تصميم بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) وأثرها في تنمية مهارات عمليات العلم لدى طالبات المرحلة الثانوية

د. خلود عبدالعزيز السلمي

دكتوراه الفلسفة في تقنيات التعليم، المملكة العربية السعودية

المستخلص:

هدفت الدراسة إلى تصميم بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) وقياس أثرها في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة، والتعرف على تصورات الطالبات نحو استخدام البيئة في تنمية عمليات العلم، ولتحقيق أهداف الدراسة تم اتباع منهج البحث المختلط القائم على جمع منهج البحث النوعي ومنهج البحث الكمي، وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار عمليات العلم والمقابلة شبه مقننة، وتكونت العينة من ستين طالبة تم تقسيمهن إلى مجموعتين تجريبيتين مجموعة أولى (السعة العقلية المنخفضة) ومجموعة ثانية (السعة العقلية المرتفعة) منهن خمس طالبات شاركن في المقابلة شبه المقننة، كشفت نتائج الدراسة عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥ $\geq \alpha$) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى ذات السعة العقلية المنخفضة قبليًا وبعديًا لصالح التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم، وعن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥ $\geq \alpha$) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية ذات السعة العقلية المرتفعة قبليًا وبعديًا لصالح التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم، كما كشفت النتائج عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥ $\geq \alpha$) بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية في التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم لصالح المجموعة التجريبية الثانية، كما أظهرت النتائج أن للطالبات تصورًا إيجابيًا حول دور البيئة في تنمية عمليات العلم، ومساهمة عناصر البيئة (الأنشطة التعليمية ومنتدى النقاش ولوحة المعلومات) في تنمية عمليات العلم. في ضوء تلك النتائج قُدمت مجموعة من المقترحات والتوصيات ذات الصلة.

الكلمات المفتاحية: بيئات التعلم الذكية، تحليلات التعلم، السعة العقلية، عمليات العلم.

المقدمة

برزت بيئات التعلم الذكية كنهج جديد للتعلم قادرة على إحداث نقلة نوعية من الأساليب التعليمية التقليدية إلى أساليب تعلم جديدة تركز على المتعلم وتدمج العديد من التقنيات الذكية لإضفاء الطابع الشخصي على عملية التعلم وتلبية احتياجات المتعلمين وأنماط تعلمهم (Yusufu & Shakir, 2021). فبيئات التعلم الذكية تعمل على تفريد الخبرات التعليمية لحاجات المتعلمين الحقيقية عبر تصميم تعلم مناسب للمتعلمين على اختلاف فروقهم الفردية وتقديم الموارد التعليمية المناسبة لهم (عبدالقوي والعشيري، ٢٠٢٠)، فتوفير خبرات تعليمية شاملة يمثل سمة بارزة في بيئات التعلم الذكية (Yusufu & Shakir, 2021)، حيث تعمل بيئات التعلم الذكية على توافر آلية لجمع بيانات عن سلوك المتعلمين في البيئة التعليمية ومعالجتها وتقديمها كمعلومات لاتخاذ القرارات وإجراء التعديلات المناسبة، وهذا ما تقوم به تحليلات التعلم Learning Analytics. حيث تقوم بتتبع البيانات التعليمية وتفسرها لتوفر المعلومات الضرورية حول تقييم أداء المتعلمين وتقديم التغذية الراجعة المخصصة لهم والتنبؤ بأدائهم المستقبلي وتحديد مشكلات التعلم المحتملة في وقت مبكر لإجراء التدخل المناسب في الوقت المناسب (Kew & Tasir, 2021). إضافة إلى الكشف عن أنماط المتعلمين وسماتهم المختلفة لتصميم بيئات تعلم ذكية تتكيف مع احتياجات المتعلمين الفردية (Spector, 2014).

إن عملية التعلم تحدث نتيجةً للتفاعل بين مدخلات بيئة التعلم بما تشتمل عليه من تقنيات واستراتيجيات ومحتوى تعليمي وأنشطة تعليمية من ناحية، واستعدادات المتعلمين وقدراتهم العقلية وسماتهم الشخصية من ناحية أخرى، وما قد يناسب بعض المتعلمين قد لا يناسب البعض الآخر؛ لذا يجب أخذ استعدادات المتعلمين في الاعتبار في العملية التعليمية، فلكل فرد سعة عقلية تحدد مدى قدراته على التحصيل والإنجاز وتتيح التنبؤ بنتائجه (إبراهيم، ٢٠٢١). والسعة العقلية تعد جزءًا من مكونات الذاكرة وتؤدي دورًا هامًا في تجهيز المعلومات ومعالجتها في الذاكرة (مرسي، ٢٠٢١)؛ حيث تساعد المتعلمين على تحسين عمليات الفهم والتذكر وتنمية المهارات المختلفة، وبالتالي فإن إدراك مفهوم السعة العقلية وأهميتها يؤدي إلى تقديم الكم المناسب من المعلومات الذي يراعي الفروق الفردية بين المتعلمين (إبراهيم، ٢٠٢١). وهي بذلك تتلاءم مع عدد من نظريات التعلم مثل نظرية العبء المعرفي Cognitive Load Theory التي يُمكن استخدامها في تصميم بيئة تعلم ذكية. فنظرية العبء المعرفي تشير إلى المقدار الكلي من الجهد العقلي والمعرفي الذي يبذله الفرد خلال معالجة وتجهيز المدخلات في الذاكرة العاملة في مدة زمنية محددة، ويتمثل العامل الرئيسي الذي يكوّن هذا العبء في عدد المدخلات الواجب معالجتها وتجهيزها (الحربي، ٢٠١٥).

من جانب آخر تكتسب عمليات العلم أهمية بارزة كونها توجه المتعلمين وترشدهم إلى طرائق فعالة في التعلم تقلل من العبء على عمليات الذاكرة، عبر الأنشطة المعرفية المتنوعة التي يؤديها المتعلم خلال تفاعله مع البيئة التعليمية لبناء وتطوير معرفته (القيسي، ٢٠٢٠). كما تساعد عمليات العلم المتعلمين على فهم أعمق للظواهر وكيفية تشكيل المفاهيم العلمية وتطوير

النظريات والإجابة عن الأسئلة، وتُعدهم ليكونوا علماء المستقبل الذين يفهمون العلم فهمًا عميقًا ويتمتعون بالمهارات الكافية لتوظيف المعرفة العلمية في الحياة الواقعية (Darmaji et al., 2019). وتُقسم مهارات عمليات العلم إلى خمس عشرة مهارة هي: الملاحظة، القياس، التصنيف، التواصل، التنبؤ، التساؤل، استخدام الأرقام، استخدام العلاقات الزمانية والعلاقات المكانية، ضبط المتغيرات، وضع الفروض، التعريف الإجرائي، النمذجة، التجريب، تفسير البيانات (Siachibila & Banda, 2018). يكتسب المتعلمون من خلالها طرق وأساليب البحث مما يضمن لهم التفكير والتصرف كالعلماء، وتُعد الفيزياء إحدى فروع العلوم الطبيعية التي تتطلب تحقيقًا وعملًا علميًا للوصول إلى مفهوم أو نظرية أو قانون لذا فإن لعمليات العلم دور أساسي في تعلم الفيزياء؛ كونها تسهل على المتعلمين فهم المفاهيم المجردة من خلال التعلم بالخبرة المباشرة والمشاركة النشطة ما يزيد من دافعيتهم نحو التعلم ويحسن من اتجاهاتهم نحو تعلم الفيزياء خاصة والعلوم عامة.

مشكلة البحث

تحددت مشكلة البحث من خلال المحاور الآتية:

أولا- الحاجة إلى تنمية عمليات العلم لدى طالبات المرحلة الثانوية، حيث إن تقديم التعليم المُصمم بطريقة تنمي عمليات العلم يُمكن المتعلمين من فهم العملية التعليمية والمواقف التي نشأت من خلالها الحقائق والمعارف والنظريات العلمية الأمر الذي يقوي من انخراطهم في عملية تعلمهم (Hernawati et al., 2018)، إلا أن دراسة القيسي (٢٠٢٠) أشارت إلى صعوبة ممارسة المتعلمين لعمليات العلم، أكدت على ذلك عدة دراسات والتي أشارت إلى أن هناك قصورًا لدى المتعلمين في عمليات العلم كدراسة (بني فواز، ٢٠٢٠)، ودراسات Rahardini et al., 2017; Santos & David, 2017) Siachibila & Banda, 2018; Aljarallah, 2020). وعلى الرغم من أهمية تنمية عمليات العلم إلا أن البحوث والدراسات التي تناولتها ما تزال قليلة ولا ترقى إلى مواكبة أهمية عمليات العلم وتنميتها (بني فواز، ٢٠٢٠)، كما أوصت دراسة الشقران (٢٠١٩) بإجراء المزيد من الدراسات والأبحاث التي تتناول عمليات العلم وطرق تنميتها والعوامل المؤثرة فيها كبيئات التعلم واتجاهات الطلاب وميولهم. كما أوصت عدد من الدراسات بتصميم بيئات تعليمية تنمي عمليات العلم باستخدام طرائق واستراتيجيات حديثة وملائمة كدراسة داود (٢٠١٨)، ودراسة (Rahardini et al., 2017).

وللوقوف على مشكلة البحث أُجريت دراسة استطلاعية على عينة مكونة من ٢٠ طالبة من طالبات المرحلة الثانوية بالمدرسة الخامسة والتسعون الثانوية بمحافظة جدة، حيث صُممت استبانة باستخدام نموذج ليكرت الثلاثي: موافقة، محايدة، غير موافقة، لقياس درجة ممارسة الطالبات لمهارات عمليات العلم، حيث بيّنت نتائج التحليل حاجة الطالبات إلى تنمية عمليات العلم لديهن حيث بلغ متوسط استجاباتهن 1.025، وهو مؤشر على أن هناك موافقة بدرجة (غير موافقة) على عبارات ممارسة عمليات العلم.

ثانيًا- الحاجة إلى مراعاة اختلاف مستويات السعة العقلية لدى طالبات المرحلة الثانوية عند تصميم بيئات التعلم، فتحميل السعة العقلية كم كبير من المعلومات يفوق

طاقتها، يؤدي إلى تقليل كفاءتها وخفض أدائها، الأمر الذي يؤثر سلبًا على التحصيل الدراسي وعلى تنمية المهارات المختلفة ويتسبب في انخفاض مستوى أداء المتعلم بشكل عام (إبراهيم، ٢٠٢١). وأوصت عدد من الدراسات بتصميم بيئات تعلم تراعي اختلاف مستويات السعة العقلية لدى المتعلمين كدراستي (مرسي، ٢٠٢١؛ المكاوي وآخرون، ٢٠٢١) ما يؤدي إلى توفير مستويات أعلى من التركيز والإتقان لدى المتعلمين، وتقليل وقت التعلم وزيادة قدرة المتعلمين على التعامل مع المحتوى العلمي المقدم.

ثالثًا- الحاجة إلى تصميم واستخدام بيئات تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم، حيث جاءت توصيات مؤتمر مستقبل التعليم الإلكتروني في المملكة الذي نظمته جامعة القصيم لتؤكد على ضرورة توظيف البرمجيات الحديثة في العملية التعليمية (جامعة القصيم، ٢٠٢١). كما أوصت دراستي (المحمادي، ٢٠٢٠؛ عبدالرحمن والمحمدي، ٢٠١٩) ودراستي (Oliveira et al., 2021; Karaoglan Yilmaz & Yilmaz, 2020) بالتوجه نحو تصميم واستخدام بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم. كما أشارت دراستي (Kew & Tasir, 2021; Yusufu & Shakir, 2021) إلى أن بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم الذكية ما زالت نهجًا جديدًا في العملية التعليمية يحتاج إلى إجراء المزيد من الدراسات حوله، أكدت على ذلك دراسة (Phillips & Ozogul, 2020) التي أجرت تحليلًا تجريبيًا ببلومتريًا لأبحاث تحليلات التعلم ووجدت أن أبحاث تحليلات التعلم لا تتم غالبًا في مرحلة التعليم العام وأن هناك حاجة لمزيد من الأبحاث في هذه المرحلة من أجل تحديد مشاكل التعلم وتحسين بيئات التعلم واستخدام طرق متنوعة لتحليلات التعلم في بيئات التعلم المختلفة.

كما أشارت نتائج الدراسة الاستطلاعية التي تم أجراؤها لقياس اتجاهات الطالبات نحو التعلم عبر بيئات العلم الذكية إلى الاتجاهات الإيجابية للطالبات نحو التعلم عبر بيئات تعلم الذكية حيث بلغ متوسط استجابات الطالبات ٢,٩٧٥، وهو مؤشر على أن هناك موافقة بدرجة (موافقة) على عبارات اتجاهات الطالبات نحو التعلم عبر بيئة تعلم ذكية.

وتأسيًا على ما سبق تمثلت المشكلة البحثية في العبارة الآتية:

الحاجة إلى تطوير بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) للكشف عن أثرها في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة.

أسئلة البحث

لمعالجة مشكلة البحث صيغ السؤال الرئيس الآتي:

ما أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة؟

ويتفرع من السؤال الرئيس للبحث الأسئلة الآتية:

١. ما أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة؟

٢. ما أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة؟

٣. ما أثر اختلاف مستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) في بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة؟

٤. ما تصورات الطالبات نحو استخدام Smart Physics في تنمية مهارات عمليات العلم في مقرر الفيزياء١؟

أهداف البحث

سعى البحث الحالي إلى تحقيق الأهداف الآتية:

١. الكشف عن أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء ١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة.

٢. الكشف عن أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء ١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة.

٣. الكشف عن أثر اختلاف مستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) في بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة.

٤. معرفة تصورات الطالبات نحو استخدام Smart Physics في تنمية مهارات عمليات العلم في مقرر الفيزياء ١.

أهمية البحث

يستمد البحث الحالي أهميته العلمية من المتغيرات التي تناولها، فبيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم تُمثل التوجه الحديث لبيئات التعلم، كما تظهر أهمية الدراسة في عدم وجود دراسات تناولت أثر بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم واختلاف مستويات السعة العقلية لدى المتعلمين في تنمية عمليات العلم على حد علم الباحثة.

كما يستمد البحث أهميته التطبيقية من خلال تطبيق البحث على المرحلة الثانوية كونها تتوسط السلم التعليمي وتهدف إلى إعداد متعلمين يملكون مهارات التعلم مدى الحياة وقادرون على التفكير والاستنتاج والتحليل، كما تأمل الباحثة أن تُسهم نتائج البحث وتوصياته والتصميم التعليمي لبيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) في تقديم خارطة عملية لتصميم بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم، وأن يُسهم البحث في فتح الآفاق أمام الباحثين لتقديم دراسات مستقبلية تتعلق بمتغيرات البحث لتنمية مهارات أخرى لدى المتعلمين.

فرضيات البحث

للإجابة عن أسئلة البحث صيغت الفرضيات الآتية:

١. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥ $\geq \alpha$) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية ذات

السعة العقلية المنخفضة قبليًا وبعديًا في اختبار عمليات العلم.

٢. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥ ≥ α) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية ذات السعة العقلية المرتفعة قبليًا وبعديًا في اختبار عمليات العلم.

٣. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥ ≥ α) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبيتين في القياس البعدي لاختبار عمليات العلم.

متغيرات البحث

اشتمل البحث على ثلاثة أنواع من المتغيرات على النحو الآتي:

المتغير المستقل: بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم.

المتغير التصنيفي: مستوى السعة العقلية ويحدد بمستويين (منخفض- مرتفع).

المتغير التابع: عمليات العلم.

منهج البحث

نظرًا لطبيعة البحث وأهدافه تم اتباع المنهج البحثي المختلط Mix Research وذلك لتقديم صورة أوضح وأشمل لمشكلة البحث، حيث يجمع المنهج المختلط بين المنهجين الكمي والنوعي حيث يوفر هذا التكامل فهمًا أعمق لمشكلة البحث من استخدام أحدهما Creswell, (2008)، فقد أُستخدم التصميم المتضمن المتزامن Concurrent Embedded Design المعتمد على جمع البيانات الكمية والنوعية باستخدام منهج كمي لدراسة جزئية معينة من البحث ومنهج آخر نوعي لدراسة جزئية أخرى من البحث ويتم فيها تحليل البيانات الكمية والنوعية بشكل منفصل (السعيد، ٢٠٢١).

وللإجابة عن أسئلة البحث اتُّبع الآتي:

المنهج الكمي: أُستخدم المنهج شبه التجريبي Quasi experimental research لدراسة أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) كمتغير مستقل في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ كمتغير تابع، حيث أُستخدم التصميم التجريبي لمجموعتين تجريبيتين ويوضح الجدول (١) التصميم التجريبي للبحث:

الجدول (١): التصميم التجريبي للبحث

المجموعات التجريبية	التطبيق القبلي	المعالجة التجريبية	التطبيق البعدي
المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية المنخفضة)	اختبار عمليات العلم	تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ باستخدام بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع)	اختبار عمليات العلم
المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة)			

المنهج النوعي: تمت الاستعانة بالمنهج الظاهراتي Phenomenological research لتحليل البيانات النوعية المحصلة من خمس طالبات مشاركات من عينة البحث بعد إجراء المقابلة شبه المقننة للتعرف على تصوراتهن نحو استخدام Smart Physics في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١.

حدود البحث

- **الحدود الموضوعية: قياس عمليات العلم (التعريف الإجرائي، ووضع الفرضيات، وضبط المتغيرات، وتفسير البيانات)، في مواضيع (المتجهات، والاحتكاك، والقوة والحركة في بعدين) من مقرر الفيزياء١، باستخدام بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض-مرتفع).**
- **الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ١٤٤٥هـ.**
- **الحدود المكانية: المدرسة الخامسة والتسعون الثانوية بمحافظة جدة.**
- **الحدود البشرية: طالبات المرحلة الثانوية بالمدرسة الخامسة والتسعون الثانوية بمحافظة جدة المسجلات لمقرر االفيزياء١.**

مجتمع البحث وعينته

مجتمع البحث: طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة المسجلات لمقرر الفيزياء ١.

عينة البحث: ٦٠ طالبة من طالبات المرحلة الثانوية بالمدرسة الخامسة والتسعون الثانوية بمحافظة جدة المسجلات لمقرر الفيزياء ١، وتم تقسيمهن إلى مجموعتين تجريبيتين بواقع ٣٠ طالبة في كل مجموعة. منهن خمس طالبات شاركن في المقابلة شبه المقننة تم اختيارهن عشوائيًا. وقد وقع الاختيار على المدرسة الخامسة والتسعون الثانوية نظرًا لتوفر الإمكانات المادية في هذه المدرسة من معامل حاسب آلي وإنترنت، وقربها من مقر إقامة الباحثة.

مادة المعالجة التجريبية للبحث

بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع).

أدوات البحث

١. اختبار عمليات العلم

٢. مقابلة شبه مقننة

خطوات البحث

١. التحقق من أن موضوع البحث لم يتم بحثه مسبقًا من مكتبة الملك فهد الوطنية.

٢. اعداد الإطار النظري لمتغيرات البحث ومراجعة الدراسات السابقة والاستفادة منها في الوقوف على مشكلة البحث وتحديد عمليات العلم المراد تنميتها لدى عينة البحث.

٣. تطوير مادة المعالجة التجريبية.

٤. إعداد أدوات البحث.

٥. الحصول على الموافقات الرسمية لإجراء تجربة البحث.

٦. إجراء تجربة البحث.

٧. جمع البيانات وتحليلها.

٨. عرض النتائج ومناقشتها وربطها بنتائج الدراسات السابقة من حيث الاتفاق والاختلاف.

٩. كتابة التوصيات والمقترحات وإعداد التقرير النهائي للبحث.

مصطلحات البحث

١. بيئة التعلم الذكية Smart Learning Environment:

تُعرَّف بأنها "بيئة تعليمية تعتمد على التكنولوجيا، تتكيف مع احتياجات المتعلم وتوفر له الدعم اللازم في الوقت المناسب"(Hwang, 2014, p.5) .

وعرّفتها الباحثة إجرائيًا بأنها بيئة تعليمية تكيفية تم تطويرها ورفعها على نطاق مخصص لها على الإنترنت، تقدم المحتوى التعليمي في مقرر الفيزياء ١ بناءً على تحليلات التعلم لطالبات المرحلة الثانوية ووفقًا لمستوى السعة العقلية لديهن؛ لتنمية عمليات العلم.

٢. تحليلات التعلم Learning Analytics:

تُعرَّف بأنها "قياس وجمع وتحليل وإعداد التقارير عن البيانات حول المتعلمين وسياقاتهم؛ لأغراض فهم وتحسين التعلم والبيئات التي يحدث فيها" (Siemens & Long , 2011, p.34).

وعرّفتها الباحثة إجرائيًا بأنها عملية جمع وتحليل وتفسير استجابات وردود أفعال طالبات المرحلة الثانوية في مقرر الفيزياء ١ –عينة البحث- التي تم جمعها من خلال بيئة التعلم الذكية؛ من أجل تكييف وتخصيص عملية التعلم وتنمية عمليات العلم.

٣. السعة العقلية Mental Capacity:

تُعرَّف بأنها "عدد الوحدات التي يمكن للمتعلم أن يتعامل معها في وقت واحد أثناء أداء مهارة أو مهمة ما، وتعد جزءًا من الذاكرة يتم فيها دمج المعلومات الجديدة مع المعلومات السابقة وتحدد بمستويين إما مرتفع أو منخفض" (مرسي، ٢٠٢١، ص١٧).

وعرّفتها الباحثة إجرائيًا بأنها أقصى كمية من المعلومات التي تستطيع الطالبة أن تتعامل معها في نفس الوقت عند أداء مهمة ما، ولها بُعدان أساسيان في البحث الحالي (منخفض- مرتفع).

٤. مهارات عمليات العلم Science Process Skills:

تُعرّف بأنها "الأنشطة أو الأفعال أو الممارسات التي يقوم بها المتعلم للتوصل إلى النتائج الممكنة للعلم من جهة، وفي أثناء الحكم على هذه النتائج من جهة أخرى" (جرادات، ٢٠١٩، ٢٨).

وعرّفتها الباحثة إجرائيًا بأنها مهارات وأنشطة متنوعة تقوم بها الطالبة من أجل الوصول إلى نتائج وحلول لمشكلة ما أو تفسير منطقي لظاهرة ما، ويتم قياسها بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في الاختبار المُعد لذلك، وتشمل العمليات الآتية: التعريف الإجرائي، ووضع الفرضيات، وضبط المتغيرات، وتفسير البيانات.

الإطار النظري والدراسات السابقة

المحور الأول: بيئة التعلم الذكية

يُشير مصطلح بيئة التعلم الذكية إلى بيئة التعلم الفعالة والقابلة لقياس مخرجات التعلم بدقة وتساعد على انخراط المتعلم فيها وتتميز بكونها مرنة وتكيفية وشخصية وإبداعية ومفتوحة للمناقشات (Spector, 2014). فبيئات التعلم الذكية بيئات تعليمية مرتبطة

بالمستحدثات التكنولوجية مثل: تقنية الاتصالات اللاسلكية وتقنية الوعي بالسياق واستخراج البيانات الضخمة وتحليلها والتقنيات الذكية التفاعلية Li et al, (2015). وتعمل على توظيف تقنية الاتصالات والمعلومات في العملية التعليمية من أجل إنشاء مسارات تعليمية مرنة وتكيفية بالاعتماد على تطبيق المعالجة الآلية الذكية للبيانات الضخمة وتقنيات الإنترنت للتعليم عن بعد (Tikhomirov et al., 2015).

