فاعلية برنامج قائم على نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي

الملخص:

هدف البحث بناء برنامج قائم على نظرية العبء المعرفي ومعرفة أثره في حل المشكلات الهندسية، وتكونت العينة من (٥٨) تلميذاً من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، تم تقسيمهم إلى مجموعتين: الأولى تجريبية وعددها (٢٨) تلميذاً، والثانية ضابطة وعددها (٣٠) تلميذاً، وطُبّق عليهم اختبار حل المشكلات الهندسية، وعن طريق معالجة البيانات إحصائياً باستخدام اختبار "ت"، توصلت الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائياً بين المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار حل المشكلات الهندسية لصالح المجموعة التجريبية، وعدم وجود فرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية على اختبار حل المشكلات الهندسية في القياسين البعدي والتتبعي.

الكلمات المفتاح: حل المشكلات، حل المشكلات الهندسية، نظرية العبء المعرفي.

The Effectiveness of a Program Based on Cognitive Load Theory in Geometrical Problems Solving Among a Sample of Second Preparatory Grade Students

Abstract:

The research aims at constructing a program based on cognitive load theory and knowledge of its impact in geometrical problems solving. The sample consisted of (58) students, from second preparatory school students, and divided into (28) for experimental group, and (30) for control group. A Geometrical Problems Solving test was applied. Data analysis using "t" test effect, showed a statistically significant difference between the experimental and control groups on Geometrical Problems Solving test for the experimental group, no difference between the average scores of the experimental group on Geometrical Problems Solving in the posttest and iterative measures.

Keywords: problems solving, geometrical problems solving, cognitive load theory.

مقدمة:

تعدّ زيادة قدرة التلاميذ على حل المشكلات الهندسية، من أهم الأهداف التعليمية في مادة الرياضيات، حيث لا يقتصر النجاح بها على تمكن التلاميذ من إجراء العمليات الحسابية، وحل المعادلات الرياضية، أو إجراء مجموعة من البراهين الهندسية فحسب، بل تمتد آثارها إلى تنمية مهاراتهم وقدراتهم لحل المشكلات التي تعترضهم في حياتهم

اليومية والعملية، وهذا يتطلب تخفيف الأعباء المعرفية التي تعيق المتعلم عند حل المشكلات الهندسية.

وتمثل المشكلة الرياضية موقفاً رياضياً لا يستطيع المتعلم التعرف عليه بسهولة لعدم وجود حل جاهز لديه فيحاول استخدام المفاهيم والمهارات الرياضية التي سبق تعلمها ثم يعيد تنظيمها بشكل يتيح له الوصول إلى الحل الصحيح. (Sarver, 2006). وفي هذا الصدد يرى المالكي (٢٠١١) أن حل المشكلات الرياضية يتطلب تنمية قدرات التلاميذ على تحديد الوسائل المناسبة وتوظيفها، للتغلب على العوائق والأساليب التي تعترضهم أثناء الوصول إلى الحل الصحيح للمشكلة الرياضية.

وبناء عليه فإذا زادت صعوبة أو تعقُّد حل المشكلة الهندسية، مع عدم الاستخدام الجيد لما لدى المتعلم من مفاهيم ومهارات رياضية، يحدث ما يسمى بالعبء المعرفي، الذي يؤثر بدوره بشكل سلبي على عملية التعلم وحل المشكلات الهندسية، حيث أشار Antonenko (2007) إلى أن أداء المتعلم ينخفض عند زيادة مستوى العبء المعرفي، ويضيف Haapalainen et al. (2010) أن العبء المعرفي يشكل ضغط على الذاكرة العاملة أثناء تجهيز المعلومات. ويوضح ذلك Song (2011) عندما أشار إلى أن العمليات المعرفية يمكن القيام بها دون إرهاق ومعاناة للذاكرة العاملة، إذا تمت معالجتها بشكل طبيعي، وتتناسب في نفس الوقت مع السعة التخزينية للذاكرة العاملة، وعندما تتجاوز أعباء المعالجة سعة الذاكرة العاملة، عندئذ يحدث ما يسمى بالعبء المعرفي على الذاكرة العاملة، الذي يكون أحد الأسباب الرئيسة في عدم التمكن من القيام بعملية التجهيز ومعالجة المعلومات بشكل فعّال. يدعم هذه الرؤية ما توصل إليه السباب (٢٠١٦) من وجود علاقة ارتباطية موجبة بين العبء المعرفي والسعة العقلية.

ونتيجة لذلك نادى عدد من الباحثين بضرورة تخفيف العبء المعرفي أثناء عملية التعلم وحل المشكلات الهندسية في مادة الرياضيات، واستجابة لتلك النداءات ظهرت نظرية العبء المعرفي كأحد النظريات الأساسية التي تُستخدم لوصف العمليات المعرفية، وزيادة فاعلية التعلم، وتقليل الجهد غير الضروري في عملية التعلم. (Kalyuga, 2011; Song, 2011)

ومن هذا يتبين أهمية تخفيف العبء المعرفي لدى الطلبة أثناء قيامهم بحل المشكلات الهندسية بمادة الرياضيات، وذلك عن طريق بناء برامج تهدف إلى التخفيف من العبء المعرفي، والذي من شأنه أن يقلل أو يحد من صعوبة المهام المقدمة في الموقف التعليمي، والصعوبة المضافة التي تفرضها طريقة عرض مادة التعلم، أو تسببها العمليات المعرفية عند حل المشكلات الهندسية.

مشكلة البحث:

يرى كثير من الباحثين أن العبء المعرفي يعدّ أحد أهم المشكلات التي تواجه الطلبة أثناء تعلم مادة الرياضيات وحل المشكلات الهندسية، حيث يشير Bruning et al. (2003) إلى أن العبء المعرفي يمثل أحد المشكلات الرئيسة التي تواجه النظام التعليمي، وذلك بسبب الأساليب التقليدية التي تقوم على تزويد الطلبة بالمعلومات بصورة مستمرة، وعدم إعطائهم الفرصة لكي يوجهوا انتباههم إليها ويقوموا بترميزها ومعالجتها وتخزينها في الذاكرة العاملة. ويضيف كل من: (العتوم، ٢٠٠٤؛ مكي، ٢٠١٦) أن المشكلة الحقيقية في مدراسنا أن مصممي مناهج مادة الرياضيات يزيدون العبء المعرفي على الطلبة عن طريق شرح الحقائق والمفاهيم والتعميمات الرياضية وحل المسائل في درس واحد، وهذا بدوره يتطلب من الطلبة استقبالها وترميزها وتشفيرها وإيجاد العلاقات والمفاهيم الإجرائية بينها في وقت واحد، مما يؤدي إلى صعوبة استقبالها ومعالجتها بسبب محدودية الذاكرة العاملة، وهذا يسبب هدراً في الوقت والجهد المبذول من المعلم والطالب، بالإضافة إلى شعور الطلبة بالملل والعبء المعرفي، مما يضطرهم أحياناً إلى حفظ هذه المادة لغرض النجاح فيها، أو كرهها بسبب عدم قدرتهم على استرجاعها.

ورغم المحاولات التي قام بها كل من: (أبو جودة، ٢٠٠٤؛ محمد، ٢٠١٢؛ جليل، ٢٠١٥؛ Yung & Paas, 2015؛ السباب، ٢٠١٦؛ العامري، ٢٠١٦؛ مكي، ٢٠١٦، Lopez et al., 2017) والتي توصلت نتائجها إلى وجود علاقة موجبة بين العبء المعرفي والسعة العقلية ومستوى صعوبة المهمة وأسلوب التعلم المفضل، وفاعلية البرامج القائمة على نظرية العبء المعرفي في تحسين مستوى مهارات التفكير الناقد، وزيادة التحصيل الدراسي، واستبقاء المعلومات والتفكير البصري، والذكاء المكاني، بجانب فعالية التعلم عن طريق التمثيل البصري، واستراتيجية الدعامات المعرفية، في انخفاض مستوى العبء المعرفي لدى الطلبة في مادة الرياضيات.

وما توصلت إليه دراسة كل من: (موافي، ٢٠٠٢؛ الزعبي، ٢٠٠٧؛ Hwang et al., 2009؛ الغانمي، ٢٠١٠؛ Erika et al., 2015؛ سعيد، ٢٠١٦؛ Zhang, 2017)، والتي أشارت نتائجها إلى أن حل المشكلات الهندسية يتأثر بالعديد من المتغيرات والاستراتيجيات التعليمية والبرامج التدريبية مثل: مستويات السعة العقلية العليا، واستراتيجيتي المهارات فوق المعرفية واستخدام الأمثلة، والتمثيلات البصرية ثلاثية الأبعاد، والبرامج القائمة على هندسة الفراكتال، واستراتيجية البحث والتفكير عن التناقضات، والنمذجة الرياضية، وتدريب الذاكرة العاملة البصرية واستخدام مهارات الذاكرة العاملة.

إلا أن هذه الدراسات والبحوث لم تتطرق إلى بناء وإعداد برامج قائمة على نظرية العبء المعرفي، لتحسين قدرة التلاميذ على حل المشكلات الهندسية، وذلك رغم كثرة شكوى التلاميذ من صعوبة مادة الرياضيات، وهذا ما يبرر أهمية البحث الحالي. وفي ضوء ذلك يمكن صياغة مشكلة البحث في السؤال الآتي: "ما فاعلية برنامج قائم على نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟".

أهمية البحث:

يهتم هذا البحث بتقديم برنامج مقترح قائم على نظرية العبء المعرفي وإمكانية توظيفه في حل المشكلات الهندسية لدى التلاميذ، ومن هنا تكمن الأهمية النظرية للبحث الحالي في الوقوف على الدور الفعّال الذي تقوم به نظرية العبء المعرفي في تخفيف العبء عن الذاكرة العاملة وتقليل الجهد غير المرتبط بعملية التعلم، وذلك من خلال تصميم وإعداد برنامج تعليمي يساعد التلاميذ على تخفيف العبء المعرفي، وإمكانية تحسين مستوياتهم في حل المشكلات الهندسية، على أسس علمية دقيقة، وبطرق تتناسب وإمكاناتهم وقدراتهم المختلفة، في الوقت الذي تكثر فيه الشكوى من تعلم مادة الرياضيات، ويندر فيه البحث في استخدام نظرية العبء المعرفي في تحسين مستوى قدرة التلاميذ على حل المشكلات الهندسية.

بينما تتحدد الأهمية التطبيقية في توجيه نظر القائمين على عملية التعلم في مدى إمكانية الاستفادة من البرنامج المقترح في تحسين مستوى التلاميذ في حل المشكلات الهندسية في وحدة المساحات، كما أن نتائج البحث وتوصياته قد تفتح المجال أمام الباحثين في التعرف على مدى أهمية وإمكانية إعداد دراسات متعمقة تهدف إلى تصميم وإعداد وبناء برامج تستند إلى فنيات ومهام وأنشطة واستراتيجيات نظرية العبء المعرفي في تحسين مستوى التلاميذ في حل المشكلات الهندسية، وتغطي العديد من الموضوعات والفروع المختلفة لمادة الرياضيات.

هدف البحث:

يهدف البحث لمعرفة أثر برنامج قائم على نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

مصطلحات البحث:

يحدد الباحث مصطلحات البحث، بعد الاطلاع على المفاهيم الخاصة بالبحث الحالي على النحو الآتي:

١) **البرنامج Program: مجموعة من الخطوات والأسس والإجراءات المنظمة لبعض الأنشطة والمهام وفق نظرية العبء المعرفي، بهدف زيادة قدرة تلاميذ الصف الثاني الإعدادي على حل المشكلات الهندسية بمادة الرياضيات.**

٢) **العبء المعرفي Cognitive Load: مقدار الحمل العقلي المطلوب لمعالجة المعلومات في الذاكرة العاملة، في وقت محدد أثناء حل المشكلات الهندسية بوحدة المساحات بمادة الرياضيات المقررة على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.**

٣) **حل المشكلات الهندسية Geometrical Problems Solving: موقف رياضي بوحدة المساحات، يثير تفكير تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مقرر الهندسة، يظهر في صورة مسألة رياضية، تتطلب وضع حل لها في ضوء ما لديهم من مفاهيم وتعميمات ومهارات مكتسبة سابقًا. وتعرف إجرائيًا بـــالدرجة التي يحصل عليها التلاميذ على اختبار حل المشكلات الهندسية.**

الإطار النظري:

أولاً: العبء المعرفي:

ظهرت إرهاصات نظرية العبء المعرفي على يد Sweller عام ١٩٨٠، وهي تعدّ إحدى النظريات المعرفية التي سعت للتعرف على الوسائل والطرائق التي تُخفف من مستوى العبء المعرفي الناتج عن محدودية السعة العقلية للذاكرة العاملة، وهي بذلك ترى أن الابتعاد بقدر ما عن مستويات عالية من التفاعل بين العناصر المعرفية، وتقديم محتوى بسيط يتضمن القليل من تفاعل العناصر المعرفية، يجعل الطالب قادراً على استيعاب المادة المتعلمة بشكل أفضل، كما أنها تُرجع زيادة العبء المعرفي الناتج عن محدودية الذاكرة العاملة إلى طبيعة وكيفية معالجة المعلومات التي تتطلب تفاعلاً كبيراً بين العديد من العناصر المعرفية. (Sweller, 2003؛ حسن، ٢٠١٦؛ Jenny, 2017 ؛ Schroeder, 2017). وتقوم نظرية العبء المعرفي على مجموعة من الافتراضات والمسلمات حددها كل من (أبو جودة، ٢٠٠٤؛ أبو رياش، ٢٠٠٧؛ Antonenko, 2007؛ مكي، ٢٠١٦) فيما يأتي:

– ينخفض الأداء عند طرفيٍّ مستوى العبء المعرفي.

