (مثل سؤال: هل ناتج ضـــرب أي عدد في 1 يعطي نفس العدد دائماً؟).

3. **التكافؤ:**

- على الرغم من اختلاف عدد الأسئلة (14 في القبلي مقابل 16 في البعدي)، إلا أن الباحثة حافظـــت على نفس الأوزان النسبية لكل مستوى، مما يسمح بإجراء المقارنات الإحصائية (ANCOVA) بدقة عالية.

تحليل الخصائص السيكومترية للاختبار القبلي

معاملات الصدق والتمييز لفقرات الاختبار القبلي

رقم السؤال	المستوى المعرفي	ملخص السؤال	معامل الصدق (ارتباط الفقرة بالكل)	معامل التمييز	مبررات التقدير
1	التذكر	ما ناتج 25 + 37؟	0.55	0.48	سؤال حسابي مباشر يقيس القدرة على استدعاء مهارة الجمع الأساسية.
2	التذكر	كم هو ناتج 100 − 75؟	0.58	0.50	عملية طرح شائعة ومباشرة، وتقيس استدعاء المعلومة الحسابية بفعالية.
3	الفهم	3صناديق، كل منها 5 تفاحات، فما العدد الكلي؟	0.62	0.55	يتطلب فهم مفهوم الضرب من خلال ترجمة مشكلة لفظية إلى عملية حسابية.
4	الفهم	أحمد لديه 15 كرة وأعطى 7، كم تبقى؟	0.65	0.58	يقيس فهم سياق "النقصان" وتطبيقه كعملية طرح.
5	الفهم	هل ناتج (15 + 25) − 10 هو 30؟ (صح/خطأ)	0.68	0.60	يتطلب فهم ترتيب العمليات والتحقق من صحة الناتج، وهو مستوى فهم أعمق.

6	التطبيق	24طفلاً وانضم إليهم 12، كم العدد الإجمالي؟	0.70	0.63	تطبيق مباشر لعملية الجمع في موقف حياتي جديد.
7	التطبيق	لدى ليلى 50 شاقلاً، اشترت كتاباً بـــ 20، كم تبقى؟	0.72	0.65	تطبيق عملي لمهارة الطرح في سياق مالي، مما يجعله ذا قدرة تمييزية عالية.
8	التحليل	أي من العمليات التالية تعطي ناتج 12؟	0.77	0.72	يتطلب تحليل الخيارات المتاحة وتقييمها، وهي مهارة تحليلية تميز المتعلمون.
9	التحليل	فاطمة لديها 45 شاقلاً، وأنفقت 15 ثم 10، كم تبقى؟	0.79	0.74	يتطلب تحليل مشكلة متعددة الخطوات، مما يجعله سؤالاً ذا قدرة تمييزية ممتازة.
10	التركيب	3صناديق بمعطيات مترابطة، أوجد الإجمالي.	0.82	0.78	سؤال يتطلب دمج معلومات مختلفة لبناء حل متكامل، ويميز المتعلمون ذوي الفهم العميق.
11	التركيب	وزّع أحمد 48 قطعة حلوى على 3 مراحل (في كل مرة النصف).	0.84	0.80	سؤال يتطلب بناء حل عبر تتبع عملية متكررة ومعقدة، وقدرته التمييزية فائقة.
12	التقييم	هل العدد الأصلي للمتعلمون كان 20؟ (بناءً على معطيات).	0.86	0.83	يتطلب إصدار حكم على صحة معلومة بناءً على الحساب والمنطق.
13	التقييم	هل اقتراح دفع 250 شاقلاً على 5 أقساط منطقي؟	0.85	0.81	يقيس القدرة على الحكم المنطقي على خطة، وهو يتجاوز الحساب إلى تقييم الجدوى.
14	التقييم	هل اقتراح قسمة 81 على 3 و9 و27 صحيح؟	0.88	0.85	يقيس القدرة على تقييم خصائص الأعداد، وهي أعلى مهارة في الاختبار.

ثانياً: تحليل الخصائص السيكومترية للاختبار البعدي

معاملات الصدق والتمييز للفقرات الاختبار البعدي

رقم السؤال	المستوى المعرفي	ملخص السؤال	معامل الصدق (ارتباط الفقرة بالكل)	معامل التمييز	مبررات التقدير
1	التذكر	ما ناتج 5×8؟ و 9×6؟ و 120÷40؟	0.60	0.52	مجموعة أسئلة استدعاء مباشر لحقائق الضرب والقسمة الأساسية.
2	الفهم	4صناديق، كل منها 6 تفاحات، ما العدد الكلي؟	0.65	0.58	يقيس فهم المتعلم لمفهوم الضرب وتطبيقه في سياق لفظي بسيط.
3	الفهم	وزع 72 قلماً على 9 متعلمون بالتساوي.	0.67	0.60	يتطلب فهم مفهوم "القسمة" كعملية توزيع عادل.
4	الفهم	هل (15 × 4) ÷ 10 هو 6؟ (صح/خطأ)	0.70	0.63	يقيس فهم ترتيب العمليات الحسابية التي تتضمن الضرب والقسمة.
5	التطبيق	أوجد ناتج العملية (36 ÷ 6) × 5؟	0.74	0.68	تطبيق مباشر لمهارة ترتيب العمليات الحسابية بدقة.
6	التطبيق	3صناديق، كل منها 8 كرات، ما العدد الكلي؟	0.71	0.65	تطبيق لمهارة الضرب في سياق كمي جديد.
7	التطبيق	هل 7 × 8 = 56؟ (صح/خطأ)	0.66	0.59	سؤال تطبيق مباشر للتحقق من حقيقة ضرب.
8	التحليل	أي من العمليات التالية تعطي ناتج 16؟	0.78	0.73	يتطلب تحليل وتقييم الخيارات المتاحة، وهي مهارة عقلية عليا.
9	التحليل	5مجموعات، كل مجموعة 9 كتب، ما الإجمالي؟	0.75	0.70	يتطلب تحليل النص لاستخلاص العملية الحسابية الصحيحة.
10	التحليل	وزع 81 تفاحة على 9 سلال بالتساوي.	0.76	0.71	يتطلب تحليل مشكلة لفظية بسيطة لاستنتاج عملية القسمة.

11	التركيب	3مجموعات مكعبات بمعطيات مترابطة.	0.84	0.80	يتطلب دمج خطوات متعددة لبناء الإجابة النهائية، مما يقيس مهارة التركيب.
12	التركيب	36زهرة في 6 أوعية، ثم إضافة زهرتين لكل وعاء.	0.86	0.82	سؤال تركيبي يتطلب حساب الحالة الابتدائية ثم تعديلها بمعطى جديد.
13	التركيب	5صناديق كرات بمعطيات شديدة الترابط.	0.88	0.85	سؤال عالي التعقيد يتطلب بناء وتتبع سلسلة من العلاقات الرياضية.
14	التقييم	هل ضرب أي عدد في 1 يعطي نفس العدد دائمًا؟ ولماذا؟	0.89	0.86	يقيس تقييم المتعلم لقاعدة رياضية عامة وتقديم تبرير منطقي.
15	التقييم	من على حق: أحمد أم سارة في نقاشهما حول القسمة على 2؟	0.90	0.87	يتطلب تقييم حجج منطقية متناقضة واختيار الأصح مع التبرير.
16	التقييم	هل عمليتان لهما نفس الناتج تعني أنهما متكافئتان؟	0.92	0.89	سؤال مجرد يقيس أعلى مستويات التقييم، ويحكم على مفهوم رياضي عام.