تعتبر بيئات التعلم الذكية نهجًا تعليميًا جديدًا حظيت باهتمام العديد من الباحثين خلال العقد الأول من القرن الحادي والعشرين وقدموا لها العديد من التعريفات، منها:

عُرفت بيئات التعلم الذكية بأنها " بيئات مادية مع أجهزة رقمية واعية بالسياق وقابلة للتكيف لتعزيز التعلم بشكل أفضل وأسرع" (Koper, 2014, p. 1).

كما عُرفت بأنها "بيئة تعليمية تعتمد على التكنولوجيا، تتكيف مع احتياجات الطالب وتوفر له الدعم اللازم في الوقت المناسب" (Hwang, 2014, p.5).

وتُعرف أيضًا بأنها "بيئة تعليمية ذكية تتمحور حول الطالب معززة بمصادر التعلم الرقمية لتوفير وسائل تعلم ذكية تدعم خبرات التعلم الشخصية للمتعلمين في أي وقت وأي مكان باستخدام الأجهزة المحمولة الذكية والمرتبطة عبر المؤسسات التعليمية أو مؤسسات تدريبية من خلال تطور الأجهزة الذكية والتقنيات اللاسلكية" Yusufu & (Nathan, 2020, p. 3).

وعُرفت بيئات التعلم الذكية أيضًا بأنها "البيئات المادية المعززة بالتكنولوجيا والمدعومة ببيئات تعليم افتراضية من أجل تحسين التجربة التعليمية من خلال استراتيجيات ومنهجيات وتقييم محسن، يُدمج فيها البيئة التعليمية وجهًا لوجه والبيئة الافتراضية لخلق سياق غني بإمكانيات تعلم جديدة لكل متعلم، بحيث تجمع التكنولوجيا المجتمع التعليمي وتجارب النماذج المبنية في بيئة التعلم الذكية" (García-Tudela et al., 2021, p. 11).

نشأة وتطور بيئات التعلم الذكية

من المناسب عند تتبع نشأة وتطور بيئات التعلم الذكية الإشارة إلى نشأة وتطور مجال الذكاء الاصطناعي، فالذكاء الاصطناعي ظهر كمشروع أكاديمي رئيسي في الخمسينيات من القرن العشرين لـ"اقتراح مشروع أبحاث دارتموث الصيفي حول الذكاء الاصطناعي" الذي تناول عدة مواضيع كأتمتة الأنشطة المعقدة ومعالجة اللغة الطبيعية والشبكات العصبية الاصطناعية والتعلم الآلي واستخلاص المفاهيم من البيانات، وفي منتصف الستينيات كان باحثو الذكاء الاصطناعي يطورون أنظمة خبيرة يمكنها حل المشكلات المعقدة أو مساعدة شخص قليل الخبرة نسبيًا في حل المشكلات المعقدة، وبحلول الثمانينيات كان هناك العديد من الأنظمة الخبيرة المستخدمة في عدة مجالات، الأمر الذي انعكس على مجال تكنولوجيا التعليم، حيث كان ID Expert عام ١٩٨٦ من أوائل تطبيقات الأنظمة الخبيرة في تكنولوجيا التعليم، تبع ذلك عدد من الأنظمة من أبرزها مشروع (GAIDA) Guided Approach to Instructional Design Advising وكان روبرت جانييه أبرز علماء النفس التربوي مستشارًا داخليًا للمشروع، ونظام (XAIDA) Experimental Advanced Instructional Design Advisor، الذي اعتمد على نظرية المعاملات التعليمية لميريل، وفي تسعينيات القرن الماضي تلقت أنظمة التدريس الذكية

Intelligent Tutoring Systems (ITSs) دعمًا واهتمامًا كبيرين وهي تعد نوعًا خاصًا من الأنظمة الخبيرة التي تم تطويرها لتوفر إرشادات فردية للطلاب في بيئة حاسوبية ولكن اقتصر نجاحها على إجراءات محددة لحل المشكلات على سبيل المثال: الحساب الأساسي، وتقنيات البرمجة البسيطة، والأساسيات (Spector, 2016). ومع بدايات القرن الحادي والعشرين ومع تطور تقنية الاتصالات والمعلومات نشأت بيئات التعلم الافتراضية وبيئات التعلم عبر الإنترنت والتي تقدم تجارب التعلم في أي وقت وفي أي مكان (Kausar et al., 2020).

في عام ٢٠١٠ ومع انتشار الأجهزة الذكية جنبًا إلى جنب مع تطوير تقنيات جديدة للذكاء الاصطناعي على سبيل المثال: الحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء، والتنقيب عن البيانات الضخمة، وخدمات الشبكات الاجتماعية ظهر مفهوم "التعلم الذكي"، الذي يجمع بين خصائص التعلم في كل مكان والتعلم الاجتماعي والتعلم التكيفي ويتم تقديمه في بيئات ذكية تفاعلية وشخصية، معززة بالتقنيات الذكية والخدمات الرقمية المتقدمة (Papamitsiou & Economides, 2016). ويرتبط التعلم الذكي بالبيئات التي يتم ممارسته فيها والتي يشار إليها ببيئات التعلم الذكية والتي قد تكون بيئة تعليمية مادية و / أو افتراضية، وتوفر بيئات التعلم الذكية بشكل مستقل وفعال الإرشادات والاقتراحات والتلميحات الضرورية والأدوات الداعمة للمتعلمين في الوقت والمكان المناسبين وبالشكل المناسب (Li & Wong, 2021). ولقد بدأ نشر الأبحاث حول بيئات التعلم الذكية عام ٢٠١٢ (Yusufu & Shakir, 2021). كما ظهر أول تعريف لبيئات التعلم الذكية عام ٢٠١٢ للباحثين HeوZhu، حيث عرّفاها بأنها "بيئات التعلم الذكية التي توظف التقنيات الذكية لتقديم تعليم ذكي يوفر للمتعلمين تعليمًا مخصصًا ودرجة عالية من التوجيه مما يعزز من ممارسات التفكير والقدرة على اتخاذ القرارات" (García-Tudela et al., 2021).

خصائص بيئات التعلم الذكية

أشار سبيكتور (Spector, 2014) إلى أن بيئات التعلم الذكية تمتاز بالخصائص الآتية:

- التكيفية Adaptive، يمكن أن تتكيف بيئة التعلم مع احتياجات المتعلمين الفردية بعد تحديد كفاءاتهم وأنماط تعلمهم واهتماماتهم.

- الشخصية Personalized، يمكن أن توفر بيئة التعلم مهام تعليمية مخصصة للمتعلمين مع تقديم تغذية راجعة مستمرة مخصصة عند الحاجة لها إما لمساعدة المتعلمين المتعثرين أو المتعلمين الذين يتقدمون بسرعة.

- الفعالية Effectiveness، وذلك لتحقيقها نتائج مرضية وفقًا للأهداف التي وضعت من أجلها.

- الابتكار Innovation، تُعد بيئات التعلم الذكية بيئة تتيح للمصممين والباحثين توظيف أحدث التقنيات بطرق مبتكرة لدعم العملية التعليمية.

- المرونة Flexibility، تتعامل بيئة التعلم الذكية بمرونة مع التغييرات التي تطرأ على العملية التعليمية كإضافة أهداف تعليمية أو تسجيل متعلمين جدد.

- قابلية التطوير Scalability، عند التحقق من فاعلية بيئة التعلم الذكية المصممة يمكن تطويرها على نطاق أكبر.

- الكفاءة Efficiency، حيث تقتصر تكلفة بيئات التعلم الذكية على النفقات الأولية للدعم والصيانة لفترة خمس سنوات لذلك فهي تعتبر اقتصادية.

- الانعكاس Reflection، تقدم للمعلم تصورًا شاملًا عن تفاعل المتعلمين مع مكونات بيئة التعلم مما يتيح الفرصة لإعادة التفكير في عملية تدريسه ومراجعة تصميم الأنشطة وتقييم الاستراتيجية التعليمية المتبعة.

وأضاف اقبو وآخرون (Agbo et al., 2019) الخصائص التالية لبيئات التعلم الذكية:

- التشغيل البيني Interoperability، النظام في بيئة التعلم الذكية قادر على العمل وتقديم الدعم حتى وإن اختلفت أنظمة التشغيل للأجهزة المستخدمة من قبل المتعلمين.

- الوعي بالسياق Context- aware، تتبنى بيئة التعلم الذكية مفهوم التعلم الواعي بالسياق وذلك بنقل المواد التعليمية المناسبة للمتعلمين حسب احتياجاتهم الفردية.

- الوجود في كل مكان Ubiquitous، تعتبر بيئة التعلم الذكية نموذج تعليمي جديد يتم الوصول إليه في أي وقت ومن أي مكان باستخدام تكنولوجيا الحوسبة والبنية التحتية لتقنية الاتصالات والمعلومات الموجودة في كل مكان.

الأسس النظرية لتوظيف بيئة التعلم الذكية في العملية التعليمية

النظرية السلوكية

النظرية السلوكية تنظر إلى التعلم على أنه تعديل سلوك المتعلم القابل للقياس عندما يتعرض المتعلم لتأثير محدد صادر عن محيطه، وهذه النظرة تشمل التعلم التلقائي والتعلم المنظم، وتعديل سلوك المتعلم – وفقًا للنظرية السلوكية – يتم عبر تقديم التعزيز والدعم الازم للمتعلم حتى يقترب من السلوك المرغوب، وفي المقابل يتم تجاهل السلوك غير المرغوب به حتى يقل حدوثه ويضمحل، فالنظرية السلوكية تفسر عملية التعلم في ضوء العلاقة بين المثير والاستجابة (العييد والشايع، ٢٠١٨).

وتتمثل أبرز مبادئ النظرية السلوكية فيما يأتي (الحلفاوي وزكي، ٢٠١٥):

١. تحديد الأداء الذي يقوم به المتعلم ووصفه وتحليله وتقسيمه إلى عناصر فرعية

٢. تحليل المحتوى التعليمي وتقسيمه إلى سلسلة متتابعة من المهام النهائية والفرعية، ولكل مهمة أهدافها ومتطلباتها

٣. تقديم المعلومات والمثيرات التعليمية التي يحتاجها المتعلم؛ لتحقيق هدف العملية التعليمية

٤. تنظيم المحتوى التعليمي بطريقة واضحة ومتدرجة من البسيط إلى المعقد ومن السهل إلى الصعب؛ لمساعدة المتعلم على إدراك المحتوى التعليمي واكتسابه

٥. تقديم أنشطة تتيح للمتعلم التدريب على السلوك المطلوب وتكراره؛ من أجل تثبيته وبقاء أثره

٦. تقديم التغذية الراجعة والتعزيز الملائمين؛ لتوجيه المتعلم نحو تحسين الأداء

٧. تقويم المتعلم يكون في ضوء المحكات المحددة بالأهداف؛ من أجل التأكد من تحقيقها.

وفي مجال تقنيات التعليم يمكن الإفادة من النظرية السلوكية في تصميم المقررات الإلكترونية أو البيئات

التعليمية عبر صياغة وترتيب فقرات المحتوى التعليمي بشكل متدرج بدءًا من الأسهل وصولًا إلى الأصعب، ومن البسيط إلى المعقد؛ من أجل مساعدة المتعلم على الإدراك والفهم والاكتساب، وكذلك يمكن الإفادة منها عبر عرض عناصر المقرر أو المحتوى التعليمي باستخدام أمثلة إيجابية أو سلبية متنوعة بتدريبات متعددة تعمل على تعزيز فهم المتعلمين وإدراكهم وتمكنهم من المهارات والمعلومات الجديدة، ثم تقديم التغذية الراجعة الملائمة فور قيام المتعلم باستجابة؛ من أجل توجيهه نحو تحسين الأداء (العييد والشايع، ٢٠١٨).

النظرية المعرفية

النظرية المعرفية تنظر إلى التعلم على أنه عملية عقلية مفترض حصولها، وينتج عنها تغير في السلوك بشكل ثابت نسبيًا، ومن هنا كان اتجاه النظرية المعرفية في فهم عملية التعلم يقوم على الاهتمام بدور العمليات العقلية المعرفية في التعلم، والاهتمام بالعمليات المعرفية الداخلية كالانتباه والاستقبال والفهم والذاكرة ومعالجة المعلومات وعرضها، والاهتمام أيضًا بالبنية المعرفية وخصائصها كالتنظيم والتمايز والترابط والتكامل والكم والكيف، بالإضافة إلى الاهتمام بالاستراتيجيات المعرفية ودورها في الربط بين البنية المعرفية وكيفية تكوينها عند المتعلم، فالمتعلم يقوم بالانتباه الانتقائي لما يستقبله من معلومات، ثم يقوم بالتفسير الانتقائي لتلك المعلومات، ثم يبدأ المتعلم بإعمال فكره ويعيد صياغة المعلومات ويربطها بمعلومات سابقة لينتج معارف جديدة وتراكيب جديدة تُخزن في الذاكرة، وتُسترجع عند الحاجة إليها وبما يتناسب مع طبيعة الموقف (العييد والشايع، ٢٠١٨).

وتتمثل أبرز مبادئ النظرية المعرفي فيما يأتي (الحلفاوي وزكي، ٢٠١٥):

١. الاهتمام بعملية تخزين المعلومات داخل العقل واسترجاعها وتمثيلها ضمن موقف تعليمي

٢. الاهتمام بفهم العمليات العقلية: الإدراك، التذكر، الفهم، التفكير

٣. تنويع طرق تقديم المحتوى التعليمي وفقًا لأساليب التعلم المختلفة لدى المتعلمين

٤. العمل على جذب انتباه المتعلم من بداية عملية التعلم والمحافظة عليه أثناء عملية التعلم

٥. تقديم الأنشطة المتنوعة والمرتبطة بالمحتوى التعليمي وأهدافه

٦. تقديم الوسائط المتعددة في عملية التعلم وتطويرها من أجل تحسين مخرجات التعلم.

النظرية البنائية

تهتم النظرية البنائية بالكشف عن عمليات اكتساب المعرفة، وترى أن التعلم بناء عقلي يحدث عندما يربط المتعلم معلوماته ومعارفه وأفكاره السابقة بالمعلومات والمعارف الجديدة؛ لذلك تبرز أهمية كون المتعلم نشطًا وفاعلًا في عملية بناء معارفه (الشريف، ٢٠١٨)، فالمتعلم يبني معرفته بنفسه من خلال مروره بخبرات متعددة، ويختلف ما يتعلمه متعلم ما عن موضوع ما عما يتعلمه متعلم آخر عن نفس الموضوع، ويعود سبب ذلك إلى ما يمتلكه كل منهما من معلومات ومعارف سابقة عن الموضوع (توني، ٢٠١٤)، وتقوم النظرية البنائية على عدد من المبادئ منها أن المعرفة تُبنى داخل المتعلم، وأن المتعلم يوائم بين الخبرة والمعنى بنفسه، وأن عملية

التعلم لا تنفصل عن عملية التطور النمائي للعلاقة بين الموضوع المدروس والمتعلم، وبناء على ذلك ينبغي أن تكون أنشطة التعلم قادرة على مساعدة المتعلم على إعادة النظر في معارفه وخبراته وافتراضاته الأولية، كما ينبغي للمعلم أن يكون ميسرًا ومساعدًا للمتعلمين وداعمًا لعملية تعلمهم (الشريف، ٢٠١٨)، وعملية التعلم -وفقًا للنظرية البنائية- تستلزم وجود بيئة تعلم غنية بالمثيرات التعلمية، تناسب المتعلمين وتستثيرهم وتتحدى فهمهم، وتيسر لهم بناء تعلمهم بأنفسهم، وتمكنهم من تقييم عملية تعلمهم ومدى تقدمها (القادري وآخرون، ٢٠١٥).

النظرية الاتصالية

في خضم الانتقادات التي وجهت لنظريات التعلم: السلوكية والمعرفية والبنائية، قدَّم سيمينز Siemens نظرية جديدة هي النظرية الاتصالية للتعلم والمعرفة حيث عرَّفها بأنها "نظرية تسعى إلى توضيح كيفية حدوث التعلم في البيئات الإلكترونية المركبة، وكيفية تأثره عبر الديناميكيات الاجتماعية الجديدة، وكيفية تدعيمه بواسطة التكنولوجيات الجديدة" (العييد والشايع، ٢٠١٨، ص. ٧٨)، فالنظرية الاتصالية تؤكد على التعلم الاجتماعي والتعلم الرقمي عبر الشبكات، وتركز على التواصل والتفاعل بين المتعلمين أثناء التعلم، واستخدام أدوات تقنية المعلومات في العملية التعليمية (الفار، ٢٠١٢).

والنظرية الاتصالية تنظر إلى التعلم على أنه معرفة قادرة على الفعل، وأن التعلم من الممكن أن يقع خارج نفس المتعلم، والمتعلم ينصب تركيزه على عمل صلات بين المعارف والمعلومات، وهذه الصلات هي التي تمكن المتعلم من أن يتعلم معارف جديدة وكثيرة وبصورة هادفة، فالتعلم هو عملية تكوين ترابطات أو شبكات، والشبكة تحتاج إلى عنصرين لتكوينها، هما العقد والصلات، فالعقد تحمل أسماء متنوعة لمعارف وموضوعات متنوعة، ويمكن أن نصل أي عقدة بعقدة أخرى، أما الصلات فهي الروابط بين العقد، وكلما زادت قوة الصلة بين العقد زادت سرعة تدفق وانتقال المعارف والمعلومات من مجال معرفي إلى آخر (العييد والشايع، ٢٠١٨)؛ لذا كان من الضروري توفير الاتصالات والحفاظ عليها لتسهيل التعلم المستمر (الفار، ٢٠١٢).

ومن أهم مبادئ التعلم في ضوء النظرية الاتصالية (العييد والشايع، ٢٠١٨):

١. التعلم هو عملية تصل بين العقد أو بين مصادر المعلومات

٢. من الممكن أن يكون التعلم موجودًا في أجهزة أو أدوات غير بشرية

٣. يكمن التعلم في تنوع الآراء

٤. المعرفة الدقيقة للأحداث هي مقصد لأنشطة التعلم الاتصالية

٥. من أهم المهارات المحورية القدرة على اكتشاف الصلات بين الأفكار والمفاهيم والمجالات المختلفة.

وفي مجال تقنيات التعليم نجد أن هناك عناصر رئيسة للتصميم التعليمي القائم على النظرية الاتصالية كما يأتي (العييد والشايع، ٢٠١٨):

١. الأهداف التعليمية، وفقًا للنظرية الاتصالية فعلى المصمم التعليمي ألَّا يقتصر جهده على تحقيق أهداف سلوكية محددة؛ بل ينبغي له أن يركز على بيئة التعلم، ومدى توافر مصادر التعلم، وقدرة المتعلم على التأمل،

باعتبارها أهداف للتصميم التعليمي في ضوء النظرية الاتصالية

٢. المحتوى التعليمي، وفقًا للنظرية الاتصالية فإن المتعلم يختار أغلب المحتوى التعليمي من بين مصادر التعلم المتوفرة في بيئات التعلم وشبكاته التي يشارك بها المتعلم

٣. بيئة التعلم، وفقًا للنظرية الاتصالية فإن بيئة التعلم تحتل مكانة محورية في التصميم التعليمي، فالمصمم التعليمي لا يركز على تصميم مقررات أو برامج تعليمية فقط؛ بل ينبغي له أن ينظر لعملية التعلم بوصفها نشاطًا يحدث في بيئة التعلم، ولذلك لا بد من أن يتوافر في بيئة التعلم الاتصالية حيز للتعبير عن الذات كمنتديات المناقشة والمدونات، وحيز للوصول إلى أحدث المعلومات وكذلك للوصول إلى المعلومات المحفوظة على مواقع مختلفة على الويب

٤. أنشطة التعلم، وفقًا للنظرية الاتصالية ينبغي للمصمم التعليمي توفير بدائل كثيرة لأنشطة التعلم تساهم في انخراط المتعلم في بيئة التعلم والمشاركة فيها، فالمتعلم يحظى بقدر من الحرية في القيام بأنشطة التعلم التي يفضلها من بين البدائل المتنوعة

٥. التقويم، وفقًا للنظرية الاتصالية فإن إتقان المحتوى التعليمي يمثل جزءًا من عملية تقويم المتعلم، أما الأبعاد الأساسية لعملية التقويم في ضوء النظرية الاتصالية تتمثل في مهارات التعامل مع المعلومات، ومهارات التشبيك الاجتماعي، ومهارات إدارة المعرفة الشخصية.

التعلم في بيئات التعلم الذكية

بيئة التعلم الذكية نهج جديد يوفر للمتعلمين الوصول إلى الموارد الرقمية والتفاعل مع نظام التعلم من أي مكان وفي أي وقت، وتقدم بشكل نشط وفعال إرشادات التعلم الضرورية وأدوات الدعم واقتراحات التعلم المناسبة في المكان المناسب وفي الوقت الذي يحتاجه المتعلم (Kausar et al., 2020).

وعملية التعلم في بيئات التعلم الذكية تتم باستخدام العناصر الآتية (Vesin et al., 2018):

١. تكييف عملية التعلم Adaptation of the learning process، كل تفاعل يقوم به المتعلم مع نظام التعلم في بيئة التعلم الذكية يؤدي إلى اتخاذ إجراء، وبتشغيل الاجراءات يعمل النظام في بيئة التعلم الذكية على تعيين وتكييف المهام للمتعلم بناء على أدائه وتقدمه وتفضيلاته باستخدام نموذج المستخدم.

٢. إضفاء الطابع الشخصي على عملية التعلم Personalization، تتم إضافة الطابع الشخصي على عملية التعلم وفقًا للخصائص الرئيسية للمتعلمين، وذلك باعتبار أن المتعلمين عبارة عن نسيج غير متجانس من الأفراد، فيتم تخصيص العملية التعليمية من محتوى وأنشطة وأدوات تقويم حسب احتياجات المتعلمين وخصائصهم المختلفة كالمعرفة السابقة أو المستوى الفكري أو أساليب التعلم. ولإضفاء مزيد من الطابع الشخصي على عملية التعلم تتيح بيئة التعلم الذكية للمتعلمين تحديد أهداف التعلم الخاصة بهم وتحديد إطار زمني مناسب لهم، ولإجراء عملية التخصيص يتم جمع البيانات من خلال استطلاع يقدم للمتعلمين عن توقعاتهم،

وأيضًا من خلال تتبع أداء المتعلمين خلال الأنشطة التعليمية والاختبارات واستخراج معلومات عن مستواهم المعرفي والفكري وأساليب وأنماط التعلم.

٣. تحليلات التعلم Learning analytics، تعمل تحليلات التعلم على تتبع أنشطة المتعلمين وتسجل مستويات أدائهم ومدى تقدم تعلمهم، وتقدم هذه المخرجات كلوحة معلومات للمعلم والمتعلم تساعدهم على اتخاذ قرارات بناء على البيانات، وتمتاز بأنها تساعد المعلم والمتعلم على الوعي بالبيانات وإعادة التفكير في الإجراءات المتخذة ومدى تحقيقها للأهداف المرجوة وتعديل ما يلزم.

٤. إدارة المعرفة الذكية Smart knowledge management، تحتاج بيئة التعلم الذكية إلى تخزين واسترداد المعرفة واستخدامها لصنع القرار وحل المشكلات فمن خلال عملية إدارة المعرفة يمكن تخصيص تجربة التعلم، وتوجد عدة أساليب لجمع وتحليل المعلومات المتعددة والمتعلقة بخبرات التعلم الفردية يمكن تطبيقها مثل: تحليل البيانات الضخمة واستخراج البيانات التعليمية وخرائط المعرفة والويب الدلالي.

بدمج هذه العناصر في بيئة التعلم الذكية تساهم بيئة التعلم الذكية في إكساب المتعلمين المهارات والكفاءات المطلوبة والوصول بهم إلى استقلالية التعلم، وتحسن من عمليات التخصيص، وتوفر للمعلم أداة تتبع وتحليل وتحسين ممارساته التعليمية.

