أثر توظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس التّحويلات الهندسيّة للاقترانات في التّحصيل والاتّجاه نحو الرياضيات لدى طلبة الصف الحادي عشر

الاء "محمد مأمون" الكيلاني * **د. تهاني محمد العبوس****

تاريخ وصول البحث: 2024/8/3م تاريخ قبول البحث: 2024/11/7م

الملخص

هدفت الدّراسة للكشف عن فاعلية توظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس التّحويلات الهندسيّة للاقترانات على تحصيل الطّلبة واتّجاههم نحو الرّياضيّات، واعتمد المنهج التجريبي بتصميم شبه تجريبي للمجموعتين باختبار قبلي وبعدي، حيث اختير أفراد الدّراسة بالطريقة القصدية من طالبات الصّف الحادي عشر العلميّ في إحدى المدارس في العاصمة عمان، وبلغ عددهم (57) طالبة موزعين على شعبتين، تم تعيين إحداهما عشوائيًا لتكون مجموعة تجريبية وتكونت من (30) طالبة، والأخرى ضابطة تكونت من (27) طالبة، وتم إعداد اختبار تحصيلي، بالإضافة إلى مقياس الاتّجاهات نحو الرّياضيّات، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيًّا عند مستوى (α= 0.05) بين متوسطي درجات المجموعتين التّجريبية والضّابطة في التّحصيل والاتّجاه نحو الرّياضيّات لصالح المجموعة التّجريبية، وفي ضوء النّتائج توصي الدّراسة بتوظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس الرّياضيّات.

الكلمات المفتاحيّة: برمجيّة جيوجبرا، التّحويلات الهندسيّة، التّحصيل، الاتّجاه نحو الرّياضيّات، المرحلة الثّانويّة.

* باحثة.

** أستاذ دكتور، قسم المناهج والتدريس، جامعة العلوم الإسلامية العالمية.

The Effect of Using GeoGebra Software in Teaching Geometric Transformations of Functions on the Achievement and Attitudes towards Mathematics among 11th-Grade Students

Abstract

This study aimed to investigate the effectiveness of employing GeoGebra Software in teaching Geometric Transformations of Functions on the achievement and attitude towards mathematics. This experimental study utilized quasi-experimental design with pre- and post- tests. Participants were selected by non-probability sampling technique from grade eleven at a school in Amman. Participants were (57) students, distributed to two groups. One group was randomly assigned as an experimental group, consisting of (30) students, while the other group served as a control group, consisting of (27) students. An achievement test and attitude towards math scale were developed. The study results revealed statistically significant differences at (α= 0.05) between the mean scores of the two groups in both achievement and attitude towards mathematics in favour of the experimental group. The study recommends using GeoGebra software in teaching mathematics.

Keywords: GeoGebra software, Geometric transformations, Achievement, Attitude towards mathematics, Secondary education.

مقدمة:

حظيت العملية التّعليميّة باهتمام العديد من التّربويين الذين أكدوا على ضرورة دمج الحاسوب والوسائل التّكنولوجيّة الحديثة في عملية التّعليم، والاهتمام بتطوير مهارات الفرد، ورفع كفاءته في مختلف المجالات الأكاديمية أو المهنية، بما في ذلك علم الرّياضيّات الذي يعد مفتاحًا أساسيًا مهمًا لفهم العلوم الطّبيعية والاجتماعية على حدّ سواء.

إن التّطور في علم الرّياضيّات ينعكس على تطور العلوم الأخرى وتقدمها؛ فهي تلقب بأم العلوم، كما أن تمكين الطّالب من المهارات الرياضيّة الأساسية، وربطها بالتّطورات التّكنولوجيّة يعد من أهم ركائز العملية التربوية، ومع هذا الدور المتعاظم للرياضيات، أصبح من الأهميّة إعداد جيل قادر على تحمل المسؤولية ومواجهة التّحديات، وهذا يتطلب إعدادًا قويًّا في الرّياضيّات، والبحث عن طرائق تدريس جديدة وفعّالة تسهم في تحسين اتجاهات الطّلبة نحو الرّياضيّات، وتساعدهم على استيعاب مفاهيمها، ورفع تحصيلهم الرياضي (عطا الله، 2020).

فالتّحصيل الدّراسيّ للطلبة بشكل عام يعد مظهرًا مهمًا من مظاهر نجاح العملية التربوية، ومؤشرًا على تقدم الشعوب وثقافتها، وترى البكور (2016) أن من أهم التوجهات التي يجب الأخذ بها عند إعداد مناهج الرياضيات المدرسية العمل على زيادة التحصيل وتنمية الاتجاه نحو الرياضيات، وذلك باستخدام وسائل تعليمية تلبي احتياجاتهم وتلائم ميولهم واتجاهاتهم، وتؤكد على أهمية استخدام الحاسوب في تدريس الرياضيات، وذلك لما يتمتع به من خصائص تمكن المتعلم من إنجاز المهام بدقة متناهية، وفي بيئة مريحة ممتعة.

وتعد التّحويلات الهندسيّة من أهم المواضيع التي يستند إليها علم الرّياضيّات في تفسير وبناء علاقات هندسية ورياضيّة، فهي تبني تصورًا ذهنيًّا يمكن الطّالب من تعلم المفاهيم الهندسيّة الأخرى، كما تزوده بطرق لحل المسائل الرياضيّة وتفسيرها، ولكي يتمكن الطّالب من إجراء التّحويل الهندسي بصورة تجريدية، لا بد أن نعرضه لخبرات حسيّة وصوريّة كافية لذلك كما يرى برونر المشار إليه في محمد (2015).

تعد برمجيّة جيوجبرا (GeoGebra) مثالًا على البرمجيّات الحاسوبيّة المتخصصة في تدريس الرّياضيّات، والتي يمكن توظيفها في تدريس التحويلات الهندسية، لذا جاءت هذه الدراسة للبحث في أثر توظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس التّحويلات الهندسيّة للاقترانات في التحصيل والاتجاه نحو الرّياضيّات.

مشكلة الدراسة

تكمن مشكلة الدّراسة في تدني تحصيل الطّلبة في مادة الرّياضيّات بشكل عام، والتي يعد موضوع التّحويلات الهندسيّة جانبًا مهما فيها، وعدم تقديرهم لأهميّة الرّياضيّات في الحياة، فقد لاحظت الباحثة خلال عملها كمعلمة رياضيّات على مدى ثمانية عشر عامًا انخفاضًا ملحوظًا في تحصيل الطلبة في الرياضيات مقارنة مع المواد الأخرى، كما لاحظت تذمر الطّلبة من حصص الرّياضيّات وعدم الإقبال على تعلمها برغبة وشوق.

وقد بينت نتائج الاختبارات الدولية ومن بينها اختبار (TIMSS) للعام (2019) انخفاض متوسط أداء الطّلبة في الرّياضيّات في الأردن مقارنة مع الدّول الأخرى على الصّعيدين الدّولي والعربي (المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية، 2021).

وفيما يتعلق باتّجاه الطّلبة نحو مادة الرّياضيّات فقد بين عدد من الدراسات إظهار بعض الطلبة لمواقف سلبية تجاه الرياضيات مثل دراسة الشرع (2010)، وبشكل عام أظهرت دراسة مازانا وسوير ومونتيرو وأوليفاجي (Mazana, Suero Montero, & Olifage,2019) أن الطّلبة يظهرون موقفًا إيجابيًا تجاه الرّياضيّات في المراحل المبكرة، لكن موقفهم يصبح أقل إيجابية مع تقدّمهم إلى مستويّات أعلى من التّعليم، لذلك كان لابد من البحث في طرق ووسائل حديثة ومثيرة تواكب متطلّبات العصر الحالي، وتحسن تحصيل الطلبة للمرحلة الثّانويّة وتنمي اتجاهاتهم نحو الرياضيات، وتأتي هذه الدراسة استجابة للعديد من الدّراسات السابقة التي أوصت بإجراء مزيد من الدراسات حول دمج المنصات والبرامج الحاسوبيّة في تدريس الرياضيات للمراحل المختلفة مثل (الصيداوي، 2023؛ كوجوك وأوزجي KÜÇÜK & Özge, 2023؛ وإنجي وروسلي Ng & Rosli, 2023).

أسئلة الدّراسة:

تسعى الدّراسة للإجابة عن السؤالين الآتيين:

السؤال الأول: هل يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (α=0.05) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التّحصيل البعدي لدى طلبة الصف الحادي عشر العلمي تعزى إلى طريقة التّدريس (التدريس بتوظيف برمجيّة الجيوجبرا، والطريقة الاعتيادية)؟

السؤال الثاني: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (α=0.05) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في الاتّجاه نحو الرّياضيّات لدى طلبة الصف الحادي

عشر العلمي، تعزى إلى طريقة التّدريس (التدريس بتوظيف برمجيّة الجيوجبرا، والطريقة الاعتيادية)؟

أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة إلى:

-تقصي أثر توظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس التّحويلات الهندسيّة للاقترانات على التّحصيل في الرياضيات.

