

2018

The Impact of the Worked Example Modality and Sequencing on Achievement when Self-Learning Complex Multimedia Math Problems

Daniah Alabbasi

King Saud University, dalabbasi@ksu.edu.sa


Haya Alwehaiby

Ministry of Education

Abeda Alenezy

Ministry of Education

Follow this and additional works at: <https://scholarworks.uaeu.ac.ae/ijre>

 Part of the [Art Education Commons](#), [Bilingual, Multilingual, and Multicultural Education Commons](#), [Curriculum and Instruction Commons](#), [Disability and Equity in Education Commons](#), [Educational Administration and Supervision Commons](#), [Educational Assessment, Evaluation, and Research Commons](#), [Educational Methods Commons](#), and the [Gifted Education Commons](#)

Recommended Citation

Alabbasi, Daniah; Alwehaiby, Haya; and Alenezy, Abeda (2018) "The Impact of the Worked Example Modality and Sequencing on Achievement when Self-Learning Complex Multimedia Math Problems," *International Journal for Research in Education*: Vol. 42 : Iss. 3 , Article 2.

Available at: <https://scholarworks.uaeu.ac.ae/ijre/vol42/iss3/2>

This Article is brought to you for free and open access by Scholarworks@UAEU. It has been accepted for inclusion in International Journal for Research in Education by an authorized editor of Scholarworks@UAEU. For more information, please contact fadl.musa@uaeu.ac.ae.

The Impact of the Worked Example Modality and Sequencing on Achievement when Self-Learning Complex Multimedia Math Problems

Cover Page Footnote

دُعِمَ هذا المشروع البحثي من قِبَل مركز بحوث الدراسات الإنسانية، عمادة البحث العلمي، جامعة الملك سعود

The Impact of the Worked Example Modality and Sequencing on Achievement when Self-Learning Complex Multimedia Math Problems

Daniah Alabbasi

College of Education, King Saud University-KSA

Haya Alwehaiby

Abeda Alenezy

Ministry of Education-KSA

Abstract.

The purpose of this study was to investigate the impact of using multimedia to teach complex math problems. It is designed based on the worked example principle with varied modality and sequencing and tested its efficacy on high school students' achievement. In order to implement the research idea, high school students were randomly assigned to four groups that were self-taught by four different educational programs. The results of the study showed that there are statistically significant differences ($\alpha < 0.05$) between the mean scores of the students in the post-test compared to the pre-test for all groups in favor of the post-test. The results also showed that there is no statistically significant differences ($\alpha > 0.05$) between the four groups' mathematical mean scores in the post-test. This means that the modality of displaying the worked example (sound, without sound) and sequencing (sequenced, without sequence) have the same effect on the level of achievement in the post-test. On the other hand, the results from the open-ended questions showed that the programs (sequenced/ sound) and (sequenced/ no sound) obtained the most positive feedback, where the software (sequenced/ no sound) helped only the group to self-learn, while the software (no sequence/ sound) did not help in that regard. Moreover, the program (no sequence/ sound), have received the highest frequency in the negative feedback. The study recommended finding other factors that reduce the cognitive burden of the beginner students and increase their learning efficiency when learning complex mathematical problems through multimedia software.

Key words: worked example principle, self-learning, cognitive load, solving complex math problems.

أثر طريقة عرض المثال المحلول والتدرج فيه على التحصيل عند الدراسة ذاتياً لمسائل رياضية

معقدة من خلال برمجية وسائط متعددة لدى طالبات الصف الثالث ثانوي

دانية العباسي

جامعة الملك سعود-المملكة العربية السعودية

هيا الوهبي -عابدة العنزي

وزارة التعليم-المملكة العربية السعودية

مستخلص البحث :

تهدف هذا الدراسة لمعرفة أثر طريقة العرض للمثال المحلول والتدرج فيه على التحصيل عند دراسة مسائل رياضية معقدة لدى طالبات المرحلة الثانوية، ولتطبيق فكرة البحث تم اختيار (60) طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوي بطريقة قصدية، وتقسيمهن عشوائياً بالتساوي إلى أربع مجموعات درسن بطريقة ذاتية بواسطة أربع برمجيات تعليمية مختلفة في عرض المثال المحلول (صوت، بدون صوت) والتدرج فيه (تدرج، بدون تدرج). وقد أظهرت نتائج الدراسة أنه توجد فروق ذات دلالة احصائية ($\alpha < 0.05$) بين المتوسطات الحسابية لدرجات الطالبات في الاختبار البعدي مقارنة بمتوسطات الاختبار القبلي لجميع المجموعات لصالح الاختبار البعدي، كما بينت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية ($\alpha > 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للمجموعات الأربعة في الاختبار البعدي (التحصيل)، ذلك يعني أن طريقة عرض المثال المحلول (صوت، بدون صوت) والتدرج فيه (متدرج، بدون تدرج) لها نفس الأثر على مستوى التحصيل في الاختبار البعدي > وقد أظهرت نتائج الأسئلة المفتوحة أن البرمجتين (تدرج/صوت) و(تدرج/بدون صوت) حصلت على أكثر الجمل إيجابية، حيث ساعدت البرمجية (تدرج/ بدون صوت) على التعلم الذاتي، أما برمجية (تدرج/صوت) فلم تذكر أنها ساعدت المجموعة على التعلم الذاتي، وحصلت برمجية (بدون تدرج/صوت) على أعلى جمل سلبية سواء ضد الصوت مباشرة أو كونها متصلة، أما برمجية (بدون تدرج/بدون صوت) فقد حصلت على أعلى تكرار في الجمل السلبية، وقد أوصت الدراسة بالبحث عن عوامل أخرى تقلل من العبء المعرفي عند الطلاب المبتدئات وترفع كفاءة التعلم لديهن وذلك عند تدريس المسائل الرياضية المعقدة بواسطة برمجيات الوسائط المتعددة.

الكلمات المفتاحية: مبدأ المثال المحلول، التعلم الذاتي، العبء المعرفي، حل المسائل

الرياضية المعقدة.

مقدمة

تعتبر الرياضيات أساساً رئيسي للتطورات العلمية والتقنية في جميع ميادين الحياة فهي خادمة العلوم وهي إطار للبحث والإستدلال وبناء القوانين والنظريات وحتى يمكن للرياضيات أن تؤدي دورها بنجاح يجب أن يتم تدريسها بالأساليب المناسبة والتي تتفاعل إيجابياً مع المتعلم والمحتوى المراد تدريسه، ومن المهم التعرف على هذه الأساليب واختيار الجيد الذي يناسب المحتوى المراد تدريسه للمتعلم حسب قدراته وإمكانياته.

وعلى العكس من ذلك إن اعتماد الأساليب والمهام التعليمية الغير مناسبة وقلة المرونة فيها تجعل من الصعب على الطلاب أن يتحملوا أداء المهام كاملة ولذلك فإن الهدف الرئيسي لنظرية العبء المعرفي في تصميم البيئات المناسبة للتعليم الذاتي هي تنمية قدرات المتعلمين على أداء وتقييم واختيار المهام التي تلبي احتياجاتهم (قطامي، 2013).

تتنوع أساليب تدريس الرياضيات ومنها أسلوب المثال المحلول وقد أشارت الدراسات إلى فعالية مبدأ المثال المحلول في تدريس الرياضيات ومن الممكن أن يحل محل طرق التدريس التقليدية، وقد أشارت دراسة ميرينبور (Merrienboer, 2015) إلى قدرة مبدأ المثال المحلول في تقليص المدة الزمنية المطلوبة لإكمال برنامج رياضيات إلى سنتان مقابل ثلاث سنوات عندما تم استبدال طرق تدريس الحل القديمة بطريقة المثال المحلول.

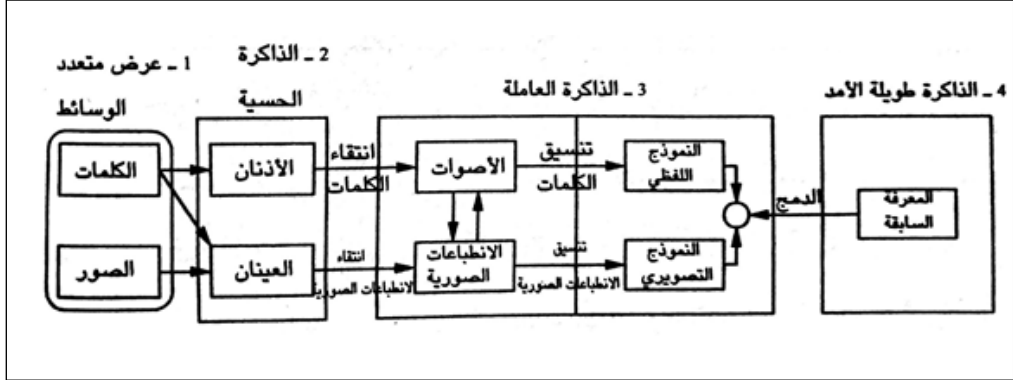
وبالتالي فإن الدرس المصمم بشكل جيد يوفر الكثير من جهد و وقت المعلم في توصيل المعلومة وذلك لأنه يساهم في تقليل مشاكل صعوبة الفهم عند الطلاب وحاجة المعلم إلى إعطاء الكثير من التدريبات والتغذية الراجعة. وبالتالي فإنه هناك حاجة ماسة إلى وضع المبادئ الخاصة بتقليل العبء المعرفي في الحسابان عند تصميم العرض الخاص بالدرس والتدريبات والتغذية الراجعة للوصول إلى نتائج جيدة في التعلم.

