فاعلية السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية وخفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي

إعداد
أ. م. د. زكريا جابر حناوي بشاي
أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المساعد
كلية التربية –جامعة أسيوط

الملخص:

هدف البحث الحالي إلى دراسة فاعلية استخدام السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية وخفض العبء المعرفي لدى مجموعة مكونة من (٦٢) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدينة أسيوط، قسمت إلى مجموعتين: إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة، وبعد تنفيذ تجربة البحث تم تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية، ومقياس ناسا للعبء المعرفي. وكشفت نتائج البحث على وجود أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية، وخفض العبء المعرفي. وفي ضوء ما أسفرت عنه النتائج يوصى البحث بضرورة توظيف السقالات التعليمية ونظرية العبء المعرفي في تدريس موضوعات الرياضيات، وتشجيع المعلمين على تنمية مهارات حل المشكلات للتلاميذ من خلال إتاحة الفرصة لهم بالتفكير في المشكلة وتقديم الدعم المناسب لهم أثناء الحل.

Abstract

The study aimed at investigating the effectiveness of using Scaffolding Instruction in developing geometrical problem solving skills and decreasing cognitive load among second year preparatory students in Assiut. The study sample comprised 62 students, divided into two groups: the control group and the experimental one. After carrying out the research experiment, the following study instruments were administered: the geometrical problem solving skills test and the NASA cognitive load scale. The results revealed that there was a statistically significant effect for using scaffolding instruction in developing geometrical problem solving skills and decreasing cognitive load. The study recommended the following:

1. Using the scaffolding instruction and cognitive load theory in teaching math.
2. Encouraging teachers to develop problem solving skills among students by giving them the chance to think and more support during solving the problem.

مقدمة:

إن الملامح التي يتميز بها العصر الذي نعيش فيه من تغير سريع وتعقد في أنماط الحياة، وثورة معلوماتية، وتطور مستمر في وسائل تكنولوجيا الاتصال فرضت على عقول البشر عبئاً معرفياً ممثلاً في الكم الهائل من المعلومات والعناصر المعرفية التي تتحدى عقل الفرد مما يرهقه وقد يصيبه في بعض الأحيان بالارتباك، مما يتطلب تدريبه على استراتيجيات تقلل من هذا الكم الهائل من الوحدات المعرفية دون أن يفقد منها شيئاً.

وحيث أن المصدر الذي تبنى عليه معظم عمليات التفكير والتعلم هي الذاكرة، وما تحويه من عمليات الترميز والتخزين واسترجاع المعلومات، ولولا الذاكرة لاستحال التعلم، والذي لا يقاس بكمية ما نحفظ إنما يقاس بكمية ما رمز وخزن ويتم استرجاعه بأسرع وأجود ما يمكن لحل ما يواجه التلميذ من مشكلات. (أبو جوده ، ٢٠٠٤ ، ٨)

وقد وضع سويلر Sweller حجر الأساس لنظرية العبء المعرفي المبنية على مصطلحات نظرية معالجة المعلومات. فالذاكرة العاملة تنتبه للمعلومات وتقوم بمعالجتها وتتسع إلى تسعة عناصر بصرية وسمعية فقط، كما تتصف بمحدودية زمن الاحتفاظ بالمعلومات. فلتخزين المعلومة يجب معالجتها في الذاكرة العاملة فإذا فشلت هذه الذاكرة في التخزين فإن التعلم يفشل، مما يتطلب تصميم المواد التعليمية بما يرعى هذه المحدودية والتطبيق العملي في تصميم التدريس يتمثل في استخدام الاستراتيجيات المنبثقة عن مبادئ هذه النظرية في عملية التعليم والتعلم. أما الذاكرة طويلة المدى فهي التي تخزن المعارف والمهارات التي تعلمها الفرد بطريقة تمكن المتعلمين من استرجاعها وتطبيقها عند الحاجة إليها وسعتها غير محدودة وتترتب فيها المعلومات على شكل شبكة هرمية فهي الخلفية المعرفية للأفراد. (Sweller, Van Merrienboer, Paas ,1998,9)

ويرى جارنرGarner أن هناك ثلاثة أنواع من العبء المعرفي التي قد يعاني منها التلميذ عند تعلمه أي موضوع دراسي وهي: العبء المعرفي الداخلي والخارجي ووثيق الصلة. (Garner , 2002)

ومن وجهة نظر سويلر Sweller أنه ليس هناك مشكلة في التعلم إذا كان العبء المعرفي الداخلي منخفضاً (محتوى تعليمي سهل) وكان المتعلم يمتلك

معرفة حول الموضوع فيكون قادراً على التعلم بأي طرائق ووسائط تعليمية فيتحقق التعلم. وعلى العكس إذا كان العبء المعرفي الداخلي عالياً (محتوى تعليمي صعب) وطرائق التعلم المستخدمة في عرض المعلومات عالية العبء (غير مناسبة) فإن مجموع العبء المعرفي يتفوق على إمكانيات الذاكرة العاملة وعندئذ يفشل التلميذ في التعلم. (Sweller,2005)

وحيث أن المبرر الحقيقي لتدريس الرياضيات يكمن في كونها موضوع مفيد، وأنها تساعد في حل أنواع كثيرة من المشكلات، فالرياضيات أداة لنقل الفكر، ولتوليد قدرات حل المشكلة، وللتمرين على تلك القدرات، وبالتالي يمكن القول أن حل المشكلة يأخذ مكانة القلب بالنسبة للرياضيات. كما أن مهارة حل المشكلات تُعد من المهارات الأساسية في الرياضيات وإذا استطعنا من تكوينها وتنميتها لدى المتعلم فبالتالي يمكننا أن نحقق هدفاً رئيسياً من أهداف تعليم وتعلم الرياضيات.

وقد شهد تعليم وتعلم الرياضيات توجهات عديدة للتطوير في العقدين الأخيرين من القرن العشرين وبدايات القرن الحادي والعشرين، وكان من أهم مؤشرات تلك التوجهات توظيف أساليب واستراتيجيات ومداخل تدريسية معاصرة في تعليم وتعلم الرياضيات تركز على الفرد المتعلم من جانب وحل المشكلات الرياضية والهندسية من جانب آخر. (Albert& Ted Nelson, 2004,3) ، (Margaret,2007,56)، كما دعى العديد من التربويين وخبراء الرياضيات إلى ضرورة توظيف أساليب لتدريس الرياضيات تتسم بالتنوع والابتكار، وتساعد التلاميذ على تنمية مهاراتهم الذهنية، وقدراتهم على حل المشكلات والتفكير الرياضي، وتخفف العبء المعرفي الواقع عليهم سواء عند تعلمه لموضوعات الرياضيات أو أثناء حلهم للتمارين والمشكلات الرياضية. (Chang, Koay& Lee, 2001, 19)

وتعد استراتيجية السقالات التعليمية Instruction Scaffoldingتطبيقاً للنظرية البنائية والتي تفترض أن التعلم ذي المعنى يحدث من خلال إتاحة الفرصة للمتعلم في ممارسة مهارات التفكير وحل المشكلات لربط المعرفة الجديدة بالمعرفة السابقة. كما تعتبر السقالات التعليمية تطبيقاً مباشراً لنظرية فيجوتسكي عن التعلم الاجتماعي Sociocultural Theory ومفهومه عن منطقة النمو الوشيك (ZPD) هذا في الوقت الذي يتزايد فيه ومنذ نهاية

الثمانيات الاهتمام بالنطاق الاجتماعي في تربويات الرياضيات وخاصة أفكار فيجوتسكي ونظرياته.(Lerman,2001, 97)

ويؤكد هيندرسون وزملاؤه على حدوث تعلم فعّال عند استخدام السقالات التعليمة في عملية التعليم والتعلم لما تتيحه من فرص للتفاعل الاجتماعي بين التلاميذ (Henderson et al., 2002)، كما تتضمن السقالات التعليمية تبسيط المهام التعليمية Tasks وتقديم الدعم المناسب Support من المعلم والأقران إلى التلاميذ الذين يحتاجون إلى مساعدة بحيث يصبح كل تلميذ مشارك ومتعاون في الموقف التعليمي(Many, 2002).

وقد أشارت نتائج الدراسات التي استخدمت السقالات التعليمية إلى فاعليتها في التدريس وتحقيق تحسن في مستويات أداء التلاميذ. فقد أظهرت نتائج دراسة فاسكو و ليش (Fasko& Leach, 2006) إلى فاعلية السقالات التعليمية التي تم تضمينها في البرنامج التعليمي في تنمية قدرة تلاميذ الصف الثالث الابتدائي على تعميم الاستجابات اللفظية إلى استجابات مكتوبة، كما أظهر التلاميذ مكاسب في استدعاء المعلومات وطلاقة الرياضيات.

أما دراسة (Dittmer, 2013) والتي هدفت إلى معرفة أثر استخدام السقالات التعليمية في التعلم القائم على المشكلات الحياتية لدى تلاميذ الصف الثالث والرابع الابتدائي، فقد أظهرت نتائج الدراسة فاعلية استخدام السقالات التعليمية في تنمية قدرة التلاميذ على مشاركة الفهم والمعلومات فيما بينهم عند حل مشكلات العالم الحقيقي real-world problems ، كما أدى استخدام السقالات عند حل مثل هذه المشكلات إلى زيادة وعي ومسئولية التلاميذ بمشكلات العالم الحقيقة كمواطنين صالحين في القرن الحادي والعشرين.

أما دراسة (Nuankhieo, 2010) والتي هدفت إلى معرفة أثر استخدام أنواع من السقالات التعليمية على كلٍ من مستويات الأداء والخبرات الاجتماعية، والعمليات التفاعلية لدى مجموعة من الطلاب الذين درسوا في صورة مجموعات تعاونية عبر الانترنت، وتم تقسيم الطلاب إلى أربعة مجموعات: ثلاثة مجموعات تجريبية استخدمت ثلاثة أنواع من السقالات بالإضافة إلى المجموعة الضابطة. وبعد تطبيق تجربة البحث وجمع كلٍ من البيانات الكمية والكيفية، أظهرت نتائج الدراسة تفوق طلاب المجموعات التجريبية الثلاثة الذين أُستخدم معهم أنواع السقالات المختلفة في كلٍ من:

مستوى الأداء، مستوى الرضا، القدرة الاجتماعية، مستويات التفاعل. كما أظهرت النتائج أن هناك علاقة قوية بين قدرة الطالب الاجتماعية ومستوى الرضا لديهم.

وفي دراسة (Pennington,2010) التي هدفت إلى معرفة أثر استخدام السقالات التعليمية في تنمية مستويات التفكير التأملي لدى مجموعة من معلمي المرحلة الابتدائية قبل الخدمة عند إعدادهم لملفات الانجاز portfolios الخاصة بهم كمعلمين. أظهرت النتائج تفوق المجموعة التجريبية التي تم مساعدتها عند إعداد ملفات الانجاز بسقالات تعليمية على المجموعة الضابطة التي لم تقدم لها أي سقالات تعليمية وذلك على المقياس المتدرجRubricللتفكير التأملي.