-تقصي فاعلية توظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس التّحويلات الهندسيّة للاقترانات على الاتّجاه نحو الرّياضيّات.

أهميّة الدّراسة:

الأهمية النظريّة: تركز الدّراسة الحالية على موضوع التّحويلات الهندسيّة، والذي يعد من المواضيع المهمة في الرّياضيّات التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا مع العلوم الأخرى، وتسلط الضوء على برمجيّة الجيوجبرا، والتي تمثل نموذجًا للتّقنيات الحديثة المستخدمة في تدريس الرّياضيّات، وتوفر إطارًا نظريًّا ومجموعة من الدراسات السابقة في الموضوع.

الأهمية التطبيقية: من المُؤمل أن تسهم هذه الدّراسة في تزويد معلمي الرّياضيّات بخبرات تعليميّة حديثة تواكب التطور التكنولوجيّ، وتسهم في تطوير تدريس موضوع التّحويلات الهندسيّة بطرق تفاعليّة باستخدام برمجيّة الجيوجبرا، وقد تشجع القائمين على تدريب وتأهيل المعلمين على عقد دورات وورش عمل تدريبيّة؛ لتدريب معلمي الرّياضيّات على تفعيل برمجيّة جيوجبرا في الحصص الصّفيّة.

المصطلحات والتّعريفات الإجرائية:

اشتملت هذه الدّراسة عددًا من المصطلحات يمكن تعريفها إجرائيًّا واصطلاحيًّا كالتّالي:

التّحويلات الهندسيّة: يعرف مارتن (Martin,1982) التّحويلات الهندسيّة بأنها "عملية إجراء تحريك أو تغيير لأبعاد الشّكل الهندسيّ، سواء بالإزاحة أو المدّ حول محور أو نقطة محددة وبمقدار محدد، وتنقسم إلى أربع تحويلات: الانعكاس، الانسحاب، الدوران، التمدد".

وتعرف التّحويلات الهندسيّة إجرائيًا بأنها عملية إجراء تحريك لمنحنى اقتران سواء كان ذلك بالإزاحة أو الانعكاس حول محور، أو تغيير أبعاده بالتّوسيع أو التّضييق، وذلك في وحدة الاقترانات من كتاب الصف الحادي عشر العلمي لسنة (2023) في الفصل الدراسي الأول.

تعرف برمجيّة جيوجبرا(GeoGebra) إجرائيًا بأنها: برمجيّة رياضيّة مجانية متعددة النوافذ، تضم مجموعة من الأدوات التي توظف في دراسة الاقترانات والتّحويلات الهندسيّة عليها، وتستخدم لإكساب الطّلبة المفاهيم الرياضيّة بصورة تفاعليّة شيّقة.

التّحصيل: يعرفه شحاتة والنجار (2003: 89) على أنه "كل ما يكتسبه الطالب من معارف ومهارات واتجاهات وميول وقيم وأساليب تفكير وقدرات على حل المشكلات نتيجة دراسة ما هو مقرر عليهم في الكتب المدرسية، ويمكن قياسه بالاختبارات التي يعدها المعلمون "

يعرف التّحصيل إجرائياً بأنه: ما يكتسبه الطالب من معارف ومهارات نتيجة دراسته لوحدة الاقترانات من كتاب الصف الحادي عشر العلمي لسنة (2023)، ويقاس بالعلامة التي يحصل عليها في الاختبار التّحصيلي المعد لغرض الدراسة الحالية.

الاتّجاه نحو الرّياضيّات: يعرفه عبيد (2019: 46) بأنه "نزعات تؤهل الفرد للاستجابة بأنماط سلوكية محددة، نحو الأمور التي يحبها أو التي لا يحبها في مادة الرّياضيّات"

وتعرف الباحثة الاتّجاه نحو الرّياضيّات إجرائيًّا بأنه موقف الطالبة من قضية رياضية أو موقف رياضي بالقبول أو الرفض ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطّالب على مقياس الاتّجاه نحو الرّياضيّات المعد لغاية الدّراسة الحالية.

حدود الدّراسة ومحدداتها:

يتحدد تعميم هذه الدّراسة بالحدود التّالية:

الحدود الزمانيّة: الفصل الأول من العام الدّراسيّ (2023 /2024).

الحدود المكانيّة: إحدى المدارس التابعة لمديريّة التربيّة والتّعليم للواء ماركا في العاصمة عمّان.

الحدود البشريّة: اقتصرت الدّراسة على طالبات الصّف الحادي عشر العلمي والبالغ عددهن (57) طالبة.

الحدود الموضوعيّة: اقتصرت هذه الدّراسة على وحدة الاقترانات من كتاب الرّياضيّات للصف الحادي عشر العلميّ.

محددات الدّراسة: أما بالنسبة لمحددات تعميم نتائج هذه الدّراسة فتتمثل في أداتي الدّراسة (اختبار التّحصيل، ومقياس الاتّجاه نحو الرياضيّات)، وما تتمتعان به من مؤشرات صدق وثبات، ومدى موضوعيّة عينة الدّراسة.

الإطار النظري:

أولًا: برمجيّة الجيوجبرا (GeoGebra):

ظهرت في الآونة الأخيرة العديد من البرمجيّات الحاسوبيّة التي وُظّفت في مجال الإنشاءات الهندسيّة وحل المشكلات الجبريّة والتّحليلية، ويأتي تطوير مثل هذه البرمجيّات استجابة للتّوجهات التّربوية الحديثة التي تؤكد على أهميّة استخدام التّقنيات البصرية في تدريس الرّياضيّات.

تعد برمجيّة جيوجبرا (GeoGebra) أحد أشهر هذه البرمجيّات وأفضلها، ويعود الفضل في إنشاء هذه البرمجيّة إلى ماركوس هوهنوارتر (Markus Hohenwater) الذي قدمها في عام (2002/2001) كمشروع لنيل درجة الماجستير في تدريس الرّياضيّات وعلوم الكمبيوتر من جامعة سالزبورغ (Salzburg University) في النمسا، ومن ثم تمكن من تطوير برمجيته وقدمها كجزء من مشروعه لنيل درجة الدّكتوراه، وقد حصلت البرمجيّة على العديد من الجوائز العالمية، وترجمت إلى أكثر من خمسٍ وعشرين لغة (Majerek, 2014).

تعد برمجيّة جيوجبرا (GeoGebra) من التطبيقات الحاسوبيّة التّفاعليّة التي تبنى على أسس ومعايير تعليم الرّياضيّات، وتستخدم كوسيلة داعمة للمناهج المدرسية، حيث تمكن الطّلبة اكتشاف المفاهيم والحقائق الرياضيّة، وتجمع برمجية جيوجبرا بين الجبر والهندسة في آن واحد، فقد ذكر كوسا وكراكاس (Kosa & Karakus, 2010) أن برمجيّة جيوجبرا (GeoGebra) تتكون من:

-نظم الهندسة الديناميكية (DGS): وهي حزم من برامج الهندسة التّفاعليّة، تمكن المستخدم من رسم إنشاءات هندسية وتحريكها مستخدمًا الفأرة أو النقر على عناصر مُعَدَّة لهذا الغرض.

-نظم الجبر المحوسبة (CAS): وهي حزم من برامج حاسوبية قادرة على القيام بعمليات جبرية بسيطة أو معقدة، مثل حل أنظمة من المعادلات، وتبسيط مقادير جبرية، وإجراء التفاضل والتكامل.

ويوضح المرسال (2017) أن برمجيّة جيوجبرا تعالج مجالات رسم الدوال الرياضيّة بجميع أنواعها، والأشكال الهندسيّة كالخطوط، والنقاط، والأقواس، والدوائر، والمضلعات، والقطوع وغير ذلك، وتتناول مواضيع التّحويلات الهندسيّة كالانعكاس، والدوران، والانسحاب، والتمدد، وتستخدم لقياس الزوايا وأطوال الأضلاع وحساب المسافات بين النقاط والأشكال، إضافة إلى

إيجاد الحجوم والمساحات، ويمكن توظيفها في إنشاء الرسومات والإنشاءات الهندسية المتحركة، ورسم المجسمات والصور الثلاثية الأبعاد.

ويبين هوهنوارتر ولافكزا (Hohenwarter & Lavicza, 2007) أن برمجيّة جيوجبرا متاحة للجميع بشكل مجاني في جميع أنحاء العالم، وتتكون من مجموعة أدوات متكاملة تسهم في إكساب الطّلبة المفاهيم والمهارات الرياضيّة بطريقة سهلة شيّقة، كما أنها تناسب المراحل الدّراسيّة المختلفة.

ثانيًا: التحويلات الهندسية للاقترانات:

وتعد التّحويلات الهندسيّة من أبرز مواضيع الرياضيات المعاصرة الحديثة، فلكي نتمكن من فهمٍ أعمق لخصائص الأشكال الهندسيّة والمنحنيات لا بد من التّعرف إلى ما يمكن إحداثه من تحويلات تغير موقع النقط المكونة للشّكل في المستوى الإحداثيّ لإنتاج صورة تحافظ على خصائص الشكل الأصلي وهذا ما يسمى بالتّحويلات الهندسيّة.

