فاعلية بيئة تعلم تكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

The Effectiveness of Adaptive Learning Environment in Developing Depth of Mathematical Knowledge Levels and Self-Learning Skills among preparatory stage pupils

د.أمل محمد مختار الحنفي
مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات
كلية التربية – جامعة المنوفية
amalalhanafy@gmail.com

مستخلص البحث:
استهدف البحث الكشف عن فاعلية بيئة تعلم تكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، واعتمد البحث على التصميم التجريبي القبلي بعدي لمجموعتين تجريبية وضابطة، وتكونت عينة البحث من (٨٣) تلميذا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وقسمت العينة إلى مجموعتين: إحداهما تجريبية وعددها (٤٢) تلميذا ودرست من خلال بيئة تعلم تكيفية، والأخرى ضابطة وعددها (٤١) تلميذا ودرست بالطريقة الاعتيادية، واقتصر البحث على وحدتي "الأعداد الحقيقية" و "العلاقة بين متغيرين" من كتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي، الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢١/ ٢٠٢٢م، وتم تطوير بيئة التعلم التكيفية على منصة SmartSparrow وفقًا للمستوى المعرفي، كما تم بناء اختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية (التذكر والاستدعاء، تطبيق المفاهيم والمهارات، التفكير الاستراتيجي)، بالإضافة إلى إعداد مقياس لقياس مهارات التعلم الذاتي (تخطيط وتنظيم التعلم، استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات، معالجة المعلومات وإدارتها، التقييم الذاتي)، وقد أظهرت نتائج البحث فاعلية استخدام بيئة تعلم تكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.
الكلمات المفتاحية: بيئات التعلم التكيفية، مستويات عمق المعرفة الرياضية، مهارات التعلم الذاتي، تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

Abstract:
This research aimed to investigate the effectiveness of adaptive learning environment in developing depth of mathematical knowledge levels and self-learning skills among second year prep pupils, this research depend on pre-post experimental design for a control and an experimental group. The research sample consisted of (83) second year prep pupils, They were assigned into two groups: an experimental group (42) who were taught using the adaptive learning environment, and a control one (41) who were taught using the traditional method. The content was delimited to “Real Numbers” and “Relation between two variables“ units in second year prep book at the first semester of the academic year (2021/2022). The adaptive learning environment was developed on SmartSparrow platform according to knowledge levels. Instruments included: a) depth of mathematical knowledge levels test (recall and reproduction, skills and concepts and strategic thinking), and b) a scale to measure self-learning skills (planning and organizing learning, use of learning resources and searching for information, information processing and management and self-assessment). Findings revealed that adaptive learning environment was effective in developing depth of mathematical knowledge levels and self-learning skills.
Key Words: Adaptive Learning Environment, Depth of Mathematical Knowledge Levels, Self-Learning Skills,

مقدمة:

تقوم حركات الإصلاح التربوي على تقويم المنظومة التعليمية ومخرجاتها، ومن أهم عناصر تقويم هذه المنظومة وأهمهما هو تقييم المتعلمين، والذي يعد من أهم المؤشرات الدالة على مردود محاولات التحسين والتطوير، فلا يمكن اتخاذ قرارات سليمة حول جدوى منهج أو برنامج تعليمي ومدى تحقق أهدافه دون الرجوع لنتائج التقييم، فالتقييم ليس هدف في حد ذاته إنما هو نقطة انطلاق نحو تعليم أفضل.

وتعد المواءمة بين المعايير والتقييم أمرًا أساسيًا لعمليات الإصلاح التعليمي القائم على المعايير اليوم، حيث يعمل التقييم كمقياس لجهود الإصلاح، كما أن تقييم المتعلمين يعطي إشارات قوية حول ما يجب أن تقوم المؤسسات التعليمية بتدريسه، وما يجب أن يتعلمه المتعلم، وتستجيب المدارس له من خلال تدريس ما يتم تقييمه (Herman, 2004)، في الوقت نفسه فإن نتائج التقييم توفر معلومات دقيقة لصانعي السياسات والمعلمين وأولياء الأمور والتلاميذ أنفسهم حول مستوى أداءهم، الأمر الذي يساعد في بناء جهود التحسين على أساسها، وفي غياب التوافق القوي بين المعايير والتقييمات، قد تتجاهل المدارس المعايير المرغوبة وبدلاً من ذلك تقوم بتدريس ما يتم اختباره فقط، علاوة على ذلك؛ إذا كان ما تم اختباره لا يعكس بشكل جيد التوقعات الخاصة بأداء التلاميذ، فإن نتائج الاختبار لا يمكن أن توفر بيانات دقيقة حول تقدم التلاميذ أو المدارس بالنسبة لتلك التوقعات (Webb, 2007).

وفي ظل الانتقال من ثقافة التقييم القائم على المحتوى Content- Based Assessments إلى التقييم القائم على المعايير Standards- Based Assessments كخطوة نحو تطوير مناهج الرياضيات، والانتقادات التي واجهها تصنيف بلوم للجانب المعرفي، فقد ابتكر ويب Webb أداة للتقييم القائم على المعايير، والذي يعتمد بشكل أساسي على عمل مواءمة Alignment بين المعايير والمحتوى والتقييم، حيث يتم تصنيف المعرفة حسب مستوى عمقها ودرجة تعقد التفكير المطلوب لإنجاز المهمة (Hess et al. 2009)، ويعتمد نموذج ويب للتقييم على تصنيف المعرفة الرياضية حسب مستويات عمق المعرفة Depth of Knowledge (DOK) في ضوء درجة تعقد عملية التفكير المطلوبة لإنجاز المهمة الرياضية، ويتضمن التصنيف أربع مستويات متدرجة لعمق المعرفة الرياضية: التذكر والاستدعاء، وتطبيق المفاهيم والمهارات الرياضية، والتفكير الاستراتيجي، والتفكير الممتد (Webb, 2002; Hess et al. 2009) .

وتعد عملية تنمية عمق المعرفة الرياضية Depth of Mathematical Knowledge (DOK) بما تتطلبه من مهارات تفكير وربط بين المفاهيم والمهارات والأفكار، ومهارات ما وراء المعرفة، وقدرة على حل المشكلات واتخاذ القرارات

المناسبة أحد الأهداف الأساسية لتعليم وتعلم الرياضيات (شيماء حسن، ٢٠١٨، ص.١٣٠)، حيث يرتبط عمق المعرفة الرياضية بمستوى التفكير وعدد الروابط بين المفاهيم والأفكار التي يحتاج التلاميذ إلى إجرائها، والتفكير فيما وراء المعرفة التي اكتسبوها والقدرة على استخدام مجموعة متنوعة من التمثيلات (مكتوبة، ولفظية، وبصرية، وإظهار فهمهم وتطبيقه في سياقات أصيلة) فهي درجة تعقيد المحتوى وليس صعوبته (Meador, 2019) ، لذلك ترتبط مستويات ويب للعمق المعرفي بشكل وثيق بعمق فهم المحتوى ونطاق نشاط التعلم الذي يظهر في المهارات المطلوبة لإكمال المهمة، وتستخدمه العديد من الدول للدلالة على عمق معايير الدولة ولتحقيق المستويات المعرفية العليا للتعليم (Petit & Hess, 2006).

فبناء وتطوير النمو العقلي للمتعلمين أثناء تعلم الرياضيات من خلال استهداف مستويات عمق معرفة رياضية أعلى ستقوي لديهم مهارات حل المشكلات مدى الحياة، بالإضافة إلى ذلك، تعمل مستويات عمق المعرفة الرياضية جنبًا إلى جنب مع المعايير الأساسية المشتركة للممارسات الرياضية، فمن خلال التقييم الهادف لمستويات عمق المعرفة الرياضية يستطيع معلمي الرياضيات دمج المعايير الأساسية المشتركة في التدريس والتقييمات من أجل التعلم (Patterson, et al., 2013, p.3) ، كما أن جميع المستويات الأربعة لعمق المعرفة الرياضية تدعم أيضًا معايير الممارسات الرياضية مثل: فهم المشكلات والمثابرة على حلها، التفكير بشكل تجريدي وكمي، بناء حجج قابلة للتطبيق ونقد تفكير الآخرين، النمذجة الرياضية، استخدم الأدوات المناسبة بشكل استراتيجي، الاهتمام بالدقة (National Governors Association Center for Best Practices, 2010)، علاوة على أن المعرفة والفهم العميق للمحتوى الرياضي هو الذي يساعد على العمليات الإبداعية التي تولد التجديدات، كما أنه كلما تعمقت المعرفة الرياضية التي يمتلكها المتعلم، كلما غدت عمليات التفكير الرياضية أكثر تحليلية وتجريبية وإبداعية (Costa, 2008, p.22)، بالإضافة إلى أن التمثيلات العقلية الارتباطية العميقة للمفاهيم والأفكار الرياضية تعكس الطريقة التي يمكن للتلاميذ استخدامها في سياقات مختلفة وتعميمها (Petkov, 2017, p.97).

وقد أولى الكثير من الباحثين اهتماما كبيرا بتنمية مستويات عمق المعرفة لدى المتعلمين في جميع التخصصات مثل: دراسة عاصم عمر (٢٠١٧) التي بينت فاعلية وحدات التعلم الرقمية في تنمية مستويات عمق المعرفة العلمية والثقة بالقدرة على تعلم العلوم لدى طلاب الصف الثاني المتوسط، ودراسة مروة الباز (٢٠١٨) التي اقترحت برنامج تدريبي في تعليم STEM لتنمية عمق المعرفة سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة المستويات المختلفة للاختبار وكذلك الممارسات التدريسية والتفكير التصميمي لدي معلمي العلوم أثناء الخدمة، كما أظهرت دراسة ابتسام تمساح

(٢٠٢٠) فاعلية تنظيم محتوى وحدة "الكائنات الحية" وفق نموذج VARK في تنمية عمق المعرفة والتصور الخيالي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي ذوي أنماط التعلم المختلفة، بينما ركزت دراسة Olvera & Walkup (2010) على تقييم العلاقة بين عمق المعرفة واستراتيجيات طرح الأسئلة التي ينبغي على المعلمين استخدامها فيها أثناء التدريس، وكيفية وضع خطط الدروس التي توفر فرص معززة للطلاب للانخراط في التفكير الناقد، وطورت استراتيجية منهجية لتوظيف مشاركة الأقران وأنشطة المجموعات على أساس مستوى عمق المعرفة في الأسئلة.

وتحتاج عمق المعرفة الرياضية لكي تنمو عبر مستوياتها المتدرجة إلى بيئة تعلم آمنة تخلو من التوتر والقلق، وتقبل فيها الأفكار، وتقر بالأخطاء، فالوصول إلى مستوى أعمق للمعرفة الرياضية يحتاج من المتعلم ثقة أكبر في قدراته، فشعور المتعلم بالضيق والتوتر وعدم الثقة في قدراته قد يؤدي إلى نفوره من ممارسة حل المشكلات الرياضية نتيجة من خوفه من الفشل، وفي ضوء التوجه الحالي نحو دمج التكنولوجيا ولمستحدثات التكنولوجية في العملية التعليمية، وخاصة ما لاقته الحركة التكنولوجية من رواج واسع وقبول في ظل أزمة كورونا، ولجوء المؤسسات التعليمية للتكنولوجيا كحل بديل وجيد لإدارة الأزمة، وهذا ما أكدت عليه العديد من المشروعات العالمية والرؤى الاستراتيجية من قبل على ضرورة توظيف التكنولوجيا لتصبح منافسة دوليا، وكذلك ضرورة التوصل إلى الصيغ التكنولوجية والإلكترونية الأكثر فعالية في عرض المعرفة المستهدفة، وضرورة تمكن المتعلم من متطلبات ومهارات القرن الحادي والعشرين كأحد متطلبات التنمية المستدامة لرؤية مصر ٢٠٣٠ (وزارة التخطيط والمتابعة والإصلاح الإداري ٢٠١٦، ص. ١٦٠)، وبناء على هذا ظهرت العديد من بيئات ومنصات التعلم الالكترونية التي حاولت خلق بيئة تعلم تتسم بالمرونة، وقادرة على التكيف والتأقلم مع كل تلك الاختلافات بين المتعلمين أثناء عملية تعلمهم، ومن أبرز تلك المفاهيم التي ظهرت في إطار هذا التوجه هو التعلم التكيفي (Adaptive Learning)، حيث يُعد التعلم التكيفي نوع من أساليب التعلم الأكثر حداثة، والتي تقوم على جعل المحتوى يغير من طريقة عرضه وفقا لأسلوب ونمط المتعلم في التعلم، بناءًا على معلومات يستنتجها النظام من خلال ممارسة المتعلم عليه، فيقدم له المحتوى بالطريقة التي تلائم نمط التعلم الخاص به (تامر الملاح، ٢٠١٦)، وهو طريقة لاستخدام التكنولوجيا والبرمجيات كآلية تدريس تفاعلية ذكية تجمع بين تقديم مصادر التعلم وفقا لمتطلبات التعلم الفردية والأساسية لكل متعلم (Jonsdottir, et al., 2015)، ويتم في هذه البيئة إعطاء المتعلم مجموعة من أهداف التعلم المحددة جيدًا من خلال بيئة ذكية يتم عرض المواد التعليمية المصممة حسب استجابات كل متعلم على الأسئلة، وأدائه للمهام المطلوبة ومستوى مهاراته، وممارساته (Kakish & Pollacia, 2018, p.72)، كما أن تحليلات التعلم التي

تتم في التعلم التكيفي تعكس مؤشرات تقدم المتعلمين، مما يساعد أعضاء هيئة التدريس على تحديد احتياجات المتعلم ونقاط الضعف لديه للتمكن من موضوع معين، مع السماح في نفس الوقت بفرصة لدمج مجالات الكفاءة المثبتة لدى المتعلم وتنميتها (Learning Gets Personal, 2016).

وقد توصلت نتائج الدراسات السابقة إلى أن استخدام التعلم التكيفي يسهم في تنمية جوانب هامة في التعلم، وتحقيق أهداف تعليمية متنوعة، فقد توصلت نتائج دراسة Nakic, et al. (2015) أن التعلم التكيفي يحسن احتفاظ المتعلم بالمعلومات، ويسهم في تحسين مستوى تحصيل المقرر الدراسي وزيادة مخرجاته، كما أنه يوفر مقياسًا أكثر دقة للتعلم، كما أثبتت نتائج دراسة أهله محمد وشيماء خليل (٢٠١٨) فاعلية بيئة تعلم تكيفية وفق أساليب التعلم الحسية في تنمية مهارات تصميم مواقع الويب وخفض العبء المعرفي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم، وأستخدم التعلم التكيفي في التنمية المهنية لأعضاء هيئة التدريس من خلال دراسة غادة معوض (٢٠٢٠) التي توصلت نتائجها إلى فاعلية استراتيجية التعلم المعكوس ببيئة تكيفية في تنمية مهارات تصميم الاختيارات الإلكترونية والدافعية للإنجاز لدى أعضاء هيئة التدريس بكلية التربية بجامعة الأمير سطام بن عبدالعزيز، كما تبين أن نمط التقييم الأصيل ببيئات التعلم التكيفية عبر الويب أظهر فاعلية في تنمية مهارات التنظيم الذاتى للتعلم الإلكتروني لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية كما في دراسة أحمد عبدالمجيد (٢٠١٧).

هذا ومن جهة أخرى يهتم البحث الحالي بتنمية مهارات التعلم الذاتي التي تعد من أهم متطلبات عصر التكنولوجيا والانفجار المعرفي (فخر الدين القلا وآخرون، ٢٠٠٥)، فتنمية مهارات التعلم الذاتي تساعد المتعلم على استيعاب ومواكبة التطورات التكنولوجية في كل المجالات، وتحديد أهدافه ومصادر التعلم المرتبطة ومواجهة المشكلات التي تواجهه أثناء التعلم (حنان رجاء، ٢٠٢٠، ص.٧٧)، كما أن مهارات التعلم الذاتي تساعد على التعلم المستمر مدى الحياة الذي يُعد أحد متطلبات مهارات القرن الواحد والعشرين (بيرز، ٢٠١٤)، وقد أظهرت نتائج الدراسات السابقة وجود علاقة إيجابية بين مهارات التعلم الذاتي والتحصيل والإنجاز الاكاديمي (سماح سليمان، ٢٠١٦؛ Tekkol & Demirel, 2018, p.3)، وكذلك ترتبط ارتباطًا وثيقا بمهارات التفكير العليا كالإبداع والتفكير الناقد وحل المشكلات (Arsyad, et al., 2017; Ratnaningsih & Patmawati, 2016) .

وتزداد أهمية توافر مهارات التعلم الذاتي لدى المتعلم خاصة مع تزايد أعداد التلاميذ، والثورة المعلوماتية التي لم يسبق لها مثيل، والتي استوجبت التمكن من المهارات اللازمة للكشف عن المعلومات الصحيحة (شروق كاظم، ٢٠٠٩، ص.٣٢١)، وتزداد تلك الأهمية أكثر وأكثر لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؛ حيث أن التلميذ في هذه المرحلة يكون ملمًا بمصادر المعرفة وقادر على استخدامها في حل المشكلات التي

تواجهه، ويمكن جعل عملية التعلم متمركزة حول التلميذ وليس المادة التعليمية (عبدالله أحمد، وآخرون، ٢٠١٧، ص.١٩٤).

وقد أظهرت عدد من الدراسات فاعلية توظيف التكنولوجيا الحديثة في تنمية مهارات التعلم الذاتي مثل التعلم المدمج (Ahmed & Marzouqi, 2015)، والصف المعكوس (عبدالله أحمد، وآخرون، ٢٠١٧)، والواقع المعزز (محمد دغريري، ٢٠١٩)، التعلم الجوال عبر الهواتف الذكية (رانية عبد المنعم، ٢٠١٧)، مما ينبئ بفاعلية بيئة التعلم التكيفية في تنميتها كأحد المستحدثات التكنولوجية القائمة على تشجيع التلميذ على أساليب ومهارات التعلم الذاتي.

فبيئة التعلم التكيفية تجعل للمتعلم دورًا فعالًا في تعلمه، فعليه المشاركة في إنشاء مجموعة من أهداف التعلم المحددة جيدًا، ثم تحديد مستوى المعرفة لديه، وإنشاء مسار تعليمي مصمم خصيصًا له بناء على البيانات الخاصة به، واستخدام عمليات إعادة التقييم المستمرة لتقييم مدى تقدمه، مما يسهم في تنفيذ افتراضات ومبادئ التعلم الذاتي بصورة عملية وتطبيقية (Kruger, 2020, p.94)، كما أن بيئة التعلم التكيفية توجه جهود المتعلم للوصول إلى الهدف من خلال مشاركة المتعلم بشكل مستمر في اكتساب وتطبيق وبناء المعرفة والمهارات في حل مشكلات والصعوبات التي تواجه المتعلم بشكل شخصي(Ley, et al., 2010, p.75).

وفي ضوء ما أشارت إليه الدراسات السابقة من دور بيئات التعلم التكيفية في تحقيق العديد من نواتج التعلم، فضلًا عن توصياتها بالتوسع في استخدامه، واستجابة لما نادى به التربويين من الحاجة إلى أنواع مختلفة من التقويمات، إذ لم تعد الاختبارات التقليدية قادرة على جمع البيانات النوعية والكمية التي يمكن أن تفي بتلك الأغراض، وضرورة أن تكون المعرفة الرياضية التي يمتلكها المتعلم معرفة تعبر عن مدى عمقها، وأن يمتلك المتعلم مهارات التعلم الذاتي، ومن هذا المنطلق، حاول البحث الحالي تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي من خلال بيئة تعلم تكيفية.

مشكلة البحث:

تعكس الأهداف التربوية تحولا من مجرد استخدام التقويم في تصنيف المتعلمين ومقارنتهم بعضهم ببعض إلى التوجه نحو رؤية أعمق تتطلب بيانات نوعية وكمية لوصف تقدم المتعلم وتقييم أدائه؛ ومن ثم اتخاذ قرارات تعليمية مناسبة، وتُعد الرياضيات في المرحلة الإعدادية نقطة أساسية لبقية المسار الأكاديمي الذي سيختاره التلميذ، لذلك فإن هذه المرحلة مناسبة لتطوير المعرفة الرياضية الخاصة بهم بشكل أعمق، وتعزيز حافزهم لدراسة الرياضيات، وكذلك تنمية مهارات التعلم الذاتي ليستطيع الاستفادة من مصادر المعرفة المتعددة لحل المشكلات الرياضية والحياتية المختلفة.

ورغم أهمية توافر معرفة رياضية عميقة ومهارات التعلم الذاتي لدى هؤلاء التلاميذ، إلا أن هناك انخفاض في مستواهما لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، فبالنسبة لعمق المعرفة الرياضية فهناك انخفاض في ترتيب تلاميذ الصف الثامن (الثاني الإعدادي) في المداس المصرية في الدراسة الدولية لتوجهات تعليم الرياضيات تيمز TIMSS (٢٠١٩)، حيث جاء ترتيبهم في المركز الرابع والثلاثون (من بين ٣٩ دولة مشاركة في الدراسة)، كما أفادت نتائج الدراسة الدولية لتوجهات تعليم الرياضيات تيمز ٢٠١٩ أن العديد من التلاميذ في مصر يفتقرون إلى المعرفة الأساسية العميقة في الرياضيات، إذ لم يستطع نصف التلاميذ الوصول إلى المعيار الدولي المنخفض، كما أشارت مراجعة التوجهات العالمية لتدريس الرياضيات ضرورة تطوير الامتحانات والاختبارات والابتعاد عن تصنيف بلوم التقليدي، والتركيز على المعرفة العميقة القائمة على مهارات تفكير أكثر من المعرفة السطحية (رضا مسعد، ٢٠٢١، ص.٣٣-٣٥)، كما بينت نتائج اختبارات تيمز أن مستوى تلاميذ الصف الثامن (الثاني الإعدادي) تنخفض عند حل المسائل الرياضية ذات المستوى المعرفي الأعلى من مستويات عمق المعرفة الرياضية (Litster, 2019, p.2).

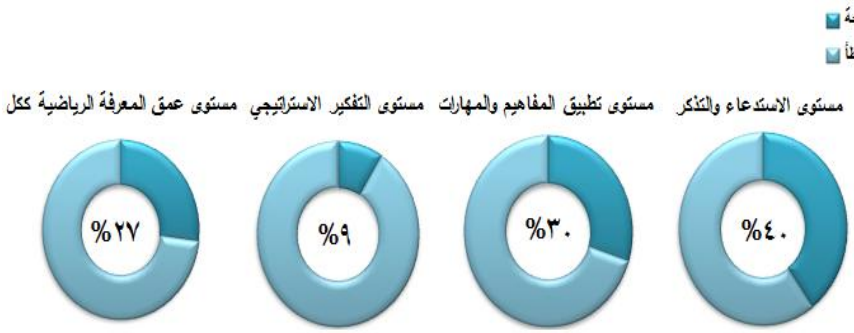
كما أشارت العديد من الدراسات بوجود ضعف في مستويات المعرفة الرياضية العميقة لدى المتعلمين في المراحل التعليمية المختلفة، وأن بيئة التعلم بما تتضمنه من مناهج للرياضيات وأداء المعلمين لا تساعد على تحسين مستويات عمق المعرفة الرياضية، مثل: دراسة Shield and Dole (2013) التي أظهرت نتائجها عند فحص سلسلة الكتب المدرسية الخمسة للمرحلة الثانوية، أن هذه الكتب لا تساعد على تنمية عمق المعرفة الرياضية، ودراسة هليل العنزي (٢٠١٦) التي توصلت نتائجها إلى تدني وضعف في درجة امتلاك تلاميذ الرياضيات بالصف الثاني المتوسط للمعرفة الإجرائية، في حين أسفرت أن درجة امتلاك تلاميذ الرياضيات بالصف الثاني المتوسط للمعرفة المفاهيمية كانت بدرجة متوسطة، كما توصلت دراسة مفرح المالكي (٢٠١٧) إلى أن درجة امتلاك طلاب وطالبات الصف الثالث الثانوي للمعرفة الرياضية المفاهيمية جاءت بمستوى متوسط، بينما درجة امتلاكهم للمعرفة الرياضية الإجرائية جاءت بمستوى ضعيف، وجاءت نتائج دراسة العنود الفايز (٢٠١٧) لتؤكد على ضعف مستويات عمق المعرفة الرياضية لدى طلبة الصفوف الأساسية الثامن والتاسع والعاشر، حيث بلغت نسبة التوافر بالنسبة للمستوى الأول (٤٣%)، وبالنسبة للمستوى الثاني بلغت (٤٨%)، ووصلت نسبة التوافر بالنسبة للمستوى الثالث (٩%)، في حين انعدمت نتاجات المرتبطة بالمستوى الرابع، بينما دراسة Dogbey and Dogbey (2018) أسفرت عن انخفاض عمق المعرفة الرياضية وأن ٨٠٪ من اختبارات وتقييمات الرياضيات الأساسية لامتحان شهادة الثانوية في غانا استهدفت تقييم قدرة الطلاب على تذكر الحقائق الأساسية أو تنفيذ إجراءات روتينية مباشرة،

ولم تتعرض التقييمات إلى مستويات عمق المعرفة الرياضية.

كما أشارت نتائج دراسة Gulzar and Mahmood (2018) أن منهج الرياضيات لطلاب المرحلة الثانوية لا يحقق أي من نواتج تعلم المستوى الرابع من مستويات عمق المعرفة الرياضية، بينما تحققت (٧٣%) من نواتج تعلم المستوى الأول من مستويات عمق المعرفة الرياضية والتي لا تتطلب أي معالجات عقلية من الطلاب، بينما وقع عدد قليل من نواتج تعلم (٢٥%، ٢%) في المستوى الثاني والثالث من مستويات عمق المعرفة الرياضية، وأوصت الدراسة بضرورة مراجعة مناهج الرياضيات من خلال اعتماد منهج يمكن أن يحقق مستوى أعمق، وأظهرت نتائج دراسة Murray (2019) أن استخدام معلمي الرياضيات لتقنيات الأسئلة جميعها تقع في المستوى الأول لعمق المعرفة الرياضية، بينما أقل من النصف استخدموا تقنيات الأسئلة تقع في المستوى الثاني والثالث، في حين لم يستخدم أي من معلمي الرياضيات المشاركين في الدراسة أي سؤال يقع في المستوى الرابع من مستويات عمق المعرفة الرياضية.