ومن هنا جاءت فكرة البحث في استخدام استراتيجية السقالات التعليمية في تدريس الهندسة لتقديم الدعم والمساعدة للتلميذ عند تعلمه موضوعات الهندسة من جانب، وتخفيف العبء المعرفي الواقع عليه عند حل المشكلات الهندسية من جانب أخر.

مشكلة البحث:

إن دراسة الرياضيات بصفة عامة تزود التلاميذ بمجموعة متنوعة من الخبرات العقلية والذاتية،وبصفة خاصة تمثل دراسة الهندسة إحدى هذه الخبرات، فهي تدرب التلميذ على ممارسة التفكير وحل المشكلات، كما أن حل المشكلات الهندسية يتيح الفرصة للتلاميذ على توسيع قدراتهم العقلية وتنمية أساليب التفكير المختلفة لديهم، والتوصل لاكتشافات منظمة ومتتابعة تساعدهم على تمثيل وشرح ووصف وفهم العالم المحيط بهم.

ولكن كثير من التلاميذ يجدون صعوبة في دراسة موضوعات الهندسة وحل التمارين والمشكلات الهندسية. ويمثل ذلك بالنسبة لهم عبء معرفيًا عاليًا مما يجعلهم يعزفون عن دراسة الهندسة، والكثير من التلاميذ يفضلون موضوعات الجبر بالمقارنة بالهندسة.

ويرجع ذلك إلى أن حل المشكلات الهندسية عملية مركبة تتطلب من التلميذ تحليل المشكلة إلى عناصرها واستخراج ما هو معطى وما هو مطلوب، وبناء استراتيجية ذهنية للتوصل إلى الحل. وفي كثير من الأحيان لا يكون حل المشكلة الهندسية التي تواجه التلميذ جاهزاً في ذهنه، وكذلك ما يمتلكه من

معلومات وأفكار لا تمكنه من الحل مما يولد عبئاً معرفياً وضغطاً نفسياً على التلميذ قد يدفعه في بعض الأحيان إلى الهروب من الموقف المشكل، أو الحكم بأن المشكلات والتمارين الهندسية صعبة ولا يمكنه حلها. ولذلك فإن وجود بعض المساعدة من قبل المعلم أو الأقران في صورة دعم مؤقت (السقالات التعليمية) قد يساعد التلميذ في مواصلة نشاطه وتفكيره للتوصل إلى حل لهذه المشكلة. على أن يُقدم مثل هذا الدعم في صورة معلومات مرتبطة بالمشكلة الهندسية قد تقود تفكير التلميذ للوصول إلى الحل، مما يخفف من العبء المعرفي الواقع على التلميذ. ومن ثم يتم سحب مثل هذه المساعدة والدعم تدريجياً إلى أن يصل التلميذ لمستوى تمكن يجعله يستطيع حل المشكلات الهندسية بمفرده.

لذلك فقد تحددت مشكلة البحث الحالي فيما يلي:

تدني مستوى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مهارات حل المشكلات الهندسية، وذلك وفقاً لما أظهرته نتائج التجربة الاستكشافية التي قام بها الباحث بتطبيق اختبار حل المشكلات الهندسية على مجموعة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي عددها (٤٦) تلميذاً بمدرسة طه حنفي الإعدادية بمدينة أسيوط وكانت النتائج كالتالي:

١. أكثر من ٧٧ % من التلاميذ لم يتمكنوا من الوصول إلى فكرة حل المشكلات.
٢. أكثر من ٨٢ % من التلاميذ لم يستطيعوا إكمال حل المشكلة.
٣. متوسط درجات التلاميذ على اختبار حل المشكلات الهندسية (١٣.٥٢) بنسبة مئوية قدرها (٢٧.٤٣%).
٤. ارتفاع العبء المعرفي الداخلي للتلاميذ والمتمثل في المحتوى التعليمي الصعب (موضوعات الهندسة والمشكلات الهندسية) من جانب، وارتفاع العبء المعرفي الخارجي والمتمثل في استراتيجية التعليم التقليدية التي يستخدمها المعلم عند التدريس.

أسئلة البحث:

حاول البحث الحالي الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

ما فاعلية استخدام السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية وخفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة التالية:

١- ما فاعلية استخدام السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلة الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

٢- ما فاعلية استخدام السقالات التعليمية في خفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

٣- ما العلاقة بين مهارات حل المشكلات الهندسية وخفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

فروض البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث، وفي ضوء المؤشرات والتضمينات بالخلفية النظرية والدراسات السابقة للبحث، تم صياغة الفروض التالية:

١- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية في التطبيق البعدي لصالح المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في مقياس العبء المعرفي في التطبيق البعدي لصالح المجموعة التجريبية.

٣- يوجد ارتباط دلال إحصائيًا بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لكل من اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية ومقياس العبء المعرفي.

أهداف البحث:

تمثلت أهداف البحث الحالي فيما يلي:

١. تحديد مهارات حل المشكلات الهندسية التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٢. تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٣. تخفيف العبء المعرفي لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي عند تعلمهم موضوعات وحدة المساحات وحلهم المشكلات الهندسية المرتبطة بها.

٤. التحقق من فاعلية استراتيجية السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.
٥. التحقق من فاعلية استراتيجية السقالات التعليمية في تخفيف العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي.
٦. التعرف على العلاقة بين مهارات حل المشكلات الهندسية ومستوى العبء المعرفي المرتبط بها.

أهمية البحث:

١. توجيه نظر الباحثين والتربويين إلى أهمية نظرية التعلم الاجتماعي وأفكار فيجوتسكي وتطبيقاتها التربوية مما يفتح المجال لإجراء المزيد من البحوث.
٢. تمثل الدراسة الحالية استجابة لتوصية المعلمين والمعلمات وأولياء الأمور بضرورة تخفيف العبء المعرفي الذي يقع على التلاميذ عند حلهم المشكلات الهندسية.
٣. مساعدة المعلمين على تطوير أساليب تدريسهم للهندسة باستخدام السقالات التعليمية بما تتضمنه من أفكار تساعد تلاميذهم على حل المشكلات الهندسية.
٤. يعُد من أوائل البحوث – في حد علم الباحث - في مجال تدريس الرياضيات الذي يهتم بقضية تخفيف العبء المعرفي على التلميذ أثناء حله للمشكلات الهندسية.
٥. تقديم دليل للمعلم لتخطيط وتدريس وتقويم وحدة المساحات بمقرر الهندسة للصف الثاني الإعدادي وفقاً لاستراتيجية السقالات التعليمية يمكن الاسترشاد به في بناء وحدات أخرى في الرياضيات.

حدود البحث:

يقتصر البحث الحالي على الحدود الآتية:
١. وحدة "المساحات" بمقرر الرياضيات للصف الثاني الإعدادي للعام الدراسي٢٠١٤ / ٢٠١٥ م.
٢. مجموعة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة طه حنفي الإعدادية بأسيوط.

٣. مهارات حل المشكلات الهندسية: (فهم وتحليل المشكلة - تكوين خطة الحل – تنفيذ خطة الحل-مراجعة وتقويم الحل).

تحديد مصطلحات البحث:

*** استراتيجية السقالات التعليمية Scaffolding Instruction Strategy**

مجموعة من المثيرات والإجراءات التدريسية التي يستخدمها المعلم لمساعدة التلميذ على عبور الفجوة بين ما يعرف وما يسعى لمعرفته، وإلى الاندماج النشط لاختيار الإجراءات المناسبة للتعامل مع المشكلات الهندسية بهدف الوصول لحلها وتقليل العبء المعرفي الواقع على التلميذ.

*** العبء المعرفي Cognitive Load**

في البحث الحالي يُعرف بأنه " الكم الكلي من النشاط العقلي المفروض على الذاكرة العاملة في مدة زمنية محددة أثناء حل المشكلات الهندسية ويتحدد هذا الكم من خلال درجة تمثل مستوى العبء المعرفي باستخدام مقياس ناسا".

*** مهارات حل المشكلات الهندسية Geometrical Problem Solving Skills**

مجموعة من الإجراءات التي يقوم بها تلميذ الصف الثاني الإعدادي بغرض الوصول لحل المشكلة الهندسية المتضمنة في وحدة " المساحات" وفق خطوات أو مراحل حل المشكلة الرياضية (تحديد المشكلة - فهم المشكلة – وضع خطة الحل- تقويم الحل).

التصميم التجريبي للبحث:

اعتمد البحث الحالي على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم مجموعتين (Post-test pre-test Control Group Design): إحداهما تجريبية تدرس الوحدة باستخدام استراتيجية السقالات التعليمية، والأخرى ضابطة تدرس الوحدة ذاتها بالطريقة الاعتيادية. وتم تطبيق أدوات البحث قبلياً وبعدياً على مجموعتي البحث.

مواد المعالجة التجريبية وأدوات قياس البحث:

قام الباحث بإعداد واستخدام مواد المعالجة التجريبية وأدوات القياس التالية:

أولاً: مواد المعالجة التجريبية:

١. قائمة مهارات حل المشكلات الهندسية.
٢. دليل المعلم لوحدة "المساحات" للصف الثاني الإعدادي وفق استراتيجية السقالات التعليمية.
٣. أوراق العمل للتلميذ في وحدة "المساحات".

ثانياً: أدوات القياس:

١. اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية.

٢. مقياس ناسا للعبء المعرفي.

خطوات البحث:

١- الاطلاع على البحوث والدراسات والأدبيات التي اهتمت بنظرية فيجوتسكي Vygotsky في التعلم الاجتماعي واستراتيجية السقالات التعليمية، وكذلك نظرية العبء المعرفي، ومهارات حل المشكلات الهندسية وكيفية تنميتها.

٢- تحليل محتوى وحدة "المساحات" بمقرر رياضيات الصف الثاني الإعدادي، وتحديد المفاهيم والتعميمات والمهارات الهندسية المتضمنة بها.

٣- إعداد قائمة بمهارات حل المشكلات الهندسية المتضمنة بوحدة "المساحات".

٤- إعداد دليل للمعلم في وحدة "المساحات" وفقاً لاستراتيجية السقالات التعليمية.

٥- إعداد أوراق العمل للتلميذ في وحدة "المساحات" متضمناً مجموعة متنوعة من الأنشطة والمشكلات الهندسية.

٦- إعداد اختبار في الوحدة لقياس مهارات حل المشكلات الهندسية.

٧- اختيار مجموعة البحث وتقسيمها إلى مجموعتين: تجريبية و ضابطة.

٨- تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية تطبيقاً قبلياً.

٩- تدريس الوحدة وفقاً لاستراتيجية السقالات التعليمية للمجموعة التجريبية، وبالطريقة التقليدية للمجموعة الضابطة.

١٠- تطبيق أدوات البحث: (اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية، ومقياس ناسا للعبء المعرفي) تطبيقاً بعدياً.

