برنامج إثرائى فى التحويلات الهندسية قائم على استخدام "الجيوجبرا" Geogebra وأثره فى تنمية التفكير المكانى لدى طلاب الصف الأول الإعدادى

إعداد
دكتورة/ سحر ماهر خميس إبراهيم
مدرس المناهج وتعليم الرياضيات
كلية التربية – جامعة الإسكندرية

ملخص البحث (باللغة العربية):

استحوذ استخدام التكنولوجيا فى تعليم الرياضيات، وتعلمها على عناية عديد من المعنيين بهذا المجال على المستويين القومى، والعالمى ؛ ففي وثيقة معايير المجلس القومي لمعلمي الرياضيات National Council of Teachers of Mathematics عام (٢٠٠٠)؛ ظهرت العناية جلية عندما أكدت الوثيقة أن التكنولوجيا ضرورية لتعلم الرياضيات، وتعلمها؛ وخاصة فى مجال الهندسة؛ لاعتمادها على الوسائل البصرية؛ كالمجسمات، والأشكال، والرسوم، فضلاً عما تضمنته وثيقة المعايير القومية للتعليم فى مصر - فيما يتعلق بمجال الهندسة، والقياس- من مؤشرات تتمركز حول استخدام برمجيات الحاسب الآلي فى تعليم هذا المجال، وتعلمه ، وهذا يؤكد ضرورة الاستفادة من الميزات التى تحققها هذه البرمجيات لدى طلابنا؛ لتحقيق تعليم، وتعلم أفضل بالنسبة لهم.

واستهدف البحث الحالي تصميم برنامج إثرائى قائم على استخدام برنامج "الجيوجبرا" Geogebra ؛ لتنمية التفكير المكانى لدى طلاب الصف الأول الإعدادى. واستخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبى ذا تصميم الثلاث مجموعات : عينتين تجريبيتين، وعينة ضابطة (٣٥) طالباً لكل مجموعة، وقد أعدت الباحثة البرنامج المقترح فى وحدة التحويلات الهندسية بصورتين؛ الصورة الأولى: قائمة على التطبيقات، والأنشطة الرياضياتية، والحيوية، وقد درستها العينة التجريبية الأولى، والصورة الثانية: تضمنت هذه التطبيقات والأنشطة فضلاً عن تنفيذها ؛ باستخدام برنامج الجيوجبرا، وقد درستها العينة التجريبة الثانية،أما المجموعة الضابطة: فقد درست وحدة التحويلات بالطريقة المعتادة، وكما جاءت بالكتاب المدرسى؛ حيث طبقت الباحثة البرنامج في نهاية الفصل الدراسى الأول من العام الدراسي ٢٠١٥/ ٢٠١٦م على عينة البحث، ثم طبقت عليهم اختبار التفكير المكانى، وقد تكون الاختبار من (٤٤) مفردة، وأشارت نتائج البحث إلى ما يأتى:

- فاعلية البرنامج المقترح فى تنمية التفكير المكانى لدى طلاب الصف الأول الإعدادى حيث حدث نمو فى مستوى التفكير المكانى لدى أفراد عينة البحث التجريبية الأولى؛ نتيجة مرورهم بالبرنامج، وقد حدث هذا النمو بدرجات متفاوتة من بعد لآخر.
- فاعلية البرنامج المقترح فى تنمية التفكير المكانى لدى طلاب الصف الأول الإعدادى حيث حدث نمو فى مستوى التفكير المكانى لدى أفراد عينة البحث التجريبية الثانية؛ نتيجة مرورهم بالبرنامج، وقد حدث هذا النمو بدرجات متفاوتة من بعد لآخر.

Abstract:

An enrichment Program in Geometric Transformations based on Geogebra and its impact on developing spatial thinking for first year preparatory stage students.

Using technology in teaching mathematics has gained unique interest of numerous stakeholders at the national and international levels. In the standards set of the national council of teachers of mathematics (2000), there was an obvious interest as the set emphasized that the technology is important for teaching and learning mathematics , especially in the field of geometry because it dependence on visual aids such as solids, shapes and drawings. Moreover, the national standards set of learning relevant to geometry and measurement in Egypt involved benchmarks that focused on using technology

programs in learning and teaching this field. This mdicates the need to benefit from these programs in improving the standard of teaching and learning

The researcher prepared the suggested program with its two formats: the first is based on applications mathematical and life activities for the first experimental group; the second includes these applications, activities and the geogebra program. As for the control group, they studied the traditional unit of transformations as shown in the school textbook. The research administered the program at the end of the first semester of the academic year 2015/2016.Then she administered the spatial thinking test which consisted of 44 items.

The results of the study showed that:

-The program was effective in developing the spatial thinking of first year preparatory stage students. There was a development in the level of spatial thinking of the first experimental group due to their study of the program.

-The program was effective in developing the spatial thinking of first year preparatory stage students. There was a development in the level of spatial thinking of the second experimental group due to their study of the program.

مقدمة:

يُعد استخدام التكنولوجيا أحد ميزات العصر الذى نشهده الآن؛ لما توفره لنا من إمكانات، تساعدنا فى إنجاز مختلف مهام حياتنا اليومية على وجه العموم، وفى تيسير عمليتى: التعليم والتعلم على وجه الخصوص؛ حيث أشار عديد من الدراسات التى أجريت فى مجال التعليم إلى تفوق المتعلمين الذين تلقوا تعليماً باستخدام التكنولوجيا؛ مقارنة بالطرائق التقليدية المتبعة فى التعليم.

وفى هذا الصدد اعتمد المجلس القومى لمعلمى الرياضيات National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) مبدأ التكنولوجيا؛ كواحد من المبادىء الستة التى تقوم عليها الرياضيات المدرسية؛ لأن الطلاب يتعلمون بشكل أفضل؛ من خلال الاستخدام المناسب للتكنولوجيا؛ لما لها من أثر كبير فى تحسين تعلمهم. (NCTM, 2000)*.

وأكدت معايير NCTM أن التكنولوجيا ضرورية لتعلم الرياضيات، وتعلمها؛ وخاصة فى مجال الهندسة؛ لاعتمادها على الوسائل البصرية؛ كالمجسمات، والأشكال، والرسوم التى تؤثر- بشكل مباشر - فى الرياضيات التى يتم تعلمها، كما أنها تعزز تعلم الطلاب (Flanagan,2002).

وقد تضمنت وثيقة مبادىء الرياضيات ومعاييرها للمجلس القومى لمعلمى الرياضيات (2000) أهدافاً خاصة بالهندسة لجميع الطلاب من الروضة حتى الصف الثانى عشر؛ وهى:

- يحلل خصائص الأشكال الهندسية الثنائية، والثلاثية، وصفاتها.
- يطور البراهين الهندسية عبر العلاقات الهندسية.
- يصف العلاقات المكانية؛ باستخدام الهندسة الإحداثية.
- يستخدم التحويلات، والتماثل؛ لتحليل المواقف الهندسية.
- يستخدم التصور الفضائى؛ لحل المسائل الهندسية.
- يُقدر دور الهندسة فى الحياة اليومية.

وفى هذا الصدد نجد أن وثيقة المعايير القومية للتعليم فى مصر قد تضمنت- فيما يتعلق بمجال الهندسة، والقياس- مجموعة من المعايير؛ من بينها: المعيار الثانى؛ ونصه:

* اعتمدت الباحثة على نظام توثيق الجمعية الأمريكية لعلم النفس American Psychological Association (APA)

"يطبق بعض التحويلات الهندسية، ويستخدمها فى إثبات بعض العلاقات الرياضية " وتضمن هذا المعيار مجموعة من المؤشرات، تتمثل فى :

- يتعرف مفهوم التحويلة الهندسية، والمفاهيم الخاصة بالانعكاس، والانتقال، والدوران بالنسبة لنقطة، وقطعة مستقيمة، وشكل مستوٍ.
- يستنتج خواص الانعكاس، والانتقال، والدوران في ضوء تعريفاتها.
- يجرى تحويلات هندسية (الانعكاس ، الانتقال ،الدوران) لبعض الأشكال الهندسية على المستوى الإحداثى.
- يستخدم برمجيات الحاسب الآلي؛ لاستكشاف نماذج لبعض التحويلات الهندسية (الانعكاس، الانتقال ،الدوران).

وقد أكد عديد من الدراسات أن استخدام برمجيات الهندسة الديناميكية يؤدى إلى تنمية التفكير، والقدرات المكانية لدى الطلاب، ويوفر لهم بيئة تصورية متحركة تساعدهم فى دعم قدراتهم التصورية، والاستدلالية، وتحفزهم على حل المشكلات؛ ومن بين هذه الدراسات: دراسة July (2001) و Chun (2008) و Collins (2014) كما أكدت دراسة Slincliar&Burce (2014) ودراسة Kayhan (2005) العناية بالتحويلات الهندسية ، ومجال الهندسة بصفة عامة ؛ لتنمية التفكير المكانى.

وعلى وجه الخصوص أكدت دراسات كل من : Pleet (1990) و Edwards (1991)، و Dixon (1995) و Flanagan (2001) و Johnson&others (2014) أهمية دراسة التحويلات الهندسية عبر البيئات التكنولوجية؛ حيث تساعد فى تحقيق الفهم البنائى للطلاب، فضلاً عن أهميتها فى تطوير مهارات التصور المكانى لديهم. (NCTM,2000)

مشكلة البحث:

برُغم تأكيد وثائق المعايير العالمية المعنية بتعليم الرياضيات المدرسية- وفي مقدمتها وثيقة معايير NCTM عام (٢٠٠٠)- على ضرورة استخدام التكنولوجيا فى تعليم الرياضيات، وتعلمها؛ وخاصة فى مجال الهندسة، وتأكيد مؤشرات المعايير القومية للتعليم فى مصر- فيما يتعلق بمجال الهندسة - على استخدم برمجيات الحاسب الآلي؛ لاستكشاف نماذج لبعض التحويلات الهندسية (الانعكاس، الانتقال ،الدوران)، وتأكيد دور التكنولوجيا فى تنمية مهارات التفكير المكانى- بوصفها من المهارات الأساسية، والمطلوبة للطلاب فى كل المراحل التعليمية- فيمكن رصد كثير من مظاهر القصور، والضعف، وعدم العناية؛ من بينها:

- أن وحدة التحويلات الهندسية فى كتاب الرياضيات المدرسية بالصف الأول الإعدادى لها عديد من المفاهيم، والمسائل تحتاج توضيحاً بصرياً، وتطبيقات حيوية، تُمكن الطالب من تصور هذه المفاهيم؛ ومن ثم فهمها، والقدرة على حل المشكلات المرتبطة بها؛ وذلك من خلال التكنولوجيا.
- اعتماد المعلم فى شرح مسائل هذه الوحدة، وحلها على التناول المجرد لهذه المفاهيم، والمسائل دون العناية بالأشكال، ولا الرسوم المتكونة فى ذهن المتعلم؛ مما يجعل من تلك المفاهيم مجرد خطوات يحفظها الطالب دون وعى وفهم. فضلاً عن عدم استخدام البرمجيات التكنولوجية، والاستفادة من الميزات التى تحققها فى تعليم مفاهيم التحويلات الهندسية؛ وهذا ما أكدته المقابلات التى أجرتها الباحثة مع عينة من معلمى الرياضيات بالصف الأول الإعدادى؛ فقد لوحظ تدنٍ شديد العناية بالتطبيقات التكنولوجية فى تدريس الرياضيات؛ وبخاصة الهندسة وعبر أغلبهم عن عدم معرفتهم بالتفكير المكانى، وعدم تدريبهم مسبقاً على مهاراته؛ ومن ثم عدم قدرتهم على تعليم مهاراته، كما عبروا عن ملاحظاتهم بضعف واضح فى أداء طلابهم فى مشكلات التحويلات الهندسية؛ لأسباب قد تتعلق بطبيعة تناول المحتوى الخاص بها بالكتاب المدرسى، أو عدم الاعتماد على التكنولوجيا وميزاتها فى تدريسها، والخريطة الزمنية المحددة لدراسة هذه الوحدة.