وقد أكد أبو رياش (2007) على أهمية نظرية العبء المعرفي وقدرتها على تخليص الطلاب من محدودية سعة الذاكرة قصيرة المدى التي تعيق التعلم، باعتماد الاستراتيجيات المناسبة لتقليل العبء المعرفي، والتي تعمل على جذب انتباههم للتعلم وتحفزهم على المشاركة الفاعلة. وتعرف نظرية العبء المعرفي (Cognitive Load Theory) بأنها الكمية الكلية من النشاط الذهني المبذول أثناء المعالجة في الذاكرة العاملة خلال فترة زمنية معينة، ويمكن تمثيله بعدد الوحدات أو العناصر المعرفية التي تدخل ضمن المعالجة الذهنية في وقت محدد (القطامي، 2013، ص. 36). وذكر سكرج

وماستروبيري (Scrugs & Mastropieri, 1990) أن نظرية العبء المعرفي تحقق تحسين التحصيل الأكاديمي للمتعلم والتفاعل الاجتماعي والمهارات الادائية المختلفة، وهذا ما أكده بعد ذلك جليل (2015) إلى ضرورة اعتماد مبادئ وخطوات نظرية العبء المعرفي واستراتيجياتها في تدريس المواد المختلفة، لأثرها الفعال والواضح في التحصيل وبقاء المعلومات وذلك بتدريب الطلاب على اختبار الاستراتيجية المناسبة وتعريفهم بخطوات النظرية. وعليه فإن التعريف الاجرائي لنظرية العبء المعرفي الذي بني عليه فكرة هذا البحث هو مجموعة من العمليات والإجراءات المخططة والمنظمة التي يتم اتباعها لتقليل الجهد الذهني المفروض على الذاكرة العاملة عند تدريس مكونات المعرفة الرياضية (الحقائق والمفاهيم والتعميمات والنظريات والمهارات الرياضية والتطبيقات أو المسائل الرياضية) والمتمثلة بخطوات واستراتيجيات لتنشيط الذاكرة اثناء اكتساب الطلاب لهذه المكونات.

وقد ذكر ريتشارد إي ماير في كتابه ترجمة النابلسي (2004) أنه لا بد عند تصميم الوسائط المتعددة مراعاة الكيفية التي يعالج بها الناس المعلومات. لذلك لا بد أن يخضع تصميم رسالة الوسائط المتعددة إلى المبادئ الرئيسية لكيفية عمل العقل الانساني. ورأى ماير أن أساس النظرية المعرفية للتعلم بالوسائط المتعددة يعتمد على ثلاث فروض وهي أولاً: (القناة المزدوجة) يعني أن لدى المتعلم قناتين منفصلتين لمعالجة المعلومات، بصرية (تأتي من العينين مثل الصور والفيديو والنصوص)، وسمعية (تأتي من الاذنين مثل الأصوات والسردي)، وذكر أن المتعلمين يستطيعون تحويل التمثيلات بحيث تتم معالجتها في القناة الأخرى، أي عند عرض نص على الشاشة ستعالجه القناة البصرية في البداية ثم يستطيع المتعلم المتمرس تحويل الانطباعات الصورية بذهنه الى أصوات تتم معالجتها بالقناة السمعية، وثانياً: (قدرة محدودة على الاستيعاب) وهو محدودية كمية المعلومات التي يمكن للإنسان معالجتها في كل قناة وبنفس الوقت، مثلاً عندما يعرض على المتعلم رسم لا يستطيع الاحتفاظ إلا بقليل من الانطباعات الصورية في ذاكرته العاملة، وبالتالي فإن لكل قناة لها قدرة محدودة المعالجة والتي تعتمد على كمية المعلومات التي يمكن معالجتها في كل قناة. هذا الافتراض والذي يسمى أيضاً بالقدرة المحدودة للوعي له تاريخ طويل في علم النفس، ومازالت نتائج الابحاث تشير إلى أن الانسان له قدرة محدودة جداً على المعالجة. وثالثاً: (المعالجة الفعالة) و يُعصد بهذا الافتراض أن الانسان ينهمك بفاعلية في معالجة معرفية لإنشاء تمثيل ذهني مترابط يتوافق مع خبراته.

يوضح الشكل (1) وجهة نظر ريتشارد ماير (2004) لمعالجة المعلومات عند الانسان. فهي تمثل مخازن الذاكرة: الحسية (تدخل لها عن طريق العينين والاذنين)، والذاكرة العاملة (حفظ ومعالجة المعرفة بشكل مؤقت) في العقل الواعي، وطويلة الأمد (المخزون المعرفي لدى المتعلم).



شكل 1: النظرية المعرفية للتعلم بالوسائط المتعددة

ومن المعالجات المعرفية المستخدمة في التعلم الفعال كما ذكرها ريتشارد ماير: انتقاء المادة ذات العلاقة (جلب المادة من الخارج الى الذاكرة العاملة)، تنسيق المادة المنتقاة (يعني بناء علاقات هيكلية بين العناصر)، ودمج المادة المنتقاة بالمعرفة السابقة (بناء روابط بين المادة الواردة وبين اجزاء المعرفة السابقة ذات الصلة بها).

وذكر خميس (2013) أن المكونات الأساسية في نظرية العبء المعرفي ثلاثة. أولاً: العبء المعرفي الأساس، وهو العمليات المعرفية الأساس التي يحتاجها العقل للقيام بمهامه وهو متعلق بصعوبة محتوى المادة التعليمية وبالتالي لايمكننا التحكم به. ثانياً: والعبء المعرفي المرتبط، وهو العمليات المعرفية وثيقة الصلة بالموضوع والتي يجربها العقل البشري لفهم المحتوى وهو متعلق بطرق التصميم الفعالة التي تسهل الاستيعاب وبالتالي يمكننا كمصممين زيادتها للوصول مستوى كفاءة عالي. ثالثاً: العبء المعرفي العرضي، وهو الذي ينتج من الأساليب التي عرضت بها المعلومات. وهذا العبء يؤثر سلبياً على عملية الإستيعاب. ويمكن التحكم بهذا العبء عن طريق تقليله وذلك باستخدام أفضل طرق التصميم التعليمي. وإذا قللنا العبء العرضي عن طريق تعديل تصميم المواد التعليمية فإن ذلك يساعد على تحرير مساحة أكبر من الذاكرة العاملة والاستفادة منها في تسهيل عمليات التعلم.

أما في تصميم الوسائط المتعددة فقد ذكر ريتشاد ماير (2004) أن التعلم يكون أعمق عندما يتمكن المتعلمون من دمج التمثيلات التصويرية واللفظية لنفس الرسالة التعليمية عن طريق إنشاء نماذج ذهنية تصويرية ولفظية وربطها مع بعضها وليس مجرد إضافة معلومات الى ذاكرتهم وأن تأثير التعلم بالوسائط يمكن أن يعزز تعلم الطلاب عندما تضاف الصور للكلمات أي تقديم المادة العلمية بأسلوبين مختلفين، ولكن لا بد من توفر شروط في تصميم هذه الوسائط باتباع قواعد التصميم الفعال مثل قاعدة التجاور المكاني (العروض المدمجة بين الكلمات والصور أفضل من المنفصلة)، وقاعدة التقارب الزمني (المتعلمين يفهمون العروض متعددة الوسائط أكثر عندما تتواجد الكلمات والصور في الذاكرة العاملة بنفس الوقت)، و قاعدة الأحكام (إضافة كلمات وصور شيقة ليس لها علاقة بالموضوع إلى درس ما يسبب تدني تعلم الطلاب)، و قاعدة الاجهزة الحسية (الطلاب يتعلمون بالصور المتحركة مع السرد الصوتي بالشاشة، أفضل من تعلمهم بالصور المتحركة مع النص المرئي بالشاشة)، و قاعدة الإسراف (الطلاب يتعلمون من الصور المتحركة والسرد الصوتي أفضل من تعلمهم بالصور المتحركة والسرد الصوتي والنص المرئي)، و أخيراً قاعدة الفروق الفردية (المتعلمون ذوي الخبرة يستخدمون معرفتهم السابقة للتعويض عن التوجيه في العرض، ولا يستطيع المتعلمون الأقل معرفة الانخراط في المعالجة المعرفية إذا لم يكن هناك توجيه لهم أثناء العرض).