ويصف كاستاجنا (castagna ,2020) التّحويل الهندسي بأنه تحويل يشبه اقتران واحد لواحد (1-1) في الجبر بحيث أن كل عنصر في المجال يرتبط بصورة واحدة في المدى وكل عنصر في المدى يمثل صورة لعنصر واحد في المجال، ويمكن أن تكون هذه العناصر نقاطًا، أو أشكالًا هندسية، أو اقتراناتٍ، أو صورًا، فعندما نجري انسحابًا لليمين بمقدار وحدتين للنقطة A نحصل على صورة واحدة يرمز لها A'.

وهنالك أربع تحويلات هندسية رئيسية توضحها الجزار (2015) كما يلي:

-الانعكاس: وهو تحويل هندسي يعكس (يقلب) الشكل الهندسي، وقد يكون الانعكاس في خط مستقيم (محور) يطلق عليه خط الانعكاس، أو في نقطة، أو في مستوى، ويتسم بالمحافظة على قياس الزوايا والأطوال، كما أنه يحافظ على الاستقامة والتوازي.

-الانسحاب: وهو تحويلٌ هندسي يحرك جميع نقاط الشكل الهندسي مسافة معينة في اتجاه واحد، أي يعبر عن انزلاق الشكل بمقدار مسافة ما في اتجاه محدد.

-التمدد: تحويلٌ هندسي يحدث تغيرًا على الحيز الذي يشغله الشيء في الفراغ، بحيث تشابه صورة الشكل بعد تمدد صورته القبلية، وتختلف في مقدار الحيز الذي تشغله فقط.

-الدوران: وهو تحويلٌ هندسي ينتج عن دوران الشكل حول نقطة ثابتة تسمى مركز الدوران، وبمقدار معين يسمى زاوية الدوران، ويكون الدوران في اتجاه عقارب الساعة أو عكسها.

ويوضح براون (Brown, 2014) أهميّة دراسة التّحويلات الهندسيّة للاقترانات، فهي تساعد في التعرف على خصائص الاقترانات المعقدة وتمثيل منحنياتها، فهذه الاقترانات تنتج من تطبيق تحويل هندسي أو أكثر على منحنى اقتران رئيس، وبعض هذه التّحويلات يحدث تغيرًا لموقع المنحنى فقط ولا يؤثر على شكله، كما في تحويلات الانسحاب والانعكاس، كما أن بعض التّحويلات الهندسيّة يغير شكل المنحنى، فيبدو أوسع أو أضيق من المنحنى الرئيس، مثل تحويلات التمدد، ويمكن التعبير عن سلسلة التّحويلات الهندسيّة بمعادلة جبرية تسمى معادلة التحويل الهندسي.

ويشير مولاني (Maulani, 2020) إلى أن دراسة التّحويلات الهندسيّة للأشكال والمنحنيات من الأمور البالغة الأهميّة في الرّياضيّات، فهي تساعد على صقل قدرات الطّلبة في الرّياضيّات، وتشجعهم على دراسة الأفكار التي تتضمنها من خلال مدخل تصوريّ وبديهيّ، كما أنها تؤكد على مهارات البحث، والتحقق، والتحويل، والتخمين الذكي، وتثري خبرات الطّلبة وأفكارهم، وتزيد من قدرتهم التخيلية والمكانية.

ويبين إيلاسلان (Ilaslan, 2013) أن تعلم التّحويلات الهندسيّة يساعد الطّلبة على معرفة خصائص الأشكال الهندسيّة، واكتشاف العلاقات بينها وتفسيرها، ويؤدي إلى تنمية الإبداع والابتكار، وتحقيق المتعة في تعلم الرّياضيّات، ويسهم تعلم التحويلات الهندسية أيضًا في ربط الرّياضيّات بالعلوم الأخرى، فيمكن الطلبة من إدراك أهميّة الرّياضيّات، وبيان دورها في الحياة اليومية، ويساعدهم على تكوين أنماط وسياقات خاصة بهم تمكنهم من فهم ما يحيط بهم، وأكد أيلاسلان على ضرورة ربط التّحويلات الهندسيّة بالحياة اليومية للطلبة، ودفعهم للتفكير في كل ما يحيط بهم؛ لتحقيق فهم أعمق للموضوع، وليكون تعلمهم ذا معنى.

ثالثًا: التحصيل الدراسي:

يعد مفهوم التّحصيل الدّراسيّ من المفاهيم التي شاع استخدامها في الأوساط التربوية وميادين علم النفس، وهو يشير في الاصطلاح إلى الدرجة التي يكتسبها الفرد، أو مستوى النجاح الذي يحققه ويصل إليه في مجال تعليمي أو تدريبي معين، فالاختبارات التّحصيلية التي يجريها المعلمون ويطبقونها على طلبتهم على مدار عام دراسي مثل اختبارات الرّياضيّات واللغة العربية والعلوم وغيرهم تقيس التّحصيل الدّراسيّ للطلبة في تلك المواد، فالهدف من تصميم هذه الاختبارات قياس مدى استيعاب الطّلبة للمعارف والمفاهيم ومدى إتقانهم للمهارات المتضمنة في تلك المواد خلال فترة زمنية محددة أو في نهاية مادة دراسية ما (أبو علام، 2011).

ويمثل التّحصيل الدّراسيّ عملية مُعقدة تتأثر بمجموعة واسعة من العوامل الذاتية (الفردية) كالذكاء، والطموح، والدافعية، والميل للتعلم، والثقة بالنفس، والصحة العقلية والجسمية، بالإضافة إلى مجموعة من العوامل الخارجية (عوامل بيئية واجتماعية) كالأسرة، ومستوى الدخل الفردي، وثقافة المجتمع، والأقران، والمناهج الدّراسيّة، والمدرسة، وطرائق التّدريس المتبعة، وتتفاعل تلك العوامل مع بعضها البعض مؤثرة على تحصيل الطّالب الدّراسيّ سلبًا أو إيجابًا، كما تمثل تلك العوامل تحديًا مهمًا للمؤسسات التّعليميّة والمجتمع على حد سواء، وقد انشغل الباحثون وصناع القرار بمحاولة فهمها وتحليل تأثير كل منها على أداء المتعلم وتحصيله الدّراسيّ؛ بغية اتخاذ خطوات وإجراءات فاعلة لتحقيق أكبر معدل نجاح ممكن للطلبة (علي، 2017).

وتعد طرائق التدريس من العوامل الرئيسية التي تؤثر في التحصيل الدراسي للطلبة، فهي تتنوع وتختلف في كيفيتها، وزمن تنفيذها، والأدوات والوسائل المستخدمة فيها، كما تتباين بين طرقٍ تقليدية وأخرى حديثة، إلا أننا لا يمكننا القول بأن طريقة ما أفضل من غيرها، ويختار المعلم ما يشاء من هذه الطرائق لتحقيق أهداف الدرس، والمهم هنا هو مدى انسجام الطّلبة مع هذه الطريقة أو تلك، ومدى استفادتهم منها، وتحقيقها للأهداف المرجوة بأقل وقت وجهد ممكن (المبروك، 2016).

تعتمد الكثير من طرائق التدريس الحديثة على دمج التكنولوجيا بالتعليم بما في ذلك استخدام البرمجيات الحاسوبية التعليمية المتخصصة، وقد أكدت العديد من الدراسات على أهميّة استخدام البرمجيّات التّعليميّة في تعلم الرّياضيّات، وأثبتت فاعليتها في رفع مستوى التحصيل الدراسي للطلبة الرياضيات، ومن هذه الدراسات: (القريني، 2013؛ الحيسوني، 2023؛ هيبة، 2022).

رابعًا: الاتجاه نحو الرياضيات:

إن القائم على تعليم الرّياضيّات يلمس تبايناً ملحوظاً في اتجاهات الطّلبة نحو مادة الرّياضيّات، فبعضهم يأتون إلى الحصة حاملين معهم مشاعر عدم حبهم للرياضيات، فهم يشعرون بصعوبتها وعدم جدوى دراستها، ويتصورون بأن مسائلها تخاطب الأذكياء، وأنه من المقبول أن يكونوا ضعافاً في الرّياضيّات، وعلى صعيد آخر نجد ثلة من الطّلبة استهوتهم

الرّياضيّات وما تحتويه من أفكار ومفاهيم ومسائل، فهم يدركون قيمتها وأهميتها ويستمتعون بحل مسائلها، ويتنافسون في ابتكار حلول غير مألوفة (ويليس، 2014).

ويرى علماء النفس أن دراسة الاتّجاه باتت المشكلة الرئيسية لعلم النفس الاجتماعي، وذلك لاعتبارهم أن اتجاهات الفرد تلعب دوراً رئيسياً في توجيه سلوكه في مواقف حياتية مختلفة، وأورد علماء النفس تعريفات عديدة للاتجاه فقد اجمع البعض أن الاتّجاه ما هو إلا حالة عقلية داخلية نفسية مكتسبة وثابتة نسبياً تتكون نتيجة مرور الشخص بمجموعة من الخبرات وتوجه استجاباته لمواقف مختلفة، بينما يرى آخرون أنه مفهوم يوضح نوع السلوك الذي نتحدث عنه ونلاحظه دون إشارة لوجود مكون داخلي يؤثر على السلوك أو يوجهه. (الداهري، 2010).