– محدودية سعة الذاكرة العاملة، الأمر الذي يسبب فقد كثير من المعلومات عند تعلمها.

– تتطلب عملية التعلم ذاكرة عاملة نشطة، تقوم بمعالجة المادة التعليمية وترميزها وتخزينها في الذاكرة طويلة المدى.

– مستوى العبء المعرفي المرتفع ينتج عن طبيعة محتوى المواد التعليمية وطرائق عرضها.

– العبء المعرفي يمثل: المقدار الكلي من النشاط العقلي في الذاكرة العاملة خلال وقت معين، والعامل الرئيس للعبء المعرفي هو عدد العناصر التي يتوجب الانتباه إليها خلال ذلك الوقت.

وفي ضوء هذه الافتراضات والمسلمات، ظهر العديد من المفاهيم المرتبطة بالعبء المعرفي مثل:

- المخططات Schema: وهي عمليات عقلية تساعد على إعطاء المعرفة قيمة ومعنى تشغل حيزاً أقل في الذاكرة لمعالجة عناصر معرفية أكثر.
- تجميع المعلومات Chunking of Information: وهي عملية تجميع المعلومات في وحدات معرفية، وعندما تكون هذه العملية على أساس منطقي فإنه يسهل تذكرها وفهمها.
- التشغيل التلقائي Automation: وهي عملية المعالجة واكتساب المهارات بشكل سريع، وبحد أدنى من الانتباه، وعبء معرفي أقل، إضافة إلى عدم تداخلها مع الأنشطة الأخرى.
- تفاعل العناصر Element Interactivity: وهي درجة كوْن المعلومة قابلة أو غير قابلة للفهم بمعزل عن غيرها، وأن تفاعل العناصر يعتمد على المعرفة السابقة وتنظيم المادة التعليمية. (أبو رياش، ٢٠٠٧؛ جليل، ٢٠١٥)، كما ظهرت عدّة تعريفات لمفهوم العبء المعرفي حيث يُعرفه Antonenko (2007) بأنه "العبء الذهني الذي يفرضه أداء مهمة ما على النظام المعرفي"، في حين يُعرفه Haapalainen et al. (2010) بأنه "الحمل الذي تفرضه مهمة ما على القائم بالأداء" ، بينما يُعرفه قطامي (٢٠١٣) بأنه "الكمية الكلية من النشاط الذهني أثناء المعالجة في الذاكرة العاملة خلال فترة زمنية معينة"، كما يُعرفه Jenny (2017) بأنه "الجهد العقلي المطلوب لأداء مهمة ما".

وتتعدد أسباب العبء المعرفي، فمنها ما يرجع إلى محدودية سعة الذاكرة العاملة، ومنها ما يرجع إلى أساليب وطرائق التعلم، أو أنماط التعلم السائدة في المؤسسات التعليمية، حيث يحدد كل من (Kalyuga, 2006؛ مكي، ٢٠١٦) هذه الأسباب فيما يأتي:

- محدودية الذاكرة قصيرة المدى عند تناولها كميات كبيرة وغير منظمة يصعب معالجتها والاحتفاظ بها في وقت قصير.
- أساليب وطرائق التعلم التقليدية التي تركز على أن المتعلم متلقي للمعلومات ولا ينشئها، ولا تتيح له الوقت الكافي لاستخدام ذاكرته العاملة في معالجة المعلومات.
- سيادة أنماط التعلم التقليدية التي يتولى فيها المعلم الدور الرئيسي في العملية التعليمية.

ويقسَّم العبء المعرفي إلى عدة أنواع تتمثل في: العبء المعرفي الداخلي، والعبء المعرفي الخارجي، والعبء المعرفي وثيق الصلة، حيث أشار كل من (Jong, 2010; Allen, 2011; Anne & Robert, 2012; Jenny, 2017) إلى أن أنواع العبء المعرفي تتمثل في الآتي:

- العبء المعرفي الداخلي Intrinsic Cognitive Load : وهو العبء الناتج عن صعوبة المحتويات والمفردات المراد تعلمها، والتي بدورها تتطلب جهداً معرفياً من المتعلم يفوق سعة ذاكرته العاملة، ويتحدد هذا النوع بدرجة التفاعل بين العناصر الأساسية للمعلومات في إحدى المهام، أي أنه كلما زاد عدد العناصر وزاد التفاعل بينها، كلما ارتفع مستوى العبء المعرفي الداخلي، وهذا النوع يصعب تعديله، إلا أنه يمكن تخفيفه عن طريق حذف بعض العناصر والعلاقات في المراحل الأولية من التعليم، أو استبدالها بمهام أبسط نسبياً، وتأثير ذلك العبء يفسر السبب الرئيس في كون بعض المواد الدراسية أصعب من غيرها.
- العبء المعرفي الخارجي Extrinsic Cognitive Load: ويتمثل في ضعف تصميم بيئة التعلم، وعدم مناسبة طرائق التدريس مع العناصر المراد تعلمها، وهذا النوع يمكن تعديله باستبدال هذه الطرائق، وفي ضوء ذلك فإن هذا النوع من العبء لا يتولد بواسطة نوعية المعلومات ومقدارها، وإنما بواسطة طريقة عرض المعلومات على الطلاب.
- العبء المعرفي وثيق الصلة Germane Cognitive Load: ويتمثل في الجهد العقلي الذي يبذله المتعلم عند محاولة فهم المادة المتعلمة، وهذا النوع يعتبر جيداً ومطلوباً في عملية التعلم، إلا أنه لا يمكن حدوثه إلا إذا توافرت

مصادر معرفية كافية لهذا النوع من المعالجة بعد توزيعها على العبء المعرفي الداخلي والعبء المعرفي الخارجي.

ثانياً: حل المشكلات الهندسية

يختلف العلماء والباحثون حول تحديد مفهوم حل المشكلات الهندسية، وذلك لاختلاف مدارسهم ومنطلقاتهم وأهدافهم النظرية وتوجهاتهم البحثية، حيث يُعرفها Cassarino (2006) بأنها "تساؤل رياضي غير منظم بشكل جيد، يحتاج للحل من خلال عملية أو سلسلة من الأفعال التي يتعين على التلميذ القيام بها"، بينما يُعرفها بشاي (٢٠١٦) بأنها "مجموعة من الإجراءات التي يقوم بها التلميذ بغرض الوصول لحل المشكلة الهندسية وفق خطوات أو مراحل حل المشكلة الرياضية"، في حين يُعرفها عابدين والدمرداش (٢٠١٦) بأنها "موقف رياضي جديد لا يمكن للتلميذ حله بصورة سريعة أو روتينية لعدم وجود حل جاهز لديه فيتطلب منه استخدام مهاراته الرياضية للوصول إلى الحل"، كما يُعرفها الليثي (٢٠١٧) بأنها "عملية يستخدم فيها الفرد معلوماته السابقة ومهاراته المكتسبة في مواقف حياتية جديدة للتوصل إلى حل مناسب يتوافق مع مطلوب المشكلة الرياضية". ومن هذا يتضح أن مفهوم حل المشكلات الهندسية يتسم بالسمات والخصائص الآتية:

- موقف أو تساؤل رياضي، غير منظم بشكل جيد، ويرتبط نوعاً ما بالمشكلات الحياتية.
- لا يوجد لدى الطالب حل لهذا الموقف بصورة سريعة ويمثل عائق له.
- يحتاج حل هذا الموقف استدعاء العديد من المعلومات والمهارات الرياضية المكتسبة سابقاً، وتنفيذ العديد من العمليات المعرفية، وفق مراحل حل المشكلات الرياضية.

وقد قام العديد من الباحثين والعلماء مثل: (Babbitt & Miller, 1996؛ Labuda, 2004؛ مخلوف ٢٠٠٧؛ العطوى، ٢٠١١؛ بشاي، ٢٠١٦؛ الليثي، ٢٠١٧)، بوضع تصورات ونماذج مختلفة لتحديد مراحل حل المشكلات، إلا أنهم يختلفون فيما بينهم حول عدد هذه المراحل، فبعض الباحثين يضم ويدمج بعض المراحل معاً، والبعض الآخر منهم يكون أكثر تفصيلاً، ويخلص الباحث من هذه التصورات والنماذج السابقة إلى أن مراحل حل المشكلات الهندسية تتمثل في الآتي:

- مرحلة فهم المشكلة: وتشمل الإحاطة بالمشكلة، والتعرف على عناصرها، بالإضافة إلى تمثيلها عقلياً، وإدراك العلاقة بين مكوناتها، بجانب تحديد المعلومات الناقصة والزائدة التي تستخدم في حل المشكلة، وإعادة صياغة

المشكلة في صورة معادلة أو رسم هندسي، كما تتضمن استخراج المعطي وتحديد العلاقة بين المعطيات والمطلوب.

- مرحلة وضع خطة الحل: وهي تمثل مرحلة ابتكار الخطة، أو استكشاف الحل من خلال تكوين شكل توضيحي للمشكلة أو تكوين نموذج أو خريطة للمعلومات المعطاة، وهي تمثل أحد الأجزاء الرئيسة في مراحل حل المشكلة، والفشل فيها قد يكون سبباً لمعظم الصعوبات التي تواجه المتعلم أثناء حل المشكلة، وتتضمن هذه المرحلة اختيار طرائق العمل، وانتقاء العمليات الرياضية المناسبة، وتحديد الخطوات التي سيتبعها للوصول للحل، والاستراتيجيات والقوانين المناسبة للحل.
- مرحلة تنفيذ الخطة: وتشمل تجريب الأسلوب المناسب للحل، ووضع التفاصيل في مكانها من الهيكل العام الذي يرسمه المتعلم، وإجراء العمليات الرياضية المطلوبة بدقة، واستخدام الاستراتيجيات المناسبة، وصياغة الحل الذي توصل إليه في صورته النهائية.
- مرحلة تقويم الحل: وهي عبارة عن إعادة النظر في النتائج التي تم التوصل إليها، وتفحصها والتمعن في الخطوات التي أدت إليها، والعمليات الرياضية المستخدمة، بالإضافة إلى محاولة تعميم المشكلة على مواقف متشابهة لاحقة، وهذه المرحلة تتطلب من التلميذ أن يكون لديه حس بإمكانية صواب الحل أو خطئه.

ويتأثر أسلوب حل المشكلات الهندسية بالعديد من العوامل والعمليات المعرفية كالانتباه والإدراك والذاكرة والتكوين المعرفي، التي حدَّدها (Montague, 1992؛ بدوي، ٢٠٠٣؛ جاد، ٢٠٠٥؛ سعد وآخرون، ٢٠١٥) في الآتي:

- الانتباه: يعدّ الانتباه من أهم العمليات العقلية التي تؤدي دوراً هاماً في النمو المعرفي لدي الفرد، حيث يستطيع من خلاله أن ينتقي المنبهات الحسية التي تساعده على اكتساب المهارات وتكوين العادات الصحيحة، بما يحقق له القدرة على حل مشكلاته والتكيف مع البيئة المحيطة به.
- الإدراك: يعدّ الإدراك البصري والإدراك السمعي، أهم أنواع الإدراك، وأكثرها تأثيراً على قدرة التلاميذ على حل المشكلات الرياضية بصفة عامة، والهندسية بصفة خاصة. فالإدراك البصري هو عملية تأويل وتفسير المثيرات البصرية بإعطائها المعاني والدلالات"، بينما الإدراك السمعي هو القدرة على التعرف على ما يسمع وتفسيره"، وهو يعدّ وسيطاً إدراكياً مهماً للتعلم، فقد يعاني التلاميذ من مشكلات في فهم ما يسمعونه واستيعابه وبالتالي فإن استجاباتهم قد تتأخر، رغم أنهم قد لا يكون لديهم مشكلات تتعلق بالسمع أو حدته.

- الذاكرة: تقوم الذاكرة بدور مهم في عملية حل المشكلات الرياضية، فمن خلال الذاكرة العاملة يقوم التلميذ بعملية التفسير والتكامل وربط المعلومات الحالية مع المعلومات السابق تخزينها، ومن الجانب الآخر قد تحد سعة الذاكرة العاملة من قدرة الطلبة على حل المشكلات، كما أن أي اضطراب في الذاكرة طويلة المدى قد يؤثر على قدرة الطلبة في حل المشكلات الرياضية.
- التكوين المعرفي: ويتكون من ثلاثة أنواع، النوع الأول: المعرفة المرتبطة بالمفاهيم والعمليات الرياضية، والاستراتيجيات الخاصة بحل المشكلات، أما النوع الثاني: المعرفة الإجرائية وهي طريقة استخدام المفاهيم بكفاءة مع التنسيق والربط بين العمليات المعرفية وما وراء المعرفية الخاصة بحل المشكلات، في حين يتمثل النوع الثالث في: المعرفة الشرطية وهي اللازمة لتمكن التلميذ من اختيار وتطبيق الاستراتيجية المناسبة وتعديل سلوكه تبعاً لمتطلبات المهام المختلفة.

مما سبق يتضح الدور المؤثر والفعَّال للعوامل السابقة في حل المشكلات الهندسية، فشرود انتباه التلاميذ عن العناصر المعروضة، قد يعرضهم إلى فقد العديد من البيانات المهمة الضرورية في فهمها، كما أن الإدراك بأنواعه المختلفة يتيح للتلاميذ التعرف على المعلومات وتفسيرها وإعطاء المعاني والدلالات والتفسيرات المناسبة لها، ويتجلى دور الذاكرة في القيام بالعديد من العمليات المعرفية واسترجاع المعلومات، واستدعاء الأفكار والاستراتيجيات المناسبة، ورابط المعلومات الحالية مع المعلومات السابق تخزينها، كما يعدّ التكوين المعرفي حجر الزاوية الرئيس في حل المشكلات، فتوفير المعرفة مثل الحقائق والمفاهيم والنظريات التي يحتاج إليها لحل المشكلات، وكذلك معرفة الإجراءات والاستراتيجيات الملائمة لحل المشكلات والربط بينها، يعدّ من الأمور المهمة والأساسية المطلوبة في حل المشكلات الهندسية.