أداة تقييم وتشخيص عمليات الحساب الذهني (مصفوفة مؤشرات الاداء)

اسم المتعلم.....: التاريخ.....:

المعلم/الباحث.....:

الجزء الأول: تعليمات تطبيق الاختبار

1. البيئة:

تم إجراء الاختبار في جلسة فردية وهادئة مع المتعلم، لضمان تركيزه وتقليل أي عوامل مشتتة.

2. الهدف:

تم إبلاغ المتعلم بوضوح بأن الهدف من اللقاء هو استكشاف طريقة تفكيره في حل مسائل الرياضيات ذهنيًا، حيث قيل له:

"اليوم، أنا مهتم جدًا بمعرفة الطريقة التي تفكر بها لحل مسائل الرياضيات في رأسك. لا توجد طريقة صحيحة أو خاطئة، والأهم هو أن تشرح لي خطواتك".

3. بروتوكول التفكير بصوت عالٍ:

طُلب من المتعلم أن يحل كل مسألة بصوت عالٍ، حيث قيل له:

"عندما أعطيك المسألة، أريدك أن تقول لي كل شيء يدور في رأسك، خطوة بخطوة، حتى تصل إلى الإجابة".

تم تشجيعه على التعبير الحر عن تفكيره دون مقاطعة.

4. التسجيل:

تم استخدام "ورقة تسجيل الملاحظات" لتوثيق ما قاله المتعلم حرفيًا، بالإضافة إلى تسجيل الملاحظات حول سلوكياته أثناء الحل، مثل:

- استخدام الأصابع
- علامات الثقة أو التردد
- تعابير الوجه ولغة الجسد

5. الأسئلة المساعدة (عند الحاجة):

في حال صمت المتعلم أو توقف عن التعبير، تم استخدام أسئلة محايدة للمساعدة على استئناف التفكير، مثل:

- كيف عرفت ذلك؟

- اشرح لي أكثر ماذا فعلت في رأسك الآن؟

تم الحرص على عدم تقديم أي توجيه أو تصحيح أثناء الاختبار، للحفاظ على أصالة استجابات المتعلم.

الجزء الثاني: أسئلة الاختبار للقراءة للمتعلم

القسم الأول: الفهم المفاهيمي

1. اجمع 56 + 32 :اشرح كيف فكرت

2. ما الفرق بين 68 - 70 :كيف فكرت؟

3. احسب 12 × 3 :اشرح طريقتك

4. احسب 4 ÷ 24 :اشرح كيف عرفت الجواب

القسم الثاني: مرونة الاستراتيجيات

5. اجمع 49 + 28 :استخدم طريقة سريعة أو مختلفة

6. اطرح 39 - 84 :بأذكى طريقة ممكنة

7. احسب 9 × 5 :كيف يمكن حساب الناتج بطريقة ذكية؟

8. اقسم 5 ÷ 30 :هل يمكنك حلها بأكثر من طريقة؟

القسم الثالث: ما وراء المعرفة

9. زميلك قام بحل المسألة 65 – 18 وقال إن الإجابة هي 57. دون أن تحسب الإجابة الدقيقة، هل تعتقد أن إجابته منطقية؟ لماذا؟ (اشرح طريقة تفكيرك).

10. التحقق من صحة الحل:

زميلك قام بحل المسألة 92 – 45 وقال إن الإجابة هي 57. تحقق من إجابته، هل هي صحيحة؟ وكيف عرفت ذلك؟

11. تحليل طريقة حل خاطئة (الضرب):

حاول زميلك حل المسألة 19 × 3، فقام بالخطوات التالية:

"أولاً، 3 ضرب 9 يساوي 27، أكتب 7.

ثانياً، 3 ضرب 1 يساوي 3.

إذن، الإجابة النهائية هي 37".

ما رأيك في طريقة حله؟ أين الخطأ الذي ارتكبه؟

12. تحليل طريقة حل تقريبية (القسمة):

قال زميلك إن ناتج قسمة 20 ÷ 3 هو 6 تقريباً، لأن أقرب شيء هو 6 × 3 = 18.

ما رأيك في طريقة تفكيره وحله؟ هل هي طريقة جيدة للوصول إلى إجابة تقريبية؟

القسم الرابع: الميول والمواقف الوجدانية

13.مسألة: كان لديك 5 سلال، في كل سلة 3 تفاحات، وأكلت تفاحتين .كم تفاحة بقيت؟

14. مسألة: كان معك 100 شيكل، اشتريت كتابًا ب45 شيكلًا ولعبة ب28 شيكلًا .كم تبقى معك؟

15. تحدي: هل تستطيع حل المسألة التالية؟ 13 × 4 .ماذا تفعل؟

16. تحدي: نريد توزيع 10 قطع حلوى على 3 أطفال بالتساوي .ماذا تفعل؟

ورقة تسجيل الملاحظات والتحليل المفصل (مصفوفة مؤشرات الاداء)

القسم الأول: الفهم المفاهيمي

الهدف: ملاحظة ما إذا كان المتعلم يفهم معنى الأرقام والعمليات، أم يطبق إجراءات محفوظة.

المسألة	إجابة المتعلم	الملاحظات المسجلة (ما قاله وفعله المتعلم)	تحليل مفصل (لاحظ أيًا من هذه النقاط)
اجمع: 56 + 32			1) ضعيف :تعامل مع "3" و"5" كأرقام مجردة3+5 2) متوسط :فكك الأرقام إلى عشرات وآحاد 30+50 و 2+6. 3) جيد :استخدم استراتيجية القفز بالعشرات بدأ من 56 وقفز 30. ثم أضاف 2
اطرح: 70 − 68			1) ضعيف :حاول تطبيق الاستلاف الذهني المعقد 2) متوسط :بدأ بالعد التنازلي البطيء. 3) جيد :فهمها ك"مسافة" وقال "الفرق هو 2" مباشرة عد تصاعدي.
اضرب: 3 × 12			1) ضعيف :استسلم لأنه لا يعرف "جدول 12" 2) متوسط :استخدم الجمع المتكرر12+12+12) 3) جيد :استخدم خاصية التوزيع بوعي.3×2 + 3×10)
اقسم: 24 ÷ 4			1) ضعيف :لجأ للرسم أو العد المباشر 2) متوسط :استخدم علاقة الضرب العكسية ("4 ضرب كم يساوي 24؟". 3) جيد :أظهر فهمًا أعمق (مثل "القسمة على 4 هي نصف النصف".

القسم الثاني: مرونة الاستراتيجيات

الهدف: ملاحظة ما إذا كان المتعلم يمتلك "صندوق أدوات" متنوع ويتكيف مع طبيعة الأرقام.

