الفروق الفردية فى حل المشكلات الهندسية بين تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى

إعـــــداد

أ/ سيد محمد جابر عبدالله

معلم خبير رياضيات بالمرحلة الثانوية بإدارة كفر شكر التعليمية

إشراف

أ.د/سيد محمدي صميدة حسن

أستاذ علم النفس التربوي والمدير التنفيذي لوحدة القياس والتقويم

كلية التربية جامعـــة بنهـــا

أ.م.د/محمد إبراهيم جودة هلال

أستاذ علم النفس التربوي المساعد المتفرغ

كلية التربية – جامعة بنها

أ .م .د / سامح حسن سعد الدين حرب

أستاذ علم النفس التربوي المساعد

كلية التربية جامعة بنها

الفروق الفردية فى حل المشكلات الهندسية بين تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى

إعـــداد

أ/ سيد محمد جابر عبدالله

المستخلص

هدفت الدراسة إلى الكشف عن الفروق فى حل المشكلات الهندسية بين مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) لدى عينة تكوَّنت فى صورتها النهائية من (٩٢) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بمدرستى كفر منصور الإعدادية المشتركة وكفر كردى الإعدادية المشتركة التابعتين لإدارة كفر شكر التعليمية التابعة لمديرية بنها بمحافظة القليوبية, بالفصل الدراسى الثانى للعام الدراسى(٢٠٢٠-٢٠٢١م), وقد تم توزيع العينة – وفقًا لدرجاتهم على كل بُعد على حده من أبعاد مقياس العبء المعرفى (إعداد: الباحث) – إلى مجموعتين هما: مرتفعى العبء المعرفى(الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة), ومنخفضى العبء المعرفى(الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة), وتم تطبيق اختبار حل المشكلات الهندسية, وتوصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الخارجى فى حل المشكلات الهندسية لصالح منخفضى العبء المعرفى الخارجى.
- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الداخلى فى حل المشكلات الهندسية لصالح منخفضى العبء المعرفى الداخلى.
- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى وثيق الصلة فى حل المشكلات الهندسية لصالح مرتفعى العبء المعرفى وثيق الصلة.

الكلمات الرئيسية: الفروق الفردية – المشكلات الهندسية – المرحلة الإعدادية.

Abstract

The study aimed to reveal the differences in solving Geometry problems between the high and low cognitive load (extraneous, intrinsic, and germane) of (92) male and female preparatory stage pupils at the third-grade. The study sample was pupils at Kafr Mansour preparatory school and Kafr Kurdie preparatory school, that were assigned to of Kafr Shukr educational administration affiliated to the Benha Directorate in Qaliubiya Governorate, in the second semester of the academic year (2020-2021 . The sample was distributed in each dimension of the cognitive load scale that was prepared by the current study researcher into two groups: the first group was the high cognitive load pupils (extraneous, intrinsic, and germane) and the second group was the low cognitive load pupils (extraneous, intrinsic, and germane); and the geometry problem solving test was applied, and the study concluded the following results:

•There are statistically significant differences at the level of (0.01) between the mean scores of the high and low extraneous cognitive load pupils of the preparatory stage in solving geometry problems in favor of the low extraneous cognitive load.

•There are statistically significant differences at the level of (0.01) between the mean scores of the high and low intrinsic cognitive load pupils of the preparatory stage in solving geometry problems in favor of the low intrinsic cognitive load.

•There are statistically significant differences at the level of (0.01) between the mean scores of the high and low germane cognitive load pupils of the preparatory stage in solving geometry problems in favor of the high germane cognitive load.

Keywords: solving the geometry problems, cognitive load

المقدمـــــة:

يعتبر حل المشكلات من أهم أهداف التربية, ولذا فمن الأهمية تحديد المعوقات التى تضغط على التفكير, وتؤثّر سلبًا على تيسير حل المشكلات, وتزداد هذه الأهمية بزيادة مستوى صُعوبة المشكلات.

وحل المشكلات الهندسية عملية مركبة تتطلب العديد من العمليات العقلية المتداخلة مثل: التذكر والانتباه والإدراك والتخيل والتجريد والتصنيف والترميز بالإضافة إلى العمليات الإنفعالية (حسن غرايبة, ٢٠١٠, ٢١؛ محمد الخطيب,٢٠٠٦, ٢٩؛ وائل على, ٢٠٠٤ ٢٢٢) كما يتأثر بالبناء المعرفي للتلميذ (حمدان الشامي, ٢٠١٧, ٤٩٣). كذلك يتحدد الأداء في حل المشكلات بقيود التجهيز وقيود المعرفة التي تشمل المعرفة التقريرية والمعرفة الإجرائية, فضلًا عن التباين في كفاءة العمليات وسرعة التجهيز (Salthouse, 1996, 403) وتعتبر القدرة على حل المشكلات الرياضية محصلة القدرات المعرفية والعقلية والخبرات الرياضية (طلال الحربي, ١٩٩٤, ١٦٢), ويُعد انخفاض مستوى تلاميذ المرحلة الإعدادية في حل المشكلات الرياضية بصفة عامة والهندسية بصفة خاصة ظاهرة يعانى منها التلاميذ (فريال أبوسته, ٢٠٠٥).

وقد يرجع انخفاض الأداء في حل المشكلات الهندسية لزيادة المتطلبات المعرفية اللازمة لحل المشكلة (Purnama & Retnowati, 2021, 32), فعندما تتجاوز هذه المتطلبات الموارد العقلية المتاحة يحدث ما يسمى بالعبء المعرفي Cognitive Load (Loring, 2003,p.89; Paas, Tuovinen et al., 2003, p. 64)

ويشير العبء المعرفي إلى الكم الكلي من النشاط العقلي المعرفي المفروض على الذاكرة العاملة في وقت معين أثناء التعامل مع مهمة ما (Tuovinen & sweller, 1999, 335). ويرتبط بعلاقة ارتباطية سالبة بقدرة التلميذ على استقبال المعلومات, وترميزها ومعالجتها وإنتاج الاستجابة النهائية اللازمة لحل المشكلة, وهو ما يُعيق بناء المخططات المعرفية وبالتالى يُعيق حل المشكلات (Fink & Neubauer, 2001, 1010), وفى المقابل يُحد مستوى العبء المعرفى المنخفض أثناء حل المشكلات الهندسية بمادة الرياضيات من صُعوبة المهام

والصعوبة المضافة التى تفرضها طريقة عرض مادة التعلم, ويعمل على توجيه الموارد المعرفية إلى أنشطة تُسهل التعلم وحل المشكلات وتُساعد على زيادة مستوى العبء المعرفي وثيق الصلة, وذلك من خلال تمكين المتعلم من بناء المخططات المعرفية (Paas & van Gog, 2006, 88).

وتُميز نظرية العبء المعرفي بين ثلاثة أنواع من العبء هى العبء المعرفي الخارجي Extraneous Cognitive Load: وينتج عن طبيعة التصميم التعليمي المُستخدم في العملية التعليمية, ويُعد مُعوقًا للتعلم وحل المشكلات؛ لأنه لا يرتبط ببناء وأتمتة المخططات المعرفية والعبء المعرفي الداخلي Intrinsic Cognitive Load: ويتحدد تأثيره في حل المشكلات فى ضوء خبرة التلميذ ودرجة تعقيد المهمة أو المشكلة, والعبء المعرفي وثيق الصلة Cognitive Germane Load: وهو مُفيد للتعلم وحل المشكلات لأنه يُوظّف في بناء وأتمتة المخططات المعرفية من خلال تركيز انتباه المتعلم على العمليات ذات الصلة بحل المشكلة (Sweller et al., 1998, 258).

مشكلـــة الدراســـة:

يُعد العبء المعرفي أحد العقبات التي تواجه التلاميذ أثناء تعلم مادة الرياضيات وحل المشكلات الهندسية, إذ يؤثر بشكل سلبي على عملية التعلم وحل المشكلات الهندسية (Purnama & Retnowati, 2021, 32). ويُمثل العبء المعرفى العامل المشترك بين العوامل التي تؤدى إلى الصعوبات التي يواجهها التلاميذ في حل المشكلات (Johnson & Pascal,1989, 10), وقد يكون هو المصدر الأساسى الذى يُعيق التعلم وحل المشكلات خاصة للمبتدئين (Stachel et al., 2013, 38). , فزيادة مستوى العبء المعرفي كانت السبب في ضعف قدرة التلاميذ في حل المشكلات الهندسية (Paas &Van Merrienboer, 1994, 122), ويدعم ذلك نتائج دراستى (نعيمة بوزاد, ٢٠٢٠; Saeedi, 2016) والتى أظهرت وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيًا بين العبء المعرفي وحل المشكلات,

وتفترض نظرية العبء المعرفى أن نجاح حل المشكلة يستلزم ألا يتجاوز إجمالي العبء المعرفي الموارد المعرفية المتاحة (Kirschner et al., 2011, 588), وأن تاثيره فى حل المشكلات يختلف باختلاف نوع العبء المعرفى, حيث تزداد كفاءة حل المشكلات مع زيادة العبء المعرفى وثيق الصلة وخفض نوعى العبء المعرفى الخارجى والداخلى Saeedi,

(Berends & Van Lieshout, 2009; Saeedi, 2016, 18), ويدعم ذلك دراستى (2016) والتى أسفرت عن وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيًا بين العبء المعرفى الخارجى وحل المشكلات, ونتائج دراسات (Heitmann, et al., 2022; Minkley et al., 2021; Saeedi, 2016) والتى كشفت عن وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيًا بين العبء المعرفى الداخلى وحل المشكلات, ونتائج دراستى (Minkley et al., 2021; Saeedi, 2016) والتى أظهرت وجود علاقة ارتباطية موجبة دالة احصائيًا بين العبء المعرفى وثيق الصلة وحل المشكلات.

مما سبق يتضح العلاقة بين العبء المعرفى بأشكاله المختلفة والقدرة على حل المشكلات الهندسية, ومن ثمَّ سعت الدراسة الحالية إلى التعرّف على طبيعة واتجاه الفروق فى القدرة على حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ المرحل الإعدادية والتى تعزى إلى نوع العبء المعرفى.