ويرى عطية (2015) أن الاتجاهات بشكل عام متعلمة، أي أنها ليست فطرية أو غريزية موروثة، بل يكتسبها الفرد نتيجة محصلة خبراته التي يمر بها خلال فترة نموه وتفاعله مع بيئته المادية والاجتماعية، وهي أنماط سلوكية قابلة للتعديل بالتعلم والتّعليم، وأنها تنمو وتتطور نتيجة تفاعل المتعلم مع بيئته (البيت، المجتمع والمدرسة)؛ لذا فهي تعد نتاجاً للعملية التربوية التّعليميّة والتنشئة الاجتماعية.

وقد أكد بلازار وكرافت (Blazar & Kraft, 2017) أن للمعلم تأثير فعّال على اتجاهات طلبته نحو مادة الرّياضيّات، فإخلاص المعلم وإتقانه لعمله، وحرصه الدائم على تقدم الطّلبة واهتمامه بهم ينعكس إيجاباً على اتجاهاتهم حياله وحيال ما يقدمه لهم من معرفة، كما أن حب المعلم للرياضيات واهتمامه بها، وحرصه على مواكبة كل جديد فيها، ومحاولته توظيف المهارات المتعلمة في مواقف حياتية يجعل الطلبة يدركون أهميّة هذه المادة، فيرتفع تقديرهم لها.

وتعد طرائق التّدريس عنصراً مهماً في عملية التعلم والتّعليم، فهي تؤثر بشكل مباشر على تفاعل الطّلبة مع المادة التّعليميّة وتعزيز مشاركتهم وبناء فهم أعمق للمفهوم، خصوصاً إذا كانت هذه الطرق تنسجم مع أنماط تعلمهم، وتراعي الفروق الفردية بينهم، وتربط ما يتعلمونه بتطبيقات عملية في حياتهم اليومية، وقد أثبتت الدراسات وجود علاقة وطيدة بين طرائق التّدريس واتجاهات الطّلبة حيال مادة الرّياضيّات، وأن استخدام طرائق حديثة مناسبة قد يحسن من اتجاهات الطّلبة نحو المادة، ومن الأمثلة على هذه الدراسات:

(أبو عقيل، 2021؛ بلهواري وأتشي، 2021؛ الجنيدي، 2020)

بعض الدراسات السابقة ذات الصلة:

قام الباحثان كوجوك وأوزجي (KÜÇÜK & Özge, 2023) بدراسة تجريبية هدفت إلى معرفة أثر استخدام برمجيّة (GeoGebra)، على تحصيل الطلاب في مادة الرّياضيّات، واتجاهاتهم نحو الهندسة، ومعتقداتهم حول طبيعة الرّياضيّات، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدّراسة من (34) طالباً من طلاب الصف السابع في إحدى المدارس المتوسطة الحكومية التركية، وتم جمع البيانات من خلال اختبارات تحصيلية ومقياس لقياس الاتّجاهات نحو الهندسة والمعتقدات حول طبيعة الرّياضيّات، وأظهرت النتائج أنه على الرغم من أن استخدام برمجيّة (GeoGebra) في تدريس الهندسة التحويلية أظهر تحسنًا لدى الطلاب في التّحصيل والاتّجاهات تجاه الهندسة والمعتقدات حول الرّياضيّات إلا أن النتائج لم تكن دالة إحصائيًا.

كما سعت دراسة الحوسنية وآخرين (2023) للبحث عن أثر توظيف برمجيّة الجيوجبرا (GeoGebra) في تدريس وحدة التماثل على التّحصيل الهندسي والدافعية نحو تعلم الهندسة لدى طلبة الصف السابع الأساسي بمحافظة مسقط بسلطنة عمان، تبَّنت الدّراسة المنهج التجريبي ذا التصميم شبه التجريبي على عينة مكونة من (133) طالبًا وطالبة، وتم تقسيم العينة لمجموعتين مجموعة تجريبية تكونت من (67) طالبًا وطالبة، ومجموعة ضابطة تكونت من (66) طالبًا وطالبة، وأظهرت نتائج البحث وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التّحصيل الهندسي والدافعية لصالح المجموعة التجريبية.

وأجرى أووروكوندو ومانيراهو وتوسيمي ونادايامباجي (Uwurukundo, Maniraho, Tusiime & Ndayambaje, 2023) دراسة هدفت لقياس أثر دمج برمجيّة جيوجبرا في تعليم الهندسة على أداء طلبة المدارس الثانوية واتجاهات كل من الطّلبة والمعلمين نحو الهندسة ثلاثية الأبعاد، تم اعتماد المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة البحث من (84) طالبًا وطالبة من المرحلة الثانوية العليا في راوندا، حيث تم اختيارهم بشكل مقصود، وتم تقسيمهم إلى مجموعتين: مجموعة ضابطة تكونت من (44) طالباً وطالبة، ومجموعة تجريبية تكونت من (40) طالباً وطالبة، وأظهرت النتائج وجود فرق ذي دلالة إحصائية في أداء الطّلبة بين المجموعتين لصالح المجموعة التجريبية، كما تحسنت اتجاهات الطّلبة والمعلمين نحو الهندسة ثلاثية الأبعاد، كما لم يكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية في الاتّجاهات بين الطلاب والطّالبات.

كما تناولت دراسة الحانوتي (2022) فاعلية استخدام برمجيّة الجيوجبرا على التّحصيل الدّراسيّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسي في منهاج الرّياضيّات في مدارس لواء عين الباشا، وقد اعتمدت الدّراسة على المنهج التجريبي بتصميم شبه التجريبي وعلى الاختبار التّحصيلي كأداة للدراسة، وقد تكونت عينة الدّراسة من (110) طلاب وطالبات تم اختيارهم بالطريقة القصدية، وقد أظهرت نتائج الدّراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلبة المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية.

كما هدفت دراسة آتيه وأساري (Atteh & Asare, 2022) إلى معرفة تأثير تطبيق الجيوجبرا على تحصيل طلاب المدارس الثانوية عند تعليمهم التّحويلات الهندسيّة (Rigid motion) في دولة غانا، واعتمد الباحثان على المنهج شبه التجريبي، واختار الباحثان فصلين دراسيين مكونين من (45) طالبًا عينة لدراستهما، وقد أظهرت نتائج الدّراسة تحسنًا ملحوظًا في تحصيل طلاب المجموعة التجريبية التي تم تدريسها باستخدام تطبيق الجيوجبرا مقارنة مع المجموعة الضابطة، كما لوحظ وجود توجهات إيجابية لدى الطلاب نحو تعلم الرّياضيّات باستخدام التطبيق.

وتناولت دراسة العطاس والفراني (2020) تأثير استخدام تطبيق الجيوجبرا على تنمية مهارات التعلم الموجه ذاتيًا والتّحصيل في الرّياضيّات لدى طالبات الصف الأول ثانوي بجدة، وتكونت عينة الدّراسة من (74) طالبة، جرى توزيعهم على مجموعتين، مجموعة ضابطة تكونت من (38) طالبة، ومجموعة تجريبية تكونت من (36) طالبة، واعتمدت الباحثة على المنهج الشبه تجريبي، وكشفت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية في تنمية مهارات التعلم الموجه ذاتيًا لصالح المجموعة التجريبية، ولم تظهر فروقًا ذات دلالة إحصائية بين درجات التّحصيل الدّراسيّ للمجموعة التجريبية والضابطة.

التعقيب على الدراسات السابقة:

وباستعراض الدراسات السابقة تبين أنها سعت لتقصي فاعلية توظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس مواضيع مختلفة في الهندسة والرّياضيّات، فقد تناولت دراسة أوروكوندو وآخرين (Uwurukundo & et al., 2023) الهندسة الفراغية، في حين تناولت دراسة الحوسنية وآخرين (2023) موضوع التماثل الهندسي، وتتفق الدّراسة الحالية مع دراسة كل من كوجوك وأوزجي (KÜÇÜK & Özge, 2023) وآتيه وأساري (Atteh & Asare, 2022) في تناولها لموضوع التّحويلات الهندسيّة بشكل عام، وتختلف عنهما في تخصصها بدراسة التّحويلات الهندسيّة للاقترانات.

اتبعت جميع الدراسات السّابقة مناهج شبه تجريبية لتحقيق أهداف الدّراسة بما يتفق مع الدّراسة الحالية، واتفقت دراسة كل من كوجوك وأوزجي (KÜÇÜK & Özge, 2023)، أوروكوندو وآخرون (Uwurukundo & et al., 2023)، مع الدّراسة الحالية في تقصي أثر برمجيّة جيوجبرا في كل من التّحصيل الدّراسيّ والاتّجاه نحو الرّياضيّات.