المسألة	إجابة المتعلم	الملاحظات المسجلة (ما قاله وفعله المتعلم	تحليل مفصل
اجمع: 28 + 49			1)ضعيف :حاول الجمع العمودي وارتبك 2) .متوسط :استخدم التفكيك (20+40 و 8+9) . 3)جيد :تكيف مع الأرقام واستخدم التعويض.1-50+28)
اطرح: 84 – 39			1)ضعيف :لجأ للاستلاف الذهني الصعب 2) .متوسط :استخدم التفكيك9-30-84) 3)جيد :اختار الأداة الأذكى: التعويض.1+40-84)
اضرب: 5 × 11			1)ضعيف :عدّ على أصابعه. 2)متوسط :استخدم العد بالقفز5 ، 10، 15.... 3)جيد :أظهر مرونة باستخدام حقيقة معروفة.5+10×5
اقسم: 30 ÷ 5			1)ضعيف :استخدم العد البطيء 2) .متوسط :عرف الإجابة مباشرة من حقائق الضرب 3) .جيد :عند سؤاله، استطاع إيجاد طريقة بديلة مثل 30 هي 3 عشرات، و10÷5=2، إذن 2 ثلاث مرات.

القسم الثالث: ما وراء المعرفة (التنظيم الذاتي)

الهدف: ملاحظة قدرة المتعلم على التخطيط، والمراقبة، والتحقق من معقولية الحل.

المسألة	إجابة المتعلم	الملاحظات المسجلة (ما قاله وفعله المتعلم	تحليل مفصل
65-18≈57?			1)ضعيف :قال "لا أعرف" أو وافق دون تحقق 2) .متوسط :أعاد الحساب الكامل بدقة للتحقق. 3)جيد :استخدم التقدير للحكم السريع.45≈20-65)
10. 92- 45≈57?			1)ضعيف :لم تكن لديه آلية للتحقق. 2)متوسط :أعاد الحساب بالطرح مرة أخرى. 3)جيد :استخدم طريقة مختلفة للتحقق (الجمع العكسي: 57+45.

السؤال 11 (بناءً على 19 × 3 = 37): حاول زميلك حل 19 × 3 فقال: "3 ضرب 9 يساوي 27، أكتب 7. ثم 3 ضرب 1 يساوي 3. إذن الإجابة هي 37." ما رأيك في حله؟			1)ضعيف :لم يستطع تقييم الإجابة. 2)متوسط :أعاد الضرب بدقة.(3×9 + 3×10) 3)جيد :حكم على المنطقية فورًا باستخدام التقدير (20×3≈60.
السؤال 12 (بناءً على 3 ÷ 20 = 6): قال زميلك إن 3 ÷ 20 = 6 لأن أقرب شيء هو 6 × 3 = 18. ما رأيك في حله			1)ضعيف :وافق على الإجابة لأن 6×3=18 وهو قريب. 2)متوسط :عرف أن الإجابة خاطئة لأن 5×3 لا تساوي 20. 3.جيد :أدرك أن الإجابة غير دقيقة وحدد أين يجب أن تكون (بين 6 و 7.

القسم الرابع: الميول والمواقف الوجدانية

الهدف: ملاحظة سلوكيات ومشاعر المتعلم تجاه التحدي، المثابرة، والفضول.

المسألة	إجابة المتعلم	الملاحظات المسجلة (ما قاله وفعله المتعلم	تحليل مفصل
(5×3-2			1)ضعيف :شعر بالإرهاق من وجود خطوتين واستسلم 2)متوسط :حلها بثقة ولكنه طلب التأكيد بعد كل خطوة ("صحيح؟" 3)جيد :تعامل معها بهدوء وثقة كمهمة واحدة متكاملة.

100-(45+28			1)ضعيف :استسلم بسبب كبر الأرقام 2)متوسط :كان مثابرًا وأكمل الحل 3)جيد :كان مثابرًا وأظهر فضولاً باقتراح طريقة حل بديلة.
.15تحدي: 13 × 4			1)ضعيف :استسلم فورًا ("لا أعرف جدول 13". 2)متوسط :حاول بثقة باستخدام استراتيجيته المعتادة (التفكيك. 3)جيد :استمتع بالتحدي وحاول إيجاد أكثر من طريقة (تفكيك، مضاعفة مرتين.
.16تحدي: 10 ÷ 3			1)ضعيف :رأى الباقي كدليل على الفشل ")لا يمكن حلها." 2)متوسط :وجد الحل مع باقٍ واعتبر المهمة انتهت 3) .جيد :أظهر فضولاً لتفسير معنى الباقي أو تحويله إلى كسر.

ملخص شامل للملاحظات الميدانية في عمليات الحساب الذهني

المكون الرئيسي	العملية الحسابية	المستوى 1: ضعيف	المستوى 2: متوسط	المستوى 3: جيد
.1الفهم المفاهيمي(معنى الأرقام والعمليات	الجمع32+56	يطبق إجراء محفوظ : يتعامل مع "5" كقيمة مجردة وليس "50". يطبق الجمع العمودي في رأسه دون فهم للقيمة المنزلية.	يفهم القيمة المنزلية :يفكك الأرقام إلى عشرات وآحاد (50+30 و 6+2. استراتيجيته الأساسية هي التفكيك.	يفهم العلاقات الديناميكية : بالإضافة إلى التفكيك، يفهم الجمع كحركة على خط الأعداد (يبدأ من 56 ويقفز 30.
	الطرح68-70	يطبق إجراء محفوظ : يستخدم الاستلاف الذهني المعقد لمسألة بسيطة، مما يدل على	فهم محدود (إزالة فقط :يحاول العد التنازلي البطيء ويرتبك لعدم وجود	فهم مرن (المسافة : يحول المسألة إلى عد تصاعدي ("كم من 68 إلى 70؟"،

		فهم جامد وغياب رؤية العلاقة بين الرقمين.	بديل. فهمه للطرح مقتصر على "الإزالة."	مما يدل على فهم الطرح ك"إيجاد للمسافة."
	الضرب3×12	يعتمد على الحفظ فقط :يستسلم لأنه لا يعرف "جدول 12". فهمه للضرب يتوقف عند حدود ما حفظه.	يفهم الجمع المتكرر :يلجأ للجمع (12+12+12عندما لا يتذكر حقيقة الضرب، مما يظهر فهمًا أساسيًا للمعنى.	يفهم خاصية التوزيع :يفكك العدد بوعي (10×3 + 2×3، مما يظهر فهمًا لبنية الأرقام وكيفية تفاعلها مع العمليات.
	القسمة4÷24	يعتمد على التمثيل المادي :يلجأ لرسم النقاط وتوزيعها لأنه لا يستطيع استخدام العلاقة العكسية للضرب. فهمه مرتبط بالتوزيع الملموس.	يفهم العلاقة العكسية :يستخدم الضرب كاستراتيجية أساسية ("4 ضرب كم يساوي 24؟".	يفهم العلاقات الأعمق :بالإضافة إلى العلاقة العكسية، يفهم أن القسمة على 4 هي "النصف مرتين" (نصف 24 هو 12، نصف 12 هو 6.
.2مرونة الاستراتيجيات)ا متلاك وتكييف الأدوات	الجمع28+49	استراتيجية واحدة غير فعالة :يحاول تطبيق الجمع العمودي مع "الحمل" في رأسه ويرتبك. لا يمتلك بدائل.	استراتيجية واحدة فعالة (جامدة :يطبق استراتيجية التفكيك الموثوقة (40+20 و 9+8دون أن يلاحظ وجود طريقة أذكى.	يتكيف ويختار الأذكى :يلاحظ أن 49 قريبة من 50 ويستخدم استراتيجية التعويض (50+28− 1، مما يدل على تكيف ومرونة عالية.
	الطرح39-84	استراتيجية واحدة عالية الخطورة :يلجأ للاستلاف الذهني الصعب ويكافح لتذكر الأرقام الجديدة.	استراتيجية فعالة (جامدة :يستخدم التفكيك (84−30− 9، وهي طريقة جيدة لكنها ليست الأكثر كفاءة لهذه المسألة.	يتكيف ويختار الأذكى :يلاحظ أن 39 قريبة من 40 ويستخدم التعويض (84−40+1، محولاً مسألة صعبة إلى سهلة.