وبناءً على ما سبق تتحدد مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيسي الآتي:

هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى فى حل المشكلات الهندسية ؟ والذي يتفرع منه الأسئلة التالية:

- هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الخارجى فى حل المشكلات الهندسية ؟
- هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الداخلى فى حل المشكلات الهندسية ؟
- هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى وثيق الصلة فى حل المشكلات الهندسية؟

أهـــداف الدراســـة:

هدفت الدراسة إلى التعرُّف على دلالة واتجاه الفروق بين:

- متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الخارجى فى حل المشكلات الهندسية.

- متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الداخلى فى حل المشكلات الهندسية.
- متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى وثيق الصلة فى حل المشكلات الهندسية.

أهميـــة الدراســـة:

تتضح أهمية هذه الدراسة على النحو التالي:

الأهمية النظرية: وتتمثل في تعميق الفهم النظرى وتأصيله لمتغيرى الدراسة وهما: حل المشكلات الهندسية, والعبء المعرفى.

الأهمية التطبيقية: وتتمثَّل فى:

- ما قدمته الدراسة من أداة جديدة للتعرُّف على مستوى العبء المعرفى بأشكاله الثلاثة.
- ما أسفرت عنه من نتائج يمكن الاستفادة منها في حل المشكلات الهندسية بالمرحلة الإعدادية.
- ما قدَّمته الدراسة من مُقترحات وتوصيات يمكن أن تُفيد متخذي القرار والمربين والمعلمين في خفض العبء المعرفي للتلاميذ والمرتبط بدراسة مادة الرياضيات بصفة عامة والهندسة بصفة خاصة.

مصطلحـــات الدراســـة:

حل المشكلة الهندسية:

يُعرِّفه الباحث نظريًا على أنه قدرة التلميذ على إدراك عناصر المشكلة الهندسية والعلاقات بينها, فى محاولة للوصول إلى المطلوب مُستخدمًا ما لديه من مفاهيم وتعميمات ومهارات وفق إجراءات منظمة.

يُعرَّف إجرائيًا قياسيًا: بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار حل المشكلات الهندسية.

العبء المعرفي (Cognitive Load):

ويُعرَّف اجرائيًا نظريًا على أنه: هو الكم الكلى من النشاط العقلي المفروض على الذاكرة العاملة في وقت معين, أثناء التعامل مع مهمة ما (Sweller & Chandler, 1991, 358)

ويُعرَّف إجرائيًا قياسيًا على أنه: درجة تقدير تلميذ الصف الثالث الإعدادى المعبرة عن مستويات متباينة من كم النشاط العقلى المُدرك والمبذول أثناء حل مشكلة هندسية.

حـدود الدراسـة: تتمثّل حدود الدراسة فيما يلي:

الحد الموضوعي: ويتمثّل في موضوع الدراسة والمتغيرات قيد البحث وهي: العبء المعرفى (متغير مستقل), وحل المشكلات الهندسية (متغير تابع).

الحد الزماني: ويتمثَّل فى وقت تطبيق أدوات الدراسة وهو الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠٢٠/ ٢٠٢١م.

الحد البشري: ويتمثَّل فى المجتمع الذى تم اختيار عينة الدراسة منه وهو تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

الحد المكاني: ويتمثَّل فى مدرستي كفر منصور الإعدادية المشتركة وكفر كردى الإعدادية المشتركة التابعتان لإدارة كفر شكر التعليمية بمحافظة القليوبية.

الأطار النظري والدراسات السابقة:

أولًا: نظرية العبء المعرفي Cognitive Load Theory:

تصف نظرية العبء المعرفي بنية عملية التعلم فى إطار:

ذاكرة عاملة: تُعالج المعلومات وتؤدى المهام العقلية التي ترتبط بالوعي.

ذاكرة طويلة المدى: يتم فيها تخزين جميع المعارف والمهارات السابقة لفترة طويلة. (Chong, 2005, 107)

(١) مسلمات نظرية العبء المعرفي ومبادئها:

تنص المسلمة الأساسية لهذه النظرية على أنه بدون التعرف على طبيعة النظام المعرفي للتلميذ, فإن التصميم التعليمي من المرجح أن يصبح عشوائيًا, لذا يجب بناء التصميم التعليمي وفقًا للبناء المعرفي للتلاميذ (Schnotz & Kurschner, 2007, 474). ولذلك تُبنى نظرية العبء المعرفي على مجموعة من المسلمات والمبادئ التي تختص بطبيعة حدوث عملية التعلم وحل المشكلات وهى:

أ-محدودية الذاكرة العاملة, والكم الزائد من المعلومات الواردة إليها يُعيق حدوث التعلم الفعّال (Schnotz & Kurschner, 2007, 475).

ب-يجب ألا يتجاوز إجمالي العبء المعرفي سعة الذاكرة العاملة (Cooper,1998, 15; Kirschner et al., 2011, 102).

ج- إذا تجاوز العبء المعرفي سعة الذاكرة العاملة, فإن ذلك يُعيق عملية التعلم ومعالجة المعلومات (Kalyuga, 2011, p. 34).

د- تتطلب عملية التعلم ذاكرة عاملة نشطة تنشغل في: توجيه الانتباه نحو العناصر المناسبة, والتنظيم العقلي للعناصر في بناء معرفي متماسك, وتكامل العناصر الجديدة مع المعرفة السابقة في الذاكرة طويلة المدى (Cooper, 1998, 15)

هـ-قد تنتج مستويات العبء المعرفي المرتفعة من محتوى المواد التعليمية أو من طرق عرضها (Chong, 2005, 109).

و- تحدث عملية التعلم عند نمو وتطور البُنى المعرفية في الذاكرة طويلة المدى (Schnotz & Kurschner, 2007, 477)

ز- تنتج الخبرة الإنسانية من المعرفة المخزنة في المخططات المعرفية في الذاكرة طويلة المدى وليس من قدرة الفرد على القيام بعمليات الاستدلال العقلي (Van Merrienboer & Sweller, 2005, 149).

ح- تعتمد خبرة حل المشكلات على المعرفة المخزنة في الذاكرة طويلة المدى, والتي تُحدد الصفات المعرفية والإدراكية للفرد مثل: المهارة والخبرة والأنماط السلوكية فضلًا عن تحديد خصائص الذاكرة العاملة(Sweller, 2004, 12).

ط- حل المشكلات بالطرق التقليدية يستهلك الكثير من الموارد المعرفية المحدودة فى عمليات ليست ذات صلة بالتعلم وحل المشكلات, ولا يؤدى إلى تعلم فعَّال (Sweller, 1988, 283-284; Paas & van Merrienboer, 1994, 123).

المفاهيم الأساسية لنظرية العبء المعرفي: وتتمثَّل فيما يلى:

أ- العبء المعرفي Cognitive Load:

يُشير العبء المعرفي إلى مقدار الطاقة العقلية Mental Energy اللازمة لمعالجة مقدار المعلومات المُقدمة للتلميذ في وقت ما, وهذه الطاقة العقلية تختلف من موضوع لآخر ومن مهمة لأخرى ومن تلميذ لآخر(Sweller, 2003, 246).

ويُعرَّف على أنه مفهوم متعدد الأبعاد يُفرض على البناء المعرفي للتلميذ عند أداء مهمة مُعينة, ويشير إلى مستوى الجهد المُدرك للتعلم والتفكير كمؤشر على الضغط على الذاكرة العاملة خلال تنفيذ مهمة ما (Antonenko, 2007, 19; Paas & Tuovinen et al., 2003, 64; Paas & Van Merrienboer, 1994, 122)

ويرى كل من (Huang et al., 2009, 141; Kalyuga, 2009, 16) أن العبء المعرفي هو مقدار موارد الذاكرة العاملة المطلوبة لأداء مهمة معينة, ويُطلق عليه متطلبات الذاكرة كما أنه مفهوم نظري يعكس التفاعلات بين بُني المعلومات والخصائص المعرفية للتلميذ, ويساوى مقدار الموارد المعرفية المستثمرة في المهمة, ويعتمد على مستوى دافعية التلميذ واتجاهاته وخصائصه الشخصية.

ويتفق كل من (Na, 2012, 12; Sweller& Chandler, 1991, 358; Tuovinen & Sweller, 1999, 335) على أن العبء المعرفى هو الكم الكلى من النشاط العقلي المفروض على الذاكرة العاملة في وقت معين أثناء التعامل مع مهمة ما.

ب-المخططات Schemas: هي بُنى معرفية تنظيمية تعمل على تنظيم المعرفة فى صورة عدد من المفاهيم والأحداث والمواقف, وتعكس العلاقات القائمة بينها اعتمادًا على أسس معينة كالتشابه أو الاختلاف أو ارتباطات أخرى (محمد الزعبي, ٢٠١٧, ١٩٧؛ ميرفت عبدالحميد, ٢٠١٧, ٣٣), ويرى (Sweller, 2004, 12) أن العلاقة بين المخططات المعرفية والذاكرة العاملة أهم من مُحددات الذاكرة العاملة نفسها في تجهيز المعلومات. حيث يتحرر التلاميذ الذين يتعاملون مع المعارف والمعلومات التي سبق تعلمها وتخزينها في الذاكرة طويلة المدى من محددات سعة الذاكرة العاملة التي تنطبق فقط في حالة المهام المعرفية الجديدة, والتي ليس لها مخططات معرفية مرتبطة بها(Kirschner et al., 2006, 77). وتُساعد الخبير على الإنتباه إلى المعلومات الجديدة فقط بينما يركز المبتديء على الإنتباه إلى معظم المعلومات محاولًا وجاهدًا في معالجتها على الرغم من أن الذاكرة العاملة لا تتسع لها مما يفرض عليها عبئًا معرفيًا يُعيق حل المشكلة, وبناءً على ذلك تعمل المخططات عمل الوظيفة التنفيذية المركزية وتنظم المعلومات أو المعرفة التي تحتاج إلى المعالجة, لأنها تُتيح للخبير تحديد ما يجب القيام به ومتى يجب القيام به وكيف يتم القيام به (روبرت سولسو ١٩٩٥/٢٠٠٠, ٧٨؛ Sweller, 2003, 221 Schnotz & Kurschner, 2007, 475)

الأتمتة (التشغيل الآلي) Automation: وهي المعالجة التلقائية للمعلومات دون إجهاد الذاكرة العاملة (Dehn, 2014, 501; Schnotz & Kurschner, 2007, 477; Sweller, 2003, 222). حيث تتطلب العمليات المعرفية الآلية موارد معرفية أقل مقارنة بالعمليات غير الآلية, وتُعد أساسًا للتعلم والأداء الماهر فى حل المشكلات (Kirschner, 2002, 3).