وبالجملة فإن تناول هذا الموضوع فى الصفوف المدرسية يتم بشكل نمطى، لا يساعد الطالب فى التفكير؛ بل يُقدَم بشكل مجرد يحفظ الطالب - من خلاله- القوانين المتعلقة بالتحويلات الهندسية دون وعى، وفهم فى كثير من الأحيان ، فضلاً عن عدم تقديم أمثلة من الحياة اليومية، والتطبيقات الخاصة بهذا الموضوع، وتناوله بشكل لا يعتمد على استخدام التطبيقات التكنولوجية الحديثة التى تساعد الطالب فى الفهم الجيد لمفاهيم التحويلات الهندسية التى تحتاج رؤية عميقة للأشكال الهندسية المختلفة وقدرة على التفكير المكانى .

ومن ثم يمكن صوغ مشكلة البحث فى الأسئلة الآتية:

- ما البرنامج الإثرائى القائم على استخدام "الجيوجبرا" فى تدريس التحويلات الهندسية؟
- ما فاعلية البرنامج الإثرائى القائم على استخدام "الجيوجبرا" فى تنمية التفكير المكانى لدى طلاب الصف الأول الإعدادى؟

حدود البحث:

- تمثل مجتمع البحث الحاضر في جميع طلاب الصف الأول الإعدادي وطالباته؛ حيث يتم تدريس التحويلات الهندسية بهذا الصف لأول مرة بصورة أعمق مما سبق، واقتصر البحث على عينة من طلاب هذا بمدرسة بنجر ١٥ الإعدادية التابعة لإدارة برج العرب التعليمية بمحافظة الإسكندرية، ومدرسة سيدى غازى الإعدادية المشتركة التابعة لإدارة مركز كفر الدوار التعليمية، فى العام الدراسى ٢٠١٥-2016م.
- اقتصر البحث على تعرف أثر استخدام البرنامج المقترح لدى أفراد عينة البحث؛ فى وحدة التحويلات الهندسية بالفصل الدراسى الثانى.
- اقتصر البحث على عينتين تجريبيتين؛ العينة التجريبية الأولى: طبق عليها البرنامج المقترح القائم على التطبيقات الحيوية فقط ، أما العينة التجريبية الثانية: فطبق عليها البرنامج المقترح القائم على التطبيقات الحيوية، واستخدام الجيوجبرا معاً فى تدريس التحويلات الهندسية، فضلاً عن المجموعة الضابطة التى درست التحويلات الهندسية بالطريقة المعتادة.

فروض البحث:

ترتيباً على تحليل الأطر النظرية، والدراسات السابقة؛ وضعت الباحثة الفروض الآتية:

١. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى $\alpha< 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الأولى في التطبيقين: البعدى، والقبلي؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده.

٢. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى $\alpha< 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدى؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده.

٣. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى $\alpha< 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الثانية في التطبيقين: البعدى، والقبلي؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده .

٤. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى $\alpha< 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الثانية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدى؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده .

٥. لا يوجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، ودرجات أفراد العينة التجريبية الثانية، والعينة الضابطة في التطبيق البعدى، لاختبار التفكير المكانى ككل .

أهداف البحث:

هدف البحث الحالى إلى :

١- تصميم برنامج قائم على "استخدام الجيوجبرا" ؛ فى تدريس التحويلات الهندسية للصف الأول الاعدادى كأحد التوجهات المعاصرة فى تعليم الهندسة.

٢- تنمية التفكير المكانى لدى طلاب الصف الأول الإعدادى.

٣- تطوير تعليم التحويلات الهندسية من خلال التطبيقات الحيوية و البرمجيات التكنولوجية.

أهمية البحث:

استمد البحث أهميته؛ من حيث كونه :

- يُعد استجابة لمعايير المجلس القومى لمعلمى الرياضيات NCTM، وكذلك المعايير القومية للتعليم فى مصر، والتى أكدت ضرورة استخدام التكنولوجيا فى تدريس الهندسة؛ وبخاصة التحويلات الهندسية.
- يلقى مزيداً من الضوء على طبيعة التفكير المكانى، وأبعاده المختلفة بالصورة التي يمكن أن يستفيد منها المعنيون بمجال تعليم الرياضيات، وتعلمها في تعرف طبيعة هذا النوع من التفكير، وأساليب تنميته لدى الطلاب.
- يُقدم نموذجاً للبرامج التى يُمكن أن تسهم فى تنمية التفكير المكانى عبر دراسة التحويلات الهندسية؛ إلى المسئولين عن إعداد برامج؛ لتطوير تعليم الهندسة.

التصميم التجريبى للبحث:

اعتمد البحث الحالى على التصميم شبه التجريبى الذى يتضمن مجموعتين تجريبيتين، ومجموعة ضابطة، حيث دُرست التحويلات الهندسية للمجموعة التجريبية الأولى؛ باستخدام البرنامج المقترح القائم على التطبيقات الحيوية فقط، أما المجموعة التجريبية الثانية: فدرست البرنامج المقترح نفسه، فضلاً عن استخدام الجيوجبرا، فى حين درست المجموعة الضابطة التحويلات الهندسية بالطريقة المعتادة بالفصل الدراسى.

مصطلحات البحث:

من خلال الاطلاع على الأطر النظرية والدراسات السابقة المشار اليهما فى الإطار النظرى للبحث أمكن التوصل إلى التعريفات الإجرائية لمصطلحات البحث فيما يأتى:

التفكير المكانى:

يُعرف إجرائياً بأنه:

هو نشاط ذهنى، يتضمن قدرة الطالب على التصور البصرى لحركة الأشكال فى المكان، وإدراك العلاقات، واتخاذ القرارات، والتنبؤات المكانية.

التحويلات الهندسية :

تُعرف إجرائياً بأنها:

هى عملية نقل شكل إلى آخر يسمى: صورة الشكل الأصلى، والصورة هى: حالة الشكل بعد إجراء التحويل عليه. وتتعدد التحويلات الهندسية التى يمكن إجراؤها على أى شكل هندسى؛ ومن بين هذه التحويلات: الانعكاس، والدوران، والانتقال .

الخلفية النظرية للبحث:

المحور الأول : التفكير المكانى Spatial Thinking

أولاً: مفهوم التفكير المكاني Spatial Thinking، وطبيعته:

يُعرف التفكير المكاني بأنه: مجموعة من المهارات المعرفية، تتألف من معرفة المفاهيم المكانية، واستخدام أدوات التمثيل، وعمليات التفكير. وينظر للتفكير المكانى؛ كنشاط ذهنى يمارسه الفرد باستمرار فى إطار أنشطة حياته اليومية؛ لحل سلسلة من المشكلات المكانية الدورية، التى تتطلب منه اتخاذ قرارات مؤثرة؛ فيحدد مثلاً : أين يختار موقع سكنه، أو كيف يحدد مساره الأفضل فى طريق عمله، أو لرحلته، أو يفسر لماذا خططت مدينته بهذا الشكل؟. إلخ . (Lee&Bednarz,2012:16)؛ حيث تمتزج لديه ثلاثة عناصر معرفية معاً، تشكل - فى مجملها - تفكيره المكانى، وتجعله قادراً على تصور مكونات المكان Space، وظاهراته، وأبعاده ، وقادراً على تمثيله Representation وترجمته، وفهمه؛ بتوظيف كافة أدوات التمثيل، وقادراً على توظيف عمليات تفكيره Reasoning كالاستنتاج، والمقارنة، والتحليل، والتفسير فى مواجهة المشكلات المكانية، وحلها.

(Demirci&others,2013 :278) , (Nielsen&others,2011:60-61)

ووفقاً للمجلس الوطنى للبحث National Research Council (2006) ؛ فإن التفكير المكاني يشمل ثلاث كفاءات مترابطة؛ وهى: المعرفة عن الفضاء، والقدرة على استخدام أدوات التمثيل، وعمليات التفكير، وفيما يأتى تناول لهذه العناصر الثلاثة:

- **العنصر الأول: مفاهيم الفضاء Concepts of Space:**

تُعد مفاهيم الفضاء لبنات بناء التفكير المكاني؛ فالتفكير المكانى جزء لا يتجزأ من معرفة أين هو الشيء؛ ماذا هناك؛ وكيف يتم ربطه مع أماكن أخرى (National Research Council, 2006) وأشارت الأبحاث إلى أن هذه المعرفة عن الفضاء يمكن الحصول عليها، وفهمها، والتواصل بها بصورة أكثر فاعلية عند استخدام المفاهيم المكانية.

وقد أكد Golledge ، وStimson (١٩٩٧) -على سبيل المثال- أهمية الاستخدامات المناسبة للغات المكانية Spatial Languages ؛ لعمل تواصل أكثر تدقيقاً. ويمكن إدراج عدد من المفاهيم المكانية؛ من بينها: الموقع، والمكان، والمسافة، والاتجاه، والاتصال، والحركة، والمنطقة، والتوزيع، والنمط، والحجم، وإسقاط الخريطة.

- **العنصر الثاني: التمثيل Representations:**

تمثل مهارة استخدام تمثيلات مكانية، وإنشائها مركز الخبرة في التفكير المكاني (Tversky,2005; National Research Council, 2006). وتتمثل أدوات التمثيل: فى الخرائط، والنماذج، والرسوم، والرسوم البيانية، التى تساعد فى تنظيم المعلومات المجردة إلى أشكال أكثر فهماً؛ ومن ثم يسهل التواصل بها (١٩٩٩، Mathewson; Tversky, ٢٠٠٥).

- **العنصر الثالث، عمليات التفكير Reasoning Processes:**

وهى التمكن من المعرفة بالفضاء، والتمثيل، لتكون جنبا إلى جنب؛ لحل المشكلة، واتخاذ القرار؛ من خلال التحليل، والتصنيف، ووضع الفروض، والتعميم، والتقييم.