ودراسة ليهي وسويلر (Leahy & Sweller, 2016) من الدراسات التي بحثت في الظروف التي يظهر فيها أثر مبدأ طريقة العرض (Modality Effect) حسب طول و صعوبة النصوص المعروضة أو المسموعة. أشارت نتائج الدراسة إلى أن النصوص الطويلة المسموعة لها تأثير سلبي على اكتساب المعلومات أكثر من الأثر السلبي لها عندما تكون معروضة بشكل مكتوب أو نصي. هذه النتيجة تعزى إلى الأثر العابر للنصوص المسموعة والطويلة على الذاكرة العاملة بسبب العبء المعرفي الذي يفرضه النص المسموع الطويل عليها، بمعنى آخر النص المسموع الطويل يفرض على الذاكرة العاملة عبء معرفي كبير يصعب عليها التعامل معه وبالتالي ذلك يؤدي إلى فقدانه وعدم معالجته معالجة فاعلة تؤدي إلى انتقاله إلى الذاكرة طويلة المدى. أيضاً وجدت الدراسة أن أثر مبدأ طريقة العرض لم يظهر عندما تم اعطاء الطلاب نصوص قصيرة مكتوبة مقارنة بنفس صعوبة هذه النصوص عندما عرضت بشكل مسموع، ذلك يعني أن النصوص المكتوبة تسبب عبء معرفي أقل على الذاكرة العاملة من العبء الذي تسببه النصوص المسموعة ذاتها. ولذلك تم التوصل إلى نتيجة أن النصوص المسموعة تحوي معلومات أكثر ولها أثر سلبي أعلى على الذاكرة العاملة من كونها

مكتوبة. ولكن عندما يكون النص المكتوب قصير ومصحوب بصوت قصير أيضاً فإن الدراسة وجدت أن ذلك يؤدي إلى ظهور الأثر الإيجابي لمبدأ طريقة العرض وهو تفوق النصوص المكتوبة والمصحوبة بصوت على النصوص المماثلة المكتوبة والغير مصحوبة بصوت من ناحية العبء المعرفي الأقل والذي تفرضه على الذاكرة العاملة.

ومن التوجهات والمبادئ المعرفية لتصميم التعلم هو استخدام استراتيجيات تركيز الانتباه و تسهيل الاستقبال، و استخدام استراتيجيات و أساليب ربط المعلومات الجديدة بالقديمة، و أيضاً استخدام استراتيجيات المعالجة العميقة للمعلومات لتحسين مستويات التفكير العليا، و مراعاة الفروق الفردية في أساليب التعلم المعرفية، و أيضاً عرض المعلومات بصيغ و أشكال مختلفة، و استثارة دافعية المتعلمين للتعلم (خميس، 2013).

و كمثال على أهمية العبء المعرفي وأثره على التحصيل دراسة العامري و علي و الشيباني (2016) التي هدفت إلى التحقق من أثر تصميم تعليمي- تعليمي وفق استراتيجيات العبء المعرفي في تحصيل مادة الكيمياء والتفكير البصري لطلاب الصف الرابع العلمي وقد تفوق الطلاب في المجموعة التجريبية التي درست بالتصميم التعليمي- التعليمي المستند على استراتيجيات العبء المعرفي على أقرانهم في المجموعة الضابطة التي درست بالطريقة العادية في اختبار التفكير البصري. و خلصت هذه الدراسة إلى أن استخدام التصميم التعليمي- التعليمي وفق استراتيجيات العبء المعرفي في تدريس مادة الكيمياء للصف الرابع العلمي لها أثر في رفع مستوى التحصيل الدراسي لدى عينة البحث، ولها أيضاً أثر في مهارات التفكير البصري.

على صعيد آخر هدفت دراسة الزعبي (2009) الكشف عن أثر طريقة العرض والتنظيم وزمن التقديم للمادة التعليمية في البيئات متعددة الوسائط على العبء المعرفي لعينة الدراسة وهم (194) طالباً تم اختيارهم قصدياً من العينة العشوائية للصف الأول ثانوي علمي. أسفرت نتائج الدراسة إلى وجود فرق جوهري عند مستوى ($\alpha = 0.05$) بين تقدير الصعوبة لدى الطلبة المشاركين بالبرامج التي تحتوي الصور مقارنة بتقدير الصعوبة لدى نظرائهم من الطلبة المشاركين بالبرامج التي تحتوي الكلمات لصالح تقدير الصعوبة لدى الطلبة المشاركين بالبرامج التي تحتوي الصور والكلمات. و أيضاً وجود فرق جوهري عند مستوى ($\alpha=0.05$) بين تقدير الصعوبة لدى الطلبة المشتركين بالبرامج التي تحتوي صور مقارنة بتقدير الصعوبة لدى نظرائهم من الطلبة المشاركين بالبرامج التي تحتوي الصور والكلمات لصالح تقدير الصعوبة لدى الطلبة المشاركين بالبرامج التي تحتوي صور وكلمات.

وتتصف الذاكرة العاملة بمحدودية الزمن الذي يتم فيه الاحتفاظ بالمعلومات المدخلة للمعالجة، حيث أن الذاكرة العاملة تحتفظ بالمعلومات المدخلة للمعالجة لزمان محدود جداً، وهذه المحدودية في المعالجة تفسر ضعف التعليم خاصة عند دراسة محتوى يتطلب القيام بعدة معالجات معرفية في نفس الوقت للوصول للفهم مثل المسائل الرياضية، إذ لا بد من وجود استراتيجيات لزيادة كفاءة الذاكرة. وقد ذكر قطامي (2013) في كتابه أن كوبر (Cooper, 1998) توصل بدراسته إلى أنه عندما تتفاعل العناصر المعرفية المتعددة معاً وتقدم دفعة واحدة في ذات الوقت، فأنها تسبب عبء على التعلم، ذلك لأن مستويات التفكير العليا و المطلوبة لمعالجة العناصر المتفاعلة تحدث عبئاً معرفياً يضاف إلى العبء الذي يقدمه المحتوى.

افترض كوبر (Cooper, 1998) عدة مبادئ في دراسته لتخفيف العبء على الذاكرة العاملة، ولخصها قطامي (2013) في عدة نقاط من ضمنها، تصميم التعلم وفق وحدات ضمن سعة الذاكرة المناسبة، وإعادة ترتيب المواد لتسهيل معالجتها. كما ذكر أن المتعلم الخبير هو الذي يكون بإمكانه التحكم والتدخل في عملياته التنظيمية حتى يجعل عناصر التعلم مترابطة ضمن علاقة قابلة للمعالجة السهلة دون إضافة عبء معرفي، وأن هذه القدرة غير موجودة عند المتعلم المبتدئ. أما في مواقف حل المسائل الرياضية، فإن فرضية العبء المعرفي تتصح بتقديم أمثلة محلولة وذلك بهدف التخلص من مصادر العبء المعرفي الداخلية. و ذكر قطامي (2013) بعض الاستراتيجيات لمواجهة العبء المعرفي والتخفيف منه و من بينها: استراتيجية الهدف الحر، استراتيجية تركيز الانتباه، استراتيجية المخططات التصويرية، واستراتيجية التلخيص الموجز، واستراتيجية المثال المحلول.

وأشار هرد (Hurd, 2001) إلى أن كل متعلم لديه طريقة مفضلة لمعالجة المعلومات، ومن ثم فإن مستوى العبء المعرفي الواقع على الذاكرة أثناء عملية التعلم ربما يتأثر أو يرتبط بطريقة معالجة المعلومات التي تعرض عليه، و التي تتعكس بدورها على قدرته على التفكير. ولذلك من المهم الإشارة إلى أن معالجة مجموعة من الأمثلة المحلولة لمسائل رياضية ممكن أن يعطي نتائج تعليمية أفضل بكثير من محاولة حل هذه المسائل بدون أمثلة محلولة. يتعلق السبب خلف هذا التأثير بنظرية العبء المعرفي، ففي أثناء عملية حل مسائل جديدة ينشغل جزء كبير من مساحة الذاكرة العاملة في معالجة طرق عامة لحل المسائل الرياضية والتي ممكن أن لا يكون لها علاقة مباشرة في حل المشكلة الحالية، وفي المقابل معالجة أمثلة محلولة يقلل من هذا العبء المفروض على الذاكرة العاملة لأن هذا

الأسلوب في التدريس يساعد على تركيز الانتباه في إجراءات محددة و واضحة للحل مما يسهل عملية معالجة وفهم ودمج هذه الطرق الجديدة في الحل في الذاكرة طويلة المدى.