علاقة العبء المعرفي بحل المشكلات الهندسية:

تقوم نظرية العبء المعرفي بدور فعّال في عملية التعلم وحل المشكلات، وهي تركز بشكل كبير على الطرائق التي تُستخدم فيها المصادر المعرفية خلال عمليتيِّ التعلم وحل المشكلة، كما أنها تسعى إلى تصميم المواد التعليمية، بحيث تبقي مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ عند أدنى مستوياته خلال عملية التعلم وحل المشكلات. حيث يشير Sweller (2003) إلى أنه نظراً للأهمية التي حظيت بها نظرية العبء المعرفي في الآونة الأخيرة، قام الكثير من الباحثين بإجراء العديد من الدراسات، التي تقوم على هذه النظرية لخفض العبء المعرفي عن المتعلم، بحيث يستطيع تحقيق أكبر قدر من التعلم، وأسفر هذا الجهد عن التوصل لنتيجتين؛ الأولى: تتمثل في بناء تصميمات تعليمية وفقاً للبناء المعرفي للمتعلم، أما الثانية: فهي تنمية قدرات المتعلمين ومساعدتهم على تطوير

أبنيتهم المعرفية من خلال استخدام استراتيجيات تعمل على توسيع حدود الذاكرة العاملة، وخفض العبء المعرفي لدى المتعلم.

ومن هنا كان إعادة تصميم المواد التعليمية واعتماد طرائق تعليمية مناسبة، له دور كبير في خفض مستوى العبء المعرفي على الطلبة، وهذا ما يزيد بدوره من فاعلية التعلم؛ حيث يشير أبو جادو (٢٠٠٤) إلى أن التعلم وحل المشكلات بواسطة الطرائق التقليدية، يرهق الذاكرة العاملة، ولا يؤدي إلى تعلُّم فعال، والبديل المناسب هو اعتماد استراتيجيات وطرائق نظرية العبء المعرفي وترتيب المادة التعليمية وزيادة الانتباه والربط بين المصادر المتنوعة للمعلومات. وفي هذا الصدد يقدم كل من: (قطامي، ٢٠١٣؛ الفيل، ٢٠١٥؛ العامري، ٢٠١٦؛ الزعبي، ٢٠١٧) مجموعة من الفنيات والإجراءات لكيفية استخدام مبادئ واستراتيجيات العبء المعرفي في حل المشكلات وتعلم مادة الرياضيات وهي كالآتي:

- تجنب الرسوم والمخططات غير المرتبطة بالموضوع المراد تعلمه.
- التقديم بمثال محلول عند حل المشكلات للتخلص من مصادر العبء المعرفي الداخلي.
- تقديم التمثيلات البصرية بالتوافق مع التفسيرات النصِّية في وقت واحد لتجنب تشتت الانتباه.
- التنظيم المنطقي لمحتوى مادة الرياضيات والاستراتيجيات والأنشطة التعليمية التي ترتبط بالأهداف ونواتج التعلم للحد من العبء المعرفي.
- مساعدة الطلبة على التنبؤ بالخطوات اللاحقة قبل التفسير.
- تشجيع الطلبة على استخدام التفسير الذاتي عن طريق الأنشطة التعليمية المقدمة لهم.
- تغيير منهجيات حل المشكلة لتجنب الاتجاهات التي تفرض عبئا ثقيلا على الذاكرة العاملة.
- الدمج المادي للمصادر المتعددة للمعلومات كلما أمكن، لتقليل حاجة المتعلم للدمج العقلي للمعلومات والذي يزيد من العبء المعرفي على الذاكرة العاملة.
- تقليل التكرار والمعلومات غير الضرورية كلما أمكن لتقليل العبء المعرفي.
- استخدام المعلومات السمعية بالإضافة للمعلومات البصرية عندما يكون كلا المصدرين للمعلومات أساسي للفهم؛ الأمر الذي يزيد من سعة الذاكرة العاملة.

وبالنظر إلى الفنيات والإجراءات السابقة لنظرية العبء المعرفي في حل المشكلات وتعلم مادة الرياضيات، يتبين أنها تركز على مراعاة عدة أمور تتمثل في: الإدراك الجيد لمحدودية سعة الذاكرة العاملة، وطبيعة محتوى المواد التعليمية المقدمة، وطرائق وأساليب عرضها، وكمية المعلومات المقدمة للطلبة والتنظيم الجيد لها، بالإضافة إلى مراعاة استخدام المواد البصرية والسمعية مع طبيعة المادة الدراسية

وقدرات الطلبة وميولهم، وتجنب التكرارات والمشتتات غير المرتبطة بالموضوع المراد تعلمه.

الدراسات السابقة:

المحور الأول: دراسات تناولت العبء المعرفي:

أُجرى العديد من الدراسات التي تناولت العبء المعرفي. ومن هذه الدراسات: دراسة أبو جودة (٢٠٠٤) والتي هدفت للتعرُّف على أثر برنامج تعليمي مستند إلى نظرية العبء المعرفي في تنمية مهارات التفكير الناقد. وتكونت عينة الدراسة من (٨٨) طالبًا وطالبة من طلبة الصف العاشر الأساسي بمحافظة الزرقاء بالأردن، تم تقسيمهم إلى مجموعتين متساويتين تجريبية وضابطة. وعن طريق قياس أثر البرنامج بواسطة اختبار مهارات التفكير الناقد، توصلت الدراسة إلى فعالية البرنامج في تحسين مستوى المجموعة التجريبية لمهارات التفكير الناقد، كما توجد فروق بين الذكور والإناث في مهارات التفكير الناقد بعد تعرضهم للبرنامج لصالح الإناث.

ودراسة Kester et al. (2005) التي هدفت لمعرفة أثر بعض طرائق معالجة المعلومات المرتبطة بحل المشكلات في العبء المعرفي. وتكونت عينة الدراسة من (٢٥) طالبًا وطالبة بالمرحلة الثانوية، وطُبّق عليهم اختبار حل المشكلات، ومقياس Paas للعبء المعرفي لتحديد مقدار الجهد العقلي المستخدم في حل المشكلات. وتوصلت الدراسة إلى عدم وجود أثر دال للتدريب على طرائق معالجة المعلومات المرتبطة بحل المشكلات في العبء المعرفي.

وقد أجرى جليل (٢٠١٥) دراسة هدفت للتعرُّف على أثر التدريس وفق نظرية العبء المعرفي في تحصيل مادة الكيمياء واستبقاء المعلومات والتنوير العلمي والتكنولوجي. وتكونت عينة الدراسة من (٣٧) طالبًا وطالبة بكلية التربية جامعة بغداد، تم تقسيمهم إلى (١٩) طالبًا وطالبة يمثلون المجموعة التجريبية و(١٨) طالبًا وطالبة يمثلون المجموعة الضابطة. وطُبّق عليهم اختبار تحصيلي ومقياس التنوير العلمي والتكنولوجي. وتوصلت الدراسة إلى فاعلية التدريس وفق نظرية العبء المعرفي في زيادة التحصيل الدراسي واستبقاء المعلومات والمفاهيم الكيميائية لدى أفراد المجموعة التجريبية.

كما أجرى Yung & Paas (2015) دراسة هدفت للتعرُّف على أثر التعلم القائم على التمثيل البصري في التحصيل والعبء المعرفي في مجال الرياضيات. وتكونت عينة الدراسة من (٤٦) تلميذاً وتلميذة بالصف الرابع الابتدائي، عبارة عن (٢٢) تلميذاً و(٢٤) تلميذة، تم تقسيمهم إلى مجموعتين: الأولى تجريبية والثانية ضابطة، وطُبّق

عليهم اختبار المعرفة السابقة، واختبار تحصيلي في مادة الحساب، واختبار العبء المعرفي. وتوصلت الدراسة إلى أن التلاميذ الذين تعلموا عن طريق التمثيل البصري كان أداؤهم أفضل في التحصيل وانخفاض مستوى العبء المعرفي في الرياضيات من التلاميذ الذين تعلموا دون التمثيل البصري.

وكذلك أجرى العامري (٢٠١٦) دراسة هدفت للتحقق من فاعلية تصميم تعليمي وفق نظرية العبء المعرفي في تحصيل مادة الكيمياء والتفكير البصري. وتكونت عينة الدراسة من (٦٧) طالباً بالصف الرابع العلمي بإحدى المدارس الإعدادية (النهارية) التابعة للمديرية العامة لتربية وسط العزيزية بالعراق، تم تقسيمهم إلى مجموعتين: الأولى تجريبية وعددها (٣٤)، والثانية ضابطة وعددها (٣٣). وطُبّق عليهم اختبار التفكير البصري، واختبار تحصيلي في مادة الكيمياء. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود فروق دالة إحصائياً بين المجموعتين التجريبية والضابطة على اختباري التحصيل والتفكير البصري لصالح المجموعة التجريبية.

وأجرى Lopez et al. (2017) دراسة هدفت إلى للتعرُّف على أثر استراتيجية الدعامات المعرفية في العبء المعرفي والإنجاز الأكاديمي. وتكونت عينة الدراسة من (٥٤) طالباً وطالبة، عبارة عن (٢٨) طالباً و(٢٦) طالبة بالصف الحادي عشر الثانوي بمدينة بوغوتا–كولومبيا، وتم تقسيمهم إلى مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة. وتوصلت الدراسة إلى وجود فروق دالة إحصائياً بين المجموعتين التجريبية والضابطة في الإنجاز الأكاديمي والعبء المعرفي لصالح المجموعة التجريبية.

ويتضح من دراسات هذا المحور اختلاف أهدافها وبالتالي منهجيتها عند تناول العبء المعرفي، ورغم هذا الاختلاف إلا أنها لم تتطرق للتعرّف على فاعلية نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية. كما اتفقت العديد من الدراسات على فاعلية البرامج القائمة على أنشطة واستراتيجيات وفنيات العبء المعرفي في العديد من المتغيرات، كما أن معظم الدراسات اعتمدت على التصميم التجريبي الذي يقوم على مجموعتين أحدهما تجريبية والثانية ضابطة، وهذا ما يبرر إمكانية تطبيق نظرية العبء المعرفي في تحسين مستوى التلاميذ في حل المشكلات الهندسية، وقد تم الاستفادة من هذه البرامج عند إعداد وتصميم وبناء البرنامج وأدوات التقويم واختيار التصميم التجريبي وضبط المتغيرات الدخيلة. كما اختلفت في أثر بعض المتغيرات في العبء المعرفي كدراسة Kester et al. (2005) والتي توصلت إلى عدم وجود أثر دال لطرائق معالجة المعلومات المرتبطة بحل المشكلات في العبء المعرفي، ودراسة Lopez et al. (2017) التي توصلت إلى فاعلية استراتيجية الدعامات المعرفية في العبء المعرفي. كما أظهرت بعض الدراسات وجود فروق بين الذكور والإناث بعد

تعرضهم للبرامج القائمة على العبء المعرفي في بعض المتغيرات كدراسة أبو جودة (٢٠٠٤)، وهذا ما يبرر الاقتصار على الطلاب لضبط متغير الجنس في البحث الحالي.

المحور الثاني: دراسات تناولت حل المشكلات الهندسية:

اهتم العديد من الباحثين بدراسة حل المشكلات الهندسية مع العديد من المتغيرات ومن هذه الدراسات: دراسة موافي (٢٠٠٢) والتي هدفت للتعرُّف على أثر مستويات السعة العقلية في حل المشكلات الهندسية. وتكونت عينة الدراسة من (٨٠٠) تلميذة بالمرحلة المتوسطة بمنطقة مكة المكرمة. وطُبّق عليهم اختبار السعة العقلية، واختبار حل المشكلات الهندسية. وتوصلت الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائياً في قدرة التلميذات على حل المشكلات الهندسية وفق مستوى السعة العقلية، وذلك لصالح المستويات العليا من السعة العقلية.

وأجرى Hwang et al. (2009) دراسة هدفت للتعرُّف على التمثيلات البصرية ثلاثية الأبعاد من خلال العالم الافتراضي (الإنترنت) في حل المشكلات الهندسية. وتكونت عينة الدراسة من (٢٣) طالباً بالصف السادس الابتدائي. وطُبّق عليهم استبانة للتحقق من مدى استخدامهم للتمثيلات البصرية ثلاثية الأبعاد، واختبار حل المشكلات الهندسية. وتوصلت الدراسة إلى فاعلية استخدام التمثيلات البصرية ثلاثية الأبعاد في تنمية مهارات التلاميذ في حل المشكلات الهندسية.

كما أجرى الغانمي (٢٠١٠) دراسة هدفت للتعرُّف على مدى فاعلية برنامج تدريبي قائم على هندسة الفراكتال Fractal لتنمية مهارات حل المشكلات الهندسية والتفكير الإبداعي. وتكونت عينة الدراسة من (٤٦) معلمة من معلمات الرياضيات بالمرحلة المتوسطة، تم تقسيمهم إلى مجموعتين متساويتين الأولى تجريبية والثانية ضابطة. وطُبّق عليهم اختبار حل المشكلات الهندسية واختبار تورنس للتفكير الإبداعي. وتوصلت الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطيّ درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار مهارات حل المشكلات الهندسية واختبار التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية.