وتميزت الدراسة الحالية بتركيزها على موضوع التّحويلات الهندسيّة للاقترانات، وربط ذلك بالاقترانات الأسية واللوغاريتمية التي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بالتطبيقات الحياتية، حيث لوحظ –في حدودِ علم الباحثة– قلة الأبحاث والدراسات التي تناولت هذا الموضوع خصوصًا في المنطقة العربية، وقد استفادت الباحثة من الدراسات السّابقة في تكوين إطار نظري، وإعداد أدوات الدراسة.

الطريقة والإجراءات:

منهج الدّراسة:

استخدم المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي، حيث تم اعتماد مجموعتين، إحداهما تجريبية تم توظيف برمجيّة الجيوجبرا في تدريسها، والأخرى ضابطة تم تدريسها بالطريقة الاعتيادية.

أفراد الدّراسة:

ضم أفراد الدّراسة (57) طالبة من طالبات الصف الحادي عشر العلمي في إحدى المدارس التابعة لمديرية التربية والتّعليم للواء ماركا في العاصمة عمان، للفصل الدّراسيّ الأول من العام الدّراسيّ (2023/ 2024)، وتوزعت عينة الدّراسة على شعبتين، عينت إحداهما عشوائيًا لتمثل المجموعة "التجريبية" وضمت (30) طالبة بينما عينت الشعبة الأخرى والتي ضمت (27) طالبة، لتمثل المجموعة "الضابطة" والتي تم تدريسها بالطريقة الاعتيادية، وقد اختيرت المدرسة بالطريقة القصدية؛ وذلك لتعاون إدارة المدرسة مع الباحثة، حيث تعمل الباحثة معلمة رياضيات في تلك المدرسة منذ عدة سنوات، وبسبب توفر مختبر حاسوب مزود بالإمكانيات التّكنولوجيّة المناسبة، ولوجود عدة شعب للصف الحادي عشر العلمي تضم أعدادًا مناسبة للدراسة.

أدوات الدّراسة:

أولاً: اختبار التّحصيل في الرّياضيّات:

وهو اختبار موضوعي، قامت الباحثة بإعداده لقياس تحصيل الطالبات، حيث تكون من (15) فقرة، تنوعت ما بين أسئلة الاختيار من متعدد، والمزاوجة، وإكمال الفراغ، بالإضافة إلى أسئلة تطبيقية، وحددت الدرجة الكلية للاختبار (30) درجة، وقد حاولت الباحثة عند إعدادها لفقرات الاختبار، مراعاة مواصفات الاختبار الجيد، من حيث الشمولية، والصدق، والثبات، وسهولة تطبيقه وتصحيحه، ووضوح تعليماته، وقد قامت الباحثة باتباع ما يلي:

- تحديد الهدف من الاختبار.
- تحليل محتوى الوحدة.
- إعداد جدول مواصفات، حيث تم تصنيف الأهداف التّعليميّة لفقرات الاختبار وفقًا لمستويات بلوم، ومن ثم توزيعها إلى ثلاثة مستويات رئيسية (معرفة وفهم، تطبيق، مهارات تفكير عليا)، وقد قامت الباحثة بحساب الأوزان النسبية للأهداف حسب المستوى والموضوع، واستخراج العلامة المخصصة لكل مستوى وموضوع.
- صياغة فقرات الاختبار، حيث راعت الباحثة وضوح الفقرات، ومناسبتها لمستوى الطّالبات، وشمولها لمحتوى المادة الدّراسيّة قيد الدّراسة.
- تحديد عدد فقرات الاختبار، حيث توصلت الباحثة إلى (15) فقرة، بعد إجراء التعديلات من المحكمين على الأسئلة، وهو عدد مقبول في ضوء آراء المحكمين.

صدق اختبار التّحصيل في مادة الرّياضيّات:

قامت الباحثة بالتأكد من صدق المحتوى للاختبار من حيث شموليته، ووضوح فقراته، ومناسبتها حيث عرضت الاختبار على مجموعة من المحكمين، من ذوي الاختصاص والخبرة في المناهج والتّدريس والرّياضيّات في الجامعات الأردنية، وكذلك على عدد من المشرفين التربويين والمعلمين الذين يدرسون المرحلة الثانوية، وبلغ عددهم (18) محكمًا، وبعد الاطلاع على ملاحظات المحكمين وآرائهم، قامت الباحثة بإجراء التعديلات المناسبة.

معاملات الصعوبة والتمييز:

قامت الباحثة بتطبيق الاختبار على عينة استطلاعية مكونة من (25) طالبة من طالبات الصف الحادي عشر العلمي خارج عينة الدّراسة؛ وذلك لاستخراج معاملات الصعوبة والتمييز، وذلك على النحو الآتي:

معاملات الصعوبة: تراوحت ما بين (0.32 – 0.80)، وهي قيم مقبولة، إذ إن المدى المقبول لصعوبة الفقرة يتراوح بين (0.20 - 0.80) (عودة، 2010).

معاملات التمييز للفقرات: تراوحت قيم معاملات التمييز للفقرات بين (0.33 – 0.79)، وهي قيم مقبولة (عودة، 2010).

ثبات اختبار التّحصيل في مادة الرّياضيّات:

تم التأكد من ثبات اختبار التّحصيل في المادة بطريقتين:

طريقة الإعادة (Test-Retest): طبق اختبار التحصيل على العينة الاستطلاعية، وأُعيد تطبيقه على العينة نفسها بعد مرور خمسة عشر يومًا من التطبيق الأول، وحُسب معامل ارتباط بيرسون للعلامة الكلية للاختبار بين التطبيقين الأول والثاني، وقد بلغت قيمته (0.789^{**}) وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى الدلالة (α=0.01)، وبذلك يكون الاختبار قد حقق درجة ثبات عالية، وعدت تلك القيم مقبولة لأغراض الدّراسة.

الاتساق الداخلي لفقرات الاختبار باستخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha): تم التحقق من ثبات اختبار التحصيل باستخدام معادلة كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)، بعد تطبيقه على العينة الاستطلاعية المختارة، وقد بلغت قيمته (0.832).

تصحيح الاختبار التّحصيلي

تم تصحيح الاختبار التّحصيلي وفق الإجراءات التّالية:

-إعداد إجابة نموذجية لأسئلة الاختبار، وتوزيع العلامات على فقراته في ضوء جدول المواصفات المعد مسبقًا، وتكون بذلك العلامة الدنيا للاختبار صفرًا، والعلامة القصوى (30)

-تصحيح الاختبار من الباحثة، ووضع العلامة النهائية لكل طالبة.

- التحقق من ثبات تصحيح الاختبار، حيث قامت إحدى معلمات الرّياضيّات بإعادة تصحيح الاختبار، والتحقق من صحة العلامة النهائية، وقد توافقت نتيجتا التصحيح، مما يشير إلى ثبات التصحيح ودقته.

ثانيًا: مقياس الاتّجاه نحو الرّياضيّات:

طورت الباحثة مقياس اتّجاه نحو الرّياضيّات، وذلك بعد اطلاعها على الأدب النظري والرجوع إلى الدراسات (بن الحاج جلول وقيدوم، 2018؛ المنصوري، 2019؛ بو أحمد وهدار، 2020؛ أبوعبيد، 2019) وقد تم اختيار عدد من العبارات، وإعادة دراستها وصياغتها؛ لتنسجم مع أهداف الدّراسة الحالية، فضم المقياس (20) فقرة بصورة نهائية، تنوعت ما بين فقرات إيجابية وسلبية.

وتم اعتماد مقياس ليكرت (Lekirt) الخماسي المتدرج (دائمًا، غالبًا، أحيانًا، نادرًا، أبدًا)، وإعطاء الدرجة (5، 4، 3، 2، 1) على الترتيب للفقرات الإيجابية، و(1، 2، 3، 4، 5) على الترتيب للفقرات السلبية، وبذلك تكون الدرجة الكلية القصوى للمقياس (100) درجة، والدنيا (20) درجة.

صدق مقياس الاتّجاه نحو الرّياضيّات:

للتحقق من صدق مقياس الاتجاه، قامت الباحثة بالتحقق من صدق المحتوى بعرض المقياس بصورته الأولية على مجموعة محكمين من ذوي الخبرة والاختصاص في مجال المناهج وأساليب التّدريس؛ وذلك للتأكد من صياغة الفقرات، وسلامة بنائها اللغوي، ومناسبتها للفئة العمرية المستهدفة، ومن ثم قامت بإجراء بعض التعديلات في ضوء آراء المحكمين.

فاعلية فقرات مقياس الاتّجاه نحو الرياضيات:

للتحقق من فاعلية فقرات مقياس الاتّجاه نحو الرّياضيّات، تم استخراج قيم معامل ارتباط بيرسون للفقرة مع الدرجة الكلية للمقياس، وذلك بعد تطبيق المقياس على عينة استطلاعية مكونة من (25) طالبة خارج عينة الدّراسة، وقد تراوحت معاملات الارتباط للفقرات مع الدرجة الكلية للمقياس بين (0.359 – 0.937)، وهي قيم مناسبة ودالة إحصائيًا عند المستوى (α=0.01).