إطار عمل بيئات التعلم الذكية

حدد هوانج (Hwang, 2014, p.5) ست وحدات أساسية وست قواعد بيانات مرتبطة بها تشكل إطار عمل بيئات التعلم الذكية على النحو الآتي:

- الوحدة الأولى: الكشف عن حالة التعلم The learning status detecting module

تُسجل المعلومات الخاصة بحالة المتعلم في العالم الحقيقي وسياق التعلم ويتم تخزينها في قاعدة بيانات خاصة كمحفظة تعلم.

- الوحدة الثانية: تقييم أداء التعلم The learning performance evaluation module

يقيم أداء المتعلمين لقياس مدى تحقيق الأهداف التعليمية من خلال الاختبارات الموجودة في قاعدة بيانات بنك الأسئلة.

- الوحدة الثالثة: مهام التعلم التكيفي The adaptive learning task module

تخصص هذه الوحدة المهام التعليمية للمتعلمين بناء على أدائهم ومدى تقدمهم والعوامل الشخصية بالاستفادة من معلومات محفظة التعلم، ويتم تحديد المهام من أوراق عمل أو مواد تعلم من قاعدة بيانات خاصة بها.

- الوحدة الرابعة: محتوى التعلم التكيفي The adaptive learning content module

توفر هذه الوحدة التوصية بالمواد التعليمية المناسبة للمتعلمين وتنظمها وتكيف كذلك واجهة المستخدم بناء على معلومات المتعلم في محفظة التعلم، ويتم تقديم المواد التعليمية المخصصة في أدوات تعليمية مختلفة من قاعدة بيانات خاصة.

- الوحدة الخامسة: دعم التعلم الشخصي The personal learning support module

تستفيد وحدة الدعم الشخصي من المعلومات عن أداء المتعلم في المهمات التعليمية ومن الملفات الشخصية للمتعلمين لتقدم التوجيه والدعم المناسب في الوقت المناسب.

- الوحدة السادسة: محرك استدلالي The inference engine

يتخذ النظام القرارات التي تشمل المحتوى المناسب والمهام التعليمية المخصصة والتغذية الراجعة الآلية بعد تحليل حالة المتعلم وسياق التعلم بناء على المعرفة التربوية المخزنة في قاعدة المعرفة.

المحور الثاني: تحليلات التعلم

يُشير مصطلح تحليلات التعلم إلى استخدام البيانات الرقمية التي ينشئها الطلاب لتحسين التعلم والتعليم (Sclater et al., 2016)، حيث تعمل تحليلات التعلم على تحليل البيانات التعليمية في بيئات التعلم لتقدم نتائج التعلم لأصحاب المصلحة سواء كانوا متعلمين أم باحثين أم مطورين لاتخاذ القرارات اللازمة بناء على الأدلة (Chen, 2019)، فهي تعمل على استكشاف المعلومات ذات المغزى عن سلوك المتعلمين في بيئات التعلم عبر الإنترنت (Kew & Tasir, 2021). تقوم إجراءات تحليلات التعلم بمراقبة وتتبع الآثار الرقمية المختلفة المتعلقة بالسياق بأثر رجعي، وتفسير ورسم خريطة للحالة الحالية الحقيقية لهذه البيانات، وتنظيمها، وتستخدم هذه البيانات في عدة أهداف كتحديد التعديلات، والتوصية، وتقديم التغذية الراجعة، وتوجيه المتعلمين، والتنبؤ بوضعهم في المستقبل، من أجل تقديم تصور للمتعلمين والمعلمين والمنظمة بمستوى الأداء ومدى تحقيق الأهداف، وتقييم فاعلية الموارد التعليمية المستخدمة، وتسهيل اتخاذ القرار بناءً على ذلك وتقديم التوصيات اللازمة Papamitsiou & Economides, (2016).

ولقد ساهمت الأدبيات البحثية التي تناولت تحليلات التعلم بإثراء مفهوم تحليلات التعلم من خلال تقديمها عدد من التعريفات، منها:

تُعرف تحليلات التعلم بـ "قياس وجمع وتحليل وإعداد التقارير عن البيانات حول المتعلمين وسياقاتهم، لأغراض فهم وتحسين التعلم والبيئات التي يحدث فيها" (Siemens & Long , 2011, p.34).

كما عُرفت بأنها "استخدام وتقييم واستنباط وتحليل المعلومات الثابتة والديناميكية حول المتعلمين وبيئات التعلم، للنمذجة والتنبؤ وتحسين عمليات التعلم وبيئات التعلم واتخاذ القرارات التعليمية " (Ifenthaler& Yau, 2020, p. 1962).

وتُعرف أيضًا تحليلات التعلم بأنها "استخدام البيانات التعليمية لتمكين أصحاب المصلحة من وضع البيانات غير المرئية في سياقها لتحسين أداء المتعلمين وتجربتهم التعليمية في بيئات التعلم عبر الإنترنت بناء على المعلومات التي تم الوصول إليها" Wong et al., (2022, p. 2).

خصائص تحليلات التعلم

حدد إبنر وآخرون (Ebner et al., 2015) الخصائص الآتية لتحليلات التعلم:

- الوعي بالتعلم Learning Awareness، بحيث يستفيد المتعلم من مخرجات تحليلات التعلم ليعي مستواه

التعليمي الحالي ويعرف كيف يحسن مستواه بناء على البيانات.

- الوعي بالخصوصية Privacy Awareness، يُعد الاستخدام الآمن للبيانات شرطًا لنجاح برامج تحليلات التعلم لذلك يجب ضمان سرية البيانات حتى يثق المتعلم ببيئة التعلم الذكية.

- الوعي بالوقت Time Awareness، يتابع المتعلم مستوى أداءه وتقدمه على مدى فترة زمنية ويدرك حقيقة أن التعلم عملية تقدمية تنمو مع الوقت.

- التغذية الراجعة المرئية Visual Feedback، تقديم مخرجات تحليلات التعلم بشكل مرئي يساعد على تقديم تصور واضح للعملية التعليمية لأصحاب المصلحة.

- التدخلات التربوية Pedagogical Interventions، يتم تضمين مخرجات تحليلات التعلم في النهج التربوي للعملية التعليمية كما أن للمعلم دور أساسي في العملية التعليمية.

- مركزية البيانات الضخمة Big Data Centralism، بالاعتماد على تقنيات الويب يتم تجميع البيانات التعليمية بشكل مركزي بغض النظر عن أنواع الأجهزة التي يستخدمها المتعلمون.

- اكتساب الهياكل المعرفية Knowledge Structures Acquisition، أهم خاصية لتحليلات التعلم هي تقديمها المعرفة الجديدة من تحليل البيانات التعليمية والتي تفيد بشكل كبير علماء التربية.

الأسس النظرية لتحليلات التعلم

نظرية الخصوصية المعاصرة

تستند تحليلات التعلم إلى المبادئ الأساسية لنظرية الخصوصية المعاصرة وتطبيقاتها التعليمية، ومن هذه التطبيقات البيئات التعلمية القائمة على تحليلات التعلم، حيث تقدم النظرية نموذجًا إرشاديًا لتقييم خصوصية المعلومات، وتشكل نظرية الخصوصية المعاصرة مجموعة من القواعد المتمثلة في (عبدالرحمن والمحمدي، ٢٠١٩؛ Tavani, 2007; Willis III, 2013):

١. السياقات، وهي بيئة التعلم التي تُشكل إطارًا منظوميًا من الغايات والأهداف والعلاقات والأدوار والأنشطة، والبيئات القائمة على تحليلات التعلم تعد سياقات غير ثابتة، ويكون الاتصال بين المتعلمين والمعلمين إلزاميًا من أجل تحقيق الغايات والأهداف المرجوة وأداء الأنشطة، كما يؤكد السياق على الحصول على بيانات تتعلق بأداء المتعلمين أثناء تفاعلهم مع الأنشطة عبر الإنترنت، وتوفر معلومات عن مشاركات المتعلمين واندماجهم في التعلم.

٢. الجهات الفاعلة، وتتمثل في مرسلي المعلومات، ومتلقي المعلومات، وموضوعات التعلم.

٣. السمات، وتشير إلى تحليل المعلومات الناجمة عن تحليلات التعلم، وبذلك يمكن التمييز بين نوعين من المعلومات: معلومات ناقصة، ومعلومات كاملة.

٤. مبادئ الإرسال، وتشير إلى شروط إرسال واستقبال المعلومات بين المرسل والمستقبل، وتحديد آليات التفاعل بين المتعلمين ومديري البيئة التعليمية.

وتعتمد نظرية الخصوصية المعاصرة على مبدأين أساسيين هما (عبدالرحمن والمحمدي، ٢٠١٩؛ Heath, 2014; Slade & Prinsloo, 2013):

المبدأ الأول يرتبط بالتحليلات البصرية لأداء المتعلمين عبر عرض مؤشرات توضح التقدم الذي حققه كل متعلم في كل موضوع من موضوعات التعلم، باستخدام الألوان والرموز مع مراعاة القواعد الأساسية السابقة؛ ففي السياق يتم توفير المعلومات الشخصية باستخدام البيانات الأكاديمية، أما في الجهات الفاعلة فالمعلم هو المرسل والمتعلم هو المستقبل والموضوعات تقدم بشكل فردي لكل متعلم، أما في السمات فنجد: اسم المتعلم، وتاريخ إرسال المهمة، وتاريخ انتهائها، ومقدار التأخير عن تسليم المهمة إن وجد، بالإضافة إلى نتائج التعلم، وتقييم المتعلم، ومدى تقدم المتعلم، أما في مبادئ الإرسال فتشتمل على شروط إرسال واستقبال المعلومات.

المبدأ الثاني يعتمد على نمذجة التحليلات التنبؤية والتي تشتمل على بيانات مختلفة نحو سياسات قبول المتعلمين وخدمات الدعم المقدمة لهم، وسجلات حضور البرامج التعليمية وغيرها من البيانات التي تم جمعها من مشاركات المتعلمين في بيئة التعلم؛ ففي السياق نجد توظيف المعلومات الناجمة عن مشاركات المتعلمين في دعم بيئة التعلم وتقديم الخدمات الإدارية، أما في الجهات الفاعلة فالأمر يقتصر على قيام مديري بيئة التعلم باستخدام النماذج التنبؤية من أجل استخراج المعلومات لكل متعلم، أما في السمات فنجد المعلومات المرتبطة بالمتعلم بدءًا كمعلومات القبول والتسجيل ومعلومات مشاركاته في بيئة التعلم، أما في مبادئ الإرسال فنجد جميع بيانات المتعلمين الديموغرافية وبيانات المتعلمين المتعلقة بنموذج المتعلم عبر أنظمة وقواعد البيانات، من أجل السماح للمعلم بالتدخل وفقًا لحالة كل متعلم.

أنواع تحليلات التعلم

أشارت (خليفة، ٢٠١٨) إلى أن لتحليلات التعلم نوعان هما:

- تحليلات تعلم وصفية **Descriptive**: تقدم التحليلات الوصفية معلومات تصف العملية التعليمية ويستفاد منها في تطوير وتحسين بيئات التعلم

- تحليلات تعلم تنبؤية **Predictive**: تعتمد على نماذج كمية تتنبأ بالعوامل التي من الممكن أن تؤثر على تعلم المتعلمين ويستفاد منها في تقديم التدخل المناسب في الوقت المناسب.

عملية تحليلات التعلم

أشار شاتي وآخرون (Chatti et al., 2013) إلى أن تحليلات التعلم عبارة عن عملية تكرارية من ثلاث خطوات أساسية على النحو الآتي:

الخطوة الأولى: جمع البيانات والمعالجة المسبقة لها **Data collection and pre-processing**

بحيث تُجمع البيانات من البيئات التعليمية والأنظمة المختلفة من أجل اكتشاف أنماط مفيدة يُمكن استخدامها لكن قد تكون البيانات كبيرة جدًا أو تتضمن سمات بلا صلة لذا تحتاج البيانات إلى معالجة مسبقة تعمل هذه المعالجة على تنسيق البيانات بشكل مناسب لاستخدامها كمدخلات في تحليلات التعلم.

الخطوة الثانية: التحليلات والإجراءات Analytics and action

بعد المعالجة المسبقة للبيانات وبناء على الهدف من تحليلات التعلم يتم تطبيق تقنيات مختلفة لاستكشاف البيانات وتحديد الأنماط المخفية، تشمل هذه الخطوة بالإضافة إلى تحليل المعلومات وتصورها اتخاذ إجراءات متعلقة بالهدف من عملية تحليلات التعلم، حيث تتعدد أهداف تحليلات التعلم لتشمل: المراقبة والتدخل والتحليل والتنبؤ والتقييم والتكييف والتوصية والتخصيص والتفكير التأملي.

الخطوة الثالثة: المعالجة اللاحقة Post-processing

تضمن المعالجة اللاحقة التحسين المستمر لعملية تحليلات التعلم، وهي عملية تشمل: تجميع بيانات جديدة من مصادر إضافية، تنقيح البيانات، تحديد السمات المطلوبة لعملية التكرار الجديدة، تعيين مقاييس جديدة، تغيير طريقة التحليل.

النموذج المرجعي لتحليلات التعلم

وضع شاتي وآخرون (Chatti et al, 2013) نموذجًا مرجعيًا لتحليلات التعلم يعتمد على أربعة أبعاد، هي:

البعد الأول: ماذا؟ (What?) ويقصد به البيئات والبيانات، بمعنى ما نوع البيانات التي يجمعها النظام ويديرها ويستخدمها للتحليل؟

تستخدم تحليلات التعلم مصادر متنوعة للحصول على البيانات التعليمية، تُقسم هذه المصادر إلى فئتين رئيستين: أنظمة تعليمية مركزية، وبيئات التعلم الموزعة، تُمثل الأنظمة التعليمية المركزية بأنظمة إدارة التعلم LMS التي تجمع بيانات عن أنشطة المتعلمين وتفاعلهم، وغالبًا ما تُستخدم الأنظمة التعليمية المركزية في سياق التعلم الرسمي، في حين أن البيئات الموزعة تُمثل ببيئات التعلم الشخصية PLEs التي تُجمع فيها البيانات التعليمية من عدة مصادر سواء كانت قنوات تعلم رسمية أم غير رسمية.

البعد الثاني: من؟ (Who?) ويقصد به أصحاب المصلحة، بمعنى من المستهدف بالتحليل؟

يجب أن توفر أدوات تحليلات التعلم ملاحظات موجهة نحو الهدف لمختلف أصحاب المصلحة وهم: المتعلمون، المعلمون أو المصممون التعليميون، أصحاب قرار المؤسسة، الباحثون.

البعد الثالث: لماذا؟ (Why?) ويقصد به الأهداف، بمعنى لماذا يقوم النظام بتحليل البيانات المجمعة؟

تتعدد الأهداف من تحليلات التعلم لتشمل: المراقبة والتحليل، التنبؤ والتدخل، الإرشاد والتوجيه، التقييم والتغذية الراجعة، التكيف، التوصية والتخصيص، التفكير والوعي

البعد الرابع: كيف؟ (How?) ويقصد به الطرق، بمعنى كيف يحلل النظام البيانات التي جمعها؟

يطبق النظام في تحليلات التعلم تقنيات مختلفة لاكتشاف الأنماط بين البيانات التعليمية منها: الإحصائيات، التصور المعلوماتي، التنقيب عن البيانات، تحليل الشبكة الاجتماعية.

توظيف تحليلات التعلم في بيئات التعلم الذكية

التعلم في بيئات التعلم الإلكترونية وبيئات التعلم عبر الإنترنت عملية معقدة ينتج عنها كمية هائلة من البيانات تشمل بيانات عن أداء المتعلمين وعن تفاعلاتهم مع

البيئة وتفاعلاتهم مع بعضهم البعض، وتُسهم تحليلات التعلم في الاستفادة من هذه البيانات لتحول بيئات التعلم التقليدية إلى بيئات تعلم ذكية (Kinshuk, 2020).

ويتم توظيف تحليلات التعلم في بيئات التعلم الذكية للقيام بالأدوار التالية:

١. دعم اتخاذ القرار، حيث تقدم تحليلات التعلم تصور ذو معنى عن العملية التعليمية يستفيد منه أصحاب المصلحة عند كل مستوى من مستويات النظام التعليمي سواء المؤسسة أو المعلم أو مصممي المناهج أو المتعلم لاتخاذ قرارات مستندة على الأدلة والبيانات بهدف تحسين العملية التعليمية، وعلى تحليل تنبؤي يهدف إلى تحسين إجراءات التدخل، بمعنى التنبؤ بسلوك المتعلمين الذي يساعد على تحديد المتعلمين المعرضين للإخفاق أو التسرب ومساعدتهم والاحتفاظ بهم (Chen, 2019).

٢. تحمل المتعلم مسؤولية تعلمه، وذلك بإظهار لوحة معلومات للمتعلم توضح بيانات عن نشاطه داخل البيئة كاستخدام الأدوات التعليمية والوقت الذي يقضيه ونتائج الاختبارات وتقدم له الفرصة للتفكير في أدائه والعمل على تحسين مستوى أداءه Kumar & (Vivekanandan, 2018).

٣. تقييم المتعلمين، تساعد تحليلات التعلم المعلم في إجراء تقييم متكامل للمتعلمين عن طريق تتبع أداءهم في أكبر عدد من الأنشطة التعليمية، بحيث يستطيع المعلم تحديد مستوى المتعلمين عند مهارات محددة، وتحديد نقاط القوة والضعف لكل متعلم عند كل مهارة، الذي بدوره يقود المعلم إلى التصميم الفعال للسقالات التعليمية والأنشطة التعليمية Kumar & Vivekanandan, (2018).

٤. تفريد التعليم، فبناءً على مخرجات تحليلات التعلم يوفر النظام في بيئة التعلم الذكية مسار تعليمي مخصص مع تقديم التوجيه الذي يحتاجه كل متعلم، واستخدام وتحليل البيانات المتعلقة بالمتعلمين لعمل ملفات تعريف بالمتعلمين والتوصية بالمسارات التعليمية أو المهنية الملائمة لهم (Wong et al, 2022).

٥. نمذجة سلوك المتعلم من خلال تسجيل سلوكه في الأنشطة المختلفة للخروج بنموذج للمستخدم أو المتعلم (Papamitsiou & Economides, 2016).

٦. مراقبة الأداء التعليمي للطلاب وفهم سلوك المتعلمين وكيفية حدوث التعلم باختلاف سياق التعليم سواء تعليم رسمي أو غير رسمي، وتحديد مشكلات التعلم المحتملة في وقت مبكر والتعرف على الطلاب المعرضين للفشل ودعمهم، (Kew & Tasir, 2021).

تحديات توظيف تحليلات التعلم

كأي تقنية حديثة يواجه توظيف تحليلات التعلم في العملية التعليمية عدة تحديات منها (Gelan et al., 2018):

١. صعوبة الاستفادة من البيانات التعليمية الضخمة، ما زال هناك حاجة إلى تحديد إطار منهجي لجمع البيانات ذات الصلة بالتصميم التعليمي للاستفادة المثلى من الكم الهائل من البيانات التعليمية

٢. المهارات الرقمية، يصاحب ظهور أي تقنية حديثة الحاجة إلى اكتساب مهارات رقمية جديدة لذا من الجيد تصميم برامج تدريبية للمعلمين عن كيفية استخلاص وتفسير المعلومات المفيدة من تحليلات التعلم وكيفية تصميم التدخل المناسب

٣. البيانات المظللة، من الممكن أن تسبب أدوات تحليلات التعلم تظليلًا للمتعلمين في حال اقتصرت على بيانات لا تقدم صورة واضحة وشاملة عن أداء المتعلم أو مستواه بشكل عام كاقتصارها على عدد مرات الدخول أو الحضور، لذلك يجب أن تشمل تحليلات التعلم كافة أوجه نشاط المتعلم وتفاعله مع بيئة التعلم بالإضافة إلى تقييم شامل لأدائه التعليمي

٤. الاستخدام غير الأخلاقي للبيانات، من المهم عند توظيف تحليلات التعلم مراعاة المخاوف التي قد تراود المتعلمين من الاستخدام غير الأخلاقي لبياناتهم كأن يتعرض المتعلم لتحيز ضمني أو صريح بناء على بيانات تعريف المتعلم، لذا من المهم تحديد مبادئ واضحة للاستخدام الأخلاقي لتحليلات التعلم

٥. قضية الخصوصية، عند توظيف تحليلات التعلم يجب مراعاة الخصوصية وحماية البيانات، فعلى المؤسسات التعليمية أن تكون شفافة فيما يتعلق بأهداف وغايات استخدام البيانات التعليمية، ومن المنوط به الوصول إليها واستخدامها، وبالتدابير المتبعة لحماية هوية المتعلمين وبياناتهم الشخصية.

أهمية بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم

تظهر أهمية بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم في تطوير بيئات تعليمية محسنة من خلال تكييف بيئة التعلم لتلبية متطلبات المتعلمين (Spector, 2014)، الأمر الذي دفع الباحثين إلى اقتراح أطر جديدة ومبتكرة لتصميم بيئات تعلم ذكية تعمل على تحقيق أغراض تعليمية مختلفة مع تبني وجهات نظر مختلفة من النظريات التربوية وتوظيف التقنيات الذكية كالتعرف على الكلام والواقع المعزز ورؤية الكمبيوتر والتقنيات المحمولة والقابلة للارتداء وتحليلات التعلم وتقنيات الوعي الاجتماعي (Papamitsiou & Economides, 2016).

ويساهم تصميم بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم في تطوير استراتيجيات تعلم جديدة تناسب مفهوم التعلم الذكي وتُكسب المتعلمين المعرفة وتنمي لديهم مهارة حل المشكلات، وتقدم للباحثين فرصة تحليل العملية التعليمية وفهم سلوك المتعلمين والتعرف على الآثار الاجتماعية للتقنيات التعليمية الحديثة وتصميم بيئات تعليمية أكثر فاعلية من خلال الاستفادة من تسجيل خصائص المتعلمين وتفاصيل نتائج العملية التعليمية في بيئة التعلم الذكية (عبدالرحمن والمحمدي، ٢٠١٩).

كما تساهم بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم في زيادة الوعي الذاتي للمتعلمين وإدراك عملية التعلم من خلال توظيفها لأدوات تحليلات التعلم (لوحة المعلومات) مما يساعدهم في متابعة مستوى أدائهم ومدى تقدمهم (Chen, 2019).

وتتبنى بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم نموذج التعلم المتمحور حول المتعلم فتسمح له بالتعلم بالوتيرة والوقت المناسب له وتقدم أنظمة التوصية المحتوى التعليمي المناسب بناء على أسلوب التعلم وسلوك المتعلم وسماته الخاصة وأدوات دعم تكيفية في الوقت وبالشكل المناسب (Kausar et al., 2020)؛ الأمر الذي يساهم في تحسين الأداء الأكاديمي للمتعلمين (Al-Khanjari & Al-Kindi, 2020).

تحظى بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم باهتمام العديد من الباحثين، حيث سعت عدة دراسات إلى التحقق من أثر وفاعلية بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم في تحسين نواتج التعلم وتنمية المهارات المختلفة، منها:

دراسة (Oliveira et al., 2021) التي سعت إلى الكشف عن الأنماط السلوكية للمتعلمين داخل بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم وقياس أثرها على التحصيل الدراسي في مقرر علوم الكمبيوتر لطلاب المرحلة الجامعية، ولتحقيق ذلك اتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي باستخدام التصميم التجريبي لمجموعتين ضابطة وتجريبية، أظهرت نتائج تحليل البيانات مستوى عاليًا من التفاعل الاجتماعي بين المتعلمين داخل بيئة التعلم الذكية، كما أظهرت النتائج أثرًا دالًا إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والضابطة في الاختبار النهائي لصالح المجموعة التجريبية.