د- تجميع المعلومات Chunking of Information: ويُشير إلى العناصر المتعددة التي تُخزّن كوحدة واحدة في الذاكرة طويلة المدى (Dehn, 2014, 502), ويسمح بمعالجة عناصر معرفية أكثر ويؤدى إلى تعلم أكثر فاعلية (Cooper, 1998, 2).

هـ- تفاعل العناصر Elements Interactivity: يُعرَّف تفاعل العناصر على أنه درجة قابلية المعلومة للفهم بمعزل عن غيرها (Sweller, 2003, 218; Sweller & Chandler, 1991, 352; Sweller et al., 1998, 260) , ويُعد عدد العناصر المتفاعلة في المادة التعليمية مؤشرًا على مدى صعوبتها, فكلما زاد عدد العناصر المتفاعلة في المادة التعليمية ازداد مستوى صعوبتها, وتفرض المادة التعليمية الصعبة عبئًا داخليًا على الذاكرة العاملة يُعيق عملية التعلم وحل المشكلات (Cooper, 1998, p.12). ويعتمد تفاعل العناصر على كل من مستوى خبرة المتعلم ودرجة تعقيد المادة التعليمية (Sweller, 2010, 124; Sweller et al., 1998, 262)

ثانيًا: العبء المعرفي وحل المشكلات: نشأت نظرية العبء المعرفي نتيجة لأبحاث حل المشكلات في التعلم (Mayer & Moreno, 1998) والبحث عن الفروق بين الخبراء والمبتدئين في حل المشكلات (Loring, 2003,2) وترى هذه النظرية أن حل المشكلات بالطرق التقليدية يُعيق تعلم حل المشكلات؛ لأنه لا يأخذ في الاعتبار نتائج الدراسات والبحوث المتعلقة بما يلى:

- سعة الذاكرة العاملة أثناء حل المشكلات: حيث تُعانى الذاكرة العاملة من قيود تُفرض على سعة ومدة المعالجة المعرفية للمعلومات عندما يتم التعامل مع المعلومات الجديدة (Oberauer & Kliegl, 2006) ؛ وذلك لأن للذاكرة العاملة حدود مرتبطة بالوقت والسعة والطاقة ولذلك فإن الكم الزائد من المعلومات الواردة للذاكرة العاملة يُعيق تعلم حل المشكلات (Lin et al., 2009).

- الفروق بين الخبراء والمبتدئين في حل المشكلات: يؤكد أصحاب هذه النظرية أن المخططات المعرفية المؤتمتة تكمن وراء الأداء الماهر للخبير في حل المشكلات (Sweller et al., 1998), وأنها تُمثِّل العامل الأساسي الذي يميِّز الخبراء عن المبتدئين في هذا المجال(Greeno, 1980) . حيث تُتيح حل المشكلات بطريقة آلية وتتطلب موارد أقل من الذاكرة العاملة مقارنة بالعمليات غير الآلية, مما يعمل على تقليل الجهد الذي تقوم به الذاكرة العاملة عند معالجة المعلومات, ومن ثَم خفض العبء المعرفي المفروض عليها (Paas et al., 2004, 2; Sweller et al., 1998, 256)

وتساعد هذه المخططات على التغلب على السعة المحدودة للذاكرة العاملة (Plass et al., 2010, 48). حيث يتحرر التلاميذ الذين يتعاملون مع المواد المعرفية التي سبق تعلمها وتخزينها في الذاكرة طويلة المدى من محددات سعة الذاكرة العاملة التي تنطبق فقط في حالة المهام المعرفية الجديدة, والتي ليس لها مخططات معرفية مرتبطة بها (Kirschner et al., 2006, 7), وتتيح للخبراء العمل إلى الأمام في حل المشكلة بدءً من حالة المشكلة الأولية إلى حالة الهدف, أما المبتدى الذي لا يمتلك هذه المخططات فعادة ما يُفرض عليه اللجوء إلى الحل العشوائي (Cooper & Sweller, 1987) أو ما يسمى بالإستراتيجيات الضعيفة مثل المحاولة والخطأ أو تحليل الوسائل/الغايات حيث يعمل بشكل عكسي من الهدف إلى معطيات المشكلة في محاولة لتحقيق الهدف (Spanjer et al., 2012), وهذا يُعيق حل المشكلات لدى المبتدئين لسببين هما:

أولًا: الانتباه الانتقائي Selective Attention : يوجه انتباه التلميذ بشكل خاطئ أثناء حل المشكلات, فبدلًا من تركيز الانتباه نحو بنية المشكلة والعلاقات ذات الصلة بحل المشكلة يتم تركيز الانتباه على الحالة الحالية للمشكلة وحالة الهدف ومحاولة تقليل الاختلافات بينهما, توجيه الانتباه الخاطئ هذا يُعيق تعلم حل المشكلات؛ لأنه لا يساعد في بناء مخطط حل المشكلات.

ثانياً: قدرة المعالجة المعرفية Cognitive Processing Capacity : العبء المعرفي الذي يُفرض على الذاكرة العاملة عند حل مشكلة باستخدام إستراتيجية تحليل الوسائل/الغايات قد يكون العامل الأكثر أهمية في إعاقة حل المشكلات بسبب الاستخدام المكثّف لموارد المعالجة المعرفية المحدودة, حيث يتطلب استخدام هذه الإستراتيجية أن يحتفظ

التلميذ بالعديد من المعلومات مثل: الحالة الحالية للمشكلة وحالة الهدف ومجموعة من الأهداف الفرعية, كل هذا يجب الاحتفاظ به في وقت واحد في الذاكرة العاملة ذات الموارد المعرفية المحدودة, مما يترك القليل من الموارد المعرفية لبناء مخطط حل المشكلات, وبالتالي فإن حل المشكلات بناء على تحليل الوسائل/الغايات يكرِّس معظم الموارد المعرفية لتحقيق الهدف ولا يترك إلا القليل لبناء مخطط حل المشكلات, ولذلك يُعيق تعلم حل المشكلات (Sweller, 1988, 261).

ويستلزم نجاح حل المشكلات ألا يتجاوز إجمالي العبء المعرفي القدرة أو الموارد المتاحة للذاكرة العاملة (Kirschner et al., 2011, 100) . لأن هذا التجاوز يؤدى إلى انخفاض أو توقف عملية التعلم ومعالجة المعلومات (حلمى الفيل, ٢٠١٥ أ, ص.١٥; Sweller, 2010, 40), حيث يقترن العبء المعرفى بالأداء غير الناجح (Heitmann et al., 2022. 11), ويدعم ذلك نتائج دراسات كل من (نعيمة بوزاد, ٢٠٢٠; Saeedi, 2016) والتى أظهرت وجود علاقة عكسية دالة احصائيًا بين العبء المعرفي وحل المشكلات.

ويتضمن العبء المعرفى الكلى كميات مختلفة من أنواع العبء المعرفى الخارجى والداخلى ووثيق الصلة, وينشأ العبء المعرفى الخارجى نتيجة المعلومات والأنشطة التي لا تُسهم مباشرة في عمليات بناء المخططات والتشغيل الآلى لها, ولا ينتج هذا العبء بواسطة المعلومات التي يتم تعلمها وإنما بواسطة طريقة عرض المعلومات, فجميع المعلومات والأنشطة التي تشغل سعة الذاكرة العاملة ولا ترتبط بصورة مباشرة بمحتوى المادة التعليمية أو بهدف التعلم تُشكِّل عبئًا معرفيًا خارجيًا على الذاكرة العاملة, وهو كما يشير الاسم يُعد زائدا عن المعلومات التي يتم تعلمها, وبالرغم من أنه ليس جزءًا من هذه المعلومات إلا أنه جزء من بيئة التعلم ومن ثم فهو يُعيق تعلم حل المشكلات (Chong, 2005, 108; Schnotz & Kurschner, 2007, 476; Sweller et al., 1998, 259)

حيث تؤدى المعلومات الزائدة إلى استنفاذ الموارد المعرفية فى عمليات غير ذات صلة بحل المشكلات وبالتالى قلة الموارد المخصصة للعمليات ذات الصلة بحل المشكلات مما يؤدى إلى أداء أقل كفاءة فى حل المشكلات (Berends & Van Lieshout, 2009, 346) ويُزيد توزيع الانتباه بين مصادر مختلفة للمعلومات من الطلب على موارد الذاكرة العاملة لتحقيق الدمج بينها مما يؤدى إلى أداء أقل فى حل المشكلات (Berends & Van Lieshout, 2009, 346), ويدعم ذلك نتائج دراسات (Berends & Van Lieshout, 2009;

(Saeedi, 2016 والتى أسفرت عن وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيًا بين العبء المعرفى الخارجى وحل المشكلات.

ويتحدد مقدار العبء المعرفي الداخلي بمقدار التفاعل بين عناصر مادة التعلم ومستوى خبرة التلميذ (Kalyuga, 2011, 36). لذا فما قد يمثل عبئًا معرفيًا داخليًا لتلميذ مبتدئ قد لا يمثل عبئًا معرفيًا داخليًا لتلميذ خبير (Chong, 2005, 108). حيث يتعامل التلميذ الخبير مع العناصر المتفاعلة على أنها عنصر واحد من خلال دمج العناصر المتفاعلة في المخطط المعرفي, مما يؤدى إلى خفض العبء المعرفي الداخلي بينما يتعامل التلميذ المبتدئ معها على أنها عناصر منفصلة, مما يُزيد من تفاعل العناصر, ويؤدى إلى عبء معرفي داخلي مرتفع (Kalyuga, , 2011; Sweller et al., 2011, 60). وتفرض المادة التعليمية الصعبة عبئًا داخليًا على الذاكرة العاملة يُعيق حل المشكلات (Cooper, 1998, 12), ويؤكد ذلك نتائج دراسات (Heitmann, et al., 2022; Minkley et al., 2021; Saeedi, 2016) والتى كشفت عن وجود تأثير سالب دال احصائيًا للعبء المعرفى الداخلى فى حل المشكلات.