١١- رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً لمعرفة أثر استخدام السقالات التعليمية في تدريس الوحدة على كلٍ من مهارات حل المشكلات الهندسية والعبء المعرفي.

١٢- تفسير النتائج، وتقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

أولاً: نظرية فيجوتسكي والسقالات التعليمية:

يعتبر فيجوتسكي أول من تبنى النظرية البنائية الاجتماعية حيث يؤكد على أن العمليات العقلية العليا لا يمكن أن تنمو إلا من خلال التفاعل الاجتماعي، وبذلك يتحقق هدف تنمية قدرة المتعلم على بناء معرفته الذاتية والدفاع عنها مع احترام معرفة الآخرين. كما أن المناقشات بين تلاميذ المجموعة تؤدى دوراً مهماً في عملية التعلم، حيث تعمل على توليد تساؤلات وتوضيح المحتوى الدراسي وتحديد الاختلافات وحلها، وظهور تساؤلات جديدة تمهيداً لحل المشكلات (Cole&james , 2003, 3).

ومن وجهة نظر فيجوتسكي فأن المتعلمين لديهم مستويان للنمو العقلي:

المستوى الأول: مستوى النمو العقلي الفعلي The Level of Actual Development: توظيف العقل لتعلم الأشياء من قبل الفرد نفسه.**المستوى الثاني**:مستوى النمو العقلي الاحتمالي The Level of Potential Development: توظيف العقل لتعلم الأشياء من قبل الفرد بمساعدة أناس آخرين مثل المعلم، الوالدين، الزملاء المتفوقين، وبذلك فإن المتعلم يحاول بناء معرفته بنفسه أولاً، ثم يبحث عن من يُيسر له أو يدعمه في عملية التعلم. (Winsler, 2003, 143)

تعريف السقالات التعليمية:

تُعتبر السقالات التعليمية تمثيلاً لفكرة السقالات المستخدمة من قبل عمال البناء من أجل إكمال المبنى الذي يقومون بإنشائه، فالمتعلم في بداية تعلمه يحتاج إلى قدر من الدعم (Support) والمساعدة ، ثم يقل اعتماده على تلك المساعدات تدريجيًا على أن يتحمل مسئولية تعليم نفسه بعد ذلك، وهذا ما يُطلق عليه الانطلاق التدريجي نحو الاستقلالية Autonomous . (Waller,2002)

ويعرفها Metaclf على أنها مساعدات وتوجيهات تقدم للمتعلم أثناء عملية التعلم، تعطيه القدرة على إنجاز مهام التعلم الجديدة التي ربما لا يتمكن من القيام بها دون هذه المساعدة، كما أنها تؤدي إلى عدم حاجته للمساعدة مستقبلاً. (Metcalf, 2000)

كما تُعرف السقالات التعليمية على أنها تقديم العون الوقتي Temporary Support الذي يحتاجه المتعلم في لحظة ما أثناء التعلم لكي يكتسب بعض المهارات والقدرات التي تمكنه وتؤهله لمواصلة التعلم بمفرده. (Randoll& Kali, 2004)

كما يرى زيتون أن السقالات التعليمية عبارة عن معرفة تُقدم للمتعلم لتساعده على عبور الفجوة بين ما يعرف وما يسعى إلى معرفته أو ما لا يعرف (زيتون ، ٢٠٠٣، ٩٥).

كما تُعرف السقالات التعليمية على أنها الاستراتيجية التي يمد بها المعلم أو الفريق الأكثر قدرة التلميذ بأنواع التوجيه والمساندة، لتنمية المهارات التي لا يستطيع التلميذ أدائها بمفرده (عفيفي، ٢٠١٠، ٨٤)

ويعرفها Bamberger & Cahill على أنها العملية التي يقوم فيها المعلم بإمداد التلاميذ بإطار عمل مؤقت للتعلم، كما أنها تشير إلى كل أشكال المساعدة التي تقدم للتلميذ لإنجاح عملية تعلمه. (Bamberger & Cahill, 2013, 172)

أي أن السقالة التعليمية هي ما يقوم به المعلم ويراه مناسباً لدعم المتعلم بحيث يصبح قادراً على المضي في عملية التعلم بنفسه.

ولهذا يمكن استنتاج أن مفهوم السقالات التعليمية يأخذ أربعة أشكال هي: (Shen,2010, 3)

- تبادل الأفكار بين الأفراد الأكثر خبرة (المعلم– الأقران) والتلاميذ حيث يتم مشاركتهم في المعنى وفي الأنشطة بجانب فهم التلاميذ وتحكمهم في عملية التعلم.

- تحديد حجم المساعدة المقدمة من البالغين أثناء تفاعلهم مع التلاميذ، وتحديد حجم المساعدة هذه يتم من خلال تشخيص فهم ومهارة التلاميذ، وذلك لكي نكون حذرين من تقديم الدعم اللازم لمساعدتهم في إنجاز المهمة أو الهدف.

- التفاعل بين البالغين والتلاميذ يتم من خلال تقديم البالغين أنواع مختلفة من الدعم يعتمد على طبيعة المهمة.

- تقديم مساعدة متدرجة ومؤقتة من قبل الأكثر خبرة (المعلم– الأقران) إلى الأقل خبرة (المتعلمين) وذلك لتقوية تحول المسئولية من الأكثر خبرة للأقل خبرة.

وتعرف السقالات التعليمية في البحث الحالي بأنها:

مجموعة من المثيرات والإجراءات التدريسية التي يستخدمها المعلم لمساعدة التلميذ على عبور الفجوة بين ما يعرف وما يسعى لمعرفته، وإلى الاندماج النشط لاختيار الإجراءات المناسبة للتعامل مع المشكلات الهندسية بهدف الوصول لحلها وتقليل العبء المعرفي الواقع على التلميذ.

مراحل استخدام استراتيجية السقالات التعليمية في تعليم وتعلم الرياضيات:

يرى العديد من التربويين أن لاستراتيجية السقالات التعليمية مراحل متعددة كمرحلة التقديم: حيث يُقدم المعلم فكرة عن الموضوع من خلال التلميحات والتساؤلات المثيرة أو ما يراه مناسباً، ثم مرحلة العمل الجماعي: حيث يعمل المتعلم مع زملائه، ثم مرحلة التعلم الفردي: وفيها يترك المتعلم ليتعلم بمفرده تحت إشراف المعلم، ثم يلي ذلك مرحلة التغذية الراجعة: يُعطي المعلم تغذية راجعة للمتعلم، وأخيراً نقل المسؤولية للمتعلم: بحث يُترك المتعلم ليتعلم بمفرده.

وفي ضوء الدراسات والأدبيات التربوية التي تناولت استراتيجية السقالات التعليمية (حسن، ٢٠١٤، ١٦٠-١٦٢)، (السيد، ٢٠١٣، ٨٨- ٩٠)، (السيد وآخرون، ٢٠١١، ١٨٩- ١٩٠)، (الجندي وأحمد، ٢٠٠٤، ٧٢)، (قطامي ، ٢٠٠٥، ٣٦٩)، (Friend &Bursuck, 1996, 246)، (Pennington,2010) يمكن تحديد مراحل تطبيق إستراتيجيةالسقالات التعليمية عند إعداد دروس الرياضياتكما يلي:

المرحلة الأولى: تقديم النموذج التدريسي Present the new cognitive strategy

وتتضمن هذه الخطوة الإجراءات الفرعية التالية:

١. استخدام التلميحات والدلالات والتساؤلات.

٢. التفكير الجهري للعمليات والمهارات العقلية المتضمنة في المهمة.

٣. كتابة الخطوات التي سوف تتبع في أداء المهمة.

٤. إعطاء نموذج لتعلم المهارات العقلية والعمليات المستهدفة.

المرحلة الثانية: الممارسة الجماعية الموجهة Regulate Difficulty During Guided Practice

وتتضمن هذه المرحلة مايلي:

١. يعمل التلميذ في مجموعات صغيرة، ثم مع رفيقه تمهيداً للعمل بمفرده.

٢. ملاحظة ورصد أخطاء التلاميذ والعمل الفوري على تصحيحها.

٣. البدء باستخدام المواد والأفكار البسيطة ثم الصعبة تدريجياً.

٤. توجيه التلاميذ لطرح الأسئلة وكذلك الاستفسار الذاتي - self Questionعند أداء المهمة .

٥. مشاركة التلاميذ جزئياً وعند الضرورة لتكملة الأجزاء الصعبة في المهمة.

المرحلة الثالثة: ممارسة موجهة لمحتوى علمي ومهام متنوعة:

Provide varying context for student practice

وتتضمن تلك المرحلة ما يلي:

١. ممارسة المهام والأنشطة لمجموعات التلاميذ تحت إشراف المعلم.

٢. يشترك المعلم مع التلاميذ في تدريس تبادلي Reciprocal Teaching.

المرحلة الرابعة: تقديم التغذية الراجعة الفورية Provide Feed Back

وتتضمن تلك المرحلة ما يلي:

١. يعطي المعلم تغذية راجعة مصححة للتلاميذ Corrective feed back.

٢. يستخدم المعلم قوائم التصحيح Check Listوالتي تتضمن جميع خطوات أداء المهمة.

٣. يقدم المعلم للتلاميذ نماذج لأعمال معدة مسبقاً.

٤. يساعد المعلم التلاميذ في تقويم أعمالهم وفق نماذج معدة مسبقاً.

٥. يتيح المعلم الفرصة للتلاميذ لاستخدام المراجعة الذاتية-Self Checking لزيادة استقلاليتهم .

المرحلة الخامسة: زيادة مسؤوليات التلميذ Increase Student Responsibility

ويتضمن ذلك بعض أنشطة التدعيم والتعزيز من أجل ربط الإجراءات والعمليات ببعضها كما يلي:

١. يلغي المعلم جميع النماذج والتلميحات السابقة بمجرد بدء التلميذ تحمل مسؤلية إكمال المهمة.

٢. يلغي المعلم الدعم المقدم للتلميذ تدريجياً.

٣. يعزز المعلم ممارسة التلميذ لجميع خطوات إنجاز المهمة.

٤. يراجع المعلم أداء كل تلميذ حتى يتقن أداء جميع المهام المكلف بها.

المرحلة السادسة: تقديم ممارسة مستقلة لكل تلميذ Provide Independent Practice

وتتضمن تلك المرحلة ما يلي:

١. يتيح المعلم الفرصة لكل تلميذ على تيسير التطبيق لمهمة أخرى ومثال جديد.

٢. يعطي المعلم فرصاً لكل تلميذ لممارسة التعلم بطريقة مكثفة وشاملة.

أساليب تقديم السقالات التعليمية عند تدريس المهام الرياضية:

يمكن استخدام طرق مختلفة لتقديم السقالات التعليمية عند تدريس المهام والمشكلات الهندسية أهمها:

١. **النمذجة Modeling:** يقدم المعلم نموذجاً لتمثيل المهمة أو يطلب من التلميذ القيام بذلك بتصميم نموذج يوضح مدى فهمهم ، وربطهم للمعلومات المتضمنة بالمهمة، ويظهر ذلك بشكل جيد في تطبيق خطوات حل المشكلة الهندسية.