ودراسة Karaoglan Yilmaz & Yilmaz, (2021) التي هدفت إلى التحقق من أثر التغذية الراجعة المخصصة بناء على تحليلات التعلم في تحسين مشاركة المتعلمين عبر المقررات الإلكترونية، استخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي باتباع التصميم التجريبي لمجموعتين ضابطة وتجريبية، أظهرت نتائج تحليل البيانات أن مشاركة طلاب المجموعة التجريبية كانت أعلى من طلاب المجموعة الضابطة في مقياس المشاركة.

ودراسة (محمد، ٢٠٢٠) التي سعت إلى تصميم بيئة ويب تكيفية على ضوء نموذج هيرمان وتحليلات التعلم وقياس أثرها في تنمية الجوانب المعرفية والأدائية لمهارات إنتاج تطبيقات الواقع المعزز، وتنمية عمق التعلم لدى طلاب تكنولوجيا التعليم، باتباع المنهج شبه التجريبي واستخدام التصميم التجريبي لأربع مجموعات تجريبية، وأظهرت نتائج مقياس عمق التعلم تفوق المجموعة التي درست بأسلوب التعلم التحليلي على المجموعات الأخرى، كما أظهرت نتائج بطاقة الملاحظة وبطاقة التقييم تفوق المجموعة التي درست بأسلوب التعلم الابتكاري على المجموعات الأخرى، بينما أشارت نتائج الاختبار المعرفي إلى عدم وجود فروق بين المجموعات الأربع.

ودراسة (عبدالقوي والعشيري، ٢٠٢٠) التي هدفت إلى تصميم بيئة تعلم شخصية تكيفية قائمة على تحليلات التعلم ونمط التعلم (الموجه بالتطبيق، والموجه بالمعنى، والموجه بالاسترجاع) وقياس فعاليتها على تنمية مهارات تصميم الكتب المصورة الإلكترونية وإنتاجها لدى طالبات كلية التربية، باتباع المنهج شبه التجريبي واستخدام التصميم التجريبي لثلاث مجموعات تجريبية، حيث أشارت نتائج الدراسة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أداء الطالبات قبليًا وبعديًا في الاختبار التحصيلي للجانب المعرفي لصالح التطبيق البعدي، بالإضافة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أداء الطالبات قبليًا وبعديًا في بطاقات تقدير مستويات الأداء التدريجية لصالح التطبيق البعدي بدون ظهور فروق داخلية بين أنماط التعلم (الموجه بالتطبيق، الموجه بالمعنى، الموجه بالاسترجاع) في الاختبار التحصيلي وبطاقات تقدير مستوى الأداء.

ودراسة (عبدالرحمن والمحمدي، ٢٠١٩) التي هدفت إلى التحقق من أثر اختلاف مستوى الدعم ببيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم في تنمية مهارات كتابة خطة البحث العلمي والرضا عن التعلم لدى طلبة الدراسات العليا، باتباع المنهج شبه التجريبي واستخدام التصميم الجريبي لثلاث مجموعات تجريبية، حيث أشارت نتائج الدراسة إلى وجود أثر لمستويات الدعم في تنمية الجوانب المعرفية والأدائية لكتابة خطة البحث العلمي، ووجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية في القياس البعدي لأدوات الدراسة لصالح المجموعة التجريبية الأولى التي تلقت دعم موجز، وعدم وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية لمقياس الرضا.

كما سعت عدة دراسات إلى التعرف على تصورات المتعلمين نحو بيئات التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم، منها:

دراسة (Karaoglan Yilmaz & Yilmaz, 2020) التي هدفت إلى معرفة تصورات المتعلمين نحو التوصيات المخصصة القائمة على تحليلات التعلم، اتبعت الدراسة المنهج المختلط، حيث أظهرت النتائج أن للمعلمين المحتملين تصورات إيجابية نحو التوصيات المخصصة القائمة على تحليلات التعلم حيث إنها مفيدة في تحديد أوجه القصور والمراقبة الذاتية والتقييم الذاتي.

ودراسة Schumacher & Ifenthaler, (2018) التي هدفت إلى معرفة تصورات طلاب التعليم العالي نحو تحليلات التعلم في بيئات التعلم عبر الإنترنت، اتبعت الدراسة المنهج المختلط ذو التصميم الاستكشافي التتابعي، حيث أظهرت النتائج أن للطلاب تصورات إيجابية نحو تحليلات التعلم وأن تحليلات التعلم تحمل خصائص تدعم التعلم الذاتي في بيئات التعلم عبر الإنترنت والتي تشمل تنظيم عملية التعلم والتقييم الذاتي كما توفر توصيات بناء على تحليلات عن أداء المتعلمين في الأنشطة التعليمية.

ودراسة (Vesin et al, 2018) التي هدفت إلى التعرف على تصورات طلاب المرحلة الجامعية نحو نظام التعلم الذكي وأداة تحليلات التعلم حيث أظهرت النتائج أن للمتعلمين تصورات إيجابية نحو نظام التعليم الذكي وأن النظام مفيد في مراقبة تقدمهم التعليمي وتعزيز إدراكهم بعملية تعلمهم وأن تلقي التغذية الراجعة ساعدهم في تحسين فهمهم للاستراتيجيات التعليمية التي يمكن تطبيقها لتحسين نواتج التعلم.

بيئة التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم المستخدمة في البحث

صممت تحليلات التعلم في بيئة التعلم الذكية على أربعة مستويات لتحقيق أربعة أهداف أساسية على النحو الآتي:

الهدف الأول: التقويم الذاتي والمراقبة الذاتية، حيث يتم تقديم لوحة معلومات للطالبة من خلال جمع بيانات عن تفاعل الطالبة مع مواد التعلم أي مدى إكمالها لمواد التعلم، ومستوى أدائها في الأنشطة التعليمية، ودرجاتها في التقويم البنائي.

الهدف الثاني: تحليل أداء الطالبة وتقديم التغذية الراجعة المخصصة لها، حيث يتم تقديم احصائيات تحليلية عن كل طالبة من خلال جمع بيانات عن تفاعل الطالبة مع مواد التعلم أي مدى إكمالها لمواد التعلم، ومستوى أدائها في الأنشطة التعليمية، ودرجاتها في التقويم البنائي.

الهدف الثالث: التنبؤ والتدخل المناسب، حيث يتم التنقيب عن بيانات تفاعل الطالبة مع مواد التعلم لتحديد الطالبات المعرضات للفشل وتقديم الدعم المناسب لهن في الوقت المناسب، حيث تم تطوير خوارزمية نموذج التنبؤ بناء على:

- درجة الطالبة في التقويم البنائي

- إكمال الطالبة لمواد التعلم

- مستوى إتقان الطالبة للأنشطة التعليمية

الهدف الرابع: التكيف، حيث تم تطوير خوارزمية لتحديد مسار تعلم الطالبات في بيئة التعلم الذكية وتقديم المحتوى المناسب لهن، بناء على درجاتهن في اختبار السعة العقلية.

المحور الثالث: السعة العقلية

من العمليات العقلية التي تسهم في التعلم عملية التذكر التي تشمل بمعناها العام الحفظ والنسيان، فالحفظ يُعبر عن الجانب الإيجابي للتذكر المتمثل في القدرة على الاحتفاظ بالمعلومات المكتسبة لفترة من الزمن؛ بينما النسيان يُعبر عن الجانب السلبي للتذكر المتمثل في عدم قدرة الفرد على الاحتفاظ بهذه المعلومات (منصور وآخرون، ٢٠١٥).

والتذكر يرتبط ارتباطًا وثيقًا بعملية التعلم، فالذاكرة تقع في بؤرة العمليات المعرفية كونها تمثل مركزًا للالتقاء الدائم للمعلومات التي تزداد تعقيدًا بصورة مستمرة، وتلعب الذاكرة دورًا هامًا في تجهيز ومعالجة واستدعاء المعلومات أثناء عملية التفكير وصولًا إلى إيجاد حلول للمشكلات، والتعليم بدوره لا يكون مُحكمًا دون استخدام طرق استدعاء المعلومات المخزنة (محمود وآخرون، ٢٠١٥). وهناك ثلاثة أنواع للذاكرة Gyselinck et al., 2000; Garner, 2002)، كما ورد في محمود، ٢٠١٦)

- الذاكرة قصيرة المدى: التي تعمل كمخزن مؤقت للمعلومات، محدودة السعة وتحتفظ بالمعلومات لمدة قصيرة جدًا.

- الذاكرة طويلة المدى: غير محدودة السعة وتحتفظ بالمعلومات مدة طويلة.

- الذاكرة العاملة أو السعة العقلية: مسؤولة عن وضع المعلومات الجديدة واستدعاء المعلومات السابقة وإيجاد العلاقات بينها لتقديم الاستجابة المطلوبة؛ ومن هنا يتضح أن قدرة المتعلم على التعلم تعتمد على سعته العقلية.

ولقد حظيت السعة العقلية باهتمام العديد من الباحثين الذين قدموا لها العديد من التعريفات، منها:

تُعرّف السعة العقلية بأنها "جزء من الذاكرة البشرية، يتم فيه تجهيز ومعالجة المعلومات المستقبلة والمسترجعة من الذاكرة في وقت واحد؛ بحيث تمثل أقصى كمية من المعلومات؛ تستطيع التلاميذ أن يتناولوها في نفس الوقت" (إبراهيم، ٢٠٢١، ص٢٣٩).

كما تُعرّف بأنها "الكمية المخزونة والتي تمثل الطاقة في زيادة فاعلية الوحدات المعلوماتية والمتمثلة في زيادة القدرة على عمل المخططات العقلية والرسومات البيانية

والتعامل معها ومعالجتها وتحليلها وسرعة أداء المهمة وحل المشكلة" (السباب، ٢٠١٦، ص١٤٩).

وتُعرّف أيضًا بأنها "مقدار المعلومات التي يستطيع الطالب ترتيبها، وتنظيمها وتجميعها، والتعامل معها أثناء حله لمشكلة ما" (محمود، ٢٠١٦، ص٢٨).

خصائص السعة العقلية

تناولت دراسات (عتاقي، ٢٠١٧؛ عبدالمنعم، ٢٠٢٠؛ مرسي، ٢٠٢١) الخصائص التي تتصف بها السعة العقلية، كما يوضح الجدول (٢):

جدول (٢): خصائص السعة العقلية

م	الخصائص	دراسة (عتاقي، ٢٠١٧)	دراسة (عبدالمنعم، ٢٠٢٠)	دراسة (مرسي، ٢٠٢١)
١	تقوم السعة العقلية بدور رئيس في تجهيز ومعالجة المعلومات، ومعالجة المعلومات تحمي المعلومات من الفقدان، وتقي السعة العقلية من تحميلها فوق طاقتها وبالتالي حمايتها من انخفاض الأداء الذي يترتب على تحميل السعة العقلية فوق طاقتها.	√	√	-
٢	تتعامل السعة العقلية مع المعلومات المستقبلة والمسترجعة في آنٍ واحد.	√	√	√
٣	توجد السعة العقلية لدى كل فرد؛ لكنها بنسب متفاوتة بين الأفراد.	√	√	√
٤	تنمو السعة العقلية بنمو الفرد وترتبط بالعمر للزمني له.	√	√	√
٥	يمكن تنمية السعة العقلية باستخدام استراتيجيات معينة تعمل على تحسين عمل الذاكرة.	√	√	√
٦	تُعد السعة العقلية عاملًا رئيسًا في عملية التنبؤ بأداء المتعلم في مواقف التعلم المتنوعة.	√	-	√
٧	تؤدي السعة العقلية دورًا مهمًا في بيئات التعلم المختلفة، من خلال الحفاظ على المعلومات في حالة نشطة دائمًا.	√	-	√
٨	تمثل السعة العقلية جزءًا ومكونًا من مكونات الذاكرة.	√	-	√

الأسس النظرية للسعة العقلية

نظرية العبء المعرفي

يُشير مفهوم العبء المعرفي إلى كامل مقدار الجهد العقلي والمعرفي الذي يؤديه الفرد خلال عملية معالجة وتجهيز

المدخلات في الذاكرة العاملة، في مدة زمنية محددة، والسبب الرئيس لهذا العبء، هو عدد المدخلات التي ينبغي معالجتها وتجهيزها، وتفسر نظرية العبء المعرفي عملية التعلم على ضوء الافتراض القائل: أن التعلم هو حصيلة تغيرات إيجابية وطويلة المدى في محتويات البنية المعرفية عند الفرد، تحدث نتيجة لزيادة سعة عمليات تجهيز المعلومات وجودتها، في مختلف مكونات الذاكرة العاملة وأنظمتها (الحربي، ٢٠١٥). وفي مجال التصميم التعليمي تُعد نظرية العبء المعرفي مدخلًا أساسيًا للتصميم التعليمي (Yeigh, 2014)، وتميز نظرية العبء المعرفي بين ثلاثة أنواع من العبء المعرفي:

١. العبء المعرفي الداخلي، فمن خلال تحديد عنصر التفاعل بين طبيعة المادة المتعلمة من جهة وخبرة المتعلمين من جهة أخرى، يتحدد العبء المعرفي الداخلي، وهذا النوع لا يتأثر بشكل مباشر من قبل المصمم التعليمي (الرحيلي، ٢٠٢١)؛ إلا أنه يمكن للمصمم التعليمي بناء المعلومات على نحو ملائم بما يخفض من العبء المعرفي الداخلي (فليح، ٢٠٢٠).

٢. العبء المعرفي الخارجي، وهو عبء ينتج عن تعليم سيء التصميم أساسًا، لذلك هو عبء إضافي يتجاوز العبء المعرفي الداخلي (الرحيلي، ٢٠٢١)، ويُعزى هذا النوع إلى الطرائق المستخدمة في عرض المعلومات على المتعلمين، وبالتالي يمكن خفضه باستبدال هذه الطرائق (فليح، ٢٠٢٠).

٣. العبء المعرفي وثيق الصلة، وهو عبء يرتبط بالعمليات المساهمة في إنشاء المخططات وأتمتتها، وهنا نرى أن العبء المعرفي الخارجي والعبء المعرفي وثيق الصلة يقعان تحت التحكم المباشر للمصمم التعليمي، كما أنه ينبغي أن يبقى مقدار العبء المعرفي بأنواعه الثلاثة ضمن حدود السعة العقلية، فالسعة العقلية تتأثر بتفاعل العناصر في مهام التعلم أو الأسلوب الذي تُعرض به مهام التعلم، أو مقدار الموارد المعرفية التي يستخدمها المتعلم في بناء المخطط وأتمتته (الرحيلي، ٢٠٢١).

وتستند نظرية العبء المعرفي على عدد من القواعد التي تساهم في تخفيض العبء المعرفي عن المتعلم وهي (فليح، ٢٠٢٠):

- الاهتمام بتحليل التعليمات وتعريف الأجزاء وعدها في العبارة التعليمية.
- استعمال عروض مفردة ومترابطة.
- حذف المعلومات المكررة بين النص والصورة.
- عدم إعادة أشياء متفق عليها.
- تقديم أمثلة محلولة بدلًا من المسألة المتفق عليها.
- عرض التأثيرات والقصة المسموعة بشكل متزامن وليس متسلسل.

العوامل المؤثرة في السعة العقلية

إن زيادة عدد المتطلبات اللازمة للأداء، يؤدي إلى زيادة كم المعلومات التي تجب معالجتها وتنشيطها بشكل متزامن؛ وبالتالي إرهاق السعة العقلية لدى الفرد وخفض أدائها (الهواري والخولي، ٢٠٠٦). وبالمقابل يمكن تنمية السعة العقلية عبر عدد من الاستراتيجيات منها (أبو النصر، ٢٠١٢؛ Lheman,2000، كما ورد في عتاقي، ٢٠١٧):

١. الانتقال في عرض المعلومات تدريجيًا من المستويات البسيطة إلى المستويات المعقدة.

٢. إبراز العلاقات بين المعلومات؛ من أجل تسهيل عملية استيعابها واسترجاعها فيما بعد.

٣. دمج المعلومات الجديدة مع المعلومات القديمة المختزنة في البناء المعرفي.

٤. دعم المتعلم في التوصل إلى المعرفة بنفسه؛ الأمر الذي يترتب عليه سهولة عملية تنظيم المعلومات وترتيبها.

٥. استخدام الحواس المختلفة في عملية التعلم.

أهمية السعة العقلية

أشارت دراسة (السباب، ٢٠١٦) إلى أن أبرز الوظائف التي تقوم بها السعة العقلية تتمثل في الانتباه الانتقائي للأحداث الحالية والاحتفاظ بالأحداث المنتقاة والعمل على دمجها مع الخبرات السابقة ومن ثم إحداث أفعال ضرورية من أجل معالجة المعلومات وتحليلها وتخزينها. وهو الأمر الذي يوضح لنا أهمية الدور الذي تقوم به السعة العقلية في عمليات الفهم والاستنتاج.

من جانب آخر نجد أن السعة العقلية حظيت باهتمام كثير من الباحثين والدارسين نظرًا لدورها في الكشف عن الفروق الفردية بين المتعلمين وتفاوتهم في استيعاب المعارف والمهارات المتنوعة، فهناك متعلم ذو سعة عقلية منخفضة وهناك متعلم ذو سعة عقلية مرتفعة، ما يعكس أهمية معرفة الخصائص التي يتصف بها المتعلمون، فعدم إدراك المعلم للسعة العقلية لدى المتعلم قد يؤدي إلى زيادة كمية المعلومات التي تجب معالجتها داخل الذاكرة، وبالتالي زيادة الحمل على السعة العقلية لدى المتعلم وإرهاقها، الأمر الذي يترتب عليه انخفاض الأداء المهاري للمتعلم (عبدالمنعم، ٢٠٢٠).

لما للسعة العقلية أثر على تعلم المتعلمين سعت عدة دراسات إلى التحقق من أثر اختلاف السعة العقلية في تحسين التحصيل الدراسي وتنمية المهارات المختلفة للمتعلمين، منها:

دراسة شعيب ويوسف (٢٠٢٢) التي هدفت إلى التعرف على أثر التفاعل بين استراتيجيتي الصف المقلوب (التقصي الحر/ حل المشكلات) ومستوى السعة العقلية (منخفض/ مرتفع) في زيادة التحصيل الدراسي وخفض العبء المعرفي لدى طلبة المرحلة الجامعية، ولتحقيق ذلك استخدمت الدراسة المنهج التجريبي بالتصميم العاملي (٢*٢)، حيث أشارت نتائج الدراسة إلى وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية (السعة العقلية المنخفضة) والمجموعة التجريبية (السعة العقلية المنخفضة) في اختبار مبادئ التدريس البعدي ومقياس خفض العبء المعرفي البعدي لصالح المجموعة التجريبية ذات السعة العقلية المرتفعة.

ودراسة يونس (٢٠٢٢) التي هدفت إلى الكشف عن أثر التفاعل بين نمطي الانفوجرافيك التفاعلي ومستوى السعة العقلية (مرتفع/ منخفض) في تنمية مهارات إنتاج الفيديو الرقمي لدى معلمي المرحلة الثانوية، ولتحقيق ذلك استخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي ذو التصميم العاملي (٢*٢)، وأشارت نتائج الدراسة الخاصة بالسعة العقلية إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند (٠,٠٥) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبيتين في

التحصيل المعرفي والأداء العملي لمهارات إنتاج الفيديو الرقمي تُعزى لاختلاف مستوى السعة العقلية (مرتفع/ منخفض) لصالح المجموعة ذات السعة العقلية المرتفعة.

ودراسة إبراهيم (٢٠٢١) التي سعت إلى الكشف عن أثر التفاعل بين نمطي بيئة تعلم إلكترونية قائمة على نظرية التعلم المستند إلى الدماغ (الأيسر/ الأيمن) ومستوى السعة العقلية (منخفض/مرتفع) في تنمية مهارات حل المسائل الرياضية لدى طلاب الصف الخامس الابتدائي، ولتحقيق ذلك استخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي ذو التصميم العاملي (٢*٢)، حيث أشارت النتائج إلى وجود فروق دالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية (السعة العقلية المرتفعة) والمجموعة التجريبية (السعة العقلية المنخفضة) في التطبيق البعدي للاختبار التحصيل المعرفي لمهارات حل المسائل الرياضية وفي التطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة لمهارات حل المسائل الرياضية لصالح المجموعة التجريبية ذات السعة العقلية المرتفعة.

ودراسة مرسي (٢٠٢١) التي هدفت إلى الكشف عن أثر التفاعل بين نمط عرض المحتوى (التوسعي، الهرمي) ومستوى السعة العقلية (المنخفض، المرتفع) في منصة تدريب رقمي، على مهارات استخدام تطبيقات جوجل التعليمية وعلى التحصيل المعرفي المرتبط بها وعلى القابلية للاستخدام لدى معلمي المرحلة الإعدادية، ولتحقيق ذلك استخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي ذو التصميم العاملي (٢*٢)، والتي أشارت إلى عدم جود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية (مستوى السعة العقلية المنخفض) والمجموعة التجريبية (مستوى السعة العقلية المرتفع) في الاختبار التحصيلي في الجانب المعرفي وبطاقة الملاحظة للجانب المهاري لمهارات استخدام تطبيقات جوجل وفي مقياس قابلية المستخدم.

وفي ضوء ما تقدم تتضح أهمية الدور الذي تلعبه السعة العقلية في معالجة المعلومات وتنظيمها وترتيبها وبالتالي التأثير في عملية التعلم واكتساب المعلومات الجديدة والاحتفاظ بها واسترجاع المعلومات السابقة عند الحاجة إليها.

تحديد مستوى السعة العقلية في بيئة التعلم الذكية المستخدمة في البحث

تم اعتماد اختبار الأشكال المتقاطعة لجان باسكاليوني Juan Pascual-leone ترجمة إسعاد البنا وحمدي البنا ١٩٩٠ كمقياس لمستوى السعة العقلية في بيئة التعلم الذكية، اختبار الأشكال المتقاطعة من تصميم عالم النفس الكندي جان باسكاليوني عام ١٩٦٧ وقد تم التحقق من صدقه وثباته في عدد من الدراسات وله معامل ثبات مرتفع بلغ ٠,٨٨ (محمود وآخرون، ٢٠١٤)، وقد تم استخدامه في العديد من الدراسات كدراسات (عتاقي، ٢٠١٧؛ شعيب ويوسف، ٢٠٢٢؛ إبراهيم، ٢٠٢١؛ المكاوي وآخرون، ٢٠٢١؛ مرسي، ٢٠٢١)، كما تم استخدامه في دراسات لها خصائص عينة الدراسة الحالية كدراسة (محمود وآخرون، ٢٠١٤)، من خلال تطوير نسخة إلكترونية من الاختبار وإدراجها في البيئة وتطوير خوارزمية لتحديد مسار التعلم المناسب للطالبات داخل البيئة وتقديم المحتوى التعليمي المناسب لهن.