ومع ذلك لا يبدو أن كل أنواع العبء المعرفى لها تأثيرات سلبية فى حل المشكلات حيث تفترض نظرية العبء المعرفي أنه يجب زيادة العبء المعرفي وثيق الصلة إلى أقصى حد ممكن (Schnotz & Kurschner, 2007, 476), لأنه عبء معرفي مفيد ومطلوب لتوليد تعلم ذى معنى (Sweller & Chandler, 1991, 353), ويُزيد من خبرة المتعلم (ميرفت الخوالدة, ٢٠١٤, ١٤ ;Sweller, 2005, 19), ويساعد على أن تتم عملية المعالجة بحد أدنى من الانتباه والتلقائية, ومن ثَمَّ يُيسِّر حل المشكلات بقليل من الجهد والانتباه (Paas et al., 2003, 2), فى حين يؤثر خفضه سلبًا فى حل المشكلات (Berends & Van Lieshout, 2009, 346), ويؤكد ذلك نتائج دراسات (Minkley et al., 2021; Saeedi, 2016) والتى أسفرت عن وجود علاقة ارتباط موجب دالة احصائيًا بين العبء المعرفى وثيق الصلة وحل المشكلات.

فـــروض البحـــث:

بناءً على الأطار النظرى ونتائج الدراسات والبحوث السابقة يمكن صياغة فروض الدراسة على النحو التالى:

١- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الخارجى فى حل المشكلات الهندسية.

٢- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الداخلى فى حل المشكلات الهندسية.

٣-توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى وثيق الصلة فى حل المشكلات الهندسية.

المنهـــج والطريقـــة:

أولًا: منهج البحث: اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفى كونه يتناسب مع أهداف الدراسة.

ثانيًا: عينة الدراسة:

عينة الدراسة الاستطلاعية:

وتكونت من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى من (٦) مدارس تابعة لمديرية بنها التعليمية.

عينة الدراسة الأساسية:

بلغ عدد تلاميذ عينة الدراسة الأساسية فى صورتها الأولية (١٧٠) تلميذ وتلميذة بالصف الثالث الإعدادى بمدرستى كفر منصور الإعدادية المشتركة وكفر كردى الإعدادية المشتركة بإدارة كفر شكر التعليمية التابعة لمديرية بنها التعليمية, والمقيدين بالعام الدراسى (٢٠٢٠-٢٠٢١م), منهم (٧٩) تلميذًا, (٩١) تلميذة وقد قام الباحث بتطبيق اختبار حل المشكلات الهندسية ومقياس العبء المعرفى عليهم, وتم اختيار التلاميذ الحاصلين على أقل ٢٧٪ من الدرجات لكل بُعد على حده من أبعاد العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) ليمثلوا منخفضى العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) على الترتيب واختيار التلاميذ الحاصلين على أعلى ٢٧٪ من الدرجات لكل بُعد على حده من أبعاد العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) ليمثلوا مرتفعى العبء المعرفى (الخارجى والداخلى, ووثيق الصلة) على الترتيب, وبذلك تكونت العينة الأساسية فى صورتها النهائية من (٩٢) تلميذًا وتلميذة لكل بُعد على حده من أبعاد العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) منهم (٤٦) تلميذًا وتلميذة مرتفعى العبء المعرفى(الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة)

و(٤٦) تلميذًا وتلميذة منخفضى العبء المعرفى(الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) بمتوسط عمر زمنى عام (١٥,٧١ سنة) وانحراف معيارى (٠,٣ سنة).

ثالثًا: أدوات الدراسة:

(١)استمارة استطلاع رأى الخبراء حول العبء المعرفي في مقرر الهندسة بالمرحلة الإعدادية[*]:

تتضمن الإستمارة موضوعات مقرر الهندسة للمرحلة الإعدادية في ثلاث قوائم, وهدفت إلى معرفة رأى خبراء الرياضيات بالمرحلة الإعدادية حول النسبة المئوية للعبء المعرفي لكل موضوع, وقد تم عرض هذه الإستمارة على مجموعة من الخبراء المتخصصين فى الرياضيات من المعلمين والموجهين وعددهم (٣٢) * *١(٣موجه, ٢٤معلم كبير, ٣معلم خبير, ٢معلم أول), وأظهرت النتائج أن وحدة الزوايا والأقواس في الدائرة والمقررة على تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بالفصل الدراسى الثانى, تضمنت أعلى نسبة للعبء المعرفي, حيث بلغت نسبة العبء المعرفي بها (١٤, ٨١٪).

(٢) مقياس العبء المعرفي:

الهدف من المقياس: يهدف إلى قياس العبء المعرفى بأشكاله الثلاثة (الخارجى والداخلى, ووثيق الصلة) لمشكلات هندسية لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادى.

ب-خطوات إعداد مقياس العبء المعرفي:

- الاطلاع على التراث النفسى فى العبء المعرفى من أُطر نظرية ودراسات سابقة وبحوث وذلك لتحديد ماهية العبء المعرفى وأبعاده.
- مراجعة عدد من مقاييس العبء المعرفي مثل مقياس (Paas, 1992), ومقياس (2003 NASA –TLX) (ترجمة: عادل البنا, ٢٠٠٨), ومقياس (زينب بدوى, ٢٠١٤), ومقياس

[*] ملحق(١): استمارة استطلاع رأى الخبراء حول العبء المعرفى فى مقرر الهندسة بالمرحلة الإعدادية.

[**] ملحق(٢): أسماء السادة المحكِمين لاستمارة استطلاع رأى خبراء الرياضيات حول العبء المعرفى فى مقرر الهندسة بالمرحلة الإعدادية.

(Leppink et al., 2013) ومقياس (حلمى الفيل, ٢٠١٥ب), لتحديد طريقة إعداد المقياس وصياغة عباراته.

- صياغة العديد من العبارات لكل بُعد من أبعاد المقياس ثم استبعاد العبارات المتشابهة والعبارات التى تحمل أكثر من معنى, وبناء عليه بلغ عدد عبارات المقياس فى صورته الأولية (٢٧)* عبارة بواقع (٩) عبارات لكل بُعد.
- عرض المقياس على مجموعة من السادة المحكمين من أساتذة علم النفس التربوى بكليات التربية**, وذلك لإبداء رأيهم في ضوء التعريفات الإجرائية لكل بُعد من أبعاد العبء المعرفي, ومدى ملائمة العبارات لقياس هذه الأبعاد, فضلًا عن مناسبة صياغة كل عبارة لعينة الدراسة.
- أسفرت نتائج التحكيم عن استبعاد (٥) عبارات لم تصل نسبة الإتفاق عليها (٨٠٪) وهى العبارات أرقام (٦,٣,٢) فى بُعد العبء المعرفى الخارجى, والعبارتين أرقام (٥,٤) فى بُعد العبء المعرفى الداخلى, , كما تم تعديل بعض العبارات الأخرى.
- تكوّن مقياس العبء المعرفى بعد التحكيم من (٢٢) عبارة *موزعة على ثلاثة أبعاد هى: العبء المعرفى الخارجى(العبارات أرقام ١ , ٤, ٧, ١٠, ١٣, ١٦), والعبء المعرفى الداخلى (العبارات أرقام ٢, ٥ ,٨ , ١١, ١٤, ١٧, ١٩), والعبء المعرفى وثيق الصلة (العبارات أرقام ٣, ٦, ٩, ١٢, ١٥, ١٨, ٢٠, ٢١, ٢٢) ويقدِّر التلميذ نفسه على مدى يتراوح بين (١) إلى (٥) بحيث تُمثِّل تدرجًا لإجابات التلميذ على عبارات المقياس, وتصحح العبارات الموجبة بطريقة (١, ٢, ٣, ٤, ٥) فيما عدا العبارات السالبة أرقام (٢, ٤, ٥, ٨, ١٠, ١١, ١٣, ١٦) والتى تُصحح بطريقة عكسية (٥, ٤, ٣, ٢, ١).
- بعد إجراء التعديلات التى أشارت إليها نتائج التحكيم تم إعادة توزيع عبارات المقياس على أبعاده.

---

*ملحق(٣):: الصورة الأولية لمقياس العبء المعرفى قبل التحكيم.

** ملحق (٤): أسماء السادة المحكِّمين لمقياس العبء المعرفى.

* ملحق (٥): مقياس العبء المعرفى بعد التحكيم.

ج- **المؤشرات السيكومترية لمقياس العبء المعرفي:**

- صدق مقياس العبء المعرفي: تم التحقق من صدق مقياس العبء المعرفى بطريقتين هما:

صدق البناء العاملى: حيث تم تطبيق المقياس على عينة بلغ عددها (١٥٠) تلميذ وتلميذة بالصف الثالث الإعدادي, وذلك للتحقق من ملائمة العينة لإجراء التحليل العاملى الاستكشافي باستخدام اختبار KMO (Kaiser- Mayer- Olkin), واختبار Bartlett وأظهرت النتائج أن قيمة اختبار KMO هي (٠,٩٦) وتشير هذه القيمة إلى كفاية العينة وملائمتها لإجراء التحليل العاملى الإستكشافى, وبلغت قيمة اختبار Bartlett (٧٥٧٥ ,٩٣) ودرجة حرية (٢٣١), وهى قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١), وتُشير هذه النتائج إلى ملائمة المصفوفة الارتباطية لإجراء التحليل العاملى الاستكشافى, ووفقًا لذلك تم إجراء التحليل العاملى الاستكشافى بطريقة المكونات الأساسية والتدوير المتعامد بطريقة الفاريمكس Varimax لدرجات أفراد العينة على عبارات المقياس البالغ عددها (٢٢) عبارة. والجدول (١) يوضِّح نتائج ذلك.