	الضرب5×9	استراتيجية بدائية : يستخدم العد المباشر على أصابعه ويرتبك.	استراتيجية أساسية (العد بالقفز : يستخدم العد بالخمسات (5، 10، 15...، وهي طريقة فعالة لكنها ليست الأسرع.	مرونة عالية (استخدام حقيقة معروفة :يستخدم استراتيجية ذكية مثل التعويض (10×5−5، مما يدل على رؤية للعلاقات بين الأرقام.
	القسمة5÷30	استراتيجية بطيئة : يستخدم العد بالقفز البطيء حتى للمسائل التي يفترض أنها من الحقائق المحفوظة.	إتقان الحقائق الأساسية :يستخدم العلاقة العكسية للضرب فورًا ("لأن 6×5=30".	مرونة في التفكير : بالإضافة إلى المعرفة المباشرة، يستطيع إيجاد طريقة بديلة (مثل "30 هي 3 عشرات، و10÷5=2، إذن 2 ثلاث مرات".
.3ما وراء المعرفة)التخط يط والمراقبة والتحقق	الجمع/الطرح-65 18≈57?	غياب التحقق :لا يمتلك آلية للتحقق من منطقية الإجابة. يقول "لا أعرف" أو يوافق بتردد.	التحقق بإعادة الحساب :قادر على التحقق، ولكن طريقته الوحيدة هي إعادة حل المسألة بنفس الطريقة.	التحقق بالتقدير : يستخدم التقدير كأداة مراقبة سريعة (65−20≈45للحكم على معقولية الإجابة دون الحاجة للحساب الدقيق.
	الطرح?57≈45-92	غياب الآلية :لا يمتلك أي أداة لتقييم المنطقية.	التحقق بنفس الطريقة :يعيد حساب 92−45 مرة أخرى.	التحقق بطريقة مختلفة :يستخدم العلاقة العكسية (57+45كأداة تحقق أقوى وأكثر تأكيدًا.
	ا السؤال 11 (بناءً على 19 × 3 = 37): حاول زميلك حل 19	غياب التقييم :لا يستطيع تقييم الإجابة.	التحقق بإعادة الحساب الدقيق : يعيد حل المسألة بالتفكيك.	التحقق بالتقدير : يحكم على المنطقية فورًا باستخدام التقريب (20×3≈60.

	× 3 فقال: "3 ضرب 9 يساوي 27، أكتب 7. ثم 3 ضرب 1 يساوي 3. إذن الإجابة هي 37." ما رأيك في حله؟			
	السؤال 12 (بناءً على 3 ÷ 20 = 6): قال زميلك إن 3 ÷ 20 = 6 لأن أقرب شيء هو 6 × 3 = 18. ما رأيك في حله	غياب الوعي :لا يدرك أن الإجابة غير دقيقة لأنه لا يوجد باقٍ.	التحقق بالعلاقة العكسية :يعرف أن الإجابة خاطئة لأن 6×3 لا تساوي 20.	التحقق بالتقريب والمنطق :يدرك أن الإجابة الصحيحة يجب أن تكون "6 وشيء متبقٍ"، مما يدل على وعي عالٍ بالمنطق العددي.
.4الميول الوجدانية)المشاعر والسلوك تجاه التحدي	مسألة متعددة الخطوات	القلق والاستسلام : يشعر بالإرهاق من المسائل متعددة الخطوات أو الأرقام الكبيرة، ويطلب المساعدة أو يستسلم بسهولة.	الثقة في المألوف والتردد :يحل المسائل بثقة إذا كانت تشبه ما تدرب عليه، لكنه يتردد في مواجهة مسائل غير نمطية ويبحث عن الطمأنة.	الثقة والمثابرة والفضول :يرى التحدي كلغز ممتع. يحل المسألة ثم يظهر فضولاً لاستكشاف طرق أخرى للحل.
	مسألة مع باقٍ3÷10	يرى الباقي كفشل : يعتقد أن المسألة مستحيلة الحل لأنه لا يوجد جواب "صحيح" بدون باقٍ.	يجد الباقي ويعتبره نهاية الحل :يصل إلى "الجواب 3 والباقي 1" ويعتبر المهمة قد انتهت.	يفسر الباقي ويظهر فضولاً :يجد الباقي ثم يفكر في معناه في سياق المسألة (مثل تحويله إلى كسر "3 وثلث".

ملحق (د)

تفصيل لوحدة التدخل والتطبيقات المستخدمة

التطبيقات المستخدمة خطواتها وكيف تعمل (شرح تفصيلي عنها وعن ادورها وارتباطها بمستويات هرم بلوم داخل وحدة التدخل)

1. تطبيق Photomath

كيف يعمل:

- الوظيفة الأساسية: يقوم Photomath بحل المسائل الرياضية وعرض خطوات الحل بشكل تفصيلي. يمكن للمتعلمون تصوير المسألة باستخدام كاميرا الهاتف أو إدخالها يدويًا، فيقوم التطبيق بحلها خطوة بخطوة مع شرح كل مرحلة.
- التفاعل: التطبيق يعتمد على الذكاء الاصطناعي لفهم المسائل الرياضية وتقديم حلول دقيقة، مما يساعد المتعلمون على فهم العمليات الحسابية بشكل أفضل.

علاقته بمستويات هرم بلوم:

- التذكر: يعرض التطبيق الخطوات الأساسية لحل المسائل، مما يساعد المتعلمون على تذكر القواعد الرياضية.
- الفهم: من خلال شرح الخطوات، يساعد المتعلمون على فهم كيفية تطبيق القواعد في سياقات مختلفة.
- التطبيق: يمكن للمتعلمون استخدام التطبيق لحل مسائل مشابهة بتطبيق نفس الخطوات التي تعلموها.
- التحليل: يمكن للمتعلمون تحليل الخطوات التي يعرضها التطبيق لفهم الأخطاء الشائعة وكيفية تصحيحها.
- التركيب: يمكن للمتعلمون استخدام المعرفة المكتسبة من التطبيق لإنشاء مسائل جديدة وحلها.
- التقييم: يمكن للمتعلمون تقييم دقة الحلول التي يقدمها التطبيق ومقارنتها بحلولهم الخاصة.