وتظهر دراسة موافي (٢٠٠٢) أن أسلوب حل المشكلات الهندسية يتأثر بالإيجاب وفقاً للمستويات العليا من السعة العقلية. كما توضح دراسة الغانمي (٢٠١٠) أهمية وفاعلية البرامج التدريبية في حل المشكلات الهندسية، بالإضافة إلى إعتمادها على التصميم التجريبي لمجموعتين أحدهما تجريبية والأخرى ضابطة، ويتبنى الباحث هذا التصميم في البحث الحالي.

كما أجرى آل خليفين (٢٠١١) دراسة هدفت للتعرُّف على مدى فاعلية استخدام استراتيجية التعلم البنائي (5E'S) في تنمية المفاهيم الهندسية ومهارات حل المشكلات الرياضية. وتكونت العينة من (١٢٠) طالبة بالصف التاسع الأساسي، وطُبّق عليهن اختبار المفاهيم الهندسية واختبار حل المشكلات الرياضية. وتوصلت الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائياً بين المجموعتين التجريبية والضابطة في حل المشكلات الهندسية لصالح المجموعة التجريبية.

وأجرى مدين (٢٠١٥) دراسة هدفت للتعرُّف على فاعلية استخدام استراتيجية مقترحة قائمة على المشكلة بمساعدة التقنيات الحديثة في تنمية قدرة التلاميذ على حل المشكلات الهندسية ومهارات التواصل الرياضي المستخدمة في حل المشكلات. وتكونت عينة الدراسة من (٦٠) تلميذاً بالصف الأول الإعدادي، تم تقسيمهم إلى مجموعتين متساويتين الأولى تجريبية والثانية ضابطة، وطُبّق عليهم اختبار حل المشكلات الهندسية. وتوصلت الدراسة إلى فاعلية الاستراتيجية المقترحة في تنمية قدرة طلاب المجموعة التجريبية على حل المشكلات الهندسية.

وقام Erika (2015) بإجراء دراسة هدفت لمعرفة أثر استخدام استراتيجية البحث والتفكير عن التناقضات في حل المشكلات الهندسية. وتكونت عينة الدراسة من (٢٤٠) طالباً، عبارة عن (٩٦) طالبًا بالمرحلة الجامعية، و(١٤٤) طالباً في السنة النهائية من المرحلة الثانوية. وطُبّق عليهم اختبار المشكلات الهندسية، وتوصلت الدراسة إلى فاعلية الاستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات الطلاب في حل المشكلات الهندسية.

وأجرى سعيد (٢٠١٦) دراسة هدفت لمعرفة أثر استخدام النمذجة الرياضية في تنمية المعرفة المفاهيمية والإجرائية وحل المشكلات الهندسية. وتكونت عينة الدراسة من مجموعتين الأولى: عددها (٣٠) طالباً بالسنة الأولى بكلية التربية قسم الرياضيات، والثانية: عددها (١٢) طالبة بالسنة الثانية قسم الرياضيات. وطُبّق عليهم اختبار حل المشكلات الهندسية. وتوصلت الدراسة إلى تدني مستوى القدرة على حل المشكلات الهندسية لدى طلاب السنة الأولى، كما أظهرت الدراسة فاعلية النمذجة الرياضية في تنمية المعرفة المفاهيمية والإجرائية وحل المشكلات الهندسية لدى طلاب المجموعة الثانية.

ورغم أن دراسة كل من (مدين، ٢٠١٥؛ Erika, 2015؛ سعيد، ٢٠١٦) اختلفت في العينة التي أجريت عليها، إلا أنها أظهرت فاعلية العديد من الاستراتيجيات في حل المشكلات الهندسية، وهذا ما يبرر إمكانية التدخل بنظرية العبء المعرفي في تحسين مستوى التلاميذ في حل المشكلات الهندسية.

وأجرى Zhang (2017) دراسة هدفت التعرُّف على مدى تأثير تدريب الذاكرة العاملة البصرية على مهارات الذاكرة العاملة، واستكشاف ما إذا كان من الممكن تعميم تحسين الذاكرة العاملة على القدرة المكانية البصرية العامة وحل المشكلات الهندسية. وتكونت عينة الدراسة من أربعة طلاب جامعيين، ممن فشلوا في اختبار فحص الكلية، وكان لديهم صعوبات في تعلم الرياضيات في المرحلة الثانوية، واضطروا إلى أخذ دورات في الرياضيات قبل التأهل للكلية. وطُبِّق عليهم مقياس الذاكرة العاملة البصرية ومقياس حل المشكلات الهندسية. وتوصلت الدراسة إلى أن المشاركين أظهروا تحسناً ملحوظاً في أداء الذاكرة العاملة البصرية وحل المشكلات الهندسية.

ويتضح من دراسات هذا المحور أن حل المشكلات الهندسية يتأثر بالعديد من المتغيرات والاستراتيجيات التعليمية والبرامج التدريبية مثل: مستويات السعة العقلية العليا، والتمثيلات البصرية ثلاثية الأبعاد، والبرامج القائمة على هندسة الفراكتال، واستراتيجية البحث والتفكير عن التناقضات، والنمذجة الرياضية، والتدريب على مهارات الذاكرة العاملة، ورغم ذلك إلا أن هذه الدراسات لم تتطرق أو تسعى إلى تخيف العبء المعرفي والجهد العقلي لدى التلاميذ في الذاكرة العاملة أثناء حل المشكلات الهندسية.

اتفقت معظم الدراسات عند تحديد مستوى التلاميذ في حل المشكلات الهندسية على بناء اختبارات في حل المشكلات الهندسية في المواد المقررة عليهم أثناء إجراء الدراسة، وفي ضوء هذه الاختبارات تم إعداد وبناء اختبار حل المشكلات الهندسية.

اختلفت الدراسات السابقة في نوعية وطبيعة العينة التي أجريت عليها، حيث اشتملت على العديد من المراحل التعليمية، حتى أنها أظهرت اختلافاً بين طلاب الكلية الواحدة في تأثير بعض المتغيرات على حل المشكلات الهندسية، حيث توصلت دراسة سعيد (٢٠١٦) إلى تدني مستوى القدرة على حل المشكلات الهندسية لدى طلاب السنة الأولى، وارتفاع هذا المستوى لدى طلاب السنة الثانية بكلية التربية. كما أن معظم الدراسات اعتمدت على التصميم التجريبي الذي يقوم على مجموعتين أحدهما تجريبية والثانية ضابطة، وتثبيت متغير الجنس فبعضها اقتصر على الذكور والآخر على الإناث، وفي ضوء ذلك تم تحديد عينة الدراسة وإعداد التصميم التجريبي في البحث الحالي.

فرضا البحث:

١) "لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار حل المشكلات الهندسية في القياس البعدي".

٢) "لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية على اختبار حل المشكلات الهندسية في القياسين البعدي والتتبعي".

إجراءات البحث:

المنهج والتصميم التجريبي:

استخدم البحث المنهج التجريبي الذي يسعى إلى معرفة أثر متغير تجريبي (أنشطة واستراتيجيات نظرية العبء المعرفي) على متغير تابع (حل المشكلات الهندسية)، وفي ضوء ذلك فإن التصميم التجريبي قائم على مجموعتين الأولى: تجريبية (التي تلقت التدريب على البرنامج القائم على نظرية العبء المعرفي)، والثانية ضابطة (التي تتعلم بالطريقة التقليدية).

العينة:

تم اختيار عينة البحث من بين تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، بمدرسة الحمراوي الإعدادية التابعة لمديرية التربية والتعليم، بمحافظة كفر الشيخ، بجمهورية مصر العربية، للعام الدراسي ٢٠١٦/ ٢٠١٧، وهي تنقسم إلى عينة استطلاعية: تكونت من (٣٠) تلميذاً يبلغ متوسط أعمارهم (١٣،٧١) عاماً وانحراف معياري (٠،٩٢٥)، ممن أنهوا دراسة وحدة المساحات الهندسية في العام الدراسي السابق، وعينة أساسية: تم اختيارها بطريقة عشوائية، وعددها (٥٨) تلميذاً، تم تقسيمها إلى مجموعتين الأولى: ضابطة وعددها (٣٠) تلميذاً، والثانية: تجريبية وعددها (٢٨) تلميذاً، وتم الاقتصار على التلاميذ الذكور فقط، وذلك بهدف استبعاد أثر النوع في حل المشكلات الهندسية. كما تم التحقق من التجانس بين المجموعتين في العمر الزمنى والتحصيل الدراسي السابق (من واقع السجلات السابقة للتلاميذ في الفصل الدراسي الأول في مادة الهندسة) والتطبيق القبلي لاختبار حل المشكلات الهندسية، والجدول الآتي (١) يوضح دلالة هذه الفروق:

جدول (١)

قيمة "ت" ، ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في العمر الزمني والتحصيل الدراسي السابق وحل المشكلات الهندسية في القياس القبلي

	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت"
العمر الزمنى	التجريبية	٢٨	١٣،٦١	٠،٤٦٢	٠،٧٢٥
	الضابطة	٣٠	١٣،٥٢	٠،٤١٨	
التحصيل الدراسي السابق	التجريبية	٢٨	٢٠,٧٥	٤,٢٨٣	٠،١٦٨
	الضابطة	٣٠	٢٠,٩٣	٤,٠٢٥	
حل المشكلات الهندسية	التجريبية	٢٨	١٦،٢٥	٦،٥٢٤	٠،٣٤٦
	الضابطة	٣٠	١٦،٨٧	٧،٠٢١	

ويتضح من جدول (١) أن جميع قيم "ت" غير دالة إحصائياً، وهذا يشير إلى أن المجموعتين متجانستين في العمر الزمني والتحصيل الدراسي السابق، وحل المشكلات الهندسية في القياس القبلي.

أدوات البحث:

للتحقق من صحة فرضا البحث استُخدم الأدوات الآتية:

١) اختبار حل المشكلات الهندسية

يهدف الاختبار لقياس أداء تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في حل المشكلات الهندسية بوحدة المساحات المقررة عليهم بمادة الهندسة، وما يتضمن ذلك الأداء من حل المشكلات.

تحليل المحتوى: تم الاقتصار على المشكلات الرياضية المتضمنة بوحدة المساحات الهندسية، المقررة على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، واشتملت الوحدة على مجموعة من الموضوعات والدروس تتمثل في: مساحة سطح متوازي الأضلاع، ومتى تتساوى مساحتا سطحي مثلثين؟، ومساحات سطوح بعض الأشكال الرباعية (المعين، شبه المنحرف). وتم تحليل كل موضوع إلى مجموعة من المفاهيم والتعميمات والمهارات، ثم عرضها على مجموعة من المحكمين، وذلك لمعرفة مدى تطابق المفاهيم والتعميمات والمهارات لمحتوى الوحدة، وقد تراوحت النسب المئوية لاتفاق المحكمين على عناصر التحكيم ما بين (٩٣، ١٠٠)، كما تم حساب اتساق التحليل عن طريق قيام باحث آخر بتحليل المحتوى السابق، ثم حساب نسبة الاتفاق بين نتائج التحليلين باستخدام معادلة Scott، وقد بلغ اتساق التحليل (٠,٩٤) وهذا يدل على وجود اتفاق عالٍ بين نتائج التحليلين، مما يدعوا إلى الثقة في نتائج التحليل لمحتوى وحدة المساحات الهندسية.

تقدير الدرجات: بعد التحقق من صدق وثبات تحليل المحتوى لوحدة المساحات، تم صياغة (٧) أسئلة على شكل مشكلات هندسية، تتطلب استدعاء المفاهيم والتعميمات والمهارات المتضمنة بوحدة المساحات للوصول إلى الحل الصحيح، كما تم وضع قائمة البروتوكول أمام كل سؤال، وهذه القائمة تم إعدادها عن طريق تحليل كل مرحلة من مراحل حل المشكلات إلى مجموعة من المؤشرات الدالة عليها، كما تم إعداد مقياس لتقدير أداء التلاميذ وفق هذه القائمة، والجدول (٢) الآتي يوضح ذلك:

جدول (٢)

الدرجة المقدرة للأداء الصحيح على كل مرحلة من مراحل حل المشكلة

مراحل حل المشكلة	المؤشرات	الدرجة
فهم المشكلة	- تحديد المعطيات والمطلوب. - تحديد المعلومات الزائدة أو الناقصة التي تستخدم في حل المشكلة. - تحويل المشكلة إلى شكل هندسي أو معادلة رياضية.	٢
وضع خطة للحل	- تحديد الخطوات التي سوف يتبعها الطالب للوصول للحل. - تحديد الاستراتيجيات والطرائق والقوانين المناسبة للحل. ويستدل على ذلك إما كتابة أو من خلال الأداء	٢
تنفيذ الخطة	- استخدام الحقائق والنظريات والقوانين بشكل صحيح.	٤

	- إجراء العمليات الرياضية المطلوبة بدقة. - صياغة الحل الذي توصل إليه في صورته النهائية.	
تقويم الحل	- مراجعة خطوات الحل وفق الخطة. - التأكد من الاستخدام الصحيح للقوانين والعمليات الرياضية. - إعادة النظر في النتائج التي تم التوصل إليها.	٢

ويتضح من جدول (٢) أن الدرجة (١٠) تعبر عن الأداء الصحيح لحل كل مشكلة، وفي ضوء ذلك فإن أعلى درجة لأسئلة الاختبار السبعة تكون (٧٠) درجة. ولحساب الزمن المناسب للإجابة عن الاختبار تم ايجاد متوسط أزمنة إجابات تلاميذ العينة الاستطلاعية على الاختبار، وكان زمن الإجابة المناسب في ضوء ذلك (٥٥) دقيقة.