ويعرف مبدأ المثال المحلول (Worked Example Effect) بأنه إحدى مبادئ التصميم الفعال والذي يتضمن أمثلة محلولة عند شرح المسائل الرياضية للمتعلمين المبتدئين، حيث تستبدل المسائل التقليدية بأمثلة محلولة بطريقة تدريجية (خطوة بخطوة) مع توجيه انتباه المتعلم إلى دراستها بتمعن وعناية شديدة (Merrienboer & Ayres, 2005). وقيمة مبدأ المثال المحلول تتحدد بأنه يزود المتعلم بنموذج لتوجيه العمليات الذهنية وتحويلها إلى خطوات حل متتابعة. كما يقدم أيضاً نماذج بتلميحات يسهل تسجيلها، مما يؤدي إلى زيادة وعي المتعلم بالحل وتحفيزه للقيام بالحديث الذاتي للخطوات.

وبالتالي فإن مبدأ المثال المحلول يجعل التمثيل والتعلم نموذجياً و مخففاً من العبء المعرفي عن طريق تحليل المسألة إلى معطيات، عمليات، و نواتج، و التمييز بين المعطيات و المطلوب، والربط المستمر بين المعطيات و المطلوب، والتذكير المستمر بالمطلوب بعد ترتيبه، وتجميع خطوات الحل التي توصل للمطلوب، والحل بوعي مع التكرار، وأيضاً إدخال استراتيجيات حل جديدة للمسألة التي تم حلها وعرفت إجابتها الصحيحة، وأخيراً الوصول للتعميمات. بمعنى آخر يقدم أسلوب حل للمسائل ذات الطبيعة التي تم التعلم على حلها.

ومن الأبحاث التي أجريت في مجال تخفيض حمولة الذاكرة العاملة عند دراسة المسائل الرياضية دراسة مكي (2016) التي هدفت إلى التعرف على فاعلية تصميم تعليمي- تعليمي قائم على نظرية العبء المعرفي في التحصيل والذكاء المكاني البصري لدى طلاب الصف الثاني متوسط في مادة الرياضيات وقد تكونت عينة البحث من (59) طالباً، وزعوا على مجموعتين تجريبية وضابطة و أسفرت نتائج الدراسة إلى وجود فرق دال احصائياً بين طلاب مجموعتي البحث لصالح المجموعة الضابطة في الاختبار التحصيلي وفي اختبار الذكاء المكاني البصري وقد أوصت الدراسة على فاعلية التصميم التعليمي- التعليمي القائم على نظرية العبء المعرفي في رفع مستوى التحصيل الدراسي للطلاب- وفاعليته في إثارة وتنمية الذكاء المكاني البصري للطلاب و أنه يحسن من تنظيم المحتوى الدراسي ومن المهارات التدريسية لمدرسي الرياضيات- و إمكانية توظيف وبناء وتصميم المحتوى الدراسي لمادة الرياضيات وفق نظرية العبء المعرفي.

وهدف دراسة تروبر، ليز، وهانز (Tropper, Leiss, & Hänze, 2015) إلى دراسة الفرق بين التعلم ذاتياً بواسطة مبدأ المثال المحلول وتقديم التغذية الراجعة الفورية من قبل البرنامج المصمم

و التدريس التقليدي والمعتمد على التغذية الراجعة والفورية من قبل المعلم. ركزت الدراسة على أثر طرق التدريس هذه على درجة تفاعل الطلاب مع المادة العلمية وقدرتهم على تقليد طريقة الحل المطروحة أثناء حل المسائل الرياضية. أشارت نتائج الدراسة إلى عدم قدرة المعلمين على تقديم الدعم التكيفي والذي يتناسب مع قدرة الطلاب وقد أوصت الدراسة في معالجة هذا الخلل إلى توظيف طرق فعالة لتقديم الدعم مثل العرض الحي عند تصميم الدروس التقليدية. أما بالنسبة لطريقة التدريس باستخدام مبدأ المثال المحلول فقد وجدت الدراسة أن الطلاب كانوا بحاجة ماسة لتقديم دعم إضافي من قبل معلم متواجد أثناء عملية التعلم الالكترونية، ولذلك فإن توظيف طرق متعددة من الدعم الفوري والتكيفي لاحتياج الطلاب سواء بطريقة التدريس التقليدية أو الإلكترونية مطلوب للوصول إلى مستوى عالٍ من الفهم والاستيعاب عند دراسة مفاهيم رياضية معقدة.

أما دراسة العباسي (2018) والتي هدفت إلى معرفة أثر طريقة الدراسة الذاتية من برمجية صممت على أساس مبدأ المثال المحلول لمادة الرياضيات للمرحلة الثانوية ومقارنة ذلك الأثر بدراسة نفس المحتوى ولكن بالطريقة التقليدية، أظهرت نتائجها ارتفاع جيد ومماثل في درجات الاختبار التحصيلي لطالبات العينة الدارسة ذاتياً عن طريق البرمجية المصممة بطريقة المثال المحلول ونتائج اختبار العينة الدارسة بطريقة المثال المحلول ولكن باستخدام الطريقة التقليدية في التدريس. خلصت الدراسة إلى فعالية طريقة المثال المحلول في تصميم برمجية الرياضيات و أنها يمكن أن تكون بديلة للشرح التقليدي عند اللزوم. وبناءً على نتائج هذه الدراسة ورغبة الباحثين في معرفة مجموعة من مبادئ تصميم التعليم الفعال لبرمجيات يتم تصميمها على مبدأ المثال المحلول لمادة الرياضيات والتي من الممكن أن تقلل من أثر مشكلة الذاكرة العاملة ورفع كفاءة التعلم ظهرت الحاجة لإجراء هذه الدراسة.

مشكلة الدراسة

إن انخفاض مستوى الطلبة في مادة الرياضيات تعتبر شائعة على المستوى العالمي والمحلي، وهذه تعتبر من المشكلات التي تمثل أهمية كبيرة لدى التربويين، كونها ذات أثر سلبي سواء على النظام التعليمي أو على المجتمع. ومن خلال ممارسة الباحثات في التوجيه التربوي فقد لاحظن عجز الطرق والاستراتيجيات المتبعة في الحد من هذه المشكلة، كونها تركز على التلقين وليس على التفكير وقد أشارت الدراسات إلى تأثير نظرية العبء المعرفي على جودة التعلم، ومعالجة ضعف التحصيل. كما أشارت إلى أن تغيير طريقة عرض مكونات المعرفة الرياضية المتنوعة والمتبعة في الكتب

المدرسية لمقرر الرياضيات قد يؤدي إلى معالجة مشكلة الضعف القائمة. و بررت ذلك بأن المصدر الذي تبني عليه معظم عمليات التفكير هو الذاكرة وما تحتويه من عمليات ترميز وتخزين واسترجاع للمعلومات الرياضية لدى الطالب (العباسي، 2018). فكمية المعلومات الرياضية المقدمة للطالب وطريقة عرضها لها دور في استيعاب الطالب للمعلومات، فكلما كانت طريقة عرض المعلومات متوافقة مع قابلية الطلاب كلما كانت معالجتها واكتسابها أسهل بالنسبة لهم. وبالتالي فقد تمثل الهدف الرئيسي لهذه الدراسة في تحديد طريقة جديدة لعرض المثال المحلول باستخدام برمجيات متنوعة، وبناء عليه فإن هذه الدراسة تهدف إلى معرفة تأثير طريقة تصميم برمجية لعرض المثال المحلول عند إضافة شرح صوتي أم بدون إضافته والتدرج في عرض محتوى المثال المحلول أم بدون تدرج على التحصيل عند الدراسة ذاتياً لمسائل رياضية معقدة بواسطة برنامج تعليمي متعدد الوسائط.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في أنها تستقصي أفضل طريقة لعرض المثال المحلول في تقليل الحمولة المعرفية التي تسبب صعوبة في استقبال واسترجاع المعلومات والتي يمكن أن تساعد في تصميم المادة الدراسية وفقاً لنظرية العبء المعرفي وبالتالي فإنها قد تعمل على تقليل العبء المعرفي عند الطالب وجعله قادراً على معالجة المعرفة الرياضية وفقاً للسعة المحددة لعمل الذاكرة القصيرة (العاملة) و الاحتفاظ بها في ذاكرته الطويلة المدى. أما من ناحية المعلم فإنه من خلال تطبيقه لاستراتيجية تدريسية مصممة وفق نظرية العبء المعرفي ومتوافقة مع قابلية الطلاب من حيث العرض فإن ذلك سيوفر له الكثير من الوقت والجهد لأن ذلك سيسهم في زيادة التحصيل عند الطلاب و بالتالي سيشجع المعلم على ضرورة تنوع التدريس وتنظيم طريقة عرضه للمعلومات وفقاً لنظريات التعلم والخروج من الأطار التقليدي في تدريس الرياضيات. كما تكمن أهمية هذه الدراسة في أنها قد تساهم في تحديد الظروف المثلى لتصميم البرمجيات الخاصة بتدريس الرياضيات وذلك بهدف تحسين إنتاج المصممين لتلك البرمجيات التعليمية بناءً على نظرية العبء المعرفي، حيث أنها تقدم لهم المعرفة المطلوبة لعرض الأمثلة المحلولة بهدف زيادة التحصيل.