ثبات مقياس الاتّجاه نحو الرّياضيّات:

للتحقق من ثبات المقياس، تم تطبيق المقياس على العينة الاستطلاعية المختارة، ومن ثم تم حساب معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) حيث بلغت قيمته (0.888).

ثالثًا: دليل المعلم:

قامت الباحثة بإعداد دليل معلم لتدريس وحدة الاقترانات من كتاب الصف الحادي عشر العلمي، وبيان كيفية توظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس المواضيع المتعلقة بالتّحويلات

الهندسيّة الواردة فيها، فقد قامت بتحديد الأهداف التي تطمح الباحثة لتحقيقها باستخدام الدليل، وتحليل محتوى الوحدة، وضم الدليل توضيحًا لكيفية تثبيت واستخدام برمجيّة جيوجبرا في دراسة التّحويلات الهندسيّة للاقترانات، بالإضافة إلى خطة تنفيذية تفصيلية لتدريس الوحدة، وتدرجت الحصص في خطوات أساسية (التهيئة، والاستكشاف، والتّدريس، والتقويم، والتدريب)، وروعي عند تخطيطها التنويع في الأنشطة الجماعية والفردية، واتباع التقويم بالتغذية الراجعة المناسبة، وقد تم التنويع في الأنشطة ما بين أنشطة تعليمية يعرضها المعلم، وأنشطة تعلميّة ينفذها المتعلم بنفسه.

عرض الدليل على مجموعة محكمين من ذوي الخبرة والدّراية في المناهج والتّدريس في جامعات مختلفة، والمشرف التربوي في لواء ماركا، ومجموعة من معلمات الرّياضيّات اللواتي يُدَرّسن المرحلة الثانوية، وتم الأخذ بملاحظاتهم وآرائهم حول الدليل.

نتائج الدراسة ومناقشتها:

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول "هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (α=0.05) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التّحصيل لدى طلبة الصف الحادي عشر العلمي تعزى إلى طريقة التّدريس (التدريس باستخدام برمجيّة الجيوجبرا، والطريقة الاعتيادية)"؟

للإجابة عن هذا السؤال، حسبت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التّحصيل القبلي والبعدي، كما هو موضح في الجدول (1).

جدول (1): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاختبار التحصيل

المجموعة	القبلي		البعدي		العدد
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
التجريبية	6.47	2.22	22.83	5.46	30
الضابطة	6.56	2.39	18.7	5.67	27

يبين الجدول (1) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطين الحسابيين للمجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التّحصيل البعدي لمادة الرّياضيّات، حيث بلغ المتوسط الحسابي للمجموعة

التجريبية في الاختبار البعدي (22.83) وبانحراف معياري (5.46)، بينما بلغ المتوسط الحسابي للمجموعة الضابطة في الاختبار البعدي (18.7) وبانحراف معياري (5.67)، وللتحقق من دلالة هذه الفروق، استخدم تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA)، كما هو مبين في الجدول (2).

جدول (2): نتائج تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لاختبار التّحصيل البعدي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف (F)	الدلالة الإحصائية	حجم الأثر (η^2)
الاختبار القبلي	1174.586	1	1174.586	120.766	0.00	0.691
طريقة التّدريس	263.614	1	263.614	27.104	0.00	0.334
الخطأ	525.211	54	9.726			
الكلي	26786.000	57				
الكلي المعدل	1942.140	56				

يتضح من الجدول (2) وجود فرقٍ ذي دلالةٍ إحصائيةٍ عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين متوسطي الدرجة الكلية لاختبار التّحصيل البعدي لدى طلبة الصف الحادي عشر العلمي في مادة الرّياضيّات يعزى لأثر طريقة التّدريس المتبعة، حيث بلغت قيمة ف (27.104)، وبدلالة إحصائية (0.00).

ولمعرفة دلالة هذه الفروق، حسبت المتوسطات الحسابية المعدلة والأخطاء المعيارية، والجدول (3) يوضح ذلك.

جدول (3): المتوسطات الحسابية المعدلة، والخطأ المعياري للدرجة الكلية في اختبار التّحصيل البعدي

المجموعة	المتوسط المعدل	الخطأ المعياري
التجريبية	22.918	0.569
الضابطة	18.610	0.600

يتضح من الجدول (3) أنّ المتوسط الحسابي المعدل للمجموعة التجريبية بلغ (22.9) في اختبار التّحصيل البعدي، بينما بلغ المتوسط الحسابي المعدل للمجموعة الضابطة (18.6)، مما

يشير إلى أنّ الفرق كان لصالح المجموعة التجريبية، وحسبت قيمة مربع إيتا (η^2) لقياس حجم الأثر، حيث بلغت (0.334) وهو حجم أثر كبير بحسب كوهن (Cohen,1977)، وهذا يعني أن ما نسبته (33.4%) من التباين في أداء الطّلبة يرجع لاستخدام برمجيّة جيوجبرا، بينما قد تعود النسبة المتبقية لعوامل أخرى غير متحكم بها.

وهذا يدل على فاعلية توظيف برمجيّة جيوجبرا في تدريس التّحويلات الهندسيّة في التّحصيل في الرّياضيّات، وقد يرجع التأثير الإيجابي لتوظيف برمجيّة جيوجبرا لعدة عوامل ترتبط بالخصائص والمميزات التي تمتع بها برمجية جيوجبرا التي تسهم في تعزيز التعلم النشط للطالب بما يتماشى مع التوجهات الحديثة للتربية والتعليم، حيث تؤكد تلك التوجهات على أهمية الدور الإيجابي للمتعلم في عملية التعليم وأثره الفعّال في تحسين نتائج التحصيل الدّراسيّ ورفع كفاءة المتعلمين وزيادة مهاراتهم.

وتمكن برمجية جيوجبرا الطّلبة من التّفاعل مع المفاهيم الهندسيّة، بصورة بصرية تسهم في تحويل المفاهيم المجردة إلى مفاهيم محسوسة، وتتيح لهم فرصة استكشاف التّحويلات الهندسيّة للاقترانات، وملاحظة تأثير التغيرات الجبريّة لقاعدة الاقتران على خصائصه بصورة بصرية مباشرة، مما يُمَّكنهم من تكوين تعميمات، وإصدار أحكام تتعلق بموضوع التّحويلات الهندسيّة للاقترانات، وقد أشارت الهمشري (2019) إلى أهميّة التمثيل البصري للمعلومات، حيث أنّه يتم الاحتفاظ به في الذاكرة بعيدة المدى.

وتتعامل برمجيّة جيوجبرا مع مفاهيم جبرية وهندسية في آن واحد، مما يسهل عملية فهم واستيعاب المفاهيم الهندسيّة، وربطها بالمفاهيم الجبريّة المقابلة لها، محققة بذلك بعض الأهداف التي يسعى مصممو البرمجية لتحقيقها كما ذكرت الحوسنية وآخرون (2023)، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى الفهم والاستيعاب لدى الطلبة.

كما لاحظت الباحثة أن استخدام برمجيّة جيوجبرا يساعد على توفير الوقت والجهد المبذول في عملتي التعلم والتّعليم، مما انعكس إيجابًا على عدد الأنشطة والتمارين المنفذة في الحصة الصّفيّة للمجموعة التجريبية، مقارنة مع المجموعة الضابطة، فساهم ذلك في التخفيف من عبء الدّراسة اليومية، مما أدى إلى زيادة الفهم والاستيعاب لدى الطالبات، وتمكنهن من إتقان المهارات المتعلقة بالوحدة بصورة أفضل.

تتفق نتائج الدّراسة الحالية مع دراسات سابقة، وجدت أثرًا إيجابيًا لاستخدام برمجيّة جيوجبرا على التّحصيل، مثل دراسة الحوسنية وآخرين (2023)، التي أظهرت فاعلية استخدام برمجيّة جيوجبرا في تدريس وحدة التماثل على التحصيل الهندسي لدى طلبة الصف السابع الأساسي في محافظة مسقط ، ودراسة الحانوتي (2022)، التي بينت فاعلية استخدام برمجية جيوجبرا على التحصيل الرياضي لدى طلبة الصف العاشر في مدينة عمان، بالإضافة إلى دراسة أوروكوندو وآخرين (Uwurukundo, et al., 2023) التي أظهرت أن استخدام برمجية جيوجبرا أسهم في تحسن أداء طلبة المرحلة الثانوية في راوندا في الهندسة.

وقد اختلفت نتائج الدّراسة الحالية مع دراسة كوجوك وأوزجي (KÜÇÜK & Özge, 2023)، حيث بينت النتائج أنّ التحسن في التّحصيل الدّراسيّ لدى المجموعة التجريبية لم يكن ذا دلالة إحصائية، ودراسة العطاس والفراني (2020) التي بينت عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التحصيل.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني "هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (α=0.05) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في الاتّجاه نحو الرّياضيّات لدى طلبة الصف الحادي عشر العلمي، تعزى إلى طريقة التّدريس (باستخدام برمجيّة الجيوجبرا، والطريقة الاعتيادية)"؟

للإجابة عن هذا السؤال، حسبت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس الاتّجاه القبلي والبعدي كما هو موضح في الجدول (4).