المحور الرابع: عمليات العلم

يُشير مصطلح عمليات العلم إلى المهارات العلمية والعملية والقدرات العقلية الواجب توافرها لتطبيق طرق العلم والتفكير العلمي بشكل صحيح، فهي أنشطة وأعمال وممارسات يقوم بها الباحث في سعيه نحو الوصول إلى نتاج علمي، أو في التحقق من صدق هذا النتاج العلمي والحكم عليه (زيتون،٢٠٠٨). وهي بذلك تحتل مكانة بارزة في العملية التعليمية كونها تُرشد المتعلمين وتوجههم نحو طرائق فعالة في التعلم وتقلل من العبء على عمليات الذاكرة عبر تلك الأنشطة المعرفية التي يؤديها المتعلم حلال تفاعله مع بيئة التعلم لتطوير معارفه وتنظيمها وتفسيرها (القيسي، ٢٠٢٠). وفي مجال تدريس العلوم تعد عمليات العلم من الأهداف الرئيسة الواجب تنميتها لدى المتعلمين لحاجتهم إليها ولكونها تنمي الاتجاهات العلمية لدى المتعلمين وتكسبهم المهارات اللازمة لمساعدتهم على نقل أثر التعلم إلى مواقف تعليمية أخرى، إضافة إلى أنها تُمثل أساس عمليتي التقصي والاكتشاف وبالتالي فإن تنميتها لدى المتعلمين تزيد قدرتهم على الإبداع والابتكار وتسهل عملية ربط المواد التعليمية المختلفة (بني فواز، ٢٠٢٠).

ولعمليات العلم عدة تعريفات تمت الإشارة لها في الأدبيات البحثية التي تناولت عمليات العلم، منها:

تُعرف عمليات العلم بأنها "مهارات جسدية وعقلية لجمع المعلومات وتنظيمها بعدة طرق لحل المشكلات وتفسير الظواهر أو التنبؤ بها Mulyeni et al., 2019, p. (188) ".

كما تُعرف بأنها "العمليات التي يتبعها العلماء للوصول إلى الحقائق العلمية وهي تشكل منهج العملية العلمية يتم اكتسابها من خلال الممارسة المتكررة في سياقات تعلم مختلفة لتمكن المتعلمين من الوصول إلى المهارات اللازمة لحل المشكلات والتعلم الذاتي وتنمية الاتجاهات الإيجابية لتعلم العلوم" (Aljarallah, 2019, p. 535).

وتُعرف أيضًا عمليات التعلم بأنها" مهارات علمية موجهة تُستخدم كوسيلة لاكتشاف وتطوير المفاهيم أو النظريات أو المبادئ" Mandasari et al., 2021, p. (24).

خصائص عمليات العلم

أبرز ما يميز عمليات العلم كما أشارت إليها Santos & David, 2017; (Siachibila & Banda, 2018 الخصائص الآتية:

- مكتسبة، يتم اكتساب عمليات العلم من خلال إتاحة الوقت لممارستها وتطبيقها بشكل متكرر في الأنشطة التعليمية مختلفة المحتوى

- قابلة للتعميم، فهي تتعلق بمجموعة من المهارات التي يمكن تطبيقها على مختلف مجالات وفروع العلوم

- تعكس سلوك العلماء، حيث يمارس المتعلمون عمليات العلم لفهم كيف يتوصل العلماء إلى الإجابة عن الأسئلة وكيفية التحقق منها

- مرتبطة بمهارات التفكير المنطقي، فهي تجمع المهارات اللازمة لمعالجة المعلومات وحل المشكلات وتكوين الاستنتاجات

تصنيف عمليات العلم

أعـدت الجمعيــة الأمريكيــة لتقــدم العلــوم The American Association for the Advancement of Science (AAAS) تقريــرًا صنفت فيه عمليات العلم إلـى خمسـة عشـرة عمليـة هـي: الملاحظة، القياس، التصنيف، التواصل، التنبؤ، التسـاؤل، استخدام الأرقام، استخدام العلاقـات الزمانيـة، والمكانيـة، ضـبط المتغيـرات، وضـع الفـروض، التعريـف الإجرائـي، النمذجـة، التجريـب، تفسـير البيانـات، مقسـمة مـا بـين عمليـــات علـــم أساســـية وعمليـــات علـــم متكاملة (Siachibila & Banda, 2018).

وتم التمييز بين عمليات العلـم الأساسـية والمتكاملـة علـى النحو الآتي (Chabalengula et al., 2012):

ـ عمليـات العلـم الأساسـية: هـي أسـاس التفكيـر العلمـي ومحـددة بالوظـائف الأساسـية لإجـراء التحقيـق العلمـي ويجب تأسيس الطلاب عليها من بداية المرحلـة الابتدائيـة وتضم عمليات الملاحظة والقياس والتصـنيف والاسـتنتاج والتنبؤ والتواصل

ـ عمليـات العلـم المتكاملـة: هـي الوظـائف المعقدة التـي تعنـي بعمليـة التحقيـق العلمـي وتتكـون كـل عمليـة مـن العمليـات المتكاملـة مـن أكثـر مـن عمليـة أساسـية تمكـن المتعلم من حل المشكلات وإجـراء التجـارب وتضـم ضـبط المتغيرات والتعريف الإجرائي وضـع الفرضـيات وتفسـير البيانات والتجريب وبناء النماذج.

أهمية عمليات العلم

عمليات العلـم مهـارات حركيـة نفسـية وعقليـة لجمـع المعلومات وتنظيمها بعدة طـرق بحيـث تسـاعد المتعلمـين علـى فهـم الظـواهر وتفسـيرها والإجابـة عـن الأسـئلة وتطوير النظريات واكتشاف المعلومات، لـذلك هـي أدوات ضـرورية للدراسـة الفعالـة للعلـوم والتكنولوجيـا، وهـي مرتبطـة بزيـادة معدل النجـاح الدراسـي (Mulyeni et al., 2019). وتساهم أيضًا في تطوير أداء المتعلمين فـي التجـارب المعمليـة (Darmaji et al., 2019). كمـا أن لـها دورًا في تنمية مهارات التفكير الأخرى لدى المتعلمين كمهارات التفكير الناقـد والإبـداعي والتـي تعتبـر مهـارات ضرورية لتطوير المعرفة العلمية بشكل مستقل مـن خـلال قـدراتهم علـى معالجـة المعلومـات الجديـدة وبنـاء مفـاهيم جديدة (Bahtiar & Dukomalamo, 2019).

ويُعـد إتقـان المتعلمـين لعمليـات العلـم أمـرًا مهمًـا كـون عمليات العلم تستخدم في تحديد المشكلات وجمع البيانـات والتفسير والتواصل ومعالجة المشكلات؛ لذا تُعد ضرورية لعمليـة التفكيـر والاكتشـاف والاستفسـار التـي تسـاعد المتعلمين على أن يكونوا متعلمين مـدى الحيـاة بالإضـافة إلـى تطـوير قـدراتهم علـى حـل المشـكلات وتسـاهم فـي التنمية الفردية والمجتمعية (Siachibila & Banda, 2018).

نظرًا لأهميـة عمليـات العلـم سـعت عـدة دراسـات إلـى تنميـة عمليـات العلـم لـدى المتعلمـين ودراسـة علاقتهـا بالتحصيل الدراسي، منها:

دراسـة (Nurulwati et al., 2021) التـي هـدفت إلى التحقق مـن فاعليـة الـتعلم القـائم علـى المشـاريع فـي تنمية عمليات العلم فـي المواضـيع الفيزيائيـة لـدى طـلاب المرحلة الثانوية، ولتحقيـق ذلـك اتبعت الدراسـة المـنهج التجريبـي باسـتخدام التصـميم التجريبـي القبلـي والبعـدي

للمجموعة التجريبية الواحدة، أظهرت نتائج تحليل البيانات وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطي درجات عينة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في مقياس عمليات العلم لصالح التطبيق البعدي.

ودراسة (Mandasari et al., 2021) التي هدفت إلى التحقق من درجة ارتباط التحصيل الدراسي في مقرر الأحياء وعمليات العلم لدى طلاب المرحلة الثانوية، ولتحقيق ذلك اتبعت الدراسة المنهج البحثي الارتباطي، وأظهرت نتائج التحليل أن هناك علاقة ارتباطية موجبة بين المتغيرين.

ودراسة (Solé-Llussà et al., 2021) التي هدفت إلى التحقق من أثر استراتيجية التعلم القائم على الاستقصاء المدعمة بفيديو تعليمي في تنمية عمليات العلم لدى طلاب المرحلة الابتدائية، ولتحقيق ذلك استخدمت الدراسة المنهج البحثي المختلط، حيث أظهرت النتائج تحسنًا في أداء أفراد العينة في القياس البعدي لأدوات الدراسة في عمليات: تحديد الأسئلة وضبط المتغيرات وتمثيل البيانات وتفسيرها.

ودراسة القيسي (٢٠٢٠) التي هدفت إلى التحقق من أثر استراتيجية التعلم النشط في تنمية عمليات العلم لدى طلاب الصف الأول المتوسط، ولتحقيق ذلك استخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي باستخدام التصميم التجريبي لمجموعتين ضابطة وتجريبية، وأشارت نتائج الدراسة إلى وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المتوسطات الحسابية لاستجابات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

عمليات العلم المراد تنميتها لدى عينة البحث

تحددت عمليات العلم المراد تنميتها لدى عينة البحث بعد مراجعة عدد من الدراسات التي تناولت تنمية عمليات العلم كدراسات (القيسي، ٢٠٢٠؛ الشقران، ٢٠١٩)، ودراسات (Nurulwati et al, 2021; Solé-Llussà et al, 2021; Darmaji et al, 2019; Mulyeni et al, 2019; Winarti et al,2019)، على النحو الآتي:

١. التعريف الإجرائي، ويعني تحديد المفهوم أو المصطلح العلمي أو الظاهرة العلمية بأوصاف يمكن أن تُقاس أو تُلاحظ.

٢. وضع الفرضيات، ويعني تقديم تفسيرات محتملة للمشكلة موضع البحث، وهذه التفسيرات تحتاج إلى التأكد من صحتها أو عدم صحتها.

٣. ضبط المتغيرات، ويعني تحديد المتغيرات المستقلة والتابعة والتي تحتاج إلى ضبط لتنفيذ الاستقصاء المقترح.

٤. تفسير البيانات، ويعني توضيح وشرح النتائج وربطها بأسبابها الحقيقية.

الإجراءات المنهجية للبحث

أولًا: معايير تصميم بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض – مرتفع)

توضح المعايير الاعتبارات التي على أساسها تُصمم وتُطور البرامج التعليمية التكنولوجية وبناء عليها يُحكم على جودة البرامج التعليمية التكنولوجية (خميس،

٢٠٠٧). ولتصميم بيئة التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض – مرتفع)، تم اعتماد معايير تصميم بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ووفقًا لمستوى السعة العقلية للمتعلمين (السلمي والجندي، ٢٠٢٤)، والتي تتكون من ستين معيارًا تندرج تحت خمسة مجالات هي: مجال التوثيق والضوابط التي تحكم بيئة تعلم ذكية، ومجال تصميم أدوات التعلم الذكي في بيئة تعلم ذكية، ومجال توظيف تحليلات التعلم في بيئة تعلم ذكية، ومجال تصميم مصادر التعلم في بيئة تعلم ذكية، ومجال تصميم مكونات وعناصر بيئة تعلم ذكية؛ كونها الأنسب لمتغيرات البحث.

ثانيًا: التصميم التعليمي لبيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض – مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة

للتصميم التعليمي دور أساسي في تحقيق الأهداف التعليمية المرجوة، من خلال تنظيم العوامل المؤثرة في عمليتي التعليم والتعلم، ووصف الإجراءات المناسبة التي يتخذها المصمم التعليمي لتحقيق الأهداف التعليمية، كما يضمن التصميم التعليمي كفاءة الموقف التعليمي حيث إن التصميم والتخطيط المسبق للموقف التعليمي يتيح للمصمم التعليمي تحديد المشكلات قبل وقوعها ومن ثم تلافيها ما يساعد على توفير الوقت والجهد والنفقات التي قد تُنفق في التطبيق العشوائي للمواقف التعليمية (محمد، ٢٠١١).

وعليه فقد تم الاطلاع على عدد من نماذج التصميم التعليمي بهدف مراجعتها، منها: نموذج محمد خميس (٢٠٠٧)، ونموذج محمد الدسوقي (٢٠١٤)، ونموذج حسنين وآخرون (٢٠١٩)، ونموذج جاد الرب (٢٠٢٣)، ونموذج (Rosmansyah et al., 2023)، ونموذج (Chaeruman e al., 2020)، ونموذج التصميم التعليمي العام ADDIE، وبعد مراجعة مراحلها تبنت الباحثة نموذج ADDIE كونه النموذج الأكثر شيوعًا واستخدامًا وانبثقت منه معظم نماذج التصميم التعليمي الأخرى، حيث يشتمل نموذج ADDIE على خمس مراحل هي: التحليل، التصميم، التطوير، التطبيق، التقويم (Allen, 2006).

وجاء التصميم التعليمي لبيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض – مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية وفقًا لنموذج التصميم العام ADDIE على النحو الآتي:

المرحلة الأولى: مرحلة التحليل

١. تحديد الهدف العام

حُدد الهدف العام من تصميم بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) بأنه: تنمية عمليات العلم لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة.

٢. تحليل خصائص الطالبات

تحددت خصائص الطالبات وهن عينة حجمها ستون طالبة من طالبات المرحلة الثانوية المسجلات لمقرر الفيزياء ١

بالمدرسة الخامسة والتسعون الثانوية بمحافظة جدة، ينتمين لنفس الفئة العمرية، ولهن خبرة سابقة جيدة في استخدام الحاسب الآلي فقد اجتزن مقرر التقنية الرقمية (١-١) للفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ١٤٤٥هـ، وبينهن تجانس عقلي ومهاري ظهر من خلال نتائج المجموعتين في التطبيق القبلي لأداة البحث اختبار عمليات العلم.

٣. تحديد المهارات المراد تنميتها لدى الطالبات

تحددت عمليات العلم عمليات العلم: التعريف الإجرائي، وضع الفرضيات، ضبط المتغيرات، وتفسير البيانات لتنميتها لدى عينة البحث.

٤. تحديد واقع الموارد والمصادر المتاحة

أُجري مسح شامل للمصادر التعليمية الخاصة بتدريس فصل القوى في بعدين باستخدام بيئة تعلم ذكية، حيث يتوفر لدى المدرسة مركز مصادر تعلم مجهز بثلاثين جهاز حاسب آلي متصل بشبكة الإنترنت كما يتوفر بالمركز سبورة إلكترونية وجهاز Data Show.

المرحلة الثانية: مرحلة التصميم

١. صياغة الأهداف التعليمية

صيغت الأهداف التعليمية لمواضيع فصل القوى في بعدين في مقرر الفيزياء١ بصورة محددة في:

- أن تحسب الطالبة مجموع متجهين أو أكثر في بعدين بطريقة الرسم.

- أن تحدد الطالبة مركبتي كل متجه.

- أن تحسب الطالبة مجموع متجهين أو أكثر جبريًا، وذلك بجمع مركبات المتجهات.

- أن تُعرِّف الطالبة قوة الاحتكاك.

- أن تميز الطالبة بين الاحتكاك السكوني والاحتكاك الحركي.

- أن تحدد الطالبة القوة التي تسبب الاتزان عندما تؤثر ثلاث قوى في جسم ما.

- أن تحلل الطالبة حركة جسم على سطح مائل.

٢. تصميم الاستراتيجية التعليمية

تحددت استراتيجية التعلم الذاتي كاستراتيجية تعلم داخل البيئة حيث يُتاح للطالبة تحديد أهداف التعلم والتخطيط لعملية تعلمها وفق جدول زمني والتقويم الذاتي والمراقبة الذاتية وطرح الأسئلة والاستفسارات واستخدام استراتيجيات تعلم ما وراء المعرفة من خلال الأدوات التي توفرها البيئة، كما توفر البيئة تنوعًا في مواد ومصادر التعلم وطرق التقويم وطرق تقديم الدعم والمساعدة.

٣. تصميم المحتوى التعليمي

قُسم المحتوى التعليمي في بيئة التعلم الذكية إلى قسمين القسم الأول عن المهارات المراد تنميتها لدى الطالبات داخل البيئة تمثلت في فيديوهات مقدمة على شكل وايت بورد انيميشن توضح للطالبة بطريقة مبسطة وجذابة ماهي عمليات العلم ومتى وكيف تطبق، والقسم الثاني عن مواضيع الفصل الخامس (القوى في بعدين) في مقرر الفيزياء١ وتم تنظيمها وفقًا لتقسيم الدروس الصادر من وزارة التعليم على النحو الآتي:

- الدرس الأول: موضوع المتجهات

- الدرس الثاني: موضوع الاحتكاك

- الدرس الثالث: موضوع القوة والحركة في بعدين

حيث تضمن كل موضوع العناصر الآتية:

- التهيئة والاستعداد: تم تصميم فيديو على شكل موشن جرافيك لتهيئة الطالبة لموضوع الدرس ومساعدتها على ربط المعلومات القديمة بالمعلومات الجديدة.

- دراسة موضوع الدرس: يُقدم الموضوع على شكل فيديو تعليمي الذي يبدأ بعرض الأهداف التعليمية وشرح المفاهيم والقوانين التي يغطيها الموضوع وتقديم أمثلة توضيحية لها بالإضافة إلى أمثلة تطبيقية لعمليات العلم، كما روعي تقديم المحتوى بشكل مجزأ ومبسط للمجموعة ذات السعة العقلية المنخفضة مع تقديم خريطة مفاهيمية توضح العلاقات بين مفاهيم الدرس المجزأة تُقدم كسقالات تعليمية بداية كل فيديو.

- ملخص ختامي: صمم الملخص بطريقة الانفوجرافيك الذي يسمح بمعالجة كمية كبيرة من المعلومات بطريقة جذابة وبسيطة.

- إثراء: تم تقديم روابط لمصادر تعلم خارجية مرتبطة بالأهداف التعليمية لتلبية احتياجات الطالبة من الاستزادة المعرفية نحو موضوعات البيئة.

- الأنشطة التعليمية: تنوعت الأنشطة التعليمية المقدمة لتعزيز فهم الطالبة لموضوع الدرس.

- التقويم البنائي: بعد الانتهاء من دراسة الموضوع يتم تقويم الطالبات لقياس مدى تحقيق الأهداف التعليمية الجزئية الخاصة بموضوع الدرس.

- الدعم والمساعدة: تنوع تقديم الدعم في البيئة حيث شمل تقديم تغذية راجعة مخصصة وتعليمات مساعدة عند حل الأنشطة التعليمية وتلميحات عند التعامل مع عناصر البيئة وأدوات للإجابة عن الأسئلة والاستفسارات.

٤. تصميم أنشطة التعلم

صُممت الأنشطة التعليمية بحيث تُلائم المحتوى التعليمي والأهداف التعليمية وتراعي الفروق الفردية لدى الطالبات، حيث تنوعت الأنشطة التعليمية بين الألعاب التعليمية ونموذج فراير واستراتيجية تعلم ما وراء المعرفية كجدول التعلم الذاتي KWL، ومسائل تدريبية، وأنشطة لممارسة عمليات العلم فردية وجماعية لتعزيز التعلم التعاوني على منتدى النقاش.

٥. تصميم أدوات تقويم التعلم

صُمم شكلان لتقويم تعلم الطالبات داخل البيئة، تقويم بنائي نهاية كل موضوع لقياس مدى تحقيق الطالبة للأهداف التعليمية الجزئية الخاصة بالدرس، وتقويم نهائي بعد دراسة كافة مواضيع البيئة لقياس مدى تحقيق الطالبة للأهداف التعليمية للبيئة، وروعي في تصميم أدوات التقويم التدرج من السهولة إلى الصعوبة وأن يكون التقويم متنوعًا وشاملًا.

٦. تصميم نماذج أولية لعناصر ومكونات بيئة التعلم الذكية

تم تصميم نماذج أولية لتكوين صورة متكاملة عن البيئة وتحديد مكوناتها وعناصرها قبل البدء بعملية البرمجة والتحقق من سهولة الاستخدام وإجراء التعديلات اللازمة لتلافي الأخطاء قبل مرحلة التطوير.

٧. تحديد لغات البرمجة وبرامج إنتاج المحتوى التعليمي

برامج إنتاج المحتوى وتصميم الوسائط:

- برنامج Camtasia 2022: لتصميم الفيديوهات التعليمية.

- برنامج Canva: لتصميم الانفوجرافيك وخرائط المفاهيم.

- برنامج Scribe: لتصميم وايت بورد انيميشن.

- برنامج After Effects: لتصميم الموشن جرافيك.

- برنامج Educandy: لتصميم الألعاب التعليمية.

- برنامج Snagit: لتصميم دليل الاستخدام.

- برنامج PowerPoint: لتصميم النماذج الأولية وإعداد شرائح الفيديوهات التعليمية.

لغات البرمجة المستخدمة في بناء البيئة:

- C sharp (C#): لغة البرمجة المعتمدة من قبل شركة مايكروسوفت للعمل مع إطار عمل ASP MVC Core.

- Hypertext Markup Language (HTML): لإنشاء هيكلية الصفحات للبيئة.

- ASP NET MVC Core: إطار العمل المستخدم لإنشاء البيئة.

- JavaScript: لإضفاء التفاعلية على صفحات البيئة.

- SQL Server: لتخزين البيانات والتعامل معها كإضافتها أو الاستعلام عنها أو تعديلها أو حذفها.

- Cascading Style Sheet (CSS): لإضافة التصميم على البيئة مثل أحجام الخطوط وألوانها والتحكم في ألوان الواجهات والمدخلات ومحاذاتها.

- Bootstrap: مكتبة خارجية تعتمد على كل من CSS وJavascript لكتابة أكواد تنسيق وتصميم الصفحات بأوامر مسبقة البرمجة.

- Microsoft Azure: خدمة استضافة وتخزين سحابية لاستضافة البيئة بعد تطويرها.

- Entity Framework: أداة من مايكروسوفت لتسهيل ربط العلاقات بين الكيانات أو بين الجداول واستخراج البيانات بشكل أسهل.

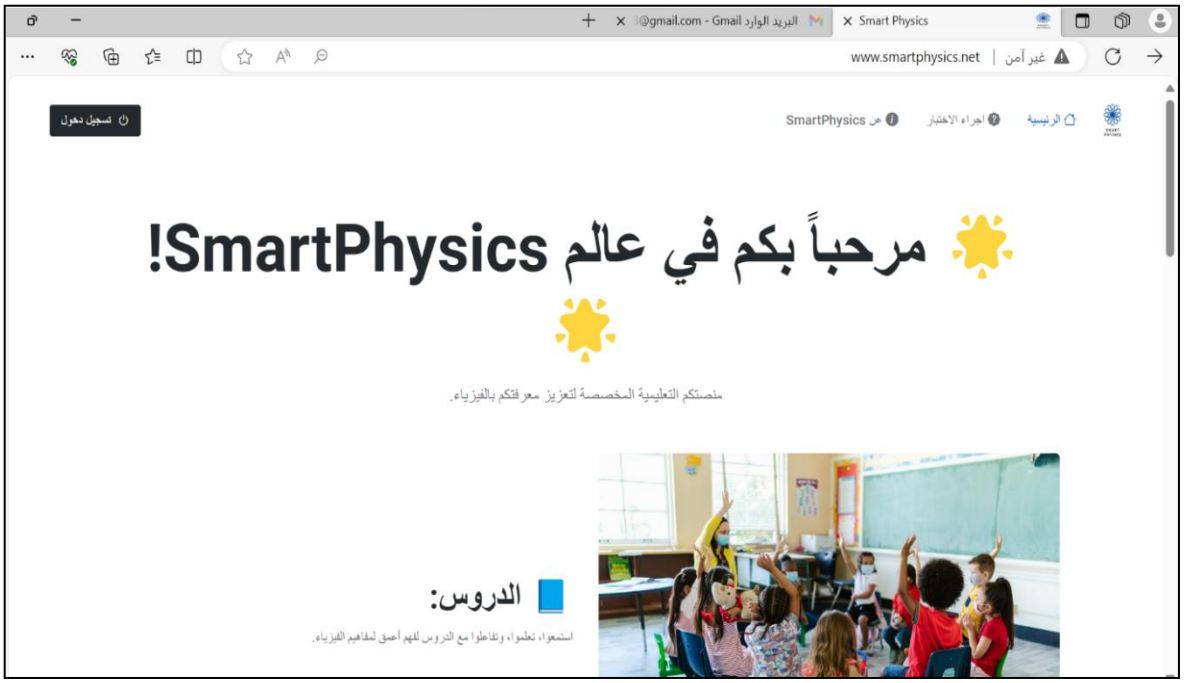
المرحلة الثالثة: مرحلة التطوير

١. تطوير بيئة التعلم الذكية

تم ترجمة تصميم بيئة التعلم الذكية عمليًا وتطويرها وحجز اسم ومساحة للبيئة من شركة الاستضافة SmarterASP.NET، كما تم تحديد نطاق URL الخاص بالبيئة ليكون http://smartphysics.net/، حيث روعي أن تحمل البيئة اسمًا مختصرًا ومناسبًا للفئة المستهدفة.