أهداف الدراسة:

- يهدف هذا البحث إلى اكتشاف أفضل طريقة لعرض المثال المحلول من ناحية (صوت، بدون صوت) والتدرج فيه (تدرج، بدون تدرج) بواسطة برنامج متعدد الوسائط عند دراسة مسائل رياضية معقدة وذلك لتسهيل اكتساب المعرفة ورفع أداء الطالبات ذوات مستويات تحصيل مختلفة.

- كما يهدف إلى معرفة أثر تلك البرمجيات التربوية المبنية وفق مبدأ المثال المحلول وطريقة عرضه على التحصيل العلمي في مسائل الرياضيات المعقدة.

أسئلة الدراسة

استناداً على ما سبق فإن هذه الدراسة ستحاول الإجابة على السؤال الرئيسي التالي: ما هو تأثير طريقة عرض المثال المحلول (بصوت أو بدون صوت) والتدرج فيه (تدرج، بدون تدرج) على التحصيل عند دراسة مسائل رياضية معقدة؟ ويندرج منه الأسئلة التفصيلية التالية:

1. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات الاختبار القبلي والبعدي للمجموعات الأربعة تعزى لاستخدام مبدأ المثال المحلول وطريقة التصميم (إدراج الصوت، التدرج للمحتوى)؟
2. هل يوجد أثر تفاعلي ذو دلالة إحصائية بين عاملي طريقة عرض المثال المحلول (صوت، بدون صوت) والتدرج فيه (تدرج، بدون تدرج) على درجات اختبار التحصيل عند دراسة مسائل رياضية معقدة؟

أساليب تحليل النتائج:

- اختبار (ت) للعينات المرتبطة (Paired Samples T-Test) لكل مجموعة لدراسة الفرق بين درجات الاختبار القبلي والبعدي للمجموعات الأربعة.
- اختبار التباين الأحادي (ANOVA) لدراسة الفرق بين المجموعات الأربعة في الاختبار البعدي.
- تحليل نوعي لمحتوى الأسئلة المفتوحة.

منهجية الدراسة

استخدم في هذه الدراسة المنهج شبه التجريبي وقد تم اختيار أربع مجموعات من الطالبات طبق عليهن طريقة التعليم الذاتي بواسطة أربع برمجيات تعليمية إلكترونية مختلفة في تقديم المثال المحلول المجموعة (1): تدرس ذاتياً باستخدام برمجية عرض بدون تدرج وبدون صوت، والمجموعة (2): تدرس ذاتياً باستخدام برمجية عرض متدرج وبدون صوت، والمجموعة (3): تدرس ذاتياً باستخدام برمجية عرض بدون تدرج مع صوت، المجموعة (4): تدرس ذاتياً باستخدام برمجية عرض متدرج مع صوت، وجميع تلك المجموعات كانت بقيادة معلمة المادة نفسها. حيث تم تطبيق هذا البحث في

إحدى المدارس الثانوية التابعة لإدارة تعليم الرياض "التعليم الأهلي" والتابعة لوزارة التعليم في المملكة العربية السعودية. وقد تمت عملية تطبيق البحث وجمع البيانات خلال مدة أسبوعين من أسابيع الدراسة الفعلية للفصل الدراسي الأول عام 1438هـ. كما تم في البحث تغطية جميع مفاهيم الدرس الأول والثاني من الفصل الثاني من كتاب رياضيات (5) والذي يدرس لطالبات الصف الثالث ثانوي. مجتمع وعينة الدراسة:

يتكون مجتمع الدراسة جميع طالبات الصف الثالث ثانوي بالرياض، وتضمنت العينة جميع طالبات الصف الثالث وعددهن (79) طالبة بمدرسة ثانوية تم اختيارها قصدياً لتوفر معمل حاسب آلي مجهز فيها و يتوافق مع متطلبات الدراسة. ولكن عند إجراء البحث تم تغيب مجموعة من الطالبات في أوقات متفرقة وتم استبعادهن من العينة، فأصبح المجموع الكلي للعينة 60 طالبة و تم تقسيم الطالبات بطريقة عشوائية لأربع مجموعات درسن الدرس الأول و الثاني من الفصل الثاني من كتاب رياضيات (5) بطريقة ذاتية بواسطة أربعة برمجيات تعليمية مختلفة في عرض المثال المحلول من ناحية (صوت، بدون صوت) والتدرج فيه (تدرج، بدون تدرج) وقد تم تصميمها من قبل الباحثين، وتم تقسيم الطالبات وفق الجدول التالي:

جدول 1

توزيع الطالبات حسب المجموعات المختلفة لعرض المثال المحلول

رقم المجموعة	عدد الطالبات	طريقة عرض المثال المحلول في البرمجية
المجموعة (1)	15	البرمجية (1): بدون تدرج/ بدون صوت.
المجموعة (2)	15	البرمجية (2): تدرج / بدون صوت.
المجموعة (3)	15	البرمجية (3): بدون تدرج/ صوت.
المجموعة (4)	15	البرمجية (4): تدرج / صوت.

أدوات الدراسة:

1- أداة عرض المحتوى وهي عبارة عن أربع برمجيات تعليمية مختلفة في تقديم المثال المحلول مصممة من قبل الباحثين وتتضمن المادة العلمية الدرس الأول والثاني للفصل الثاني من مادة الرياضيات للصف الثالث ثانوي. تم تصميم هذه البرامج باستخدام برنامج البور بوينت

(Power Point) بالاستعانة ببرنامج الآلة الحاسبة البيانية (TI-Nspire) للرسم البياني

وبرنامج مايكروسوفت وورد (MS Word) لكتابة المعادلات الرياضية.

2- اختبار التحصيل القبلي لجميع المفاهيم الموجودة في الدرس الأول والثاني من الفصل الثاني

وتتضمن سؤاليين رئيسيين وسبع أسئلة فرعية

3- اختبار التحصيل البعدي لجميع المفاهيم الموجودة في الدرس الأول والثاني من الفصل الثاني

وتتضمن سؤاليين رئيسيين وسبع أسئلة فرعية.

4- استبانة مكونه من أسئلة مفتوحة.

وتم التأكد من الصدق الظاهري (Face Validity) للاختبارات من خلال عرضها بصورتها

الأولية على مجموعة من المختصين، وتم التأكد من مدى مناسبة كل عبارة مجال الاختبار،

و وضوح صياغة العبارات وملاءمتها لأهداف الدرس، وأيضاً تم عرض الأسئلة المفتوحة

على مجموعة من المختصين وتم التأكد من مناسبتها لأهداف الدراسة.

مواصفات البرنامج التعليمي:

واجهة البرمجية الأساسية شكل (2) لجميع البرمجيات الأربع تحتوي على عنوان الفصل

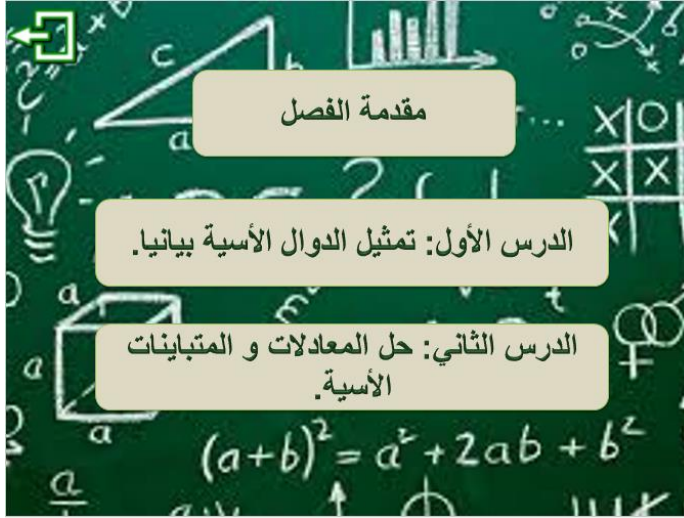
وفي الأسفل ايقونة الدخول الي الدروس.



شكل 2: الواجهة الأمامية للبرمجية

يليه صفحة شكل (3) ارتباطات تشعبية لكل درس تتمكن من خلاله الطالبة الوصول إلى الصفحة الأولى لأي درس من أي صفحة في البرنامج.

يليه صفحات الدرس كما في شكل (5) في مقدمة الصفحة أيقونة عنوان الفقرة وتحتها محتوى الفقرة على اليمين تكون الصفحة تحتوي على الغالب جهتين الجهة اليمنى للمادة العلمية والجهة اليسرى للتمثيل البياني. كما يوجد في أعلى المحتوى العلمي أحد السهمين أحدهما متجه إلى اليمين والآخر متجه إلى اليسار ووظيفتهما التقدم إلى الأمام أو الرجوع للخلف، وفي الأسفل أيقونة علي شكل منزل للعودة الي صفحة محتويات الدرس.