يتضح مما سبق ضعف مستويات عمق المعرفة الرياضية، والممارسات التدريسية التي تساعد على تنميتها، وأن العديد من التلاميذ قادرون على حفظ خوارزميات حل المشكلات الرياضية، لكنهم غير قادرين على استيعاب المعرفة العميقة وراء هذه الخوارزميات وتعميمها خلال تعلم الرياضيات، بالإضافة إلى أن بيئة التعلم نفسها لا تساعد على تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية.

كما أجرت الباحثة دراسة استكشافية على (٢٢) تلميذ من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، بهدف الوقوف على مستويات عمق المعرفة الرياضية لديهم، وجاءت نتائج الدراسة الاستكشافية كالتالي:



شكل (١): نتائج الدراسة الاستكشافية لمستويات عمق المعرفة الرياضية

يتضح من الشكل (١) أن نسبة الإجابات الخطأ أعلى من الإجابات الصحيحة مما يدل على ضعف مستويات عمق المعرفة الرياضية.

أما بالنسبة لمهارات التعلم الذاتي والتي أكدت عليها وثيقة التنمية المستدامة لرؤية مصر ٢٠٣٠، وضرورة تعزيز فرص التعلم المستمر مدى الحياة (وزارة التخطيط والمتابعة والإصلاح الإداري ٢٠١٦، ص. ١٣٩)، وكذلك توصيات العديد من المؤتمرات مثل المؤتمر الدولي الثالث للتعليم الإلكتروني والتعليم عن بعد (٢٠١٣)، والمؤتمر الدولي لمستقبل التعليم الرقمي في الوطن العربي (٢٠٢٠) والتي أوصت بالتركيز على دعم مهارات التعلم الذاتي والتعلم المستمر مدى الحياة، وضرورة أن يكون المتعلم نشط أثناء تعلمه، وعلى الرغم من ذلك فقد أظهرت العديد من الدراسات انخفاض مستوى مهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ مراحل التعليم العام والمرحلة الإعدادية بصفة خاصة مثل: دراسة عبدالله أحمد وآخرون، ٢٠١٧؛ محمود طه، ٢٠٢٠؛ Lazakidou & Retalis, 2010 ; Sumantri & Satriani ,2016، وقد اتضح ذلك جليا أثناء فترة جائحة كورونا والتي افتقد فيها التلاميذ مهارات التعلم الذاتي والقيام بالأبحاث الواردة من قبل وزارة التربية والتعليم في مصر، واعتماد معظمهم على المكاتب الخاصة للقيام بهذه الأبحاث.

وقد يرجع السبب في انخفاض مستويات عمق المعرفة ومهارات التعلم الذاتي إلى استخدام الأساليب التقليدية المتبعة في التدريس (Kruger, 2020, Al-Saadi & Al-Kinani, 2021)، والتركيز على المعرفة السطحية السريعة، أيضا تهتم هذه الطرق بتزويد المتعلم بالمعلومات الجاهزة دون إعطاؤه الفرصة لاكتشافها والتوصل إليها من خلال التعلم الذاتي مما يؤدي إلى انخفاض مهارات التعلم الذاتي لديهم.

وقد أوصت عدة دراسات مرتبطة بضرورة الاهتمام بتصميم بيئات التعلم التكيفية منها (إيمان موسى، ٢٠٢٠؛ غدير المحمادى، ٢٠٢٠؛ Jagušt, et al.,2018 ؛ Hubalovsky, et al 2019 ؛ Cudd, 2019) لما تتمتع به من مميزات في توصيل المحتوى للمتعلمين بطريقة تتناسب مع مستواهم وأسلوب تعلمهم وتفكيرهم وتفضيلاتهم التعليمية مما يساعد على تحسين تحصيل المتعلمين للمعارف والمهارات، مع مراعاة تصميمها وفقا لأنماط مختلفة من التكيف لتنمية المعارف والمهارات المختلفة لدى المتعلم، كما أكدت عدة دراسات مثل دراسة كل من (فاطمة الشهري، ٢٠١٩؛ Yilmaz, 2017; Alshammari, 2016) على أهمية بيئات التعلم التكيفية في تحسين نواتج التعلم الرياضية.

في ضوء ما سبق تحددت مشكلة البحث الحالي في ضعف مستويات عمق المعرفة الرياضية، ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وللتصدي لهذه المشكلة يسعى البحث الحالي إلى تنميتها من خلال بيئة تعلم تكيفية تعزز دور التلميذ ومهارات التعلم الذاتية لديه في الحصول على المعرفة الرياضية العميقة، وبناء على ذلك سعى البحث للإجابة على الأسئلة التالية:

١. ما المعايير التي ينبغي توافرها عند تصميم بيئة تعلم تكيفية؟

٢. ما التصور المقترح لبيئة تعلم تكيفية لتنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية، ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٣. ما فاعلية بيئة تعلم تكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٤. ما فاعلية بيئة تعلم تكيفية في تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

- بناء بيئة تعلم تكيفية لتنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية، ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- الكشف عن فاعلية بيئة تعلم تكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- الكشف عن فاعلية بيئة تعلم تكيفية في تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

أهمية البحث:

قد يفيد البحث الحالي بما قدمه من تنظير وتطبيق ونتائج وتوصيات في اتجاهين متكاملين هما:

١. **الأهمية التطبيقية:**

- تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية لعمل مواءمة بين المعايير والمحتوى والتقييم، والانتقال إلى ثقافة التقييم القائم على المعايير، كخطوة نحو تطوير مناهج الرياضيات.
- تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية خاصة في وقت أصبح غاية التعلم والتعليم ليس جمع المعلومات والمعارف وحشوها في أذهان التلاميذ، بل تنمية أداءهم وتعليمهم كيف يتعلمون بأنفسهم، خاصة في ظل النمو المعرفي والتطور التكنولوجي السريع الذي يشهده العالم.

٢. **الأهمية النظرية:**

- تقديم إطار نظري مختصر حول التعلم التكيفي وبيئاته، ومستويات عمق المعرفة الرياضية، ومهارات التعلم الذاتي لتوضيح ماهيتها، وربطها بمجال تعليم وتعلم الرياضيات.
- تقديم بعض الأدوات التي تساعد في تقويم ومستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، كذلك الخروج بدليل إرشادي لبناء بيئة تعلم تكيفية.

- وضع مجموعة من التوصيات والمقترحات البحثية التي قد تفيد الباحثين لاستكمال التعمق البحثي في التعلم التكيفي وتوظيفه في تعليم وتعلم الرياضيات والمواد الأخرى، ومستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي.

حدود البحث:

التزم البحث الحالي بالحدود الآتية:

- **الحدود الموضوعية**: تم استهداف تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية الثلاثة (الاستدعاء، المفاهيم والمهارات، التفكير الاستراتيجي)، واستهداف تنمية مهارات التعلم الذاتي (تخطيط وتنظيم التعلم - استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات- معالجة المعلومات وإدارتها- التقييم الذاتي)، كما اقتصر البحث على محتوى وحدتي "الأعداد الحقيقية" و "العلاقة بين متغيرين" من كتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي الفصل الدراسي الأول، كذلك اقتصر البحث على استخدام منصة "Smart Sparrow كأحد منصات التعلم التكيفي، كذلك تم بناء بيئة التعلم التكيفية بناءًا على متغير المستوى المعرفي للتلميذ.
- **الحدود الزمانية والمكانية**: طُبقت أدتا الدراسة خلال الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢١ / ٢٠٢٢م، بمدرسة الشهيد محمد عمرو البدري الإعدادية التابعة لإدارة بركة السبع التعليمية بمحافظة المنوفية، وتم التدريس عبر بيئة التعلم التكيفية في الفترة من ١٠/ ١٠/ ٢٠٢١ – ١٦/ ١٢/ ٢٠٢١م.
- **الحدود البشرية**: عينة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي تقدر بعدد (٨٣) تلميذ، تم توزيعهم عشوائيا على مجموعتين أحدهما مجموعة تجريبية تدرس من خلال بيئة التعلم التكيفية وعددها (٤٢) تلميذ، والأخرى ضابطة تدرس بالطريقة المعتادة وعددها (٤١) تلميذ.

مصطلحات البحث:

- **بيئة التعلم التكيفية**

تعرف إجرائيًا على أنها بيئة تعلم إلكترونية تم تطويرها وإدارتها على منصة Smart Sparrowقائمة على مستوى تعلم التلميذ، بحيث تتميز بالقدرة على تقديم مصادر وأنشطة ومهام وخبرات التعلم بناء على تحليل استجابات تلميذ الصف الثاني الإعدادي ودرجاته، والتي على أساسها يتم تخصيص مسار التعلم الخاص وفقا لمستواه لتنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لديه.

- **مستويات عمق المعرفة الرياضية:**

تعرف إجرائيا على أنها مستوى التعقيد المعرفي للمعلومات الرياضية، ومستويات

التفكير التي يجب على تلميذ الصف الثاني الإعدادي التمكن منها لمعالجة المعرفة الرياضية بصورة عميقة، وتشمل ثلاثة مستويات هي التذكر والاستدعاء، و تطبيق المفاهيم والمهارات، والتفكير الاستراتيجي، ويتم قياسها من خلال درجة التلميذ في اختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية المستخدم في البحث الحالي.

- **مهارات التعلم الذاتي:**

تُعرف مهارات التعلم الذاتي إجرائيًا على أنها مجموعة المهارات التي تعبر عن رغبة تلميذ الصف الثاني الإعدادي الذاتية في التعلم بالاعتماد على نفسه، من خلال تحمل مسئولية تخطيط وتنظيم التعلم، والقدرة على استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات، ومعالجة المعلومات وإدارتها بالإضافة إلى القدرة على التقييم الذاتي، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها في المقياس المستخدم في البحث الحالي.

الإطار النظري والدراسات السابقة

سيتم تناول الإطار النظري والدراسات السابقة المتعلقة به وفقا للمباحث التالية:

المبحث الأول:بيئات التعلم التكيفية **Adaptive Learning Environment**

سيتم البدء بتوضيح الأساس النظري والفلسفي الذي تقوم عليه بيئات التعلم التكيفية، ثم التعرف على مفهوم التعلم التكيفي وبيئات التعلم التكيفية وخصائصها ومميزاتها وأهدافها والفرق بين التعلم التكيفي وأنواع التعلم ذات الصلة مثل التعلم الشخصي والتعلم المتمايز، وعلاقته بالمنصات التعليمية التي تدعم مبادئه، وأخيرا علاقته بتعليم وتعلم الرياضيات.

الأساس النظري لبيئات التعلم التكيفية:

تركز بيئات التعلم التكيفية بشكل أساسي على النظرية البنائية، فهي تلبي جميع افتراضات البنائية، حيث تؤكد بيئة التعلم البنائية على ضرورة تحكم المتعلم في التعلم، بالإضافة إلى تقديم المعلومات بعدة طرق مختلفة من حيث الترتيب والأنماط ووجهات النظر، وتوفر بيئات التعلم التكيفية فرصًا للمعلمين لتطبيق هذه الافتراضات في بيئة التعلم (Kara & Sevim, 2013, p.115) ، كما أن الأنشطة التي تحدث أثناء التعلم التكيفي والتي تلائم مستوى المتعلم تنطلق من مبادئ النظرية البنائية، حيث يكون المتعلم نشط متفاعل مفكر، كما ينطلق التعلم من خبرات المتعلم السابقة ويبنى عليه.

كما يرتبط التعلم التكيفي بنظرية أنماط التعلم التي تفيد بأن مقدار ما يتعلمه الفرد يعتمد على كون الخبرات التعليمية الموجهة نحو نمط التعلم الخاص به أكثر من اعتماده على ذكاء الفرد، وأن التعلم يكون أكثر نجاحا حين يكون الأسلوب التعليمي الذي تقدم فيه المهمة التعليمية مطابقا لأسلوب ونمط تعلم المتعلم (Truong, 2015).

- **مفهوم التعلم التكيفي وبيئات التعلم التكيفية:**

التعلم التكيفي ليس مفهومًا جديدًا ، فقد ارتبط مفهوم التكيف بمجالات عديدة، مثل علم البيولوجي، وعلم المناخ، نظرية النظم (محمد خميس، ٢٠١٦، ص.٢٤٠)، كما أن فكرة التكيف مع المتعلمين لإضفاء الطابع الفردي على التدريس ليست جديدة، فعلى سبيل المثال طريقة التعلم بإتقان هي طريقة معروفة وفعّالة لتكييف التدريس مع مستوى النمو المعرفي لكل متعلم (Aleven, et al., 2016, p. 2) ، واستخدم كأداة دعم في التعليم الإلكتروني في الوقت الحاضر، على الرغم من أنها موجودة منذ أواخر الخمسينيات، وهو يعمل على تكييف محتوى التعليم الإلكتروني وفقا لاختيارات المتعلم وأداءه (Brown, 2019)، واستخدمت فكرة التكيف مع الثورة التكنولوجية الحديثة؛ حيث لجأت إلى الاستفادة من البرامج الالكترونية في التعديل من المحتوى وطريقة عرضه وفقا لاستجابات المتعلم، ليس هذا فحسب بل تعمل بيئة التعلم التكيفية على تقديم مصادر التعلم وأنشطته بشكل يساعد على تحسين مستوى التعلم، وبصورة تلائم الخبرة السابقة للمتعلم (Esichaikul, et al., 2011, p.343) والتعلم التكيفي أو ما يطلق عليه التعلم المؤقلم هو طريقة لتوفير تجربة تعليمية شخصية للطلاب توظف فيه أنظمة الكترونية متطورة، تقوم على تحليل بيانات وتفاعلات المتعلم ومستوى أدائه، ومن ثم تقديم أنواع المحتوى والمهام والأنشطة التي يحتاج إليها المتعلم في نقطة زمنية محددة (Waters, 2014).

ويعرفه Alshammari (2016, p.56) على أنه طريقة من طرق التعليم والتي يتم فيها تقديم المعارف والمهارات بناءً على أساليب التعلم المتنوعة وتعتمد على نظم خاصة لها القدرة على تعزيز التعلم من خلال مراعاة خصائص المتعلم المختلفة.

ويعرف تامر الملاح (٢٠١٦، ص.٣٣) التعلم التكيفي بأنه "أحد أساليب التعلم التي يُقدم فيها التعلم وفقا لأنماط وأساليب وخصائص المتعلمين المختلفة، وفقا لطريقة تعلم كل متعلم، سواء أكانت تقليدية أو إليكترونية، وذلك بمراعاة الفروق الفردية، ويحدث هذا التكيف للبيئة التعليمية والمحتوى وطريقة عرضه"

ويعرف Brown (2019) التعلم التكيفي على أنه تقديم خبرات التعلم المخصصة التي تقابل الاحتياجات الشخصية لكل متعلم، من خلال التغذية الراجعة ومصادر التعلم ومسارات التعلم في الوقت المناسب، بدلا من توفير تجربة تعلم واحدة لكل المتعلمين.

وتعرف الأنظمة التكيفية على أنها المكون التكنولوجي المشترك بين أنظمة الإنسان والآلة التي يمكنها تغيير سلوكها لتلبية الاحتياجات المتغيرة لمستخدميها، بدون تعليمات صريحة من مستخدميها(Feigh et al. 2012, p.1008) .

وتُعرف بيئة التعلم التكيفية على أنها هي بيئة تعلم تعتمد على تقديم خبرات التعلم المخصصة التي تلبي الاحتياجات الفريدة للمتعلم من خلال التغذية الراجعة

المخصصة، ومسارات التعلم المختلفة، ومصادر التعلم المتنوعة في الوقت المناسب بدلاً من توفير تجربة تعليمية واحدة تناسب الجميع (SmartSparrow, 2020) .
بينما يُعرفها Oxman and Wong (2014, p.27) على أنها أنظمة تعلم رقمية قابلة للتكيف ديناميكيًّة التغيير، لتناسب التعلم بشكل أفضل استجابة للمعلومات التي يتم جمعها أثناء تعلم الدرس، حيث تستخدم المعلومات المكتسبة من متابعة سير المتعلم مع أجزاء الدرس، وبناءًا عليها يتم تغيير النظام مثل طريقة عرض المفهوم، وصعوبة المهمة، وتسلسل عرض الأنشطة والمشكلات (المسائل) المعروضة على المتعلم، وطبيعة التلميحات المقدمة والتغذية الراجعة.

مما سبق يتضح اتفاق معظم الأدبيات على أن بيئات التعلم التكيفية:

- تقدم محتوى تعليمي بأكثر من شكل بحيث يتناسب مع مستوى المتعلم وقدراته وحاجاته قبل البدء بعملية التعلم.
- تعتمد على التكنولوجيا في تحليل استجابات المتعلم لتكييف المحتوى والمهام والأنشطة والخبرة التعليمية في المستوى المناسب له.
- تُعدل من أسلوب عرض المحتوى بين وقت وآخر وفق ما يدخله المتعلم، واعتمادًا على تقييم مستمر لمستواه.

- **أهداف التعلم التكيفي**:

الهدف النهائي لبيئات التعلم الإلكتروني التكيفية هو تخصيص مواد التعلم وتنظيم تسلسلها لتتناسب مع احتياجات المتعلم الفردي بأكبر قدر ممكن (Alshammari, 2016, p.55)؛ حيث تزيد أنظمة التعلم التكيفي من فرصة تقييم معرفة التلاميذ بموضوع معين، وتقدم المحتوى المناسب لهم في نفس الوقت، كما توفر هذه الأنظمة تقييم مستمر مصاحب لتعلم التلاميذ، وهكذا تساعد التكنولوجيا على تكيف التعلم مع الاحتياجات الخاصة بكل تلميذ على حدا (Dziuban, et al., 2017).
كما يهدف التعلم التكيفي إلى محاكاة ودعم مهمة المعلم -وليس استبدالها- في توفير أفضل تجربة تعليمية ممكنة لكل تلميذ على حدة، مما يساعد على توسيع نطاق التعلم التكيفي ليشمل عشرات أو مئات أو آلاف التلاميذ في وقت واحد (smartsparrow, 2020)، فالتعلم التكيفي لا يهدف إلى تغيير سلوك التلاميذ من خلال تقديم التعزيز أو إجبارهم على اتباع نفس البداية في نفس المكان واتباع نفس المسار، وبدلاً من ذلك، فإنه يعترف بالاختلافات بين التلاميذ ويخلق بيئات تعليمية قائمة على هذه الاختلافات؛ فيوفر بيئة تعليمية مخصصة لجميع المتعلمين، سواء من خلال تكييف العرض التقديمي والتنقل بين مواد التعلم الخاصة بالمقرر، ويتم ذلك من خلال تحليل الملف الشخصي أو ملف إنجاز التعلم الخاص بالمتعلم (Retalis & Papasalouros, 2005, p.26).

مما سبق يتضح أن بيئات التعلم التكيفية تحقق العديد من الأهداف التربوية الهامة، والتي تنبع من طبيعته في تقديم المحتوى وموارد التعلم بما يتناسب مع مستوى التلميذ، ومن هذه الأهداف:

- جعل التلميذ محور ومركز العملية التعليمية.
- مراعاة الفروق الفردية المختلفة بين المتعلّمين.
- توفير بيئة تعليمية مرنة ومخصصة لكل تلميذ.
- تكييف كل مصادر التعلم وأنشطته ومهامه بما يتلاءم مع مستوى التلميذ.
- التقييم المستمر لكل مرحلة من مراحل التعلم المختلفة، وتحديد مسار التعلم المناسب بناء على نتائج هذا التقييم.

- **أهمية بيئات التعلم التكيفي:**

لبيئات التعلم التكيفية العديد من المميزات التي تجعلها من أبرز بيئات ونظم التعلم الحديثة، وفيما يلي عرضا لأبرز هذه المميزات:

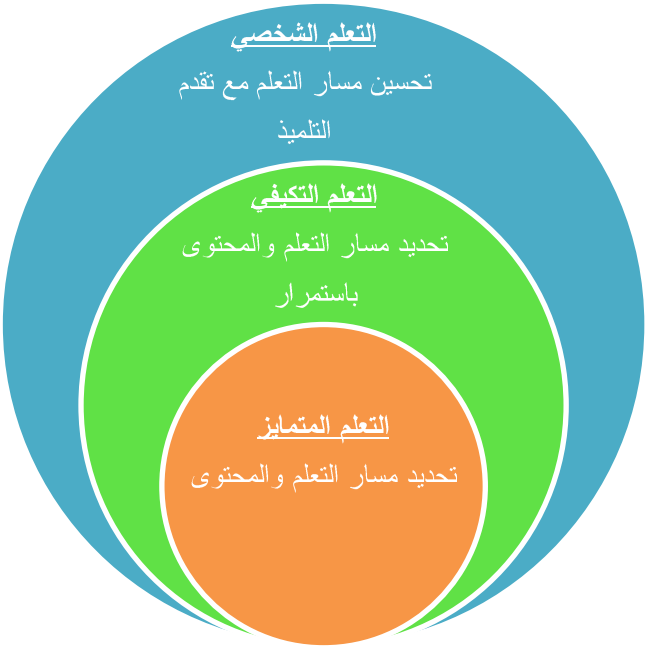
- جعل المتعلم مركز العملية التعليمية؛ حيث أنه موجه نحو المتعلم بشكل مخصص، وهذا يعني أن تجربة التعلم فريدة من نوعها لكل متعلم.
- توفر بعض بيئات ومنصات التعلم التكيفية عبر شبكة الإنترنت فرصة أكبر لتوظيف التعلم التكيفي بشكل يسهل استخدامه من قبل المعلمين الذين ليست لديهم الكفاءة العالية في استخدام برمجيات الحاسب التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي لبنا بيئات تعلم تكيفية
- مراقبة عملية بناء المعرفة لكل متعلم في وقت واحد، وتقديم التغذية الراجعة الفورية وفقًا لاستجابات كل متعلم (Kara & Sevim, 2013, p.110).
- تحسين مستوى انخراط المتعلم وتعزيز مشاركته في التعلم، كما يضمن جودة مخرجات التعليم (Murray & Pérez, 2015) .
- تطبيق معايير موحدة على جميع المتعلمين دون تدخل بشري.
- القضاء على الحشو في المحتوي التعليمي من خلال تقديم ما يناسب كل متعلم وبالطريقة التي تناسب (تامر الملاح، ٢٠١٦)
- زيادة معدل نجاح المتعلمين، وتحصيلهم الأكاديمي ومستوى احتفاظهم بالتعلم، كما أنه يحسن من كفاءة المعلم (Kakish & Pollacia, 2018).
- مساعدة الطلاب ذوي الاحتياجات الخاصة سواء متفوقين أو موهوبين وكذلك ذوى صعوبات التعلم (طارق حجازي، ٢٠١٥).

وترى الباحثة أنه يمكن استخدام بيئات التعلم التكيفية بفاعلية في تدريس وتعليم وتعلم الرياضيات، حيث يساعد استخدامها في:

- تسهيل الأنشطة الفردية في سياقات تعلم الموضوعات الرياضية التي لا يتقنونها بشكل كاف.
- توفير فرصة التدريب على الخوارزميات الأساسية للحلول الإجرائية من خلال ممارسة المهارات الروتينية وتكرار الحل.
- تنمية الاتجاه الإيجابي نحو دراسة الرياضيات.
- إتاحة بيئة تعلم فعالة وجذابة.
- تنمية قدرة التلاميذ على حل المشكلات الرياضية من خلال أنشطة التعلم التكيفية التي تزودهم بالتدريب الكافي الذي يتفق مع مستواهم.
- تشجيع التلاميذ ذوى صعوبات التعلم الرياضية في التغلب على الصعوبات التي تواجهه في فهم واستيعاب المفاهيم والتعميمات الرياضية من خلال توجيههم لمسارات تعلم مناسبة لهم.
- زيادة انخراط ومشاركة التلاميذ المتفوقين من خلال توفير عدد من المسائل والمهام الثرية التي تناسب مستواهم.
- التقليل من مقارنة أداء التلميذ مع غيره ، حيث تتمحور المقارنة بمدى تطوره الذاتي وأهدافه الشخصية، كما يركز التلميذ على مهاراته وإيجابيته وتطوير نفسه بنفسه في ضوء مستوى تقدمه.
- تخفيف العبء على معلم الرياضيات وتوفير ساعات التصحيح وتحليل البيانات وإعداد مصادر التعلم.
- تحقيق تعلم للرياضيات ذو جودة أفضل من خلال تنظيم مصادر التعلم والمحتوى الرياضي والتقييم المستمر، وبالتالي تحسين نوعية وكمية التعلم.

- **الفرق بين التعلم التكيفي والتعلم الشخصي والتعلم المتمايز**

يعد التعلم الشخصي الإطار العام الذي يضم كلا من التعلم التكيفي والتعلم المتمايز، فالتعلم المتمايز أحد صور التعلم الشخصي، فهو يحدد مسار المنهج الدراسي لمتعلم معين، ولكنه لا يقوم بالضرورة بتكييف هذا المسار مع تقدم المتعلم (Waters, 2014)، وبالمثل يمكن إعطاء اثنين من التلاميذ الذين لديهم نفس التقييم السابق نفس التجربة التعليمية، حتى لو كان معدل أو نجاح كل تلميذ منهما في التعلم مختلف، لكن التعلم التكيفي ينتقل من حيث ينتهى التعلم المتمايز، فيستخدم البيانات والتحليلات لتكييف مسار التعلم باستمرار، فقد يتلقى تلميذان كانا في البداية على نفس المسار دروسا مختلفة اعتمادا على إنجازهما في هذا المسار (Lewolt, 2014)، والشكل التالي يوضح العلاقة بين التعلم التكيفي والتعلم الشخصي والتعلم المتمايز.