٢. **التوضيحات Explanations** : يقدم المعلم للتلاميذ بعض التوضيح أو التفسير لكيفية العمل، أو يوضح للتلاميذ بعض المفاهيم أو العبارات المتضمنة بالمهمة/ المشكلة الهندسية مثل الكلمات المفتاحية أو العبارات المركبة بهدف إزالة الغموض أو الصعوبة وإكمال المهمة/ الحل.

٣. **المشاركة Participate :** يطلب المعلم من التلاميذ المشاركة في أداء المهمة بتوجيه بعض الأسئلة وترك فرصة للتلاميذ بإبداء الرأي والمشاركة.

٤. **الإثبات أو التحقق Verifying and Clarifying** : يطرح المعلم بعض الحقائق أو العبارات البسيطة ويطلب من التلاميذ التأكد من صحتها.

٥. **طرح الأفكار والمساهمة في الحل Contribute:** يعرض المعلم المهمة على التلاميذ ويطلب منهم طرح أفكارهم وآرائهم لكيفية إتمام المهمة/ الحل وإعطاء تفسير لكيفية إتمام خطوات الحل.

أهمية استخدام السقالات التعليمية في تعليم وتعلم الرياضيات:

أكدت العديد من الدراسات والأدبيات التربوية التي تناولت السقالات التعليمية على أهميتها في عملية تعليم وتعلم الرياضيات للتلاميذ على مختلف أنماط تعلمهم. (السيد، ٢٠١٣، ٩١)، (الجندي وأحمد ، ٢٠٠٤، ٧١)، (أحمد، ٢٠٠٧، ٣٤)، (Davis& Linn, 2000, 823) , (Kiong& Yong, 2003,5)

والتي يمكن إيجازها فيما يلي:

١. تساعد المتعلم على الربط بين المعلومات السابقة لديه والمعلومات الجديدة المقدمة له، مما يسهم في بناء نظام معرفي متكامل لديه.

٢. تساعد المتعلم تنظيم المعلومات الجديدة التي يكتسبها بشكل ذات معنى ودلالة لديه.

٣. تعمل على تقليل الغموض الذي قد يتصف به التعلم الجديد، مما يسهل من بناء واستخدام المعرفة الجديدة التي كونها المتعلم.

٤. تسهم في زيادة الفهم والنمو المعرفي لدى المتعلم.

٥. تراعي الفروق الفردية بين المتعلمين والتنوع في حاجاتهم ومهاراتهم وميولهم.

٦. تدعم ثقة المتعلم في نفسه، وتقلل الشعور بالإحباط والتردد تجاه أنشطة التعلم الجديدة، من خلال مساعدته على أداء المهمة.

٧. ترشد المتعلم إلى مصادر تعلم جيدة وقيمة يمكن له الرجوع إليها والبحث فيها عن معلومات معينه، مما ينمي لديه القدرة على البحث عن المعرفة والاعتماد على نفسه في الحصول عليها.

٨. تزيد من كفاءة الموقف التعليمي، حيث أنها تزيد من كفاءة ودافعية كل أطراف العلمية التعليمية، خاصة كل من المعلم والمتعلم.

٩. تمكن المتعلم من التركيز والانتباه وضبط الوقت والتقويم الذاتي والتعلم الذاتي والتنظيم، بحيث يكون المتعلم موجهاً نحو تحقيق أهداف التعلم.

١٠. تجعل المفاهيم الرياضية المجردة ملموسة، ويمكن للمتعلم من رؤيتها خلال عملية التفكير والتأمل.

١١. تشجع المتعلم ليصبح مستخدماً للنموذج التدريسي مثله مثل المعلم، وذلك من خلال المشاركة الفعالة له في ممارسة العديد من الأنشطة.

١٢. تزود المتعلمين بدعم اجتماعي خلال تدريس الرياضيات.

١٣. توفر للمتعلمين مهام تتحدى القدرات العقلية مما تدفعهم إلى إنجاز مهام ذات معنى وتشجيعهم على إنتاج تفسيرات متعددة مما يسهم في تنمية قدرتهم على حل المشكلات.

١٤. تعطي للمتعلمين إرشادات وتوجيهات واضحة من خلال أدائهم المهام المختلفة، وتوضح لهم الغرض من تعلم موضوع ما ومتطلبات التعلم المطلوبة.

١٥. تضمن استمرار المتعلمين في التعلم وأداء المهام، كما تعطي الفرصة بالتنبؤ بالتوقعات من خلال طرح الأسئلة.

١٦. تستقطب جهد المتعلم في التركيز على موضوع الدرس.

الأمور الواجب مراعاتها لنجاح استخدام السقالات التعليمية في تعليم وتعلم الرياضيات:

بالرغم من أهمية السقالات التعليمية في تعليم وتعلم الرياضيات إلا أنه حتى يكون هذا الاستخدام فعالاً في تحقيق الأهداف المرجوة، يجب مراعاة الشروط التالية:

١. أن يُسمح للمتعلم أن يتعلم ذاتياً ومستقلاً في أداء المهام، بمعنى أخر يكون المتعلم وظيفياً في أداء المهام والأنشطة ويكون حاكماً بدلاً من أن يكون تابعاً لإرشادات الآخرين.

٢. لابد من وجود نموذج للاتصال والاستدلال يتم من خلاله تنظيم إكساب المتعلم أفعال وتبريرات الأكثر خبرة (معلم الرياضيات أو الزميل الأكثر خبرة).

٣. يجب تقدير مستوى المهمة، ومعايرة حجم المساعدة المقدمة من معلم الرياضيات أو الزميل الأكثر خبرة إلى المتعلم وذلك حسب مستوى المهارة التي وصل إليها المتعلم وذلك قبل تقديم السقالات التعليمية (Biemiller & Meichelbaum, 1998, 365).

٤. يجب مراعاة الفروق الفردية في عملية التدعيم والذي يعني كم وشكل التدعيم الذي يحتاجه كل متعلم ليتجاوز منطقة النمو الوشيك، مع مراعاة تنوع احتياجات المتعلم(ابراهيم، ٢٠٠٦، ٣٧).

٥. على معلم الرياضيات استخدام الملاحظة وتسجيل سلوك المتعلم والتغير الذي وصل إليه بالنسبة لاستخدامه الاستراتيجية والمهارات المتعلمة.

٦. يجب على معلم الرياضيات الاستجابة الفورية لما يحاول المتعلم أن يؤديه.

٧. يجب تشخيص أداء التلميذ حالياً وليس في وقت آخر، وذلك لأن منطقة النمو الوشيك في الغالب تتغير من وقت آخر (Rodgers& Rodgers, 2004).

٨. يجب أن يتضح للمتعلم الهدف من استخدام السقالات التعليمية بسهولة، حتى تؤدي الغرض منها.

٩. يجب أن تتناسب سقالات التعلم مع طبيعة المهام وأنشطة التعلم، بحيث تمكن المتعلم من التواصل ذاتياً إلى التعلم المستهدف.

١٠. يجب أن تناسب سقالات التعلم طبيعة ومجالات مادة الرياضيات المستهدف تعلمها.

١١. يجب أن يكون تعليمات سقالات التعلم واضحة بجمل وعبارات دقيقة بحيث تمكن المتعلم من فهم ما يجب عمله أو القيام به من أنشطة ومهام.

١٢. يجب أن تصمم سقالات التعلم بحيث تتسم بالوضوح وسهولة الاستخدام بشكل يسمح للمتعلم لاستيعابها واستخدامها في أي مرحلة من مراحل التعلم(أحمد، ٢٠٠٧، ٤٢).

١٣. تقليل النواحي المعرفية بقدر الإمكان من خلال تهيئة ظروف البيئة التعليمية بحيث تساعد المتعلم على استدعاء واستخدام المعلومات التي يعرفها للقيام بجزء كبير من مهمة التعلم المطلوبة(أي يربط بين المعرفة القديمة والمعرفة الجديدة).

١٤. يجب أن يبدأ معلم الرياضيات بمساعدة المتعلم على تحديد الهيكل الأساسي لمهمة التعلم في البداية،وعندما يتم تحديد المهمة يتلقى المتعلم المساعدة بمجرد تمكنه من القيام بتلك المهمة.

١٥. يجب على معلم الرياضيات استخدام أسلوب سلوكي يدعم كل خطوة تُقرب المتعلم من السلوك المرغوب فيه، أو أداء المهام المطلوبة وذلك في حالة صعوبة تلك المهام أو في حالة المفاهيم الجديدة، بالإضافة إلى تقديم تغذية راجعة فوريه له(Bull, et.al., 1999).

١٦. أن يبدأ معلم الرياضيات بما يمكن أن يعمله المتعلم من أداء مهام وأنشطة، وكذلك البدء بالمهام والأنشطة المحببة للمتعلم، والانتقال من المهام البسيطة والصغيرة ثم التدرج شيئاً فشيئاً.

١٧. تقليل عدد الخطوات المطلوبة لحل المشكلة إلى المستوى الذي يمكن أن يفي المتعلم بمطالب المهمة بالمساعدة (عفيفي، ٢٠١٠، ٧٣-٧٤).

١٨. إجراء عملية تقييم متكررة للمتعلمين.

١٩. وقد تم مراعاة تلك المعايير والشروط قدر الإمكان عند تطبيق السقالات التعليمية في تدريس الوحدة التجريبية.

ثانياً: مهارات حل المشكلات الهندسية:

تتمثل مهارات حل المشكلة الرياضية بصفة عامة والمشكلات الهندسية بصفة خاصة في العمليات التي تتضمن مهارات ومعلومات يستخدمها المتعلم للوصول إلى حل المشكلة التي تواجهه وتبدأ هذه المهارات بتحديد المشكلة وتنتهي بحلها، وتندرج هذه المهارات ضمن المراحل الأربعة لنموذج "بوليا" Polya . وقد تناولت العديد من الأدبيات التربوية والدراسات العربية والأجنبية وصف لهذه المهارات والتي يمكن تلخيصها فيما يلي: (بدوي، ٢٠٠٣)، (عطية، ٢٠٠٩)، (أبو سته، ٢٠١١)، (علي، ٢٠١٢)، (السيد، ٢٠١٥)، (Labuda, 2004).

١- مهارة فهم وتحليل المشكلة: وتتضمن

١. استخراج المعطى

٢. استخراج المطلوب (سؤال المشكلة)

٣. تحديد المعلومات الناقصة، الزائدة في المشكلة.

٤. توضيح العلاقة بين المعطيات والمطلوب.

٢- مهارة تكوين خطة الحل: وتتضمن

١. ترجمة المسألة اللفظية إلى صيغة هندسية (رسم شكل).

٢. تحديد الاستراتيجيات وخطوات وقوانين المناسبة الحل.

٣- مهارة تنفيذ خطة الحل: وتتضمن

١. ترتيب خطوات الحل

٢. استخدام استراتيجيات مناسبة.

٣. ربط العلاقة بين المعطيات والمطلوب.