دوره في وحدة التدخل:

- يعزز Photomath فهم المتعلمون للعمليات الحسابية الأساسية (الضرب والقسمة) من خلال تقديم حلول تفصيلية، مما يساعد في تنمية الحساب الذهني.

2. تطبيق Prodigy Math

كيف يعمل:

- الوظيفة الأساسية Prodigy Math :هو تطبيق تعليمي قائم على الألعاب، حيث يلعب المتعلمون ألعابًا تفاعلية تتضمن حل مسائل رياضية (مثل الضرب والقسمة) للتقدم في اللعبة.
- التفاعل :التطبيق يستخدم الذكاء الاصطناعي لتكييف صعوبة المسائل وفقًا لمستوى المتعلم، مما يضمن تعلمًا مخصصًا وفعالًا.

علاقته بمستويات هرم بلوم:

- التذكر :يتطلب من المتعلمون تذكر القواعد الرياضية لحل المسائل بسرعة.
- الفهم :يساعد المتعلمون على فهم كيفية تطبيق القواعد في سياقات مختلفة من خلال الألعاب.
- التطبيق :يمكن للمتعلمون تطبيق المفاهيم الرياضية في مسائل متنوعة أثناء اللعب.
- التحليل :يتطلب من المتعلمون تحليل المسائل المعقدة واختيار الحلول المناسبة.
- التركيب :يشجع المتعلمون على إنشاء استراتيجيات جديدة لحل المسائل.
- التقييم :يمكن للمتعلمون تقييم أدائهم من خلال النتائج التي يحصلون عليها في اللعبة.

دوره في وحدة التدخل:

- يعزز Prodigy Math الفهم التحليلي والتطبيقي للرياضيات من خلال الألعاب التفاعلية، مما يحفز المتعلمون على التعلم ويحسن مهارات الحساب الذهني.

3. تطبيقMathway

كيف يعمل:

1- الوظيفة الأساسية Mathway :هو تطبيق لحل المسائل الرياضية المعقدة، حيث يمكن للمتعلمون إدخال مسائل رياضية متقدمة (مثل الجبر والتفاضل والتكامل) فيقوم التطبيق بحلها مع شرح الخطوات.

- التفاعل :التطبيق يعتمد على الذكاء الاصطناعي لتقديم حلول دقيقة وشرح مفصل للخطوات، مما يساعد المتعلمون على فهم المسائل المعقدة.

علاقته بمستويات هرم بلوم:

- التذكر :يعرض التطبيق القواعد الرياضية المستخدمة في الحل.
- الفهم :يشرح الخطوات بشكل تفصيلي، مما يساعد المتعلمون على فهم كيفية حل المسائل المعقدة.
- التطبيق :يمكن للمتعلمون تطبيق نفس الخطوات في مسائل مشابهة.
- التحليل :يتطلب من المتعلمون تحليل المسائل المعقدة وفهم العلاقات بين المتغيرات.
- التركيب :يمكن للمتعلمون استخدام المعرفة المكتسبة لإنشاء مسائل جديدة وحلها.
- التقييم :يمكن للمتعلمون تقييم دقة الحلول التي يقدمها التطبيق.

دوره في وحدة التدخل:

- يساعد Mathway في تطوير مهارات حل المشكلات المتقدمة، مما يعزز الفهم العميق للمفاهيم الرياضية ويحسن الحساب الذهني.

4. تطبيق IXL Math

كيف يعمل:

- الوظيفة الأساسية IXL Math :يوفر تمارين تفاعلية مصنفة حسب المستوى، حيث يمكن للمتعلمون اختيار موضوعات محددة (مثل الضرب والقسمة) وحل تمارين مصممة خصيصًا لمستواهم.

- التفاعل :التطبيق يستخدم الذكاء الاصطناعي لتكييف التمارين مع مستوى المتعلم، مما يضمن تعلمًا مخصصًا وفعالًا.

علاقته بمستويات هرم بلوم:

- التذكر :يتطلب من المتعلمون تذكر القواعد الرياضية لحل التمارين.
- الفهم :يساعد المتعلمون على فهم كيفية تطبيق القواعد في سياقات مختلفة.
- التطبيق :يمكن للمتعلمون تطبيق المفاهيم الرياضية في تمارين متنوعة.
- التحليل :يتطلب من المتعلمون تحليل المسائل واختيار الحلول المناسبة.
- التركيب :يشجع المتعلمون على إنشاء استراتيجيات جديدة لحل المسائل.
- التقييم :يمكن للمتعلمون تقييم أدائهم من خلال النتائج التي يحصلون عليها في التمارين.

دوره في وحدة التدخل:

- يعزز IXL Math التمكن من المفاهيم الرياضية الأساسية (الضرب والقسمة) من خلال تمارين تفاعلية مصنفة حسب المستوى، مما يحسن الحساب الذهني.

5. تطبيق Quick Math

كيف يعمل:

- الوظيفة الأساسية Quick Math :هو تطبيق يتضمن تمارين زمنية تفاعلية، حيث يتعين على المتعلمون حل مسائل رياضية بسرعة ودقة.
- التفاعل :التطبيق يعتمد على الذكاء الاصطناعي لتقديم تمارين سريعة تتطلب استجابة فورية، مما يساعد في تنمية السرعة والدقة في الحساب الذهني.

علاقته بمستويات هرم بلوم:

- التذكر :يتطلب من المتعلمون تذكر القواعد الرياضية لحل المسائل بسرعة.
- الفهم :يساعد المتعلمون على فهم كيفية تطبيق القواعد في سياقات مختلفة.
- التطبيق :يمكن للمتعلمون تطبيق المفاهيم الرياضية في تمارين سريعة.

- التحليل :يتطلب من المتعلمون تحليل المسائل وحلها بسرعة.
- التركيب :يشجع المتعلمون على إنشاء استراتيجيات جديدة لحل المسائل بسرعة.
- التقييم :يمكن للمتعلمون تقييم أدائهم من خلال النتائج التي يحصلون عليها في التمارين.

دوره في وحدة التدخل:

- يعزز Quick Math السرعة والدقة في الحساب الذهني من خلال تمارين زمنية تفاعلية، مما يحسن مهارات المتعلمون في حل المسائل الرياضية بسرعة.

الأهداف العامة للوحدة

النوع	الأهداف
المعرفية	فهم العمليات الحسابية الأساسية تطبيق المفاهيم في سياقات حياتية متنوعة
المهارية	تنمية السرعة والدقة في الحساب الذهني استخدام التطبيقات لحل المسائل المعقدة
الوجدانية	تعزيز الثقة بالنفس والدافعية للتعلم تشجيع التعاون والمنافسة الإيجابية.