وفى هذا الإطار أكد Jo&others (2010) أن التفكير المكاني هو عمليات التعلم التى يستطيع الفرد - من خلالها - تعرف المفاهيم المكانية، ومهارات استخدام أدوات التمثيل، وعمليات التفكير العليا؛ لحل المشكلات واتخاذ القرارات؛ باستخدام المعارف، والمهارات. ويتمثل تعليم التفكير المكانى فى جهود المعلم، وممارساته التعليمية؛ لتيسير اكتساب الطلاب المعرفة بتلك المفاهيم المكانية، وتطوير مهاراتهم فى استخدام مجموعة متنوعة من أدوات التمثيل، وعمليات التفكير العليا.

وعرفه Gersmehl (2008:98) التفكير المكاني بأنه: "التفكير في المواقع، واستخدام العلاقات في الفضاء." ويساعدنا التفكير المكاني فى التحديد، والتذكر، والفهم، واتخاذ القرارات بشأن العلاقات بين الأشياء الممثلة في الفضاء، والسمات الزمانية، والمكانية والموضوعية للأشياء الطبيعية، والبشرية، والأحداث التي تقع. (Montello, 2008; Kulo &Bodzin, 2011)

وأشار محمد رجب عبد الحكيم (84:2016) أن التفكير المكانى نشاطاً ذهنياً يمثل مهارة حيوية، تتشكل من ثلاثة مكونات متداخلة معاً هى: تصور المكان بأبعاده المتعددة، وفهم أدوات التمثيل، وتوظيفها، ودمج عمليات التفكير فيه، ويمارسه الفرد للتعامل مع مشكلات الحياة اليومية ، وحلها واتخاذ قرارات سليمة بشأنها.

وأضاف المجلس القومى للبحث National Research Council(2006:5) أن التفكير المكاني هو القدرة على حل المشكلات؛ عن طريق إدارة البيانات، وتحويلها، وتحليلها؛ وبخاصة المجموعات الكبيرة، والمعقدة من البيانات، وعن طريق ربط نتائج تلك العمليات بنفسها، وبالأخرى.كما ينطوي على موقع الأجسام وحركتها، وأنفسنا؛ إما ذهنياً، أو عملياً، في الفضاء. وهو ليس قدرة ولا عملية واحدة؛ ولكنه- في الواقع - يشير إلى عدد كبير من المفاهيم، والأدوات، والعمليات، وهو جزء لا يتجزأ من الحياة اليومية، فالأشخاص والأشياء فى الطبيعية، والأشياء التي هي من صنع الإنسان، والهياكل التي من صنع الإنسان موجودة في مكان ما في الفضاء، والتفاعلات بين الأشخاص يجب أن تفهم الأشياء؛ من خلال الموقع، والمسافات، والاتجاهات، والأشكال والأنماط.

وقد أشارت Janelle (٢٠٠٧) إلى ثمانية من المفاهيم الأساسية في التفكير المكاني لتخصصات STEM؛ هى: الموقع location، والمسافة distance، والشبكة network ، والجوار neighborhood ، والمنطقة region، والمقياسscale، والتباين المكانيspatial heterogeneity، والاعتماد المكاني spatial dependence، والأشياء، والمجالات.هذه المفاهيم الأساسية تنطبق على جميع العلوم (المادية، والاجتماعية).

ويُعد المفهومان الأولان- الموقع، والمسافة- من "أوليات" التفكير المكاني (Golledge, 1995)؛ والتي بدونها لا يمكننا أن نقيم أي علاقات مكانية، وهى تسمح لنا بالتحديد، والبحث عن علاقات، وتحديد أنماط، أو علاقات مكانية بسيطة، ويمكن تحديد أنماط، والتركيز على عمليات أكثر تعقيدا من التفسير، بالاعتماد على المفاهيم الستة المتبقية.

وقد تضمن أحد التقارير الصادرة عن وزارة التربية والتعليم بأونتاريو Ontario Ministry of Education(2014) أن التفكير المكانى قد ينطوى على:التوجيه،

واستخدام الاستدلال غير اللفظى، وتصميم الخرائط، والرسوم والصور، والأشكال البصرية الأخرى؛ وقراءتها ، ومقارنة الأشياء، وتخيل حركة الأشياء فى الفضاء(التدوير العقلى، والتحويلات الهندسية)، وتمثيل أسطح الأشياء ثلاثية، وثنائية الأبعاد، وتمثيل العمليات؛ باستخدام خرائط التدفق التى تتطلب التصور المجرد، وتحريك الأبعاد (رؤية العلاقات بين تمثيل الأشكال ثنائية، وثلاثية الأبعاد)، ومعرفة موقع الأشياء، وحركة جسم فى الفضاء، والتصور، وتركيب الأشكال؛ لعمل شكل جديد مختلف.

وأشار كل من: Brown ، و Levasseur (٢٠٠٦)، هشام عبد النبى ونجلاء مجد النحاس (٢٠١١) إلى أن عمليات التفكير المكانى تتضمن ثلاثة مستويات أساسية متدرجة من المستوى الأعلى؛ فتبدأ بمستوى المعرفة Knowing Level الذى يتطلب تنمية قدرة الطالب على الملاحظة؛ لتحديد أين تقع الأشياء، والمستوى الثانى هو مستوى الفهم Understanding Level ؛ ويتطلب تنمية قدرة الطالب على تفسير التوزيعات المكانية ؛ من خلال تنمية قدرته على فهم لماذا توجد الأشياء، ولماذا توجد فى تلك المواقع، وكيف وُجِدَت، ولماذا تتغير، والمستوى الثالث هو مستوى التطبيق Appllying Level ؛ ويتطلب تنمية قدرة الطالب على التوصل إلى قرارات، وتنبؤات مكانية Make spatial predictons and Decision.

وأكد كل من: Jo & Bednarz (٢٠٠٩) أن القدرة على استخدام التمثيلات المكانية وإنشائها، هي جزء أساس من التفكير المكانى، و أن الأسئلة في الكتب المدرسية يجب أن تركز على تنفيذ عمليات التفكير المكانى، وتطبيق المفاهيم المكانية الأساسية. وتشير البحوث إلى أن المفاهيم المكانية الرئيسة - مثل: النمط، والانتشار، والتسلسل الهرمي - نادرا ما تدرج في مسائل الكتاب المدرسي. وأوصوا بتضمين الكتب المدرسية الأسئلة التي تعزز التفكير المكاني؛ بما في ذلك: مفاهيم الفضاء، وأدوات التمثيل، والتحويلات المكانية التى تعد مفهوماً قوياً فى التفكير المكانى. (Ramadas, 2009)

وفى محاولة للتمييز بين التفكير المكانى Spatial Thinking ، والقدرة المكانية Spatial Ability، والتصور المكانى Spatial Visualization ؛ ذكر المجلس الوطنى للبحث National Research Council (2006) أن التفكير المكاني أوسع من القدرة المكانية التى تقتصر على قدرة الفرد على التصور، والتوجه الذهنى، فى حين يشمل التفكير المكاني الكفاءات الثلاثة المترابطة؛ وهى: المعرفة عن الفضاء، والقدرة على استخدام أدوات التمثيل، وعمليات التفكير.

ويتمثل التصور المكانى فى القدرة على تحديد العلاقات، والاتجاهات المكانية، وإدراك العلاقات الفراغية، وتصور الأوضاع المختلفة للأشكال (عمر محمود أحمد، ١٩٩٣:

١٣، وفؤاد أبو حطب ، ١٩٩٥ :٢٨٢) . وتتعدد مهارات التصور المكانى (هناء زهران وأحمد محمد ،٢٠١٠: ٧٥)؛ ومن بينها: تعرف الشكل عند رؤيته من زوايا مختلفة، وإعادة تجميع أجزاء الشكل فى كل جديد، وإدراك العلاقات الفراغية بين الأجزاء المكونة للشكل، وفصل الأشكال المركبة عن خلفيتها، وإكمال الصور غير المكتملة؛ بما يناسب الأجزاء الموجودة، وتنظيم عناصر الشكل البصرى فى شكل جديد، وتحليل الأشكال المعقدة إلى أجزائها المكونة إياها، وتمييز اتجاهات الأشكال.

ويرتبط التصور المكاني بالتفكير المكانى ارتباطاً وثيقاً؛ فالتصور المكاني هو العملية التي- من خلالها - يستطيع الأفراد ذهنياً : المعالجة، والتدوير، أو تحويل شكل ثنائى، أو ثلاثى الأبعاد .

ومن بين السمات المستخدمة لتصنيف التصور المكاني: العلاقات المكانية؛ وتشمل سمات تقدير المسافات وإعادة إنتاجها، والأطوال، وغيرها من الروابط عبر الفضاء (Golledge& others, 1995). والتصور المكاني، والتفكير المكاني، و العلاقات المكانية هي مكونات الذكاء المكاني كما عرفها Gardner (١٩٩٣).

أما القدرة المكانية فتتمثل فى ثلاثة عناصر؛ هى: الإدراك المكاني؛ وهو: القدرة على تعرف العلاقات المكانية، مع الحفاظ على هيئتها الكلية، والتدوير الذهني؛ وهو :القدرة على تدوير الأشكال ذهنياً في بعدين، أو ثلاثة أبعاد بتدقيق، وسرعة، والتصور المكاني، وهو: القدرة على تخيل الأشياء، ويعتمد على المعالجة المعقدة متعددة المراجل للمعلومات الممثلة بالمكان. (عادل ريان،2008)

ثانياً : مهارات التفكير المكانى:

هناك كثير من الجدل بين الباحثين بشأن كيفية الفصل بين مهارات التفكير، والتمييز بينها (Gersmehl, 2008; Golledge, Marsh& Battersby 2007; Jo & Bednarz,2009) ؛ أما الجدل الأقل؛ فهو بشأن أهمية الحاجة إلى إدراج التفكير المكاني في المناهج الدراسية K-12 (National Research Council: 2006). وهناك عدد من مهارات التفكير المكاني التى تم الاعتراف بأنها تعزز حل المشكلات، والمهارات التحليلية في الصفوف الدراسية (Gersmehl, 2008). وتشمل هذه المهارات:

ا. المقارنة Comparison: مقارنة مكان واحد بآخر.

ب. الهالة Aura : وصف التأثير الذى يأخذه مكان؛ نتيجة وجوده فى جوار معين.

ج. المنطقة Region : رسم خط حول كل الأماكن التي لها خصائص مماثلة، أو ترتبط معا بطريقة، أو بأخرى.

د. الانتقال Transition : وصف ما يحدث بين مكانين تحت شروط معينة.

هـ. التناظر Analogy :إيجاد الأماكن التي لديها مواضع متماثلة؛ ومن ثم لها شروط مماثلة.

و. التسلسل الهرمي Hierarchy : تحديد التسلسل الهرمي المكاني، أو كيف أن الخصائص "المتداخلة " ترتبط بأخرى.

ز. النمط Pattern : وصف ترتيب الخصائص، أو الشروط في مساحة ما.

ح. المشاركة Association : تحديد المدى الذي تكون عنده الخصائص لها نفس النمط.