الخصائص السيكومترية للاختبار:

الصدق: تم حساب الصدق عن طريق: التحقق من صدق محتوى الاختبار، وذلك بعرضه على (١٣) عضواً من أعضاء هيئة التدريس، المتخصصين في علم النفس وطرق تدريس الرياضيات، ومعلمي الرياضيات، ثم طلب منهم إبداء الرأي في مدى تمثيل المفردات للهدف الذي وضعت لقياسه، ومدى توافر شروط المشكلة الهندسية في كل مشكلة، ومدي مناسبة مفردات قائمة البروتوكول لقياس الأداء، ومدى مناسبة المفردات لمستوى التلاميذ، وتعديل أو إضافة أو حذف ما يرونه مناسباً، واستفاد الباحث من ملاحظاتهم واقتراحاتهم في إجراء التعديلات اللازمة على صياغة بعض المشكلات وصياغة أسئلة قائمة البروتوكول، وتراوحت النسب المئوية للاتفاق على عناصر التحكيم ما بين (٨٥، ١٠٠). كما تم حساب صدق المحك: عن طريق حساب معامل الارتباط للعينة الاستطلاعية بين درجاتهم على اختبار حل المشكلات الهندسية، ودرجاتهم على كل من: اختبار حل المشكلات الهندسية الذي أعده جاد (٢٠٠٥) وقد بلغت قيمة معامل الارتباط (٠,٧٠٤) وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، واختبار التحصيل السابق، وقد بلغت قيمة معامل الارتباط (٠,٦٢٦) وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١). مما يشير إلى الثقة في النتائج التي يمكن التوصل إليها من خلال الاختبار.

الثبات: لحساب ثبات درجات الاختبار تم تطبيقه على العينة الاستطلاعية، وبعد مرور أسبوعين تم تطبيق الاختبار مرة ثانية، وقد بلغت قيمة معامل ثبات درجات الاختبار

(٠,٧٤٥) وهي قيمة مرتفعة نسبيًا ودالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، مما يدعو إلى الثقة في النتائج التي يمكن التوصل إليها عند استخدام الاختبار.

البرنامج التعليمي:

يهدف البرنامج إلى تحسين قدرة المجموعة التجريبية على حل المشكلات بوحدة المساحات المقررة عليهم في مادة الهندسة في الفصل الدراسي الثاني وفق أنشطة واستراتيجيات نظرية العبء المعرفي.

عناصر بناء البرنامج: يقوم البرنامج على ثلاثة عناصر، الأول المعرفي: ويعتمد هذا العنصر على تزويد التلاميذ بمجموعة من المعلومات عن نظرية العبء المعرفي وحل المشكلات، ودور نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية، بالإضافة إلى المؤشرات الدالة على استخدام مبادئ واستراتيجيات نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية. أما العنصر الثاني فهو المهاري: ويركز على تدريب التلاميذ على استخدام استراتيجيات وأنشطة ومهام نظرية العبء المعرفي، بهدف اكسابهم المهارة في حل المشكلات الهندسية. في حين يتمثل العنصر الثالث في الوجداني: ويهتم بتهيئة البيئة التعليمية للبرنامج بحيث تشجع التلاميذ على المناقشة والحوار وحرية التعبير والنقد وطرح الأفكار في جو يدعم الاتجاهات الإيجابية وزيادة الدافعية والمثابرة ويزيد الثقة بالنفس، بعيداً عن القلق والتوتر.

خطوات بناء وتنفيذ البرنامج: مرَّ بناء البرنامج بمجموعة من الخطوات تتمثل في الآتي:

- إعداد محتوى البرنامج بحيث يراعى ما يأتي:

  - التنظيم الجيد لمواد البرنامج.
  - خصائص العينة، من حيث الأهداف والمحتوى والأنشطة والمهام وطرق التقويم.
  - مراعاة مبدأ الفروق الفردية بين التلاميذ، بحيث تشتمل على أنشطة ومثيرات وأدوات متنوعة ومناسبة للتلاميذ وتتميز بسهولة التطبيق، ولا تحتاج لعمليات عقلية معقدة.
  - التدرج عند تقديم البرنامج من البسيط إلى المركب ومن السهل إلى الصعب.
  - الارتباط الوثيق بين جلسات البرنامج ومحتواه وأهدافه والأنشطة المستخدمة وأدوات التقويم.

- مراعاة مبدأ البناء والتنظيم والمرونة، بحيث تقوم كل جلسة من جلسات البرنامج على استراتيجيات وأنشطة ومهام نظرية العبء المعرفي، وأن تتضمن خبرات توضح

الدور الهام والفعّال الذي تقوم به النظرية في حل المشكلات الهندسية بمهارة وكفاءة عالية.

- إعداد أهداف كل جلسة من جلسات البرنامج في ضوء الخصائص والمؤشرات الدالة على استخدام نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات بوحدة المساحات الهندسية، والتي قد تسمح بعد التدريب عليها بزيادة كفاءة التلاميذ في حل المشكلات الهندسية بطريقة صحيحة.
- تحديد الاستراتيجيات والمهام والأنشطة التي يتدرب عليها التلاميذ أثناء تنفيذ البرنامج.
- تصميم جلسة تدريبية تقدم للتلاميذ قبل البدء في تطبيق الجلسات توضح لهم هدف البرنامج وأهميته ودور نظرية العبء المعرفي في تعلم مادة الرياضيات وحل المشكلات الهندسية، وذلك بهدف معرفة التلاميذ لما سوف يتعرضون له من خبرات أثناء تنفيذ البرنامج.
- بناء وإعداد أدوات التقويم التي تقدم للتلاميذ أثناء تنفيذ البرنامج.

إجراءات تنفيذ البرنامج:

- يتكون البرنامج من (٩) جلسات، زمن كل جلسة (٥٠) دقيقة، استغرق تنفيذها ثلاثة أسابيع، وذلك بمعدل ثلاثة جلسات أسبوعياً، في الجلسة الأولى: تم تقديم قدر من المعلومات عن طبيعة البرنامج ونظرية العبء المعرفي والمؤشرات الدالة على استخدامها في عملية التعلم وحل المشكلات بوحدة المساحات، كما تم الاتفاق على مجموعة من المبادئ تحكم العلاقة أثناء تنفيذ البرنامج.
- قدمت جلسات البرنامج على التلاميذ من خلال مجموعة من الأنشطة قائمة على نظرية العبء المعرفي. كما تم تقديم اختبارات التحقق من أهداف الجلسات في نهاية كل جلسة، بالإضافة إلى تكليف التلاميذ بعمل واجب منزلي، وفي بداية الجلسة اللاحقة، يعرض على التلاميذ نتائج إجاباتهم على هذه الاختبارات، ثم مراجعة الواجب المنزلي السابق مع التلاميذ، مع توضيح الإجابات الصحيحة والأخرى الخطأ مع تصويب الإجابات الخطأ. كما تم العمل على تصحيح مسار تنفيذ الجلسة وتحديد نقاط القوة والضعف لدى التلاميذ في الموضوعات المقدّمة وتقديم المساعدة للتلاميذ في حالة عدم معرفة بعض التلاميذ لبعض المهام، وذلك عن طريق تقديم مجموعة من الأسئلة حول المشكلات الهندسية المطروحة عليهم أثناء تنفيذ الجلسة.

- تقديم استبانة التقييم الذاتي، للتحقق من مدى استخدام التلاميذ لاستراتيجيات ومهام ومبادئ نظرية العبء المعرفي في الأنشطة والمهام المقدّمة لهم.
- تقديم بطاقة ملاحظة لمعلم الفصل لملاحظة أداء التلاميذ أنشطة ومهام البرنامج وفقاً للمؤشرات الدالة على استخدامهم مبادئ نظرية العبء المعرفي.
- بعد الانتهاء من التدريب على البرنامج تم تطبيق كل من:

- مقياس فاعلية البرنامج للتحقق من أن المسار التنفيذي للبرنامج محققاً لأهدافه.
- اختبار حل المشكلات الهندسية على أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة لمعرفة أثر البرنامج في حل المشكلات الهندسية في القياس البعدي ثم تطبيق المقياس على المجموعة التجريبية بعد ثلاثة أسابيع للتحقق من مدى بقاء أثر التعلم بعد عملية التدريب.

محتوى البرنامج: احتوى البرنامج على مجموعة من الجلسات التدريبية، تم إعدادها في ضوء تحديد وتحليل الموضوعات الرئيسة بوحدة المساحات، وتحديد الاستراتيجيات والمهام والأنشطة التي يقوم عليها البرنامج والتعرف على المؤشرات الدالة على استخدامها في حل المشكلات الهندسية، والجدول (٣) الآتي يوضح ذلك.

جدول (٣)

المؤشرات الدالة على استخدام استراتيجيات نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية

الاستراتيجية	التعريف	المؤشرات الدالة على استخدامها في حل المشكلات الهندسية
تركيز الانتباه	مجموعة من الإجراءات تهدف إلى تقليل تشتت الانتباه والتخلص من مسبباته أثناء القيام بحل المشكلات الهندسية بوحدة المساحات	- تحديد المعطيات والمطلوب بدقة. - اتباع التعليمات وتنفيذ الخطة التي تم وضعها لحل المشكلات. - استخدام المفاهيم والقوانين المناسبة لحل المشكلة. - عدم التشتت لأية أصوات أو مناظر لا علاقة لها بالموضوع. - عدم الخوض في التفاصيل غير الهامة والتركيز على الهدف. - التحقق من الوصول إلى حل المشكلات بطريقة صحيحة.

المثال المحلول	عرض وتقديم مجموعة من النماذج المحلولة للتلاميذ حول الموضوع بهدف تزويدهم بالبنية المفاهيمية والإجرائية المرتبطة بالموضوعات المدروسة.	– الاستفادة من المعلومات بالأمثلة المحلولة في حل الأمثلة اللاحقة. – تكوين خطة ذهنية واضحة عند حل المشكلات في وحدة المساحات. – استكشاف طرق الحل الصحيحة عند حل المشكلات المطروحة. – الاسترشاد بطرق الحل في الأمثلة المحلولة لفهم الطرق الصحيحة لحل المشكلات المطروحة عليهم. – تذكر المعرفة والخبرات السابقة بموضوعات وحدة المساحات.
الإنجاز	تعلم التلاميذ الموضوعات المطروحة في وحدة المساحات إما نصياً أو بصرياً إذا كان كلاهما مفهوماً لدى التلاميذ.	– قيام بعض التلاميذ بحل المشكلات على الرسوم التوضيحية فقط. – قيام بعض التلاميذ بشرح الموضوعات وحل المشكلات بطريقة صحيحة شفوياً بعد تخيلها ذهنياً دون استخدام رسوم توضيحية. – قيام بعض التلاميذ بكتابة خطوات حل المشكلات المطروحة في كراسة التدريب دون طرح رسوم توضيحية لذلك.
الشكلية	عرض المادة بصرياً ونصياً وسمعياً بهدف إثارة المعلومات في ذهن التلاميذ واستخدام الخبرات المخزنة ودمجها مع البناء المعرفي.	- استدعاء المعلومات والخبرات السابقة وربطها بالموضوع الجديد. - حذف المعلومة المكررة بين النص والشكل. - طرح الأفكار الرئيسة وتدوينها، وعدم إعادة الأشياء المتفق عليها. - بناء صور وتخيلات ذهنية للمادة التي يراد استذكارها. - التلخيص عن طريق إجراء عرض سريع لأبرز المفاهيم التي درست.

التقويم: تم تقويم أداء التلاميذ من خلال الآتي:

التقويم المبدئي: تم تطبيق اختبار حل المشكلات الهندسية على أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة للتحقق من التجانس بينهما قبل تطبيق البرنامج.

التقويم البنائي: تم التقويم البنائي للبرنامج كما يلي:

- **طرح مجموعة من الأسئلة أثناء تنفيذ الجلسة التدريبية حول موضوع الجلسة، وذلك بهدف تحديد نقاط القوة والضعف وتصحيح مسار الجلسة وتقديم المساعدّة للتلاميذ في حالة عدم معرفة بعض المهام.**
- **بطاقة ملاحظة: يتم تقديمها لملاحظ خارجي، بهدف التعرف على مدى استخدام التلاميذ لاستراتيجيات ومبادئ نظرية العبء المعرفي على الأنشطة المقدّمة لهم أثناء تنفيذ البرنامج، وهي تتكون من (٨) مفردات، أمام كل مفردة ثلاثة بدائل، وعلى الملاحظ أن يضع علامة (√) أمام البديل الذي يرى أنه موافق لكل تلميذ، بحيث تعطى الدرجة (٣، ٢، ١) إذا كان اختيار الملاحظ لأداء التلميذ بـــ (دائماً، أحياناً، نادراً) على الترتيب.**
- **اختبارات التحقق من أهداف الجلسة: وهي عبارة عن (٨) اختبارات في حل المشكلات الهندسية، تقدم بعد الانتهاء من التدريب في كل جلسة، وتهدف إلى التحقق من مدى إتقان التلاميذ لأهداف الجلسة، ويتكون كل اختبار من مشكلة هندسية واحدة، يتطلب حلها أن يقوم التلاميذ بتطبيق مراحل حل المشكلات، على المشكلة المطروحة، بحيث يعطى التلميذ الدرجة: (١٠) إذا قام بحل المشكلة بطريقة صحيحة، في حين يعطى الدرجة: (صفر) إذا كانت إجابته خطأ.**
- **استبانات التقييم الذاتي: وتتكون من (٨) استبانات تهدف إلى التحقق من أن التلاميذ قد استخدموا استراتيجيات ومبادئ نظرية العبء المعرفي في الأنشطة المقدّمة، وتتكون كل استبانة من (٨) مفردات، تصف في مجملها المؤشرات الدالة على استخدام التلاميذ لاستراتيجيات نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية، أمام كل مفردة ثلاثة اختيارات (نعم، أحياناً، لا) وعلى التلميذ أن يضع علامة (√) تحت الاختيار الذي يراه مناسبا، بحيث تعطى الدرجة (٣، ٢، ١) لكل مفردة إذا كان اختيار الطالب بـــ (نعم، أحياناً، نادراً) على الترتيب.**
- **الواجب المنزلي: وهو عبارة عن مجموعة من الأسئلة يقوم التلاميذ بحلها في المنزل، وذلك بهدف التطبيق والممارسة التعليمية لما تم تعلمه أثناء الجلسة التدريبية.**