جدول (١) نتائج التحليل العاملى الاستكشافى بطريقة المكونات الأساسية والتدوير المتعامد بطريقة الفاريمكس لعبارات مقياس العبء المعرفى (ن=١٥٠)

ويتضح من جدول (١) تشبع عبارات المقياس على ثلاثة عوامل تفسر نحو (٥٥,

العبارات	العامل الأول	العامل الثانى	العامل الثالث	قيم الشيوع (الاشتراكيات)
١	٠,٨٣			٠,٩٦
٢		٠,٧٨		٠,٨٥
٣			٠,٧٢	٠,٩٩
٤	٠,٨٥			٠,٩٧
٥		٠,٧٢		٠,٨٥
٦				
٧	٠,٨٢			٠,٩٥
٨				
٩				
١٠	٠,٨٣			٠,٩٦
١١		٠,٧٨		
١٢			٠,٧٢	٠,٩٨
١٣	٠,٨١			٠,٩٤
١٤				
١٥				
١٦				
١٧		٠,٦٥		٠,٦٥
١٨				
١٩				
٢٠			٠,٥٦	٠,٥٢
٢١			٠,٦٠	٠,٥٨
٢٢			٠,٦٥	٠,٥١
الجذر الكامن	٤٥,٧٢	٢٤,٣٢	٢١,٥١	
التباين العاملي	٩١,٥٥			

٩١٪) من التباين الكلى, والجذر الكامن لكل منها أكبر من الواحد الصحيح، وجميع التشبعات كانت أكبر من (٠.٣) طبقاً لمحك جيلفورد, مع استبعاد العبارات أرقام (٦, ٨, ٩, ١٤, ١٥, ١٦, ١٨, ١٩) نظرًا لأن تشبعاتها كانت أقل من (٠.٣) على العوامل الثلاثة, وهذه العوامل هي:

- **العامل الأول:** وتشبعت به العبارات (١ , ٤ , ٧ , ١٠ , ١٣) وتراوحت قيم التشبعات من (٠,٨١) للعبارة (١٣) إلى(٠,٨٥) للعبارة (٤) وبفحص المضمون النفسي لهذه العبارات

يتضح أنها تركز على طريقة عرض المعلومات على التلميذ, ويمكن تسمية هذا العامل " العبء المعرفي الخارجي ". ويفسر نحو ٤٥,٧٢ % من التباين الكلى.

- **العامل الثانى:** وتشبعت به العبارات(٢ , ٥ , ١١ , ١٧) وتراوحت قيم التشبعات من (٠,٦٥) للعبارة (١٧) إلى (٠,٧٨) لكل من العبارتين (٢), (١١), وبفحص المضمون النفسي لهذه العبارات يتضح أنها تركز على صعوبة المحتوى التعليمي, وعدد العناصر التي يجب معالجتها في وقت واحد لفهمها وتعلمها, ويمكن تسمية هذا العامل " العبء المعرفي الداخلي ". ويفسر نحو ٣٢, ٢٤٪ من التباين الكلى.
- **العامل الثالث:** وتشبعت به العبارات (٣ ,١٢, ٢٠, ٢١ ,٢٢) وتراوحت قيم التشبعات من (٠,٥٦) للعبارة (٢٠) إلى (٠,٧٢) للعبارة (٣) وبفحص المضمون النفسي لهذه العبارات يتضح أنها تركز على الجهد العقلي الذى يبذله المتعلم في العمليات المعرفية وثيقة الصلة بموضوع التعلم, ويمكن تسمية هذا العامل " العبء المعرفي وثيق الصلة بموضوع التعلم ". ويفسر نحو ٥١, ٢١ % من التباين الكلى.
- **الصدق المرتبط بالمحك:** تم التحقق من صدق المقياس من خلال تطبيق مقياس العبء المعرفى (إعداد الباحث) عقب التحقق من بنيته العاملية, ومقياس العبء المعرفى (إعداد: حلمى الفيل, ٢٠١٥ب) تلازميًا فى جلسة واحدة على عينة بلغ قوامها (٣٠) من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بإدارة كفر شكر التعليمية, وتم حساب معامل الارتباط بين درجات العينة على الأبعاد المتناظرة فى كل من المقياسين, وبلغت قيمة معامل الارتباط (٠,٨٩) لبعد العبء المعرفى الخارجى, (٠,٨١) لبعد العبء المعرفى الداخلى, (٠,٨٨) لبعد العبء المعرفى وثيق الصلة, وهى قيم مرتفعة ودالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١).

(ب) ثبات المقياس: تم التحقق من ثبات المقياس على عينة بلغ قوامها (٨٧) من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى عن طريق حساب معامل ألفا كرونباخ لكل بُعد من أبعاد مقياس العبء المعرفى, وبلغت قيمته (٠,٧٣) للعبء المعرفى الخارجى, (٠,٧٦) للعبء المعرفى الداخلى, (٠,٨٧) للعبء المعرفى وثيق الصلة, وهى قيم تُشير إلى ثبات المقياس.

الاتساق الداخلي: تم حساب معاملات الارتباط بين درجات التلاميذ على كل عبارة من عبارات المقياس والدرجة الكلية للبعد الذى تنتمى له العبارة كمؤشر على اتساق العبارات, والجدول(٢) يوضح ذلك.

جدول (٢):معاملات ارتباط درجات عبارات المقياس بالدرجة الكلية للبعد الذى تنتمى له(ن=٨٧)

البعد	العبارة	معامل الارتباط
العبء المعرفي الخارجي	١	٠,٦٣**
	٤	٠,٨٠**
	٧	٠,٧٢**
	١٠	٠,٧٧**
	١٣	٠,٨٠**
العبء المعرفي الداخلي	٢	٠,٨٩**
	٥	٠,٨٩**
	١١	٠,٨٩**
	١٧	٠,٨٥**
العبء المعرفي وثيق الصلة	٣	٠,٨٥**
	١٢	٠,٨٥**
	٢٠	٠,٨٧**
	٢١	٠,٨٦**
	٢٢	٠,٨٤**

(** دالة عند مستوى ٠,٠١)

يتضح من جدول (٢) أن جميع قيم معاملات ارتباط درجات التلاميذ على عبارات المقياس والدرجة الكلية للبعد الذى تنتمى له العبارة تتراوح بين (٠,٦٣ , ٠,٨٩) وجميعها دالة إحصائيًا عند مستوى(٠١,).

ومن الإجراءات السابقة يتبين صدق وثبات مقياس العبء المعرفى وصلاحيته للتطبيق على تلاميذ الصف الثالث الإعدادى.

الصورة النهائية لمقياس العبء المعرفى:

وصف المقياس: يتكوّن مقياس العبء المعرفى فى صورته النهائية * من (١٤) عبارة موزعة على ثلاثة أبعاد هى: العبء المعرفى الخارجى(العبارات أرقام ١ , ٤ , ٦ , ٧ , ١٠) والعبء المعرفى الداخلى (العبارات أرقام ٢ , ٥ , ٨ , ١١) والعبء المعرفى وثيق الصلة

* ملحق (٦): الصورة النهائية لمقياس العبء المعرفى.

(العبارات أرقام ٣ , ٩ , ١٢ , ١٣, ١٤), ويُعرض علي التلميذ مشكلة هندسية مطلوب حلها وعقب ذلك مباشرة يُطلب منه تحديد مقدار الجهد العقلي الذى بذله أثناء الحل بإعطاء درجة تتراوح من (١- ٥) لكل عبارة من عبارات المقياس.

طريقة تصحيح المقياس: يتضمن المقياس عبارات موجبة وأرقامها هي (١, ٣ , ٦ , ٩ , ١١ , ١٢ , ١٣ , ١٤) وعبارات سالبة وأرقامها هي (٢ , ٤ , ٥ , ٧ , ٨ , ١٠) ويتم تصحيح العبارات الموجبة بطريقة (١ , ٢ , ٣ , ٤ , ٥) في حين يتم تصحيح العبارات السالبة بطريقة (٥ , ٤ , ٣ , ٢ , ١).

(٣)اختبار حل المشكلات الهندسية:

هدف الاختبار: هدف الاختبار إلى قياس حل المشكلات الهندسية بوحدة الزوايا والأقواس فى الدائرة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادى.

ب – خطوات إعداد الاختبار:

- الاطلاع على الدراسات السابقة والبحوث التى تناولت حل المشكلات بصفة عامة والمشكلات الهندسية بصفة خاصة؛ للتعرُّف على أسس بناء اختبارات حل المشكلات.
- الأطلاع على الأهداف التعليمية الخاصة بوحدة الزوايا والأقواس فى الدائرة فى ضوء كتاب دليل المعلم.
- الاطلاع على المشكلات الهندسية المُتضمنة بوحدة الزوايا والأقواس فى الدائرة سواء فى الكتاب المدرسى أو التى وردت فى امتحانات السنوات السابقة.
- صياغة عدد من المشكلات الهندسية بناء على الأهداف التعليمية الخاصة بوحدة الزوايا والأقواس فى الدائرة, بما يُراعى عدم طول الاختبار وتمثيله بشكل كاف لوحدة الزوايا والأقواس في الدائرة.
- تطبيق الاختبار على عينة بلغ عددها (٣٠) من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بهدف حساب متوسط زمن حل كل مشكلة.
- عرض اختبار حل المشكلات الهندسية١* على ثلاثة من المحكمين بدرجة كبير معلمي رياضيات بالمرحلة الإعدادية ١ أ لإبداء الرأي فيه, وأشار المحكمون إلى صحة الاختبار رياضيًا, وملائمة وقت حل المشكلة, وتمثيله بشكل كاف لوحدة الزوايا والأقواس في الدائرة.

---

١ ملحق(٧): اختبار حل المشكلات الهندسية.

ب- وصف الاختبار: يتكوّن الاختبار من (٥) مشكلات هندسية من وحدة الزوايا والأقواس فى الدائرة, وتم عرض كل مشكلة بطريقة تقليدية فى صورة مصدرين منفصلين للمعلومات (نص, ورسم هندسى), ويُتاح للتلميذ (٥) دقائق لحل كل مشكلة, وعقب انتهاء الوقت المحدد لكل مشكلة يتم التنبيه على التلاميذ بضرورة الانتقال لحل المشكلة التالية, وبنهاية الوقت المحدد للاختبار (٢٥ دقيقة) يتم جمع أوراق الإجابة من التلاميذ, وتُقدَّر الدرجة على أساس (٥) درجات لكل مشكلة و(٢٥) درجة للاختبار ككل.