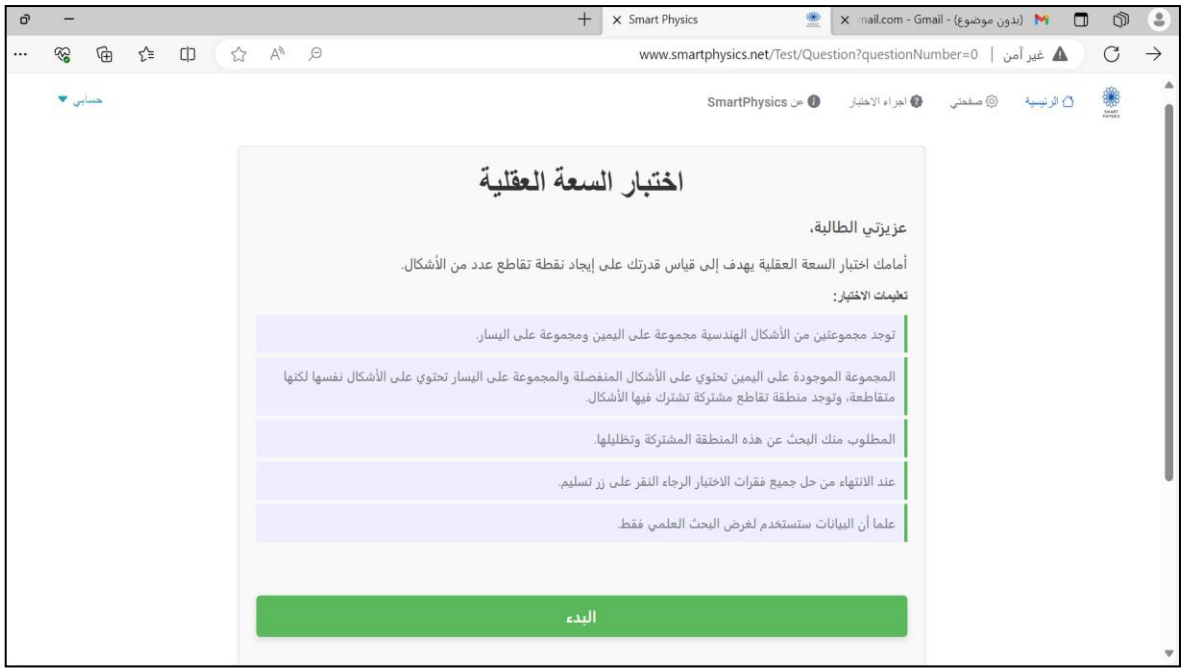
وفيما يلي أبرز عناصر البيئة:

- شاشة البداية: تبدأ البيئة بشاشة ترحيبية تحمل أيقونات للتعريف بالبيئة والتسجيل للدخول وإجراء الاختبار كما يظهر في الشكل (١):



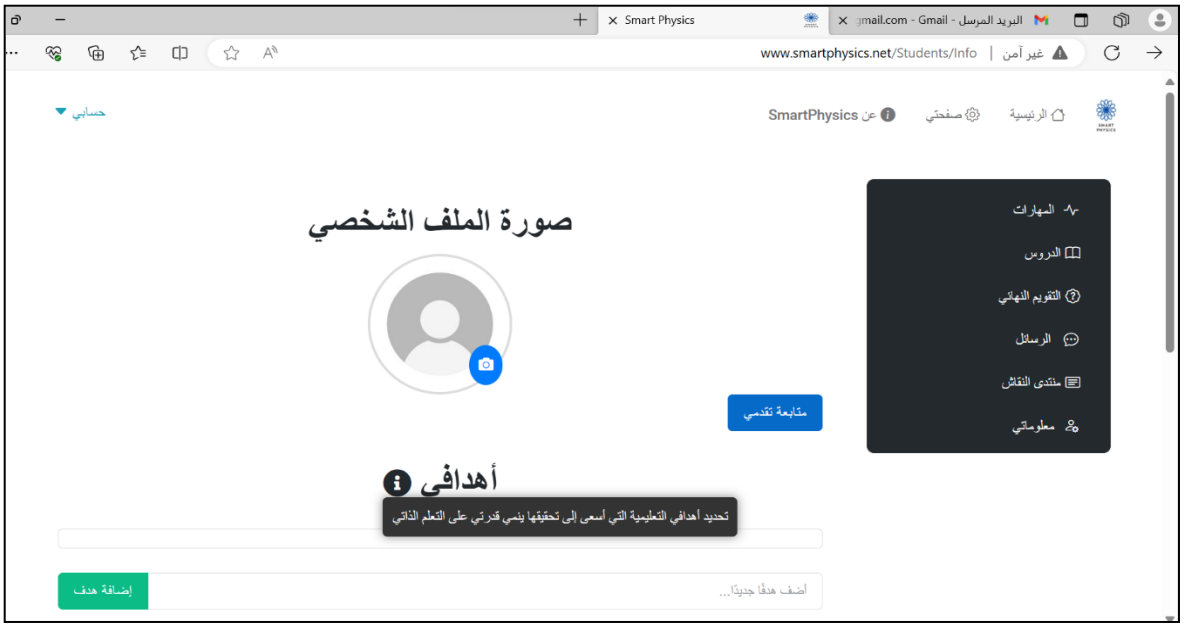
الشكل (١): شاشة بداية Smart Physics

- مستوى السعة العقلية: عند تسجيل الطالبة لأول مره يُطلب منها إكمال اختبار السعة العقلية لتحديد المسار التعليمي المناسب لها كما يظهر في الشكل (٢):



شكل (٢): اختبار السعة العقلية داخل Smart Physics

ـ الصفحة الشخصية: توفر البيئة صفحة شخصية لكل طالبة لتتناسب مع خصائص بيئات التعلم الذكية والشخصية كما تحتوي على أدوات توضيحية عند التعامل مع عناصر البيئة وأدوات للتعلم الذاتي كما يظهر في الشكل (٣):



شكل (٣): الصفحة الشخصية داخل Smart Physics

٢. إعداد دليل الاستخدام

تم إعداد دليل تعليمي لاستخدام Smart Physics، ورفع نسخة إلكترونية منه على البيئة.

٣. تحكيم بيئة التعلم الذكية

بعد الانتهاء من تطوير البيئة تم تحكيمها من خلال عرضها على مجموعة من محكمين من ذوي الخبرة والاختصاص لتقييم البيئة من خلال معايير تصميم بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ووفقًا لمستوى السعة العقلية للمتعلمين (السلمي والجندي، ٢٠٢٤)، حيث جاء المتوسط الحسابي لنتائج تحكيم بيئة التعلم الذكية بلغ ١,٨٨، ما يعني أن درجة توافر المعايير كبيرة، وعلى ذلك تم اعتبار البيئة صالحة للتطبيق ومناسبة للاستخدام من قبل العينة الأساسية للبحث.

٤. إعداد أداة القياس

للتحقق من الهدف العام من تصميم البيئة تم إعداد اختبار عمليات العلم والتحقق من صدقه وثباته كما تم توضيحه بالتفصيل في الجزء الخاص بأدوات البحث.

المرحلة الرابعة: مرحلة التطبيق

١. التطبيق التجريبي

تم التطبيق التجريبي لاستخدام البيئة على عينة استطلاعية من خارج العينة الأساسية قوامها ٨ طالبات من طالبات المرحلة الثانوية بالمدرسة الخامسة والتسعون الثانوية بمحافظة جدة المسجلات لمقرر

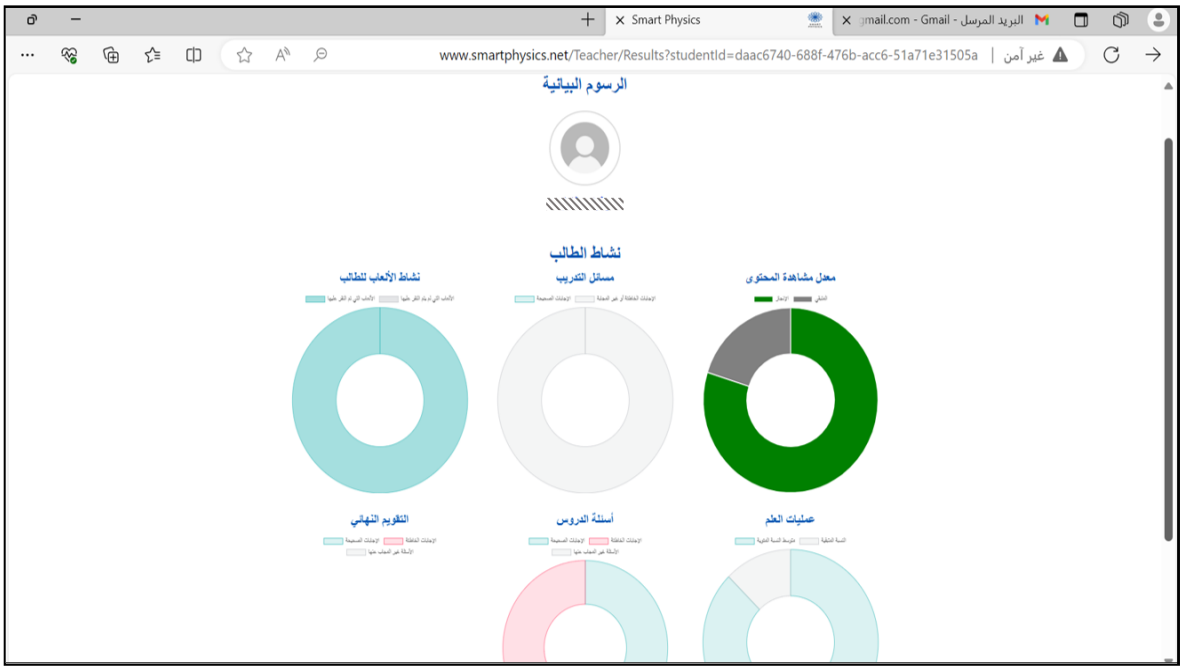
الفيزياء ١ للعام الدراسي ١٤٤٥، حيث تم إعداد بيانات دخول خاصة بالعينة الاستطلاعية وإعداد نموذج ملاحظة للتحقق من سهولة الاستخدام ووضوح المحتوى وسلامة الروابط والوسائط داخل البيئة وتحديد مشكلات الاستخدام، وقد تبين بعد مراقبة تفاعل الطالبات مع البيئة سهولة تسجيل بيانات الدخول، والوصول لكامل محتويات البيئة، والتفاعل مع عناصر البيئة وأدوات التعلم الذاتي بشكل ممتاز، ووضوح المحتوى وسلامة الروابط والوسائط.

كما تم تطبيق اختبار عمليات العلم على عينة استطلاعية كما تم توضيحه بالتفصيل في الجزء الخاص بأدوات البحث.

٢. التطبيق الفعلي

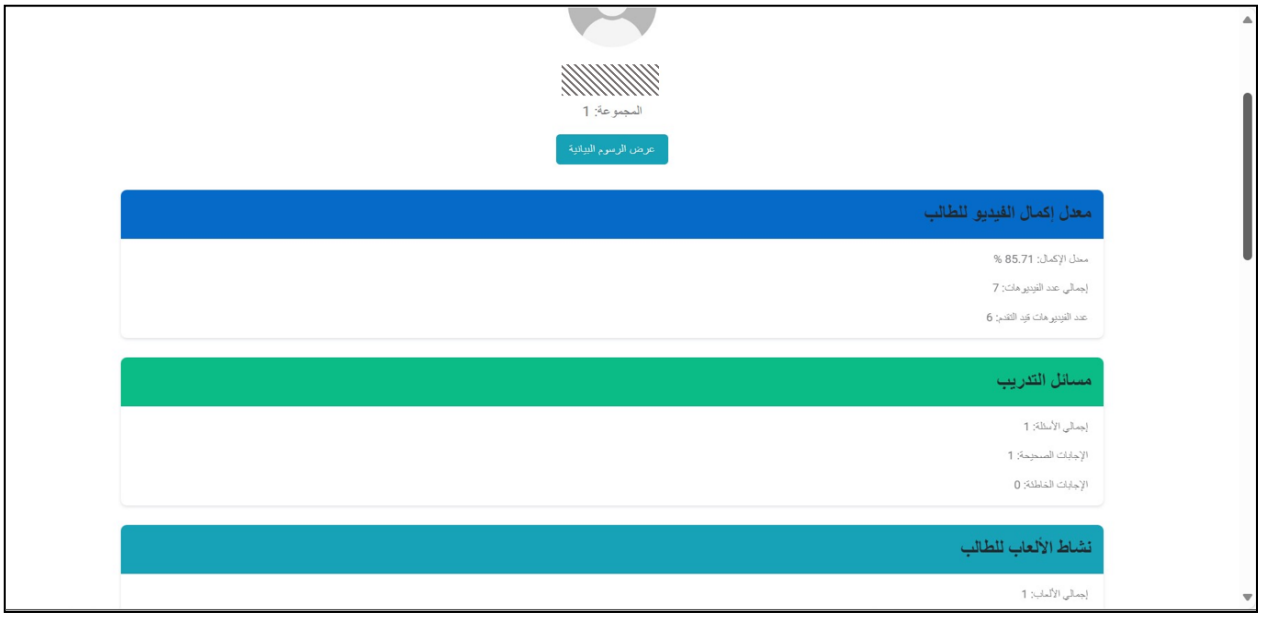
بعد الانتهاء من التطبيق التجريبي وإعداد النسخة النهائية من اختبار عمليات العلم والإخراج النهائي لبيئة التعلم الذكية، تم إعداد بيانات الدخول للعينة الأساسية للبحث حيث تم التطبيق الفعلي لاستخدام بيئة التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) وجمع البيانات على مدى عشر حصص دراسية من الفصل الثاني للعام الدراسي ١٤٤٥هـ..

ويوضح الشكل (٤) تحليلات التعلم التي قدمتها البيئة بعد بدء التطبيق الفعلي حيث تخصص البيئة لكل طالبة لوحة معلومات عن مدى إكمالها لمواد التعلم ومستوى أدائها في عمليات العلم والأنشطة التعليمية ودرجاتها في التقويم البنائي والنهائي على شكل رسوم بيانية سهلة القراءة:



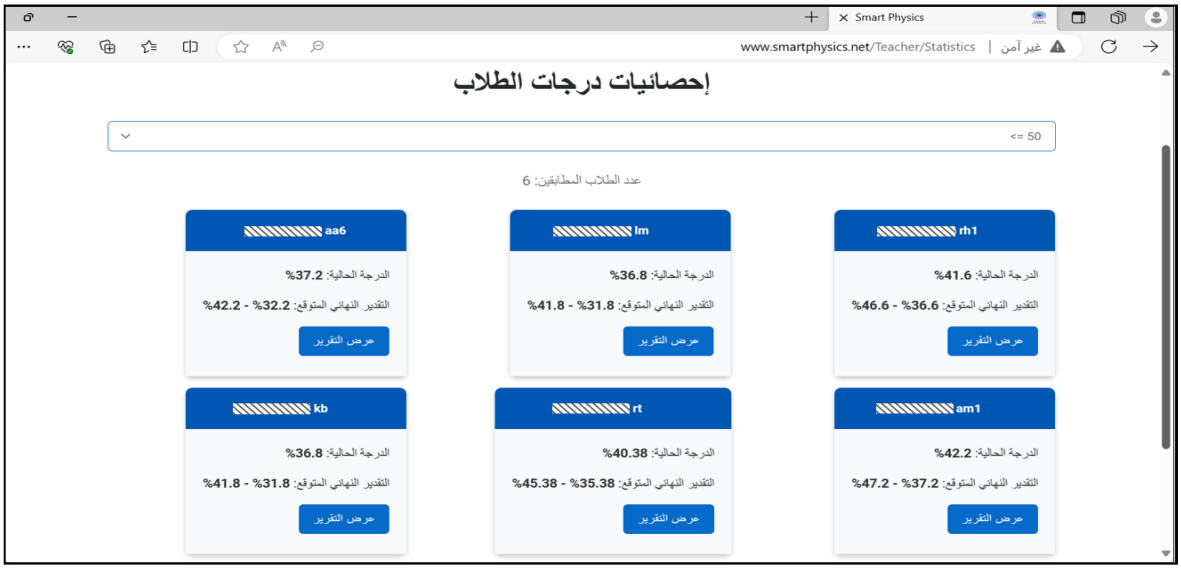
شكل (٤): لوحة معلومات الطالبة داخل Smart Physics

كما قدمت البيئة تحليلات التعلم عن كل طالبة تبين مدى إكمالها لمواد التعلم ومستواها في عمليات العلم والأنشطة التعليمية ودرجاتها في التقويم البنائي والنهائي ومدة الجلسات التعليمية على شكل تقارير إحصائية، ويوضح الشكل (٥) بعض من هذه التفاصيل:



شكل (٥): تحليلات التعلم داخل Smart Physics

ويوضح الشكل (٦) التقارير التي تتنبأ بالطالبات المعرضات للفشل حيث حددت البيئة ٦ طالبات من المتوقع أن يحصلن على خمسين في المئة أو أقل في التقويم النهائي:



شكل (٦): التنبؤ بالفشل داخل Smart Physics

المرحلة الخامسة: مرحلة التقويم

١. التقويم التكويني

تم إجراء التقويم التكويني في كل مرحلة من مراحل التصميم التعليمي من أجل إجراء التعديلات اللازمة.

٢. التقويم الختامي

تم إجراء التقويم الختامي من أجل التأكد من تحقيق الهدف العام من تصميم بيئة التعلم الذكية حيث تم تطبيق اختبار عمليات العلم على العينة الأساسية للبحث، وقياس أثر بيئة التعلم الذكية في تنمية عمليات العلم لدى طالبات المرحلة الثانوية.

ثالثًا: أدوات البحث

أ - اختبار عمليات العلم

أُعد اختبار عمليات العلم بهدف قياس درجة امتلاك عينة البحث لعمليات العلم (وضع الفرضيات، التعريف الإجرائي، ضبط المتغيرات، تفسير البيانات) في فصل القوى في بعدين من مقرر الفيزياء١. حيث تكون الاختبار من ٢٠ فقرة ولكل فقرة من فقرات الاختبار أربعة بدائل، منها بديل واحد صحيح. كما تم توزيع فقرات الاختبار على عمليات العلم (وضع الفرضيات، التعريف الإجرائي، ضبط المتغيرات، تفسير البيانات). وللتحقق من ضبط الأداة اتُّبع الآتي:

١. صدق المحكمين

تم عرض اختبار عمليات العلم في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين من ذوي الخبرة والاختصاص لعرض ملاحظاتهم حول صياغة فقرات الاختبار، ووضوحها، وارتباطها بالهدف العام للبحث، وتعديل واقتراح ما يلزم، وقد تمت مراعاة جميع ملاحظات المحكمين.

٢. تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية

تم تطبيق اختبار عمليات العلم على عينة استطلاعية من خارج العينة الأساسية للبحث قوامها ٣٩ طالبة من طالبات المرحلة الثانوية بالمدرسة الخامسة والتسعون الثانوية بمحافظة جدة المسجلات لمقرر الفيزياء ١ للعام الدراسي ١٤٤٥، من أجل التحقق من فهم الطالبات لجميع فقرات الاختبار والتأكد من وضوح تعليمات الاختبار وحساب زمن الاختبار وتعيين معاملات التمييز والصعوبة والتحقق من صدق وثبات الاختبار، وقد تبين للباحثة فهم الطالبات لفقرات الاختبار ووضوح تعليمات الاختبار، كما تم حساب زمن الاختبار من خلال المعادلة:

$$\text{زمن الاختبار} = \frac{\text{زمن إجابة الطالبة الأولى} + \text{زمن إجابة الطالبة الأخيرة}}{2}$$

$$= \frac{50+30}{2} = ٤٠ \text{ دقيقة}$$

مع إضافة خمسة دقائق لقراءة التعليمات ليصبح الزمن الكلي للاختبار ٤٥ دقيقة.

٣. تعيين معاملات التمييز والصعوبة

لإيجاد معاملات التمييز والصعوبة تم تحديد المجموعتين العليا والدنيا من العينة الاستطلاعية من خلال حساب ٢٧٪ من عدد العينة الاستطلاعية لتكون ١١ طالبة للمجموعة العليا و١١ طالبة للمجموعة الدنيا، حيث تراوحت معاملات الصعوبة لفقرات الاختبار بين ٠,٢٧ و٠,٥٩، كما أن معاملات التمييز تراوحت بين ٠,٢٧ و٠,٦٤، وجميعها قيم مقبولة حسب المعيار الذي أشار إليه عودة (٢٠١٤)، وعلى ذلك تم قبول جميع فقرات اختبار عمليات العلم.

٤. صدق الاختبار

تـم اسـتخدام معـاملات ارتبـاط بيرسـون Pearson (correlation coefficient) وذلـك لتقـدير معامـل الارتباط بين الفقرة والمحور الذي تندرج تحته الفقرة وبين المحور والدرجة الكلية للاختبار، حيث تراوحت قيم معـاملات الارتبـاط بـين الفقـرة والمحـور بـين ٠,٤٢٢ و٠,٨٢٠، وتراوحت قيم معاملات الارتباط بين المحور والدرجـة الكليـة للاختبـار ٠,٨٥٦ و٠,٩٠٣، وكلهـا قـيم ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالـة (٠,٠١)، وعلـى ذلك تم اعتبار الأداة صالحة للتطبيق على العينة الأساسية للبحث.

٥. ثبات الاختبار

للتحقق من ثبات اختبـار عمليـات العلـم تـم حسـاب معامـل ثبات الاستقرار، حيث تم تطبيـق طريقـة الاختبـار وإعـادة الاختبار (Test- retest) مع مراعاة وضع فـارق زمنـي مدته أسبوعان بـين الاختبـارين، كـذلك تـم حسـاب معامـل ثبـات الاتسـاق الـداخلي باسـتخدام معادلـة كـودر ريتشاردسـون- ٢٠ (Kuder Richardson- 20)، حيث تراوحت معاملات ثبات الاتساق الداخلي بـين ٠,٨٨ و٠,٩٢ ولعمليـات العلـم ككـل ٠,٩٣، كمـا تراوحـت معـاملات ثبـات الاسـتقرار بـين ٠,٧٩ و٠,٨٣ ولعمليـات العلم ككل ٠,٩٠، ممـا يـدل علـى أن الأداة تتمتـع بدرجـة جيدة من الثبات.