التقويم الختامي: تم التقويم الختامي للبرنامج كما يأتي:

- **تطبيق مقياس فاعلية المعالجة التجريبية: ويتكون من (٢٢) مفردة تهدف في مجملها إلى التعرف على آراء التلاميذ في مدى التحقق من أن المسار التنفيذي للبرنامج كان محققاً لأهدافه، أمام كل مفردة ثلاثة بدائل وهي (موافق، أحياناً، لا أوافق) وعلى التلميذ أن يضع علامة (√) تحت الاختيار الذي يراه مناسبا، بحيث تحسب تعطى الدرجة (٣، ٢، ١) لكل مفردة إذا كان اختيار الطالب بـــ (موافق، أحياناً، لا أوافق) على الترتيب.**
- **اختبار حل المشكلات الهندسية: يطبق بعدياً عقب الانتهاء من جلسات البرنامج على أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة، وذلك بهدف معرفة أثر البرنامج في حل المشكلات الهندسية وعلى المجموعة التجريبية في القياس التتبعي لمعرفة مدى بقاء أثر التدريب وفق أنشطة ومهام واستراتيجيات البرنامج على مستوى أداء المجموعة التجريبية في حل المشكلات الهندسية.**

صدق البرنامج: تم عرض البرنامج على (٩) من أعضاء هيئة التدريس المتخصصين في علم النفس وطرق تدريس الرياضيات، بهدف التعرف على مدى ارتباط أهداف الجلسات بمحتوى وحدة المساحات الهندسية، ومدى ملائمة ومناسبة المهام والأنشطة المقدمة لاستراتيجيات ومبادئ نظرية العبء المعرفي وعينة الدراسة، ومدى ملائمة التقويم لأهداف الجلسات، ومدى مناسبة اختبارات الاختيار من متعدد في التحقق من أهداف الجلسة التدريبية، ومدى مناسبة استبانة التقييم الذاتي وبطاقة الملاحظة في التحقق من أن الطلاب قد استخدموا استراتيجيات ومبادئ نظرية العبء المعرفي في الأنشطة المقدّمة إليهم، وفي ضوء ذلك تم تعديل ما أبداه المحكمون، وقد تراوحت النسب المئوية للاتفاق على عناصر التحكيم ما بين (٨٩، ١٠٠)، وهذا ما يدعو إلى الثقة في صلاحية أدوات التقويم للتطبيق، وصلاحية الإجراءات التدريبية للبرنامج في حل المشكلات الهندسية.

التحقق من فاعلية المعالجة التجريبية للبرنامج:

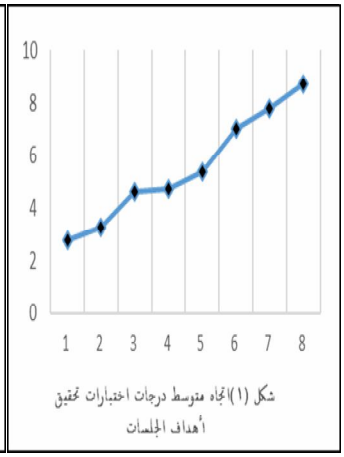
للتحقق من فاعلية المعالجة التجريبية تم حساب متوسطات درجات المجموعة التجريبية على الأدوات المستخدمة للتحقق من فاعلية المعالجة التجريبية، والجدول (٤) الآتي يوضح ذلك:

جدول (٤)

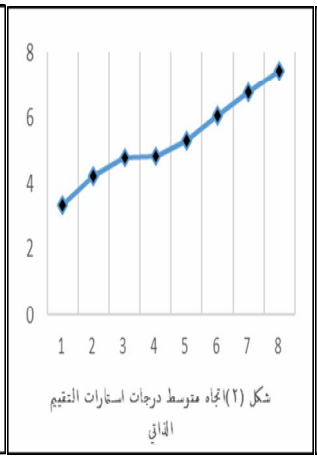
المتوسطات (م) والانحرافات المعيارية (ع) لدرجات المجموعة التجريبية للأدوات المستخدمة في فاعلية المعالجة التجريبية

الأداة	القياس	الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	السادس	السابع	الثامن
التحقق من أهداف الجلسة	م	٢,٧٥	٣,٢٥	٤,٦١	٤,٧١	٥,٣٩	٧,٠٠	٧,٧٩	٨,٧١
	ع	١,٦٥	١,٣٥	١,٦٤	١,٧٢	١,٦٤	١,٤٧	١,٥٥	١,١٢
التقييم الذاتي	م	٣,٣٦	٤,٢١	٤,٧٩	٤,٨٦	٥,٣٢	٦,٠٧	٦,٧٥	٧,٤٢
	ع	١,٣٤	١,٣٧	١,٢٩	١,٠١	١,٠٩	١,٠٢	١,١١	٠,٧٤
بطاقة الملاحظة	م	٢,١١	٢,٥٤	٣,٠٤	٣,٦٤	٤,٣٢	٥,٢٩	٦,٠٤	٧,٣٩
	ع	١,٢٣	٠,٩٦	٠,٩٢	١,٢٥	١,٠٦	١,١٨	٠,٩٢	٠,٧٣

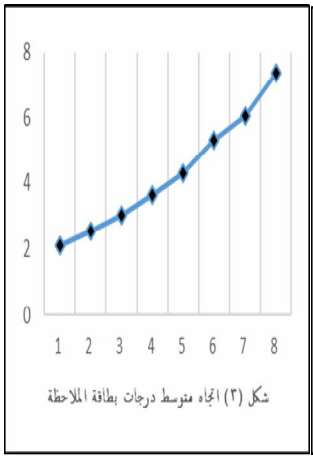
ويتضح من جدول (٤) أن متوسط درجات المجموعة التجريبية على اختبارات التحقق من أهداف الجلسة التدريبية واستمارة التقييم الذاتي وبطاقة الملاحظة في ارتفاع عبر الجلسات التدريبية. والأشكال (١، ٢، ٣) توضح النمو والتحسن لهذه المتوسطات:



شكل (١)اتجاه متوسط درجات اختبارات تحقيق أهداف الجلسات



شكل (٢)اتجاه متوسط درجات استمارات التقييم الذاتي



شكل (٣) اتجاه متوسط درجات بطاقة الملاحظة

كما تم الكشف عن الفروق بين متوسطات درجات أفراد المجموعة التجريبية في التحقق من أهداف الجلسة والتقييم الذاتي وبطاقة الملاحظة، والجدول (٥) الأتي يوضح ذلك:

جدول (٥)

تحليل التباين للقياسات المتكررة

الأداة	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"
التحقق من أهداف الجلسة	الأفراد	٣١,٣٢٤	٢٧	١٢٧,٤٠٦	٩٥,٠٢٢**
	القياسات المتكررة	٨٩١,٨٣٩	٧		
	الخطأ	٢٥٣,٤١١	١٨٩	١,٣٤١	
	المجموع	١١٧٦,٥٧٤	٢٢٣		
التقييم الذاتي	الأفراد	١٠,٣٨٦	٢٧	٥٠,٤٩٧	٤٨,٦٢٨**
	القياسات المتكررة	٣٥٣,٤٨٢	٧		
	الخطأ	١٩٦,٢٦٨	١٨٩	١,٠٣٨	
	المجموع	٥٦٠,١٣٦	٢٢٣		
بطاقة الملاحظة	الأفراد	٤,٤١٣	٢٧	٩٤,٠٠٨	٨٨,٣٠٩**
	القياسات المتكررة	٦٥٨,٠٥٤	٧		
	الخطأ	٢٠١,١٩٦	١٨٩	١,٠٦٥	
	المجموع	٨٦٣,٦٦٣	٢٢٣		

**P < ٠,٠١

ويتضح من جدول (٥) أن قيم "ف" تراوحت بين (٤٨,٦٢٨، ٩٥,٠٢٢) وهي قيم دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، وهذا يشير إلى وجود فروق دالة إحصائياً بين القياسات المتكررة لدى أفراد المجموعة التجريبية على: اختبارات التحقق من أهداف الجلسة، واستبانات التقييم الذاتي، وبطاقة الملاحظة. ولتحديد اتجاه هذه الفروق، تم حساب قيمة "ت" بين القياسات الأتية: الأول والرابع، الأول والسادس، الأول والثامن، الرابع والسادس، الرابع والثامن، السادس والثامن، والجدول (٦) الآتي يوضح دلالة هذه الفروق.

جدول (٦)

قيم "ت" للقياسات المتكررة حيث: (ن= ٢٨)

الأداة / القياس	أهداف الجلسات			التقييم الذاتي			بطاقة الملاحظة		
	م	ع	قيمة "ت"	م	ع	قيمة "ت"	م	ع	قيمة "ت"
الأول	٢,٧٥	١,٦٥	٦,٣٢**	٣,٣٦	١,٣٤	٥,٦٧**	٢,١١	١,٢٣	٥,٠١**
الرابع	٤،٧١	١,٧٢		٤,٨٦	١,٠١		٣,٦٤	١,٢٥	
الأول	٢,٧٥	١,٦٥	١٠,١٢**	٣,٣٦	١,٣٤	٨,٦٩**	٢,١١	١,٢٣	٩,٧٧**
السادس	٧,٠٠	١,٤٧		٦,٠٧	١,٠٢		٥,٢٩	١,١٨	
الأول	٢,٧٥	١,٦٥	١٨,٩٤**	٣,٣٦	١,٣٤	١٣,٥٩**	٢,١١	١,٢٣	٢١,٤٩**
الثامن	٨,٧١	١,١٢		٧,٤٣	٠,٧٤		٧,٣٩	٠,٧٣	
الرابع	٤،٧١	١,٧٢	٦,٥٦**	٤,٨٦	١,٠١	٧,٠١**	٣,٦٤	١,٢٥	٤,٩٨**
السادس	٧,٠٠	١,٤٧		٦,٠٧	١,٠٢		٥,٢٩	١,١٨	
الرابع	٤،٧١	١,٧٢	١٣,١٥**	٤,٨٦	١,٠١	١٣,٦٤**	٣,٦٤	١,٢٥	١٦,٠٥**
الثامن	٨,٧١	١,١٢		٧,٤٣	٠,٧٤		٧,٣٩	٠,٧٣	
السادس	٧,٠٠	١,٤٧	٥,٨٢**	٦,٠٧	١,٠٢	٦,٩٩**	٥,٢٩	١,١٨	٧,٤٤**
الثامن	٨,٧١	١,١٢		٧,٤٣	٠,٧٤		٧,٣٩	٠,٧٣	

P < ٠,٠١

ويتضح من جدول (٦) أن قيم "ت" تراوحت ما بين (٤,٩٨، ٢١,٤٩) وجميعها دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) وهذا يشير إلى وجود فروق على: اختبارات التحقق من أهداف الجلسات، واستبانات التقييم الذاتي، وبطاقة الملاحظة لدى أفراد المجموعة التجريبية، وذلك بين القياسات الأتية: الأول والرابع لصالح القياس الرابع، والأول والسادس لصالح القياس السادس، والأول والثامن لصالح القياس الثامن، والرابع والسادس لصالح القياس السادس، والرابع والثامن لصالح القياس الثامن، والسادس والثامن لصالح القياس الثامن، ومما يدل على فاعلية الجلسات التدريبية في البرنامج.

كما تم حساب النسب المئوية لاستجابات التلاميذ على مقياس فاعلية المعالجة التجريبية لكل عبارة من عبارات المقياس، وقد بلغ متوسط النسبة المئوية للموافقة على عبارات المقياس (٩٢) وهذا يشير إلى أن المسار التنفيذي للتدريب في البرنامج كان محققاً لأهدافه.

نتائج البحث ومناقشتها:

قبل التحقق من صحة فروض البحث واستخدام اختبار "ت"، تم التحقق من اعتدالية توزيع الدرجات، وذلك عن طريق حساب معادلتي Kolmogorov & Shapiro، والجدول (٧) الآتي يوضح ذلك:

جدول (٧)

قيم اختباري Shapiro & Kolmogorov للمجموعتين الضابطة والتجريبية على اختبار حل المشكلات الهندسية

المجموعة	ضابطة بعدي	تجريبية بعدي	تجريبية تتبعي
Kolmogorov	٠,١٠٢	٠,١١٥	٠,٠٧٦
Shapiro	٠,٩٦٥	٠,٩٨٠	٠,٩٨٠

ويتضح من جدول (٧) أن جميع قيم اختباري Shapiro & Kolmogorov غير دالة إحصائياً عند مستوى (٠،٠٥)، وهذا يشير إلى اعتدالية التوزيع، كما تم حساب التجانس بين المجموعتين التجريبية والضابطة باستخدام اختبار Levene والتي بلغت قيمته (٠،٨٩٣) وهي قيمة غير دالة إحصائياً عند مستوى (٠،٠٥) وهذا يشير إلى تجانس المجموعتين، وإمكانية استخدام اختبار "ت" لقياس دلالة الفروق.