٤. إيجاد النواتج العددية للحل.

٤- مهارة مراجعة وتقويم خطة الحل: وتتضمن

١. الإجابة عن سؤال المشكلة.

٢. التأكد من صحة الحل أو الناتج.

٣. تقييم استراتيجية الحل المستخدمة.

٤. مراجعة الحل وشروط المشكلة وسؤالها.

أهمية تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية:

تُعتبر الرياضيات أداة لنقل الفكر ولتوليد قدرات الفرد لحل المشكلة وللتمرين على تلك القدرات، وبالتالي يمكن القول بأن حل المشكلة يأخذ مكانة القلب بالنسبة للرياضيات. وتتضح أهمية حل المشكلات الرياضية بصف عامة والهندسية بصفة خاصة أن وثيقة المعايير للمجلس القومي لمعلمي الرياضيات أفردت معيارا خاصا لحل المشكلة الرياضية ضمن معايير العمليات، وأكدت على أن مناهج الرياضيات المدرسية من مرحلة رياض الأطفال حتى الصف الثاني عشر يجب أن تساعد المتعلم في: (NCTM, 2000)

١- بناء معرفة رياضية جديدة من خلال حل المشكلة الرياضية.

٢- حل مشكلات رياضية ذات صلة بموضوع الرياضيات أو في سياقات أخرى.

٣- التمكن في استخدام استراتيجيات متعددة ومناسبة لحل المشكلة الرياضية.

٤- التأمل في عملية حل المشكلة الرياضية.

كما يعُد حل المشكلة الرياضية وسيلة لإثارة الفضول الفكري وحب الاستطلاع وامتداداً طبيعياً لتعلم المبادئ والقوانين في مواقف جديدة. كما أنها تدريب مناسب للفرد ليصبح قادرًا على المشكلات التي تواجهه في حياته اليومية، وبناء عليه فإنها تكسبه خبرة في حل المشكلات الحياتية والمستقبلية. (أبو زينة وعبابنة، ٢٠٠٧، ٢٥٨- ٢٥٩)

ثالثًا: العبء المعرفي وتدريس الهندسة:

تعريف العبء المعرفي: Cognitive Load

عرفه سويلر وآخرون بأنه السعة المطلوبة للذاكرة العاملة لأجل بناء المخطط المعرفي وعمله الاتوماتيكي الذي يحدث تغييرات في الذاكرة طويلة الأمد (Sweller , Van Merrienboer, Paas , 1998 , 17) ، كما عرفه (أبو رياش ، ٢٠٠٧ ، ١٩٣) بأنه الكمية الكلية من النشاط العقلي في الذاكرة العاملة خلال وقت معين ويقاس بعدد الوحدات أو العناصر المعرفية .

أنواع العبء المعرفي:

حيث أكدت (عبد المجيد، ٢٠١٢) أنه لا تخلو أي عملية تعليمية من وجود الأنواع الثلاثة التالية للعبء المعرفي:

النوع الأول: العبء المعرفي الداخلي Cognitive Load Intrinsic :

يرجع هذا النوع من العبء إلى صعوبة في المحتوى المطلوب تعلمه،ولا يمكن تعديله ويطلق عليه العبء المعرفي الداخلي.

النوع الثاني: العبء المعرفي الخارجي Cognitive Load Extraneus :

يرجع هذا النوع من العبء إلى الطرائق والوسائط التعليمية المستخدمة في عرض المعلومات على المتعلمين،ويمكن تعديله باستبدال هذه الطرائق والوسائط التعليمية لتسهيل العملية التعليمية وتحقيق التعلم.

النوع الثالث: العبء المعرفي المناسب (وثيق الصلة بالموضوع) Cognitive Load German :

هو المجهود الذي يبذله المتعلم لتكوين المخططات الذهنية Schema اللازمة للتعلم، فعملية التعلم تتأثر بعملية التغير في الأداء، ولتكوين وتخزين عدد من

المخططات الذهنية داخل الذاكرة طويلة المدى فإنه يجب أن تكون هناك عبء معرفي مناسب.

استراتيجيات التعليم والتعلم المستندة إلى نظرية العبء المعرفي: (أبو رياش، ٢٠٠٧، ١٩٨-٢٠١)

١. استراتيجية السكيما Schema Strategy

تشير إلى امتلاك المتعلم لمعرفة واسعة في موضوع ما، تمكنه من تعلم الموضوع بشكل فاعل لأن ذاكرته العاملة تحتاج فقط إلى القليل من العناصر المعرفية، مما يترك سعة عقلية في الذاكرة العاملة لعملية التعلم ومعالجة عدد أكبر من العناصر المعرفية بقليل من الجهد والانتباه.

٢. استراتيجية الهدف الحر Free Goal Strategy

من المشكلات التقليدية المتواجدة في معظم المواد التعليمية والتي تولد عبئاً معرفياً زائداً على الذاكرة العاملة،تلك التي تقدم للطلبة مجموعة من المعلومات، وهدفاً محدداً يتوجب تحقيقه، ولا يكمن تحقيق هذا الهدف إلا بتحقيق أهداف معرفية لم تذكر للطالب مما يجعله مشتتاً يركز على الهدف المطلوب دون أي انتباه لتلك الأهداف الفرعية، أما عندما تكون المشكلات التعليمية حرة الهدف، فإن الطالب سيركز على المعلومة التي تقدم له ويستخدمها عند اللزوم ليحقق الهدف المطلوب.

٣. استراتيجية المثال المحلول وإكمال المسألة The Worked Example & Problem Complete

فهذه الاستراتيجية لها منطق استخدام الأمثلة المحلولة،ولكن بدلًا من إعطاء الطالب مثالاً محلولاً كاملاً،يزود الطالب بأمثلة محلولة جزئياً ثم يكلف الطالب بإكمال حل المثال.

٤. استراتيجية تركيز الانتباه Attention Focus Strategy

الكثير من المواد التعليمية تتطلب عناصر صورية وعناصر نصية من المعلومات حيث تعرض الصورة مع النص المرتبط بها وتكون فوقه أو تحته أو بجانبه مما يشتت الانتباه فلا الصورة وحدها ولا النص وحده يقدمان معلومات كافية تمكن الطالب من الفهم فيؤدي لتعلم غير فعال، مما يستدعي

التخلص من مسببات تشتيت الانتباه والتي تنتج من العناصر النصية والصورية للمادة التعليمية نفسها .

٥. استراتيجية الانجاز Concise Strategy

يجب استخدام إما التعلم النصي أو التعلم الصوري لأن الثاني يكون زائد لا حاجة له ويجب إبعاده عن المادة التعليمية لخفض العبء المعرفي.

٦. استراتيجية الشكلية Modal Strategy

جميع استراتيجيات نظرية العبء المعرفي تعمل على تقليل العبء المعرفي بسبب محدودية الذاكرة العاملة، بينما ترى استراتيجية الشكلية انه يمكن توسيع حدود الذاكرة العاملة من خلال خفض العبء المعرفي الخارجي أثناء تصميم المادة التعليمية فيعرض جزء منها بصرياً ومعلومات أخري يتم عرضها سمعياً مما يعزز من عملية التعلم،فالذاكرة العاملة أجزاء منها تكون حساسة للتوجه للأشياء المرئية وأجزاء للمعلومات الشفوية .

وقد تم توظيف بعض استراتيجيات نظرية العبء المعرفي كاستراتيجية "الاسكيما" و "إكمال المثال" و"الهدف الحر" عند إعداد دروس الوحدة التجريبية " وحدة المساحات" وتقديمها للتلاميذ باستخدام سقالات تعليمية تقلل من العبء المعرفي الواقع على الذاكرة العاملة للتلميذ لاسيما عند حله المشكلات الهندسية التي تحتوي على أكثر من مطلوب وتتطلب من التلميذ وضع تصور للحل وتوظيف قوانين وحدة المساحات والمعطيات المتاحة في المشكلة ومن ثم تقييم الحل الذي توصل إليه.

إعداد أدوات البحث:

تم إعداد أدوات البحث وفق الإجراءات التالية:

أولاً: تحليل محتوى الوحدة:

تم تحليل محتوى وحدة "المساحات" بمقرر الهندسة للصف الثاني الإعدادي، وذلك بهدف استخراج ما تتضمنه من مفاهيم، تعميمات، ومهارات. وبعد إجراء عملية التحليل تم حساب ثبات وصدق التحليل كما يلي:

أ- **صدق التحليل:** تم عرض نتائج التحليل على مجموعة من المحكمين من أساتذة المناهج وطرق تدريس الرياضيات، وموجهي ومدرسي الرياضيات،

وذلك بهدف تعرف مدى شمولية نتائج التحليل. وقد أكدت أراء المحكمين شمولية التحليل لجوانب التعلم المتضمنة بالوحدة. ملحق (١)

ب- ثبات التحليل: وقد تم التوصل إلى حساب ثبات التحليل باتباع الخطوات التالية:

١. قيام الباحث بعملية التحليل.

٢. قيام إحدى الزميلات بعملية التحليل.

٣. حساب معامل الثبات للتحليل باستخدام معامل سكوت Scott. وقد وجد أنه (٠.٩٢) مما يدل على ثبات التحليل.

ثانياً:إعداد اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية:

أ- هدف الاختبار: قياس قدرة تلاميذ الصف الثاني الإعدادي على مهارات حل المشكلات الهندسية في محتوى وحدة " المساحات" بمقرر الهندسة.

ب- صياغة مفردات الاختبار: بالرجوع إلى العديد من الاختبارات والدراسات مثل: (رباب طه، ٢٠١٥)، (علي، ٢٠١٢)، (عبد السميع ، ٢٠٠٩)، (شفيق، ٢٠٠٥)، (زهران و عبد القادر ، ٢٠٠٤) تم بناء مفردات الاختبار في صورة أسئلة ومشكلات هندسية صيغت بعضها في شكل موضوعي وعددها (٢٤) مفردة والبعض الآخر مقالي وعددها (٣) مشكلات هندسية، موزعة على مهارات حل المشكلات الهندسية الأربعة وهي: (فهم وتحليل المشكلة- تكوين خطة الحل- تنفيذ خطة الحل- مراجعة خطة الحل)

جـ- صدق الاختبار: تم التعرف على صدق محتوى الاختبار بعرضه على مجموعة من المحكمين من أساتذة المناهج وطرق تدريس الرياضيات، وقد تم إجراء التعديلات في ضوء أراء المحكمين، بحذف الأسئلة غير المناسبة لصعوبتها، وإعادة صياغة بعض الأسئلة. وأصبح الاختبار في صورته النهائية يتكون من (٢٧) مفردة موزعة على محاور الاختبار. ملحق (٥)

والجدول التالي يبين مفردات الاختبار موزعة على مهارات حل المشكلات الهندسية.