بـ ـ نموذج المقابلة شبه المقننة

أُعد نموذج المقابلة شبه المقننة بهدف معرفـة تصـورات الطالبـات نحـو اسـتخدام Smart Physics فـي تنميـة عمليات العلم في مقرر الفيزيـاء ١، حيث تكـون النمـوذج من أربعة أسئلة شبه مقننة لمعرفة تصورات عينة البحـث نحو Smart Physics في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء ١. وللتحقق من ضبط الأداة اتُّبع الآتي:

١. صدق المحكمين

تم عرض نموذج المقابلة شبه المقننة في صورته الأولية علـى مجموعـة مـن المحكمـين مـن ذوي الخبـرة والاختصاص لعرض ملاحظاتهم حول صياغة الأسئلة، ووضـوحها، وارتباطهـا بالهـدف العـام للبحـث، وتعـديل واقتـراح مـا يلـزم، وقـد تمـت مراعـاة جميـع ملاحظـات المحكمين.

٢. الموثوقية

تم الالتزام بعدد من الإجراءات أثناء وبعد المقابلة للحفـاظ على موثوقية الأداة على النحو الآتي:

- التسجيل الصوتي للمقابلات بعد أخذ الإذن مـن الطالبـات والتأكيد لهن بأن التسجيل سيستخدم فقط لأغراض البحـث العلمي وسيتم إتلافه فور تفريغه من الإجابات.

- تفريغ كل تسجيل إلى نص مكتوب لتجنـب الانتقائيـة فـي تسجيل البيانات.

- إطلاع الطالبات على الإجابات بعد تفريغها إلـى نصـوص مكتوبة للتأكد من مطابقة ما تم تدوينـه مـع مـا ورد أثنـاء المقابلة.

- بعد الانتهـاء مـن تحليـل البيانـات تـم عـرض إجـراءات المقابلة والنتائج ونموذج تشفير الإجابات علـى مجموعـة من المحكمين للتحقق من مصداقية النتائج وسلامة تفسير البيانات وضمان عدم تحيز الباحثة.

رابعًا: تجربة البحث

جاء التطبيق الميداني لتجربة البحث على النحو الآتي:

١. اختيار عينة البحث وتحديد مجموعتي البحث: تم تعيين عينة عشوائية ابتدائية قوامها ٧٠ طالبة (لتفادي أي نقص ممكن أن يحصل في أي من المجموعتين)، وإعداد بيانات الدخول الخاصة بهن وتسجيلهن في البيئة يوم الأحد الموافق ١٤٤٥/٧/٢هـ، حددت البيئة ٣٠ طالبة ذات سعة عقلية مرتفعة و٤٠ طالبة ذات سعة عقلية منخفضة، تم استبعاد عشر طالبات من ذوات السعة العقلية المنخفضة بشكل عشوائي، لتكون العينة الأساسية للبحث ٦٠ طالبة من طالبات المرحلة الثانوية بالمدرسة الخامسة والتسعون الثانوية بمدينة جدة المسجلات لمقرر الفيزياء ١، ٣٠ طالبة في المجموعة التجريبية الأولى (المجموعة ذات السعة العقلية المنخفضة)، و٣٠ طالبة في المجموعة التجريبية الثانية (المجوعة ذات السعة العقلية المرتفعة).

٢. تطبيق أدوات البحث قبليًا: قامت الباحثة بحصر طالبات المجموعتين التجريبيتين كما حددتهن البيئة وفقًا لمستوى السعة العقلية لديهن للتحقق من التكافؤ والتجانس بين المجموعتين، حيث تم التطبيق القبلي لأداة البحث اختبار عمليات العلم، وتم تصحيح الاختبار ورصد النتائج ومعالجتها إحصائيًا، حيث تم استخدام اختبار (ت) لعينتين مستقلتين Independent Samples t-test لتحديد دلالة الفرق بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية المنخفضة) ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة) في التطبيق القبلي لاختبار عمليات العلم، وقد تم التوصل إلى النتائج الموضحة جدول (٣):

جدول (٣): دلالة الفرق بين متوسط درجات المجموعة التجريبية الأولى ومتوسط درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي لاختبار عمليات العلم

	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	د.ح	قيمة "ت"	الدلالة Sig.	مستوى الدلالة
المجموعة التجريبية الأولى	٣٠	٢,٣٠	٠,١٩٠	٢٩	٠,٣٧٢	٠,٧١٢	غير دالة عند مستوى (٠,٠٥)
المجموعة التجريبية الثانية	٣٠	٢,٣٠	٠,١٨١				

ومن خلال قراءة الجدول (٣) يتضح أن مستوى الدلالة مساوياً لـ (٠,٧١٢)، وهذا يدل على عدم وجود فرق دال إحصائيا بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية المنخفضة) ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة) في التطبيق القبلي لاختبار عمليات العلم عند

مستوي الدلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥)، وبالتالي فإن المجموعتين التجريبيتين (التجريبية الأولى والتجريبية الثانية) متكافئتان، وأي اختلاف يحدث في التطبيق البعدي يرجع إلى مادة المعالجة التجريبية المستخدمة.

٣. تطبيق المعالجة التجريبية: تم استخدام بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض-مرتفع) لدى عينة البحث لتنمية مهارات عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ بداية من يوم الثلاثاء الموافق ١٤٤٥/٧/٤هـ على مدى سبع حصص دراسية من الفصل الثاني للعام الدراسي ١٤٤٥هـ..

٤. تطبيق أداة البحث بعديًا: تم التطبيق البعدي لأداة البحث اختبار عمليات العلم لقياس أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض-مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١، وتم تصحيح الاختبار ورصد النتائج تمهيدًا لإجراء المعالجة الإحصائية.

٥. إجراء المقابلة شبه المقننة وجمع البيانات النوعية: أجرت الباحثة مقابلة شبه مقننة مع خمس طالبات من عينة البحث بعد انتهاء تجربة البحث للتعرف على تصوراتهن نحو استخدام بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض-مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١، حيث تراوحت مدة المقابلة مع كل طالبة من ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة تم خلالها طرح الأسئلة وتسجيل الإجابات.

خامسًا: جمع البيانات وتحليلها

أ ـ البيانات الكمية

١. جمع البيانات: تم تطبيق اختبار عمليات العلم قبل وبعد إجراء المعالجة التجريبية على العينة الأساسية للبحث.

٢. تحليل البيانات: تم استخدام برنامج SPSS (Statistics Package For Social Science) لتحليل البيانات الكمية على النحو الآتي:

- اختبار ت T-test لعينتين مرتبطتين Paired (Sample T-Test).

- اختبار ت T-test لعينتين مستقلتين Independent (Samples T-Test).

- معادلة إيتا لحساب حجم الأثر.

بـ ـ البيانات النوعية

١. جمع البيانات: تم إجراء مقابلة شبه مقننة مع خمس طالبات من عينة البحث بعد انتهاء المعالجة التجريبية، حيث تراوحت مدة المقابلة مع كل طالبة من ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة تم خلالها طرح الأسئلة وتسجيل الإجابات. كما حرصت الباحثة خلال إجراء المقابلة على البدء بتعريف الباحثة عن نفسها وبالهدف من إجراء المقابلة وأن يكون الجو العام للمقابلة ودي وإيجابي كما التزمت الباحثة بقراءة أسئلة المقابلة على كل الطالبات بنفس الصياغة وبنفس الترتيب.

٢. تحليل البيانات: تم اتباع نموذج اري وآخرون (Ary et al, 2010) على النحو الآتي:

- تنظيم البيانات: تم تجميع البيانات في صورتها الأصلية من خلال التسجيل الصوتي ثم تفريغه كنص مكتوب وللوصول إلى فهم عميق للبيانات تمت قراءة النص قراءة متكررة ومتأنية بعدها تم تصنيف البيانات من خلال

إعطاء عناوين للأجزاء ذات المعنى في إجابات الطالبات ولأن عدد الطالبات قليل قامت الباحثة بتصنيف إجاباتهن بشكل يدوي.

- ترميز البيانات: من خلال إعادة قراءة البيانات التي تم تصنيفها وإضافة ملاحظات الباحثة عليها تم دمج العناصر المتشابهة لتكون موضوعات مختارة بشكل أولي وتنقيحها مرة أخرى لتكون الموضوعات النهائية.

- تفسير البيانات وتمثيلها: تم تفسير البيانات التي تم الحصول عليها من المرحلة السابقة من خلال إيجاد العلاقات بين إجابات الطالبات مع التركيز على الأفكار الأكثر تكرارًا مع اقتباس لإجابات الطالبات.

سادسًا: الأساليب الإحصائية

أُستخدمت الرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (Statistics Package For Social Science) والتي تُعرف باسم SPSS حيث تم استخدام الأساليب الإحصائية الآتية:

١. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية.

٢. معامل ارتباط بيرسون Pearson correlation (coefficient) للتحقق من الصدق البنائي (الاتساق الداخلي) لأداة البحث اختبار عمليات العلم.

٣. معامل التمييز والصعوبة لاختبار عمليات العلم.

٤. معامل ارتباط بيرسون Pearson correlation (coefficient) لحساب ثبات استقرار اختبار عمليات العلم.

٥. معادلة كودر ريتشاردسون- ٢٠ (Kuder Richardson- 20)لحساب ثبات اختبار عمليات العلم.

٦. اختبار ت T-test لعينتين مرتبطتين Paired (Sample T-Test) لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية الأولى قبليًا وبعديًا في اختبار عمليات العلم، ولتحديد دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية الثانية قبليًا وبعديًا في اختبار عمليات العلم.

٧. اختبار ت T-test لعينتين مستقلتين Independent (Samples T-Test) لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية الأولى ومتوسطات المجموعة التجريبية الثانية في التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم.

٨. معادلة إيتا لحساب حجم الأثر.

عرض نتائج البحث وتفسيرها مناقشتها

أولًا: سؤال البحث الأول

نص السؤال الأول على: "ما أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة؟".

وللإجابة عن السؤال الأول، تم اختبار صحة الفرضية الأولى للبحث والتي تنص على أنه: "لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية المنخفضة) قبليًا وبعديًا في اختبار عمليات العلم". ولاختبار هذه الفرضية استخدمت الباحثة اختبار "ت" (Paired Sample T-Test) للمقارنة بين عينتين مترابطتين، لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية

المنخفضة) في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمليات العلم، وقد تم التوصل إلى النتائج الموضحة بجدول (٤):

جدول (4): دلالة الفروق بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمليات العلم

مستوى الاختبار	التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	د.ح	قيمة "ت"	الدلالة.Sig	مستوى الدلالة
وضع الفرضيات	قبلي	٣٠	٢,٢٧	٠,٦٤٠	٢٩	-١١,٥٠	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	بعدي	٣٠	٣,٨٠	٠,٤٠٧				
التعريف الإجرائي	قبلي	٣٠	٢,٣٧	٠,٥٥٦	٢٩	-١١,١٩	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	بعدي	٣٠	٣,٧٣	٠,٤٥٠				
ضبط المتغيرات	قبلي	٣٠	٢,٣٠	٠,٥٣٥	٢٩	-١٢,٠٤	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	بعدي	٣٠	٣,٨٠	٠,٤٠٧				
تفسير البيانات	قبلي	٣٠	٢,٢٧	٠,٤٥٠	٢٩	-٢٣,٦٤	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	بعدي	٣٠	٤,٧٣	٠,٤٥٠				
الاختبار ككل	القبلي	٣٠	٢,٣٠	٠,١٩٠	٢٩	-١٠٨,٧٨	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	البعدي	٣٠	٤,٠١	٠,١٧٢				

من قراءة الجدول (٤) يتضح أن قيم اختبار ت بلغت على الترتيب: -١١,٥٠، -١١,١٩، -١٢,٠٤، -٢٣,٦٤، -١٠٨,٧٨، وجميعها قيم ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية المنخفضة في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمليات العلم (وضع الفرضيات، التعريف الإجرائي، ضبط المتغيرات، تفسير البيانات، الاختبار ككل)، وكانت جميع الفروق لصالح التطبيق البعدي.

ومن النتائج السابقة تم رفض الفرضية الأولى وقبول الفرضية البديلة التي تنص على أنه: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية المنخفضة) قبليًا وبعديًا في اختبار عمليات العلم لصالح التطبيق البعدي".

وللتحقق من أثر بيئة التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية، قامت الباحثة باستخدام معادلة إيتا لحساب حجم الأثر:

$\mu^2 = \frac{t^2}{t^2+(n-1)}$، حيث تمثل (t) قيمة ت المحسوبة، و(n) عدد أفراد العينة. ويستدل على حجم الأثر من خلال قيمة مربع إيتا التي لها ثلاث مستويات:

- إذا كانت ٠,٠١ < μ^2 < ٠,٠٦ فإن حجم الأثر يكون صغيرًا.

- إذا كانت ٠,٠٦ <μ^2> ٠,١٤ فإن حجم الأثر يكون متوسطًا.

- إذا كانت ٠,١٤ <μ^2> فإن حجم الأثر يكون كبيرًا.

وعليه فإن حجم الأثر بالنسبة للفرضية السابقة بلغ (٠,٩٩٧) وهذا يعنى أن حجم الأثر كبير لبيئة التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية.

ثانيًا: سؤال البحث الثاني

نص السؤال الثاني على: "ما أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة؟".

وللإجابة عن السؤال الثاني، تم اختبار صحة الفرضية الثانية للبحث والتي تنص على أنه: "لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة) قبليًا وبعديًا في اختبار عمليات العلم". ولاختبار هذه الفرضية استخدمت الباحثة اختبار "ت" (Paired Sample T-Test) للمقارنة بين عينتين مترابطتين، لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة) في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمليات العلم، وقد تم التوصل إلى النتائج الموضحة بجدول (٥):

جدول (٥): دلالة الفروق بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمليات العلم

مستوى الاختبار	التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	د.ح	قيمة "ت"	الدلالة.Sig	مستوى الدلالة
وضع الفرضيات	قبلي	٣٠	٢,٢٧	٠,٥٨٣	٢٩	-٢٠,٧٠	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	بعدي	٣٠	٤,٨٤	٠,٣٧٩				
التعريف الإجرائي	قبلي	٣٠	٢,٣٧	٠,٤٩٠	٢٩	-٢١,٢٨	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	بعدي	٣٠	٤,٨٠	٠,٤٠٧				
ضبط المتغيرات	قبلي	٣٠	٢,٣٣	٠,٥٤٧	٢٩	-٢٣,٩٢	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	بعدي	٣٠	٤,٨٣	٠,٣٧٩				
تفسير البيانات	قبلي	٣٠	٢,٢٧	٠,٤٥٠	٢٩	-٢٩,٤٢	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	بعدي	٣٠	٤,٩٠	٠,٣٠٥				
الاختبار ككل	القبلي	٣٠	٢,٣٠	٠,١٨١	٢٩	-١٠٩,٣	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	البعدي	٣٠	٤,٨٤	٠,١٦٧				

من قراءة الجدول (٥) يتضح أن قيم "ت" بلغت على الترتيب: -٢٠,٧٠، -٢١,٢٨، -٢٣,٩٢، -١٠٩,٣، وجميعها قيم ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمليات العلم (وضع الفرضيات، التعريف الإجرائي، ضبط المتغيرات، تفسير البيانات، الاختبار ككل)، وكانت جميع الفروق لصالح التطبيق البعدي.

ومن النتائج السابقة تم رفض الفرضية الثانية وقبول الفرضية البديلة التي تنص على أنه: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة) قبليًا وبعديًا في اختبار عمليات العلم لصالح التطبيق البعدي".

وللتحقق من أثر بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية، قامت الباحثة باستخدام معادلة إيتا السابقة لحساب حجم الأثر، حيث بلغ حجم الأثر بالنسبة للفرضية السابقة (٠,٩٩٩) وهذا يعنى أن حجم الأثر كبير لبيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (مرتفع) في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية.

ومن نتيجة السؤالين الأول والثاني نستنتج أن لبيئة التعلم الذكية القائمة على تحليلات التعلم ومستوى السعة العقلية (منخفض-مرتفع) أثر كبير في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية باختلاف مستوى السعة العقلية لديهن، وتعزو الباحثة ذلك إلى:

- بيئة التعلم الذكية بيئة ذاتية التعلم تتيح للطالبة التعلم بالوتيرة والوقت الخاص بها.

- تخصص البيئة المحتوى حسب مستوى السعة العقلية للطالبة.

- توفر بيئة التعلم الذكية التغذية الراجعة المخصصة بناء على تحليلات التعلم.

- تقوي أداة تحليلات التعلم (لوحة معلومات) من شعور الطالبة بتحمل المسؤولية تجاه تعلمها وتزيد من دافعيتها نحو التعلم.

- تقدم البيئة التدخل المناسب في الوقت المناسب للطالبات المتنبأ بفشلهن.

- بيئة التعلم الذكية بيئة تعلم شخصية تتيح للطالبات التواصل والتفاعل فيما بينهن وتتيح لهن المشاركة في بناء المعرفة كما تتيح لهن تنظيم عملية تعلمهن وتحديد أهداف تعلمهن.

- سهولة استخدام البيئة والإبحار بين مكونات البيئة وتنوع مواد ومصادر التعلم وطرق التقويم وتقديم الدعم.

- بيئة التعلم الذكية بيئة تعلم جذابة تقدم المحتوى باستخدام تقنيات تعليمية متنوعة كالألعاب التعليمية والموشن جرافيك والوايت بورد انيميشن والفيديو والانفوجرافيك.

- تعتمد عمليات العلم في تنميتها على الممارسة الكافية حيث مهدت البيئة عمليات العلم للطالبة من خلال التعريف بعمليات العلم المراد تنميتها (وضع الفرضيات، التعريف الإجرائي، ضبط المتغيرات، تفسير البيانات) والتوضيح بمتى وكيف تستخدم بطريقة مبسطة وجذابة باستخدام تقنية الوايت بورد انيميشن مع شمول كل موضوع من مواضيع البيئة الثلاث على أمثلة تطبيقية لكل عملية وإتاحة الفرصة للطالبة لممارسة عمليات العلم وفق سرعتها الذاتية، كما تستخدم البيئة جدول التعلم الذاتي كنشاط استهلالي بداية تعلم كل موضوع لتعزيز مهارة التساؤل والاستجواب الذاتي.

كما يمكن تفسير النتيجة من خلال نظريات التعلم على النحو الآتي:

- التخطيط السليم لعملية التعلم داخل البيئة بداية من تحديد الأهداف التعليمية وتنظيم المحتوى (مقدمة ووسط وملخص ختامي) ودعم المحتوى بالوسائط المتعددة والأنشطة التعليمية والمصادر الإثرائية وانتهاء بالتقويم لقياس مدى تحقيق الأهداف التعليمية بما يتوافق مع مبادئ النظرية السلوكية.

- عملت البيئة على تنشيط الخلفية المعرفية للطالبة من خلال ربط المعرفة السابقة بالمعلومات الجديدة بما يتوافق مع مبادئ النظرية المعرفية.

- تتمحور العملية التعليمية داخل البيئة حول الطالبة لتكون ذات دور إيجابي في عملية تعلمها كما يساهم تنوع الأنشطة التعليمية التي توفرها البيئة في إتاحة الفرصة للطالبة لتكوين المعرفة بنفسها بما يتوافق مع مبادئ النظرية البنائية.

- إتاحة الوصول لمحتوى البيئة من أي مكان وزمان وإتاحة التواصل والتفاعل بين الطالبات لتكوين المعرفة من خلال الأنشطة الجماعية وتوفير حيز للتعبير عن الذات من خلال منتدى النقاش بما يتوافق مع مبادئ النظرية الاتصالية.

- اعتماد البيئة على مبادئ نظرية الخصوصية المعاصرة من خلال تقديم التحليلات البصرية التي تعرض مؤشرات عن أداء الطالبات وتقدمهن في عملية التعلم والتحليلات التنبؤية التي تستفيد من بيانات أداء الطالبات وتفاعلهن مع البيئة.

تتفق هذه النتيجة مع نتائج عدد من الدراسات كدراسات (محمد، ٢٠٢٠؛ عبدالقوي والعشيري، ٢٠٢٠؛ عبدالرحمن والمحمدي، ٢٠١٩)، ودراسات (Oliveira et al., 2021; Karaoglan Yilmaz & Yilmaz, 2021).

ثالثًا: سؤال البحث الثالث

نص السؤال الثالث على: "ما أثر اختلاف مستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) في بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية بمحافظة جدة؟".

وللإجابة عن السؤال الثالث، تم اختبار صحة الفرضية الثالثة للبحث والتي تنص على أنه: "لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية المنخفضة) ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة) في التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم". ولاختبار هذه الفرضية استخدمت الباحثة اختبار (ت) لعينتين مستقلتين Independent Samples t-test، لتحديد دلالة الفروق بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية المنخفضة) ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة) في التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم، وقد تم التوصل إلى النتائج الموضحة بجدول (٦):

جدول (٦): دلالة الفروق بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى ومتوسط درجات المجموعة التجريبية الثانية في التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم

مستوى الاختبار	التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	د.ح	قيمة "ت"	الدلالة Sig.	مستوى الدلالة
وضع الفرضيات	المجموعة التجريبية الأولى	٣٠	٣,٨٠	٠,٠٧٤	٢٩	-١١,٥٤	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	المجموعة التجريبية الثانية	٣٠	٤,٨٣	٠,٠٦٩				
التعريف الإجرائي	المجموعة التجريبية الأولى	٣٠	٣,٧٣	٠,٠٨٢	٢٩	-١١,٢١	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	المجموعة التجريبية الثانية	٣٠	٤,٨٠	٠,٠٧٤				
ضبط المتغيرات	المجموعة التجريبية الأولى	٣٠	٣,٨٠	٠,٠٧٤	٢٩	-١٣,٦٧	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	المجموعة التجريبية الثانية	٣٠	٤,٨٣	٠,٠٦٩				
تفسير البيانات	المجموعة التجريبية الأولى	٣٠	٤,٧٣	٠,٠٨٢	٢٩	-٢,٨٩	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	المجموعة التجريبية الثانية	٣٠	٤,٩٠	٠,٠٥٦				
الاختبار ككل	المجموعة التجريبية الأولى	٣٠	٤,٠١	٠,٠٣١	٢٩	-٣٣,٧٨	٠,٠٠٠	دالة عند مستوى (٠,٠٥)
	المجموعة التجريبية الثانية	٣٠	٤,٨٤	٠,٠٣٠				

من قراءة الجدول (٦) يتضح أن قيم "ت" بلغت على الترتيب: -١١,٥٤، -١١,٢١، -١٣,٦٧، -٢,٨٩، -٣٣,٧٨، وجميعها قيم ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى والثانية لاختبار عمليات العلم (وضع الفرضيات، التعريف الإجرائي، ضبط المتغيرات، تفسير البيانات، الاختبار ككل)، وكانت جميع الفروق لصالح المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة).

ومن النتائج السابقة تم رفض الفرضية الثالثة وقبول الفرضية البديلة التي تنص على أنه: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الأولى (السعة العقلية المنخفضة) ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية الثانية (السعة العقلية المرتفعة) في التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم لصالح المجموعة التجريبية الثانية".

وللتحقق من أثر اختلاف مستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) في بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية، قامت الباحثة باستخدام معادلة إيتا السابقة لحساب حجم الأثر، حيث بلغ حجم الأثر بالنسبة للفرضية السابقة (٠,٩٧٥) وهذا يعنى أن حجم الأثر كبير لاختلاف مستوى السعة العقلية (منخفض- مرتفع) في بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١ لدى طالبات المرحلة الثانوية.

يمكن تفسير هذه النتيجة من خلال نظرية العبء المعرفي حيث إن للسعة العقلية دورًا أساسيًا في تجهيز المعلومات ومعالجتها داخل الذكرة فكلما ارتفعت السعة العقلية للطالبة زادت قدرتها على:

- تلخيص المعلومات وتنظيمها وحفظها في البنية المعرفية للطالبة.