أولاً: الفرض الأول: وينص على أنه: "لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار حل المشكلات الهندسية في القياس البعدي". والجدول (٨) الآتي يوضح دلالة الفرق بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في القياس البعدي:

جدول (٨)

قيمة " ت " ودلالتها الإحصائية للفــرق بين متوسطي المجموعتين الجريبية والضابطة في القياس البعدي لاختبار حل المشكلات الهندسية

المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة " ت "	حجم التأثير
التجريبية	٢٨	٤٤،٢٩	١١،٥٩	٦،٣٠٤**	١،٦٥٦
الضابطة	٣٠	٢٦،٩٣	٩،٠٨		

**P < ٠,٠١

ويتضح من الجدول (٨) أن قيمة "ت" بلغت (٦,٣٠٤) وهى قيمة دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، وهذا يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً، بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة، على اختبار حل المشكلات الهندسية لصالح المجموعة التجريبية بعد تطبيق البرنامج، كما تشير قيمة حجم التأثير الذي أحدثته المعالجة التجريبية في التباين الكلى للمتغير التابع (حل المشكلات الهندسية) كان كبيراً -حيث تم الاعتماد على مؤشر Cohen's لتفسير قيمة حجم التأثير، وتفسر قيمة حجم التأثير كالآتي: عندما = ٠,٢ يكون حجم التأثير صغيراً، وعندما = ٠,٥ يكون حجم التأثير متوسطاً، وعندما = ٠,٨ أو أكثر يكون حجم التأثير كبيراً. (الشاردي، ٢٠١٢)- ، وقيمة حجم التأثير (١،٦٥٦) تشير إلى أن نسبة التباين المفسر الذي أحدثه البرنامج له تأثير مرتفع في التباين الكلى لحل المشكلات في وحدة المساحات الهندسية، مما يدعو إلى رفض الفرض الأول وقبول الفرض البديل، وهو يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية على اختبار المشكلات الهندسية لصالح المجموعة التجريبية في القياس البعدي.

ويمكن إرجاع تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في حل المشكلات الهندسية بعد تطبيق البرنامج إلى الآتي:

- أتاح البرنامج الفرصة أمام التلاميذ للمشاركة الفعالة أثناء تعلم وحدة المساحات، الأمر الذي قد يكون له الدور الكبير في زيادة قدرة التلاميذ على حل المشكلات الهندسية بكفاءة وفاعلية، اتضح ذلك عندما أتيح للتلاميذ التفكير وطرح الأسئلة واستخدام معارفهم السابقة، وتقييم ما لديهم من أفكار، واختيار الأعمال التي يريدون أداءها بأنفسهم، وربط المشكلات الهندسية المطروحة عليهم بحياتهم الواقعية، في جو يتسم بالاحترام المتبادل، وقبول الرأي الآخر، والشعور بالسعادة والاطمئنان، بعيداً عن الخوف والتوتر والقلق. يؤكد ذلك ما أشار إليه مكي (٢٠١٦) من أن البرامج القائمة على نظرية العبء المعرفي تتيح للطلاب الفرصة للبحث عن المعلومات واكتشافها، وتشجيعهم على التفكير فيما يتعلموه، كما أن اشراكهم بصورة مباشرة في الدروس والتعزيز الفوري وتوفير التغذية الراجعة، له الدور المهم في زيادة دافعيتهم ورفع كفاءتهم أثناء التعلم.
- ساعد استخدام أنشطة واستراتيجية العبء المعرفي التلاميذ في تحديد المعطيات والمطلوب والأفكار الرئيسة للمشكلات المطروحة بدقة، وتنفيذ الخطة التي تم وضعها لحل المشكلات بكفاءة، والاستخدام الفعّال للمفاهيم والقوانين المناسبة لحل المشكلات، والاسترشاد والاستفادة من المعلومات وطرق الحل للأمثلة المحلولة في فهم الطرق الصحيحة وحل المشكلات للأمثلة اللاحقة، والاستدعاء الجيد للمعلومات والخبرات السابقة وربطها بالموضوع الجديد، مع عدم التشتت لأية أصوات أو أشكال لا علاقة لها بالموضوع، أو الخوض في التفاصيل غير الهامة والتركيز على

الهدف، بجانب قيام التلاميذ بالتحقق من الاستخدام الجيد للوسائل والقوانين عند حل المشكلات والوصول إلى الحل النهائي بطريقة صحيحة.

واتضح ذلك من خلال: نتائج اختبارات التحقق من أهداف الجلسة التدريبية التي أظهرت تحسين مستوى التلاميذ في حل المشكلات الهندسية عبر جلسات البرنامج التدريبي، ونتائج استمارة التقييم الذاتي وبطاقة الملاحظة التي أظهرت تحسن مستوى المجموعة التجريبية عبر جلسات البرنامج في استخدام التلاميذ مبادئ واستراتيجيات نظرية العبء المعرفي، ويؤكد ذلك ما أشار إليه خليل (٢٠١٥) أن اعتماد التدريس وفق نظرية العبء المعرفي له الأثر في تحسين المستوى المعرفي والتحصيل الدراسي، وما أشار إليه العامري (٢٠١٦) من أن استخدام التصاميم والبرامج التعليمية وفق نظرية العبء المعرفي، له أثر فعال في رفع مستوى التحصيل الدراسي ومهارات التفكير البصري.

– أدى تقديم مجموعة من المعلومات عن البرنامج وطبيعته، ونظرية العبء المعرفي وأهميتها في تعلم مادة الرياضيات وحل المشكلات الهندسية، بجانب تقديم بعض التعزيزات، واستخدام مجموعة من وسائل عرض مختلفة، إلى شد انتباه التلاميذ، والتركيز في الأعمال المكلفين بها، وزيادة وعيهم لإجراءات التدريب، وقبولهم للأنشطة والمهام المكلفين بها بدافعية عالية.

وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التي توصلت إليها دراسة كل من: (أبو جودة، ٢٠٠٤؛ جليل، ٢٠١٥؛ Yung & Paas, 2015؛ السباب، ٢٠١٦؛ العامري، ٢٠١٦؛ مكي، ٢٠١٦، Lopez et al., 2017) والتي توصلت نتائجها إلى فاعلية البرامج القائمة على نظرية العبء المعرفي في: زيادة التحصيل الدراسي، والاحتفاظ بالمعلومات والتفكير البصري والذكاء المكاني، ومهارات التفكير الناقد، بجانب فعالية التعلم عن طريق: التمثيل البصري، واستراتيجية السقالات المعرفية، في انخفاض مستوى العبء المعرفي لدى الطلاب في مادة الرياضيات. كما تتفق مع نتائج دراسة كل من: (الزعبي، ٢٠٠٧؛ Hwang et al., 2009؛ الغانمي، ٢٠١٠؛ آل خليفين، ٢٠١١؛ Erika et al., 2015؛ سعيد، ٢٠١٦؛ Zhang, 2017)، والتي أشارت نتائجها إلى: أن حل المشكلات الهندسية يتأثر بالعديد من الاستراتيجيات التعليمية والبرامج التدريبية مثل: استراتيجيتي المهارات فوق المعرفية واستخدام الأمثلة، والتمثيلات البصرية ثلاثية الأبعاد، واستراتيجية التعلم البنائي (5E'S)، والبرامج القائمة على هندسة الفراكتال، واستراتيجية البحث والتفكير عن التناقضات، والنمذجة الرياضية، والتدريب على استخدام الذاكرة العاملة البصرية.

ويبرر هذا الاتفاق بين نتائج البحث الحالي ونتائج الدراسات السابقة إلى أن تخفيف الجهد العقلي على الذاكرة العاملة سواء أكان داخلياً أو خارجياً بجانب تعزيز العبء المعرفي وثيق الصلة، بدوره ساعد التلاميذ على الاستخدام المناسب للعمليات المعرفية بالذاكرة العاملة، والتركيز على المهام الموكلة إليهم بكفاءة وفاعلية أثناء حل المشكلات الهندسية، وهذا ما أظهرته نتائج الدراسات السابقة وما أكده الزعبي (٢٠١٧) عندما أشار إلى أنه لا يمكن تقليل أهمية استخدام نظريات العبء المعرفي في عملية التعلم، فمعرفة الطرائق التي يتعلم بها الطلاب بشكل طبيعي، يسمح لهم بتحرير عقولهم، والتركيز على الرسالة التي ينبغي توصيلها، بدلا من إضاعة الوقت والطاقة الذهنية، في دمج المعلومات التي تم عرضها بشكل سيء.

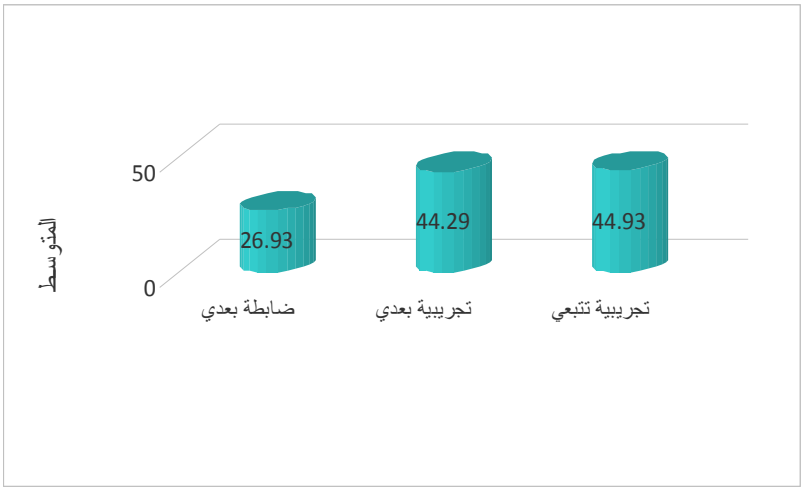
ثانياً: الفرض الثاني: وينص على أنه: "لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية على اختبار حل المشكلات الهندسية في القياسين البعدي والتتبعي"، والجدول (٩) الآتي يوضح دلالة هذا الفرق:

جدول (٩)

قيمة " ت " ودلالتها الإحصائية للفــرق بين متوسطي المجموعة التجريبية في القياسين (البعدي– التتبعي) لاختبار حل المشكلات الهندسية

المجموعة	ن	م	ع	ر	قيمة " ت "
البعدي	٢٨	٤٤،٢٩	١١,٥٩	٠،٩٣١	٠،٨٠٦
التتبعي	٢٨	٤٤،٩٣	١٠,٧٥		

ويتضح من جدول (٩) أن قيمة "ت" غير دالة إحصائياً عند مستوى (٠،٠٥)، وهذا يشير إلى عدم وجود فرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في القياسين البعدي والتتبعي على اختبار حل المشكلات الهندسية، الأمر الذي يدل على بقاء أثر التدريب وفق أنشطة ومهام واستراتيجيات البرنامج على مستوى أداء المجموعة التجريبية في حل المشكلات الهندسية، وهذا يدعو إلى قبول الفرض الثاني. والشكل التالي يوضح المقارنة بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية والضابطة على اختبار حل المشكلات الهندسية.



شكل (٤) المقارنة بين متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار حل المشكلات الهندسية

وتفسر هذه النتيجة التي تقضي بعدم وجود فرق بين القياسين البعدي والتتبعي للمجموعة التجريبية على اختبار حل المشكلات الهندسية إلى الآتي:

- **مراعاة البرنامج خصائص المجموعة التجريبية وحاجاتها، بالإضافة إلى الارتباط الوثيق بين محتوى البرنامج وأهدافه والأنشطة المقدمة ووسائل التقويم، مما جعل التلاميذ متفاعلين ومقبلين على الأنشطة بفاعلية وعلى المهام المقدمة باهتمام ودافعية عالية، مما أدي بدوره إلي تحقق أهداف البرنامج وفق نظرية العبء المعرفي بشكل جيد، والاحتفاظ بها مدة أطول.**
- **التنظيم الجيد للموضوعات المقدمة بوحدة المساحات الهندسية، التي قامت عليها جلسات البرنامج، والتي هي جزء أساسي من مقرر الهندسة بمادة الرياضيات الذي يدرسه التلاميذ، وتقديمها بصورة متدرجة من السهل إلى الصعب ومن البسيط إلى المركب، وربطها بالحياة الواقعية، مما جعل التلاميذ على درجة عالية من الجد والاجتهاد والتطلع لإتقان أهداف البرنامج، والاحتفاظ بما تعلموه واستدعائه إذا احتاجوا إليه في مواقف مختلفة.**

اتضح ذلك من نتائج مقياس فاعلية المعالجة التجريبية، التي أظهرت أن استفادة التلاميذ من الجلسات كانت كبيرة، كما أن المسار التنفيذي للتدريب في البرنامج كان محققاً لأهدافه. يؤكد ذلك ما أشار إليه مكي (٢٠١٦) من أن تصميم المادة الدراسية وفقاً لنظرية العبء المعرفي يعمل على تخفيف العبء المعرفي عن الطلاب ويجعلهم قادرين

على معالجة المعرفة الرياضية وفقاً للسعة المحددة لعمل الذاكرة العاملة ، بالإضافة إلى الاحتفاظ بها في الذاكرة طويلة المدى مدة أطول.

- التقويم المستمر للأداء من خلال: اختبارات التحقق من أهداف الجلسات التدريبية، والواجب المنزلي، وتقويم التلاميذ أنفسهم من خلال استبانات التقييم الذاتي، جعل التلاميذ على دراية بما يجب أن يقوموا به، ووعى مرتفع بالإجابات الصحيحة الأخرى الخطأ، وعلى درجة عالية من التذكر والفهم وتطبيق وممارسة ما تعلموه في مواقف أخرى مختلفة وفي أزمنة متباعدة. ظهر هذا عند التحقق من فاعلية المعالجة التجريبية، من التحسن لأداء التلاميذ على: اختبارات التحقق من أهداف الجلسات، والواجب المنزلي، واستبانات التقييم الذاتي، وبطاقة الملاحظة. وهذا ما أكده العامري (٢٠١٦) عندما أشار أن استخدام أساليب التقويم المتنوعة في التصاميم التعليمية القائمة على العبء المعرفي تمكن الطلاب من تحقيق الأهداف التعليمية بها.