شكل3: تصنيف محتويات البرمجية

أنواع البرمجيات:

يوجد أربع أنواع برمجيات تعليمية مختلفة في عرض المثال المحلول (صوت، بدون صوت) والندرج فيه (ندرج، بدون ندرج) وهي كالتالي:

البرمجية رقم (1): عرض بدون ندرج/ بدون صوت: يتم تقديم المثال المحلول للطالبة بشكل متصل وبدون صوت كما في شكل (6).

التمثيل البياني للدالة $y = 2\left(\frac{1}{4}\right)^{x+2} - 3$ هو تحويل للدالة $y = \left(\frac{1}{4}\right)^x$ مع الأخذ بالاعتبار لقيم $a = 2, h = -2, k = -3$

إذن:

$a = 2$: يتسع التمثيل البياني رأسياً.

$h = -2$: يزاح التمثيل البياني وحدتين إلى اليسار.

$k = -3$: يزاح التمثيل البياني 3 وحدات إلى الأسفل.

المجال: هو مجموعة الأعداد الحقيقية (R)
 المدى: هو مجموعة الأعداد الحقيقية الأكبر من -3

مثال 4

ب- مثلي الدالة التالية بيانياً $y = 2\left(\frac{1}{4}\right)^{x+2} - 3$ وحددي مجالها ومداهما؟

الحل:

نحدد نقاط التمثيل البياني للدالة الأم $y = \left(\frac{1}{4}\right)^x$

و بما أن $0 < \frac{1}{4} < 1$ فاستعمل النقاط التالية

حيث $b = \frac{1}{4}$

$(1, b) = (1, \frac{1}{4})$
 $(0, 1) = (0, 1)$
 $(-1, \frac{1}{b}) = (-1, 4)$

شكل 6: طريقة عرض للبرمجية رقم (1)

البرمجية رقم(2): عرض بدون تدرج/ صوت: يتم تقديم المثال المحلول للطالبة بشكل متصل ومع ادراج صوت متصل كما في الشكل(7).

مثال 4

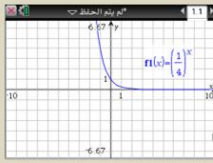
b- مثلي الدالة التالية بيانياً $y = 2\left(\frac{1}{4}\right)^{x+2} - 3$ وحددي مجالها ومداهما ؟

الحل :

نحدد نقاط التمثيل البياني للدالة الأم $y = \left(\frac{1}{4}\right)^x$

و بما أن $0 < \frac{1}{4} < 1$ فاستعمل النقاط التالية

حيث $b = \frac{1}{4}$



$(1, b) = (1, \frac{1}{4})$

$(0, 1) = (0, 1)$

$(-1, \frac{1}{b}) = (-1, 4)$

التمثيل البياني للدالة $y = 2\left(\frac{1}{4}\right)^{x+2} - 3$ هو تحويل للدالة $y = \left(\frac{1}{4}\right)^x$ مع الأخذ بالاعتبار لقيم $a = 2, h = -2, k = -3$

إذن:

$a=2$: يتسع التمثيل البياني رأسياً.

$h=-2$: يزاح التمثيل البياني وحدتين إلى اليسار.

$k=-3$: يزاح التمثيل البياني 3 وحدات إلى الأسفل.

المجال: هو مجموعة الأعداد الحقيقية (R)
المدى: هو مجموعة الأعداد الحقيقية الأكبر من -3

شكل7: طريقة عرض برمجية رقم(2)

البرمجية رقم(3): عرض متدرج/ بدون صوت : يتم تقديم المثال المحلول للطالبة بشكل متدرج وبدون صوت كما في شكل(8).

التمثيل البياني للدالة $y = 2\left(\frac{1}{4}\right)^{x+2} - 3$ هو تحويل للدالة $y = \left(\frac{1}{4}\right)^x$ مع الأخذ بالاعتبار لقيم $a = 2, h = -2, k = -3$

أذن:

$a=2$ يتسع التمثيل البياني رأسياً.

$h=-2$: يزاح التمثيل البياني وحدتين إلى اليسار .

$k=-3$: يزاح التمثيل البياني 3 وحدات إلى الأسفل.

المجال: هو مجموعة الأعداد الحقيقية (\mathbb{R})
 المدى: هو مجموعة الأعداد الحقيقية الأكبر من -3

مثال 4

b- مثلي الدالة التالية بيانياً $y = 2\left(\frac{1}{4}\right)^{x+2} - 3$ وحددي مجالها ومداهما ؟

الحل :

نحدد نقاط التمثيل البياني للدالة الأم $y = \left(\frac{1}{4}\right)^x$

و بما أن $0 < \frac{1}{4} < 1$ فاستعمل النقاط التالية

حيث $b = \frac{1}{4}$

$(1, b) = (1, \frac{1}{4})$
 $(0, 1) = (0, 1)$
 $(-1, \frac{1}{b}) = (-1, 4)$

شكل 8: طريقة عرض برمجية رقم (3)

البرمجية رقم(4): عرض متدرج / صوت: يتم تقديم المثال المحلول للطالبة بشكل متدرج مع وجود صوت كما في شكل(9).

التمثيل البياني للدالة $y = 2\left(\frac{1}{4}\right)^{x+2} - 3$ هو تحويل للدالة $y = \left(\frac{1}{4}\right)^x$ مع الاخذ بالاعتبار لقيم $a = 2, h = -2, k = -3$

إذن:

4 $a = 2$: يتسع التمثيل البياني رأسياً.

6 $h = -2$: يزاح التمثيل البياني وحدتين إلى اليسار.

7 $k = -3$: يزاح التمثيل البياني 3 وحدات إلى الأسفل.

المجال: هو مجموعة الأعداد الحقيقية (R)
 المدى: هو مجموعة الأعداد الحقيقية الأكبر من -3

مثال 4

b- مثلي الدالة التالية بيانياً $y = 2\left(\frac{1}{4}\right)^{x+2} - 3$ وحددي مجالها ومداهما؟

الحل:

نحدد نقاط التمثيل البياني للدالة الأم $y = \left(\frac{1}{4}\right)^x$

و بما أن $0 < \frac{1}{4} < 1$ فاستعمل النقاط التالية

حيث $b = \frac{1}{4}$

$(1, b) = (1, \frac{1}{4})$
 $(0, 1) = (0, 1)$
 $(-1, \frac{1}{b}) = (-1, 4)$

شكل 9: طريقة عرض برمجية رقم (4)

الخطوات الإجرائية للدراسة:

1. تم اجراء اختبار قبلي شامل لمفاهيم الدرسين لطالبات المجموعات الأربع وذلك أثناء الحصة الدراسية المعتادة.
2. في أثناء الحصة الدراسية المعتادة، ذهب طالبات المجموعات الأربع إلى معمل الحاسب الآلي حيث يوجد أربع مجموعات من الحاسبات الآلية ثبتت فيها البرمجيات الأربع وتم ترقيمها وتوزع الطالبات عليها حسب كل طالبة ونوع البرمجية التي تم اختيارها لها عشوائياً للتعلم ذاتياً من البرنامج وتم الإشراف على المجموعات معلمة المادة والباحثتين.
3. في نهاية الحصة لطالبات المجموعات الأربع يتم توقيع حضورها على إتمام التعلم من خلال البرمجية لجزء المنهج.
4. بعد نهاية المدة الزمنية المحددة لتدريس الدرسين من الفصل الثاني تم اجراء اختبار شامل للطالبات المجموعات الأربع وذلك أثناء الحصة الدراسية المعتادة، وتقديم الاستبانة ذات الأسئلة المفتوحة للإجابة عليها من قبل الطالبات.

طريقة جمع معلومات للدراسة:

تم جمع المعلومات عن طريق إجراء اختبار شامل لجميع المفاهيم المطروحة في الدرس الأول والثاني من الفصل الثاني وذلك بعد الانتهاء من دراسة الدروس وأثناء الحصة الدراسية المعتادة. تضمن الاختبار سؤالين رئيسيين وسبع أسئلة فرعية. كما تم جمع بعض البيانات النوعية باستخدام أداة الاستبانة ذات الأسئلة المفتوحة.