شكل (٢):التعلم التكيفي والتعلم الشخصي والتعلم المتمايز

مما سبق يمكن القول بأن التعلم التكيفي والمتمايز يتفقان في تبني المبدأ الأساسي للتعلم الشخصي وهو أن كل متعلم فريد من نوعه، ومحاولة خلق تجربة تعليمية شخصية مخصصة لكل متعلم، ويختلفان في أن التعلم المتمايز يستخدم التحليلات لوضع المتعلم في الفئة المناسبة له في بداية عملية التعلم في ضوء تسلسل محدد مسبقا، كما أن عملية التمايز تتم من خلال المعلم في بداية عملية التعلم، بينما التعلم التكيفي يستخدم التحليلات التي ينتجها النظام أو بيئة التعلم التكيفية لوضع المتعلم في الفئة المناسبة في كل مرحلة من مراحل التعلم، أي أن التمايز أو التكيف يتم بشكل إلكتروني ومستمر، وبالتالي فإن التعلم المتمايز ينظر إلى المتعلم بأنه فريد من نوعه بشكل جزئي، بينما التعلم التكيفي ينظر إلى المتعلم بأنه فريد من نوعه تمامًا.

- **المتغيرات في أنظمة بيئات التعلم التكيفية:**

هناك العديد من المتغيرات التي يتم بناء بيئات التعلم التكيفية على أساسها، وهي تعني بما الذي يجب أن تتكيف معه بيئة التعلم التكيفية لتكون أكثر فعالية، فهناك العديد من خصائص المتعلمين التي يجب مراعاتها منها:

– **المستوى التحصيلي (المعرفة السابقة والنمو المعرفي):** حيث يتم تصنيف

المتعلم عند الدخول لبيئة التعلم التكيفية بناءًا على مستواه التحصيلي من خلال إجابة المتعلم على عدد من الأسئلة المتدرجة المرتبطة بنواتج التعلم والتي على أساس نتيجة المتعلم على هذه الأسئلة يتم تصنيفه في المستوى المناسب (مرتفع – متوسط – منخفض)، وتقوم بيئة التعلم التكيفية ببناء المسار التعليمي حسب المستوى وتقديم الدعم المطلوب لإنجاز المهام التعليمية (Alshammari, 2016, p.102)، وقد تناولت الباحثة هذا المتغير كأساس لبناء بيئة التعلم التكيفية نظرًا لأهميته وفاعليته بالنسبة لتدريس الرياضيات.

- **أساليب التعلم:** وهي الطريقة التي يفضل المتعلم التعلم بها، وتؤثر على فعالية التعلم، وهي مداخل واستراتيجيات التي يفضلها المتعلم في إدراك بيئة التعلم والتفاعل معها والاستجابة لها، فهناك عدة تصنيفات لأساليب التعلم منها تصنيف كولب (التباعدي، التمثلي، والتقاربي، والتكيفي)، وهناك نموذج دن ودن (البصري المكاني، السمعي، الحركي) (إيناس أحمد، ٢٠١٧).
- **الأنماط المعرفية**: ومنها أسلوب حل المشكلات، واتخاذ القرار، والأساليب المعرفية المعقدة مقابل البسيطة، والأساليب الاعتمادي مقابل الأسلوب المستقل (Lee & Park, 2008) .
- **الذكاءات المتعددة**: ذكر جاردنر أن ك إنسان لديه مجموعة من الذكاءات وعددها ٩ ذكاءات (مكاني-جسمي- حركي – لفظي – لغوي – طبيعي – رياضي – بصري – موسيقي)، ومن الضروري أن يتم التعلم بشكل يحفز نوع الذكاء الأكثر بروزًا لدى المتعلم لتشجيع الذكاءات الأخرى (مؤيد الأنصاري، ٢٠١٨).

- **بيئات التعلم التكيفية والمنصات التعليمية**:

تعتبر منصات التعلم الالكترونية بيئات تعلم تكيفية إذا ما أحدثت تغيرا حيويا أوتوماتيكيا لأفضل بدائل التعلم استجابة للمعلومات التي يجمعها النظام إلكترونيا خلال التعلم، وليس على أساس المعلومات الموجودة مسبقا مثل الجنس ودرجة الاختبار التحصيلي للمتعلم (ريم العبيكان وتهاني سعد،٢٠١٩، ص.٥٩)، ومن أمثلة منصات التعلم التي تدعم بيئات التعلم التكيفية ما يلي:

- **منصة SmartSparrow:** تتيح هذه المنصة إعداد دروس تعلم تكيفية تراعي الفروق الفردية بين التلاميذ والتعامل مع كل تلميذ وكأنه حالة فريدة ووحيدة وكذلك للراغبين بتنمية مهارات التعلم الذاتي وتصميم المقررات عبر الإنترنت والتعلم عن بعد، ولا تتطلب الإلمام بمهارات برمجية خاصة، كما تحتوي هذه المنصة على مقاطع فيديو كدليل للمعلمين من أجل تسهيل تصميم المحتوي، وكوسيلة مساعدة ومرشدة للتلميذ تدله كيف يمكن الوصول لدروس

التعلم التكيفية المقدمة له (SmartSparrow, 2020).

- **منصة Century:** عبارة عن منصة تعليمية ذكية تستخدم علوم التعلم والذكاء الاصطناعي وعلم الأعصاب لإنشاء مسارات تعلم تكيفية للتلاميذ، فمن خلال التقييمات التشخيصية الأولية، يحدد النظام الفجوات المعرفية والمفاهيم الخاطئة لدي التلميذ، وتوضع دروس صغيرة ذات الصلة في مسار التعلم الخاص بالتلميذ، كما يساعد المسار التكيفي التلميذ ليتعلم كيف تتعلم، وكيفية إكمال المهام المطلوبة (Century, 2020).
- **منصة Knewton:** تم إنشاء هذه المنصة في عام ٢٠٠٨م في نيويورك، تعتمد على البيانات لبناء معرفة قوية، تعمل المنصة على إعطاء أكبر قدر ممكن من المعلومات، من خلال تحليل التعلم الخاص بالمتعلم، كذلك يمكن سحب بيانات إضافية عن مواد التعلم الخاصة بالمقرر لفهم أيها أكثر فاعلية ومشاركة، وكيفية تفاعل المتعلمين مع المواد حتى يمكن تحديثها وتحسينها، وحتى يتمكن المعلم من معرفة أي دروس تم التمكن منها أيها تحتاج أي فهم أكبر(Accelity, 2018) .
- **منصة Realizeit**: تتيح هذه المنصة بناء المقررات وإدارة المحتوى عليها، وتستخدم التكيف الذكي في تقديم الخبرات التعليمية بشكل مستمر، حيث يقيس النظام باستمرار معرفة وقدرة كل متعلم حتى يتمكن من رسم تجربة تعليمية مخصصة وتشكيلها وقيادتها مما يسمح للمعلمين بتعديل المحتوى والموارد وتكييفها حسب الحاجة، وقياس نواتج التعلم، كما يدعم النظام محرك التعلم الذاتي التكيفي Realizeit Adaptive Intelligent Engine الذي يتكيف باستمرار حسب قدرات وأداء كل تلميذ (Realizeit, 2020).
- **منصة EdApp**: منصة مجانية تدعم التعلم المستمر، وتتيح الوصول إلي النظام عبر الأجهزة المحمولة، وتعتمد المنصة على ضرورة تقسيم الدروس إلى وحدات تعلم صغيرة لسهولة الفهم، وتتميز بسهولة تحرير الدروس، وإضافة المعلومات بناءً على تقييم التلاميذ، كما تتيح المنصة تدريب مجاني لمستخدميها (EdApp, 2020) .

وقد تم اختيار منصة SmartSparrow كمنصة لبيئة تعلم تكيفية في هذا البحث لعدة أسباب منها:

- توفر المنصة قاعدة بيانات تعريفية للتلاميذ ومسارات تعلمهم وأنشطتهم داخل المنصة، كما أنها تحدد مسار التعلم وفقا لاحتياجات التلميذ التعليمية، وتحدد له دور واضح داخل النظام.
- توفر المنصة تحليلات لكل عناصر عملية التعلم من أنشطة ومحتوى وتقييم

وتفاعل.

- تحتفظ المنصة بالبيانات المدخلة إليها ولا تضيع هذه البيانات في حالة الإبحار من أكثر من نافذة، ويمكن تعديل هذه البيانات في أي وقت، كما يتم تفعيل الحساب على المنصة من خلال البريد الإلكتروني للتلميذ بسهولة.
- تتميز أدوات الإبحار المتوفرة بالمنصة بأنها مألوفة وبسيطة ومتناسبة مع خصائص التلاميذ، كما أنها متوفرة في كل الصفحات لسهولة التجول داخل المنصة.
- تتوافق المنصة مع نظم التشغيل السائدة، ومتصفحات الويب الشائعة، وبالتالي من السهل الوصول لمحتوى التعلم.
- تتيح المنصة قدر كبير من التفاعلية بين المتعلم ومحتوى التعلم، من خلال المحتوى التفاعلي.
- تسمح باسترجاع البيانات الخاصة بالتلميذ والتي توضح مدى تقدمه والأخطاء التي وقع بها، وتقدم توجيهات وتعليمات عند حدوث أخطاء من التلميذ.

- **المكونات الرئيسية في بيئات التعلم التكيفية:**

تشترك كل منصات التعلم الالكترونية التي تدعم التعلم التكيفي في احتوائه على ثلاث مكونات للبنية الأساسية لبيئة التعلم هي: (فاطمة الشهري، ٢٠١٩؛ Alshammari et al. 2015؛ Hafidi & Bensebaa, 2014)

- **نموذج المجال Domain Model** : يتضمن نموذج المجال المواد التعليمية وملحقاتها التي سيتم استخدامها لتعليم الموضوعات التي يغطيها المقرر التكيفي، ويشمل أيضا العلاقات بين مصادر التعلم أي منها توضع قبل الأخرى، وأيها أفضل عند تدريس نفس الموضوع؟، وطريقة تحديد متي يصل التلميذ لمستوى إتقان كاف في هذا الموضوع؟.
- **نموذج المتعلم Learner Model** : ويتضمن خصائص المتعلم ومعلومات عنه مثل مستوى معرفته، وأسلوب تعلمه، ومعلومات حول كيفية استخدامه لمنصة التعلم التكيفي والوقت الذي يقضيه في كل جزء من الدرس، يمكن أن يكون نموذج المتعلم ثابتا أو تفاعلي، فالنموذج الثابت يتم تصميمه عند إنشاء الحساب للتلميذ ولا يتغير، بينما النموذج التفاعلي يشمل أيضا البيانات التي يتم جمعها من خلال استخدم المتعلم لبيئة التعلم التكيفي مثل صحة أو خطأ إجابة مسألة والخطوات التي استخدمها للوصول للحل، والإشارات المرجعية التي فعّلها، أشكال التغذية الراجعة الصريحة والضمنية المقدمة له.
- **نموذج التكيف / التعليمي Adaption/ Instructional Model** : ومسئولية هذا النموذج بناء مسار تعلم مخصص للتلميذ بناء على كافة

المعلومات التي تم تجميعها من نموذج المتعلم، وتحديد جوانب التعلم التي يمكن تكييفها، وتستخدم تفاعلات التلميذ الأخيرة والمخزنة في النظام لتكييف محتوى المقرر، مثل توفير التغذية الراجعة المناسبة بعد النشاط، تفاعلات التلميذ الجديدة والسابقة يتم إنشاء وتحديث مسار التعلم.

- **دور بيئات التعلم التكيفية في تحقيق أهداف تدريس الرياضيات:**

تُعد الرياضيات من المواد الدراسية المثالية لطبيعة التعلم التكيفية في الفصل الدراسي، فبنية الرياضيات ومكوناتها تعتمد على بعضها البعض، وتحتاج إلى وقت للتقدم في دراستها، فمثلا يجب أن يفهم التلميذ العد قبل الجمع، والجمع قبل الضرب، والضرب قبل القسمة وهكذا، حيث تسهل بيئات التعلم التكيفي تعلم وتعليم بنية الرياضيات المرتبطة المتدرجة من خلال "التشخيص"، فالنظام لا يكتشف فقط ما أتقنه التلميذ، ولكن ما هي المهارة التي قد يستطيع التمكن منها بناءً على أدائهم في الأسئلة المختلفة المقدمة (Cudd, 2019).

كما أن تعليم وتعلم الرياضيات يحتاج إلى توفير الفرص للتلاميذ لاستكشاف المفاهيم الرياضية، وخلق الروابط والعلاقات بينها، والانخراط مهام المتدرجة والأسئلة المفتوحة، وفرض الفروض، وتعتبر بيئات التعلم التكيفية من بيئات التعلم التي مثل هذه الأنشطة خلال مسارات تعلم التلاميذ التي تختلف إلى حد كبير عن بيئات التعلم الأخرى، حيث يحدد نموذج المحتوى ببيئة التعلم التكيفي كيفية ظهور المحتوى الرياضي وتنظيم الحقائق والإجراءات والمفاهيم الرياضية، وما هي الموضوعات التي ترتبط بموضوعات أخرى؟ وكيف يمكن ترتيب هذه الموضوعات لتقابل احتياجات كل تلميذا بشكل منفرد؟ ما الطرق الممكنة التي قد يتبعها التلاميذ بين الموضوعات؟ ما مقدار المحتوى الذي يمكن تقديمه للتلميذ بناء على نتائج تقييمه؟، وبالتالي يحدد نموذج المحتوى أي التلاميذ تعمق في دراسة مواد التعلم وما هي الطرق التي اتبعها، وبناء على استجابات التلاميذ الصحيحة والخاطئة يتم رسم النموذج التكيفي (التعليمي) بطريقة فعالة.

وفي هذا الصدد تشير نتائج دراسة Yilmaz (2017) إلى أن تقنيات التعلم التكيفية تساهم في تنمية التحصيل الأكاديمي في ضوء تصنيف ويب للطلاب في الرياضيات لطلاب المدارس المتوسطة من خلال برنامج (ALEKS)، كما تؤكد دراسة Sjaastad & Tømte (2018) إلى فاعلية بيئة التعلم التكيفية في تدريس المعرفة الرياضية والمعرفة الإجرائية وخاصة ممارسة الخوارزميات الأساسية والمهارات الروتينية التي تحتاج إلى التكرار التي تحتاج من التلميذ قضاء بعض الوقت في التدرب عليها، لذلك من الضروري تفعيل بيئة التعلم التكيفي خاصة أثناء الواجبات المنزلية، كذلك تؤكد نتائج دراسة أمل الجمعة (٢٠١٩) على الأثر الإيجابي لبيئة تعلم إلكترونية تكيفية في تنمية مهارات التفكير الرياضي لدى طالبات المرحلة

المتوسطة، كما أثبتت نتائج دراسة Walkington (2013) إلى أن التعلم التكيفي من خلال دمج مداخل تتبع لنموذج حل المشكلات الرياضية الخاصة بالمعادلات، يزيد من قدرة الطلاب على تكوين تعبيرات جبرية متنوعة، وقد أثبتت نتائج دراسة Stamper and Koedinger (2011) التي أعادت تصميم وحدة في الهندسة لعلاج أخطاء الطلاب من خلال بيئة تعلم تكيفية تم بناؤها على أساس المستوى المعرفي والمعرفة السابقة لدى الطلاب، واتفقت مع هذه الدراسات نتائج دراسة فاطمة الشهري (٢٠١٩) التي توصلت إلى أن هناك أثر إيجابي فاعل لبيئة تعلم تكيفية إليكترونية في تنمية المفاهيم الرياضية لدى تلميذات الصف الأول المتوسط.

تعقيب:

تم الاستفادة من الاطار النظري والدراسات السابقة الخاصة بهذا المبحث في تحديد المنصة التي سيتم تطبيق بيئة التعلم التكيفي من خلالها، وآلية عمل المكونات الرئيسية لبيئة التعلم التكيفي.

المبحث الثاني: عمق المعرفة الرياضية Depth of Mathematical Knowledge

يعد تصنيف بلوم دعامة أساسية لأكثر من ٥٠ عامًا، حيث أنه يساعد المعلمين على إعداد الدروس وتطوير مهارات التفكير على مدى واسع من التعقيد المعرفي، ويعطي دليل لكيفية تصنيف الأسئلة والأنشطة وفقًا لمستويات تجريدها، ويعتمد تصنيف بلوم بشكل رئيس على استخدام الأفعال السلوكية للتمييز بين مستويات التصنيف، وهذا ما جعله نقطة ضعف في هذا التصنيف، حيث أن العديد من الأفعال توجد في مستويات متعددة ولا توضح مستوى التعقيد المقصود الذي ينطوي عليه التصنيف، الأمر الذي جعل تصنيف بلوم يعاني من قيود عند اختيار عناصر فقرات الاختبار واستراتيجيات صياغة الأسئلة، لذلك قدم نورمان ويب Norman Webb نموذج جديد من الدقة والعمق المعرفي، للتغلب على هذه المشكلة في تصنيف بلوم، حيث يشكل مستويات عمق المعرفة بنية شاملة لتحديد العمق المعرفي، وبالتالي تطرح مجموعة واسعة من الاستخدامات على جميع مستويات تطوير المناهج وتقديمها (Hess, et al., 2009).

ويعد عمق المعرفة إطار عمل لتحديد مستوى الدقة في التقييم لتصنيف الأنشطة والمهام وفقًا لمستوى التعقيد في التفكير، وسبب ظهور هذا المصطلح أن تقييمات المعايير تقيس كيف يفكر التلاميذ في المحتوى والإجراءات التي تعلموها، ولكنها لا تقيس مدى العمق الذي يجب أن يفهمه التلاميذ وإدراكهم للتعلم حتى يتمكنوا من شرح الإجابات وتقديم الحلول، وكذلك نقل ما تم تعلمه في سياقات العالم الحقيقي (Francis, 2016)، ويشير عمق المعرفة إلى مستوى الفهم المطلوب للإجابة على سؤال أو أداء نشاط ما، وغالبًا ما يتم يطبق هذا المفهوم على التفكير الذي يقوم به المتعلم أثناء التقييم، وقد تم تطويره من قبل ويب ، وعلى الرغم من أنه تم تطويره في الأصل لمعايير الرياضيات والعلوم، فقد تم تكييفه للاستخدام في جميع المواد،

ويضمن هذا النموذج أن درجة تعقيد التقييمات تتماشى مع المعايير التي يتم تقييمها، فعندما يتبع التقييم إطار عمل عمق المعرفة ، يتم إعطاء المتعلمين سلسلة من المهام الصعبة بشكل متزايد والتي تظهر تدريجيًا أنهم يلبون التوقعات وتسمح بتقييم عمق معرفتهم الشاملة (Webb ,2002).

وفي هذا الصدد حملت وثائق الإصلاح في مجال تعليم وتعلم الرياضيات تغييرا في الرؤى حول أغراض التقويم، تضمن تحولا عن الرؤية التقليدية التي اقتصرت على مجرد إصدار أحكام تخص المتعلم، ومقارنة المتعلمين مع بعضهم البعض إلى رؤية أوسع تجعل من التقويم مكونا أساسيا في العملية التعليمية، حيث ينص مبدأ التقويم في وثيقة المبادئ والمستويات للمجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM, 2000) على أنه يجب أن يعمل التقويم على تدعيم تعلم المعرفة الرياضية، وتزويد كل من المعلمين والمتعلمين بمعلومات مفيدة، كما حددت مستويات التقويم بأنه عملية جمع دليل عن المعرفة الرياضية لدى المتعلم، وعن قدرته على استخدام هذه المعرفة، وعن استعداده وميله لتعلمها؛ ومن ثم عمل استنتاجات عن مدى عمق المعرفة الرياضية واستخدامها لأغراض متعددة.

ويُعد عمق المعرفة أحد نماذج التفكير القائمة على تنظيم المعرفة في بنية المتعلم العقلية مع مسار متفاوت التعقيد لحدوث التعلم الهادف، كما يعتمد على طريقة التفكير التي يتبعها المتعلم في ربط المشكلات الجديدة بخبراته السابقة بطريقة أكثر تعقيدًا مما يتبعها في طرق التفكير الأخرى، لأن أسلوب تفكيره هنا يعتمد على معرفته السابقة وقدرته على بناء الخبرات والتعميمات الجديدة (Viator, 2010, p.23)، وتشير Bray (2018) أنه من الأفضل مراجعة تصنيف بلوم ومستويات عمق المعرفة الرياضية عند تصميم وتوجيه الأنشطة التعليمية التي تدعم تعلم محتوى الرياضيات، والتأكد من فهم التلاميذ وتمكنهم من المهارات المطلوبة للعمل بشكل مستقل وتعاوني، فتصنيف بلوم يساعد كدليل لتدريس وتصميم التعليمات، بينما عمق المعرفة الرياضية يساعد كدليل لتطوير المهارات وتشجيع التفكير والتعلم العميق.

ولقد تعددت تعريفات عمق المعرفة الرياضية فقد عرفتها Hess et al. (2009, p.4) على أنها نموذج يقيس عمق الفهم والمعرفة عند تعليم وتعلم الرياضيات من بداية الدرس إلى نهايته، حيث يتطلب مشاركة المتعلمين في التخطيط والبحث واستخلاص النتائج حول ما يتعلمونه.

وعرفتها شيماء حسن (٢٠١٨، ص.١٣٦) على أنها درجات تعقيد التفكير التي يتفاعل من خلالها التلاميذ مع المعارف الرياضية، وتشمل أربعة مستويات هي استدعاء المعارف الرياضية، واستيعاب المعارف الرياضية، وتطبيق المعارف الرياضية، والتفكير الاستراتيجي.

بينما تعرفها مريم عبد الملاك (٢٠٢٠، ص.٤٥٦) على أنها تنظيم المعارف

والمهارات التي يجب أن يتمكن منها المتعلم في الرياضيات، حيث يتم تنظيم المعارف والمهارات وفقا لدرجة عمقها وقوتها في أربعة مستويات تبدأ بأقلها عمقا وتنتهي بأكثرها عمقا، وتشمل الاستدعاء، المعارف والمهارات، التفكير الاستراتيجي، التفكير الممتد.

وعرف محمد حسن (٢٠٢٠، ص.١٣٨) عمق المعرفة الرياضية على أنها قدرة الطالب على التذكر وإعادة الإنتاج وتطبيق المفاهيم والمهارات الرياضية وممارسة التفكير الاستراتيجي والتفكير الممتد للمواقف والمشكلات الرياضية التي تواجهه.

وعرّف Al-Saadi & Al-Kinain (2021, p.5134) عمق المعرفة الرياضية على أنها دراسة دقيقة للأفكار والحقائق الرياضية ووضعها في البناء المعرفي، وخلق العديد من الروابط بينها.

يتضح مما سبق أن عمق المعرفة الرياضية:

- أداة لتعزيز التحصيل في الرياضيات.
- مقياس معرفي الطلب يتعلق بتعقيد المحتوى والهدف المرتبط به
- يُحدد من خلال سياق المهمة الرياضية، ودرجة التفكير المطلوبة، وليس من خلال فعل سلوكي محدد تم استخدامه كما في تصنيف بلوم
- طريقة للتفكير في تعقيد المحتوى، حيث يختلف التعقيد عن الصعوبة، فعلى سبيل المثال إذا كان المحتوى جديد بالنسبة للتلميذ، فقد يكون الأمر صعبًا بالنسبة له، ولكنه ليس معقدًا.
- مصطلح يهدف إلى شمول جميع أشكال المعرفة الرياضية على نطاق واسع (أي الإجرائية، التصريحية، وما إلى ذلك).
- نموذج يقوم على افتراض أن عناصر المناهج يمكن تصنيفها جميعًا بناءً على المتطلبات المعرفية المطلوبة لإنتاج استجابة مقبولة تعكس كل مجموعة من المهام مستوى مختلف من التوقعات المعرفية، أو عمق المعرفة المطلوب لإكمال المهمة.

مستويات عمق المعرفة الرياضية:

حدد ويب أربعة مستويات لعمق المعرفة الرياضية، وفيما يلي عرض لطبيعة كل مستوى مع بيان دور المعلم والتلميذ والأنشطة الرياضية الممكنة: (Hess et al. Webb, 2002; 2009; Hess, 2013; Petit & Hess, 2006 Sitar , 2015.

المستوى الأول: الاستدعاء والتذكر Recall and Reproduction

يتضمن هذا المستوى استدعاء معلومات مثل حقيقة أو تعريف أو مصطلح رياضي أو إجراء عملية حسابية بسيطة، بالإضافة إلى تنفيذ خوارزمية بسيطة أو تطبيق صيغة بصورة مباشرة، وإجراء خوارزمية حل بخطوة واحدة، ويجب على المعلم في هذ المستوى توجيه أسئلة الانتباه، وتقديم العديد من الأمثلة، وتوضيح المفاهيم للتلاميذ،

بينما على التلميذ أن يتذكر، يعيد صياغة ، يصف، يوضح، يتبع الإرشادات، يطبق عمليات روتينية ومعارف وإجراءات.

ومن الأنشطة والمهام الرياضية الممكنة التي يمكن توظيفها في هذا المستوى:

- إتمام العمليات الحسابية العادية (جمع – طرح – ضرب – قسمة)
- ذكر نص حقيقة أو نظرية أو خاصية رياضية.
- استخدام المسطرة لقياس الطول، أو المنقلة لقياس زاوية ....
- استخدام صيغة بها مجهول واحد على الأكثر (مثل محيط مستطيل بمعلومية أبعاده).
- تحديد إحداثيات نقطة على شبكة الحداثيات، أو تحويل بيانات إلى رسم بياني أو موقع رقم على خط الأعداد.
- إعادة صياغة رمزية أو لفظية لمفهوم أو تعميم رياضي.
- التحويل بين وحدات الطول أو المساحة المختلفة.
- تمثيل علاقات رياضية برموز أو كلمات أو أشكال.

المستوى الثاني: تطبيق المهارات والمفاهيم Skills and Concepts

يشمل هذا المستوى الإجراءات التي تتطلب أكثر من عملية عقلية أو إدراكية، فهو يتطلب من التلاميذ اتخاذ بعض القرارات بشأن كيفية التعامل مع السؤال أو المشكلة، كذلك مشاركة بعض العمليات العقلية التي تتجاوز تذكر الاستجابة أو إعادة إنتاجها، كما يتضمن المقارنة بين المفاهيم والأحداث، وتحويل المعلومات من نموذج إلى آخر، وتصنيف أو فرز العناصر إلى فئات ذات معنى، ووصف أو شرح القضايا والمشكلات والأنماط والسبب والنتيجة والأهمية أو التأثير أو العلاقات أو وجهات النظر أو العمليات.