وتتفق هذه النتيجة مع دراسة كل من: (جليل، ٢٠١٥؛ Yung & Paas, 2015؛ مكي، ٢٠١٦؛ الزعبي، ٢٠١٧) والتي توصلت إلى أن التدريب القائم على نظرية العبء المعرفي، له دور فعال في تنظيم المعلومات في الذاكرة العاملة، وتفعيل دور التلاميذ في ترميز وتصنيف المفاهيم الجديدة، والاحتفاظ بالمعلومات وتذكرها، والسرعة والمرونة في استرجاعها.

- كما يمكن إرجاع بقاء أثر التدريب على البرنامج، إلى أن التلاميذ مازالوا يقومون بدراسة وتعلم وحدة المساحات الهندسية في المدرسة، حيث تم تطبيق اختبار حل المشكلات الهندسية في القياس التتبعي، قبل قيامهم بأداء الاختبار النهائي لمادة الرياضيات في المدرسة، الأمر الذي قد يكون له الأثر في جعل التلاميذ في حالة مستمرة لاستدعاء ما تعلموه وتدربوا عليه أثناء تطبيق البرنامج في تعلم وحدة المساحات الهندسية، وهذا ما يدعو إلى إجراء المزيد من الدراسات لعزل أثر التحصيل الدراسي بعد تطبيق البرنامج، للتعرف على مقدار بقاء أثر التدريب.

توصيات البحث:

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج، فإنه يمكن تقديم التوصيات الآتية:

- توجيه نظر القائمين على وضع وتطوير المناهج التعليمية في مادة الهندسة وخاصة عند صياغة المشكلات الهندسية، إلى استخدام مبادئ واستراتيجيات وفنيات نظرية العبء المعرفي، والتخفيف من العبء المعرفي الداخلي الناتج عن صعوبة المحتوى المراد تعلمه.

- تدريب المعلمين على كيفية استخدام نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية عن طريق التخفيف من العبء المعرفي الخارجي، والذي يتمثل في تعديل وتصميم بيئة التعلم، ومناسبة طرق التدريس بما يتفق مع المشكلات الهندسية المراد تعلمها.
- إقامة مجموعة من الدورات وورش العمل للمدرسين للتعرف على مراحل حل المشكلات الهندسية وكيفية توظيف البرنامج الحالي في تنمية مهارات التلاميذ في حل المشكلات الهندسية.
- تدريب التلاميذ على تفعيل العبء المعرفي وثيق الصلة، والذي يتمثل في زيادة الجهد العقلي عند تعلم مادة الرياضيات وحل المشكلات الهندسية.
- تشجيع الباحثين على إجراء المزيد من الدراسات والأبحاث العلمية التي تركز على كيفية الاستفادة من نظرية العبء المعرفي وتطبيقها في عملية التعلم.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

أبو جودة، صافية سليمان (٢٠٠٤). أثر برنامج تعليمي تعلمي مستند إلى نظرية العبء المعرفي في تنمية مهارات التفكير الناقد. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الدراسات التربوية العليا، جامعة عمان العربية للدراسات العليا.

أبو رياش، حسين محمد (٢٠٠٧). ***التعلم المعرفي***. عمان: دار المسيرة.

آل خليفين، قاسم محمد (٢٠١١). فاعلية استخدام استراتيجية التعلم البنائي 5E'S في تنمية المفاهيم الهندسية ومهارات حل المشكلات الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي "المستقلات والمعتمدات إدراكياً". رسالة ماجستير غير منشورة، عمادة الدراسات العليا، جامعة مؤتة.

العطوى، خالد على (٢٠١١). بناء برنامج تدريبي قائم على التفكير الإبداعي وأثره في القدرة على حل المشكلات الرياضية لدى طلاب الصف الثاني المتوسط في المملكة العربية السعودية. رسالة ماجستير غير منشورة، عمادة الدراسات العليا، جامعة مؤتة.

الزعبي، علي محمد (٢٠٠٧). أثر استراتيجيتي مهارات التفكير فوق المعرفي واستخدام الأمثلة على حل المشكلات الهندسية لدى طلبة الصف التاسع الأساسي. ***مجلة العلوم التربوية والنفسية***، ٨(٣)، ١٤٣-١٦٤.

الزعبي، محمد يوسف (٢٠١٧). أثر العبء المعرفي وطريقة العرض والتنظيم وزمن التقديم للمادة التعليمية في البيئات متعددة الوسائط على التذكر. ***المجلة الدولية للعلوم التربوية والنفسية***، المؤسسة العربية للبحث العلمي والتنمية البشرية، ٤، ١٨٩-٢١٨.

السباب، أزهار محمد (٢٠١٦). العبء المعرفي وعلاقته بالسعة العقلية وفقاً لمستوياتها لدى طلبة الجامعة. ***مجلة كلية التربية الجامعة المستنصرية***، ٦، ١٣٩-١٨٤.

الشاردي، محمد إبراهيم (٢٠١٢). تأثير حجم العينة على قوة الاختبار الإحصائي. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة أم القرى.

العامري، زينب عزيز (٢٠١٦). تصميم تعليمي تعلمي 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 العالمية***، يوليو، ٢١٥-٢٣٦.

العتوم، يوسف عدنان (٢٠٠٤). ***علم النفس المعرفي***. عمان: دار المسيرة.

الغانمي، وئام محمد (٢٠١٠). فاعلية برنامج تدريبي قائم على هندسة الفراكتال لتنمية مهارات حل المشكلات الهندسية والتفكير الرياضي والإبداعي لدى معلمات الرياضيات بالمرحلة المتوسطة بمدينة جدة. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للبنات، جامعة الملك عبد العزيز.

الفيل، حلمي (٢٠١٥). ***الذكاء المنظومي في العبء المعرفي***. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

الليثي، خالد جمال (٢٠١٧). أثر برنامج تعليمي مقترح قائم على تطبيقات الرياضيات الحياتية لتنمية مهارات حل المشكلات واتخاذ القرار والميل نحو دراسة الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية. ***مجلة تربويات الرياضيات***، ٢٠(٣)، ١٦٥-٢١٣.

المالكي، عوض صالح (٢٠١١). أثر استراتيجيات ما وراء المعرفة في تنمية حل المشكلات الرياضية لدى طلاب الصف الأول المتوسط بمدينة مكة المكرمة. ***مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس***، ١٦٦، ٥٤-٩٩.

بدوي، رمضان (٢٠٠٣). ***استراتيجيات في تعليم وتقويم الرياضيات***. عمان: دار الفكر.

بشاي، زكريا (٢٠١٦). فاعلية السقالات التعليمية في تنمية حل المشكلات الهندسية وخفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. ***مجلة تربويات الرياضيات***، ١٩(٨)، ٩١-١٣١.

جاد، إسماعيل محمد (٢٠٠٥). أثر برنامج تدريبي مقترح على حل المشكلات الهندسية لدى عينة من التلاميذ ذوي صعوبات التعلم. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة الأزهر.

جليل، وسن ماهر (٢٠١٥). 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 العملية***، ١٨(٤)، ١٩-٤٣.

حسن، رمضان علي (٢٠١٦). العبء المعرفي وعلاقته بالتفكير الناقد لدى طلاب الجامعة. ***مجلة دراسات تربوية واجتماعية***، ٢٢(١)، ٤٩٣-٥٣٤.

سعد، أحلام حسب الرسول؛ عبد الله، أحمد عبد الرحمن وحسن، الشفاء عبد القادر (٢٠١٥). أثر استخدام طريقة حل المشكلات في تدريس المسائل الرياضية اللفظية: دارسة تجريبية على تلاميذ الحلقة الثانية بمرحلة الأساس محلية الخرطوم. ***مجلة العلوم التربوية***، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، ١٦(٤)، ٩٥-١١٢.

سعيد، محمد عبد الفتاح (٢٠١٦). أثر استخدام النمذجة الرياضية في تنمية المعرفة المفاهيمية والإجرائية وحل المشكلات الهندسية لدى الطلاب المعلمين. ***مجلة تربويات الرياضيات***، ١٦(٧)، ٢٦٢-٢٣٠.

عابدين، حسن سعد والدمرداش، فضلون سعد (٢٠١٦). أثر تفاعل مهارات التعلم المنظم ذاتياً وما وراء الذاكرة على حل المشكلات الرياضية اللفظية لدى عينة من تلاميذ المرحلة الإعدادية. ***مجلة دراسات تربوية ونفسية***، كلية التربية بالزقازيق، (٩٣)، ٣٥٣-٤٠٢.

قطامي، يوسف محمود (٢٠١٣). ***استراتيجيات التعلم والتعليم المعرفية***، دار المسيرة، عمان.

محمد، عبد العاطي عبد الكريم (٢٠١٢). العبء المعرفي وعلاقته بأسلوب التعلم لدى عينة من طلبة الجامعة (دراسة تنبؤية). ***مجلة كلية التربية***، جامعة الأزهر، ١٥١(٣)، ٦٩٥-٧٤١.

مخلوف، حسان (٢٠٠٧). الفروق الفردية في استراتيجيات حل المشكلات اللفظية الرياضية طبقاً لأنماط مختلفة من المفردات بنائية واختيار من متعدد. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة حلوان.

مدين، السيد مصطفى (٢٠١٥). استراتيجية مقترحة لتنمية مهارات التواصل الرياضي اللازمة لحل المشكلات الهندسية اللفظية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. ***مجلة تربويات الرياضيات***، ١٨(٣)، ٣٧-١٠٩.

مكي، عبد الواحد محمود (٢٠١٦). تصميم تعليمي تعلمي قائم على نظرية العبء المعرفي وفاعليته في تحصيل مادة الرياضيات والذكاء المكاني البصري لدى طلاب المرحلة المتوسطة العراق. ***المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث***، ٢(٦)، ٢٥-٥٥.

موافي، سوسن محمد (٢٠٠٢). مستويات السعة العقلية لتلميذات المرحلة المتوسطة بمنطقة مكة المكرمة وأثرها على حل المشكلات الهندسية والاتجاه نحوها، ***المؤتمر العلمي السنوي الثاني-البحث في تربويات الرياضيات-، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات***، أغسطس، ٣٧٣-٤١٥.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Allen, C. (2011). The effects of visual complexity on cognitive load as influenced by field dependency and spatial ability. A Doctoral Dissertation, Steinhardt School of Culture, Education, and Human Development, New York University.

Anne, C. & Robert, Z. (2012). Solving complex problems: A convergent approach to cognitive load measurement. ***British Journal of Educational Technology***, 43(2), 233-246.

Antonenko, P. (2007). The effect of leads on cognitive load and learning in a conceptually rich hypertext environment. A Doctoral Dissertation, Iowa state university.

Babbitt, B. & Miller, S. (1996). Using hypermedia to improve the mathematics problem-solving skills of students with learning disabilities. ***Journal of Learning Disabilities***, 29(4) .391-401.

Bruning, R.; Horn, C. & Pytlikzillig, L. (2003). Web-Based learning: what do we know? where do we go Green Wich, C T. ***Information Age publishing***, 54, 1335-1354.

Cassarino, C. (2006). The impact of problem based learning on critical thinking and problem solving skills. Ph.D, Nova Southeastern University.

Erika, B.; Roberto, B.; Ivana, B. & Ugo, S. (2015). Contraries as an effective strategy in geometricalal problem solving. ***Thinking & Reasoning,*** 21(4), 397-430

Haapalainen, E.; Kim, S.; Forlizzi, J.; & Dey, A. (2010). Psycho-psychological measures for assessing cognitive load***. A paper presented at the 12th ACM International Conference on Ubiquitous Computing, Copenhagen, Denmark.***

Hwang, W.; Su, J.; Huang, Y. & Dong, J. (2009). A study of multi-representation of geometry problem solving with virtual manipulatives and whiteboard system. ***Educational Technology & Society,*** 12(3), 229-247.

Jenny, L.; David, J. & Laura, W. (2017). Cognitive load in voice therapy carry-over exercises. ***Journal of Speech, Language, and Hearing Research***, 60, 1-12.

Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought. ***Instructional Science***,38, 105-134.

Kalyuga, S. (2006). Assessment of learners organized knowledge structures in adaptive learning environments. ***Applied Cognitive Psychology,*** 31, 23-38.

Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory: How many types of load does it really need?, ***Educational Psychology Review***, (23), 1-19.

Kester, L.; Kirschner, P.; & Merrienboer (2005). The management of cognitive load during complex cognitive skill acquisition by means of computer-simulated problem solving. ***British Journal of Educational Psychology***, (75), 71-85.

Labuda, C. (2004). The impact of a professional development program on the implementation of problem-solving strategies in the classroom. (Unpublished Dissertation). University of Houston, Houston, USA.

Lopez, O.; Ibanez, J. & Racines, O. (2017). Students' metacognition and cognitive style and their effect on cognitive load and learning achievement. ***Educational Technology & Society***, 20 (3), 145-157.

Sarver, M. (2006). Metacognition and mathematical problem solving: case studies of sixth grade student. Unpublished Dissertation, Montclair State University, Montclair, NJ, USA.

Schroeder, N. (2017). The influence of a pedagogical agent on learners' cognitive load. ***Educational Technology& Society***, 20 (4), 138-147.

Song, M. (2011). Effects of background context and signaling on comprehension recall and cognitive load: The perspective of cognitive load theory. A doctoral Dissertation, University of Nebraska.

Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross (Ed.), The psychology of learning and motivation. ***San Diego: Academic Press***, 43, 215-266.

Yung, H. & Paas, F. (2015). Effects of computer-based visual representation on mathematics learning and cognitive load. ***Educational Technology & Society***, 18 (4), 70-77.

Zhang, D. (2017). Effects of visual working memory training and direct instruction on geometry problem solving in students with geometry difficulties. ***Learning Disabilities: A Contemporary Journal***, 15(1), 117-138.