- أداء العمليات بدرجة أفضل بسبب كفاءة معالجة المعلومات المستقبلة والمعلومات المسترجعة من الذاكرة طويلة المدى.

- دمج أكبر عدد من المعلومات اللازمة والمتاحة لحل مشكلة ما في أقل عدد من مخططات معرفية بما يحافظ على السعة العقلية للطالبة بلا حمل زائد.

الأمر الذي ينعكس على قدرة الطالبة على التعامل مع المعلومات المطلوبة لحل المشكلة.

تتفق هذه النتيجة مع نتائج عدد من الدراسات كدراسات (شعيب ويوسف، ٢٠٢٢؛ يونس،٢٠٢٢؛ إبراهيم ٢٠٢١)، وتختلف مع نتائج دراسة مرسي (٢٠٢١).

رابعًا: سؤال البحث الرابع

نص السؤال الرابع على: "ما تصورات الطالبات نحو استخدام Smart Physics في تنمية عمليات العلم في مقرر الفيزياء١؟".

وللإجابة عن السؤال الرابع، تم تحليل استجابات الطالبات المشاركات في المقابلة شبه المقننة وتم تعريفهن بالأحرف الأولى من أسمائهن وهن الطالبات: (ل) و(آ) و(م) و(ج) و(ر) وجاءت النتائج على النحو الآتي:

عند سؤال الطالبات عن رأيهن عما إذا كان لـ Smart Physics دور في تنمية عمليات العلم أجمعت الطالبات المشاركات في المقابلة على أن للبيئة دور إيجابي في تنمية عمليات العلم بنسبة ١٠٠٪ وذلك من وجهة نظرهن يعود إلى عدة أسباب منها: تنوع الأنشطة التي تتناول عمليات العلم، والتغذية الراجعة المخصصة، وإتاحة التعلم للطالبة وفق سرعتها الذاتية، حيث أشارت الطالبة (ل) إلى "البيئة بسطت لنا كيف نطبق عمليات العلم في الفيزياء"، وأشارت الطالبة (م) "أقدر أكمل تدريب على عمليات العلم في أي وقت مو لازم وقت الحصة" وأضافت الطالبة (آ) "تساعدني الرسائل أعرف إذا أحتاج أتدرب أكثر على عمليات العلم".

وعند سؤالهن عن أبرز عناصر Smart Physics التي ساعدت على تنمية عمليات العلم تنوعت آراؤهن حيث شملت: أنشطة عمليات العلم التعليمية، والأنشطة الجماعية على منتدى النقاش، ولوحة المعلومات، حيث أشارت الطالبة (م) "التفكير الجماعي مع زميلاتي من خلال منتدى النقاش كان مفيد جدًا في التدريب على عمليات العلم"، وأضافت الطالبة (ر) "دائمًا أتابع

مستواي في عمليات العلم وأحسنه من خلال لوحة المعلومات".

وعند سؤالهن عن العملية التي لاحظن فيها تطورًا أكبرًا حصلت عملية تفسير البيانات على أعلى درجات موافقة من بين عمليات العلم كأكثر عملية تمت تنميتها، حيث أضافت الطالبة (ج) "صرت دائمًا أفكر بأسباب النتيجة وافهمها".

وعند سؤالهن عن اقتراحاتهن لتنمية عمليات العلم داخل Smart Physics شاركت الطالبتان (م) و (ر) باقتراحين هما: تغطية البيئة لمواضيع فيزيائية أكثر، وزيادة الأنشطة الجماعية، حيث أشارت الطالبة (م) "أنا أشوف لو كانت أنشطة عمليات العلم على منتدى النقاش أكثر كان بيكون أفضل" وأضافت الطالبة (ر) "تطبيق عمليات العلم على كل دروس المقرر راح يساعدنا في تسهيل عمليات العلم علينا".

ومن هذه النتائج نستنتج أن تصورات الطالبات نحو استخدام Smart Physics في تنمية عمليات العلم كانت ذات اتجاه إيجابي في مجملها وذلك يدل على:

- أن تفريد التعليم الذي قدمته البيئة من خلال متابعة كل طالبة وتحديد مستواها عند عمليات العلم وتقديم التغذية الراجعة المخصصة لها بالإضافة إلى تخصيص المحتوى بما يناسب مستوى السعة العقلية لديها وتقديم الدعم المناسب في الوقت المناسب للطالبات المتنبأ بفشلهن ساهم في تنمية عمليات العلم.

- أن البيئة من خلال عناصرها والمتمثلة في لوحة المعلومات زادت عند الطالبات الشعور بتحمل المسئولية وإعطاء فرصة للطالبة لمراجعة أدائها ومستواها الأمر الذي ساهم في تنمية عمليات العلم لديها.

- جاءت عملية تفسير البيانات كأكثر عملية حصلت على درجات موافقة من الطالبات لتتوافق مع نتائج تحليل البيانات الكمية التي أشارت إلى أن عملية تفسير البيانات في التطبيق البعدي لاختبار عمليات العلم جاءت في الترتيب الأول من بين عمليات العلم الأخرى وذلك لإتاحة الفرصة للطالبات لممارسة عمليات العلم بالشكل الكافي من خلال الأنشطة التعليمية المتنوعة.

- يمكن تفسير مساهمة تنوع الأنشطة التعليمية ما بين أنشطة فردية وجماعية في تنمية عمليات العلم من خلال نظريات التعلم حيث تساعد الأنشطة الفردية الطالبة في تنشيط المعرفة بشكل فردي وهو ما يتوافق مع مبادئ النظرية المعرفية، كما يوفر منتدى النقاش وسيلة للتعلم الاجتماعي الذي يتيح للطالبات التواصل والتفاعل للوصول إلى المعرفة وفق مبادئ النظرية الاتصالية، كما تساهم الأنشطة المتنوعة في إتاحة الفرصة للطالبة لبناء المعرفة بذاتها لتكون نشطة وذات دور إيجابي أثناء عملية التعلم وفق مبادئ النظرية البنائية.

- أن البيئة أتاحت للطالبات من خلال ممارسة عمليات العلم فهم مواضيع البيئة والمواقف التي نشأت من خلالها المعارف والنظريات العلمية الأمر الذي زاد معه اتجاهات الطالبات نحو تعلم الفيزياء ورغبتهن بألا تقتصر عمليات العلم على مواضيع البيئة الثلاثة وأن تمتد إلى باقي مواضيع المقرر.

تتفق هذه النتيجة مع نتائج عدد من الدراسات كدراسات (Schumacher & Ifenthaler, 2018; Vesin et

al, 2018; Karaoglan Yilmaz & Yilmaz, 2020).

توصيات الدراسة

في ضوء النتائج التي توصل إليها البحث توصي الباحثة بما يأتي:

١. التوجه نحو تحول بيئات التعلم الرسمية الإلكترونية إلى بيئات تعلم ذكية تراعي اختلاف خصائص المتعلمين المختلفة.

٢. تصميم برامج تدريبية لتدريب المصممين التعليميين على توظيف تحليلات التعلم في أنظمة التعلم الرسمية للاستفادة المثلى من البيانات التعليمية.

٣. تصميم برامج تدريبية لتدريب المعلمين على استخدام تحليلات التعلم والاستفادة منها في تقديم التغذية الراجعة المخصصة للمتعلمين وتقديم الدعم المناسب للمتعلمين المعرضين للفشل.

٤. مراعاة اختلاف مستويات السعة العقلية للمتعلمين عند تصميم برامج التعليم عن بعد وبرامج التعليم المدمج.

مقترحات الدراسة

تقترح الباحثة كدراسات مستقبلية الموضوعات البحثية الآتية:

١. أثر التغذية الراجعة المخصصة القائمة على تحليلات التعلم في خفض مستوى القلق لدى المتعلمين في أنظمة التعلم التكيفية.

٢. تصور مقترح حول توظيف تحليلات التعلم وفقًا للأسلوب المعرفي لاستكشاف البصمة الرقمية للمتعلمين.

٣. فاعلية تصميم الألعاب التعليمية الرقمية القائمة على تحليلات التعلم في تحسين تجربة المتعلم.

٤. أثر اختلاف أدوات تحليلات التعلم (الوصفية/ التنبؤية) في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى المتعلمين.

Designing Smart Learning Environment Based on Learning Analytics and the Level of Mental Capacity (Low - High) and Its Impact in Developing Science Process Skills Among Secondary Female School Students.

ABSTATCT

The current study aimed to design a smart learning environment based on learning analytics and the level of mental capacity (low - high) and measure its impact on the development of science process skills in the Physics 1 course among secondary female students in Jeddah Governorate. The study also aimed to understand the students' perceptions of using the smart environment in developing science process skills. To achieve the study goals, a mixed research approach was followed, based on combining a qualitative research approach and a quantitative research approach. The study tools were a science process test and a semi-structured interview. The sample consisted of sixty students divided into two experimental groups: the first group (low mental capacity) and the second group (high mental capacity), including five students participating in the semi-structured interview. The results revealed statistically significant difference at a significance level of ($\alpha \leq 0.05$) between the average scores of the first experimental group (low mental capacity) pretest and posttest in favor of the post-test application of the science process test. The results also showed statistically significant difference at a significant level of ($\alpha \leq 0.05$) between the average scores of the second experimental group (high mental capacity) pretest and posttest in favor of the post-test application of the science process test. Additionally, there were statistically significant difference at a significance level of ($\alpha \leq 0.05$) between the average scores of the first experimental group (low mental capacity) and the average scores of the second experimental group (high mental capacity) in the post-test application of the science process test in favor of the second experimental group (high mental capacity). The results also showed that students have a positive perception of the role of the environment in developing science processes and the contribution of environmental elements (educational activities, discussion forum, information board) in developing science process skills. Based on these results, list of relevant recommendations and proposals were presented.

Key Words: Smart Learning Environments, Learning Analytics, Mental Capacity, Science Process Skills

المراجع

أولًا: المراجع باللغة العربية

إبراهيم، زينب ياسين محمد. (٢٠٢١). أثر التفاعل بين نمطين لبيئة تعلم إلكترونية قائمة على نظرية التعلم المستند إلى الدماغ (الأيمن- الأيسر) ومستوى السعة العقلية (مرتفع- منخفض) في تنمية مهارات حل المسائل الرياضية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية*-جامعة عين شمس-مصر، ٤٥(٢)، ٢١٣- ٣٤٢.

بني فواز، وجدان محمود عبد الرحمن. (٢٠٢٠). *أثر برنامج تعليمي قائم على الذكاء المتعدد في تنمية مهارات عمليات العلم وعادات العقل في مادة العلوم الحياتية لدى طالبات الصف الأول ثانوي* [أطروحة دكتوراه، جامعة اليرموك]. قاعدة معلومات دار المنظومة.

جاد الرب، هناء طايع. (٢٠٢٣). نموذج تصميم تعليمي مقترح لعناصر التعلم المصغر ضمن بيئة تعلم شخصية. *مجلة جامعة جنوب الوادي الدولية للعلوم التربوية*، ٦(١١)، ١٢١٨-١٢٦٠.

جامعة القصيم. (٢٠٢١). *مؤتمر مستقبل التعليم الإلكتروني في المملكة يختتم أعماله بالجامعة بإصدار ٣٠ توصية*. https://2u.pw/cbBPf

جرادات، رشا أحمد. (٢٠١٩). *اشتمال كتب الفيزياء للصفين التاسع والعاشر الأساسيين في الأردن لمهارات عمليات العلم وفهم وممارسة معلمي العلوم لها في ضوء بعض المتغيرات* [أطروحة دكتوراه، جامعة اليرموك]. قاعدة معلومات دار المنظومة.

الحربي، مروان بن علي. (٢٠١٥). الانهماك بالتعلم في ضوء اختلاف مصدر العبء المعرفي ومستوى العجز المتعلم ورتبة السيطرة المعرفية لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة العلوم التربوية*-جامعة الملك سعود-المملكة العربية السعودية، ٢٧ (٣)، ٤٦١-٤٨٨.

حسنين، فاطمة سيد أحمد، وفرجون، خالد محمد، وإبراهيم، انشراح عبدالعزيز. (٢٠١٩). نموذج تصميم تعليمي مقترح قائم على معايير تصميم نظم هيكلة اللعب في التطبيقات التعليمية الإلكترونية. *مجلة الجمعية المصرية لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات*، ٢٢، ٢٦-٣٧.

خميس، محمد عطية. (٢٠٠٧). *الكمبيوتر التعليمي وتكنولوجيا الوسائط المتعددة* (ط.٤). دار السحاب.

الدسوقي، محمد ابراهيم. (٢٠١٤). تصميم وإنتاج بيئات التعليم والتعلم الإلكتروني. *المجلة العلمية المحكمة للجمعية المصرية للكمبيوتر التعليمي*، ٢(١)، ٢٥-٢٨.

السعيد، رضا مسعد. (٢٠٠٧). المنهج المختلط: مدخل تكاملي لدمج البيانات الكمية والنوعية في البحث التربوي. *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٤ (٥)، ٧- ٣١.

السلمي، خلود عبالعزيز، والجندي، علياء عبدالله. (٢٠٢٤). معايير تصميم بيئة تعلم ذكية قائمة على تحليلات التعلم ووفقًا لمستوى السعة العقلية للمتعلمين. *مجلة جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن للعلوم التربوية والنفسية*، ٢(٣)، ١٢٥-١٤٩.

شعيب، إيمان محمد مكرم، ويوسف، أحمد محمد فهمي. (٢٠٢٢). أثر التفاعل بين استراتيجيتي الصف المقلوب (حل المشكلات/ التقصي الحر) ومستوى السعة العقلية (مرتفعة/ منخفضة) على زيادة التحصيل وخفض العبء المعرفي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. *الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، ٣٢ (٥)، ١٠٧-١٦٣.

الشقران، خالد يوسف عبد الرحمن. (٢٠١٩). *أثر التدريس المتمايز في اكتساب المفاهيم العلمية ومهارات عمليات العلم والاتجاهات نحو العلوم لدى طلاب الصف السابع الأساسي* [أطروحة دكتوراه، جامعة اليرموك]. قاعدة معلومات دار المنظومة.

عبدالرحمن، إيناس السيد محمد أحمد، والمحمدي، مروة محمد جمال الدين. (٢٠١٩). مستويات الدعم ببيئة تعلم ذكية قائمة على التحليلات التعليمية وأثرها على تنمية مهارات كتابة خطة ابحث العلمي والرضا عن التعلم لدى طلاب الدراسات. *تكنولوجيا التعليم*- الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، ٢٩(٦)، ٤- ١١٣.

عبد القوي، محمد شعبان سعيد، والعشيري إيمان عثمان علي. (٢٠٢٠). تطوير بيئة تعلم شخصية تكيفية قائمة على تكنولوجيا تحليلات التعلم ونمط التعلم وقياس فاعليتها على تنمية مهارات تصميم الكتب المصورة الإلكترونية "Comics" وإنتاجها لدى طالبات كلية التربية للطفولة المبكرة. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*- جامعة الفيوم- مصر، (١٤)، ٥٠٢- ٦٢٨.

عتاقي، محمود محمد علي. (٢٠١٧). أثر التفاعل بين مستوى السعة العقلية ونمط عرض الخرائط الذهنية التفاعلية في شبكات التعلم الاجتماعية على تنمية مهارات استخدامها والتعلم المنظم ذاتيًا لدى طلاب الدراسات العليا. *مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس*-رابطة التربويين العرب، (٩١)، ٢٥٥- ٣٣٢.

عودة، أحمد. (٢٠١٤). *القياس والتقويم في العملية التدريسية*، ط٤. إربد: دار الأمل للنشر والتوزيع.

القيسي، محمود رؤوف محمود. (٢٠٢٠). *أثر استخدام استراتيجية التعلم النشط في تنمية عمليات العلم في مادة العلوم لدى طلبة الصف الأول متوسط في العراق* [رسالة ماجستير، جامعة الشرق الأوسط]. قاعدة معلومات دار المنظومة.

المحمادي، غدير بنت علي ثلاب. (٢٠٢٠). *تصميم بيئة تعلم تكيفية قائمة على الذكاء الاصطناعي وفاعليتها في تنمية مهارات تطبيقات التكنولوجيا الرقمية في البحث العلمي والوعي المعلوماتي المستقبلي لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية* [أطروحة دكتوراه، جامعة أم القرى]. منصة درر المعرفية.

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

محمد، سحر شعبان مصلح. (٢٠١١). المهارات اللازمة لتصميم مواقف التعليم والتعلم الإلكترونية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. *المؤتمر العلمي السابع للجمعية العربية لتكنولوجيا التربية – مصر*، ٣٥٧ – ٣٧١.

محمود، عاطف حمدي عاطف، ومتولي، علاء الدين سعد، وصالح، عبدالقادر عبدالمنعم. (٢٠١٤). *أثر التفاعل بين استراتيجيات التعلم الإلكتروني والسعة العقلية في تنمية الأداء المهاري في مادة الحاسب الآلي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي* [رسالة ماجستير، جامعة بنها]. قاعدة معلومات دار المنظومة.

مرسي، ولاء أحمد عباس. (٢٠٢١). التفاعل بين نمط عرض المحتوى في منصة تدريب رقمي ومستوى السعة العقلية وأثره على تنمية مهارات استخدام تطبيقات جوجل التعليمية والقابلية للاستخدام لدى معلمي المرحلة الإعدادية. *مجلة التربية- جامعة الأزهر- مصر*، (١٨٩)، ١- ٩٣.

المكاوي، سمر سعيد محمد، وعمر، عبد العزيز طلبة عبد الحميد، والكتبي، رانيا إبراهيم، والجمال، رشا محمد مسعد. (٢٠٢١). بيئة تعلم كيفية قائمة على التفاعل بين استراتيجيات التعلم الإلكتروني "فردي- جماعي" والسعة العقلية "منخفض- مرتفع" في مقرر شبكات الحاسب لتنمية قوة السيطرة المعرفية لطلاب معلم الحاسب. *مجلة كلية التربية النوعية- جامعة بورسعيد- مصر*، (١٣)، ٣٢٥- ٣٦٣.

ملحم، سامي محمد. (٢٠٠٥). *القياس والتقويم في التربية وعلم النفس*، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع

موسى، محمد أحمد فرج. (٢٠٢٠). رصد واقع بحوث تطوير بيئات التعلم الذكية المعززة بتحليلات التعلم وتوصيات للبحث المستقبلي. *تكنولوجيا التعليم- الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، ٣٠ (٨)، ٣- ٢٠.

يونس، سيد شعبان عبدالعليم. (٢٠٢٢). أثر التفاعل بين نمطي الانفوجرافيك التفاعلي ومستوى السعة العقلية على تنمية مهارات إنتاج الفيديو الرقمي لدى معلمي المرحلة الثانوية. *مجلة التربية-جامعة الأزهر*، (١٩٣)، ٧٧- ١٢٨.

ثانيًا: المراجع باللغة الإنجليزية

Aljarallah, Hanan Fawzi. (2020). A Comparative Study Between Saudi Arabian and Glasgow Science Textbooks for 10-Year-Old Students on the Coverage of Basic Science Process Skills. *International Journal of Educational Psychological Studies (EPS)*, 7 (3), 534-546.

Allen, W. C. (2006). Overview and evolution of the ADDIE training system. *Advances in developing human resources*, 8(4), 430-441.

Ary, D., Jacobs, L., Razavieh, A., Sorensen, C. (2010). ***introduction to research in education*** **(8th ed.). Wadsworth; Cengage Learning**

Chaeruman, U., Wibawa, B., & Syahrial, Z. (2020). Development of an instructional system design model as a guideline for lecturers in creating a course using blended learning approach. ***International Association of Online Engineering*****, 164-181.**

Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., & Thüs, H. (2013). A reference model for learning analytics. ***International Journal of Technology Enhanced Learning*****, 4(5-6), 318-331.**

Creswell, J (2008). Educational research: ***Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*** **(3rd ed.). NJ: Pearson Education.**

Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Irdianti, I. (2019). Physics Education Students' Science Process

Hernawati, D., Amin, M., Irawati, M. H., Indriwati, S. E., & Omar, N. (2018). The effectiveness of scientific approach using encyclopedia as learning materials in improving students' science process skills in science. ***Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*****, 7(3), 266-272.**

Hwang, G. J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments-a context-aware ubiquitous learning perspective. ***Smart Learning Environments*****,** ***1*****, 1-14.**

Karaoglan Yilmaz, F. G., & Yilmaz, R. (2020). Student opinions about personalized recommendation and feedback based on learning analytics. ***Technology, knowledge and learning,*** **25(4), 753-768.**

Karaoglan Yilmaz, F. G., & Yilmaz, R. (2021). Learning analytics intervention improves students' engagement in online learning. *Technology, Knowledge and Learning,* 1-12.

Kew, S. N., & Tasir, Z. (2021). Learning analytics in online learning environment: a systematic review on the focuses and the types of student-related analytics data. Technology, *Knowledge and Learning*, 1-23.

Mandasari, F., Iwan, I., & Damopolii, I. (2021). The relationship between science process skills and biology learning outcome. *Journal of Research in Instructional*, 1(1), 23-32.

Mulyeni, T., Jamaris, M., & Supriyati, Y. (2019). Improving basic science process skills through inquiry-based approach in learning science for early elementary students. *Journal of Turkish Science Education*, 16(2), 187-201.

Nurulwati, Herliana, F., Elisa, & Musdar. (2021, March). The effectiveness of project-based learning to increase science process skills in static fluids topic. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2320, No. 1, p. 020037). AIP Publishing LLC.

Oliveira, E., de Barba, P. G., & Corrin, L. (2021). Enabling adaptive, personalised and context-aware interaction in a smart learning environment: Piloting the iCollab system. *Australasian Journal of Educational Technology*, *37*(2), 1-23.

Papamitsiou, Z., & Economides, A. A. (2016). Learning analytics for smart learning environments: A meta-analysis of empirical research results from 2009 to 2015. Learning, design, and technology: *An international compendium of theory, research, practice, and policy*, 1, 23.

Phillips, T., & Ozogul, G. (2020). Learning analytics research in relation to educational technology: Capturing learning analytics contributions with bibliometric analysis. *TechTrends*, 64(6), 878-886.

Rahardini, R. R. B., Suryadarma, I. G. P., & Wilujeng, I. (2017, August). The effect of science learning integrated with local potential to improve science process skills. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1868, No. 1, p. 080008). AIP Publishing LLC.

Santos, M. D., & David, A. P. (2017). Self-and Teacher-Assessment of Science Process Skills. *The Normal Lights*, 11(1), 108-91.

Schumacher, C., & Ifenthaler, D. (2018). Features students really expect from learning analytics. *Computers in human behavior*, 78, 397-407.

Siachibila, B., & Banda, A. (2018). Science process skills assessed in the examinations council of Zambia (ecz) senior secondary school chemistry-5070/3 practical examinations. *Chemistry and Materials Research*, 10 (5), 17- 23.

Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, *46*(5), 30.

Solé-Llussà, A., Aguilar, D., & Ibáñez, M. (2021). Video worked examples to promote elementary students' science process skills: a fruit decomposition inquiry activity. ***Journal of Biological***

Vesin, B., Mangaroska, K., & Giannakos, M. (2018). Learning in smart environments: user-centered design and analytics of an adaptive learning system. ***Smart Learning Environments,*** **5(1), 1-21.**

Winarti, A., Yuanita, L., & Nur, M. (2019). The Effectiveness of Multiple Intelligences Based Teaching Strategy in Enhancing the Multiple Intelligences and Science Process Skills of Junior High School Students. ***Journal of Technology and Science Education,*** **9(2), 122-135.**

Yusufu, G., & Shakir, M. Z. (2021). Review on self-regulated learning in smart learning environment. ***Smart Learning Environments,*** **8(1), 14-1.**