وفى هذا الصدد أشارت دراسة (Joseph, 2008) إلى أن مهارات التفكير المكانى تتمثل فى تصور المكان بأبعاده، وترجمة تصوراته؛ لتمثيل المكان من ثنائى إلى ثلاثى الأبعاد، والعكس، ومقارنة خصائص الأماكن. وصنفت دراسة (Lee & Bendnarz,2009) مهارات التفكير المكانى إلى ثلاثة مكونات؛ هى: قدرات التصور البصرى، قدرات التوجيه المكانى، وقدرات العلاقات المكانية، أما دراسة (Verma, 2015) فجعلت التفكير المكانى مهارة عامة مقسمة إلى ستة مكونات فرعية مهمة، تتمثل فى تحديد النمط، والتحول المكانى، وتحديد الاتجاهات المكانية لفظياً، ورسومياً، وتصور المظهر العام، وتخيله من تمثيلات، وزوايا رؤية مختلفة، وتحديد التشارك، أو الترابط المكانى، وتمثيل الأشكال المكانية ، وقدرات التركيب المكانية، واتخاذ القرار المناسب فى ضوئها. ويلاحظ مما سبق تنوع مهارات التفكير المكانى، وعدم وجود تصنيف واحد لها.

وتتطور مهارات التفكير المكانى فى طبيعة تراكمية؛ حيث تعد كل مهارة إضافية بمنزلة لبنة لفهم المفاهيم الجديدة (Marsh& Battersby 2008;Golledge 1995)، وإتقان هذه المهارات الأساسية للتفكير المكاني في وقت مبكر يوفر أساساً متينا لاستمرار التنمية في جميع مراحل الحياة. وتطوير هذه المهارات مهم جداً لتخصصات STEM؛ فالتفكير المكاني متجذر – بعمق- في كل منها (National Research Council: 2006). وهذا لا يعني أن التفكير المكاني هو الطريقة الوحيدة للتفكير ذات الصلة بهذه المجالات؛ إلا أنه يؤدى دورا حاسما في فهم المشكلات، وحلها في هذه المجالات.

ويمكن تحسين مهارات التفكير المكاني مع الممارسة؛ وهذا ما أكده عديد من الأبحاث التى كشفت أن التفكير المكاني يمكن تحسينه؛ من خلال مجموعة متنوعة من الأنشطة فى جميع الفئات العمرية (Uttal &others,2013; Verdine &others,2013) ؛ وتشمل: الألغاز، وألعاب الفيديو .

وقد بُذل مزيد من الجهود البحثية الأخيرة؛ لتحديد ما إذا كانت التحسينات في التفكير المكاني تؤدي إلى تحسينات في أداء الرياضيات؛ ومن بين هذه الدراسات دراسة: Cheng & Mix (2012) التى أجريت على طلاب فى الفئة العمرية من سن ست سنوات إلى ثماني سنوات كاملة، وطبقت عليهم اختبارات فى الرياضيات، واختبارات مكانية، وأظهر الطلاب في فئة التفكير المكاني تحسينات كبيرة في المهارات الحسابية.

ثالثاً : أهمية التفكير المكانى:

تجسد البحوث في التفكير المكاني أهميته الحاسمة فى الهندسة، والقياس، وحل المشكلات؛ سواء أكان ذلك في المراحل الدنيا من تعلم الرياضيات، أم في المرحلة الثانوية، وما بعدها؛ وخاصة في مجالات STEM.(Shumway, 2013: 50).

فضلاً عن حقيقة أننا جميعا فى حاجة إلى التفكير المكانى فى العالم المادي؛ فمجالات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM) تتطلب مهارات مكانية قوية في الواقع، وقد أظهرت الأبحاث أن القدرة المكانية هي مؤشر للنجاح في هذه المجالات (Newcombe& Frick, 2010; Wai, Lubinski & Benbow, 2009). وللتفكير المكاني أهمية كبيرة فى الفنون، والعمارة، وتصميم الجرافيك، وعلوم الكمبيوتر، والبيولوجيا، والفيزياء،والكيمياء، والجيولوجيا، والجغرافيا، والطب (رسم خرائط الجسم؛ مثل الأشعة السينية، والرنين المغناطيسي)؛ كلها أمور تتطلب مهارات مكانية قوية.

وتتلخص أهمية تعليم التفكير المكانى؛ كأحد جوانب التعلم فى العناصر الآتية:

(Michael&Donald,2010)، (أحمد سعيد عبد النبى،٢٠١٤، ٩٠-٩٧)، (Nielsen& others,2011,61)، (فارعة حسن محمد و محمد رجب عبد الحكيم، ٢٠١٥، ١٢١)

- يزيد من مستوى فهم عديد من المفاهيم المكانية الجديدة ذات الصلة بمهاراته، وتطبيقها، ويتيح الفرص للطلاب لتحليلها، وإدراك ما بينها من علاقات، ويقدمها فى إطار وظيفى فى إطار فهم المشكلات المكانية، وحلها.
- قد يعزز نمو جوانب مهارية ؛ كالقدرة على حل المشكلات، ومهارة اتخاذ القرار، ومهارات الاستقصاء، والبحث، وجمع البيانات، والمعلومات المكانية، وتنظيمها، وتمثيلها، ومهارات توظيف التقنيات الحديثة، لتحليل البيانات المكانية، وتمثيلها وإنتاجها.
- ينمى قدرة الفرد على النمذجة والترميز، ويعزز قدرات التفكير البصرى لديه، ويزيد من مستوى الذكاء المكانى ويوظفه بشكل صحيح.

- يسهم فى زيادة مستوى ثقة الطالب فى نفسه، وكفاءته الذاتية، وقدرته على مواجهة ما يواجهه من مشكلات مكانية فى حياته، وحلها، ويرفع من مستوى انتباهه، وإيجابيته فى مواقف التعلم، وينوع مشاركته الفعالة فى مواقف التعلم الممحورة حول المشكلات التى يخططها معلمه.
- يزيد من مستوى المعرفة، ونمو المفاهيم الرياضياتية المرتبطة بأنماط الشكل، والحجم.
- يقلل من معوقات تعلم بعض المفاهيم الصعبة، وقد يصحح من تصورات الطلاب الخطأ عنها.

ويؤدى التفكير المكاني دوراً أساسيا على مستوى منهج K-12 ؛ سواء أكان ذلك فى تعلم العلوم، أم الرياضيات، أم الفن، أم التربية البدنية؛ فمثلا تتطلب الكيمياء لطلاب المدارس الثانوية فهم الهيكل المكاني للجزيئات، ويثير النشاط البدني وعي الطلاب بموقف جسمهم في الفضاء بالنسبة لغيره من الأشياء، كما أن جميع أشكال الفن مليئة بالفرص للانخراط فى المهارات المكانية؛ سواء أكان ذلك فى عمل الأشكال، والنماذج، واللوحات، أم تمثيل النوتات الموسيقية مكانيا. وعلى وجه الخصوص يأتى دور التفكير المكاني في تعليم الرياضيات؛ فقد كشفت نتائج البحوث في التعليم، وعلم النفس، وعلم الأعصاب؛ عن وجود صلة وثيقة بين التفكير المكاني، وتعلم الرياضيات، والتحصيل.

ومن هنا تبرز أهمية تعليم طلابنا التفكير المكانى؛ حيث يفيد تعلم مهاراته فى التقليل من صعوبات اكتساب المفاهيم المكانية المتقدمة؛ كالتجاور، والتماثل، والتناظر (Ozdemir,2010)، ويسهم تعلم ممارساته اليومية فى زيادة الثقافة اللغوية للأطفال، وتطوير قدراتهم فى التعبير عن أفكارهم المكانية، والتواصل بها بشكل أفضل. (pruden&others,2011)

وقد أكد عديد من الأبحاث الارتباط الوثيق بين التفكير المكاني، و الأداء فى الرياضيات (Mix & Cheng, 2012: 206) بشكل عام؛ فالأشخاص من ذوي المهارات المكانية القوية يميلون- أيضا- إلى أداء جيد في الرياضيات. وقد وجد الباحثون أدلة تشير إلى أن التفكير المكاني يؤدى دورا مهما في الحساب، والمشكلات، والقياس، والهندسة، والجبر، وحساب التفاضل، والتكامل. كما وجدوا أن القدرة المكانية ترتبط مع القدرة الرياضياتية، كما أشارت البحوث- أيضا- إلى أن المهارات المكانية قد تساعد فى التنبؤ بالتحصيل في الرياضيات؛ فعلى سبيل المثال: أجريت دراسة طولية مع أطفال، تتراوح أعمارهم بين سنة، وثلاث سنوات، أشارت نتائجها أن المهارات المكانية أكثر أهمية من مهارات الرياضيات في وقت مبكر في توقع أداء الرياضيات في سن الخامسة (Farmer&others ,2013).

كما أجريت دراسات مع المراهقين، سلطت مزيداً من الضوء على دور التفكير المكاني في توقع النجاح الأكاديمي اللاحق؛ ففي دراسة طولية (Wai &others2009) شملت ٤٠٠ طالب، وجدت أن المهارات المكانية التى تم تقييمها في المدرسة الثانوية تساعد فى التنبؤ بدخول الطلاب في وقت لاحق، والنجاح في التخصصات ذات الصلة بالعلوم والتكنولوجيا،والهندسة، والرياضيات، فضلاً عن أن التفكير المكاني كان مؤشرا أفضل للنجاح فى الرياضيات من أي مهارة رياضياتية.

رابعاً: تنمية التفكير المكانى:

يمكن تحسين التفكير المكاني؛ من خلال التعليم، والتجربة، كما أنه لا يقتصر على الهندسة، ولا الحس المكاني؛ بل هو العملية التي يمكن أن تدعم التعلم، والتواصل عبر مجالات عديدة، وحتى في موضوعات خارج الرياضيات. ويمكننا تنمية التفكير المكانى فى ممارساتنا؛ من خلال:

- **فهم ما هية التفكير المكاني:**

والتفكير في طرائق لتقديم الدعم له ضمن المحتوى الذي يتم يُدرس بالفعل؛ من خلال مجموعة من الأنشطة المختلفة التى تنطوي على تخيل، أو رسم تمثيل تخطيطي للمشكلة. وهذا النهج البصري، والمكاني للتفكير في المشكلة يوفر السقالة التي تحمل الطالب لخارج الحسابات. وهناك عديد من المشكلات المتعلقة بالحركة في الفضاء؛ والتى يتطلب حلها؛ إما تصور العلاقات المكانية فيها، أو رسمها.

وفى هذا الصدد تجدر الإشارة إلى أهمية تطوير معرفة المعلمين بالتفكير المكانى، حتى يتسنى لهم تنميته لدى طلابهم. وتُعد دراسة Hanlon (٢٠١٠) من الدراسات التى عُنيت بتقصى الوعى العام للمعلمين قبل الخدمة بالتفكير المكانى، وأكدت ضرورة دمج التفكير المكانى فى مناهج المرحلة الابتدائية، كما أكدت دراسة Jo(٢٠١١)، ودراسة Jo &Bednarz (2013) أهمية تطوير معرفة المعلمين قبل الخدمة المطلوبة لتنمية التفكير المكانى، وضرورة توفير برامج لتدريس التفكير المكانى لهؤلاء المعلمين.