نتائج الدراسة

أولاً: تم تطبيق اختبار (ت) (Paired Samples T-Test) للعينات المرتبطة في كل مجموعة من المجموعات الأربعة (1. بدون تدرج، بدون صوت / 2. تدرج، بدون صوت / 3. بدون تدرج مع صوت / 4. تدرج مع صوت) لمعرفة ما إذا كان هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات الاختبار القبلي والبعدي للمجموعات الدارسة بطريقة المثال المحلول. وضحت النتائج أنه توجد فروق ذات دلالة احصائية ($\alpha < 0.05$) بين المتوسطات الحسابية لدرجات الطالبات في الاختبار البعدي مقارنة بمتوسطات الاختبار القبلي لجميع المجموعات. وهذا يعني وجود فروق بين متوسطات درجات الطالبات للاختبار القبلي والبعدي في جميع المجموعات تعزى لمبدأ المثال المحلول وطريقة

التصميم. وبذلك نستطيع أن نقول إن درجات الاختبار البعدي في جميع المجموعات كانت أعلى بدلالة احصائية ذات معنى من درجات الاختبار القبلي كما هو موضح في جدول (2) و جدول (3).

جدول 2

نتيجة المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للاختبار القبلي والبعدي للمجموعات

نوع البرمجية	نوع الاختبار	المتوسط	العدد	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
بدون تدرج/بدون صوت	القبلي	2.27	15	1.28	0.33
	البعدي	5.2		2.79	0.72
تدرج/بدون صوت	القبلي	1.87	15	0.91	0.24
	البعدي	4.53		3.31	0.86
بدون تدرج/ صوت	القبلي	1.9	15	1.73	0.45
	البعدي	4.13		3.38	0.87
تدرج/ صوت	القبلي	1.67	15	0.89	0.23
	البعدي	4.8		2.86	0.73

جدول 3

نتيجة اختبار Test للمجموعات

نوع البرمجية	المتوسط	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	ت	دح	الدالة
بدون تدرج/ بدون صوت	2.93-	2.58	0.67	4.4-	14	0.001
تدرج/بدون صوت	2.67-	3.2	0.83	3.22-	14	0.006
بدون تدرج/ صوت	2.23-	2.24	0.58	3.86-	14	0.002
تدرج/ صوت	3.13-	2.88	0.75	4.22-	14	0.001

ثانياً: تم اجراء اختبار التباين الاحادي لمعرفة أثر عاملي طريقة عرض المثال المحلول (صوت، بدون صوت) والتدرج فيه (تدرج، بدون تدرج) على درجات اختبار التحصيل عند دراسة مسائل رياضية معقدة. وضحت النتائج بعدم وجود فروق ذات دلالة احصائية ($\alpha > 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للمجموعات الأربعة في الاختبار البعدي (التحصيل). ذلك يعني أن طريقة عرض المثال المحلول (صوت، بدون صوت) والتدرج فيه (متدرج، بدون تدرج) لا يوجد لها أثر ذو معنى على مستوى التحصيل في الاختبار البعدي بين المجموعات الأربعة كما هو موضح في جدول(4)، و جدول (5).

جدول 4

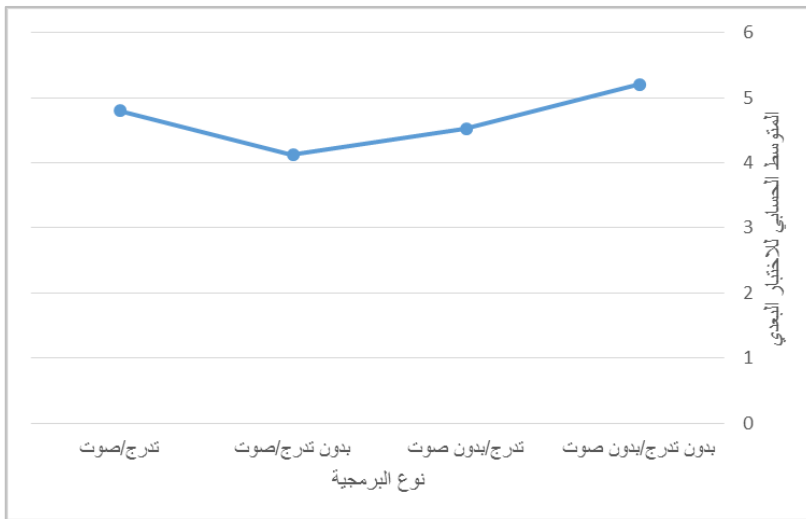
وصف نتائج المجموعات				
نوع البرمجية	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
بدون تدرج/ بدون صوت	15	5.2	2.79	0.72
تدرج/ بدون صوت	15	4.54	3.31	0.86
بدون تدرج/ صوت	15	4.13	3.38	0.88
تدرج/ صوت	15	4.8	2.86	0.74
المجموع	60	4.67	3.04	0.39

ولكن بالرغم من عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية بين درجات اختبار التحصيل البعدي للمجموعات الاربعة، إلا أنه قد وجد الباحثون فروقات بسيطة بين متوسطات تلك المجموعات. وبالنظر للشكل (10) نجد أن مجموعة (بدون تدرج/ بدون صوت) حصلت على أعلى قيمة في الفرق بين متوسطات المجموعات وهي ($\bar{u}=5.20$)، تليها مجموعة (تدرج/ صوت) بقيمة ($\bar{u}=4.80$)، ثم مجموعة (تدرج/ بدون صوت) بقيمة ($\bar{u}=4.53$)، واخيراً مجموعة (بدون تدرج/ صوت) بقيمة ($\bar{u}=4.13$).

جدول 5

نتيجة الاختبار التباين الأحادي (ANOVA) للمجموعات

الدلالة	ف	متوسط المربع	د ح	مجموع المربعات	
0.814	0.316	3.022	3	9.067	بين المجموعات
		9.576	56	536.267	داخل المجموعات
			56	545.333	المجموع



شكل 10: يوضح المتوسط الحسابي للاختبار البعدي ونوع البرمجية

أما نتائج الاسئلة المفتوحة فقد أظهرت أن البرمجيتين (تدرج/صوت) و(تدرج/ بدون صوت) حصلت على أكثر الجمل الإيجابية، بالإضافة إلى أن البرمجية (تدرج/ بدون صوت) حصلت على أعلى تكرار بوصفها من الطالبات بأنها تساعد على التعلم الذاتي، بينما البرمجية (تدرج / صوت) فلم تذكر أي طالبة أنها ساعدت على التعلم الذاتي، وقد اظهرت النتائج رغبة الطالبات لوجود المعلمة

كان كبيراً في البرمجية (بدون تدرج/الصوت)، بينما كان الأقل في البرمجية (تدرج/صوت)، وحصلت البرمجية (بدون تدرج/صوت) على أعلى جمل سلبية ضد الصوت مباشرة، وجمل سلبية مباشرة من الطالبات بأنها متصلة، وأظهرت النتائج أن البرمجية (بدون تدرج/ بدون صوت) الأعلى في الجمل السلبية بالإضافة لوجود وصف منفرد لها من الطالبات بوجوب زيادة السرعة فيها ومراعاة الفروق الفردية.

كما أن النتائج أظهرت رغبة الطالبات بإدراج الفيديو بكل البرمجيات ماعدا برمجية (بدون تدرج/ صوت) لم تذكر المجموعة رغبتها بوجود فيديو فيها. وجميع المجموعات طالبت بزيادة عدد الأمثلة في جميع البرمجيات.

مناقشة نتائج الدراسة

أظهرت النتائج أن مجموعة (بدون تدرج/ بدون صوت) حصلت على أعلى قيمة في الفرق بين متوسطات المجموعات، وهي البرمجية التي طالبت فيها المجموعة التي استخدمتها بزيادة السرعة ومراعاة الفروق الفردية، كما أنها الأعلى في تكرار الجمل السلبية، والأقل في تكرار الجمل الايجابية، وربما تعزى هذه النتائج بأنها الأقرب بأسلوبها لأسلوب الكتاب المدرسي من البرمجيات الاخرى، حيث ذكر ريتشارد ماير (2004) أن من قواعد تصميم الوسائط أن الطلاب ذوي الخبرة يستخدمون معرفتهم السابقة للتعويض عن التوجيه في العرض وبالتالي بدت مألوفة لديهم، وكانت درجة مطالبة المجموعة بوجود المعلمة متوسطة بالنسبة للمجموعات الأخرى، أما سبب كثرة الجمل السلبية وقلة الجمل الايجابية قد نعزوه الى شعورهم بالملل اثناء استخدامها، حيث تكررت المجموعة رغبتها بزيادة سرعة العرض.

بعدها أنت المجموعة (تدرج/صوت) ثم مجموعة (تدرج/ بدون صوت) بفارق بسيط بينهما في المتوسطات الحسابية، وهذا متفق مع نتائج دراسة ليهي و سويلر (Leahy & Sweller, 2016) التي أشارت أنه عندما يكون النص المكتوب قصير و مصحوب بصوت قصير أيضاً فإن أن ذلك يؤدي إلى ظهور الأثر الإيجابي لمبدأ طريقة العرض وهو تفوق النصوص المكتوبة و المصحوبة بصوت على النصوص المماثلة المكتوبة والغير مصحوبة بصوت من ناحية العبء المعرفي الأقل والذي تفرضه على الذاكرة العاملة. وحصلت البرمجيات (التدرج) بشكل عام على الكثير من الجمل السلبية والايجابية، وقد تُعزى هذه النتائج الى أن تصميم مادة تعليمية رياضية تتضمن العرض التدريجي باستخدام مبدأ المثال المحلول تسمح للطالبات بمعالجة كميات أقل من المعلومات في الذاكرة العاملة

وبالتالي تقليل العبء عليها وبالتالي مكنهن من تذكر سلبيات وإيجابيات البرمجية عند الإجابة على الأسئلة المفتوحة.