وفي هذا المستوى يجب على المعلم توجيه أسئلة لتمييز أو استقراء أو مراجعة استيعاب المفاهيم، أو النماذج، وتنظيم/ إعادة تنظيم، تقديم أمثلة ولا أمثلة ، بينما على التلميذ تجاوز الوصف أو شرح المعلومات المطلوبة إلى توضيح "كيف" أو "لماذا"، واستخدام المعلومات في سياق مختلف عن السياق الذي تم تعلمها فيه، وحل مسائل رياضية روتينية تشمل على اتخاذ قرار، وإنشاء نماذج لبيان العلاقات، وبيان استخدام المعرفة المفاهيمية، والشرح مع تقديم أمثلة.

ومن الأنشطة والمهام الرياضية الممكنة التي يمكن توظيفها في هذا المستوى:

- شرح سلسلة من الخطوات المستخدمة لحل مسألة رياضية.
- حل مهام حسابية معقدة تشمل اتخاذ قرار (مثل الانحراف المعياري)
- تنظيم مجموعة من البيانات في صور مختلفة كالجداول، أو الرسومات البيانية، أو أشكال فن...
- حل مشكلة روتينية تتطلب تطبيق مفاهيم متعددة، أو خطوات متعددة.

- تقديم مبررات لخطوات عملية الحل.
- إنشاء نماذج لبيان العلاقات بين المفاهيم الرياضية أو تمثيل مشكلة رياضية
- شرح مفهوم أو تعميم رياضي مع تقديم أمثلة.
- التنبؤ بالنتائج المتوقعة إذا تم تغيير بعض المعطيات في المسألة أو بناء على المعلومات المتوفرة في نص رياضي.

المستوى الثالث: التفكير الاستراتيجي Strategic Thinking

يتطلب هذا المستوى فهم عميق من التلميذ يتضح من خلال التخطيط، واستخدام الأدلة، وأكثر تطلبا للمنطق المعرفي، كما أن المتطلبات المعرفية تكون معقدة ومجردة، ويتضمن هذا المستوى استخدام عمليات التفكير العليا مثل التحليل والتقييم، لذلك يجب أن يكون لدى التلميذ أكثر من إجابة واحدة ممكنة، علاوة على أنه لابد أن يقدم تبرير للاستجابة الأكثر احتمالا مع شرح تفكيرهم، وعمل تخمينات، وتقديم مبررات رياضية عندما يكون هناك أكثر من حل واحد ممكن، واستخلاص النتائج من الملاحظات، والاستشهاد بالأدلة، واستخدام المفاهيم لحل المشكلات غير الروتينية.

ويكون دور المعلم في هذا المستوى طرح أسئلة مفتوحة النهاية، طرح أسئلة لاستكشاف التفكير المرتبط، تقديم معايير وأمثلة لوضع أحكام ودلائل داعمة، تشجيع مختلف الحلول وأساليب الحل، تحديد متي وأين يكون عمق المفهوم مناسبا أكثر، بينما على التلميذ في هذا المستوى كشف واختيار الأدلة الداعمة ذات الصلة، اختبار الحلول والأفكار الرياضية، وضع الاستفسارات بشأن المسائل العميقة ويطبقها في مسائل حياتية.

تتضمن أنشطة الرياضيات في هذا المستوى:

- حل مسألة متعددة الخطوات مع طرح دليل رياضي داعم يوضح الحل.
- تطوير نموذج رياضي لحل مشكلة معقدة.
- إنشاء رسومات بيانية معقدة.
- حل مسائل رياضية معقدة غير روتينية تقوم على مفاهيم وعمليات متعددة.
- تحليل أوجه التشابه والاختلاف بين الإجراءات.
- استخلاص النتائج من الملاحظات أو البيانات، مستشهدا بالأدلة.

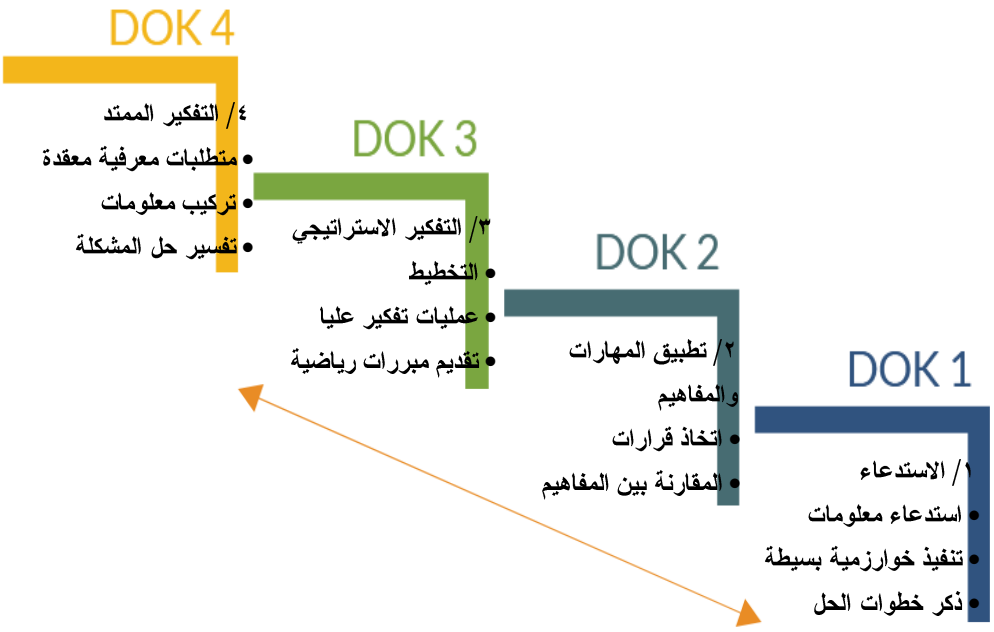
المستوى الرابع: التفكير الممتد Extended Thinking

يتطلب هذا المستوى متطلبات معرفية عالية ومعقدة جدا، لذلك يتضمن هذا المستوى استخدامًا موسعا لعمليات التفكير العليا مثل التركيب والتأمل والتقييم وتعديل الخطط، ويتوقع من التلاميذ ربط الأفكار بالمحتوى أو بمجالات المحتوى الأخرى، والاختيار من مجموعة من البدائل لكيفية حل المشكلة الرياضية في العالم الحقيقي، ونظرا لتعقيد

المتطلبات المعرفية لهذا المستوى فغالبا ما يتطلب فترة طويلة من الوقت.
ويكون دور المعلم في هذا المستوى طرح أسئلة لتوسيع المدارك والتفكير، وتيسر عمل التلميذ، والتقويم الذاتي، بينما على التلميذ في هذا المستوى تجميع المصادر المختلفة، صنع نماذج واقعية ملموسة، التخطيط، التنظيم، التعاون، البحث.
تتضمن أنشطة الرياضيات في هذا المستوى:

- تطبيق المفاهيم الرياضية في أكثر من مجال.
- صياغة فروض واختبارها.
- تصميم نموذج رياضي لحل موقف عملي أو مجرد.
- ربط المفاهيم الرياضية بتطبيقات العالم الحقيقي في مواقف جديدة.
- اختيار طريقة واحدة من بين من مجموعة من الطرق لحل مشكلة رياضية، مع تقديم المبرر لذلك.

فيما يلي شكل يوضح طبيعة مستويات عمق المعرفة الرياضية المتدرجة ومهارات التفكير الخاصة بكل مستوى.



شكل (٣): مستويات عمق المعرفة الرياضية

مما سبق يمكن استخلاص ما يلي:

- يجب أن يعكس مستوى عمق المعرفة الرياضية مدى تعقيد العمليات

المعرفية، ونوع التفكير الذي تتطلبه المهمة التي حددها الهدف، بدلاً من الصعوبة.

- من الضروري تعيين مستوى عمق المعرفة الرياضية بناءً على المتطلبات المعرفية التي يتطلبها الأداء الموصوف في الهدف.
- ليس هناك أفعال سلوكية محددة لكل مستوى من مستويات عمق المعرفة الرياضية كما في تصنيف بلوم.
- يجب على معلمي الرياضيات مراعاة مدى تعقيد المهمة والمعلومات والعمليات العقلية المستخدمة لتلبية المتطلبات المنصوص عليها في الهدف أثناء تدريس المعرفة الرياضية، خاصة مع وجود مستويات متفاوتة من مستويات عمق المعرفة الرياضية.
- على معلمي الرياضيات التأكد من مستويات المعرفة السابقة للتلاميذ على مستوى الصف.
- يجب أن يعكس مستوى عمق المعرفة الرياضية مستوى العمل المطلوب من التلميذ والذي يجب عليه تأديته حتى يُعتبر حل التلميذ مقبول.

أهمية عمق المعرفة الرياضية:

حظيت مستويات عمق المعرفة لويب الكثير من الاهتمام على الصعيد التربوي بصفة عامة والرياضيات بصفة خاصة في الآونة الأخيرة، حيث يتفق كلا من (محمد حسن، ٢٠٢٠؛ Betancourt, 2017 Czarnocha, & Baker, 2018; Patterson & Musselman, 2013) على أن التقييم في ضوء مستويات عمق المعرفة الرياضية:

- يعطي معلومات حول المجالات البعيدة لمنطقة النمو الوشيك للتلميذ ، والتي يمكن استخدامها لتصميم تمارين ومهام تختبر هذه المستويات المتقدمة من الفهم.
- يساعد معلمي الرياضيات على معرفة ما هو متوقع بالضبط من التلاميذ، وكيفية إعدادهم للمشكلات الرياضية ذات العمليات المعرفية العالية أو التقييمات النهائية من خلال عمق الفهم الذي توفره مستويات عمق المعرفة الرياضية.
- يقسم ويصنف عمليات التفكير المختلفة اللازمة لحل مشكلة بشكل صحيح الذي يؤدى بدوره إلى الدقة المعرفية.
- يوفر معلومات لكل من التلميذ والمعلم حول درجة زيادة معرفة التلميذ.
- يمكن التلميذ من استخدام تساؤلات عميقة أثناء تعلم المعرفة الرياضية.
- يساعد التلميذ على الوصول لأقصى درجات الفهم في جميع الموضوعات.
- يُعد مصدر تحفيزي للتلميذ، بينما يعطي للمعلم أو الموجه مؤشرات حول

فعالية طريقة التدريس المستخدمة.

- تسمح بقياس درجة التغيير في فهم التلميذ من خلال ما تتميز به مستويات عمق المعرفة الرياضية.
- تربط بين الخبرات والأفكار السابقة بالمعارف الجديدة حيث أنها تؤكد على المدخل البنائي في التعلم.

وتضيف الباحثة إلى ما سبق أن عمق المعرفة الرياضية يفيد في:

- عكس مستوى المهمة المطلوبة من التلميذ وبالتالي فهي تصف الأداء الأمثل والبارع.
- مساعدة معلم الرياضيات على التعرف على العمليات الإدراكية التي يتطلبها كل مستوى من مستويات عمق المعرفة الرياضية، وبالتالي يُعد مؤشرًا هاما حول مدى تقدم التلميذ في التعلم.
- شرح وتطبيق المعرفة الرياضية في المواقف الحياتية الواقعية.
- تحليل التوقعات المعرفية التي تتطلبها معايير وأنشطة المناهج ومهام التقييم.

وعلى مستوى تدريس الرياضيات فقد استخدمت دراسة (Eustace, et al., 2015) التعلم المعكوس والتقليدي للتقييم الإلكتروني لتقييم الممارسات في ضوء مستويات عمق المعرفة الرياضية في وحدة الرياضيات التمهيدية، بينما اقترحت دراسة شيماء حسن (٢٠١٨) استراتيجية في ضوء نظرية فيجوتسكي لتنمية عمق المعرفة الرياضية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وتوصلت دراسة إيهاب محمد (٢٠١٩) التي إلى فاعلية وحدة مقترحة في الرياضيات قائمة على المنطق الفازي "Fuzzy Logic" لتنمية مستويات عمق المعرفة ومهارات اتخاذ القرار لدى (٣٧) طالباً وطالبة من طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بجامعة الوادي الجديد، واستخدمت دراسة محمد عبدالرحيم (٢٠٢٠) التعلم التوليدي لتنمية عمق المعرفة الرياضية في وحدة الدائرة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، بينما استخدمت دراسة مريم عبد الملاك (٢٠٢٠) استراتيجية الرياضيات الواقعية لتنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية بوحدة متوازي الأضلاع ونظريات المثلث لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي

تعقيب:

استفادت الباحثة من الاطار النظري والدراسات السابقة الخاصة بهذا المبحث في تحديد ملامح كل مستوى من مستويات عمق المعرفة الرياضية والأنشطة الملائمة له وكيفية الموائمة بين المعايير والمحتوى الرياضي.

المبحث الثالث: مهارات التعلم الذاتي Self-Learning Skills

يتناول هذا المبحث مفهوم التعلم الذاتي ومهاراته ومبادئه وعوامل ظهوره، وأهمية تنمية هذه المهارات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

مفهوم التعلم الذاتي:

يعتبر التعلم الذاتي من أهم أساليب التعلم النشط التي تتيح توظيف المعرفة والمهارات بفعالية كبيرة مما يساهم في تطوير التلميذ سلوكا ومعرفيا ووجدانيا، وتزويده بسلاح هام يمكنه من مسايرة متطلبات العصر الذي يعيش فيه، كما أنه مؤشرًا لاستقلال شخصيته، ومدى اعتماده على ذاته، وقدرته على اتخاذ القرارات وتحمل مسئولية تعلمه (نعيمة رمضان وليلى بوبكري، ٢٠١٨، ص.٣٠٦).

ويُعرف التعلم الذاتي على أنه ذلك الأسلوب الذي يعتمد على نشاط المتعلم، حيث يمر من خلاله ببعض المواقف التعليمية ويكتسب المعارف والمهارات بما يتوافق مع سرعته وقدراته الخاصة، وذلك بهدف تحقيق أهداف تربوية منشودة للمتعلم (فوزي الشربيني وعفت الطناوي، ٢٠٠٦، ص.٤٥).

كما تعرفه حنان رجاء (٢٠٢٠، ص.٩١) على أنه نشاط يقوم المتعلم بالتخطيط له، ويتحمل مسئولية تعلمه بدءا من تحديد الأهداف، ومرورا بالإجراءات التي تحققها، بالإضافة إلى تحديد وتقويم ما تحقق منها.

ويعرفه Magalhães (2011, p.19) على أنه القدرة على التعلم بصورة أكثر نشاطا وفاعلية واستقلالية مع تحمل مسئولية التعلم، بحيث يبني المتعلم مسار التعلم الخاص به، ويختار المحتوي الذي يريد تعلمه، علاوة على ينظم عملية التعلم ذاتيًا.

ويلاحظ من التعريفات السابقة أن التعلم الذاتي يتطلب من المتعلم أن يكون متعلما نشطا يستطيع اتخاذ القرارات المناسبة لتعلمه بداية من وضع أهداف التعلم والتخطيط لها، والقدرة على تنظيم وتحمل مسئولية تعلمه، وتحديد جوانب القصور لديه، والاختيار من الوسائل والبدائل المتاحة للوصول إلى الهدف، علاوة على متابعة تعلمه من خلال تقييم نفسه ذاتيًا.

وقد ساعدت عدة عوامل على ظهور التعلم الذاتي والدعوة إلى تطبيقه عبر المؤسسات التعليمية، وقد تمثلت تلك العوامل فيما يلي: (شروق كاظم، ٢٠٠٩، ص.٣٢١؛ فهد الردادي، ٢٠١٩، ص.١٥)

- الانفجار المعلوماتي وأهمية إعداد المتعلم للتوافق مع التغيرات المتسارعة، مع إكسابه المهارات اللازمة للكشف عن المعلومات الصحيحة من مصادرها سواء بالاطلاع أو التجريب.
- تأكيد العديد من نظريات التعلم مثل النظرية البنائية ونظرية التعلم الإجرائي على دور المهارات الذاتية في تطوير استراتيجيات التعلم والأداء، وكذلك دور التعلم الذاتي وقدرة المتعلم على التمييز بين المعززات المؤقتة والدائمة وذات الأثر طويل المدى.
- تزايد أعداد التلاميذ الأمر الذي يتطلب بناء مدارس كثيرة لاستيعاب أكبر عدد من التلاميذ وأعداد أخرى من المعلمين.

- صعوبة مراعاة الفروق الفردية مع الزيادة الكبيرة في أعداد التلاميذ مما يشير إلى ضرورة الاستعانة بأساليب التعلم الذاتي.

مهارات التعلم الذاتي:

امتلاك المتعلم لمهارات التعلم الذاتي هي التي تمكنه من التعلم في كل وقت وكل زمان، وهي التي تمكنه من الاستمرار في التعلم، وهي مجموعة المهارات الشخصيّة، والمعرفيّة، والدراسية، والفنيّة، والحياتيّة اللازمة للتّعلم الذاتيّ (هبه أبو رمان ونرجس حمدي، ٢٠١٧، ص.١٢٨)، ويعرفها عادل النجدي وعلي معبد (٢٠٠٤) على أنها العمليات التي تعتمد على الأداء العقلي للمتعلم معتمداً على سرعته الذاتية في جمع المحتوى المراد دراسته، وتصنيفه، وفهمه بعمق، وتقويم مدى نموه، وتقدمه في كل جزء.

وقد تباينت الأدبيات التربوية تصنيف مهارات التعلم الذاتي، فيصنفها كلا من فخر الدين القلا وآخرون (٢٠٠٥)، هبه أبو رمان ونرجس حمدي (٢٠١٧)، وعائشة المهيري (٢٠١٩) إلى المهارات التالية:

- مهارات تنظيمية: تتجلى في تنظيم أهداف التعلم ومحتواه وتجزئته وترتيبه، وتحديد الوقت المناسب للتعلم وحسن إدارته، وتحديد المكان الذي يوفر الشروط المناسبة للتعلم.
- مهارات التوجيه والتحكم: وتتمثل في توجيه القدرات الجسمية والحسة الحركية والانفعالية والتواصلية والتحكم بها وتوظيفها في معالجة موضوعات التعلم والانتباه.
- مهارات استخدام مصادر التعلم: تظهر هذه المهارات في تحديد مصادر المعرفة وحسن استخدامها وتقويم النشاطات التعليمية المتعلقة بها.
- مهارات التقويم الذاتي: وهي المهارات التي تمكن التلميذ من تقويم مدى فهمه واستيعابه للمعلومات وموضوعات التعلم.

بينما قسم Ayyildiz & Tarhan (2015, p.670) مهارات التعلم الذاتي إلى تسع مهارات هي: الاتجاه نحو التعلم، مسؤولية التعلم، الدافعية والثقة بالنفس، القدرة على التخطيط للتعلم، القدرة على استخدام فرص التعلم، القدرة على إدارة المعلومات، القدرة على تطبيق استراتيجيات التعلم، تقييم عمليات التعلم، تقييم نتائج التعلم ومدى نجاحه، في حين قسم Khiat (2015, p.8) مهارات التعلم الذاتي إلى عشر مهارات هي: إدارة المهام والتكليفات، كفاءة التعلم عبر الإنترنت، إدارة الضغط، الكفاءة التكنولوجية، إدارة التسويف (الإرجاء)، كفاءة المناقشة عبر الإنترنت، كفاءة التعلم عبر جلسات التعلم، كفاءة الفهم، إدارة الامتحانات، إدارة الوقت، وصنفتها حنان رجاء (٢٠٢٠، ص.٩٣) إلى أربعة مهارات هي: استخدام مصادر المعلومات، التخطيط والتنظيم، تحليل المعلومات ومعالجتها، التقويم الذاتي، وتناولت

دراسة Abdulrahman and Alshaikh (2021, p.634) مهارات التعلم الذاتي ومثلتها في تحديد الأهداف والتخطيط للتعلم، تنظيم ومراقبة التعلم، البحث عن المعلومات، التقييم الذاتي، وصنفها Aburayash (2021, p.453) إلى التحفيز الأكاديمي، المراقبة الذاتية ، مهارات القراءة، مهارات الكتابة للتعلم الذاتي، والتعامل مع تكنولوجيا المعلومات.

يلاحظ مما سبق تنوع مهارات التعلم الذاتي واختلافها من دراسة لأخرى، إلا أن هناك شبه اتفاق على بعض المهارات مثل تخطيط وتنظيم التعلم، استخدام مصادر التعلم، إدارة التعلم، التقييم الذاتي، لذلك سيتم تناول هذه المهارات في البحث الحالي.

خصائص المتعلم ذاتياً:

يتمتع المتعلم الذي يمتلك مهارات التعلم الذاتي بالخصائص التالية (Tekkol & Demirel, 2018) :

- القدرة على وضع أهدافًا واضحة لأنفسهم.
- تشكيل عملية التعلم الخاصة بهم بما يتماشى مع أهداف وخطط التعلم.
- مراقبة عملية التعلم.
- تقييم نتائج التعلم الخاصة بهم.
- الاستقلال في التعلم.
- لديهم الدافع الذاتي.
- منفتحون على التعلم.
- فضوليون.
- استعداد للتعلم.
- يقدرون التعلم.
- القدرة على ضبط النفس.
- المبادرة للتعلم ومشارك نشط في عملية التعلم

أهمية تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى تلميذ المرحلة الإعدادية:

تُعد المرحلة الإعدادية مرحلة هامة في بناء وتطوير مهارات التعلم الذاتي، حيث يكون التلميذ في هذه المرحلة قد وصل إلى مرحلة من النمو العقلي المناسب الذي تجعله يستطيع تحمل مسئولية تعلمه، كما أنه يحتاج إلى اتخاذ القرارات الرئيسية أثناء عملية تعلمه فيما يتعلق بكيف يتعلم، وما هي أوجه القصور لديه، وكيف يمكنه تعلم درس معين؟، ومتى؟، ومن من يمكنهم الحصول على المساعدة، وكيف يضع أهداف عملية التعلم الخاصة به؟ (Lu, 2020, p.796) ، كما أن التعلم المستمر مدى الحياة يحتاج إلى متعلم يتمتع بمهارات التعلم الذاتي التي تجعل التعلم مسؤولية شخصية، وتجعله متحمسًا ومستقلًا ومنضبطًا ذاتيًا وواثقًا من نفسه، قادرًا على إدارة الوقت،

يستطيع الانخراط في المشكلات الصعبة والحرص على التعلم (Ayyildiz & Tarhan, 2015, p.664).

وترى الباحثة أن مهارات التعلم الذاتي تمكن تلميذ المرحلة الإعدادية من:

- تنمية قدراته ومهارات التعلم المستمر مدى الحياة لديه، والتي تُعد أحد مهارات القرن الواحد والعشرين، وأحد متطلبات التنمية المستدامة.
- تنمية قدرته على انتقاء واستخدام مصادر المعرفة الصحيحة وتوظيفها في التعلم.
- منحه القدرة على اتخاذ القرار وتحسين اختياره لأهداف التعلم.
- العمل على تنمية ذاته عن طريق النمو العلمي والتجديد والمثابرة.
- زيادة قدرته على الثقة بالنفس والتوجيه الذاتي وتحقيق الذات.
- منحه الفرصة لتحمل مسئولية تعلمه بحيث يصبح متفاعلا إيجابيا.
- زيادة قدرته على إدراك وتقييم مواطن الضعف لديه، وعلاجها ذاتيا.

مبادئ التعلم الذاتي:

يشير كلا من عماد الزغلول وشاكر المحاميد (٢٠٠٧) و(2010) Francom إلى المبادئ التي ينبغي توافرها في بيئة التعلم التي تشجع على التعلم الذاتي، وهي:

- مراعاة السرعة الذاتية للمتعلم، حيث تهتم برامج التعلم الذاتي بإمكانية تعلم كل تلميذ تبعا لقدارته الخاصة وإمكاناته وسرعته الذاتية، إذ يتاح لهم الحرية والوقت للانتقال خطوة خطوة خلال عمليات التعلم والاكتساب دون تدخل من قبل المعلم.
- التغذية الراجعة والتعزيز الفوري للمتعلم، حيث يؤكد التعلم الذاتي على أهمية إعلام المتعلم بنتائج تعلمهم ومستوى إتقانهم للمهمات التعليمية حول نجاحهم أو فشلهم، بالإضافة إلى التعزيز الفوري المناسب للإنجاز الذي يحققونه أثناء عملية التعلم.
- مطابقة أنشطة التعلم الذاتي لاستعداد المتعلم، فلابد أن يبدى المتعلم الاستعداد المناسب للانخراط في المهام المطلوبة منه.
- تقديم الدعم اللازم للمتعلم أثناء التعلم الذاتي، وذلك من خلال تقديم التوجيهات والإرشادات المناسبة، والتدرج في رفع الدعامات التعليمية عن المتعلم في الوقت المناسب.
- تعزيز مهارات التعلم الذاتي يجب أن يكون في سياق مهام التعلم، فلابد من توفير مهام وأنشطة تعليمية عملية لتطبيق مهارات التعلم الذاتي.

ومن الجدير بالذكر أن جميع هذه المبادئ تدعمها وتتيحها بيئات التعلم التكيفية والتي تراعي السرعة الذاتية للمتعلم وتقدم التغذية الراجعة والتعزيز والدعم اللازم المستمر وتوفر أنشطة ومهام متنوعة تناسب مستوى المتعلم.