- **تأكيد مجال الهندسة، والحس المكاني:**

أظهرت الأبحاث في أمريكا الشمالية، أنه عادة ما يحصل الطلاب على وقت، وعناية أقل في الصفوف الدراسية فى هذا المجال من مجالات الرياضيات الأخرى Bruce (&Moss & Ross, 2012). ويمكن للمعلمين تعزيز الفرص لتطوير مهارة التفكير المكانى لدى الطلاب؛ من خلال زيادة التركيز في الهندسة .

وعلى وجه الخصوص أوصى Sinclair & Bruce (2014) بإيلاء هندسة التحويلات (المتعلقة بحركة الأجسام) عناية خاصة؛ بدلاً من تأكيد الأشكال الثابتة. ويعزز التركيز على الهندسة المجالات الثلاثة للتفكير المكاني المرتبطة بالأداء فى الرياضيات؛ وهى: التصور المكانيSpatial Visualization، وأخذ المنظور Perspective Taking والتدوير الذهنى Mental Rotation (Mix & Cheng, 2012).

وأكد Kayhan (2005) أهمية التركيز على مجال الهندسة؛ لتنمية التفكير المكانى؛ حيث استخدم مقرراً فى الرسم الهندسى فى تنمية القدرة المكانية لطلاب الصف التاسع، وأكد وجود علاقة ايجابية بين دراسة المقرر، وتطور القدرة المكانية لدى الطلاب. فى حين عُنيت دراسة Pittalis & Christou (2010) بوصف بنية التفكير الهندسى ثلاثى الأبعاد، وتحليلها، وعلاقتها بالقدرة المكانية، وأشارت الدراسة إلى أن القدرات المكانية تمثل عاملاً تنبؤياً قوياً للتفكير الهندسى ثلاثى الأبعاد.

- **تأكيد اللغة المكانية Spatial Language**

أظهرت الأبحاث أهمية استخدام الوالدين الكلمات المكانية؛ مما يساعد فى تنمية اللغة المكانية لدى أطفالهم. وفي الدراسات التي أجريت على الأطفال تعلموا اللغة المكانية أفضل فى المهام المكانية؛ من الأطفال الذين يؤدون هذه المهام Tepylo, Moss & (Hawes, 2014). وتشمل هذه اللغة الكلمات ذات الصلة بالموقع، والبعد، والمسافة فى التوجيه، والإرشاد؛ على سبيل المثال: يسار، يمين، فوق، تحت، وسط، وبالنسبة للطلاب الأكبر سنا، فهذه اللغة تتمثل فى إشراك مفاهيم هندسية متعلقة بالتحويلات؛ مثل: الإنعكاس، والدوران، والانتقال.

- **تشجيع استراتيجيات التصورVisualization Strategies**

تشجيع الطلاب على استخدام مهارات التصور لفهم أفضل، وحل المشكلات؛ يزودهم بكثير من الفرص؛ لممارسة هذه المهارة المهمة؛ فتيسير المناقشات المفتوحة يتيح للطلاب فرصاً لتبادل كيفية تصور المشكلات، والحلول، وتأكيد أهمية الخيال في الرياضيات. وقد أكدت دراسة Toptas, Celik& Karaca (2012) أهمية تنمية التصور المكانى؛ حيث صممت برنامجاً فى النمذجة ثلاثية الأبعاد، وتقصى أثره فى القدرة المكانية لطلاب الصف الثامن.

- **تأكيد العروض المرئية للبيانات:**

الرسوم البيانية، والخرائط مهمة، وقوية لعمل التمثيلات. وأكدت Newcombe (2013) أهمية تشجيع الطلاب على تمثيل تفكيرهم الرياضياتى بطرائق متعددة؛

باستخدام الصور، والأرقام، والكلمات، وقد أظهرت الأبحاث أن الرسومات التي أنشأها الطلاب الفائقين في حل مشكلات الرياضيات تميل إلى إظهار العلاقات المكانية بشكل أكثر تدقيقاً؛ ومن ثم فهي أكثر فائدة في حل المشكلة. كما أكدت دراسة Bektasli (٢٠٠٦) وجود علاقة ارتباطية بين الرسوم البيانية التى يؤديها الطلاب فى علم الحركة، و القدرة على التفكير المكانى، والتفكير المنطقى.

- توفير فرص حقيقية لاستقصاء المفاهيم، والمشكلات الرياضياتية؛ باستخدام اليدويات:

لليدويات أهمية كبيرة فى تعليم الرياضيات بصفة عامة، ويضيف التفكير المكاني بعداً آخر من أهمية استخدامها لتنميته؛ فهى تساعدنا فى دعم تعلم الطلاب. وبرغم أهمية إجراء اليدوية المتاحة للطلاب؛ فالأكثر أهمية هو كيفية ضمان استخدام اليدويات في وسائل مجدية؛ كجزء لا يتجزأ من التفكير وحل المشكلات. وتتمثل قوة اليدويات في مساعدتنا على التنقل بين التمثيلات الملموسة، والأفكار المجردة؛ مما يساعد الطلاب فى الفهم بصريا، واستيعاب المفاهيم المجردة.

وقد أكد هذه الفكرة دراسة Bakker (٢٠٠٨) التى استهدفت تعرف أثر بعض اليدويات والتى تسمى Tridio (تتكون من مكعبات وقطع الفسيفساء والتمارين المرفقة التي تنطوي على الأوجة المتساوية القياس والمتعامدة) على القدرة المكانية لدى طلاب الصف الخامس ، فضلاً عن دراسة Tenbrink &Taylor (٢٠١٣) التى استهدفت استخدام فن الأورجامى Origami فى تنمية التفكير المكانى وأقترحت أن إحدى الطرق التي تساعد فى تنمية التفكير المكاني هو السماح للطلاب بأن يعبروا باستخدام المفاهيم المكانية عند حل المشكلات ذات الصلة.

- توفير فرص اللعب للطلاب لممارسة التفكير المكانى:

يتطلب عديد من الأنشطة المرحة التفكير المكاني؛ مثل: ألغاز القطع المتكافئة، وألعاب الكتل، وغيرها من الأشكال الهندسية، وبعض أنواع من ألعاب الفيديو. (Tepylo, Moss & Hawes, 2014; Casey& others, 2008; Fisher&others,2013; Clements & Sarama, 2009)

وأشارت Ness (٢٠٠١) إلى العناية بمرحلة الطفولة؛ فيما يتعلق بتنمية المفاهيم المكانية، والهندسية، وأهمية استخدام اللعب الحر؛ لتحقيق ذلك.

كما أكدت دراسة Kim, Bednarz & Kim (٢٠١٢) دور الأنشطة للأطفال فى عمل التمثيلات المكانية؛ بوصفها عنصراً من عناصر التفكير المكانى، وقد أكد عديد من

الأبحاث وجود روابط بين هذه الأنواع من الأنشطة المرحة، والتفكير المكاني، وفي بعض الحالات- أيضا- الأداء فى الرياضيات .

- **الاستفادة من التكنولوجيا:**

تسمح التقنيات الرقمية لنا برؤية العلاقات فى الفضاء، والعلاقات المكانية بشكل لم يسبق له مثيل؛ فنظم المعلومات الجغرافية، ونظام تحديد المواقع، وبرنامج Google Earth، وبرامج الكمبيوتر الأخرى؛ تتيح لنا التعامل مع الأشياء، والأفكار بالطرائق التي لا يمكن أبدا أن يحققها استخدام الورقة، والقل، ولا الطبشور، ولا السبورة؛ وهذا يساعد فى تنمية التفكير المكاني، وبناء المفاهيم المرتبطة به. (Bruce, 2014).

وفى هذا الصدد أشار July (٢٠٠١) إلى أهمية استخدام برنامج Geometer's Sketchpad GSP فى تحسين المهارات المكانية، وتطوير الحدس بالأشكال الهندسية ثلاثية الأبعاد، والتقدم فى مستويات التفكير الهنسى، كما أكد Chun (٢٠٠٨) أهمية استخدام نظم المعلومات الجغرافية فى تحسين القدرة على التفكير المكانى، فضلاً عن دراسة Kima& Bednarz (2012) التى أشارت إلى أهمية تعليم نظم المعلومات الجغرافية فى تنمية التفكير المكانى الناقد القائم على على تقييم موثوقية البيانات، وممارسة التفكير، وتقييم صلاحية حل المشكلة.

ودراسة Collins (٢٠١٤) التى عُنيت بتعرف أثر استخدام الخرائط الرقمية فى تنمية التفكير المكانى وأكدت وجود علاقة بين مهارة التفكير المكانى، والمواقف تجاه التكنولوجيا.

تعقيب:

مما سبق يمكن استنتاج ما يأتى :

- أهمية تعليم التفكير المكانى خلال المراحل الدراسية المختلفة، فضلاً عن العناية بتزويد المعلمين بالمعرفة، والمهارات اللازمة لدعم تعلم طلابهم هذا النوع من التفكير؛ فهو يشكل جانباً مهماً عند تعليم الهندسة فى الصفوف الدراسية المختلفة. وأن تنمية التفكير المكانى من الضروى أن تبدأ منذ الطفولة المبكرة، وتستمر عبر دراسة الطلاب.
- تنوع أهداف الدراسات التى عُنيت بالتفكير المكانى؛ ما بين: تعرف أنواع التفكير المكانى، ومهاراته التى يمتكلها الأطفال فى مرحلة رياض الأطفال؛ مثل دراستى: Ness (٢٠٠١)، وKim, Bednarz & Kim (٢٠١٢) ، فى حين عنيت دراسات

أخرى بتقصى أثر استخدام التكنولوجيا، ووسائط التعليم والتعلم فى تنمية التفكير المكانى؛ ومن بينها دراسات كل من: July (٢٠٠١)، و Chun (٢٠٠٨)، و Bakker (٢٠٠٨)، و Collins (٢٠١٤). كما ركزت دراسات أخرى على فحص تصورات المعلمين عن التفكير المكانى؛ ومنها دراستا Branch (٢٠٠٩)، و Hanlon (٢٠١٠)، فضلاً عن الدراسات التى استقصت الفروق بين الجنسين فى التفكير المكانى؛ ومنها دراستا: Kaufman (٢٠٠٦)، و Toptas,Celik (2012) & Karaca . وأخيراً عنيت مجموعة أخرى من الدراسات باعداد برامج، وورش عمل للمعلمين قبل الخدمة، وفى اثنائها؛ لتنمية المهارات والمعارف الخاصة بالتفكير المكانى؛ لديهم ومن بينها دراستا JO (٢٠١١)، وJo& Bednarz (2013).

- تحليل الدراسات السابقة بشأن التفكير المكانى يُظهر ثلاثة عناصر رئيسة، يتمثل العنصر الأول فى: أهمية دمج الأنشطة، والتطبيقات المختلفة التى تسهم فى تنمية التفكير المكانى خلال مناهج المراحل الدراسية المختلفة؛ بدءاً من مرحلة رياض الأطفال، وحتى المرحلة الجامعية ، والعنصر الثانى: يشير إلى ضرورة تطوير معرفة المعلمين المتعلقة بالتفكير المكانى، ويشمل العنصر الثالث: أهمية استخدام التكنولوجيا، وتطبيقاتها المختلفة فى تنمية التفكير المكانى.