كما أظهرت نتائج الأسئلة المفتوحة تكرار كبير بوصف برمجية (تدرج/ بدون صوت) بأنها تساعد على التعلم الذاتي، بالمقابل لم يذكر هذا الوصف (التعلم الذاتي) بتاتاً للبرمجية (تدرج/ صوت)، وهذا يوضح أن الطالبة تجري حوار ذاتي (قراءه صامتة) تبعاً للخطوات في برمجية (تدرج/ بدون صوت)، حيث أن الصوت شتت هذا الحوار في برمجية (تدرج/ صوت).

وحصلت مجموعة (بدون تدرج/ صوت) على أقل قيمة في فروقات بين المتوسطات، وهذا يتوافق تماماً مع النظرية المعرفية ومبادئ تصميم الوسائط ريتشارد ماير (2004) حيث أن العرض المتزامن في قناتين مختلفتين يزيد من بقاء التعلم إذا كانت كمية المعلومات المعروضة قليلة. وبما أن المعلومات المعروضة بتلك الطريقة طويلة جداً ومتصلة فإن ذلك كان سبب واضح لظهور الأثر العكسي لهذا النوع من التصميم. من الممكن أن نعزو هذه النتيجة إلى أن الطالبة خضعت لاستمرار تدفق الصوت والكلمات المكتوبة دون توقف حتى انتهاء الشريحة مما شكل لها عبء معرفي لعدم قدرتها على الدمج بين القناتين السمعية والبصرية بفترة زمنية طويلة وهذا يتفق مع فكرة أن لكل قناة قدرة استيعابية محدودة كما تقول فروض النظرية المعرفية للتعلم بالوسائط المتعددة. وهذا ما أكدته دراسة ليهي و سويلر (Leahy & Sweller, 2016) حيث أشارت الدراسة إلى أن النصوص الطويلة المسموعة لها تأثير سلبي على اكتساب المعلومات أكثر من الأثر السلبي لها عندما تكون معروضة بشكل مكتوب أو نصي. هذه النتيجة تعزى إلى الأثر العابر للنصوص المسموعة والطويلة على الذاكرة العاملة بسبب العبء المعرفي الذي يفرضه النص المسموع الطويل عليها. بمعنى آخر النص المسموع الطويل يفرض على الذاكرة العاملة عبء معرفي كبير يصعب عليها التعامل معه، وبالتالي ذلك يؤدي إلى فقدانه وعدم معالجته معالجة فاعلة تؤدي إلى انتقاله إلى الذاكرة طويلة المدى، وهذا يفسر أيضاً حصول البرمجية (بدون تدرج/ صوت) على أعلى جمل سلبية ضد الصوت. وجمل سلبية مباشرة من الطالبات بأنها متصلة. وأيضاً هذه البرمجية (بدون تدرج/ صوت) قد حصلت على أعلى عدد من وصف المجموعة بضرورة وجود المعلمة وعدم الاستغناء عن المساعدة، وقد اتفقت هذه النتيجة مع دراسة تروبر، ليز، و هانز (Tropper, Leiss & Hänze, 2015) بالنسبة لطريقة التدريس باستخدام المثال المحلول فقد وجدت الدراسة أن الطلاب كانوا بحاجة ماسة لتقديم دعم إضافي من قبل معلم متواجد أثناء عملية التعلم الالكترونية. ولذلك توظيف طرق متعددة من الدعم الفوري والتكفي

لاحتياج الطلاب سواء بطريقة التدريس التقليدية أو الالكترونية مطلوب للوصول إلى مستوى عال من الفهم والاستيعاب عند دراسة مفاهيم رياضية معقدة.

توصيات الدراسة:

- يوصى بتدريب المعلمين على البرمجيات التي قدمها البحث وذلك من أجل تصميم استراتيجيات تدريس المسائل الرياضية المعقدة وفق مبدأ المثال المحلول وأنواعه.
- كما يوصى بالبحث عن عوامل أخرى لعرض المثال المحلول تقلل من العبء المعرفي عند الطلاب المبتدئين وترفع كفاءة التعلم لديهم وذلك عند تدريس المسائل الرياضية المعقدة بواسطة برمجيات الوسائط المتعددة.

مقترحات الدراسة:

- إجراء دراسة مشابهة على مراحل تعليمية أخرى وذلك للمساعدة في تعميم النتائج إن جاءت مماثلة لهذه النتائج.
- إجراء نفس الدراسة على مفاهيم رياضية أخرى في نفس الصف الدراسي.
- تطبيق طريقة المثال المحلول على مراحل وصفوف دراسية أخرى.
- وتقتصر دراسة أثر مبدأ المثال المحلول والتدرج فيه على اتجاهات الطالبات نحو دراسة الرياضيات والتخصص فيها.
- دراسة أثر استخدام البرمجيات التربوية وفق مبدأ المثال المحلول في تدريس الرياضيات على التفكير الرياضي ومتغيرات أخرى.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- أبو رياش، حسين محمد. (2007). **التعليم المعرفي**. عمان: دار المسيرة.
- جليل، وسن (2015). أثر التدريس وفق نظرية العبء المعرفي في تحصيل مادة الكيمياء الحياتية واستبقاء المعلومات والتنور العلمي والتكنولوجي لدى طلبة قسم الكيمياء / كلية التربية ابن الهيثم للعلوم الصرفة. **مجلة التربية العلمية**. مصر
- خميس، محمد. (2013). **النظرية والبحث التربوي في تكنولوجيا التعليم**. القاهرة: دار السحاب للنشر والتوزيع.

الزعيبي، محمد ومقابلة، نصر. (2009). أثر طريقة العرض والتنظيم وزمن التقديم للمادة التعليمية في البيئات متعددة الوسائط في العبء المعرفي لدى عينة من طلاب الصف الأول الثانوي العلمي في مدارس لواء الرمثا (Doctoral dissertation). جامعة اليرموك، كلية التربية، الاردن.

العامري، زينب وعلي، خالد والشباني، فاضل. (2016). تصميم تعليمي تعليمي على وفق استراتيجيات العبء المعرفي وأثره في تحصيل مادة الكيمياء والتفكير البصري لطلاب الصف الرابع العلمي. المؤتمر العلمي الثامن عشر: مناهج العلوم بين المصرية والعالمية -الجمعية المصرية للتربية العلمية -مصر، القاهرة: مركز الشيخ صالح كامل -جامعة الأزهر، 215-236. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/773785>.

العباسي، دانية. (2018). أثر الدراسة ذاتياً من برنامج تعليمي يعتمد على مبدأ المثال المحلول في قدرة حل المسائل الرياضية المعقدة لطالبات في المرحلة الثانوية ومقارنة ذلك بأسلوب الدراسة التقليدي. بحث تحت النشر مجلة دراسات عدد العلوم التربوية، كلية التربية، الجامعة الأردنية، عمان

قطامي، يوسف محمود. (2013). استراتيجيات التعلم والتعليم المعرفية ، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

ماير، ريتشارد. (2004). *التعلم بالوسائط المتعددة* (ترجمة ليلي النابلسي). الرياض: مكتبة العبيكان. مكي، عبد الواحد. (2016). تصميم تعليمي تعليمي قائم على وفق نظرية العبء المعرفي وفاعليته في تحصيل مادة الرياضيات والذكاء المكاني البصري لدى طلاب المرحلة المتوسطة العراق. *المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث* -مؤسسة المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث -فلسطين، (2)6، 25 - 55. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/762531>.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Hurd, P. (2001). *learning style and students: attitudes toward technology*. (Doctoral dissertation). Texas A&M University, Texas.
- Leahy, W., & Sweller, J. (2016). Cognitive load theory and the effects of transient information on the modality effect. *Instructional Science*, 44(1), 107-123.

-
- Merrienboer, J. J. (2015). Worked examples in the classroom. *Perspectives on medical education*, 4(6), 282-283.
- Merrienboer, J. & Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning Educational Technology. *Research and Development*, 53(3), 5-13.
- Scrugs, T., & Mastropieri, M. (1990). Mnemonic instrution for student with learning dis-ability. *Learning Disability Qunrtarly*, 13, 271-279.
- Tropper, N., Leiss, D., & Hånze, M. (2015). Teachers' temporary support and worked-out examples as elements of scaffolding in mathematical modeling. *ZDM*, 47(7), 1225-1240.