أساليب تنمية مهارات التعلم الذاتي:

أشارت العديد من الدراسات إلى عدة أساليب يمكن أن تساهم في تنمية مهارات التعلم الذاتي، ومن هذه الأساليب:

- **التعلم المبرمج**: وهو نوع من أنواع التعلم يتم من خلال وسائط وتقنيات التعلم كبرمجيات مصممة خصيصا على الحاسب أو مواقع تعليمية، بحيث توفر للمتعلم السير في التعلم حسب سرعته الذاتية، وتقديم التغذية الراجعة والتعزيز بشكل مستمر، ومن الدراسات التي استخدمت هذا الأسلوب لتنمية مهارات التعلم الذاتي: نبيل حسن (٢٠١٢)؛ عائشة المهيري (٢٠١٩)؛ محمود طه (٢٠٢٠).
- **الصف المقلوب** : حيث يُعِد المعلم ملفاً بصرياً إلكترونياً يشرح فيه محتويات الدروس والمفاهيم الجديدة فيها باستخدام التقنيات السمعية والبصرية والعروض التفاعلية، ليقوم التلاميذ بمشاهدتها قبل الدرس، وتكون متاحة لهم على مدار الوقت، فيأتي التلاميذ إلى الفصل ولديهم استعداد لتطبيق المفاهيم والمحتوى العام الذي قاموا بمشاهدته، على شكل سلسلة من أنشطة التعلم النشط، والأنشطة الاستقصائية، والتجريبية، وحل المسائل الرياضية، والعمل بروح الفريق الواحد، وتقييم التقدم في العمل، عوضاً عن إضاعة الوقت في الاستماع للمعلم (هدى الحوسني، ٢٠١٩) ، ومن الدراسات التي استخدمت الصف المقلوب لتنمية مهارات التعلم الذاتي: أحمد عبد الجيد (٢٠١٧)؛ حمادة زرد وآخرون (٢٠١٩) ؛Sun,et al.,(2017) ؛ Abdulrahman & Alshaikh (2021)؛Alnasib & Ali (2020) .
- **التعلم المدمج**: ويتم فيه دمج التعلم الإلكتروني وأدواته مع التعلم الصفي في إطار واحد حيث توظف أدوات التعلم الإلكتروني في الدروس النظرية والعملية مع وجود المعلم مع طلابه وجها لوجه في الوقت ذاته (Akgunduz & Akinoglu 2016)، ومن الدراسات التي استخدمت التعلم المدمج لتنمية مهارات التعلم الذاتي: رابعة الصقرية ومحسن السالمي (٢٠٢٠)؛ إيمان القطاونة (٢٠٢٠)؛ Ruchan & Adem (2018).
- **الواقع المعزز**: تكنولوجيا ثلاثية الأبعاد تدمج الواقع الحقيقي بالواقع الافتراضي، ويتم التفاعل بينهما في الوقت الحقيقي أثناء قيام الفرد بالمهمة الحقيقية بهدف تحسين الإدراك الحسي للمستخدم (محمد خميس، ٢٠١٥، ٢)، ومن الدراسات التي استخدمت الواقع المعزز لتنمية مهارات التعلم الذاتي: محمد دغريري (٢٠١٩)؛ Rozinaj, et al. (2018).
- **المنصات التعليمية**: وهي عبارة عن بيئة تعليمية تفاعلية توظف تقنية الويب وتجمع بين أنظمة إدارة المحتوى وبين شبكات التواصل الاجتماعي وتمكن المتعلمين من نشر الدروس والأهداف ووضع الواجبات وتطبيق الأنشطة التعليمية والاتصال بالمعلمين وإجراء الاختبارات الالكترونية (يوسف العنيزي، ٢٠١٧،

٢٠٠)، ومن الدراسات التي استخدمت المنصات التعليمية لتنمية مهارات التعلم الذاتي: زينب السعيدية (٢٠١٨)؛ Amandu, et al. (2013).

- **شبكات التواصل الاجتماعي**: وهي صفحات عبر الإنترنت تكون بشكل تفاعلي بحيث تسمح للأشخاص ببناء مجتمعات تعليمية تجمعها مصالح أو أنشطة ذات طابع واحد، وتوفر لهم الأدوات التي تساعدهم على ذلك (Akgunduz & Akinoglu, 2016)، ومن الدراسات التي استخدمت شبكات التواصل الاجتماعي لتنمية مهارات التعلم الذاتي: دعاء سالم (٢٠١٦)؛ هبه أبو رمان ونرجس حمدي (٢٠١٧)؛ Turky & Soliman (2020).

مما سبق يتضح أن معظم الدراسات السابقة اهتمت بتنمية مهارات التعلم الذاتي من خلال الأدوات التكنولوجية المختلفة، مما دعا الباحثة إلى الاهتمام باستخدام أحد بيئات التعلم القائمة على التكنولوجيا وهي كما سبق التوضيح بيئة التعلم التكيفي.

تعقيب:

تم الاستفادة من الاطار النظري والدراسات السابقة المتعلقة بهذا المبحث في تحديد مهارات التعلم الذاتي، وتوظيف مبادئ التعلم الذاتي في بيئة التعلم التكيفية.

فروض البحث:

في ضوء الاطار النظري والدراسات السابقة تم اشتقاق الفروض التالية:

١. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عن مستوى دلالة (≤ ٠,٠٥) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية ككل ومستوياته (الاستدعاء والتذكر- تطبيق المفاهيم والمهارات- التفكير الاستراتيجي) كل على حدة لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٢. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عن مستوى دلالة (≤ ٠,٠٥) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مهارات التعلم الذاتي ككل ومهاراته (تخطيط وتنظيم التعلم - استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات- معالجة المعلومات وإدارتها- التقييم الذاتي) كل على حدة لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

منهج البحث وإجراءاته:

في ضوء أسئلة البحث الحالي، اتبع البحث الإجراءات الآتية للإجابة عنها:

أولا: تحديد منهج البحث والتصميم التجريبي:

اعتمد البحث الحالي كلًا من **المنهج الوصفي التحليلي** في مراجعة البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيرات البحث المختلفة وتحليل نتائج البحث و**المنهج شبه التجريبي** لبيان فاعلية بيئة التعلم التكيفية فى تنمية مستويات عمق

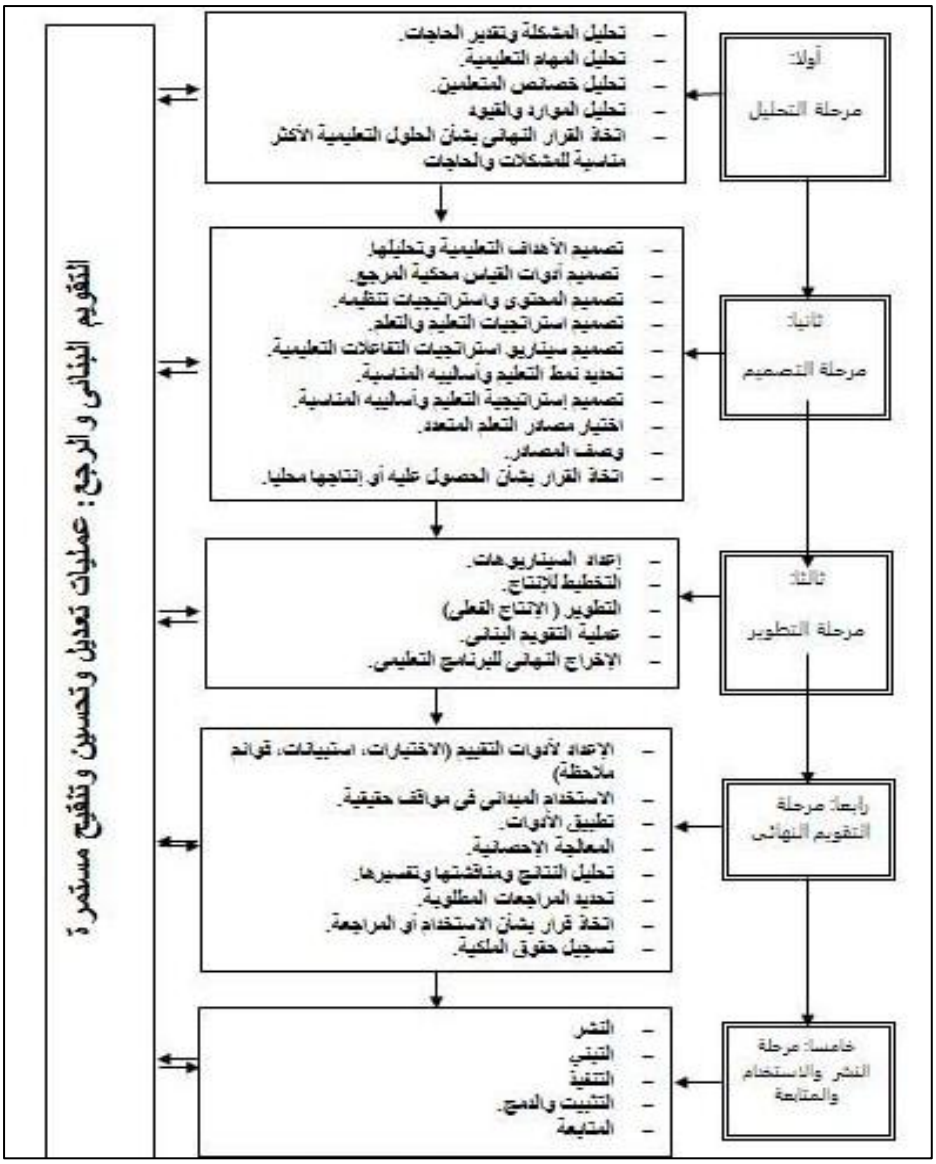
المعرفة الرياضية مهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وقد تم اتباع التصميم التجريبي القائم على القياس القبلي والبعدي لمجموعة ضابطة ومجموعة تجريبية.

ثانيا: اختيار عينة البحث:

اشتملت عينة البحث على (٨٦) تلميذا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة الشهيد محمد عمرو البدري التابعة لإدارة بركة السبع التعليمية بمحافظة المنوفية خلال الفصل الدراسي الأول، تم تقسيمهم إلى مجموعتين: إحداهما تجريبية عددها (٤٢) تلميذا درسوا باستخدام بيئة التعلم التكيفية، والأخرى ضابطة عددها (٤١) تلميذا درسوا بالطريقة التقليدية، وذلك بعد استبعاد (٣) تلميذا ممن لم ينتظموا في المشاركة بفاعلية في تجربة البحث أو تغيبوا أثناء التطبيق البعدي للأدوات، فأصبحت عينة البحث (٨٣) تلميذا.

ثالثًا: بناء وضبط بيئة التعلم التكيفية:

من خلال الاطلاع على العديد من نماذج التصميم التعليمي الخاصة ببيئات التعلم التكيفية منها إيمان موسى، ٢٠٢٠؛ غدير المحمادى، ٢٠٢٠؛ فاطمة الشهري، ٢٠١٩، فقد تم الاعتماد على نموذج محمد عطيه خميس (٢٠٠٧) نظرا لمرونته بالتعديل والحذف لخطوات كل مرحلة مما يضفى مساحة من المرونة والوضوح والبساطة للمصمم عند تنفيذ خطوات النموذج وتصميم البيئة التكيفية وفقا لرؤية المصمم، والشكل التالي يبين خطوات النموذج:



شكل (٤): نموذج محمد عطيه خميس للتصميم والتطوير التعليمي

(محمد عطيه خميس، ٢٠٠٧، ص.١٢٥)

وفيما يلي عرض تفصيل لمراحل التصميم التعليمي المتبع مع تعديل بعض الخطوات:

١. مرحلة التحليل: وهي أهم مرحلة لبناء بيئة تعلم تكيفية، وفيها يتم:

أ- **تحديد المشكلة وتقدير الحاجات:** تم تحديد المشكلة مسبقًا، والتي تتمثل في ضعف مستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي (عينة البحث).

ب- **تحليل خصائص المتعلمين**: تم تحليل خصائص التلاميذ وهم تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة الشهيد عمرو البدري إدارة بركة السبع التعليمية، مما يتراوح أعمارهم بين (١٣-١٥) عامًا ويتقارب المستوى الثقافي والاجتماعي والاقتصادي لديهم، وكذلك تتقارب الخصائص الجسدية والانفعالية والاجتماعية، وتم تحديد الكفايات الواجب توفرها لديهم وهي القدرة على استخدام الإنترنت وبيئات التعلم الالكترونية والهواتف الذكي، وقم تم مقابلة عينة البحث في لقاء تمهيدي للتأكد من استعدادهم لدراسة المحتوى التعليمي، وتوضيح وشرح كيف يتم التعلم خلال بيئة التعلم التكيفية وكيفية استخدامها ووسائل التفاعل والتواصل بداخلها، والمحتوى الذي يتم دراسته وهو وحدتي "الأعداد الحقيقية" و "العلاقة بين متغيرين" من مقرر الرياضيات، وتحديد المتطلبات المادية والتكنولوجية اللازمة لبيئة التعلم التكيفية.

ج- **تحليل البيئة التعليمية**: تم تحديد المتطلبات التي يجب توافرها في بيئة التعلم التكيفية، مثل قدرة البيئة على إنتاج قاعدة بيانات للتلاميذ، والتفاعلية بين التلميذ ومحتوى التعلم، وقدرة محتوى التعلم على التكيف، وتحديد مسار التعلم للتلميذ، واستخراج نتائج التعلم وعمل تحليلات للتعلم، وتسجيل استجابات التلميذ، ووجود بنك أسئلة ومستودع مصادر تعلم وأنشطة، وضبط توقيتات بداية ونهاية الدروس، وتحديد خطة العمل.

د- **تحليل المواقف والموارد والقيود**: تم تحليل للموقف التعليمي والموارد والمصادر لرصد الإمكانات المتاحة لدي عينة البحث ومكان الدراسة ومدى كفاءته واتصاله بالإنترنت.

٢. مرحلة التصميم: وتم في هذه المرحلة الخطوات التالية

تم اتباع الخطوات الآتية في إعداد بيئة التعلم التكيفية:

أ- **تحديد وصياغة الأهداف العامة**: جاء الهدف العام "تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي من خلال بيئة تعلم تكيفية".

ب- **تحديد الأهداف التعليمية الإجرائية لمحتوى التعلم**: تم صياغة الأهداف التعليمية الإجرائية لكل درس من دروس الوحدتين محتوى التعلم.

ج- **تصميم قائمة معايير بناء بيئة التعلم التكيفية**: تم إعداد قائمة بمعايير تصميم بيئة التعلم التكيفية، من خلال:

- تحديد مصادر اشتقاق قائمة المعايير: تم الاطلاع على بعض الأدبيات والدراسات والبحوث المرتبطة بمعايير تصميم بيئات التعلم التكيفية منها: أهله محمد وشيماء خليل (٢٠١٨)؛ إيمان العشيري (٢٠١٩)؛ غدير المحمادي (٢٠٢٠)؛ فاطمة الشهري (٢٠١٩)؛ مروة عبد المقصود (٢٠١٥)؛ نبيل عزمي وآخرون (٢٠١٧)؛ Villegas (2020) .
- إعداد قائمة مبدئية بمعايير تصميم بيئة التعلم التكيفية، تكونت من عدة محاور رئيسة، وكل محور ينقسم إلى مجموعة من المستويات المعيارية، وينقسم كل معيار إلى عدد من المؤشرات.
- التأكد من صدق المعايير: تم عرض القائمة على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعلم، وذلك بهدف إبداء آرائهم للتأكد من صحة الصياغة اللغوية، والدقة العلمية لكل معيار ومؤشراته، وتحديد درجة أهميتها، ومدى ارتباط كل مؤشر بالمعيار المندرج منه، وقد تم عمل جميع التعديلات المطلوبة والتي تمثلت في إعادة صياغة بعض العبارة، إضافة بعض المؤشرات، حذف بعض المؤشرات.
- التوصل إلى الصورة النهائية، بعد إجراء التعديلات المطلوبة أصبحت القائمة في صورتها النهائية والتي تضمنت عدد (٥) محاور، (١٤) معيار و (٧٤) مؤشر، كما في الجدول (١)، ملحق (١).

جدول (١): محاور ومعايير ومؤشرات بيئة التعلم التكيفية

م	المحاور	المعايير	المؤشرات
١	توثيق بيئة التعلم التكيفية	٢	١٠
٢	إدارة بيئة التعلم التكيفية	٢	١١
٣	التصميم التعليمي والتربوي	٥	٢٦
٤	التصميم التكنولوجي	٢	٩
٥	المحتوى التكيفي	٣	١٨
المجموع		١٤	٧٤

د- **تصميم المحتوى التعليمي**: تم تصميم محتوى الوحدتين بحيث لا يتم عرض محتوى كل درس بشكل ثابت لجميع التلاميذ، وإنما يتم تكييف المحتوى وفقا لمستوى التلميذ، وتحليلات التعلم، ومراعاة تدرج المفاهيم والمهارات الرياضية من الكل إلى الجزء، ومن السهل إلى الصعب، وتقسيم دروس

الوحدتين إلى دروس مصغرة، ومهمات رئيسة وأخرى فرعية، بما يعكس ويحقق الأهداف التعليمية ويتدرج بالتلميذ من خلال الشرح والمسائل الرياضية عبر مستويات عمق المعرفة الرياضية، كما يحقق مهارات التعلم الذاتي المستهدفة، وقد روعي في المحتوى ارتباطه بالأهداف التعليمية، والدقة العلمية، والسلامة اللغوية.

هـ- **تصميم أنشطة التعلم**: تتمثل أنشطة التعلم في جميع الممارسات التعليمية التي يؤديها التلميذ بهدف تعميق معرفته واكتساب مهارات التعلم الذاتي المطلوبة، وقد تم مراعاة التنوع في الأنشطة التعليمية المطلوبة، بحيث يتم تقديم أنشطة فردية مدمجة مرتبطة بالدروس، وتقديم أنشطة جماعية من خلال بعض الأدوات المتوفرة بالمنصة، والتي يشترك فيها التلاميذ في الإجابة عن هذه الأنشطة.

و- **تصميم نموذج تحليلات التعلم:** تم استخدام تحليلات التعلم لبناء مسارات التعلم التكيفي في بيئة التعلم التكيفية على منصة Smart Sparrow حيث توفر هذه المنصة تحليلا تعلم للمحتوى والمعلم والإدارة، كما توفر تحليل كل أداء قام به التلميذ، بالإضافة إلى توفير قاعدة بيانات كاملة عن التلميذ وأداءه، وتم ضبط النظام أنه عند وصول التلميذ لمستوى (٨٥%) ينتقل للمستوى الأعلى، أما في حال لم يتمكن من الوصول لمستوى (٥٠%) فيتم تعزيزه ودعمه من خلال الأنشطة والمسائل الإضافية، وفي حالة لم يصل التلميذ لمستوى (٢٥%) فإنه يتم رجوعه مرة أخرى لدراسة الدرس مع تعزيزه ودعمه بوحدات تعلم إضافية مثل: شرح مبسط، أنشطة إضافية ملخص بسيط.

ز- **تصميم نموذج محتوى التعلم**: يتم تقديم محتوى دروس الوحدتين من مستودع المنصة الذي يتضمن مصادر تعلم وأنشطة تعليمية ومشكلات رياضية متدرجة لتلبية احتياجات التلميذ، بحيث يتم تكيف عرض المحتوى من خلال تكييف واجهة منصة Smart Sparrow بناء على المستوى المعرفي لدى التلميذ (مرتفع - متوسط– منخفض)، وعليه يتم تكييف أهداف المحتوى، وتكييف مستوى المحتوى وفقا لتحليل أداء ومستوى التلميذ بشكل دوري.

شكل (٥): المراحل العامة للتعلم داخل البيئة التكيفية

ح- **تصميم استراتيجيات التعليم والتعلم:** تم تحديد استراتيجية التعلم في بيئة التعلم التكيفية من خلال وضع خطة عامة منظمة بهدف تحقيق الأهداف التعليمية داخل بيئة التعلم التكيفية، وتمر الإستراتيجية بمجموعة من المراحل

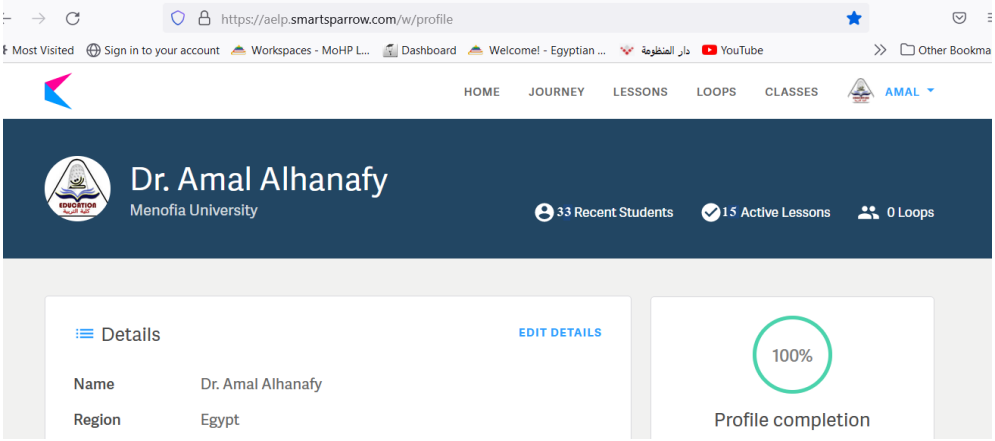
وصولا في النهاية إلى تكيف الرجع المقدم بعد انتهاء التعلم، وتبدأ بمرحلة التسجيل وتتضمن الملف التعريفي الشخصي للتلميذ، ثم اختبار لتصنيف التلميذ وفقا لمستواه، وتحديد مسار التعلم المناسب للتلميذ وتقديم التغذية الراجعة بأنواعها التدعيمية والتصحيحية.

ط- **تصميم أدوت القياس**: تم تصميم اختبار محكي المرجع قبلي وبعدي لمحتوى التعلم لقياس مدى تقدم تلاميذ الصف الثاني الإعدادي عينة البحث في مستويات عمق المعرفة الرياضية، وتم بناء مقياس لقياس مهارات التعلم الذاتي.

٣. مرحلة التطوير: وتم في هذه المرحلة تم إنتاج وإعداد المواد والوسائط المتعددة التي تم تحديدها في مرحلة التصميم وذلك في ضوء الخطوات التالية:

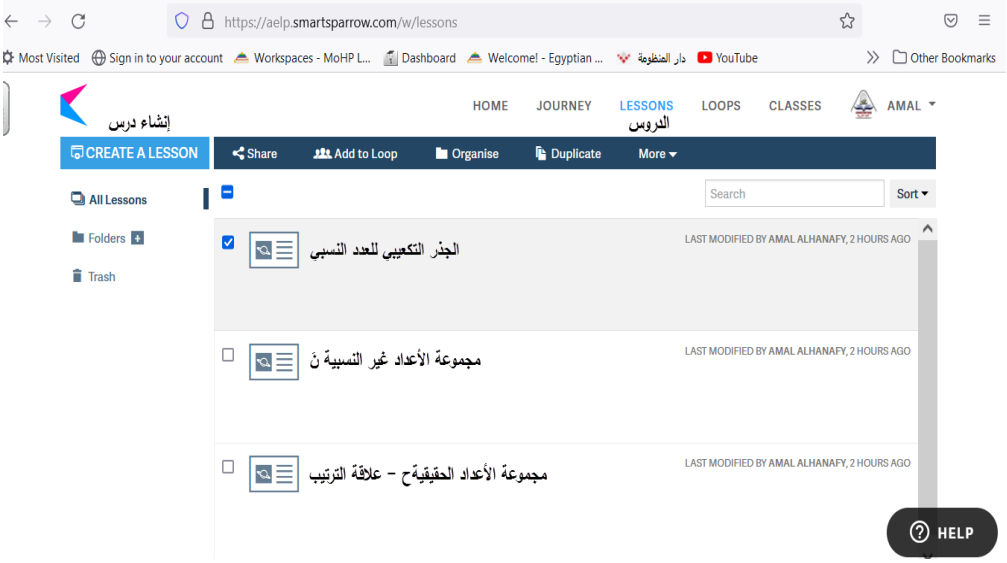
أ- **اختيار الأدوات البرمجية لبيئة التعلم التكيفية**: تم استخدام العديد من أدوات التأليف الرقمية المختلفة لتطوير بيئة التعلم التكيفية على منصة Smart Sparrow، ومنها: برنامج معالجة الرسوم والصور Snagit ، وبرنامج Articulate Storyline لإنتاج محتوى التعلم، وبرنامج BB Flashback لتسجيل الدروس وإنتاج وتعديل بعض مقاطع الفيديو الخاصة بمحتوى التعلم، كما تم الاستعانة ببعض فيديوهات شرح على اليوتيوب You Tube وبنك المعرفة المصري.

ب- **إنتاج بيئة التعلم التكيفية على منصة Smart Sparrow**: تم إنشاء حساب على منصة **Smart Sparrow** كمعلم لإنشاء مقرر تعليمي على الرابط https://aelp.smartsparrow.com/w/home

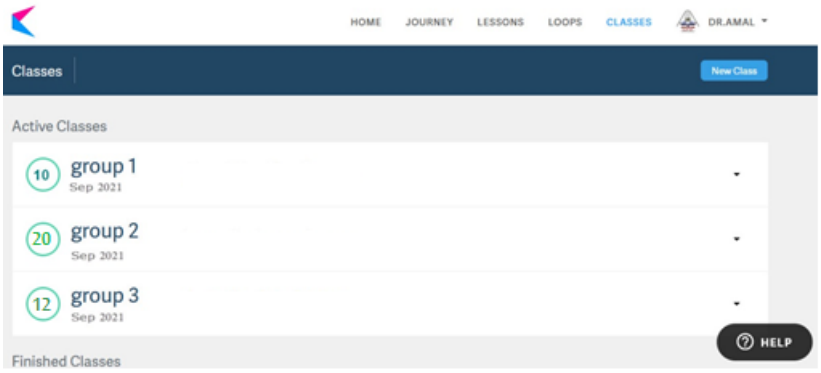


وتم إنشاء وتصميم محتوى الوحدتين ورفعه على منصة التعلم وتحديد تكيف المحتوى

من خلال استخدام الأدوات والإمكانيات والخيارات التي توفرها منصة Smart Sparrow، وتم إنشاء قاعدة بيانات تعريفية لكل تلميذ وتحتوى هذه القاعدة على بيانات الاسم والعائلة، والبريد الإلكتروني والسنة وكلمة المرور، كما تم إنتاج قاعدة بالأنشطة التعليمية وتدريبات ضمنية داخل المحتوى ذات الصلة ورفعها مع محتوى التعلم، وتم مراعاة عرض وتقديم الأنشطة الضمنية داخل الدروس وفقا لمستوى كل تلميذ، كما تم تقديم هذ الأنشطة بعد عرض كل فكرة على حدة أو بعد كل درس، وبعد الانتهاء من أداء الأنشطة يتم إرسال التقييم على البريد الإلكتروني للباحثة والتلميذ، علاوة على أنه تم إنتاج بنك أسئلة متدرج يغطي محتوى الدروس للتقييم المبدئي والتتبعي والنهائي طوال فترة التعلم.