المحور الثانى: التحويلات الهندسية Geometric Transformations

أولاً: التحويلات الهندسية عبر الصفوف الدراسية

تعد التحويلات الهندسية جزءاً مهماً من مناهج الرياضيات K-12 (المجلس القومى لمعلمي الرياضيات، ١٩٨٩، ٢٠٠٠)؛ حيث توفر دراستها فرصاً لاستكشاف الجوانب الديناميكية للهندسة، وتطوير قدرات التفكير، والتصور المكانى للأشكال الهندسية، كما أنها توفر فرصاً للطلاب لإجراء اتصالات بين موضوعات الرياضيات؛ مثل: الجبر، والهندسة، وأخيرا تقدم فرصاً للطلاب لتطوير مفهوم دقيق واسع من التطابق، والتشابه.

وقد أُقترحَت محاولة دمج التحويلات الهندسية فى مناهج الرياضيات؛ بواسطة المجلس القومى لمعلمى الرياضيات NCTM (2000) فى وثيقة مبادىء الرياضيات المدرسية، ومعاييرها Principles and Standards for School Mathematics . وبناء على تفاصيل هذا المقترح فإن الطلاب فى مرحلة ما قبل رياض الأطفال حتى الصف الثانى ينبغى أن يكونوا قادرين على تطبيق الانتقال، والانعكاس، والدوران ليكونوا على دراية بالأشكال.

وفضلاً عن تطبيق هذه الأنواع الثلاثة من التحويلات، فإن الطلاب خلال الصف الثالث، وحتى الخامس يجب أن يكونوا قادرين على توفير سلسلة من التحويلات التى تثبت أن

شكلين متطابقان. وخلال الصف السادس، وحتى الثامن يجب أن يكونوا قادرين على وصف مقدار الأشكال، وموقعها، واتجاهها تحت تأثير الانتقالTranslations،والانعكاس Reflections، والدوران Rotations ، والتمدد Dilations . فضلاً عن قدرتهم على استكشاف تركيب التحويلات الهندسية Composition of Transformations.أما طلاب المدرسة الثانوية فيجب أن يدرسوا الانتقالات، والانعكاسات، والدوران، والامتداد، وتركيب التحويلات الهندسية ككائنات؛ بدلاً من أن تكون عمليات تطبق على الأرقام الموجودة.

وتزايد دور التحويلات الهندسية فى مناهج الرياضيات؛ كما أظهرت دراسات التقييم الوطنية National Assessment Studies ؛ فواحدة من المسارات Strands الخمسة للمحتوى فى (NAEP) *National Assessment of Educational Progress*؛ هى الهندسة، والحس المكانى Spatial Sense . وخلال هذا المسار توجد مجموعة من مفردات التقييم، تركز على التحويلات الهندسية .

ثانياً: أهمية دراسة التحويلات الهندسية:

يساعد اكتساب مفاهيم التحويلات الهندسية فى تطوير التفكير المكاني، والفهم الهندسي؛ حيث يصادف الفرد الظواهر التي تتطلب الألفة مع الإزاحة(الانتقال)، والدوران، والانعكاس في مواقف الحياة اليومية؛ على سبيل المثال، مهمة وضع ورق الحائط التى تتطلب الازاحة (الانتقال). والدوران على مدار الساعة، وينطوى استخدام مرآة الرؤية الخلفية على استخدام خصائص الانعكاس.

وقد أكدت Geddes (1992) أهمية دراسة التحويلات الهندسية، وذكرت أن الطبيعة الديناميكية لهندسة التحويلات تشجع الطلاب على تحقيق الأفكار الهندسية. ومع جميع هذه الأسباب، والفوائد التي تدعو إلى دراسة التحويلات الهندسية؛ فلا يزال الطلاب يظهرون عدم فهمهم للتحويلات الهندسية.
(International Association for the Evaluation of Educational Achievement's Third International Mathematics and Science Study, 1998; NAEP, 1999)

ويؤكد ذلك أهمية دراسة الأبعاد الأخرى فى العملية التعليمية ذات العلاقة؛ وفى هذا الصدد عُنيت مجموعة من الدراسات بتقصى فهم معلمى المرحلة الابتدائية قبل الخدمة التحويلات الهندسية؛ ومنها دراسة: Law (1991) التى وصفت مجموعة من المخططات المستخدمة فى تعلم التحويلات الهندسية، كما أشارت الدراسة أهمية استخدام الخبرات الكمبيوترية؛ لتحفيز الطلاب، وتطوير مخططات التحويلات الهندسية لديهم.

ودراستا Yanik (2006)، Ada & Kurtulus (2010) اللتان أشارتا إلى أن المعلمين قادرون على تمثيل الانتقال، والدوران؛ باستخدام التمثيل الجبرى، ولديهم صعوبة فى تقديم تفسير لمعنى التحويلات الهندسية. فى حين أشارت دراسة Yanik (2011) إلى وجود صعوبات لدى المعلمين فى وصف الانتقالات الهندسية، وتعرفها، وتمثيلها، فضلاً عن تعدد وجهات نظرهم بشأنها.

وعنيت دراسة Li (2013) بتعرف طبيعة الخطاب الرياضياتى للمعلمين قبل الخدمة بشأن التحولات الهندسية، وتطوره، وكشفت عن تطور معرفة أعمق بالتحويلات الهندسية، لدى المعلمين قبل الخدمة.

ومن ناحية أخرى استهدفت دراسة Zorin (2011) تقصى معالجة التحولات الهندسية المتاحة فى الكتب المدرسية للمرحلة الإعدادية (٦،٧، ٨)، وأشارت إلى عدم وجود اتساق في النظام، أو موقع موضوعات التحويلات الهندسية ضمن الكتب المدرسية من قبل الناشر، أو مستوى الصف. فضلاً عن وجود أنواع من التدريبات تركز- في الغالب - على الطلاب المتقدمين فى محتوى الدرس، وأن المشكلات، والقضايا النموذجية التي يجب أن يتصدى لها الطلاب عند العمل مع التحويلات- والمشار اليها فى معايير العمليات - غير موجودة.

وقد لا يوفر بعض الكتب الفرصة للطلاب؛ لتجربة التحويلات الهندسية في سنة دراسية معينة؛ ومن ثم قد لا تتوافر للطلاب فرصة لدراسة التحويلات الهندسية خلال بعض سنوات المرحلة الإعدادية.

ثالثاً: التحويلات الهندسية فى بيئات تكنولوجية:

اقترحت الدراسات التى فحصت تحسين فهم الطلاب التحويلات الهندسية باستخدام التكنولوجيا (Edwards, 1991;Johnson&others., 1994; Dixon, 1995) أنه يمكن تنمية الفهم البنائى Structural Understandings للتحويلات الهندسية؛ من خلال تقديمها فى سياق بيئات تكنولوجية تفاعلية Dynamic Geometry Environments .

فقد فحصت دراسة Dixon (١٩٩٥) آثار استخدام بيئة تعليمية ديناميكية فى بناء طلاب الصف الثامن مفهومى: الانعكاس، والدوران. وأظهرت قدرة الطلاب على الإلمام بمفاهيم الانعكاس، والدوران، والتصور للأشكال ثنائية الأبعاد.كما حللت دراسة Glass(2001) فهم طلاب الصف الثامن التحويلات الهندسية، وأظهر تحليل أعمال الطلاب أنهم يستخدمون ٣ أقسام فى تحديد الأنواع المختلفة للتحويلات الهندسية؛القسم الأول: يعتمد على حركة الصورة Image من موضع الأصل pre-image،والقسم

الثانى: النتيجة النهائية للحركة، ترتكز على المقارنات بين الأصل، وخصائص الصورة التى تكون نتيجة مباشرة لحركتها، والقسم الثالث: تضمن التفكير المرتبط بخصائص التحويلات الهندسية .

وأوضح Glassg(2001) أن الطلاب يستخدمون غالباً القسم الأول فى تحديد نوع حركة التحويلات الهندسية، كما أظهرت تحليلات أعمال الطلاب أن الطلاب لديهم الفهم الأكبر للانتقال، ثم الانعكاس، ثم الدوران.

وقد ركزت دراسة "إدواردز" Edwards (1991) على استخدام بيئة "اللوجو" Logo environment فى تعليم التحويلات الهنسية، وخلصت الدراسة إلى أن استخدام بيئة اللوجو فى تعليم التحويلات الهندسية ساعد الطلاب فى تكوين الفهم البنائى للتحويلات الهندسية أكثر من جعلها مجرد مجموعة من الإجراءات.

وحللت دراسة Johnson& others (1994) بيانات جُمِعَت من طلاب الصفين: الخامس، والسادس عن تعلمهم التحويلات الهندسية فى بيئات اللوجو، وفحص الباحثون مجموعة من الأسئلة؛هى: هل وحدات الحركة - باستخدام بيئة اللوجو- لها تأثير إيجابى فى تصورات الطلاب الحركة فى الهندسة؟ وهل استخدام الكمبيوتر يختلف عن عدم استخدامه فى تنفيذ المنهج؟

وقد ركز الباحثون على وحدات الحركة المتعلقة بالتماثل، والتطابق، وعلى الحركات الثلاثة : الانتقال، والإنعكاس، والدوران، واعتمدت الدراسة على ٣ مجموعات؛ اثنين تجريبيتان، والثالثة ضابطة. أما المجموعتان التجريبيتان فقد نفذتا مجموعة من الأنشطة؛ باستخدام بيئة اللوجو. وأما المجموعة الضابطة فقد نفذت أنشطة التحويلات الهندسية؛ باستخدام الطريقة المعتادة، وخلصت الدراسة إلى أن طلاب المجموعتين التجريبيتين أكثر قدرة على مناقشة التحويلات للأشكال طُبقت عليها التحويلات، ولديهم الفهم البنائى لتلك التحويلات الهندسية.

أما دراسة Dixon (1995)؛ فقد استخدمت برنامج"سيكتش باد" Geometer's Sketchpad فى تدريس دروس الانعكاس، والانتقال للمجموعة التجريبية (٤ فصول بالصف الثامن) لمدة أسبوعين، فى حين درست المجموعة الضابطة (٥ فصول) بالطريقة المعتادة، وأظهرت نتائج الدراسة أن طلاب المجموعة التجريبية أظهروا نجاحاً أكثر من طلاب المجموعة الضابطة فى تعرف الانعكاس والدوران، وتطبيقهما.

وبناء على دراسات كل من : Edwards (1991) وJohnson& others (1994) وDixon (1995) ، فطلاب المدرسة المتوسطة الذين لديهم الفرصة لدراسة التحويلات الهندسية عبر بيئات تكنولوجية؛ يمكنهم أن يطبقوا بتدقيق الفهم البنائى للانتقال،

والانعكاس، والدوران، فضلاً عن أهمية استخدام البيئات التكنولوجية الديناميكية فى تعليم التحويلات الهندسية.