ج - المؤشرات السيكومترية للاختبار:

صدق الاختبار: تم التحقق من صدق الاختبار بحساب قيمة معامل التمييز بطريقة المقارنة الطرفية (فؤاد البهى السيد, ١٩٧٩, ص. ٥٦٠) وذلك على عينة بلغ عددها (٧٠) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى, وقد بلغت قيمة النسبة الحرجة (٩,٣٢٩) وهى قيمة تزيد على (٣), ومن ثمَّ درجات هذا الاختبار تميّز تمييزًا واضحًا بين المستويات الدنيا والعليا لدرجات أفراد العينة؛ مما يُعد مؤشرًا لارتفاع القدرة التمييزية, ومن ثمَّ صدق الاختبار.

ثبات الاختبار: تم التحقق من ثبات الاختبار على عينة بلغ عددها (٧٥) تلميذًا وتلميذة بالصف الثالث الإعدادى عن طريق حساب معامل ألفا كرونباخ وبلغت قيمتها(٠,٨٩) وهى قيمة تدل على ثبات الاختبار.

الاتساق الداخلى: تم حساب معاملات الارتباط بين درجات التلاميذ على كل مشكلة من مشكلات الاختبار والدرجة الكلية له, وبلغت قيمتها

(٠,٩٢, ٠,٩٤, ٠,٨٢ , ٠,٩٠, ٠,٩٢) للمشكلات من الأولى إلى الخامسة على الترتيب, وهى قيم دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١).

ومن الإجراءات السابقة يتضح صلاحية اختبار حل المشكلات للتطبيق فى الدراسة الحالية.

رابعًا: إجراءات الدراسة: وتضمنت الخطوات التالية:

- إعداد استمارة استطلاع رأى خبراء الرياضيات للتعرف على مستوى العبء المعرفى فى مقرر الهندسة للمرحلة الإعدادية.

أ١١ ملحق(٨): أسماء السادة المحكّمين على اختبار حل المشكلات الهندسية.

- تطبيق استمارة استطلاع رأى خبراء الرياضيات على عينة من السادة الموجهين وخبراء الرياضيات بالمرحلة الإعدادية.

المتغير	ن	م	ع	الالتواء	الخطأ المعياري للالتواء	التفرطح	الخطأ المعياري للتفرطح
حل المشكلات	١٧٠	١٢ ,٩١	٨ ,٥٧	,٨١٤	٠ ,١٨٦	٠ ,٦٩٥	٠ ,٣٧٠

- بناءً على نتائج استمارة استطلاع رأى الخبراء تم اختيار وحدة الزوايا والأقواس فى الدائرة والمقررة على تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بالفصل الدراسى الثانى.
- إعداد وتطبيق اختبار حل المشكلات الهندسية على عينة بلغ عددها (٣٠) من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بهدف حساب متوسط زمن حل كل مشكلة.
- عرض اختبار حل المشكلات الهندسية على ثلاثة من المحكمين بدرجة كبير معلمي رياضيات بالمرحلة الإعدادية لإبداء الرأي فيه, وأشار المحكمون إلى صحة الاختبار رياضيًا, وملائمة وقت حل المشكلة, وتمثيله بشكل كاف لوحدة الزوايا والأقواس في الدائرة.
- تطبيق اختبار حل المشكلات الهندسية على عينة الدراسة الاستطلاعية والتحقق من خصائصه السيكومترية.
- إعداد مقياس العبء المعرفى, وتطبيقه على عينة الدراسة الاستطلاعية والتحقق من خصائصه السيكومترية.
- اختيار عينة الدراسة الأساسية من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بمدارس إدارة كفر شكر التعليمية التابعة لمحافظة القليوبية المقيدين بالعام الدراسى ٢٠٢٠ – ٢٠٢١ م.
- تطبيق أداتى الدراسة على عينة الدراسة الأساسية.
- حساب بعض المؤشرات الاحصائية الوصفية لعينة الدراسة الأساسية فى حل المشكلات الهندسية للتحقق من اعتدالية التوزيع والجدول(٣) يوضّح ذلك :

جدول(٣): المؤشرات الإحصائية لدرجات أفراد العينة فى حل المشكلات الهندسية.

يتضح من جدول (٣) أن قيمة الالتواء أكبر من ضعف الخطأ المعياري له, مما يُعد مؤشرًا على عدم اعتدالية التوزيع ولذلك سيتم الاعتماد على الإحصاء اللابارامترى فى التحقق من فروض الدراسة (عزت محمد, ٢٠١٦, ص ص. ٢٢٣-٢٢٤).

ترتيب درجات تلاميذ عينة الدراسة الأساسية على أبعاد العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) كل بعد على حده ترتيبًا تنازليًا.

اختيار التلاميذ الحاصلين على أقل ٢٧٪ من الدرجات لكل بُعد على حده من أبعاد العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) ليمثلوا منخفضى العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) على الترتيب, واختيار التلاميذ الحاصلين على أعلى ٢٧٪ من الدرجات لكل بُعد على حده من أبعاد العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) ليمثلوا مرتفعى العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) على الترتيب.

معالجة البيانات للتحقق من فروض الدراسة باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة

نتائج الدراسة ومناقشتها:

نتائج الفرض الأول:

ينص الفرض الأول على أنه " توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الخارجى فى حل المشكلات الهندسية " وللتحقق من صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار مان ويتنى – Mann Whitney لدلالة الفروق بين متوسطى رتب درجات مجموعتى الدراسة مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الخارجى, فى حل المشكلات الهندسية والجدول (٤) يوضح نتائج ذلك.

جدول (٤): نتائج اختبار (مان ويتنى) لدلالة الفروق بين متوسطى رتب درجات مجموعتى الدراسة مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى (الخارجى, والداخلى, ووثيق الصلة) فى حل المشكلات الهندسية.

المتغير التابع	المجموعة	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة(z)	مستوى الدلالة
حل المشكلات	مرتفعى العبء الخارجى	٤٦	٢٨,٥٠	١٣١١	٦,٤٩	٠,٠١
	منخفضى العبء الخارجى	٤٦	٦٤,٥٠	٢٩٦٧		
حل المشكلات	مرتفعى العبء الداخلى	٤٦	٢٨,٥٠	١٣١١	٦,٤٩	٠,٠١
	منخفضى العبء الداخلى	٤٦	٦٤,٥٠	٢٩٦٧		
حل المشكلات	مرتفعى العبء وثيق الصلة	٤٦	٦٤,٥٠	٢٩٦٧	٦,٤٩	٠,٠١
	منخفضى العبء وثيق الصلة	٤٦	٢٨,٥٠	١٣١١		

يتضح من الجدول (٤): وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الخارجى فى حل المشكلات الهندسية لصالح منخفضى العبء المعرفى الخارجى.

وبالتالى تتحقق صحة الفرض الأول: مما يعنى أن تلاميذ المرحلة الإعدادية منخفضى العبء المعرفى الخارجى أكثر قدرة فى حل المشكلات الهندسية مقارنة بنظرائهم مرتفعى العبء المعرفى الخارجى, وتتفق نتائج هذا الفرض مع دراسات (Berends & Van Lieshout, 2009; Saeedi, 2016) حول وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيًا بين العبء المعرفى الخارجى وحل المشكلات, كما تتفق مع دراسات كل من (نعيمة بوزاد, ٢٠٢٠) حول وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيًا بين العبء المعرفي وحل المشكلات.

ويمكن تفسير هذه النتيجة على أن العرض التقليدى للمشكلات الهندسية يعتمد على تقديم مصدرين منفصلين للمعلومات هما: النص والرسم مما قد يفرض مهام إضافية غير جوهرية قد تزيد العبء المعرفى الخارجى على التلاميذ خاصة ذوى الخبرة المنخفضة, حيث يُعانى هؤلاء التلاميذ من صعوبات فى تجميع عناصر المعلومات المنفصلة, وتجاهل المعلومات غير ذات الصلة بحل المشكلة, يترتب على ذلك عدم القدرة على الفصل بين معالجة المعلومات والاحتفاظ بها, وتوزيع الموارد المعرفية بين معالجة المعلومات والاحتفاظ بها فى آن واحد, مما أدى إلى استنفاذ الكثير من الموارد المعرفية بما قد لا يترك موارد لبناء وأتمتة مخطط حل المشكلات.

وفى المقابل يستطيع التلاميذ منخفضى العبء المعرفى الخارجى دمج النص مع الرسم فى مصدر واحد للمعلومات, وتجاهل المعلومات غير ذات الصلة بحل المشكلة, والفصل بين معالجة المعلومات والاحتفاظ بها, مما يساعد على توفير الموارد المعرفية المرتبطة بطريقة عرض المشكلة, وتركيز الانتباه نحو العلاقات ذات الصلة بحل المشكلة وبناء مخطط حل المشكلات وأتمتته.

نتائج الفرض الثانى:

ينص الفرض الثانى على أنه " توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الداخلى فى حل المشكلات الهندسية " وللتحقق من صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار مان ويتنى – Mann

Whitney لدلالة الفروق بين متوسطى رتب درجات مجموعتى الدراسة مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الداخلى, فى حل المشكلات الهندسية والجدول (٤) يوضح نتائج ذلك.

ويتضح من الجدول (٤): وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى الداخلى فى حل المشكلات الهندسية لصالح منخفضى العبء المعرفى الداخلى.

وبالتالى تتحقق صحة الفرض الثانى: مما يعنى أن تلاميذ المرحلة الإعدادية منخفضى العبء المعرفى الداخلى أكثر قدرة فى حل المشكلات الهندسية مقارنة بنظرائهم مرتفعى العبء المعرفى الداخلى, وتتفق نتائج هذا الفرض مع دراسات كل من (Heitmann, et al., 2022; Minkley et al., 2021; Saeedi, 2016) حول وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيًا بين العبء المعرفى الداخلى وحل المشكلات, كما تتفق مع دراسات كل من (نعيمة بوزاد, ٢٠٢٠) والتى أظهرت وجود علاقة عكسية دالة احصائيًا بين العبء المعرفي وحل المشكلات.