جدول (١): جدول مواصفات اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية

مهارات حل المشكلات الهندسية	عدد المفردات		الدرجة	أرقام المفردات
	موضوعية	مقالية		
فهم وتحليل المشكلة	٦	٣	٩	١-٢-٣-٤-٥-٦-٢٥-٢٦-٢٧
تكوين خطة الحل	٦	٣	٩	٧-٨-٩-١٠-١١-١٢-٢٥-٢٦-٢٧
تنفيذ خطة الحل	٦	٣	٩	١٣-١٤-١٥-١٦-١٧-١٨-٢٥-٢٦-٢٧
مراجعة وتقويم الحل	٦	٣	٩	١٩-٢٠-٢١-٢٢-٢٣-٢٤-٢٥-٢٦-٢٧
الاختبار ككل	٢٧		٣٦	١: ٢٧

(د) **طريقة تصحيح الاختبار:**

تم تصحيح مفردات الاختبار بحيث تُعطى درجة واحدة لكل مفردة من الاختيار من متعدد، ودرجة واحدة لكل خطوة صحيحة من خطوات حل المسائل المقالية وبذلك درجة الاختبار الكلية (٣٦) درجة.

(هـ)التجربة الاستطلاعية للاختبار:بعد التأكد من صدق الاختبار، تم تطبيق الاختبار على "٣٧" تلميذاً من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي وذلك بغرض تحديد:

- **زمن الاختبار**: تم حساب زمن الاختبار، وقد تبين أن الزمن المناسب لانتهاء جميع التلاميذ من الإجابة عن جميع مفردات الاختبار حوالي (٩٠) دقيقة، أي بواقع حصتين دراسيتين.
- **ثبات الاختبار**: تم حساب ثبات الاختبار ككل، ولكل مهارة من مهارته الأربعة على حدة باستخدام معادلة ألفاكرونباخ (Cronbach.∝). والجدول التالي يبين معاملات الثبات.

جدول (٢): معاملات الثبات لاختبار مهارات حل المشكلات الهندسية ككل، ولأبعاده

مهارات حل المشكلات الهندسية	معامل الثبات
فهم وتحليل المشكلة	٠.٨٤
تكوين خطة الحل	٠.٨١
تنفيذ خطة الحل	٠.٧٩
مراجعة وتقويم الحل	٠.٨١
الاختبار ككل	٠.٨٢

وقد وجد أن معامل الثبات للاختبار ككل يساوي ٠.٨٢ وهي درجة عالية من الثبات.

ثالثاً: مقياس NASA العبء المعرفي:

- **الهدف من المقياس**:يهدف المقياس إلى الكشف عن العبء المعرفي الذي يقع على التلاميذ بعد تعرضهم لمهمة أو موقف أو مشكلة وتتمثل في البحث الحالي بأنشطة حل المشكلات الهندسية المتضمنة بوحدة " المساحات".

- **وصف المقياس**: يعتبر المقياس أداة تقدير ذاتي متعددة الأبعاد بعمل تقديرات ذاتية للعبء المعرفي الواقع على التلميذ أثناء أداءه مهام وأنشطة حل المشكلات الهندسية المتضمنة بوحدة " المساحات".ويتكون المقاييس من ستة محاور فرعية وهى : العبء العقلي – العبء البدنى – عبء الضغط الزمنى – عبء الجهد – عبء الأداء – عبء الشعور بالإحباط. وقد قام بتعريبه وتطبيقه على البيئة المصرية (عادل البنا، ٢٠٠٨). وقد تم تطبيق النسخة الالكترونية وكذلك تم تصحيح المقياس الكترونياً من خلال الموقع التالي :http://www.keithv.com/software/nasatlx/ملحق رقم (٧)

رابعاً: إعداد دليل المعلم وكراسة أنشطة التلميذ:

في ضوء نتائج عملية تحليل المحتوى وحدة "المساحات" تم إعداد دليل للمعلم وفق استراتيجية السقالات التعليمية حيث تضمن الدليل ما يلي: ملحق (٢)

- **مقدمة**: تعطي فكرة مختصرة للمعلم عن السقالات التعليمية، وكيفية توظيفها في تدريس الهندسة بما يقلل العبء المعرفي الواقع على التلميذ أثناء قيامه بحل المشكلات الهندسية.

- **الأهداف العامة**: لوحدة " المساحات" بمقرر هندسة الصف الثاني الإعدادي.

- **الخطة الزمنية**: لتدريس موضوعات الوحدة.

- **عرض موضوعات الوحدة**: في صورة دروس، وقد اشتمل كل درس على ما يلي:

***أهداف الدرس**: وتمت صياغتها في صورة سلوكية.

***الوسائل والأدوات التعليمية**: وقد تضمنت مجموعة متنوعة من الوسائل لتنفيذ أنشطة الوحدة وفق السقالات التعليمية.

***خطوات السير في الدرس** وتضمن: تقديم محتوى الدرس في صورة أنشطة ومهام وسقالات تعليمية تقدم للتلاميذ في صورة مجموعات تعلم لتحقيق

مبدأ الممارسة الجماعية، ومن ثم إتاحة الفرصة لكل تلميذ لممارسة التعلم الفردي والممارسة المستقلة وأخيرًا تقديم التغذية الراجعة لكل تلميذ لتقوية البنية المعرفية أثناء حل المشكلات الهندسية.

- كما تم إعداد **كراسة أنشطة للتلميذ** في وحدة "المساحات" وقد تضمنت مجموعة متنوعة من الأنشطة، والمشكلات الهندسية.

- تم عرض دليل المعلم وكراسة أنشطة التلميذ على مجموعة من أساتذة تعليم الرياضيات، وقد أبدوا بعض ملاحظاتهم حول بعض المشكلات الهندسية والأنشطة المتضمنة، وقد تم التعديل وفق ملاحظاتهم، ومن ثم تم إعداد الدليل وكراسة الأنشطة في الصورة النهائية. ملحق (٣)

- مجموعة البحث والتصميم التجريبي:

تم اختيار مجموعة البحث من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة طه حنفي الإعدادية بمدينة أسيوط.وتكونت مجموعة البحث من (٦٢) تلميذاً من فصلين تم تقسيمهم إلى مجموعتين إحداهما تجريبية، والأخرى ضابطة كل منها يتكون من (٣١) تلميذاً.

إجراءات تجربة البحث:

تم تطبيق أدوات البحث في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠١٤ /٢٠١٥م. حيث تم تدريس وحدة " المساحات" باستخدام السقالات التعليمية للمجموعة التجريبية، بينما تم تدريس المجموعة الضابطة بالطريقة المعتادة حسب الخطة الزمنية الموضوعة من قبل توجيه الرياضيات بمحافظة أسيوط.

تطبيق أدوات البحث:

أولاً: التطبيق القبلي:

تم تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية قبلياً على كل من تلاميذ المجموعة (التجريبية– الضابطة)، وتم حساب قيمة المتوسط الحسابي والانحراف المعياري، وقيمة (ت) لحساب الفرق بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين وذلك باستخدام برنامج SPSS. كما هو مبين في الجدول التالي:

جدول (٣): دلالة الفرق بين متوسطي المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية قبليًا

المجموعة / المهارات	المجموعة التجريبية ن = ٣١		المجموعة الضابطة ن = ٣١		قيمة " ت"	مستوى الدلالة
	م	ع	م	ع		
فهم وتحليل المشكلة	١.٠٢	١.٩٤	١.٤١	١.٢٥	٠.٩٣	غير دالة
تكوين خطة الحل	١.١١	١.٥٧	١.٥٢	١.١	١.١٧	غير دالة
تنفيذ خطة الحل	٠.٨٣	٠.٩٢	٠.٩٦	١.٤	٠.٤٣	غير دالة
مراجعة وتقويم الحل	٠.٦٧	٠.٨	٠.٥١	٠.٧٩	٠.٧٨	غير دالة
الاختبار ككل	٣.٩٤	١.٣	٤.٣١	١.٤١	١.٠٦	غير دالة

يتضح من الجدول السابق أن قيمة (ت) لدلالة الفروق غير دالة عند أي مستوى من مستويات الدلالة بالنسبة لنتائج اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية ككل، وكذلك بالنسبة لأبعاده الفرعية، مما يدل على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية، وبالتالي تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية.

- التطبيق البعدي لأدوات البحث:

بعد الانتهاء من تدريس الوحدة، تم تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية، ومقياس ناسا للعبء المعرفي بعدياً على مجموعتي البحث.

نتائج البحث وتفسيرها:

*** اختبار صحة الفرض الأول والإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث.**

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث ونصه: **" ما فاعلية استخدام السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟ "**

ولاختبار صحة الفرض التنبؤي الأول للبحث والذي ينص على أنه: **"يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية في التطبيق البعدي لصالح المجموعة التجريبية.**

بعد التطبيق البعدي لاختبار مهارات حل المشكلات الهندسية على المجموعتين الضابطة والتجريبية، تم تصحيح الاختبار ورصد الدرجات،

ومن ثم تم معالجة هذه البيانات إحصائياً باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS، إصدار 16. وحساب قيمة حجم الأثر (بمعاملإيتا^2) لاستخدام السقالات التعليمية في التدريس مقارنة بالطريقة التقليدية. والجدول التالي يوضح النتائج.

جدول (٤): دلالة الفرق بين متوسطي المجموعتين التجريبية والضابطة وحجم الأثر في التطبيق البعدي لاختبار مهارات حل المشكلات الهندسية بمكوناته والاختبار ككل

البيان / المهارات	المجموعة التجريبية ن = ٣١		المجموعة الضابطة ن = ٣١		قيمة " ت"	مستوى الدلالة	η^2
	م	ع	م	ع			
فهم وتحليل المشكلة	٧.٥٤	١.٠٧	٣.١٧	١.٨	١١.٤٣	دالة عند ٠.٠١	٠.٨١
تكوين خطة الحل	٨.١٣	١.١٢	٤.٠٣	١.٣	١٢.٨٦	دالة عند ٠.٠١	٠.٨٥
تنفيذ خطة الحل	٧.٩٧	٠.٩٢	٣.١١	١.٢	١٧.٦	دالة عند ٠.٠١	٠.٩١
مراجعة وتقويم الحل	٧.٢١	١.٠٤	٢.٨١	١.٣١	١٤.٤١	دالة عند ٠.٠١	٠.٨٧
الاختبار ككل	٣٠.٨٥	٢.٧٥	١٣.١٩	٣.١٤	٢٣.١٧	دالة عند ٠.٠١	٠.٩٤

يتضح من الجدول السابق وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعتي البحث، لصالح المجموعة التجريبية وذلك في مهارات حل المشكلات الهندسية كلٍ على حده، وفي الاختبار ككل. كما يتضح أيضاً من نتائج الجدول أن قيم معامل إيتا^2 أكبر من (٠.١٤) في كل مهارة من مهارات حل المشكلات الهندسية وفي الاختبار ككل حيث بلغت قيمة معامل η^2 (٠.٩٤)، مما يعني أن حجم الأثر كبير، وبالتالي وجود أثر كبير وفعال في التدريس باستخدام استراتيجية السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج بعض الدراسات التي استخدمت استراتيجية السقالات التعليمية في تنمية مخرجات تعليمية متنوعة، كمهارات التفكير الرياضي كما في دراسة (عبد القادر ، ٢٠١٣)، والتفكير التوليدي كما في دراسة (الجندي و أحمد ، ٢٠٠٤)، ومهارات البرهان الرياضي كما في دراسة (السيد وآخرون، ٢٠١١)، ومهارات التواصل الرياضي كما في دراسة (حسن، ٢٠١٤)، وتنمية مهارات حل المشكلات الحياتية كما في

دراسة (Dittmer, 2013) ، وتنمية القدرة الاجتماعية ومستوى الأداء المهاري كما في دراسة (Nuankhieo, 2010) ، ورفع مستويات التفكير التأملي كما في دراسة (Pennington,2010).

ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء الأسباب التالية:

١. إن استخدام السقالات التعليمية بما تضمنته من أدوات، وأساليب متنوعة لتقديم الدعم للتلميذ من خلال توضيح العلاقات بين المعطيات الموجودة في المشكلة الهندسية والمطلوب، وكذلك كيفية التخطيط للحل المناسب، والتأكد من صحة الحل وتقويمه. كل هذا ساهم في تنمية قدرة التلميذ على فهم المشكلات الهندسية، والمواقف ومن ثم اختيار البديل الصحيح من بين البدائل المعطاة.

٢. وجود بعض المساعدة من قبل المعلم أو الأقران في مرحلة الممارسة الموجهة في صورة دعم مؤقت (السقالات التعليمية) ساعد التلميذ في مواصلة نشاطه وتفكيره للتوصل إلى حل للمشكلات الهندسية.

٣. كما أن استخدام السقالات التعليمية بأشكالها المتنوعة كان لها دور فعال في مساعدة التلاميذ على فهم واستيعاب ما تضمنه المحتوى الهندسي من مفاهيم ونظريات، وإدراك العلاقات الموجودة بينها، وتقديمها للتلميذ في صورة منظمة متسلسلة يسهل عليه استيعابها وإدخالها في بنيته المعرفية بتكوين صور عقلية، ودمجها مع ما تحتويه من معلومات ومفاهيم سبق له تعلمها، كل هذا يساعد التلميذ في حل المشكلات والتمارين الهندسية.

٤. تسمح السقالات التعليمية للتلميذ بأن يكون إيجابياً في بناء جسور لعقله، لفهم المحتوى الهندسي من خلال ما تتيحه من أشكال دعم متنوعة تسهم في تعميق عملية التعلم وتنمية مهارات التفكير مما يؤدي إلى تنمية القدرة على حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

*** اختبار صحة الفرض الثاني والإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث:**

للإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث ونصه: **"ما فاعلية استخدام السقالات التعليمية في خفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟ "**

ولاختبار صحة الفرض التنبؤي الثاني ونصه: ***"يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في مقياس العبء المعرفي في التطبيق البعدي لصالح المجموعة التجريبية."*** تم استخدام اختبار "ت"، وكذلك حساب حجم الأثر. والجدول التالي يوضح هذه النتائج:

جدول (٥): دلالة الفرق بين متوسطي المجموعتين التجريبية والضابطة وحجم الأثر في التطبيق البعدي لمقياس العبء المعرفي

المجموعة	المجموعة التجريبية ن =٣١		المجموعة الضابطة ن = ٣١		قيمة " ت"	مستوى الدلالة	η^2
	م	ع	م	ع			
القيم	٣٠.٦	٣.٢	٧٨.٥	٤.١	-٤٧.٩	دالة عند ٠.٠١	٠.٩٧

يتضح من الجدول السابق أنه يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمقياس ناسا للعبء المعرفي، وبحجم أثر كبير حيث أن قيمة معامل η^2 بلغ (٠.٩٧) أي أكبر من (٠.١٤) مما يدل على وجود أثر مرتفع لاستخدام السقالات التعليمية في خفض العبء المعرفي الواقع على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في المجموعة التجريبية أثناء حل المشكلات الهندسية مقارنة بتلاميذ المجموعة الضابطة.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج بعض الدراسات التي استخدمت برامج، واستراتيجيات تدريسية متنوعة، بهدف خفض العبء المعرفي الواقع على الذاكرة العاملة للتلميذ أثناء عملية التعلم كدراسة: (البنا، ٢٠٠٨)، (عبد المجيد، ٢٠١٢)، ودراسة (منصور ، ٢٠١٤) ، (Loring, 2003) (Kirschner, 2002، (Brunken et al., 2003) (Clarke et al., 2005)، (Rourke&Sweller, 2009)

ولكن يختلف البحث الحالي مع الدراسات السابقة في أن الاستراتيجية المستخدمة في التدريس هي السقالات التعليمية.ويفسر الباحث هذه النتيجة في ضوء ما يلي:

١. أنه في ظل محدودية سعة الذاكرة العاملة فإنها تبدأ بفقدان المعلومات عن طريق الإحلال إذا زادت المعلومات في الموقف أو المشكلة الهندسية، إلا أنه نظرا لاستخدام السقالات التعليمية بما تقدمه من مساعدة وأدوات، وتشجيع التلميذ على توظيف ما لديه من خبرات سابقة والاستفادة من الأفكار التي تشاركها مع زملائه فإن هذا يسمح بامتداد الذاكرة العاملة ومن ثم قلل من العبء المعرفي الواقع على التلميذ عند حل المشكلات الهندسية.

٢. ساهم توظيف استراتيجية السقالات التعليمية في تقديم بعض الأمثلة المحلولة، وقيام المعلم بنمذجة تفكيرهModeling عند حل المشكلات الهندسية بتقليل العبء المعرفي الواقع على التلميذ وتخفيف الإحباط الناتج من صعوبة بعض المشكلات الهندسية بوحدة المساحات.

٣. كان لمشاركة التلاميذ في طرح الأفكار والمساهمة في الحل وإعطاء تفسيرات لما يقدمونه من حلول خلال مرحلة التغذية الراجعة دور هام في تقليل مستوى العبء المعرفي على الذاكرة العاملة.

*** اختبار صحة الفرض الثالث والإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث:**

للإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث ونصه: **"ما العلاقة بين مهارات حل المشكلات الهندسية وخفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي".**

ولاختبار صحة الفرض التنبؤي الثالث ونصه: ***"يوجد ارتباط دلال إحصائيًا بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لكل من اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية ومقياس العبء المعرفي ."***

تم حساب معامل الارتباط باستخدام برنامج Spss بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لكل من اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية ومقياس ناسا للعبء المعرفي، ووجد أنه يساوى (٠.٩١)

مما يدل على أن هناك ارتباط دال سالب بين مهارات حل المشكلات الهندسية ومستوى العبء المعرفي الواقع على التلميذ أثناء حله للمشكلات الهندسية.

ويفسر الباحث وجود هذه العلاقة الارتباطية السالبة إلى أن تنمية قدرة التلميذ على حل المشكلات الهندسية وذلك بتقديم الدعم المناسب له سواء من جانب المعلم أو من زملاءه الأكثر خبرة من خلال تقديم سقالات تعليمية متنوعة يؤدي إلى تقليل العبء العقلي والإحباط الواقع على التلميذ أثناء قيامه بحل المشكلات الهندسية المقدمة له في الموقف التعليمي. أي أنه كلما تم تقليل العبء المعرفي الذي يجب على التلميذ تحمله كلما كانت قدرة التلميذ على حل المشكلة الهندسية أسهل بالنسبة له.

توصيات البحث:

في ضوء إجراءات البحث وما أسفرت عنة النتائج يُوصى بما يلي:

١- توظيف السقالات التعليمية بأنواعها في تدريس الهندسة، وفروع الرياضيات الأخرى.

٢- إعادة صياغة محتوى مقرر الهندسة للمرحلة الإعدادية بحيث يتضمن العديد من السقالات التعليمية، والتي تساعد التلاميذ على ممارسة مهارات التفكير العليا من خلالها.

٣- تشجيع معلمي الرياضيات على تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية للتلاميذ، من خلال إتاحة الفرصة لتلاميذهم بالتفكير في المشكلة وتقديم الدعم المناسب لهم أثناء الحل.

٤- توظيف نظرية العبء المعرفي في تدريس الرياضيات بصفة عامة، والهندسة بصفة خاصة مما يقلل العبء المعرفي والإحباط الواقع على التلميذ أثناء مهام حل المشكلات الهندسية.

٥- تطوير برامج إعداد المعلمين بكلية التربية بحيث تتضمن نظريات تربوية حديثة كنظرية العبء المعرفي ، وكذلك مداخل واستراتيجيات متنوعة مثل استراتيجية السقالات التعليمة، ولذلك لمراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ.

البحوث المقترحة:

في ضوء نتائج البحث الحالي يقترح إجراء البحوث التالية:

١- دراسة أثر التفاعل بين السقالات التعليمية وأنماط التعلم في تنمية مهارات حل المشكلة الرياضية اللفظية.
٢- دراسة أثر استخدام استراتيجية السقالات التعليمية في تدريس الإحصاء على تنمية التفكير الإحصائي لدى طلاب المرحلة الثانوية.
٣- أثر استخدام السقالات التعليمية في تنمية مهارات التفكير المنظومي عند تدريس الهندسة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
٤- فاعلية برنامج لتدريب معلمي الرياضيات أثناء الخدمة على تقليل العبء المعرفي أثناء دراسة ميكانيكا الكم.
٥- أثر التفاعل بين السقالات التعليمة ونظرية العبء المعرفي في تدريس الجبر لتنمية مهارات ماوراء المعرفة لتلاميذ المرحلة الإعدادية.

المراجع:

إبراهيم، رفعت ابراهيم (٢٠٠٦). فاعلية استخدام الموديول في تنمية مهارات البرهان الرياضي والتحصيل في الهندسة لتلاميذ الصف الأول الإعدادي، ماجستير ، كلية التربية بالإسماعيلية ، جامعة قناة السويس.

أبو جوده، صافيه سليمان (٢٠٠٤). أثر برنامج تعليمي – تعلمي مستند إلى نظرية العبء المعرفي في تنمية مهارات التفكير الناقد. دكتوراه ، عمان ، جامعة عمان العربية للدراسات العليا.

أبو زينة ، فريد كامل و عبابنة ، عبدالله (٢٠٠٧). مناهج تدريس الرياضيات للصفوف الأولى، الطبعة الأولى، عمان : دار المسيرة.

أبو سته، فريال عبده (٢٠١١). أثر برنامج مقترح لتنمية الذاكرة البصرية في الرياضيات على مهارات حل المشكلات الهندسية وتقدير الذات لدى ذوي صعوبات التعلم من طلاب المرحلة الإعدادية. مجلة تربويات الرياضيات، المجلد الرابع عشر، يناير، ج٢ ، ص ص ٦- ٣٨.

أحمد، شاهيناز محمود (٢٠٠٧). فاعلية توظيف سقالات التعلم ببرامج التعلم القائم على الكمبيوتر في تنمية مهارات الكتابة الالكترونية لدى الطالبات معلمات اللغة الإنجليزية. **رسالة دكتوراة**، كلية البنات، جامعة عين شمس.