وهدفت دراسة سمر داود عبد اللطيف (2011) إلى الكشف عن أثر استخدام حقيبة تعليمية إلكترونية فى تحصيل طلاب الصف السابع الأساسى فى موضوع التحويلات الهندسية، وأكدت نتائج الدراسة أهمية تطوير حقائب تعليمية إلكترونية، وإنتاجها؛ لتشجيع معلمى الرياضيات على استخدامها فى تدريس الرياضيات بصفة عامة، ودراسة التحويلات الهندسية بصفة خاصة. كما عُنيت دراسة هيا عثمان محمد (2014) بالكشف عن أثر استخدام برمجية الرسم الهندسى (GSP) فى اكتساب المفاهيم الهندسية، والتحويلات الهندسية لدى طالبات الصف السابع الأساسى فى الأردن، وأكدت الدراسة أهمية استخدام البرمجية فى إجراء التحويلات الهندسية.

وأوصى NCTM (2000) بأنه يجب تطوير مهارات التصور لدى الطلاب ابتداءً من سنوات الدراسة المبكرة؛ من خلال مختلف التدريبات العملية على الأشكال الهندسية؛ باستخدام التكنولوجيا التي تسمح لهم بعمل انتقال، ودوران، وانعكاس للأشكال ثنائية الأبعاد. ومن الصف الثالث إلى الصف الخامس يجب على الطلاب التحقيق في آثار التحويلات، ووصفها. (NCTM,2000,43).

وقد يجبر استخدام البرمجيات الطلاب على تنمية الوعي بالعناصر اللازمة لتحديد التحويل (NCTM، 2000)؛ على سبيل المثال: لإجراء تحويل الدوران يحتاج الطلاب تحديد مركز الدوران ، واتجاهه،وزاويته. وفي الصفوف المتوسطة يجب على الطلاب تطوير فهم تطابق التحويلات، وتوسيع معارفهم؛ لتشمل تحويل الامتداد Dilation، ويكونون قادرين على وصف التحويلات كميا. وينبغي أن تكون التحويلات أداة مهمة للطلاب في الصفوف ٩-١٢ ؛ لحل المشكلات الهندسية؛ وغير الهندسية؛ فدراسة تركيب التحويلات يمكن أن يعطي طلاب المدارس الثانوية رؤى هندسية مهمة في الخصائص الجبرية.

وقد أكدت دراسات كل من: Pleet(١٩٩٠) ، و Johnson (1990) ، و Flanagan (٢٠٠١) أهمية استخدام الكمبيوتر فى أداء الطلاب فى التحويلات الهندسية. فى حين أكدت دراسات أخرى أهمية استخدام التكنولوجيا فى تطوير معرفة المعلمين قبل الخدمة مفاهيم التحويلات الهندسية؛ ومنها دراسة: Harper (٢٠٠٢) التى استهدفت تقصى أثر برمجيات الهندسة الديناميكية فى معرفة معلمى المرحلة الابتدائية قبل الخدمة مفاهيم التحويلات الهندسية، وكذا دراسة Jung (٢٠٠٢) التى عُنيت بتقصى تأثير التمثيلات (

التصويرية، والشفهية، والمكتوبة) فى معرفة معلمى المرحلة الثانوية قبل الخدمة مفاهيم التحويلات الهندسية التى أثبتت فاعليتها فى تطوير معرفة المعلمين.

ومن ناحية أخرى هدفت دراسة Belbase (2015) إلى تقصى معتقدات المعلمين قبل الخدمة، وفى أثنائها؛ فى تدريس التحويلات الهندسية؛ باستخدام برنامج "سكيتش باد" Sketchpad ، وكشفت نتائج الدراسة عن ١١ فئة تُميز المعتقدات فى تدريس التحويلات الهندسية؛ باستخدام برنامج "الاسكيتش باد"؛ وهى: المعتقدات فى الذات كمعلم في المستقبل، معرفة معلم المستقبل، والبيئة التربوية، ودور المعلم والطلاب، والعلاقة التربوية، وأهداف التدريس، ومداخله، والتفاعلات الصفية، وأنشطة التعليم، والتعلم، والبيئة من أجل المساواة، والوصول، والمراحل الانتقالية، والتقدم للتعليم، والتعلم.

وهناك عديد من البرمجيات التى يمكن استخدامها فى تدريس التحويلات الهندسية؛ من بينها برنامج:Geometer's Sketchpad ، وبرنامج Geogebra؛ والتى يمكن الاستفادة من ميزاتها فى تدعيم فهم الطلاب موضوع التحويلات الهندسية، وقد عُنى فى البحث الحاضر باستخدام برنامج Geogebra، وفيما يأتى بعض التفصيلات المتعلقة بالبرنامج:

خصائص برنامج Geogebra

هو برنامج مبني على المعايير العلمية، وقد طور هذا البرنامج من قِبل المبرمجين بجامعة فلوريدا، وصُمم بطريقة تمكن الطلاب من تطوير فهم عميق للنظريات، والحقائق الرياضياتية؛ من خلال التطبيق العملي، واستكشاف المفاهيم بأنفسهم . وهو عبارة عن مجموعة من الأدوات التي تسهم في إكساب الطالب المهارات الرياضياتية، ويشمل كافة المعينات اللازمة لجعل عملية التعلم سهلة، وشائقة؛ حيث يبني الطالب – باستمرار- على تعلمه السابق؛ وهذا يتفق تمامًا مع المنحى البنائي للتعلم.

ويغطي البرنامج معظم المحاور التي حددها المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات(NCTM)؛ وهى القياس، والهندسة، والجبر، وهو برنامج مجاني يعتمد على لغة الجافا في الحاسوب، ومترجم الى أكثر من خمسين لغة، وقابل للتطور المتسارع مع الزمن، فضلاً عن إمكانية استخدامه عبر الانترنت أو باستخدام الكمبيوتر مباشرة، وتتوافر فيه تقنيات تدعم ورش العمل، والعمل الجماعي. ويدعم الأجهزة الإلكترونية الذكية؛ مثل :أجهزة التليفون الذكية، وهو قاعدة بيانات رياضياتية ديناميكية، تهدف إلى تعليم الرياضيات، وتدريسها من المستوى المتوسط في المدارس إلى مستوى الجامعة، ويجمع بين الجبر، والهندسة، والتفاضل، والتكامل.

مرتكزات برنامج Geogebra:

يتأسس البرنامج على مجموعة من المرتكزات، تتمثل فى أن :

- كل طالب يستطيع تعلم الرياضيات إذا أعطي الفرصة لتعلمها، وعمل على حل مسائل ذات مستوى مناسب قدراته بالسرعة التي تناسبه .

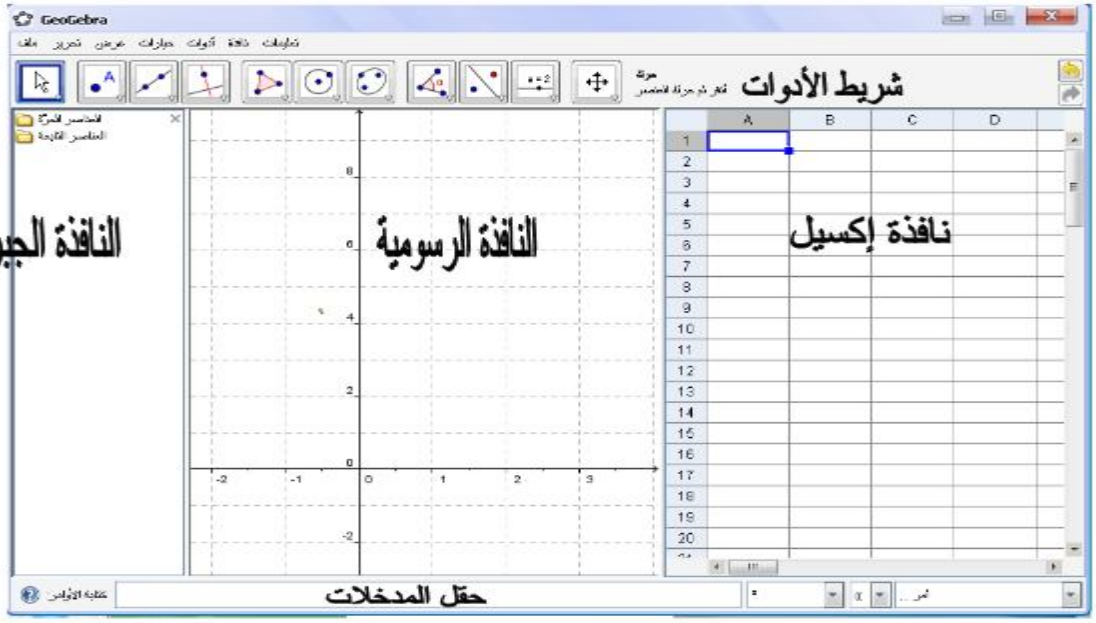
- الرياضيات تحتاج كثيراً من الممارسة(Learning by doing)؛ لإتقان مهاراتها، واستيعاب مفاهيمها، والربط بين هذه المهارات، والمفاهيم؛ وعليه فإن إتاحة الفرص الكافية للممارسة يجعل تعلم الطالب الرياضيات أمراً ممكناً . فالطالب يبدأ بحل مسائل تلائم قدراته، ثم ينتقل -تدريجيًا- إلى المسائل الأكثر صعوبة بعد أن يكون قد أتقن التعلم السابق اللازم لحلها؛ ومن ثم فالرهبة من الرياضيات، وعدم الثقة في القدرة على تعلمها تزول تدريجياً.

أهداف برنامج Geogebra

يهدف هذا البرنامج الي ما يأتى:

- مساعدة الطالب فى إدراك المفاهيم، وتجسيدها بطريقة مُحسة.
- مساعدة الطالب فى ربط الأفكار الرياضياتية ببعضها.
- مساعدة الطالب فى ربط الرياضيات بالحياة؛ من خلال توظيفها فى مسائل حيوية.
- بناء ثقة الطالب بنفسه، وبقدرته على تعلم الرياضيات.
- تنمية مهارة التعلم الذاتي.
- تحسين تحصيل الطالب في الرياضيات.
- تنمية مهارات التفكير.
- تنمية اتجاهات إيجابية نحو الرياضيات.
- إتاحة الفرصة لكل طالب؛ لإبراز أقصى إمكاناته.

و تتكون واجهة برنامج الجيوجبرا مما هو موضح بالشكل رقم (١):



شكل رقم (١) : واجهة برنامج جيوجبرا.

ويتكون البرنامج من مجموعة من الأقسام، وهى:

لوحة الرسم : هي اللوحة التي تظهر عليها الأشكال الرياضياتية والرسم الرياضياتى ممثلة في المستوي الإحداثي (مجموعة الأعداد الحقيقية × مجموعة الأعداد الحقيقية).

النافذة الجبرية: هي النافذة التي تظهر فيها كل الإجراءات الرياضياتية الممثلة على لوحة الرسم أولاً بأول؛ ومن خلالها يمكن تتبع مسار إجراءات ما نُفذ على لوحة الرسم وتغيير بعض الخصائص؛ من خلالها.

حقل المدخلات (الأوامر): هو الموضع الذي يمكن فيه كتابة الأوامر الرياضياتية، والمعادلات الخطية، ومعادلات الدائرة، والإجراءات الرياضياتية المراد تمثيلها.