ويمكن تفسير هذه النتيجة على أن التلاميذ مرتفعى العبء المعرفى الداخلى يعانون من صعوبات فى تجاهل العناصر غير ذات الصلة بحل المشكلة, مما ترتب عليه زيادة عددها وعدم القدرة على الفصل بين معالجة هذه العناصر والاحتفاظ بها أثناء حل المشكلة, مما أُضطرَّ التلاميذ إلى معالجة العناصر والاحتفاظ بها فى آن واحد, الأمر الذى زاد من تفاعل العناصر ومن متطلبات الموارد المعرفية لمعالجة عناصر المشكلة والاحتفاظ بها, مما ترتب عليه قلة الموارد المعرفية المخصصة للعلاقات ذات الصلة بحل المشكلات.

فى حين استطاع التلاميذ منخفضى العبء المعرفى الداخلى تجاهل العناصر غير ذات الصلة بحل المشكلة, وتركيز الانتباه على العناصر ذات الصلة بحل المشكلة, وتجميع العناصر المنفصلة فى وحدات أقل, والفصل بين معالجة هذه العناصر والاحتفاظ بها, مما أدى إلى خفض تفاعل العناصر, والاقتصاد فى الموارد المعرفية المستخدمة فى معالجة عناصر المشكلة والاحتفاظ بها, وتوفير سعة حرة أكبر للذاكرة العاملة وموارد معرفية أكثر ساعدت على بناء وأتمتة مخطط حل المشكلات.

نتائج الفرض الثالث:

ينص الفرض الثالث على أنه " توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى وثيق الصلة فى حل المشكلات الهندسية " وللتحقق من صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار مان ويتنى – Mann

Whitney لدلالة الفروق بين متوسطى رتب درجات مجموعتى الدراسة مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى وثيق الصلة فى حل المشكلات الهندسية والجدول (٤) يوضح نتائج ذلك.

يتضح من الجدول (٤): وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي رتب درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى ومنخفضى العبء المعرفى وثيق الصلة فى حل المشكلات الهندسية لصالح مرتفعى العبء المعرفى وثيق الصلة.

وبذلك تتحقق صحة الفرض الثالث: مما يعنى أن تلاميذ المرحلة الإعدادية مرتفعى العبء المعرفى وثيق الصلة أكثر قدرة فى حل المشكلات الهندسية مقارنة بنظرائهم منخفضى العبء المعرفى وثيق الصلة, وتتفق نتائج هذا الفرض مع دراسات كل من (Minkley et al., 2021; Saeedi, 2016) حول وجود علاقة ارتباط موجب دالة احصائيًا بين العبء المعرفى وثيق الصلة وحل المشكلات.

وحيث أن العبء المعرفى وثيق الصلة يرتبط بالجهد العقلى الذى يبذله التلميذ فى العمليات المعرفية التى تُساعد على بناء وأتمتة مخطط حل المشكلات الهندسية, فقد أدت زيادة العبء المعرفى وثيق الصلة إلى تركيز الانتباه نحو العلاقات ذات الصلة بحل المشكلة وتعزيز تعلم العلاقات الهندسية وتكريس المزيد من الموارد المعرفية لبناء مخطط حل المشكلات الهندسية وأتمتته.

وفى المقابل أدت زيادة نوعى العبء المعرفى الخارجى والداخلى إلى استنفاذ االكثير من الموارد المعرفية فى معالجة عناصر غير ذات صلة بحل المشكلات, مما نتج عنه قلة الموارد المخصصة للعبء المعرفى وثيق الصلة, وصعوبة التركيز على العلاقات ذات الصلة بحل المشكلات, كما أدى عدم الفصل بين معالجة المعلومات والاحتفاظ بها إلى زيادة عدد العناصر وتفاعلها, مما ترتب عليه بطء فى معالجة المعلومات وضعف بناء مخطط حل المشكلات وأتمتته.

مناقشـــة النتائـــج:

بالرغم من ارتباط العبء المعرفى بحل المشكلات, إلا أنه قد لا يفضل الاعتماد على الدرجة الكلية للعبء المعرفى فى تحديد طبيعة هذا الارتباط, فقد تُعيق زيادة مستوى العبء المعرفى القدرة على حل المشكلات, وقد تؤدى إلى تعزيزها, وبالطبع فإن ذلك قد يرجع إلى زيادة العبء الخارجى فى الحالة الأولى, وزيادة العبء وثيق الصلة فى الحالة الثانية, وعلى ذلك فإن الدرجة الإجمالية للعبء المعرفى للمقاييس ذات البعد الواحد تتجاهل التباين فى أنواع العبء

المعرفى, ومن ثمَّ فإنه لا يُمكن دراسة العبء المعرفى كدرجة كلية مع إهمال مكوناتها, فالمكون لا يمكن دراسته بمعزل عن مكوناته الداخلية التى يتألف منها, حيث توفر دراسة المكونات الداخلية للعبء المعرفى معلومات أدق عن العبء المعرفى, وتُتيح تحديد طبيعة العلاقة بين نوع العبء المعرفى وحل المشكلات, ولذلك يجب قياس العبء المعرفى فى ضوء آبعاده الثلاثة, خاصة عند تحديد طبيعة الارتباط بينه وبين حل المشكلات , وهذا ما حرصت الدراسة الحالية.

وتجدر الإشارة إلى أنه فى حالة اختلاف مستوى صُعوبة المشكلات الهندسية فإن القياس المتكرر للعبء المعرفى عقب حل كل مشكلة مباشرة يُعطى نتائج أكثر دقة مقارنة بالقياس بعد الانتهاء من حل الاختبار, فقد لاتتذكر التلاميذ جيدًا مقدار الجهد العقلى المبذول فى حل كل مشكلة, واعتمدت الدراسة الحالية على القياس المتكرر للعبء المعرفى عقب حل كل مشكلة مباشرة.

توصيـــات الدراســـة:

في ضوء نتائج البحث الحالي هناك حاجة إلى ما يلي:

- خفض العبء المعرفي أثناء التعلم وحل المشكلات.
- استبدال الطرق التقليدية في حل المشكلات بإستراتيجيات نظرية العبء المعرفي.
- تبنى نظرية العبء المعرفي كإحدى نظريات التعليم والتعلم في الجامعات والمؤسسات التربوية.
- تطوير برامج إعداد المعلم بكليات التربية بتضمين نظرية العبء المعرفي وما يرتبط بها من مفاهيم ومبادئ وإستراتيجيات بمقررات التصاميم التعليمية للتدريس وحل المشكلات.
- تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي الرياضيات من خلال دورات تدريبية على إستراتيجيات نظرية العبء المعرفي.
- اهتمام مصممي ومطوري مناهج الرياضيات بالاستفادة من مفاهيم ومبادئ وإستراتيجيات نظرية العبء المعرفي في بناء وتنظيم المحتوى التعليمي.
- دراسات مقترحة وبحوث:
- دور طريقة عرض المعلومات ومستواها فى درجة العبء المعرفى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية: دراسة فى إطار النموذج المعرفى المعلوماتى لأبى حطب.
- العبء المعرفى وعلاقته بمفهوم الذات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- فعالية التدريب على إستراتيجية الهدف الحر فى تنمية القدرة على الإبتكار لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- فعالية التدريب على إستراتيجية الهدف الحر فى خفض العبء المعرفى وحل المشكلات الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الثانوية.
- القدرة على حل المشكلات والعبء المعرفى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ذوى العجز المتعلم.

قائمـــــة المراجـــــع

أولاً: المراجع العربية.

١. بهيرة شفيق الرباط (٢٠٠٥, يوليو). فاعلية إستراتيجية التعلم التعاوني للإتقان في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. المؤتمر العلمي الخامس– التغيرات العالمية التربوية وتعليم الرياضيات, كلية التربية, جامعة بنها, ١٢٤– ١٣٧.

٢. حسن محمد غرايبة. (٢٠١٠). أثر تدريس الهندسة بطريقة حل المشكلات فى حل المسألة الهندسية والبرهان الهندسي لدى تلامذة المرحلة الأساسية العليا في الإمارات العربية المتحدة (رسالة دكتوراه, جامعة عمّان العربية). قاعدة معلومات دار المنظومة.

٣. حلمى محمد الفيل (٢٠١٥أ). الذكاء المنظومى في نظرية العبء المعرفي. مكتبة الأنجلو المصرية.

٤. حلمى محمد الفيل (٢٠١٥ب). مقياس العبء المعرفى. مكتبة الأنجلو المصرية.

٥. رباب طه عبدالهادى (٢٠١٥). فاعلية برنامج قائم على التعلم النشط لتنمية حل المشكلات الهندسية والميل نحو المادة لدى تلاميذ الحلقة الإعدادية. مجلة تربويات الرياضيات, الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات, ١٨ (٧), ١٨٦ – ١٩٦.

٦. روبرت سولسو (٢٠٠٠). علم النفس المعرفي (ترجمة: محمد نجيب الصبوة, مصطفى محمد كامل, محمد الحسانين الدق) (ط.٢). القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

٧. زينب عبد العليم بدوى. (٢٠١٤). مقياس العبء المعرفي. القاهرة: دار الكتاب الحديث, ١–٢٥.

٨. طلال سعد الحربى. (١٩٩٤). أثر الكتابة التفسيرية على حل المشكلات الرياضية لطلاب كليات المعلمين. مجلة كلية التربية, جامعة الملك عبدالعزيز, المجلد ٧, ١٥٣ – ١٧٠.

٩. عزت عبدالحميد محمد.(٢٠١٦). الاحصاء النفسى والتربوى: تطبيقات باستخدام برنامج SPSS 18, دار الفكر العربى.

١٠. فريال عبده أبوسته. (٢٠٠٥). فعالية استخدام استراتيجية التعلم التعاوني فى تنمية مهارة حل المشكلات الهندسية غير النمطية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. المؤتمر العلمي الخامس – التغيرات العالمية التربوية وتعليم الرياضيات, جامعة بنها, ٥٩٢ – ٦٤٤.

١١. محمد إبراهيم الخطيب. (٢٠٠٦). أثر النمط المعرفي واستراتيجيات حل المشكلة فى القدرة على حل المشكلات الرياضية والاجتماعية (رسالة دكتوراه , جامعة اليرموك, الأردن), قاعدة معلومات دار المنظومة.