ويتم تحديد مستوى التلميذ بعد تسجيل الدخول باسم المستخدم وكلمة المرور بكل تلميذ تظهر شاشة تحتوي على مجموعة من الأسئلة ومجموعة خيارات بهدف تحديد المستوى لكل تلميذ، ويتضمن الاختبار (١٠) مفردة، لكل مفردة (٤) بدائل، ووفقاً لنموذج إجابة التلميذ يتم تسليم الإجابة وإظهار النتيجة بالمستوى المناسب.



تم تقسيم محتوى الوحدتين إلى دروس صغيرة، ثم تقسيمها بعد ذلك إلى عدد من المهارات، وتم وضع مجموعات من الأسئلة المتشابهة التي تستهدف مهارة معينة في حل مشكلة، على سبيل المثال ، في وحدة درس "الأعداد الحقيقية ح" ، يُطلب من التلميذ تعيين النقطة التي تمثل العدد ([⇦) على خط الأعداد، للتمكن من هذا النوع من المشكلات الرياضية، وتقدم بيئة التعلم التكيفي تم وضع عدد كبير من المشكلات التي تعالج هذه المهارة وبمجموعة متنوعة من الأساليب، حيث يحدد النظام بكفاءة مستوى المعرفة الرياضية المتوفرة لدى التلميذ بالضبط، وعلى أساسه يتم تنظيم المحتوى.

وتقدم بيئة التعلم التكيفية مجموعة من التقارير الخاصة بكل فصل من الفصول (المجموعات الثلاث) وهي تقارير خاصة بالتلاميذ ومدى تقدمهم، وتقارير خاصة بالدروس ودخول التلاميذ عليها (عدد مرات الدخول، الوقت المستغرق في كل جلسة، النسبة المئوية للانتهاء من مقطع فيديو)، وتقارير خاصة بتقويم التلميذ مثل الأسئلة والإجابات ومحاولات الحل الصحيحة والخطأ ومتوسط الوقت المستغرق بالإضافة إلى إمكانية تحميل البيانات التفصيلية في ملف Excel.

وقد تم توفير مقطع فيديو يشرح كيفية استخدام بيئة التعلم التكيفية والتعامل معها، كما تم تحديد بريد الكتروني للتواصل مع الباحثة وتقديم الدعم الفني للتلاميذ للإجابة على بعض الاستفسارات التي قد تواجههم، وكذلك مراعاة وجود مصادر إلكترونية لتدعم المحتوى وتساعد التلميذ في إكمال دراسة المحتوى، وتقدم للتلاميذ معلومات إضافية حول الدروس تعميق معرفتهم الرياضية بالدروس.

٤. مرحلة التقويم النهائي:

تم تجريب بيئة التعلم التكيفية على عينة استطلاعية قوامها (٢٠) تلميذ للتعرف على الصعوبات التي قد تقابل تلاميذ التجربة الأساسية أثناء التطبيق، والتأكد من عدم وجود صعوبات في استخدام أدواتها في عرض الملفات والتطبيقات، كذلك التأكد من

وضوح الدروس، والتحقق من سلامة تصميم أساليب الإبحار وواجهة التفاعل الخاصة بالمحتوى، وقد تم تعديل بعض الأنشطة التي أشار التلاميذ إلى أنها لا تعمل، وكذلك بعض الأسئلة الموجودة في التقييمات غير واضحة وبعضها بها أخطاء إملائية، وبعض التعديلات على وروابط عناصر المحتوى، وإضافة مزيد من المساعدة عن طريق عمل فيديو لكيفية التسجيل في البيئة.

كما تم عرض بيئة التعلم التكيفية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم لتقييمها في ضوء معايير بيئة التعلم التكيفية، وقد تم إجراء كافة التعديلات التي كشفت عنها نتائج التحكيم، وبهذا أصبحت بيئة التعلم التكيفية جاهزة للاستخدام والتطبيق كما في ملحق (٢).

٥. مرحلة النشر والاستخدام:

في هذه المرحلة تم الاستخدام النهائي وأتاحه بيئة التعلم التكيفية للنشر، وقد تم مقابلة تلاميذ التجربة الأساسية لتعريفهم وتدريبهم على كيفية التفاعل مع البيئة وتفعيل الحساب الخاص بكل تلميذ.

رابعًا: إعداد اختبار عمق المعرفة الرياضية:

هدف البحث إلى تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، لذلك تطلب إعداد اختبار عمق المعرفة الرياضية وفق للخطوات التالية:

١. **تحديد الهدف من الاختبار**: يهدف الاختبار إلى قياس مستويات عمق المعرفة الرياضية (الاستدعاء والتذكر، تطبيق المهارات والمفاهيم، التفكير الاستراتيجي) لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٢. **تحديد مستويات الاختبار:** يقيس الاختبار عمق المعرفة الرياضية بمستوياته الآتية:

أ- **الاستدعاء والتذكر**: تنفيذ خوارزمية بسيطة أو تطبيق صيغة، العمليات العقلية المطلوبة تذكر الاستجابة أو إعادة إنتاجها.

ب- **تطبيق المفاهيم والمهارات**: حل مسائل رياضية تشمل على اتخاذ قرار، العمليات العقلية المطلوبة لحل هذا النوع من الأسئلة تتطلب أكثر من عملية أو خطوة عقلية .

ج- **التفكير الاستراتيجي**: المتطلبات المعرفية والعمليات العقلية المطلوبة لحل هذا النوع من الأسئلة في هذا المستوى تكون معقدة ومجردة، ولابد أن يقدم التلميذ تبرير للاستجابة الأكثر احتمالا مع شرح تفكيرهم، وقد تم استبعاد المستوى الرابع من مستويات عمق المعرفة الرياضية لأن الأسئلة على هذا المستوى تتطلب وقت كبير جدا، كما أن المتطلبات المعرفية لهذا المستوى معقدة تحتاج لوقت طويل لتدريب التلاميذ عليها، علاوة على أن الاختبارات الدولية لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي (الصف الثامن) استبعدت هذا

المستوى لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي مثل اختبار إدارة التعليم بجورجيا لرياضيات الصف الثامن (Georgia Department of Education, 2018)، واختبار ممارسة الرياضيات (Smarter Balanced, 2019) ، ودليل اختبار وزارة التربية والتعليم بأوكلاهوما (Oklahoma Department of Education, 2019)، واختبار الرياضيات المتقدم لإدارة التعليم العام في ولاية ويسكونسن (Wisconsin Department of Public Instruction, 2021)، كذلك بعض الدراسات العربية مثل دراسة عاصم عمر (٢٠١٧)، وكريمة محمد (٢٠٢٠).

٣. **إعداد جدول المواصفات**: تم إعداد جدول المواصفات حتى يمكن الربط بين الدروس التي تشملها الوحدتين ومعايير الرياضيات المحورية المشتركة ومستويات عمق المعرفة، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (٢): جدول مواصفات اختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية

م	الموضوعات	مستويات عمق المعرفة الرياضية									المجموع
		الاستدعاء والتذكر Dok1			تطبيق المهارات والمفاهيم Dok2			التفكير الاستراتيجي Dok3			
		الفقرات	الدرجات	الموائمة	الفقرات	الدرجات	الموائمة	الفقرات	الدرجات	الموائمة	
الوحدة الأولى	الجذر التكعيبي للعدد النسبي.	١	٢	EE.A.2							٥%
	مجموعة الأعداد غير النسبية نَ.	٢	٢	NS.A.1				١٣	٤	NS.A.1	١٠%
	مجموعة الأعداد الحقيقية ح– علاقة الترتيب في ح.	٣	٢	NS.A.1							٥%
	الفترات.				١٨	٢	RN.B.3				٥%
	العمليات على الأعداد الحقيقية.	٤	٢	RN.B.3							٥%
	العمليات على الجذور التربيعية.	٥	٢	EE.A.1							٥%

م	الموضوعات	مستويات عمق المعرفة الرياضية									المجموع
		الاستدعاء والتذكر Dok1			تطبيق المهارات والمفاهيم Dok2			التفكير الاستراتيجي Dok3			
		الفقرات	الدرجات	الموائمة	الفقرات	الدرجات	الموائمة	الفقرات	الدرجات	الموائمة	
	العداد المترافقان.	٦	٢	EE. A. 1							%٥
	العمليات على الجذور التكعيبية.				١٤	٢	EE. A. 2				%٥
	تطبيقات على الأعداد الحقيقية.				١٧	٢	RN.B .3	١٩	٣	RN.B. 3	%١٠
	حل المعادلات والمتباينات من الدرجة الأولى في متغير واحد في ح				١٥	٢	EE.C. 7	٢٠	٣	EE.C.7	%١٠
الوحدة الثانية	العلاقة بين متغيرين	٧	٢	F.A.1	١٦	٤	F.B.4	١٢	٣	EE.B.5	%١٥
	ميل الخط المستقيم				٩	٢	EE.B. 5				%٥
	تطبيقات حياتية على ميل الخط المستقيم	٨	٢	EE.B. 5	١٠	٢	EE.B. 6	١١	٣	F.B.4	%١٥
المجموع		٨	١٦		٧	١٦		٥		١٦	٢٠
النسبة		%٤٠	%٣٣.٣٣		%٣٥	%٣٣.٣٣		%٢٥		%٣٣.٣٣	١٠٠ %

حيث تكون الاختبار ككل من (٢٠) سؤالاً، منها (٨) أسئلة لقياس المستوى الأول الاستدعاء والتذكر، و(٧) أسئلة لقياس المستوى الثاني تطبيق المهارات والمفاهيم ، و(٥) أسئلة لقياس المستوى الثالث التفكير الاستراتيجي، مع ملاحظة أن:

- الدرجة الكبرى للاختبار هي (٤٨) درجة والصغرى (صفر).
- الدرجة الكبرى للمستوى الأول الاستدعاء والتذكر Dok1 هي (١٦) والصغرى (صفر).
- الدرجة الكبرى للمستوى الثاني تطبيق المهارات والمفاهيم Dok2 هي (١٦)

والصغرى (صفر).

- الدرجة الكبرى للمستوى الثالث التفكير الاستراتيجي Dok3 هي (١٦) والصغرى (صفر).

٤. **معايير الرياضيات المحورية المشتركة التي تناولها الاختبار**: غطي الاختبار عدد من معايير الرياضيات المحورية المشتركة الخاصة بتلاميذ الصف الثاني الإعدادي (الصف الثامن)، والجدول التالي يوضح المعيار وكوده ووصفه: (Common Core State Standards Initiative, 2021) :

جدول (٣): معايير الرياضيات المحورية المشتركة التي تناولها الاختبار

الكود	المعيار	الوصف
EE. A.1	التعامل مع التعبيرات والمعادلات التي تتضمن جذور وأعداد الصحيحة	يعرف ويطبق خصائص الأسس الصحيحة لتوليد تعبيرات عددية مكافئة، $٣^{٢} \times ٣^{-٥} = ٣^{-٣} = ١/٣^{٣} = ١/٢٧$
EE.A.2	التعامل مع التعبيرات والمعادلات التي تتضمن جذور وأعداد الصحيحة	استخدم رموز الجذر التربيعي والجذر التكعيبي لتمثيل حلول المعادلات على الصورة $س^{٢} = ن$ ، $س^{٣} = ن$، حيث ن عدد نسبي موجب، حساب الجذور التربيعية للمربعات الكاملة والجذور التكعيبية لمكعبات الكاملة، يعرف أن و٢ عدد غير نسبي.
EE.B.5	فهم الروابط بين العلاقات التناسبية، الخطوط المستقيمة، المعادلات الخطية	تمثيل العلاقات التناسبية، وتفسير معدل الوحدة وربطه بميل المستقيم، مقارنة العلاقات التناسبية المختلفة الممثلة بطرق مختلفة،
EE.B.6	فهم الروابط بين العلاقات التناسبية، الخطوط المستقيمة، المعادلات الخطية	استخدام المثلثات المتشابهة لتفسير سبب تساوي الميل لخط غير عمودي في مستوى الإحداثيات يمر بأي نقطتين مميزتين عليه
EE.C.7	تحليل وحل المعادلات الخطية	حل معادلات خطية ذات معاملات عددية نسبية، بما في ذلك المعادلات التي تتطلب حلولها استخدام خاصية التوزيع وتجميع الحدود المتشابهة.
NS.A.1	تطبيق وتوسيع الفهم السابق لضرب وقسمة كسر على كسر.	تفسير وحساب ناتج العمليات الحسابية على الكسور وحل المسائل اللفظية التي تتضمن قسمة كسر على كسر، وتمثيل المسألة باستخدام المعادلات ونماذج الكسور المرئية.
RN.B.3	استخدم خصائص الأعداد النسبية وغير النسبية.	يشرح سبب كون مجموع أو حاصل ضرب عددين نسبيين يكون عددًا نسبيا؛ وأن مجموع عدد نسبي وعدد غير نسبي يكون عدد غير نسبي؛ وأن حاصل ضرب عدد نسبي غير صفري وعدد غير نسبي يكون عدد غير نسبي.
F.A.1	تحديد وتقييم ومقارنة الدوال (العلاقة بين متغيرين)	يفهم أن الدالة هي قاعدة تحدد العلاقة بين متغيرين، الرسم البياني للدالة هو مجموعة الأزواج المرتبة التي تتكون من المدخلات والمخرجات المقابلة.
F.B.4	استخدم الدوال لنمذجة العلاقات بين الكميات.	ينشئ دالة لنمذجة العلاقة الخطية بين كميتين، يحدد معدل التغير عن وصف العلاقة بين كميتين أو من قيمتين (س ، ص)، بما في ذلك قراءتها من جدول أو من رسم بياني.

٥. **صياغة مفردات الاختبار** تكون الاختبار من ٢٠ سؤالاً، وهي مقسمة كالآتي:

(أ) الجزء الأول: أسئلة الاختيار من متعدد من (١: ١٢) بحيث يحتوي كل

سؤال على (٤) بدائل تمثل الاستجابات، وبعض الأسئلة تتطلب تحديد الاستجابة الصحيحة مع توضيح السبب وتقديم المبرر.

(ب) الجزء الثاني: أسئلة من نوع الاستجابة المنشأة Constructed Response (CR) من (١٣ : ٢٠).

وقد تم إعداد مقياس تقدير لمفردات اختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية لتسهيل التصحيح.

٦. **صياغة تعليمات الاختبار**: تمت صياغة التعليمات بلغة بسيطة وواضحة في صفحة مستقلة لتحدد للتلميذ ما يلي: توضيح الهدف من الاختبار، توضيح عدد أسئلة الاختبار، ضرورة عدم ترك سؤال دون الإجابة عنه، ضرورة قراءة الأسئلة بدقة لكي يسهل الإجابة، وأن الاختبار مكون من جزئيين، وأنه توجد إجابة واحدة صحيحة من بين أربعة إجابات مختلفة في أسئلة الاختيار من متعدد، والتنويه إلى أن بعض الأسئلة تحتاج إلى توضيح السبب في اختيار الحل، كتابة البيانات الأساسية وهي الاسم، التاريخ، الفصل، والمدرسة.

٧. **صدق الاختبار**: تم التأكد من صدق الاختبار وذلك بعرض الاختبار على السادة المحكمين للتأكد من صلاحيته وصدقه كأداة لقياس مستويات عمق المعرفة الرياضية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في دروس وحدتي "الأعداد الحقيقية" و"العلاقة بين متغيرين"، وبناء على ملاحظات السادة المحكمين تم إجراء التعديلات اللازمة.

٨. **التجربة الاستطلاعية للاختبار**: طُبق الاختبار على عينة استطلاعية قوامها (٣٢) تلميذ من تلاميذ مدرسة الشهيد محمد عمرو البدري بمحافظة المنوفية، وهدفت التجربة الاستطلاعية للاختبار إلى:

- **حساب صدق الاختبار**: تم استخدام معامل الاتساق الداخلي من خلال حساب معامل الارتباط بين الدرجة الكلية للاختبار وبين كل مستوى من مستويات عمق المعرفة الرياضية الثلاثة، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (٤): معاملات الارتباط بين الدرجة الكلية لعمق المعرفة الرياضية وبين كل مستوى من مستوياتها

البعد	الاستدعاء والتذكر Dok1	تطبيق المهارات والمفاهيم Dok2	التفكير الاستراتيجي Dok3
معامل الارتباط	٠.٧٥	٠.٨٣	٠.٧٩

وتدل القيم السابقة لمعاملات الارتباط على أن الاختبار يتمتع بدرجة مناسبة من الصدق في قياس مستويات عمق المعرفة الرياضية.

- **حساب ثبات الاختبار**: تم حساب ثبات الاختبار عن طريق إعادة تطبيقه

بفاصل زمني قدره ثلاثة أسابيع، وحساب معامل الثبات باستخدام معامل الارتباط لبيرسون وقد بلغ معامل الثبات (٠.٧٧) مما يشير إلى أن الاختبار يتمتع بدرجة مقبولة من الثبات.

- **حساب زمن الاختبار**: تم رصد الزمن الذي استغرقه كل تلميذ على حده في الإجابة على أسئلة الاختبار، ثم حساب متوسط هذه الأزمنة، وقد بلغ الزمن المستغرق لتطبيق الاختبار تقريبا (٧٥) دقيقة.

٩. **الصورة النهائية للاختبار:** بعد التأكد من صدق وثبات الاختبار أصبح الاختبار معداً للاستخدام في صورته النهائية كما هو موضح في ملحق (٣).

خامسًا: إعداد مقياس التعلم الذاتي:

مر بناء المقياس بالخطوات التالية:

١. **تحديد الهدف من المقياس:** هدف المقياس إلى قياس مستوى مهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٢. **تحديد أبعاد المقياس**: تكون المقياس من أربعة أبعاد وذلك بالاطلاع على الدراسات والبحوث السابقة والأدبيات التي تناولت مهارات التعلم الذاتي مثل: فخر الدين القلا وآخرون (٢٠٠٥)؛ هبه أبو رمان ونرجس حمدي (٢٠١٧)؛ عائشة المهيري (٢٠١٩)؛ حنان رجاء (٢٠٢٠)؛ Ayyildiz & Tarhan (2015) ; Khiat (2015) ; Abdulrahman & Alshaikh (2021) ; Aburayash (2021).

٣. **صياغة عبارات المقياس**: تم وضع مجموعة من العبارات الإيجابية والسلبية لكل بعد من أبعاد المقياس، وقد روعي عند صياغتها ألا تفسر بأكثر من طريقة، وأن تكون قصيرة وبسيطة، صحيحة لغويا، تحتوى على فكرة واحدة، الخلو من المصطلحات الصعبة وغير الشائعة.

٤. **صياغة تعليمات المقياس**: تم وضع تعليمات المقياس بحيث تتضمن بيانات التلميذ، والهدف من المقياس، وبعض التوجيهات اللازمة للإجابة عليه، ومثالًا توضيحيًا لكيفية الإجابة.

٥. **تحديد طريقة تصحيح المقياس**: تدرجت الإجابة على عبارات المقياس وفقا لثلاثة مستويات تتمثل في: (موافق، غير متأكد، غير موافق)، حيث يُعطى المستوى الأول ٣ درجات، والمستوى الثاني درجتان والمستوى الثالث درجة واحدة وذلك للعبارات الموجبة، والعكس بالنسبة للعبارات السالبة، وبلغت الدرجة العظمى للمقياس (١٥٠) درجة، بينما الدرجة الصغرى للمقياس (٥٠) درجة.

٦. **صدق المقياس**: تم عرض المقياس على مجموعة من المحكمين من أساتذة

المناهج وطرق التدريس لإبداء الرأي في مدى مناسبة كل عبارة للبعد المراد قياسه، وقد تم تعديل بعض العبارات في ضوء آراء السادة المحكمين.

٧. **تجريب المقياس استطلاعيا**: طُبق المقياس على عينة استطلاعية قوامها (٣٢) تلميذ من تلاميذ مدرسة الشهيد محمد عمرو البدري بمحافظة المنوفية، بهدف:
   - تعديل عبارات المقياس الغير مناسبة.
   - التأكد من وضوح تعليماته.

٨. **حساب الاتساق الداخلي**: من خلال حساب معاملات الاتساق الداخلي بين درجات تلاميذ العينة الاستطلاعية كل عبارة والدرجة الكلية للمقياس، وتراوحت المعاملات بين (٠,٦٥ - ٠,٧٤)، وهذا يشير إلى أن المقياس على درجة معقولة من الصدق.

٩. **حساب ثبات المقياس:** تم حساب ثبات المقياس عن طريق إعادة تطبيقه بفاصل زمني قدرة ثلاثة أسابيع، وحساب معامل الثبات باستخدام معامل الارتباط لبيرسون وقد بلغ معامل الثبات (٠.٨٩) مما يشير إلى أن المقياس يتمتع بدرجة مقبولة من الثبات.

١٠. **إعداد المقياس في صورته النهائية**: اشتمل المقياس في صورته النهائية على:
   - غلاف يوضح عنوان المقياس.
   - تعليمات المقياس.
   - عبارات المقياس وعددها (٥٠) عبارة موزعة على أبعاد المقياس، والجدول التالي يوضح توزيع العبارات على مجالات المقياس:

جدول (٥): أبعاد مقياس مهارات التعلم الذاتي وأرقام العبارات الممثلة لها

م	أبعاد المقياس	العبارات الموجبة	العبارات السالبة	العدد
١	تخطيط وتنظيم التعلم	١- ٢ – ٤ – ٥ – ٧ – ٨ – ١١ – ١٣	٣ – ٦ – ٩ – ١٠ – ١٢- ١٤	١٤
٢	استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات	١٧ – ١٩ – ٢٠ – ٢٢ – ٢٣ – ٢٥	١٥ – ١٦ – ١٨ – ٢١- ٢٤ – ٢٦	١٢
٣	معالجة المعلومات وإدارتها	٢٧ – ٢٩ – ٣١ – ٣٢ – ٣٤ – ٣٦ – ٣٧	٢٨ – ٣٠ – ٣٣ – ٣٥ – ٣٨	١٢
٤	التقييم الذاتي	٣٩ – ٤١ – ٤٢ – ٤٣ – ٤٥ – ٤٦- ٤٨ – ٥٠	٤٠ – ٤٤ – ٤٧ – ٤٩	١٢
مجموع العبارات		٢٩	٢١	٥٠

وبذلك أصبح مقياس مهارات التعلم الذاتي في صورته النهائية كما هو موضح في ملحق (٤).

سادسًا: تنفيذ تجربة البحث:

تم تنفيذ تجربة البحث في الصل الدراسي الأول للعام الدراسي (٢٠٢١/ ٢٠٢٢م)، وذلك وفقا للخطوات التالية:

١. **التطبيق القبلي لأدوات البحث**: تم تطبيق اختبار عمق المعرفة الرياضية ومقياس التعلم الذاتي تطبيقًا قبليًا على تلاميذ كلا من المجموعتين التجريبية والضابطة خلال الأسبوع الأول من الفصل الدراسي الثاني -عينة البحث- في المدرسة؛ للتأكد من تكافؤ مجموعتي البحث قبل إجراء التجربة، وتم معالجة البيانات إحصائيا باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS ، باستخدام اختبار مان - ويتني Mann-Whitney Test -لعدم تحقق اعتدالية توزيع درجات العينة- كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (٦): دلالة الفرق بين متوسطي رتب درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية باستخدام اختبار مان - ويتني Mann-Whitney Test .

المستوى	المجموعة	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	U	W	Z	مستوى الدلالة
الاستدعاء والتذكر Dok1	المجموعة التجريبية	٤٢	٤٠.٣٣	١٦٩٤.٠	٧٩١.٠	١.٦٩٤	٠.٦٥٥	٠.٥١٢ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤٣.٧١	١٧٩٢.٠				
تطبيق المفاهيم والمهارات Dok2	المجموعة التجريبية	٤٢	٤٠.٦٧	١٧٠٨.٠	٨٠٥.٠	١.٧٠٨	٠.٥٦٢	٠.٥٧٤ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤٣.٣٧	١٧٧٨.٠				
التفكير الاستراتيجي Dok3	المجموعة التجريبية	٤٢	٤١.٤٠	١٧٣٩.٠	٨٣٦.٠	١.٧٣٩	٠.٣٢٦	٠.٧٤٥ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤٢.٦١	١٧٤٧.٠				
مستويات عمق المعرفة الرياضية ككل	المجموعة التجريبية	٤٢	٣٩.١٤	١٦٤٤.٠	٧٤١.٠	١.٦٤٤	١.١١٤	٠.٢٦٥ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤٤.٩٣	١٨٤٢.٠				

يتضح من الجدول السابق أن قيمة Z تساوي (٠,٦٥٥ - ٠.٥٦٢ - ٠.٣٢٦ - ١.١١٤) وهي غير دالة إحصائياً، مما يدل على عدم وجود فرق دال بين متوسطي رتب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لاختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية، الأمر الذي يشير إلى تكافؤ تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة قبل إجراء تجربة البحث في مستويات عمق المعرفة الرياضية.

جدول (٧): دلالة الفرق بين متوسطي رتب درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لمقياس مهارات التعلم الذاتي باستخدام اختبار مان - ويتني Mann-Whitney Test

المهارة	المجموعة	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	U	W	Z	مستوى الدلالة
تخطيط وتنظيم التعلم	المجموعة التجريبية	٤٢	٣٨,٧٤	١٦٢٧,٠٠	٧٢٤,٠	١.٦٢٧	١,٢٥٢	٠.٢١٠ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤٥,٣٤	١٨٥٩,٠٠				
استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات	المجموعة التجريبية	٤٢	٤٢,٥٠	١٧٨٥,٠٠	٨٤٠.٠	١.٧٠١	٠.١٩٢	٠.٨٤٨ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤١.٤٩	١٧٠١,٠٠				
معالجة المعلومات وإدارتها	المجموعة التجريبية	٤٢	٤٣,١٨	١٨١٣,٥٠	٨١١.٥٠	١.٦٧٢	٠.٤٥٣	٠.٦٥١ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤٠.٧٩	١٦٧٢,٥٠				
التقييم الذاتي	المجموعة التجريبية	٤٢	٤٢,٥٨	١٧٨٨,٥٠	٨٣٦.٥٠	١.٦٩٨	٠.٢٢٥	٠.٨٢٢ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤١.٤٠	١٦٩٧,٥٠				
مهارات التعلم الذاتي ككل	المجموعة التجريبية	٤٢	٤١,٠٥	١٧٢٤,٠	٨٢١.٠٠	١.٧٢٤	٠.٣٦٥	٠.٧١٥ غير دالة إحصائيا
	المجموعة الضابطة	٤١	٤٢.٩٨	١٧٦٢,٠				

يتضح من الجدول السابق أن قيمة Z تساوي (٠,١٩٢ - ٠.٤٥٣ – ٠.٢٢٥ - ٠.٣٦٥) وهي غير دالة إحصائياً، مما يدل على عدم وجود فرق دال بين متوسطي رتب

المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لمقياس مهارات التعلم الذاتي، الأمر الذي يشير إلى تكافؤ تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة قبل إجراء تجربة البحث في مهارات التعلم الذاتي.