جدول (4): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس الاتّجاه القبلي والبعدي

المجموعة	القبلي		البعدي		العدد
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
التجريبية	61.733	15.702	75.000	15.329	30
الضابطة	65.593	14.056	68.444	13.446	27

يبين الجدول (4) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطين الحسابيين للمجموعتين التجريبية والضابطة في المقياس البعدي للاتجاه نحو الرّياضيّات، حيث بلغ المتوسط الحسابي للدرجة

الكلية للمجموعة التجريبية في مقياس الاتّجاه البعدي (75.00)، بينما بلغ المتوسط الحسابي للمجموعة الضابطة (68.444)، وللتحقق من دلالة هذه الفروق، وعزل أثر درجة مقياس الاتّجاه القبلي، تم إجراء تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA)، كما هو مبين في الجدول (5).

جدول (5): تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لمقياس الاتّجاه نحو الرّياضيّات البعدي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف(F)	الدلالة الإحصائية	حجم الأثر (η^2)
درجة المقياس القبلي	9494.998	1	9494.998	253.868	0.000	0.825
طريقة التّدريس	1382.554	1	1382.554	36.965	0.000	0.406
الخطأ	2019.669	54	37.401			
الكلي	306750.00	57				
الكلي المعدل	12125.368	56				

يتضح من الجدول (5) وجود فرقٍ ذي دلالةٍ إحصائيةٍ عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين متوسطي الدرجة الكلية لمقياس الاتّجاه البعدي لدى طلبة الصف الحادي عشر العلمي نحو الرّياضيّات؛ يعزى لطريقة التّدريس، حيث بلغت قيمة ف (36.965) وبدلالة إحصائية (0.00). وللكشف عن مدى فاعلية طريقة التّدريس، تم إيجاد مقدار مربع إيتا (η^2) لقياس حجم ذلك الأثر فبلغ (0.406)، وذلك يمثل حجم أثر كبير بحسب كوهن (Cohen,1977)، وبذلك يمكن القول بأن ما نسبته (40.6%) من التباين في أداء الطّلبة يرجع لاستخدام برمجيّة جيوجبرا، بينما قد تعود النسبة المتبقية لعوامل أخرى غير متحكم بها.

ولمعرفة دلالة هذه الفروق؛ حسبت المتوسطات الحسابية المعدلة للدرجة الكلية للمقياس لدى المجموعتين التجريبية والضابطة، والأخطاء المعيارية، والجدول (6) يوضح ذلك.

جدول (6): المتوسطات الحسابية المعدلة، والخطأ المعياري للدرجة الكلية في مقياس الاتّجاه البعدي

المجموعة	المتوسط المعدل	الخطأ المعياري
التجريبية	76.607	1.121
الضابطة	66.659	1.182

يتضح من الجدول (6) أنّ المتوسط الحسابي المعدل للمجموعة التجريبية بلغ (76.607) في المقياس البعدي للاتجاه نحو الرّياضيّات، بينما بلغ المتوسط الحسابي المعدل للمجموعة الضابطة (66.659)، مما يشير أن الفرق كان لصالح المجموعة التجريبية.

وقد يعزى الأثر الإيجابي إلى أنّ استخدام برمجيّة جيوجبرا في تدريس التّحويلات الهندسيّة، يتناسب مع توجهات الطّلبة لاستخدام التقنيات والتطبيقات الإلكترونية الحديثة في التعلم، فهي تستثير دافعيتهم وتزيد حماسهم للتعلم وتشويقهم للدرس، وتجعل المفاهيم أكثر وضوحًا بالنسبة لهم، فيقل ما بها من غموض وتجرد، وبذلك تتحسن نظرتهم للرياضيات، وتتكون لديهم اتجاهات إيجابية نحو تعلمها.

وقد وضح السيد والمسعد (2018) أن برمجية جيوجبرا صممت لتراعي عدة مبادئ في تعلم الرياضيات تؤدي في مجملها إلى زوال الرهبة من الرياضيات، وبناء ثقة المتعلم بقدرته على حل المعضلات الرّياضيّة التي يواجهها، وهذا يساعد بطبيعة الحال في تحسين اتجاهات الطلبة نحو تعلم الرياضيات، كما تعتقد الباحثة أن توظيف برمجية جيوجبرا في حل مسائل من الحياة، ساهم في تنمية قدرة الطّالبات على فهم تلك المسائل وتخيلها مما أدى إلى تعزيز إدراكهن لأهمية الرياضيات في الحياة الواقعية، فأظهرن تحسنًا في مجال الاتجاه حيال أهمية الرياضيات على المقياس البعدي.

تتفق نتائج الدّراسة الحالية مع دراسات سابقة، وجدت أثرًا إيجابيًا لاستخدام برمجيّة جيوجبرا على الاتّجاه نحو الرّياضيّات، مثل دراسة بيرجين وتوبوز (Birgin & Topuz, 2021) التي أظهرت فاعلية استخدام برمجيّة جيوجبرا في بيئة تعلمٍ تعاوني في تحسين اتجاهات طلبة الصف السابع الأساسي في إحدى المدن التركية نحو تعلم الرّياضيّات، ودراسة أوروكوندو وآخرين (Uwurukundo, et al., 2023) والتي بينت أن دمج برمجية جيوجبرا في تعليم الهندسة يؤثر إيجابًا في اتجاهات طلبة المرحلة الثانوية العليا نحو الهندسة ثلاثية الأبعاد وذلك في راواندا.

في ضوء النتائج السّابقة توصلت الدّراسة الحالية إلى جملة من التوصيات والمقترحات:

-استخدام برمجية جيوجبرا في تدريس التحويلات الهندسية لرفع التحصيل الدراسي وتنمية اتجاهات الطلبة نحو الرياضيات.

-بناء قناعات إيجابية لدى معلمي الرّياضيّات حول التكنولوجيا وأهميتها في إثراء بيئة التعلم، ومدى فاعليتها في تحسين تحصيل الطلبة واتجاهاتهم نحو الرياضيات.

-إعداد أدلّة إرشادية توضح كيفية توظيف برمجيّة جيوجبرا بصورة تفاعلية في تدريس الرّياضيّات.

-إجراء المزيد من الدراسات حول فاعلية توظيف برمجيات أخرى متخصصة بالرّياضيّات، مثل ديسموس (Desmos)، جيومترس سكتتشباد (Geometer's Sketchpad)، جيونكست (Geonext) وغيرهم، وبيان أثرهم في التّحصيل والاتّجاه نحو الرّياضيّات.

-إجراء دراسات حول اتجاهات المعلمين نحو استخدام التقنيات والتطبيقات الإلكترونية في التّعليم.

المراجع:

- بو أحمد، يحي وهدار، مصطفى سليم (2020). تصميم مقياس الاتّجاه نحو تعلم مادة الرّياضيّات. **مجلة العلوم الانسانية**، 20(2)، 250 – 269.

- البكور، رانيا مطلق (2016). **تقنيات الرياضيات، واقع، تحصيل، اتجاهات**. الأكاديميون للنشر والتوزيع، عمان.

- بلهواري، توفيق وأتشي، عادل. (2021). **إستراتيجيات التّدريس القائمة على نظرية الذكاءات المتعددة وأثرها على اتجاه التلاميذ نحو مادة الرّياضيّات**. مجلة الشامل للعلوم التربوية والاجتماعية، 4(2)، 86-100.

- الجزار، فاطمة فتوح (2015). **الاستيعاب المفاهيمي للتحويلات الهندسيّة لدى الطلاب معلمي الرّياضيّات باللغة الإنجليزية في كلية التربية – جامعة الإسكندرية (دراسة تقيمية)**. كلية التربية – جامعة الإسكندرية 18(8)، 78-200.

- الجنيدي، رانيا (2020). فاعلية التّدريس باستخدام الخرائط الذهنية الإلكترونية في تنمية التّحصيل والاتّجاه نحو مادة الرّياضيّات لدى طلاب المرحلة الثانوية بمحافظة دمياط. **المجلة العلميّة لكلية التربية النوعية-جامعة المنوفية**، 7(21)، 997-1116.

- بن الحاج جلول، عبد القادر وقيدوم، أحمد (2018). بناء مقياس الاتّجاه نحو الرّياضيّات لدى تلاميذ مرحلة التّعليم الابتدائي. **مجلة التنمية البشرية**، 6(2)، 37 – 55.

- الحانوتي هشام يوسف (2022) فاعلية استخدام برمجيّة جيوجيبرا GeoGebra على التّحصيل الدّراسيّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسي في منهاج الرّياضيّات في مدارس لواء عين الباشا. **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، 6(11)، 137-154.