اولا: جدول تعريف التطبيقات التعليمية القائمة على الذكاء الاصطناعي وفق هرم بلوم التعليمي وأهداف البحث

هذا الجدول يُلخص الدور الوظيفي لكل تطبيق وارتباطه بالمستويات المعرفية لهرم بلوم، مما يدعم أهداف البحث في تعزيز لتعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائيةواستخدام الذكاء الاصطناعي كأداة تعليمية فعالة.

جدول: تعريف التطبيقات التعليمية وفق هرم بلوم وأهداف الوحدة (وظيفة وترتيب التطبيقات)

التطبيق	الوظيفة	الهدف	ما يقيسه	المهارة (وفق هرم بلوم)
Photomath	حل المسائل الرياضية وعرض خطوات الحل التفصيلية	تعزيز الفهم التطبيقي للعمليات الحسابية	دقة التطبيق وفهم الخطوات	التطبيق والفهم
Quick Math	تمارين تفاعلية زمنية	تنمية السرعة والدقة في الحساب الذهني	سرعة الاستجابة والدقة	التذكر والتطبيق
Prodigy Math	ألعاب تفاعلية بمسائل رياضية	تعزيز الفهم التحليلي والتطبيقي	تحليل المشكلات واختيار الحلول	التحليل والتركيب
Mathway	حل المسائل المعقدة وشرح خطوات الحل	تطوير مهارات حل المشكلات المتقدمة	التسلسل المنطقي ودقة الحل	التحليل والتقييم
IXL Math	تمارين تفاعلية مصنفة حسب المستوى	تعزيز التمكن من المفاهيم الرياضية وتحفيز التعلم الذاتي	مدى إتقان المهارات وقدرة التكيف مع التحديات	التطبيق والتقييم

ملحق (هـــ)

أسماء المحكمين

اسم المحكم	الوظيفه
د. امال أبو ليل	معلمة مصححة لجيل الطفولة
د. سناء عياد	مفتشة الطفولة المبكرة
د. سليمان حبيب الله	نائب مدير مدرسة البيادر الابتدائية
فيروز حبيب الله	معلمة حساب وطفولة مبكرة
نجلاء دحلة	معلمة رياضيات حوسبة في المدرسة الابتدائية
رنا سرحان	معلمة حساب ابتدائي
سندس خطيب	معلمة حساب ابتدائي
ايات حبيب الله	معلمة حساب ابتدائي

ملحق (و)

إرشادات تطبيق الوحدة (ملاحظات للمعلمة)

المحور الإرشادي	الإجراءات المقترحة والتفاصيل	الهدف التربوي
1. الإعداد والتهيئة قبل الحصة	أ. التجهيز التقني:تأكدي من أن جميع الأجهزة اللوحية مشحونة بالكامل ومحدثة.افتحي التطبيقات المطلوبة (IXL, Prodigy) مسبقاً لتوفير الوقت.حددي الوحدات والمهارات المستهدفة في كل تطبيق واربطيها بخطة الدرس اليومية.ب. الإعداد التربوي:ابدئي كل حصة بسؤال استهلالي يربط الدرس بالحياة اليومية ("من اشترى اليوم شيئين متشابهين؟ كيف حسبنا سعرهما معاً؟").	-ضمان بداية سلسة للحصة.ربط المفاهيم المجردة بالواقع الملموس للمتعلمين.
2. تعزيز التفاعل والتعلم النشط	أ. استخدام الأدوات البصرية التفاعلية:استخدمي لوحاً أبيض تفاعلياً لشرح مفهوم الضرب كجمع متكرر باستخدام رسوم متحركة أو أداة "الأسهم" لتمثيل القفز على خط الأعداد.شجعي المتعلمين على الصعود إلى السبورة وتصميم مسائلهم الخاصة باستخدام الأدوات البصرية.ب. تنظيم الأنشطة الجماعية:في نهاية الأسبوع، نظمي جلسات عمل جماعية صغيرة (3–4 متعلمين) لمناقشة استراتيجية معينة تعلموها من تطبيق Prodigy Math.اطلبي من كل مجموعة تحليل حل مسألة قدمها تطبيق Photomathومناقشة "لماذا" كانت كل خطوة ضرورية.	-تحويل المتعلمين من متلقين سلبيين إلى مشاركين فاعلين.تعزيز التعلم من الأقران وتطوير مهارات التواصل الرياضي.
3. التقييم المستمر والتغذية الراجعة الفورية	أ. استثمار البيانات اللحظية:أثناء عمل المتعلمين على IXL Math، راقبي "لوحة التحكم الحية (Live Dashboard) " لتحديد المتعلمين الذين يواجهون صعوبة في مهارة معينة والتدخل فوراً.استخدمي تقارير الأداء بعد كل نشاط لتقديم تعليقات مباشرة ومحددة ("لاحظت أنك سريع في حقائق الضرب للرقم 5، أحسنت! لنركز الآن على الرقم 7").ب. بناء خطط تعلم فردية:بناءً على التقارير التفصيلية من التطبيقات، صممي أهدافاً فردية قصيرة المدى لكل تلميذ) مثال: "هذا الأسبوع، هدف أحمد هو إتقان حقائق الضرب للرقم 8 بدقة 90% على.("IXL	-جعل التقييم جزءاً لا يتجزأ من عملية التعلم وليس مجرد اختبار نهائي.تمكين المتعلمين من معرفة نقاط قوتهم وضعفهم والعمل على تحسينها بشكل مستهدف.

4.المتابعة الفردية والدعم المخصص	أ. جلسات علاجية وإثرائية:خصصي وقتاً قصيراً (5–7 دقائق) في بداية الحصة لجلسات فردية أو في مجموعات صغيرة جداً مع المتعلمين المتعثرين.استخدمي الفيديوهات التوضيحية المدمجة في Prodigy Mathلإعادة شرح المفاهيم بطريقة بصرية ومختلفة.ب. خطط متابعة ذكية:إذا أظهرت تقارير Quick Mathأن تلميذاً ما بطيء في استدعاء حقائق الضرب، قومي بتخصيص مجموعة تمارين إضافية ومؤقتة له على IXL Mathلزيادة الطلاقة.	-ضمان عدم تراكم الفجوات المعرفية لدى المتعلمين.توفير دعم مخصص يلبي الاحتياجات الفردية لكل تلميذ بدقة.
5.التحفيز وتعزيز الأداء	أ. اللعب والمكافآت:احتفلي بإنجازات المتعلمين! اعرضي أسماء "أبطال الأسبوع" في مسابقات Quick Mathأو الحاصلين على شارات جديدة في .Prodigy Mathقدمي شهادات تقدير بسيطة أو نقاطاً افتراضية ضمن نظام تحفيزي صفي.ب. ربط المهارات بالحياة:اطلبي من المتعلمين مهام منزلية بسيطة تتطلب الحساب الذهني، مثل: "اسأل والدتك عن سعر علبة العصير الواحدة، ثم احسب ذهنياً سعر 3 علب."	-زيادة الدافعية الداخلية والخارجية للتعلم.مساعدة المتعلمين على رؤية القيمة العملية للرياضيات في حياتهم اليومية.
6. ضمان الاستيعاب الشامل والشمولية	أ. التعاون مع الأهالي:أرسلي لأولياء الأمور نشرة إلكترونية شهرية بسيطة تتضمن قائمة بالتطبيقات المستخدمة، وروابط لفيديوهات قصيرة تشرح كيفية استخدامها، ونصائح لدعم التعلم في المنزل.نظمي ورشة عمل قصيرة في بداية العام الدراسي لأولياء الأمور لشرح فلسفة استخدام التكنولوجيا ودورها في تحسين الأداء.ب. دمج التكنولوجيا لذوي الاحتياجات الخاصة:استكشفي واستخدمي ميزات إمكانية الوصول (Accessibility)في التطبيقات، مثل الأوامر الصوتية أو الألعاب الصوتية في Prodigy Math، لدعم المتعلمين ذوي الصعوبات البصرية أو الحركية.استخدمي تطبيقات مثل Photomathالتي تشرح الحل خطوة بخطوة لدعم المتعلمين الذين يعانون من صعوبات في تتبع العمليات متعددة الخطوات.	-بناء شراكة حقيقية مع الأسرة لدعم تعلم المتعلم.ضمان أن تكون البيئة التعليمية الرقمية شاملة ومناسبة لجميع المتعلمين باختلاف قدراتهم واحتياجاتهم.