بدوي، رمضان مسعد (٢٠٠٣). استراتيجيات في تعليم وتقويم تعلم الرياضيات، الطبعة الأولى، عمان، دار الفكر العربي.

البنا، عادل السعيد (٢٠٠٨). العبء المعرفي المصاحب لأسلوب حل المشكلات في ضوء مستويات الخبرة وصعوبة المهمة ،**مجلة كلية التربية** ، كفر الشيخ ، يناير ، ١-٤٧ .

البنا، عادل السعيد (٢٠٠٨). **مقياس ناسا لقياس العبء المعرفي NASA-CLT** ، الاسكندرية ، المكتبة المصرية .

الجندي، أمينة السيد وأحمد، نعيمة حسن (٢٠٠٤). دراسة التفاعل بين بعض أساليب التعلم والسقالات التعليمية في تنمية التحصيل والتفكير التوليدي والاتجاه نحو العلوم لدى تلميذات الصف الثاني الإعدادي. **المؤتمر العلمي السادس عشر للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس (تكوين المعلم)**، ٢١-٢٢ يوليو ، دار الضيافة ، جامعة عين شمس، ص ص (٦٨٨- ٧٢٨).

زهران، العزب محمد وعبد القادر، محمد عبد القادر (٢٠٠٤). فعالية استخدام الإثراء الوسيلي في تدريس الرياضيات لتنمية مهارات حل المشكلات الرياضية اللفظية والاتجاه نحو المادة لدى طلاب كلية التربية. المؤتمر العلمي الرابع للجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، بنها، يوليو، ص ص٢٩٣-٣٤٣.

زيتون، حسن حسين (٢٠٠٣). استراتيجيات التدريس: رؤية معاصرة لطرق التعليم والتعلم، القاهرة: دار النهضة العربية.

السيد، رباب طه (٢٠١٥). فاعلية برنامج قائم على التعلم النشط لتنمية حل المشكلات الهندسية والميل نحو المادة لدى تلاميذ الحلقة الإعدادية، دكتوراه، معهد الدراسات التربوية - جامعة القاهرة

السيد، محمد عمر وشعبان، حفني وأبو الليل، أحمد مهدي وسيد، أحمد محمد (٢٠١١). فاعلية استراتيجية الدعائم التعليمية في تنمية مهارات البرهان الرياضي لدى التلاميذ ذوي صعوبات تعلم الرياضيات بالمرحلة الإعدادية. **مجلة كلية التربية بالإسماعيلية**، جامعة قناة السويس، العدد (٢٠)، مايو، ص ص (١٨٣- ٢١٤).

حسن، شيماء محمد علي (٢٠١٤). اثر الدعائم التعليمية في تنمية مهارات التواصل الرياضي لدى التلاميذ ذوي صعوبات تعلم الرياضيات بالمرحلة الإعدادية وتحسين مهاراتهم الما وراء معرفية، **مجلة تربويات الرياضيات**، مج ١٧،ع ١ يناير ، ص ص ١٥٥- ٢٢٨.

عبد السميع، عزة محمد (٢٠٠٩). فاعلية استراتيجيات ما وراء المعرفة في تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية والتفكير الناقد والاتجاه نحو الرياضيات لدى طلاب الصف الأول الثانوي، **مجلة تربويات الرياضيات**، مج ١٢، أكتوبر ، ص ص ١٧٣- ٢١٨.

عبد القادر، عبد القادر محمد (٢٠١٣). دراسة التفاعل بين السقالات التعليمية ومستويات التحصيل على مهارات التفكير الرياضي والاتجاه نحو المادة لدى تلاميذ الصف الخامس الأساسي. **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، العدد (٤٣)، الجزء الثالث، نوفمبر، ص ص٧٧- ١٢٠.

عبد المجيد، نهلة عبد الرزاق (٢٠١٢). فاعلية برنامج تدريبي مبنى على نموذج تريفنجر لتنمية الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الكمبيوتر وأثره في خفض العبء المعرفي لدى عينة من طلاب كلية التربية، **دكتوراه**، كلية التربية، جامعة أسيوط.

عطية، ابراهيم أحمد السيد (٢٠٠٩). أثر استخدام الوسائط المتعددة في تدريس الهندسة على تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية والقدرة المكانية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. المؤتمر العلمي السابع لكلية التربية بالزقازيق: التحديات التكنولوجية وتطوير منظومة التعليم، ٢٩- ٣٠ ابريل، المجلد الأول ص ص ١٧٥- ٢١٩.

عفيفي، محمد كمال (٢٠١٠). سقالات التعلم كمدخل لتقييم وتطوير المقررات الإلكترونية ومدى فاعليتها على كل من أداء الطلاب في التعلم القائم على المشروعات والرضا عن التعلم في البيئة الالكترونية، مجلة الجمعية العربية لتكنولوجيا التربية، معهد الدراسات والبحوث التربوية، جامعة القاهرة، ديسمبر، ص ص (٦٣- ١٠٧)

علي، سعاد عبد الكريم (٢٠١٢). فاعلية استراتيجيتين للتفكير فوق المعرفي في تنمية مهارات حل المشكلة الرياضية والاتجاه نحو التعلم الذاتي لدى تلميذات المرحلة الإعدادية، رسالة دكتوراة، كلية التربية، جامعة أسيوط.

قطامي، يوسف محمود (٢٠٠٥). **نظريات التعلم والتعليم**. عمان: دار الفكر.

منصور، ماريان ميلاد (٢٠١٤). اثر استخدام خرائط التدفق الافتراضية على تنمية مهارات التفكير البصري وخفض العبء المعرفي لدى طلاب الدبلوم المهنية تخصص " تكنولوجيا التعليم" **مجلة كلية التربية**، جامعة أسيوط، مج ٣٠ ، ع ٤ ، أكتوبر ، ص ص ٦٥١- ٦٩٨.

Albert B. Bennett, Jr.,L. Ted Nelson (2004). Mathematics for elementary teachers: an activity approach, University of New Hampshire, Portland State University.

Atherton, J.S. (2002). Learning and Teaching: Deep and surface Learning. Available at: http//www.dmu.ac.uk/james/learning/deepsurf.htm.

Bamberger, Yael M.& Cahill ,Clara S.(2013) :Teaching Design in Middle-School: Instructors' Concerns and Scaffolding Strategies. Journal of Science Education and Technology ,April, 22(2), pp 171-185

Brunken, R., Plass, J. &Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning, Educational Psychologist, (38), 53-61.

Chang, S. Kaur, Koay, B., & Lee, N.H (2001). An exploratory analysis of current Pedagogical practices in primary mathematics classroom, the NIE Research 1 (2),pp.7-8.

Clarke, T. ,Ayres, P. &Sweller, J. (2005). The impact of sequencing and prior knowledge on learning mathematics through Spreadsheet application, Educational technology research and Development, 53(3), 15-24.

Cole, M., James V. W., (2003). Beyond the individual – social antimony in discussions of Paiget and Vygotesky. University of California , San Diago.

Davis A. & Linn, C. (2000). Scaffolding student's knowledge integration: Prompts for reflection in KIE. International Journal of Science Education, 22 (8), 819-837.

Dittmer, Lucinda(2013). Use of scaffolding in Problem-Based Learning in an elementary classroom: A case study, PHD, Northern Illinois University.

Fasko, Sharla Nichols; Leach, Ryan (2006). A Math Fact Fluency Intervention with Scaffolding. Online Submission, Based on a paper presented at the Annual Meeting of the Association for

Behavior Analysis (Atlanta, GA, May 2006). http://eric.ed.gov/?id=ED493886.

Henderson, S., Many, J., Wellborn, H., & Ward, J. (2002). How scaffolding nurtures the development of young children's literacy repertoire: Insiders' and outsiders' collaborative understandings. Reading Research and Instruction, 41, 309-330.

Hogan, K., & Pressley, M. (1997). Scaffolding student learning: Instructional approaches and issues (pp.74-107). Cambridge, MA: Brookline Books.

Jeffrey, W. (2001). Scaffolding Learning. Available at: http//www.myread.org/scaffolding.htm

Kiong, P. & Yong, H. (2003).Scaffolding as a teaching strategy to enhance mathematics. Mara University of Technology Sarawak Campus.

Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: implication of cognitive load theory on the design of learning, Learning and Instruction, 12, 1- 10.

Labuda , Catherine, B. (2004). The Impact of a professional development program on the implementation of problem – solving strategies in the classroom. PHD. Faculty of the College of Education, University of Houston.

Loring D.(2003). Effects of worked examples and Algebra problem- solving skill on error and cognitive load. Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Science, 64(5), 15- 27.

Many, J. E. (2002). An exhibition and analysis of verbal tapestries: Understanding how scaffolding is woven into the fabric of instructional conversations. Reading Research Quarterly, 37, 376-407.

Margaret Taplin (2007). Teaching values through a problem solving approach to mathematics, Institute of Sathya Sai. Education, Hong Kong.

Metcalf, N. (2000). Technology in Education Program. http://gseweb.harvard.edu.

Nuankhieo, P., (2010). A comparative study of the effects of instructional design-based scaffolding and management-based scaffolding on learning in online collaborative groups, PHD., the University of

Missouri-Columbia. Variable at:http://search.proquest.com.dlib.eul.edu.eg/pqdtglobal/docview/911232402/fulltextPDF/843AAAC7B9094D9EPQ/1?accountid=37552

Pennington, Rebecca E.(2010). Measuring the effects of an instructional scaffolding intervention on reflective thinking in elementary pre- service teacher developmental portfolios. PHD, The University of Tennessee at Chattanooga. Variable at: http://search.proquest.com.dlib.eul.edu.eg/pqdtglobal/docview/851893418/fulltextPDF/5B4A6A6C7ABF4F35PQ/3?accountid=37552

Randoll, K. & Kali, M. (2004). Design Principles for the use of Scaffolds. http://Kie.berkely.edu/scaffold-principles.html

Rodgers, E. (2000). When is a scaffold reading a scaffold? In T. Shanahan & F. Rodgriguez-Brown (Eds.), Forty-ninth yearbook of the National Reading Conference (pp. 78-90). Chicago: National Reading Conference.

Rourke, A &Sweller, J. (2009). The worked – example effect using ill-defined problems. Learning to recognize designers' styles. Learning and Instruction, 19 (2), 185- 199.

Shen, J. (2010). Nurturing Students' Critical Knowledge Using Technology-enhanced Scaffolding Strategies in Science Education, Journal of Science Education and Technology February, 19(1), pp 1-12

Stuyf, Rachel R. Van Der (2002). Scaffolding as a Teaching Strategy. http://condor.admin.ccny.cuny.edu.

Waller T., (2002). Cognition and Technology Scaffolding . Early Literacy through ICI. Paper presented at the European Conference on Educational Research, Lisbon University, 11- 14 September.

Winsler, A (2003). Introduction to special issue Vygotsky perspectives in early childhood education. Early Education and Development , 14(3),July.