- الحوسنية، خولة والعبرية، بشرى والريامية، إيمان والبدرية، عواطف والهاشمية، أميمة (2023). أثر استخدام تطبيق جيوجبرا GeoGebra في تدريس وحدة التماثل على التّحصيل الهندسي والدافعية نحو التعلم لدى طلبة الصف السابع الأساسي بسلطنة عمان. **مجلة تربويات الرّياضيّات**، 26(6)، 52-112.

- الحيسوني، محمد حميدان (2023). فاعلية البرمجيات التعليمية في تنمية التحصيل الرياضي ومهارات التفكير لدى الطلاب. **مجلة كلية التربية**، جامعة طنطا، 89(1)، 497-533.

- الداهري، صالح حسن أحمد (2010). **علم الاجتماع النفسي التربوي**. دار ومكتبة الحامد للنشر والتوزيع، عمان.

- السيد، الحسين إسماعيل والمسعد، أحمد بن زيد (2018). أثر تدريس الأشكال الثنائية باستخدام تطبيق الجيوجبر لطلاب الصف الأول المتوسط على التّحصيل. **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، 2(24)، 107-124.

- شحاته، حسن والنجار، زينب (2003). **معجم المصطلحات التربوية والنفسية**. ط1، الدار المصرية اللبنانية، القاهرة.

- الشرع، إبراهيم. (2010). اتجاهات طلبة المرحلة الأساسية العليا نحو الرياضيات وعلاقتها بمستوى تحصيلهم، وجنسهم، ومستواهم الدراسي. **مجلة جامعة آل البيت**، 16(3)، 125-164.

- الصيداوي، غسان رشيد (2023). فاعلية استخدام المنصات التّعليميّة في تدريس مادة الرياضيات وأثرها على التّحصيل والاتّجاه نحوها. **مجلة كلية التربية الأساسية**، 29(118)، 531-554.

- عبيد، أحمد (2019). أثر استخدام استراتيجية التّعليم المتمايز في تنمية مهارات التفكير الإبداعي وتحسين الاتجاهات نحو مقرر الرياضيات لدى طلبة الصف الثاني الثانوي. **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، 3(10)، 62-41.

- عطا الله، فاضل عبد العباس (2020). قياس مستوى التّعليم الإلكتروني ومعرفة درجة توافر واستخدام الأساليب الحديثة في تدريس الرّياضيّات. **مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع**، (57)، 23-42.

- العطاس، أسماء والفراني، لينا (2020). أثر استخدام برنامج جيوجبرا (GeoGebra) على تنمية مهارات التعلم الموجه ذاتيًا والتّحصيل في الرّياضيّات لطالبات الصف الأول الثانوي بجدة، **مجلة تربويات الرّياضيّات**، 23(5)، 54-74.

- عطية، محسن علي (2015). **الجودة الشاملة والمنهج**. دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان.

- علي، مروة حسين (2017). **العوامل النفسية المؤثرة في الأداء الدّراسيّ**. ط1، دار أمجد للنشر والتوزيع، عمان.

- أبو عبيد، أحمد علي خلف (2019). أثر استخدام استراتيجية التّعليم المتمايز في تنمية مهارات التفكير الإبداعي وتحسين الاتّجاهات نحو مقرر الرّياضيّات لدى طلبة الصف الثاني الثانوي. **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، 3(10)، 41 – 62.

- أبو عقيل، إبراهيم (2021). أثر استخدام استراتيجية البيت الدائري على التّحصيل وتنمية الاتّجاه نحو الرّياضيّات. **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، 23(3).

- أبو علام، رجاء (2011). **مناهج البحث العلمي في العلوم النفسية والتربوية.** ط6، دار النشر للجامعات، القاهرة.

- عودة، أحمد سليمان (2010). **القياس والتقويم في العملية التدريسية**. ط4، دار الأمل للنشر والتوزيع، إربد.

- القريني، ظافر بن أحمد (2013). فاعلية البرمجيّات التّعليميّة في استيعاب المفاهيم الرياضيّة تصور مقترح لوحدة تعليمية مبنية وفق برمجيّة جيوجبرا. **المجلة العربية للعلوم الاجتماعية**، جامعة أم القرى، 1(14)، 129-197.

- المبروك، فرج (2016). **طرائق التّدريس العامة طريقة النجاح في مهنة التّدريس**. دار حميثرا للنشر والترجمة، القاهرة.

- محمد، ميرفت محمود (2015). **مصادر تطوير تعليم الرياضيات**. مركز دبينو لتعليم التفكير، عمان.

- المرسال، إكرامي محمد (2017). تصميم أنشطة إثرائية في ضوء إحدى برمجيات الرّياضيّات التّفاعليّة برمجيّة الجيوجبرا GeoGebra واستخدامها في إكساب تلاميذ المرحلة الابتدائية المعرفة الرياضيّة المفاهيمية والإجرائية. **مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، (81)، 17-47.

- المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية (2021). **التقرير الوطني الأردني عن الدّراسة الدولية للرياضيات والعلوم لعام 2019 (TEMSS 2019).** سلسلة منشورات المركز (189).

- المنصوري، مشعل بدر أحمد (2019). أثر نموذج إيديال IDEAL في التّحصيل والاتّجاه نحو الرّياضيّات لدى طلاب الصف العاشر في دولة الكويت. **مجلة العلوم التربوية**، ع39، 15 – 52.

- هيبة، لمياء أحمد (2022). استخدام البرمجيّات التّفاعليّة في تعليم الرّياضيّات المدرسية لتنمية مهارات التفكير العليا لدى الطلاب المعلمين بكليات التربية. **مجلة كلية التربية ببنها**، 33(129)، 630-670.

- الهمشري، يسرية (2016). **تصميم التّدريس الإلكتروني: مهاراته وتطبيقاته للعاملين به**. المنشأة العربية لإدارة خدمات تكنولوجيا المعلومات، القاهرة.

- ويليس، جودي (2014). **تعلم حب الرّياضيّات: إستراتيجيات تدريس لتغيير اتجاهات الطلاب وتحقيق النتائج**. (ترجمة سهام جمال)، مكتبة العبيكان، الرياض.

- Atteh, E. & Asare, T. (2022). The Impact of Using GeoGebra Software in Teaching and Learning Transformation (Rigid motion) on Senior High School Students' Achievement. **Asian Journal of Education and Social Studies**, 36-46.
- Birgin, O., & Topuz, F. (2021). Effect of the GeoGebra Software-Supported Collaborative Learning Environment on Seventh Grade Students' Geometry Achievement, Retention and Attitudes. **The Journal of Educational Research**, 114(5), 474-494.
- Brown, T. (2014). **Function Transformations**. Saltire Software Incorporated, New York.
- Blazar, D. & Kraft, M. (2017). Teacher and Teaching Effects on Students' Attitudes and Behaviors. **Educational Evaluation and Policy Analysis**, 39(1), 146-170.
- Castanga, A. (2020**). Let's Review Regent's: Geometry 2020**. Kapla, Inc., d / b / a Barron's Educational Series, New York.
- Cohen, J. (1977). **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hohenwarter, M. & Lavicza, Z. (2007). Mathematics Teacher Development with ICT: Towards an International GeoGebra Institute. **Proceeding of the British Society for Research into Learning Mathematics**, University of Northamton, UK, 27(3),49-54.
- Ilaslan, S. (2013). **Middle School Mathematics Teachers' Problems in Teaching Transformational Geometry and Their Suggestions for The Solution of These Problems**. Master's thesis. Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Kosa, T.& Karakus, F. (2010). Uising Dynamic Geometry Software Cabrie 3D for Teaching Analytic Geometry. **Procedia Social and Behavioral Sciences**,2(2),1385- 1389.
- KÜÇÜK, K., & Özge, N. (2023). The Effects of GeoGebra-Assisted Transformation Geometry Instruction on Student Achievement, Attitudes, and Beliefs. **Journal of Computer and Education Research**, 11(22), 671-690.
- Majerek, D. (2014). Application of GeoGebra for Teaching Mathematics. **Advances in Science and Technology Research Journal**, 8(24), 51-54.
- Martin, G. (1982). **Transformation Geometry.** Department of Mathematics and Statistics. University of New York.
- Mazana, M., Suero Montero, C., & Olifage, R. (2019). Investigating Students' Attitude towards Learning Mathematics. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, 14(1), 207-231.

- Maulani, I., & Zanthy, S. (2020). Analisis Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Materi Transforasi Geometri**. Jurnal Gammath**, 5(1), 16-25.
- Ng, A., & Rosli, R. (2023). Systematic Literature Review: The Use of GeoGebra Software in Geometry Learning: Sorotan Literatur Bersistematik: Penggunaan Perisian GeoGebra dalam Pembelajaran Geometri. **Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia**, 13(1), 64-78.
- Tambi, N. & KwanEu, L. (2013). Effect of Students, Achievement in Fractions Using GeoGebra, Sainsab. 16, 97-106.
- Uwurukundo, S., Maniraho, F., Tusiime, M., Ndayambaje, I., & Mutarutinya, V. (2023). GeoGebra Software in Teaching and Learning Geometry of 3-Dimension to Improve Students' Performance and Attitude of Secondary School Teachers and Students. **Education and Information Technologies**, 1-23.

.