ملحق (ز)

تحليل محتوى منهاج الرياضيات - الصف الثاني الابتدائي

المطابق لمعايير وزارة التربية والتعليم للمدارس العربية

المجال العددي	المواضيع الرئيسية حسب المنهاج	المفاهيم الرياضية الأساسية المتضمنة	مهارات الحساب الذهني المستهدفة في الدراسة
الأعداد والعمليات في نطاق الـــ 100	الجمع والطرح بدون ومع تبديل	•القيمة المنزلية آحاد وعشرات.مفهوم "الفرط" والجمع مع "حمل."مفهوم "التبديل" والطرح مع "استعارة."العقد الكامل عشرات كاملة.	•الجمع والطرح الذهني بالاعتماد على مكملات العشرة.استراتيجية "التجزئة" تفكيك الأعداد لآحاد وعشرات.الحساب السريع للعقود الكاملة مثلاً: 40+30.
	استراتيجيات الحل المرنة	•الجمع والطرح المتسلسل.التقدير Estimation.العلاقة التبادلية بين الجمع والطرح.	•استراتيجية "التعويض" مثلاً: حل 39+25 عبر 40+24.التحقق الذهني من معقولية الناتج.العد القفزي تصاعدياً وتنازلياً.
الضرب والقسمة الأساسيات	مفهوم الضرب كجمع متكرر	•المجموعات المتساوية.العامل والمضروب والناتج.القوة التبديلية للضرب.	•تحويل الجمع المتكرر إلى ضرب ذهنياً.تصور المصفوفات Arrays ذهنياً.استرجاع حقائق الضرب المعتمدة على الضعف جدول 2.
	حقائق الضرب 2، 5، 10	•الأنماط العددية العد القفزي بـــ 2، 5، 10.الضرب في 0 و 1.مفهوم الصفر في العمليات.	•الأتمتة الذهنية Fluency لاسترجاع النواتج بسرعة.الربط الذهني بين الضرب في 5 والضرب في 10.التفكير النمطي في تحديد آحاد النواتج.
	مفهوم القسمة والعلاقة مع الضرب	•التوزيع العادل والمشاركة.الاحتواء كم مجموعة توجد؟.العمليات العكسية.	•التوزيع الذهني المتساوي.استخدام حقائق الضرب لاستنتاج نواتج القسمة التفكير العكسي.حل مسائل "النصف" و "الخمس."
حل المشكلات اللفظية	مسائل كلامية من مرحلة واحدة ومرحلتين	•فهم المقروء الرياضي.بناء النموذج الرياضي للمسألة.استنتاج العملية المناسبة.	•الترجمة الذهنية للنص إلى أرقام.مهارات "ما وراء المعرفة " Metacognitionفي اختيار الاستراتيجية الأسرع.التقييم الذاتي للحل Self-Correction.

الخطة الزمنية للدروس

الأسبوع	الحصة	الهدف	الأنشطة التعليمية	أمثلة وتوجيهات
1	1	فهم مفهوم الضرب	مناقشة مفهوم الضرب باستخدام أمثلة تفاعلية	"4 × 3"، "7 × 5"
1	2	استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي	تدريب على Prodigy Math لحل مسائل الضرب	"8 × 15"، "12 × 9"
2	3	تنمية الحساب الذهني للضرب	مسابقات باستخدام Quick Math	مسائل ذهنية متنوعة
2	4	فهم القسمة كعملية معاكسة للضرب	تمثيل القسمة بصريًا باستخدام التطبيقات	"3 ÷ 12"، "45 ÷ 5"
3	5	تنمية الحساب الذهني للقسمة	تدريبات زمنية عبر Quick Math	مسائل مثل "72 ÷ 8"
3	6	تعزيز القسمة عبر الألعاب	تمارين باستخدام Prodigy Math	سيناريوهات لحل مشكلات حياتية
4	7	استخدام الذكاء الاصطناعي لحل مسائل معقدة	تدريب على Mathway	تحليل حلول القسمة المتقدمة
4	8	مراجعة وتقييم الأداء	اختبارات قصيرة عبر IXL Math	مراجعة وتحليل النتائج