٢. تطبيق تجربة البحث:

تم تنفيذ تجربة البحث في الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي (٢٠٢١/ ٢٠٢٢م) في الفترة من ١٠/ ١٠/ ٢٠٢١ – ١٦/ ١٢/ ٢٠٢١م، حيث تم مقابلة تلاميذ المجموعة التجريبية لعرض طبيعة بيئة التعلم التكيفية وتوجيههم إلى مشاهدة الفيديوهات التوضيحية، وتشجيعهم على السؤال والاستفسار في حالة مواجهة مشكلة.

٣. **التطبيق البعدي لأدوات البحث:** تم تطبيق أدوات البحث بعديًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة ورصد النتائج تمهيدًا لإجراء المعالجات الإحصائية وتحليلها وتفسيرها.

نتائج البحث:

سيناقش هذا الجزء نتائج البحث وفقًا لأسئلته وفروضه كما يلي:

١. **السؤال الأول**: ما المعايير التي ينبغي توافرها عن تصميم بيئة تعلم تكيفية؟ وقد تمت الإجابة عن هذا السؤال من خلال الجزء الخاص بإعداد قائمة معايير بناء بيئة التعلم التكيفية والواردة بجدول (١) والتي تضمنت عدد (٥) محاور، (١٤) معيار و (٧٤) مؤشر، كما وردت بملحق (١).

٢. **السؤال الثاني**: ما التصور المقترح لبيئة تعلم تكيفية لتنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية، ومهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟ وقد تمت الإجابة عن هذا السؤال من خلال الجزء الخاص ببناء وضبط بيئة التعلم التكيفية، كما هو وارد بملحق (٢).

٣. **السؤال الثالث**: ما فاعلية بيئة تعلم تكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟ والذي صيغ منه الفرض الأول للبحث والذي نص على أنه "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عن مستوى دلالة ($\leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية ككل ومستوياته (الاستدعاء والتذكر- تطبيق المفاهيم والمهارات- التفكير الاستراتيجي) كل على حدة لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية"، وللتحقق من صحة هذا الفرض استخدمت الباحثة اختبار مان ويتني لعينتين مستقلتين -لعدم تحقق اعتدالية توزيع درجات العينة- لمعرفة دلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية باستخدام برنامج (SPSS) وكانت النتائج كالتالي:

جدول (٨): دلالة الفرق بين متوسطي رتب درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية باستخدام اختبار مان - ويتني Mann-Whitney Test

مستويات عمق المعرفة الرياضية	المجموعة	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	U	W	Z	مستوى الدلالة
الاستدعاء والتذكر Dok1	المجموعة التجريبية	٤٢	٥٤.٦٢	٢٢٩٤.٠	٣٣١.٠	١.١٩٢	٤.٩١٧	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٢٩.٠٧	١١٩٢.٠				
تطبيق المفاهيم والمهارات Dok2	المجموعة التجريبية	٤٢	٥٦.٥٢	٢٣٧٤.٠	٢٥١.٠	١.١١٢	٥.٥٩٦	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٢٧.١٢	١١١٢.٠				
التفكير الاستراتيجي Dok3	المجموعة التجريبية	٤٢	٥٦.٦٤	٢٣٧٩.٠	٢٤٦.٠	١.١٠٧	٥.٦٥٦	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٢٧.٠٠	١١٠٧.٠				
مستويات عمق المعرفة الرياضية ككل	المجموعة التجريبية	٤٢	٥٦.٢٦	٢٣٦٣.٠	٢٦٢.٠	١.١٢٣	٥.٤٦١	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٢٧.٣٩	١١٢٣.٠				

يتضح من جدول السابق أن جميع قيم "Z" دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، حيث بلغت قيمة "Z" لمستوى الاستدعاء والتذكر (٤.٩١٧)، وبالنسبة لمستوى تطبيق المفاهيم والمهارات (٥.٥٩٦)، وبالنسبة لمستوى التفكير الاستراتيجي (٥.٦٥٦)، في حين أن قيمة "Z" لمستويات عمق المعرفة الرياضية ككل بلغت (٥.٤٦١)، مما يشير إلى أن هناك فرقًا ذا دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مستويات عمق المعرفة الرياضية لصالح المجموعة التجريبية، وبناء على ذلك تم قبول الفرض الأول للبحث، وللتأكد من الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية وفعالية بيئة التعلم التكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية، تم حساب حجم التأثير لقيم "Z" الدالة (Fritz, et al, 2012, p.12 ; Karadimitriou & Marshall, n. d.) والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (٩): حساب حجم تأثير التدريس باستخدام بيئة التعلم التكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية

المستوى	قيمة "Z"	حجم التأثير r	الدلالة
الاستدعاء والتذكر Dok1	٤.٩١٧	٠.٥٤	كبير
تطبيق المفاهيم والمهارات Dok2	٥.٥٩٦	٠.٦١	كبير
التفكير الاستراتيجي Dok3	٥.٦٥٦	٠.٦٢	كبير
مستويات عمق المعرفة الرياضية ككل Dok	٥.٤٦١	٠.٦١	كبير

يتضح من نتائج الجدول السابق أن جميع قيم حجم التأثير كبيرة؛ نظرا لأن قيمة (r) أعلى من (٠.٥) وتدل هذه القيمة على حجم أثر مرتفع للمتغير المستقل على المتغير التابع وفاعلية بيئة التعلم التكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية.

٤. **السؤال الرابع**: ما فاعلية بيئة تعلم تكيفية في تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟، والذي صيغ منه الفرض الثاني للبحث والذي نص على أنه "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عن مستوى دلالة (≤ ٠,٠٥) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مهارات التعلم الذاتي ككل ومهاراته (تخطيط وتنظيم التعلم - استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات- معالجة المعلومات وإدارتها- التقييم الذاتي) كل على حدة لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية"، وللتحقق من صحة هذا الفرض استخدمت الباحثة اختبار مان ويتني لعينتين مستقلتين - لعدم تحقق اعتدالية توزيع درجات العينة- لمعرفة دلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مهارات التعلم الذاتي باستخدام برنامج (SPSS) وكانت النتائج كالتالي:

جدول (١٠): دلالة الفرق بين متوسطي رتب درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مهارات التعلم الذاتي باستخدام اختبار مان - ويتني Mann-Whitney Test

مهارات التعلم الذاتي	المجموعة	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	U	W	Z	مستوى الدلالة
تخطيط وتنظيم التعلم	المجموعة التجريبية	٤٢	٢٧,١٣	١١٣٩,٥٠	٢٣٦,٥٠	١.١٤٠	٥,٧١٤	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٥٧,٢٣	٢٣٤٦,٥٠				
استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات	المجموعة التجريبية	٤٢	٢٨,٦٠	١٢٠١,٠٠	٢٩٨.٠٠	١.٢١٠	٥.١٥٠	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٥٥.٧٣	٢٢٨٥,٠٠				
معالجة المعلومات وإدارتها	المجموعة التجريبية	٤٢	٢٧,٥٨	١١٥٨.٥٠	٢٥٥.٥٠	١.١٥٨	٥.٥٤٠	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٥٦.٧٧	٢٣٢٧.٥٠				
التقييم الذاتي	المجموعة التجريبية	٤٢	٢٨,٣٠	١١٨٨,٥٠	٢٨٥.٥٠	١.١٨٨	٥.٢٦١	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٥٦.٠٤	٢٢٩٧,٥٠				
مهارات التعلم الذاتي ككل	المجموعة التجريبية	٤٢	٢٦,٩٩	١١٣٣,٥٠	٢٣٠.٥٠	١.١٣٤	٥.٧٥٦	دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠١
	المجموعة الضابطة	٤١	٥٧.٣٨	٢٣٥٢,٥٠				

يتضح من جدول السابق أن جميع قيم "Z" دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، حيث بلغت قيمة "Z" في مهارة تخطيط وتنظيم التعلم (٥,٧١٤)، وبالنسبة لمهارة استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات (٥.١٥٠)، وبالنسبة لمهارة معالجة المعلومات وإدارتها (٥.٥٤٠)، وبالنسبة لمهارة التقييم الذاتي (٥.٢٦١)، في حين أن قيمة "Z" لمهارات التعلم الذاتي ككل بلغت (٥.٧٥٦)، مما يشير إلى أن هناك فرقًا ذا دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مهارات التعلم الذاتي لصالح المجموعة التجريبية، وبناء على ذلك تم قبول الفرض الثاني للبحث، وللتأكد من الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية وفعالية بيئة التعلم التكيفية في تنمية مهارات التعلم الذاتي، تم

حساب حجم التأثير لقيم "Z" الدالة (Fritz, et al., 2012, p.12 ; Karadimitriou & Marshall, n. d.) ، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (١١): حساب حجم تأثير التدريس باستخدام بيئة التعلم التكيفية في تنمية مهارات التعلم الذاتي

مهارات التعلم الذاتي	قيمة "Z"	حجم التأثير r	الدلالة
تخطيط وتنظيم التعلم	٥,٧١٤	٠.٦٣	كبير
استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات	٥.١٥٠	٠.٥٧	كبير
معالجة المعلومات وإدارتها	٥.٥٤٠	٠.٦١	كبير
التقييم الذاتي	٥.٢٦١	٠.٥٨	كبير
مهارات التعلم الذاتي ككل	٥.٧٥٦	٠.٦٣	كبير

يتضح من نتائج الجدول السابق أن جميع قيم حجم التأثير كبيرة؛ نظرا لأن r > ٠.٥ وتدل هذه القيمة على حجم أثر مرتفع للمتغير المستقل على المتغير التابع، أي فاعلية بيئة التعلم التكيفية في تنمية مهارات التعلم الذاتي.

تفسير نتائج البحث:

أولًا: النتائج الخاصة بفاعلية بيئة التعلم التكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية:

أشارت نتائج البحث الحالي إلى فاعلية بيئة التعلم التكيفية في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية، وتعزى الباحثة ذلك للأسباب التالية:

١. اعتماد بيئة التعلم التكيفية على مراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ من خلال تعلم كل تلميذ من المستوى الذي يناسبه، وعرض محتوى التعلم بناء على مستواه، وكذلك تقديم الأنشطة المناسبة المتدرجة بأشكال متنوعة ويتفق ذلك مع نتائج دراسة Yilmaz (2017).
٢. ساهمت بيئة التعلم التكيفية في السماح لكل تلميذ بالتعلم بالسرعة المثلى الخاصة به حتي يصلوا إلى إتقان المفهوم أو المهارة الرياضية المستهدفة.
٣. العرض المخصص للدروس بما يتناسب مع احتياجات كل تلميذ على حده، من خلال التحليل المستمر لاستجابات التلاميذ وطرق تفكيرهم أثناء حل المشكلات الرياضية، حيث يتم تكييف عرض المواد التعليمية الجديدة للتأكد من أنها أكثر مناسبة لهذا التلميذ المعين.
٤. وضع المعرفة السابقة نقطة انطلاق نحو أهداف التعلم المطلوبة لتحقيق التقدم الأكاديمي، والتكيف مع وتيرة تعلم كل تلميذ على حده، ساعد ذلك التلاميذ الين يعانون من صعوبات في تعلم أجزاء معينة من عدم الشعور بالإحباط، كما تمنع التلاميذ الموهوبين من الشعور بالملل.

٥. الدعم التفاعلي عند حل المشكلات الرياضية، الذي يوفر لكل تلميذ تغذية راجعة وإمداده بالتلميحات وكأن معلم بجانبه، بدلاً من إخبار التلميذ بما يجب عليهم فعله بشكل مباشر، مما دفع التلميذ إلى إعادة التفكير في استراتيجيات الحل، الأمر الذي ساعدهم على تعميق المعرفة الرياضية لديهم.
٦. أتاحت بيئة التعلم التكيفية تحليل حلول التلاميذ بصفة مستمرة عبر استرجاع البيانات، وبناءً على إجابات التلميذ في نهاية النشاط أو المشكلة الرياضية، بشكل تفاعلي يسمح باستكشاف المفاهيم الرياضية الجديدة واتخاذ القرارات، كما يفيد بتحليل البيانات في الوقت الفعلي أثناء النشاط بتغيير نهج التدريس بما يتناسب مع مستوى التلميذ.
٧. تضمنت بيئة التعلم التكيفية العديد من الاختبارات والأنشطة القائمة على حل المشكلات الرياضية المتدرجة المستوى والمتفاوتة الصعوبة بعد كل درس، وعدم السماح للتلميذ بالانتقال للدرس التالي إلا إذا حصل على مستوى (٨٥%) ساهم ذلك في تعميق المعرفة الرياضية لدى التلاميذ.
٨. حماس التلاميذ وشغفهم لخوض تجربة جديدة في التعلم وبدون ملل، واتفاقهم على جاذبية بيئة التعلم، وبساطة التعلم داخلها وسهولة استخدام الأدوات المتوفرة بها، والوصول إلى أي عنصر داخلها، مما جعل عملية التعلم أكثر متعة وأكثر عمقا.
٩. تنطلق بيئة التعلم التكيفية من مبادئ البنائية، وبالتالي فإنها تعزز التعلم ذي المعنى واكتساب المعلومات بشكل وظيفي يرتبط بواقع التلاميذ وخبراتهم، مما يساعد على تعميق معرفتهم الرياضية، ويتفق ذلك مع نتائج بعض الدراسات التي أشارت إلى فاعلية الرياضيات الواقعية والتعلم الخبراتي في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية مثل دراسة مريم عبد الملاك (٢٠٢٠)، ودراسة خلف الله محمد وآخرون (٢٠٢١).

تتفق النتيجة الحالية مع نتائج العديد من الدراسات التي تشير إلى فاعلية بيئات التعلم التكيفية في تنمية المعرفة الرياضية ونواتج التعلم الرياضية مثل: أمل الجمعة، ٢٠١٩؛ فاطمة الشهري، ٢٠١٩، Alshammari, et al., 2015; Alshammari, 2016; Stamper & Koedinger, 2011; Sjaastad & Tømte, 2018; Walkington, 2013.

ثانيًا: النتائج الخاصة بفاعلية بيئة التعلم التكيفية في تنمية مهارات التعلم الذاتي:

أشارت نتائج البحث الحالي إلى فاعلية بيئة التعلم التكيفية في تنمية مهارات التعلم الذاتي، وتعزى الباحثة ذلك للأسباب التالية:

١. تساعد الدراسة باستخدام بيئة التعلم التكيفية في تنمية مهارة تخطيط وتنظيم التعلم، حيث يقوم التلميذ بجدولة وإدارة وقت التعلم بما يتوافق مع سرعته

وقدراته الخاصة، ويختار المحتوي الذي يريد تعلمه، مما يساعده على اكتساب المعارف والمهارات.

٢. توفر بيئة التعلم التكيفية الفرصة لاستخدام مصادر التعلم المختلفة داخلها وخارجها، حيث تتطلب بعض الأنشطة البحث عن المعلومات على شبكة الإنترنت، وبالتالي تساعد على تنمية مهارة استخدام مصادر التعلم والبحث عن المعلومات.

٣. يحتاج التلاميذ إلى ربط المفاهيم والمهارات الرياضية بين الدروس وتوليد علاقات جديدة منها أثناء ممارسة مهام التعلم ببيئة التعلم التكيفية، مما ساعد على تنمية مهارة معالجة المعلومات وإدارتها.

٤. تعزز بيئة التعلم التكيفية قدرة التلاميذ على تحمل مسئولية تعلمهم ومراقبه أداءهم حتى ينتقل من درس لدرس آخر جديد مع توفير التغذية الراجعة والتعزيز الفوري المستمر، مما ساعد على تنمية مهارة التقييم الذاتي.

٥. تتفق طبيعة التعلم خلال بيئة التعلم التكيفية مع مبادئ التعلم الذاتي في ضرورة تعلم كل تلميذ تبعا لقدارته الخاصة وإمكاناته وسرعته الذاتية، إذ يتاح لهم الحرية والوقت للانتقال خطوة خطوة خلال عمليات التعلم والاكتساب دون تدخل من قبل المعلم.

٦. تقدم بيئة التعلم التكيفية الدعم اللازم للتلميذ أثناء التعلم، وذلك من خلال تقديم التوجيهات والإرشادات المناسبة، والتدرج في رفع الدعامات التعليمية عن المتعلم في الوقت المناسب مما ساعد على تعزيز مهارات التعلم الذاتي.

٧. وفرت بيئة التعلم التكيفية العديد من المهام والأنشطة الرياضية العملية لتطبيق مهارات التعلم الذاتي.

وتتفق النتيجة الحالية مع نتائج العديد من الدراسات التي تشير إلى فاعلية التعلم التكيفي في تنمية مهارات التعلم الذاتي مثل: أحمد عبد الجيد، ٢٠١٧؛ چيلان حجازي، ٢٠١٧؛ Kruger, ؛ Kim & Choi, 2010 ; Han, et al., 2016 2020؛ Ley, et al., 2010 .

توصيات البحث:

في ضوء النتائج السابقة للبحث الحالي توصي الباحثة بما يلي:

١. تبني خطة للتدريب والتطوير المستمر لتوظيف بيئات التعلم التكيفية ودمجها في التعلم العام والتعليم الجامعي، وضرورة إدخالها في التدريس والتعلم ضمن الخطط التطويرية.

٢. ضرورة الاهتمام بمستويات المعرفة الرياضية، وأن يتم التقييم في ضوئها.

٣. تضمين مهارات التعلم الذاتي في مقررات التعليم العام لتدريب التلاميذ على استخدامها وتطبيقها في حياتهم الدراسية.

مقترحات البحث:

بناء على نتائج البحث الحالي وتوصياته يمكن اقتراح مجموعة من البحوث المستقبلية لتكون نقطة انطلاق للباحثين؛ منها الدراسات المستقبلية التالية:

١. بناء برنامج تعليمي قائم على تصميم بيئة تكيفية مقترحة في تنمية البراعة الرياضية.
٢. بيئة تكيفية تشاركية قائمة على تحليلات التعلم لتنمية الطلاقة الإجرائية في حل المعادلات الجبرية.
٣. برنامج تدريبي قائم على بيئات التعلم التكيفية في تنمية مهارات التدريس الرقمي لدى معلمي الرياضيات أثناء الخدمة.
٤. دراسة اتجاهات التلاميذ نحو استخدام التعلم التكيفي في تدريس الرياضيات بمراحل التعليم العام.
٥. إجراء دراسة مماثلة للتعرف على فعالية بيئة التعلم التكيفية في التحصيل والتعلم الذاتي في مواد أخرى.

المراجع

المراجع العربية:

ابتسام علي تمساح (٢٠٢٠). فاعلية تنظيم محتوى وحدة في العلوم وفق نموذج VARK في تنمية مستويات عمق المعرفة والتصور الخيالي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ذوي أنماط التعلم المختلفة. *مجلة كلية التربية*، جامعة سوهاج، ٤٧ ، ١٢٢٢ - ١٢٧٦.

أحمد محمد عبد الجيد (٢٠١٧). نمط التقييم الأصيل ببيئات التعلم التكيفية عبر الويب وأثره فى تنمية مهارات التنظيم الذاتى للتعلم الإلكتروني لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة كلية التربية جامعة كفر الشيخ*، *١٧* (٢)، ٦٤٧ - ٦٩٦.

أمل عليان الجمعة (٢٠١٩). أثر تصميم بيئة تعلم إلكترونية تكيفية في تنمية مهارات التفكير الرياضي لدى طالبات المرحلة المتوسطة. *مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية جامعة المنيا*، (٢٢)، ١١٢ – ١٣٣.

أهله أحمد محمد وشيماء سمير خليل (٢٠١٨). فاعلية بيئة تعلم تكيفية وفق أساليب التعلم الحسية في تنمية مهارات تصميم مواقع الويب وخفض العبء المعرفي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. *مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية*، ١٧، ٨٧ - ١١٥.

إيمان زكي موسى (٢٠٢٠). تطوير بيئة ويب تكيفية وفقاً لنموذج هيرمان وتحليلات التعلم وأثرها في تنمية مهارات إنتاج تطبيقات الواقع المعزز وعمق التعلم لدى طلاب تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية. *تكنولوجيا التربية - دراسات وبحوث* ، (٤٣)، ١ – ١٤٤.

إيمان عثمان العشيري (٢٠١٩). المستويات المعيارية لتصميم وبناء بيئات التعلم التكيفية. *مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية*، (٢٣)، ٩٥ – ١٣٥.

إيمان محمد القطاونة (٢٠٢٠). فعالية برنامج قائم على التعليم المدمج في تنمية مهارات التعلم

الذاتي في مادة الفيزياء دراسة تطبيقية على طلبة المرحلة الثانوية في المدارس الحكومية في محافظة الكرك. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، ٤ (٩)، ٩٥-١١٠.

إيهاب السيد محمد (٢٠١٩). وحدة مقترحة في الرياضيات قائمة على المنطق الفازي "Fuzzy Logic" لتنمية مستويات عمق المعرفة ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب المرحلة الجامعية. *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٢(١١)، ٦– ٤٨.

إيناس السيد أحمد (٢٠١٧). تصميم بيئة تعلم تكيفي جديدة قائمة على أسلوب التعلم (السمعي - البصري - الحركي) وأثرها على تنمية مهارات حل المشكلات (الخوارزميات) لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *تكنولوجيا التعليم*، ٢٧ (١)، ٣٢٧ - ٣٢٨.

تامر المغاوري الملاح (٢٠١٦).التعلم التكيفي "Adaptive Learning": ثورة تعليمية قادمة. *المجلة العربية للمعلومات*، ٣٦ (٢)، ١٩٣ – ٢٠٤.

چيلان السيد كامل حجازي (٢٠١٧). *فاعلية نظام تعلم ذكي تكيفي في ضوء أنماط التعلم لتنمية مهارات التعلم الذاتي والإنجاز المعرفي في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية*. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة عين شمس.

حماده أبو الوفا زرد وفوزي إبراهيم الشربيني وعلاء عبدالله مرواد (٢٠١٩). استخدام الصف المقلوب فى تدريس الدراسات الاجتماعية لتنمية مهارات التعلم الذاتى لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. *مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية*، (١١٢)، ١٧٢ – ٢٠٤.

خلف الله حلمي محمد وسالم حمد الهاجري وعبدالفتاح جاد مصطفى (٢٠٢١). فاعلية التعلم الخبراتي في تدريس الرياضيات لتنمية عمق المعرفة الرياضية وتحسين اليقظة العقلية لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية. *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٤ (٤)، ١٩٦ – ٢٢٧.

دعاء سالم سالم (٢٠١٦). دور شبكات التواصل الاجتماعي في إكساب طلاب الإعلام التربوي مهارات التعلم الذاتي. *المجلة المصرية لبحوث الإعلام*، (٥٤)، ٣٤٧ – ٤٣٢.

رابعة مانع الصقرية ومحسن يوسف السالمي (٢٠٢٠).أثر توظيف الأنشطة الإلكترونية ببيئة التعلم المدمج في تحصيل طالبات الصف الحادي عشر لمادة التربية الإسلامية وتنمية مهارات التعلم الذاتي لديهن. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، ٢١ (١)، ٣٣٩ – ٣٧٢.

رانية عبدالله عبد المنعم (٢٠١٧). فاعلية توظيف التعلم الجوال عبر الهواتف الذكية في تنمية مهارات التعلم الذاتي، ومهارات التواصل الإلكتروني لدى طلاب كلية التربية في جامعة الأقصى بفلسطين. *مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات الإنسانية*، ١٧ (١)، ٩٧- ١١١.

رضا مسعد السعيد (٢٠٢١). تطوير تدريس الرياضيات في المرحلة الإعدادية في ضوء نتائج الدراسة الدولية لتوجهات تعليم الرياضيات تيمز ٢٠١٩. *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٤ (٤)، ٩ – ٤٠.

ريم عبدالمحسن العبيكان وتهاني راشد سعد (٢٠١٩). درجة توافر كفايات التعلم التكيفي لدى معلمات الحاسب الآلي بالرياض من وجهة نظرهن وعلاقته ببعض المتغيرات. *المجلة التربوية كلية التربية جامعة سوهاج*، ٦١، ٧١ – ١١٩.

زينب سيف السعيدية (٢٠١٨). أثر استخدام المنصة التعليمية Easyclass في تنمية مهارات التعلم الذاتي وتحصيل مادة الأحياء لدى طالبات الصف الحادي عشر. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، عمان .

سماح عبد الحميد سليمان (٢٠١٦).فعالية برنامج قائم على استراتيجيات التعلم المنظم ذاتياً في تنمية التحصيل والتفكير الرياضي و الاتجاه نحو التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. مجلة تربويات الرياضيات، ١٩ (٥)، ١٦١- ٢٤٠.

سيو بيرز (٢٠١٤). تدريس مهارات القرن الحادي والعشرين –أدوات عمل، ترجمة: محمد بلال الجيوسي. الرياض: مكتب التربية العربي لدول الخليج.

شروق كاظم (٢٠٠٩). *مهارات التعلم الذاتي والانفجار المعرفي*. المؤتمر العلمي الثاني لكلية العلوم التربوية: دور المعلم العربي في عصر التدفق المعرفي. كلية العلوم التربوية ، جامعة جرش الأهلية ، ٣١٧ – ٣٢٦.