١٢. محمد يوسف الزعبي (٢٠١٧). أثر العبء المعرفي وطريقة العرض والتنظيم وزمن التقديم للمادة التعليمية في البيئات متعددة الوسائط على التذكر. المجلة الدولية للعلوم التربوية والنفسية, ١(٥), ١٨٩-٢١٨.

١٣. ميرفت حسن عبد الحميد (٢٠١٧). فاعلية برنامج تدريبى قائم على نظرية العبء المعرفي في تنمية مهارات التفكير التحليلي في الكيمياء واتخاذ القرار والحكمة الاختبارية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. مجلة رابطة التربويين العرب, ١(٨٩),٢٠-٩٤.

١٤. ميرفت سالم الخوالدة (٢٠١٤). الأساليب المعرفية والكفاءة الذاتية الأكاديمية كمتنبئات بالعبء المعرفي لدى طالبات المرحلة الثانوية فى قصبة المفرق أرسالة ماجستير, الجامعة الهاشميةٍ . قاعدة بيانات دار المنظومة.

١٥. نعيمة بوزاد (٢٠٢٠). العبء المعرفى وعلاقته بحل المشكلات لدى تلاميذ طور المتوسط, مجلة دراسات إنسانية واجتماعية,٩(٣), ١١١-١٢٥.

١٦. وائل عبدالله على (٢٠٠٤). أثر استخدام إستراتيجيات ما وراء المعرفة فى تحصيل الرياضيات وحل المشكلات لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. مجلة الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس, ١(٩٦), ١٩٢-٢٦٤.

ثانياً: المراجع الأجنبية.

17. Antonenko, P. (2007). The effect of leads on cognitive load and learning in a conceptually rich hypertext environment (Publication No. 3274900) [Doctoral Dissertation, Iowa State University]. ProQuest Information and Learning Company.https://doi.org/10.31274/rtd-180813-16756

18. Berends, I & Van Lieshout, E. (2009). The effect of illustrations in arithmetic problem-solving: Effects of increased cognitive load. Learning and Instruction, 19(4), 345-353. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.06.012

19. Chong,T. (2005). Arecent advances in cognitive load theory research. Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT),Journal 2 (3), 106-117.

20. Cooper, G. (1998). Research into cognitive load theory and instructional design at UNSW. University of New South Wales, URL: http://www.arts.unsw.edu.au/education/clt.htlm

21. Cooper, G., & Sweller, J. (1987). Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem solving transfer . Journal of Educational Psychology, 79(4), 347-362. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.79.4.347

22. Dehn, M .(2014). Supporting and strengthening working memory in the classroom to enhance executive functioning. In S. Goldstein &J. Naglieri(Eds.), Handbook of executive function (pp. 495-507). Springer. https://doi.org/ 10.1007/978-1-4614-8106-5_27

23. Fink, A., & Neubauer, C. (2001). Speed of information processing ,psychometric intelligence and time estimation as an index of cognitive load , Journal of personality and individual differences, 30(6), 1009 – 1021. https://doi.org/10.1016/S0191-8869(00)00089-1

24. Heitmann, S., Grund, A, Fries, S., Berthold, K., & Roelle, J.(2022). The quizzing effect depends on hope of success and can be optimized bycognitive load-based adaptation. Learning and Instruction, 77, 1-15. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101526

25. Huang, W., Eades, P., & Hong, S. (2009). Measuring effectiveness of graph visualization : A cognitive load perspective . Information Visualization, 8 (3), 139-152. https://doi.org/10.1057/ivs.2009.10

26. Kalyuga, S. (2009). Managing cognitive load in adaptive multimedia learning, Systemics cybernetics and informatics, 7(5), 16-21. https://doi.org/10.4018/978-1-60566-048-6

27. Kalyuga, S. (2011). Informing : A Cognitive load perspective. the International Journal of an Emerging Transdiscipline, 14(1), 33-45. https://doi.org/10.28945/1349

28. Kirschner, P., Ayres, P., & Chandler, P. (2011). Contemporary cognitive load theory research: The good, the bad and the ugly. Computers in Human Behavior, 27(1), 99-105, https://doi.org /10.1016/j.chb.2010.06.025

29. Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work : An analysis of failure of constructivist , discovery

, problem –based , experiential , and inquiry-based teaching . Educational Psychologist, 41(2), 75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

30. Kirschner,P. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. Learning and Instruction 12(1),1-10. https:// doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00014-7

31. Lin,Y., Wu,T., Hung, P., Hwang, G., & Yeh, Y. (2009). A cognitive load –based framework for intergrating PDAs into outdoor observations . Proceedings of International Conference on Computer in Education, 505-511.

32. Loring, D. (2003). Effects of worked examples and algebra problem solving skill on error and cognitive load (Doctoral Dissertation).Florida International University, Florida.

33. Mayer, R., & Moreno, R. (1998). A Split –attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. Journal of Education Psychology, 90 (2), 312-320. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.90.2.312

34. Minkley, N., Xu, K., & Krell, M.(2021). Analyzing relationships between causal and assessment factors of cognitive load: Associations between objective and subjective measures of cognitive load, stress, interest, and self-concept. Frontiers in Education, 6, 1-15, https://doi.org/ 10.3389/feduc.2021.632907

35. Na, K. (2012). Exploring the effects of cognitive load on the propensity for query reformulation behavior [Doctoral Dissertation, Florida State University]. Florida State University. http://purl.flvc.org/fsu/fd/FSU_migr_etd-5062

36. National Aeronautics and Space Administration (NASA) – TLX. (2003). Computerized version 2.0 for task load index. moffett field CA94035. Ames Research center, Aerospace Human Factor Research Division

37. Ngu, B., Phan, H., Hong, K ., & Usop, H.(2016). Reducing intrinsic cognitive load in percentage change problems: The equation approach. Learning and Individual Differences, 51, 81–90.

38. Oberauer, K., & Kliegl, R. (2006). A Formal model of capacity limits in working memory. Journal of Memory and Language, 55(4), 601-626. https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.08.009

39. Paas, F. (1992). Training strategies for attining transfer of problem solving skill in statistics: A Cognitive-load approach. Journal of Educational Psychology, 84(4), 429-434. https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.429

40. Paas, F., & Van Gog, T. (2006). Optimising worked example instruction: Different ways to increase germane cognitive load. Learning and Instruction, 16 (2), 87-91. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2006.02.004

41. Paas, F., & Van Merrienboer, J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: Acognitive-load approach. journal of educational psychology, 86 (1), 122-133. https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1037%2F00 22-0663.86.1.122

42. Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory instructioional implications of the interaction between information structures and

cognitive architecture. Instructional Science, 32(1), 1-8. https://doi.org/ 10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0

43. Paas, F., Renkle, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. Educational Psychologist, 38 (1), 1-4. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1

44. Paas, F., Tuovinen, J., Tabbers, H .,& Van Gerven, P. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory . Educational Psychology, 38 (1), 63 -71. DOI: 10.1207/S15326985EP3801_8

45. Plass, J., Moreno, R., & Brunken, R. (2010). Cognitive load threory. Cambridge Univercity Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744

46. Purnama, P., & Retnowati, E.(2021). The effectiveness of goal- free problems for studying triangle similarity in collaborative groups, Research and Advances in Mathematics Education, 6(1), 32-45. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i1.11198

47. Saeedi, M. (2016). Optimal motivation and cognitive load forenhanced math performance. (Masters Theses). Western Kentucky University.

48. Salthouse,T. (1996). processing–speed theory of adult age differences in cognition. Psychological Review, 103 (3), 403–428. DOI: 10.1037/0033-295x.103.3.403

49. Schnotz, W.,& Kurschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. Education Psychology Review, 19 (4), 469-508. https://doi.org/ 10.1007/s10648-007-9053-4

50. Song, M. (2011) . Effects of background context and signaling on comprehension recall and cognitive load: The Prespective of Cognitive Theory (Doctoral Dissertation). University of Nebraska, Lincoln.

51. Spanjers, I. A., Van Gog, T., Van Merrienboer, J. J. (2012). Segmentation of worked examples: Effects on cognitive load and learning. Applied Cognitive Psychology, 26(3), 352-358. https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1002%2Facp .1832

52. Stachel, J., Marghitu, D., Czelusniak, V. (2013). Managing cognitive load in introductory programming courses: A cognitive aware scaffolding tool. Integrated Design and Process Science, 17 (1), 37- 54. https://doi.org/10.3233/jid-2013-0004

53. Sweller, & Chandler, P. (1994). Why som material is difficult to learn. Cognition and Instruction, 12 (3), 185-233. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1

54. Sweller, & Chandler, P. (1994). Why som material is difficult to learn. Cognition and Instruction, 12 (3), 185-233. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1

55. Sweller, J. & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. Cognition and Instruction, 8(4), 351-362. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_5

56. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving : Effects on learning.Cognitive Science, 12 (2), 257- 285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

57. Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. The Psychology of Learning and Motivation, 43(1), 215-266. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(03)01015-6

58. Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolutions by natural selection and human cognitive architecture. Instructional Science, 32(1), 9-31.https://www.jstor.org/stable/41953635

59. Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. Mayer (Ed.), The Cambridge handbook of multimedia learning (pp. 19–30). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.003

60. Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic , extraneous , and german cognitive load. Educational Psychology Review, 22(2), 123-138. https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s10648-010-9128-5

61. Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011).Cognitive load theory. New York: Springer.

62. Sweller, J., Van Merrienboer, J.J., & Paas, F.G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. Educational Psychology Review, 10 (3), 251-296. DOI: 10.1023/a:1022193728205

63. Tuovinen, J. E., & Sweller, J. (1999). Acomparison of cognitive load associated with discovery learning and worked examples. Journal of Educational Psychology, 91 (2), 334-341. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.91.2.334

64. Van Gog, T., Kirschner, F., Kester, L., & Paas, F. (2012). Timing and frequency of mental effort measurement: evidence in favour of repeated measures. Applied Cognitive Psychology, 26(6), 1-23. https://doi.org/10.1002/acp.2883

65. Van Merrienboer, J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. Educational Psychology Review, 17(2), 147-177. https://doi.org/10.1007/s10648-005-3951-0