ملاحظة: تستمر الخطة بنفس النمط حتى الأسبوع 8، مع مراجعات واختبارات تقييمية

آلية التقييم والدعم في الحصص التعليمية

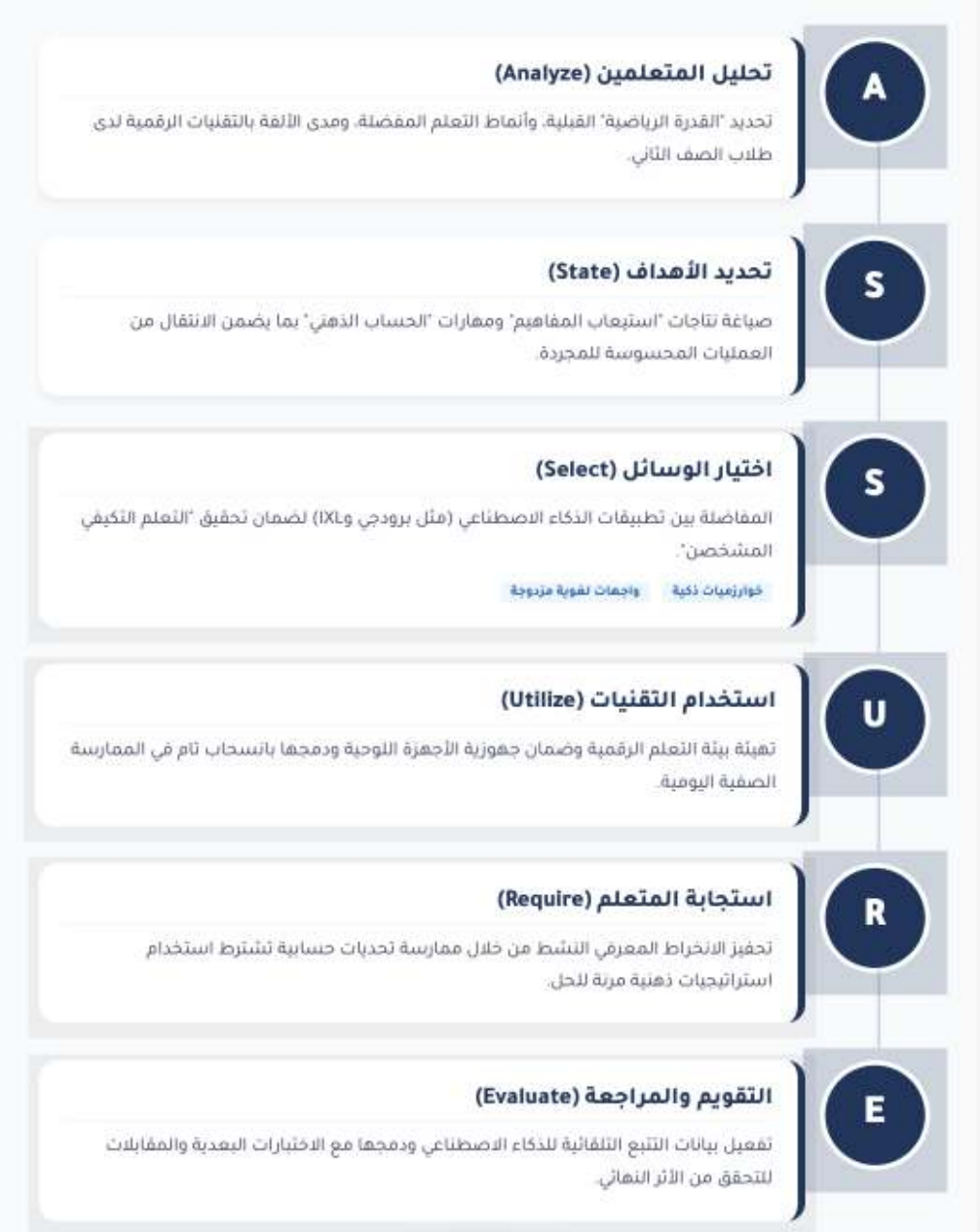
الأداة	الهدف	طريقة التطبيق
اختبارات قصيرة	قياس الفهم التراكمي للمفاهيم.	تطبيق اختبارات أسبوعية عبر IXL Math.
مشاريع جماعية	تقييم مهارات التحليل والتعاون.	تصميم مسائل جماعية باستخدام Prodigy Math.
تقارير الأداء	تتبع التقدم الفردي والجماعي.	تحليل بيانات التطبيقات (مثل سرعة الحل).

ملحق (ح)

الأشكال

شكل (11)

المخطط التعليمي (نموذج آشور)



ملحق (ط)

شهادة قبول نشر البحث المستل من الاطروحة

عنوان البحث: أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائية.

Alpha Journal of Human and Studies
Palestine-Jordan
ISSN: 2788-7235

مجلة ألفا للدراسات الإنسانية والعلمية
فلسطين-الأردن
ISSN: 2788-7243

مجلة علمية محكمة تصدر عن مركز البحث وتطوير الموارد البشرية (رماح)-عمان-الاردن

تاريخ القبول:2026/1/9

حضرة الباحثة: فاليا فتحي عيّاد- -باحثة دكتوراة جامعة النجاح الوطنية.
حضرة الباحث: أ.د وجية الظاهر - جامعة النجاح الوطنية.
حضرة الباحثة: د. رجاء سويدان - جامعة الاستقلال.

تحية طيبة وبعد،،،

نحيطكم علماً بأن بحثكم الموسوم بـ: " **أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التعليمية في تعزيز مفاهيم الرياضيات الأساسية وتنمية الحساب الذهني لدى طلبة المرحلة الابتدائي**" قد أجازته لجنة التحكيم، وأصبح مقبولاً للنشر بمجلة ألفا للدراسات الإنسانية والعلمية بعد ما تم الأخذ بملاحظات المحكمين، وسوف ينشر - بإذن الله - في العدد (12) في نيسان من العام2026م.
سلمت هذه الشهادة لصاحب البحث لاستخدامها فيما تسمح به القوانين.

وتفضلوا بقبول التقدير والمودة.

رئيس هيئة التحرير
أ.د معزوز جابر علاونة

مدير التحرير
د.يوسف جابر علاونة
Dr. Yousef Jaber Alawneh

INTERNATIONAL
Scientific Indexing

hhttps://ajhssps.com
00972597506443
info@ajhssps.com

An-Najah National University
Faculty of Graduate Studies

THE IMPACT OF USING EDUCATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN ENHANCING BASIC MATHEMATICS CONCEPTS AND DEVELOPING MENTAL ARITHMETIC AMONG BASIC STAGE STUDENTS

By
Valia Fathi Mohammed Ayyad

Supervisors
Prof. Wajeeh Daher
Dr. Raja Sweidan

This Desertation is Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Ph.D Teaching & Learning, Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University, Nablus, Palestine.

2025

THE IMPACT OF USING EDUCATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN ENHANCING BASIC MATHEMATICS CONCEPTS AND DEVELOPING MENTAL ARITHMETIC AMONG BASIC STAGE STUDENTS

By
Valia Fathi Mohammed Ayyad
Supervisors
Prof. Wajeeh Daher
Dr. Raja Sweidan

Abstract

This study aimed to investigate the effectiveness of educational artificial intelligence (AI) applications in enhancing the comprehension of basic mathematical concepts and developing mental arithmetic skills among primary school students in Arab schools in one of the educational regions in the North. The research adopted a quasi-experimental design with a pre-test and post-test on a purposive sample of (40) male and female students from the second primary grade, who were divided equally into two groups: an experimental group taught using AI applications and a control group taught using conventional methods. Measurement tools included a mathematics concepts test and a rating scale for mental arithmetic processes, in addition to qualitative interviews. The results revealed statistically significant differences $(\alpha \leq 0.05)$ in favor of the experimental group across all variables, with a high effect size as the partial

η^2 reached (0.59). Furthermore, (MANCOVA) analyses demonstrated consistent superiority for the learners in the experimental group across all ability levels, with a tangible effectiveness in narrowing the achievement gap for low-achieving learners. Meanwhile, the qualitative perspective and behavioral analysis revealed a radical transformation in cognitive performance, as learners moved from relying on sensory tools (such as finger counting) to adopting flexible and higher-level mental strategies such as partitioning and compensation, alongside a significant development in metacognitive skills and self-motivation resulting from the adaptive learning environment that provided immediate feedback and personalized learning paths. Accordingly, the study recommends the necessity of adopting a clear national strategy to integrate smart AI applications within mathematics curricula for the primary stage and providing specialized training programs for teachers to develop their competencies in employing smart technologies and managing adaptive learning environments.

Keywords: Educational Artificial Intelligence, Basic Mathematics Concepts, Mental Arithmetic, Primary Stage.