شيماء محمد حسن (٢٠١٨). استراتيجية مقترحة في ضوء نظرية فيجوتسكى لتنمية عمق المعرفة الرياضية ومسؤولية تعلم الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢١ (١٠)، ١٢٦ – ١٧٧.

طارق عبد المنعم حجازي (٢٠١٥). التعلم التكيفي. بوابة التعليم الالكتروني.https://drgawdat.edutech-portal.net/archives/14620

عادل رسمي النجدي وعلي كمال معبد (٢٠٠٤). فعالية استخدام الحوافظ التعليمية في تدريس التاريخ على التحصيل وتنمية بعض مهارات التعلم الذاتي والاتجاه نحو المادة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي. *مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية*، (١)، ٦٠ – ٩٠.

عائشة خلفان المهيري (٢٠١٩) برمجية تعليمية محوسبة في تنمية القراءة والكتابة ومهارات التعلم الذاتي في مادة القراءة والكتابة لدى طلبة الجامعة الأردنية. *المجلة العربية لضمان جودة التعليم الجامعي*، ١٢ (٣٩)، ٦٣- ٨٤.

عبدالله شقلال أحمد، مصطفى عبدالسميع محمد، وفاء مصطفى كفافى وصلاح أحمد فؤاد (٢٠١٧). استراتيجية مقترحة قائمة على التعلم المعكوس لتنمية مهارات التعلم الذاتي في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *المجلة الدولية للتعليم بالإنترنت*، ١٩٢ – ٢١٩.

عزة مسعد وادي (٢٠١٩). *فاعلية برنامج قائم على التعلم التكيفي في تنمية مهارات الرسم الهندسي في التكنولوجيا لدى طالبات الصف الحادي عشر بغزة*. رسالة ماجستير، كلية التربية، فلسطين.

عاصم محمد عمر (٢٠١٧). أثر تدريس العلوم باستخدام وحدات التعلم الرقمية في تنمية مستويات عمق المعرفة العلمية والثقة بالقدرة على تعلم العلوم لدى طلاب الصف الثاني المتوسط. *المجلة التربوية*، ٣٢ (١٢٥)، ٩٩ – ١٤٥.

عماد عبد الرحيم الزغلول وشاكر عقلة المحاميد (٢٠٠٧). *سيكولوجية التدريس الصفي*. دار المسيرة عمان.

العنود محمد الفايز (٢٠١٧). *مستويات عمق المعرفة الرياضي في كتب الرياضيات للصفوف الأساسية العليا في الأردن*. رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، عمان.

غادة شحاتة معوض (٢٠٢٠). فاعلية استراتيجية التعلم المعكوس ببيئة تكيفية في تنمية مهارات تصميم الاختبارات الإلكترونية والدافعية للإنجاز لدى أعضاء هيئة التدريس. *مجلة كلية التربية جامعة كفر الشيخ*، ٢٠ (١)، ٤٧٥ – ٥٨٤.

فاطمة ظافر الشهري (٢٠١٩). *أثر بيئة تعلم تكيفية إلكترونية مقترحة في تنمية المفاهيم الرياضية لدى طالبات الصف الأول المتوسط بمحافظة النماص*. رسالة ماجستير، كلية التربية جامعة بيشة، المملكة العربية السعودية.

فخر الدين القلا، أمل الأحمد ، وعدنان أبو عمشة (٢٠٠٥). *تقنيات التعلم الذاتي والتعلم عن بعد*. منشورات جامعة دمشق، دمشق.

فهد عابد الردادي (٢٠١٩). *التعلم المنظم ذاتيا والتحصيل*. المدينة المنورة: الناسخ العلمي للطباعة والتصوير.

فوزي الشربيني وعفت الطناوي، (٢٠٠٦). الموديولات التعليمية. مدخل للتعلم الذاتي في عصر المعلوماتية. القاهرة: مركز الكتاب للنشر.

كريمة عبداللاه محمد (٢٠٢٠). استخدام نموذج نيدهام البنائي في تدريس العلوم لتنمية عمق المعرفة العلمية ومهارات التفكير عالي الرتبة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *المجلة التربوية كلية التربية جامعة سوهاج*، *٧٦*، ١٠٤٧ – ١١٢٥.

محمد أحمد دغريري (٢٠١٩). أثر استخدام تقنية الواقع المعزز في تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى طلبة الصف الأول الأساسي. *مجلة البحث العلمي في التربية*، *١٤* (٢٠)، ٥٩٨ – ٦١٥.

محمد حسن عبدالرحيم (٢٠٢٠). استخدام التعلم التوليدي لتنمية عمق المعرفة الرياضياتية والثقة بالقدرة على تعلم الرياضيات لدى طلاب المرحلة الإعدادية. *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٣ (٣)، ١٣٠ – ١٧٦.

محمد عطية خميس (٢٠١٥). تكنولوجيا الواقع الافتراضي وتكنولوجيا الواقع المعزز وتكنولوجيا الواقع المخلوط. تكنولوجيا التعليم، ٢٥ (٢)، ١ – ٣.

محمد عطية خميس (٢٠١٦). بيئات التعلم الإلكتروني التكيفي. *مؤتمر تكنولوجيا التربية والتحديات العالمية للتعليم، الجمعية العربية لتكنولوجيات التربية*، ٢٣٧ – ٢٥١.

محمود إبراهيم طه (٢٠٢٠). توظيف الوسائط المتعددة في تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة لمتوسطة في دولة الكويت. *مجلة كلية التربية جامعة كفر الشيخ*، ٢٠(٤)، ٣٣٧-٣٥٨

مروة محمد الباز (٢٠١٨). فعالية برنامج تدريبي في تعليم STEM لتنمية عمق المعرفة والممارسات التدريسية والتفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة، *مجلة كلية التربية*، جامعة أسيوط، ٣٤ (١٢)، ١- ٥٤ .

مريم موسى عبدالملاك (٢٠٢٠). استخدام استراتيجية الرياضيات الواقعية لتنمية مستويات عمق المعرفة الرياضية وتحسين الرغبة في تعلم الرياضيات لدى طلاب المرحلة الإعدادية. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، ٣ (١٤)، ٤٤٥ – ٥٠١.

مشاعل الدوسري (٢٠٢١). *ترجمة دليل كارين هس لمستويات عمق المعرفة*. مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات https://ecsme.ksu.edu.sa/ar/node/1891

مفرح مسعود المالكى (٢٠١٧). درجة امتلاك المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية لدى طلاب

وطالبات الصف الثالث الثانوي. *رسالة التربية وعلم النفس*، (٥٩)، ٨٧ – ١٠٨.
مؤيد خالد الأنصاري (٢٠١٨). الذكاءات المتعددة في تدريس الرياضيات .. أنشطة وتطبيقات عملية. دار لوتس للنشر: القاهرة.
نبيل السيد حسن (٢٠١٢) المواقع التعليمية القائمة على الويب وفق للنظرية البنائية والسلوكية في تنمية مهارات التعلم الذاتي والاتجاه نحوه لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، ٣ (٢٧)، ١٢- ٥١.
نبيل جاد عزمي ومروة محمد المحمدي ومنال عبدالعال مبارز وأحمد محمود غريب (٢٠١٧). تصميم بيئة تعلم إلكترونية تكيفية وفقاً لأساليب التعلم وأثرها في تنمية مهارات البرمجة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة العلوم التربوية*، ٢٥ (١)، ٣٠٤ – ٣٤١.
نعيمة رمضان وليلى بوبكري (٢٠١٨). أهمية التعلم الذاتي في العملية التدريسية. *مجلة آفاق علمية*، (١٧)، ٣٠٤ - ٣٣٣.
هبه أمين أبو رمان ونرجس عبد القادر حمدي (٢٠١٧). أثر استخدام تطبيق الواتساب المتاح على الهواتف الذكية في تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى طلبة اللغة العربية الناطقين بغيرها. *المجلة التربوية الأردنية*، ٢ (٢)، ١٢٤- ١٤٩.
هدى علي الحوسني (٢٠١٩). *استراتيجية الصف المقلوب: التحديات والحلول*. تعليم جديد أخبار وأفكار تقنيات التعليم، https://www.new-educ.com/
هليل محمد العنزي (٢٠١٦). درجة امتلاك طلاب الرياضيات بالصف الثاني المتوسط للمعرفة المفاهيمية والإجرائية. *مجلة كلية التربية جامعة أسيوط*، ٣٦ (١١)، ١٢٢ – ١٤١.
وزارة التخطيط والمتابعة والإصلاح الإداري (٢٠١٦). استراتيجية التنمية المستدامة رؤية مصر ٢٠٣٠. محور التدريب والتعلم.
يوسف عبد المجيد العنيزي (٢٠١٧). فعالية استخدام المنصات التعليمية Edmodo لطلبة تخصص الرياضيات والحاسوب بكلية التربية الأساسية بدولة الكويت. مجلة كلية التربية بأسيوط، ٣٣ (٦)، ١٩٢ -٢٤١.

المراجع الأجنبية:

Abdulrahman, A., & Alshaikh, N. (2021). The Effect of Using Flipped Classrooms on Developing Mind-Habits and Self-Learning Skills Among the Students at Prince Sattam Bin Abdulaziz University. *Ilkogretim Online*, *20*(1). 629-639

Aburayash, H. (2021). The Students Attitudes' toward the Flipped Classroom Strategy and Relationship to Self-Learning Skills. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, *15*(3), 450-457.

Accelity (2018) *The 4 Best Adaptive Learning Technologies Enhancing Student Learning*. https://go.accelitymarketing.com/blog/4-best-adaptive-learning-technologies-enhancing-student-learning

Ahmed, W. K., & Marzouqi, A. H. A. (2015). Using blended learning for self-learning. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, *7*(2), 91-98.

Akgunduz, D., & Akinoglu, O. (2016). The Effect of Blended Learning and Social Media-Supported Learning on the Students' Attitude and Self-Directed Learning Skills in Science Education. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, *15*(2), 106-115.

Aleven, V., McLaughlin, E. A., Glenn, R. A., & Koedinger, K. R. (2016). Instruction based on adaptive learning technologies. *Handbook of research on learning and instruction*, 522-560.

Alnasib, B. N., & Ali, A. M. (2020). The Impact of the Flipped Learning Model on the Development of Kindergarten Pre-service Teachers' Self-Directed Learning Skills in Saudi Arabia. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(11), 5271-5280.

Al-Saadi, M. & Al-Kinain, H. (2021). Depth of mathematical knowledge and its relationship to information processing among secondary school students. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, *12*(13), 5133-5140.

Alshammari, M., Anane, R., & Hendley, R. J. (2015). Design and usability evaluation of adaptive e-learning systems based on learner knowledge and learning style. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *9297*, 584–591. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22668-2_45

Alshammari, M. (2016). Adaptation based on learning style and knowledge level in e-learning systems (Doctoral dissertation, University of Birmingham).

Amandu, G. M., Muliira, J. K., & Fronda, D. C. (2013). Using Moodle E-Learning Platform To Foster Student Self-Directed Learning: Experiences With Utilization Of The Software In Undergraduate Nursing Courses In A Middle Eastern University. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *93*, 677-683.

Arsyad, N., Rahman, A., & AHMAR, A. S. (2017). Developing a self-learning model based on open-ended questions to increase the students' creativity in calculus. *Global Journal of Engineering Education*, *9*(2), 143-147.

Ayyildiz, Y., & Tarhan, L. (2015). Development of the self-directed learning skills scale. *International Journal of Lifelong Education*, *34*(6), 663-679.

Betancourt, I. (2017). *Integrating Cognitive Rigor with Webb's Depth of Knowledge*. https://edulastic.com/blog/depth-of-knowledge/

Bray, B. (2018). Bloom's Taxonomy and Depth of Knowledge (DOK). Retrieved. Nov. 2021. https://barbarabray.net/2018/11/02/blooms-taxonomy-and-depth-of-knowledge-dok/

Brown, D. (2019). *Adaptive Learning Platforms*. https://www.edapp.com/blog/adaptive-learning-platforms/

Century (2021). https://www.century.tech/

Common Core State Standards Initiative (2021). *Mathematics Standards.* http://www.corestandards.org/Math/

Costa, A. (2008, June). Five Thoughts for a Thought-filled Curriculum Five Thoughts for a Thought-filled Curriculum. In *The 13th International Conference on Thinking Norrköping; Sweden* . Linköping University Electronic Press.

Cudd, K. (2019). *Adaptive Learning Platforms: Reaching Every Early Math Student*. https://www.mathbrix.com/blog/adaptive-learning-platforms-math/

Czarnocha, B., & Baker, W. (2018). Assessment of the depth of knowledge acquired during the Aha! Moment insight. *Journal of Mathematics Education*, *11*(3), 90-104.

Dogbey, J., & Dogbey, J. (2018). Depth of knowledge and context characteristics of the West African Examination Council's Core Mathematics assessment–the case of Ghana from 1993–2013. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, *25*(4), 376-398.

Dziuban, C., Moskal, P., Johnson, C., & Evans, D. (2017). Adaptive learning: A tale of two contexts. *Current Issues in Emerging eLearning*, *4*(1), 3.

Esichaikul, V., Lamnoi, S., & Bechter, C. (2011). Student modelling in adaptive e-learning systems. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, *3*(3), 342-355.

EdApp (2021).https://www.edapp.com/

Eustace, J., Bradford, M., & Pathak, P. (2015). A practice testing learning framework to enhance transfer in mathematics. In *The 14th Information Technology & Telecommunications Conference*, (pp. 88-95).

Feigh, K. M., Dorneich, M. C., & Hayes, C. C. (2012). Toward a

characterization of adaptive systems: A framework for researchers and system designers. *Human factors*, *54*(6), 1008-1024.

Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of experimental psychology: General*, *141*(1), 2

Francis, E. (2016). *What exactly is depth of knowledge.* . http://edge.ascd.org/blogpost/what-exactly-is-depth-of-knowledge-hint-its-not-a-wheel

Francom, G. M. (2010). Teach me how to learn: Principles for fostering students' self-directed learning skills. *International journal of self-directed learning*, *7*(1), 29-44.

Georgia Department of Education (2018). *Study/Resource Guide for Students and Parents Grade 8. The Georgia Milestones Assessment System*, www.georgiastandards.org.

Gulzar, K., & Mahmood, N. (2018). Appraising adequacy of standard based curriculum 2006 and allied secondary school mathematics textbooks for higher order thinking skills (HOTS) in the Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Education*, *35*(3).1- 18

Hafidi, M., & Bensebaa, T. (2014). Developing adaptive and intelligent tutoring systems (AITS): A general framework and its implementations. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, *10*(4), 70–85.

Han, D., Xing, J., Yang, Q., Li, J., & Wang, H. (2016, June). Handling uncertainty in self-adaptive software using self-learning fuzzy neural network. In *2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, 2, 540-545.

Herman, J. L. (2004). The Effects of Testing Testing on Instruction. *Redesigning accountability systems for education*, *38*, 141.

Hess, k. (2013). A Guide for Using Webb's Depth of Knowledge with Common Core State Standards. Common Core Institute. Center for Assessment, *The National Center for the Improvement of Educational Assessment*, Inc.

Hess, K. K., Jones, B. S., Carlock, D., & Walkup, J. R. (2009). Cognitive Rigor: Blending the Strengths of Bloom's Taxonomy and Webb's Depth of Knowledge to Enhance Classroom-level Processes. *Knowledge Creation Diffusion Utilization*, 1–8 http://www.standardsco.com/PDF/Cognitive_Rigor_Paper.pdf

Hubalovsky, S., Hubalovska, M., & Musilek, M. (2019). Assessment of the influence of adaptive E-learning on learning effectiveness of primary school pupils. *Computers in Human Behavior*, 92, 691-705.

Jagušt, T., Botički, I., & So, H. J. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & education*, 125, 444-457.

Jonsdottir, A. H., Jakobsdottir, A., & Stefansson, G. (2015). Development and use of an adaptive learning environment to research online study behaviour. *J. Educ. Technol. Soc.*, *18*(1), 132-144.

Khiat, H. (2015). Measuring Self-Directed Learning: A Diagnostic Tool for Adult Learners, *Journal of University Teaching & Learning Practice, 12*(2). http://ro.uow.edu.au/jutlp/vol12/iss2/2

Kim, M., & Choi, S. Y. (2010, August). An ontology-based adaptive learning system to enhance self-directed learning. In *Pacific Rim Knowledge Acquisition Workshop* (pp. 91-102). Springer, Berlin, Heidelberg.

Kakish, K., & Pollacia, L. (2018). Adaptive learning to improve student success and instructor efficiency in introductory computing course. *In Proceedings of the Information Systems Education Conference* (pp. 72-78).

Kara, N., & Sevim, N. (2013). Adaptive Learning Systems: Beyond Teaching Machines. *Contemporary Educational Technology*, *4*(2), 108-120.

Karadimitriou, S & Marshall, E. (n. d.) *Mann-Whitney U test Non-parametric equivalent to independent samples t-test*. statstutor community project, University of Sheffield. https://www.sheffield.ac.uk/polopoly_fs/1.885117!/file/66_MannWhitneyU.pdf

Kruger, D., 2020, 'Adaptive learning technology to enhance self-directed learning', in J. Olivier (ed.), *Self-directed multimodal learning in higher education* (NWU Self-Directed Learning Series (5), pp. 93–116, AOSIS, Cape Town. https://doi.org/10.4102/aosis.2020.BK210.03

Lazakidou, G., & Retalis, S. (2010). Using computer supported collaborative learning strategies for helping students acquire self-regulated problem-solving skills in mathematics. *Computers & Education*, *54*(1), 3-13.

Lee, J., & Park, O. (2008). Adaptive instructional systems. *Handbook of research on educational communications and technology*, 469-484.

Ley, T., Kump, B., & Gerdenitsch, C. (2010, June). Scaffolding self-directed learning with personalized learning goal recommendations. In *International conference on user modeling, adaptation, and personalization* (pp. 75-86). Springer, Berlin, Heidelberg.

Lewolt, B., 2014. The Difference between Personalized Learning and Adaptive Learning and Differentiated Instruction. https://www.brainx.com/resources/blog/bid/207120/The-Difference-between-Personalized-Learning-and-Adaptive-Learning-and-Differentiated-Instruction

Learning Gets Personal (2016). Transforming the One-Size-Fits-All Approach to Higher Education. Colorado Technical University. http://www.coloradotech.edu/~/media/CTU/Files/ThoughtLeadership/ctuadaptive-learning-whitepaper.ashx

Litster, K. (2019). *The Relationship Between Small-Group Discourse and Student-Enacted Levels of Cognitive Demand When Engaging with Mathematics Tasks at Different Depth of Knowledge Levels* (Doctoral dissertation, Utah State University).

Lu, F. (2020). A Research on the Peer Relationship of Primary and Middle School Students and Its Impact on Self-learning Pressure and Motivation. *Atlantis Press*, *496*, 796-800.

Magalhães, M. (2011). *Autoconceito de competência e autoaprendiza- gem em alunos do ensino secundário: Comparação de cursos científico-humanísticos com cursos profissionais*. Master Thesis. Porto: University Fernando Pessoa.

Meador, D. (2019). How Depth of Knowledge Drives Learning and Assessment. Everything You Need to Know About Webb's Depth of Knowledge. https://www.thoughtco.com/how-depth-of-knowledge-drives-learning-and-assessment-3194253.

Murray, M. C., & Pérez, J. (2015). Informing and performing: A study comparing adaptive learning to traditional learning. *Kennesaw State University*, 18, 111-125.

Murray, S. A. (2019). *The impact of teacher questioning techniques on student achievement in mathematics*. THESIS, Millersville University of Pennsylvania.

Nakic, J., Granic, A., & Glavinic, V. (2015). Anatomy of student models in adaptive learning systems: A systematic literature review of individual differences from 2001 to 2013. *Journal of Educational Computing Research*, *51*(4), 459-489.

National Council of Teacher of Mathematics (NCTM).(2000). Principles and Standards for School Mathematics. https://www.nctm.org/standards/

National Governors Association Center for Best Practices, Council of Chief State School Officers. (2010). *Common Core State Standards for Mathematics*. http://www.corestandards.org

Oklahoma Department of Education (2019).Oklahoma school testing Program, test Blueprint and item Specific Mathematics grade 8. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwirg8KKN72AhVhxYUKHS3ADgMQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fsde.ok.gov%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fdocuments%2Ffiles%2FOK_1920_TIS_Math_G8.pdf&usg=AOvVaw3ZnrwOStxELbWSrPDzqz_d

Olvera, G. W., & Walkup, J. R. (2010). Questioning Strategies for Teaching Cognitively Rigorous Curricula. *The Standards Company LLC*. 1- 10. http://www.standardsco.com/publications/

Oxman, S., Wong, W., & Innovations, D. (2014). White paper: Adaptive learning systems. *Integrated Education Solutions*, 6-7.

Patterson, L. G., Musselman, M., & Rowlett, J. (2013). Using the depth of knowledge model to create high school mathematics assessments--research. *Kentucky Journal of Excellence in College Teaching and Learning*, *11*(2), 4.

Petit, M., & Hess, K. (2006). Applying Webb's Depth of Knowledge and NAEP levels of complexity in mathematics. National center of assessment.

Ratnaningsih, N., & Patmawati, H. (2016). Developing Character Based Interactive Learning Media to Facilitate Students' Self-Learning of Mathematics Capita Selecta (a Research on Mathematical Critical and Creative Thinking Skills of Mathematics Department Students of Teachers Training and Educa. In *International Conference on Teacher Training and Education*. Sebelas Maret University.

Realizeit (2021). https://www.realizeitlearning.com/

Retalis, R. & Papasalouros, A. (2005). Designing and generating

educational adaptive hypermedia applications. *Educational Technology & Society*, 8(3), 26 – 35.

Rozinaj, G., Vančo, M., Vargic, R., Minárik, I., & Polakovič, A. (2018, June). Augmented/virtual reality as a tool of self-directed learning. In *2018 25th International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)* (pp. 1-5).

Ruchan, U. Z., & Adem, U. Z. U. N. (2018). The influence of blended learning environment on self-regulated and self-directed learning skills of learners. *European Journal of Educational Research*, *7*(4), 877-886.

Shield, M., & Dole, S. (2013). Assessing the potential of mathematics textbooks to promote deep learning. *Educational studies in mathematics*, *82*(2), 183-199.

Sjaastad, J., & Tømte, C. (2018). Adaptive Learning Systems in Mathematics Classrooms. *book: Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology*, 30-46.

Smarter Balanced (2019). Smarter Balanced Assessment Consortium Mathematics Practice Test Scoring Guide Grade 8 . https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwidh8uNtt72AhUJJhoKHWrtDxsQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fportal.smarterbalanced.org%2Flibrary%2Fen%2Fgrade-8-math-practice-test-scoring-guide.pdf&usg=AOvVaw10ZFgp6Er3QUW96uHVAggC

Smart Sparrow (2021). https://www.smartsparrow.com

Stamper, J. & Koedinger, K.R. (2011). Human-machine student model discovery and improvement using data. In G. Biswas, S. Bull, J. Kay, A. Mitrovic (Eds.), *Proceedings of the 15th International Conference on Artificial Intelligence in Education* (353-360). Berlin, Heidelberg: Springer.

Sun, J. C. Y., Wu, Y. T., & Lee, W. I. (2017). The effect of the flipped classroom approach to OpenCourseWare instruction on students' self-regulation. *British Journal of Educational Technology*, *48*(3), 713-729.

Tekkol, I. A., & Demirel, M. (2018). An Investigation of Self-Directed Learning Skills of Undergraduate Students. *Frontiers in psychology*, 9, 1- 14.

Sumantri, M. S., & Satriani, R. (2016). The Effect of Formative Testing and Self-Directed Learning on Mathematics Learning Outcomes.

International Electronic Journal of Elementary Education, *8*(3), 507-524.

Truong, H. M. (2015). Integrating Learning Styles into Adaptive ELearning System. *International Educational Data Mining SocietWalkington*, 26-*29.*

Turky, M., & Soliman, N. (2020). Developing auto-Didactic (Self-Learning) Skills by Using Social Networking. *International Journal of Instructional Technology and Educational Studies*, *1*(1), 16-19.

Viator, V. P. (2010). *Using an age old trick, breaking them in easy: Making the most of Google to prepare students for searching library databases*. Louisiana Libraries, 72(3), 38–40.

Villegas-Ch, W., Roman-Cañizares, M., Jaramillo-Alcázar, A., & Palacios-Pacheco, X. (2020). Data analysis as a tool for the application of adaptive learning in a university environment. *Applied Sciences*, *10*(20), 7016.

Webb, N. L. (2002). Depth-of-knowledge levels for four content areas. *Language Arts*, *28*(March). http://facstaff.wcer.wisc.edu/normw/All%20content%20areas%20%20DOK %20levels% 2032802.pdf.

Webb, N. M., Herman, J. L., & Webb, N. L. (2007). Alignment of mathematics state-level standards and assessments: The role of reviewer agreement. *Educational Measurement: Issues and Practice*, *26*(2), 17-29.

Walkington, C. A. (2013). Using adaptive learning technologies to personalize instruction to student interests: The impact of relevant contexts on performance and learning outcomes. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 932.

Washington, DC: AuthorPetkov, G. (2017). Test of Depth of Knowledge for the Mathematical Concepts and Principles for Children. *Journal of International Scientific Publications: Educational Alternatives*, *15*(1000027), 90-99.

Waters, J. K. (2014). Adaptive learning: Are we there yet. *Technological Horizons in Education*, *41*(4), 1-4.

Wisconsin Department of Public Instruction (2021). The Wisconsin Forward Mathematics Exam. Mathematics Item Sampler Grade 8. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=

web&cd=&ved=2ahUKEwjG1uePrd72AhVIh1wKHYWmACIQFnoECAUQAQ&url=https%3A%2F%2Fdpi.wi.gov%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fimce%2Fassessment%2Fpdf%2FForward_Exam_Math_Sampler_Grade_8.pdf&usg=AOvVaw3HHbjk60b28A0Q66g8IzxQ

Yilmaz, B. (2017). *Effects of adaptive learning technologies on math achievement: A quantitative study of aleks math software*. University of Missouri-Kansas City.