شريط القوائم: وهو الشريط الذي يحتوي قوائم ملف، وتحرير، وعرض، وخيارات وأدوات، ونافذة، وتعليمات؛ وهي قوائم أساسية لحفظ الملفات، وإجراء التعديلات، والخيارات عليها.

شريط الأدوات: هو الشريط الذي يحتوي بعض الرموز الرياضياتية التي تستخدم في تصميم البرمجيات الرياضياتية؛ مثل: النقطة، والدائرة، والمستقيمات، والمضلعات.

وقد اختارت الباحثة هذا البرنامج؛ لأنها ترى أنه قد يكون مناسباً فى تدريس التحويلات الهندسية؛ حيث إنه يتناسب والمستوى الذهنى، والفكري للطلاب، فضلاً عن الميزات التي يمتاز بها البرنامج عن غيره من البرمجيات الأخرى

تعقيب:

مما سبق يمكن استنتاج ما يأتى:

- أهمية تدريس التحويلات الهنسية للطلاب فى المراحل الدراسية المختلفة؛ بدءاً من المرحلة الابتدائية، وحتى الثانوية.

- أهمية استخدام التكنولوجيا فى تعليم التحويلات الهندسية؛ وهذا ما أكده عديد من الدراسات من بينها دراسات كل من: Pleet(1990)، و Johnson (1990)، و Dixon (1995) ، و Jung (2002) .

- أهمية تقصى معرفة المعلمين المرتبطة بالتحويلات الهندسية؛ كأحد العوامل المؤثرة فى تعلمها؛ كدراسات كل من: Harper (2002)، و Yanik (2006)، و Yanik (2011).

- العناية بالدراسات التحليلية لمحتوى الكتب المدرسية، وتناولها مفاهيم التحويلات الهندسية عبر الصفوف الدراسية المختلفة؛ كدراسة Zorin (2011).

- يُعد متغير المعتقدات من المتغيرات المهمة فى تأثيرها فى عمليتى: التعليم والتعلم؛ ويؤكد ذلك أخذها فى الحُسبان عند استخدام التكنولوجيا فى تدريس التحويلات الهندسية؛ على أساس أن معتقدات المعلم توجه ممارساته داخل الصفوف الدراسية؛ مثل دراسة: Belbase (2015) .

إجراءات البحث:

أولاً: إعداد البرنامج الإثرائى فى التحويلات الهندسية

يهدف هذا الإجراء إلى وصف ما أُتبع من مراحل لإعداد البرنامج الإثرائى فى تدريس التحويلات الهندسية، وفيما يأتى وصف تفصيلى للإجراءات التى اتبعت فى كل مرحلة من هذه المراحل :

١- تحديد منطلقات البرنامج

أمكن التوصل إلى مجموعة من المنطلقات التى يتأسس البرنامج عليها؛ وهى :

- البرمجيات التكنولوجية مهمة فى تدريس الهندسة؛ وبخاصة فى تدريس التحويلات الهندسية، حيث تسهم فى تنمية وعي الطلاب بالعناصر اللازمة لتحديد التحويل الهندسى.
- تُعد التحويلات الهندسية مجالاً خصبا لتنمية التفكير المكانى، والفهم الهندسي لدى الطلاب، ورؤية الطبيعة الديناميكية لمجال الهندسة .
- عمل التمثيلات المتعلقة بالتحويلات الهندسية - من خلال البرمجيات التكنولوجية- يساعد فى إظهار العلاقات المكانية بشكل أكثر تدقيقاً؛ ومن ثم فهي أكثر فائدة في حل المشكلة، وتنمية التفكير المكانى.
- تساعد البرمجيات التكنولوجية فى تصور العلاقات المكانية، ورؤية الهندسة كمجال حيوى ديناميكى له تطبيقات، ونماذج حيوية .

٢- تحديد الأهداف العامة للبرنامج:

يتمثل الهدف العام للبرنامج فى تنمية التفكير المكانى لدى طلاب الصف الأول الإعدادي؛ من خلال دراسة مفاهيم التحويلات الهندسية .

٣- تحديد نواتج التعلم المستهدفة (ILOS) Intending Learning Outcomes

فى ضوء منطلقات البرنامج، وهدفه العام؛ أمكن صوغ نواتج التعلم المستهدفة؛ وتمثلت فى القائمة الآتية:

عندما ينتهى الطالب المعلم من دراسة وحدات البرنامج؛ يكون قادراً على أن:

- يُعرَف مفهوم التحويل الهنسى.
- يعدد التطبيقات الحيوية للتحويلات الهندسية.
- يطرح أمثلة حيوية لمفهوم الإنعكاس.
- يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس.
- يُعرَف مفهوم الإنعكاس فى مستقيم.
- يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس فى مستقيم.
- يُعرَف مفهوم الانعكاس فى المستوى الإحداثى.
- يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس فى المستوى الإحداثى.
- يُعرَف مفهوم الإنعكاس فى محور x و محور y.
- يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس فى محور x و محور y.
- يُعرَف مفهوم الانعكاس فى نقطة والانعكاس فى نقطة الأصل.

- يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس فى نقطة والإنعكاس فى نقطة الأصل.
- يُعرَف مفهوم الإزاحة.
- يرسم الصور الناتجه عن الإزاحة.
- يعدد التطبيقات الحيوية لمفهوم الإزاحة.
- يُعرَف مفهوم الإزاحة فى المستوى.
- يرسم الصور الناتجة عن الإزاحة فى المستوى الإحداثى.
- يُعرف مفهوم الدوران.
- يطرح أمثلة من الحياة اليومية متعلقة بالدوران.
- يستكشف خصائص الدوران.
- يُعرَف مفهوم الدوران حول نقطة.
- يرسم الصورة الناتجة عن الدوران؛ مستخدماً المنقلة.
- يُعرَف مفهوم دوران شكل فى المستوى الإحداثى.
- يرسم الصورة الناتجة عن دوران شكل فى المستوى الإحداثى.
- يُعرَف مفهوم تركيب التحويلات الهندسية.
- يُعدد النظريات المختلفة لتركيب التحويلات الهندسية.
- يستكشف أثر إجراء عدة تحويلات هندسية على شكل هندسى.
- يرسم صورة شكل هندسى ناتجة عن تركيب تحويلين هندسيين؛ أحدهما: الانعكاس.
- يرسم صورة شكل هندسى ناتجة عن تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين، وحول مستقيمين متقاطعين.
- يعطى أمثلة حيوية تتضمن تركيب التحويلات الهندسية.
- يُعرف مفهوم التبليط.
- يعدد أمثلة حيوية لمفهوم التبليط.
- يميز بين التبليط المنتظم، والتبليط غير المنتظم.
- يقارن بين التبليط المتسق، وغير المتسق.
- ينشىء نماذج تبليط مختلفة من الحياة اليومية.

٤- تحديد محتوى البرنامج :

استناداً إلى التحديد السابق لنواتج التعلم المستهدفة من البرنامج؛ صممت الباحثة محتوى البرنامج؛ فجاء محتواه فى خمس وحدات تعليمية، تتضمن موضوعات متنوعة؛ بيانها كما هو موضح بجدول رقم (1):

جدول رقم (1): وحدات البرنامج:

الوحدة	اسم الوحدة	محتوى الوحدة	أهداف الوحدة
الوحدة الأولى	الانعكاس *Reflection*	• مفهوم التحويل الهندسى. • مفهوم الانعكاس. • الانعكاس فى مستقيم. • الانعكاس فى المستوى الإحداثى. • الانعكاس فى المحور x ، y. • الانعكاس فى نقطة. • الانعكاس فى نقطة الأصل. • أوراق العمل . • تحديات.	• يُعرَف مفهوم التحويل الهنسى. • يعدد التطبيقات الحيوية للتحويلات الهندسية. • يطرح أمثلة حيوية لمفهوم الإنعكاس. • يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس. • يُعرَف مفهوم الإنعكاس فى مستقيم. • يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس فى مستقيم. • يُعرَف مفهوم الانعكاس فى المستوى الإحداثى. • يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس فى المستوى الإحداثى. • يُعرَف مفهوم الإنعكاس فى محور x و محور y. • يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس فى محور x و محور y. • يُعرَف مفهوم الانعكاس فى نقطة والانعكاس فى نقطة الأصل. • يرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس فى نقطة والإنعكاس فى نقطة الأصل.
الوحدة الثانية	الإزاحة Translation	• مفهوم الإزاحة. • الإزاحة فى المستوى الإحداثى. • أوراق العمل. • تحديات.	• يُعرَف مفهوم الإزاحة. • يرسم الصور الناتجه عن الإزاحة. • يعدد التطبيقات الحيوية لمفهوم الإزاحة. • يُعرَف مفهوم الإزاحة فى المستوى. • يرسم الصور الناتجة عن الإزاحة فى المستوى الإحداثى.
الوحدة الثالثة	الدوران Rotation	• مفهوم الدوران. • الدوارن حول نقطة. • الدوران فى مستوى إحداثى. • أوراق العمل. • تحديات.	• يُعرف مفهوم الدوران. • يطرح أمثلة من الحياة اليومية متعلقة بالدوران. • يستكشف خصائص الدوران. • يُعرَف مفهوم الدوران حول نقطة. • يرسم الصورة الناتجة عن الدوران؛ مستخدماً المنقلة. • يُعرَف مفهوم دوران شكل فى المستوى الإحداثى. • يرسم الصورة الناتجة عن دوران شكل فى المستوى الإحداثى.

الوحدة	اسم الوحدة	محتوى الوحدة	أهداف الوحدة
الوحدة الرابعة	تركيب التحويلات الهندسية Composition of Transformation	• نظرية ١. • نظرية ٢. • نظرية ٣. • أوراق العمل. • تحديات.	• يُعرَف مفهوم تركيب التحويلات الهندسية. • يُعدد النظريات المختلفة لتركيب التحويلات الهندسية. • يستكشف أثر إجراء عدة تحويلات هندسية على شكل هندسى. • يرسم صورة شكل هندسى ناتجة عن تركيب تحويلين هندسيين؛ أحدهما: الانعكاس. • يرسم صورة شكل هندسى ناتجة عن تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين، وحول مستقيمين متقاطعين. • يعطى أمثلة حيوية تتضمن تركيب التحويلات الهندسية.
الوحدة الخامسة	التبليط Tessellation	• مفهوم التبليط. • التبليط المنتظم، وشبه المنتظم. • التبليط المتسق، وغير المتسق. • رسم التبليط. • أوراق العمل.	• يُعرف مفهوم التبليط. • يعدد أمثلة حيوية لمفهوم التبليط. • يميز بين التبليط المنتظم، والتبليط غير المنتظم. • يقارن بين التبليط المتسق، وغير المتسق. • ينشىء نماذج تبليط مختلفة من الحياة اليومية.

٧- تحديد استراتيجيات التعليم، والتعلم:

استُخدمت مجموعة من الاستراتيجيات التى تناسب طبيعة البرنامج، ونواتج التعلم المستهدفة منه، وتتلاءم مع قدرات الطلاب ، واحتياجاتهم؛ مثل: المناقشة؛ والمحاضرة فى بعض اللقاءات، والتعلم التعاونى، والتعلم الذاتى فى تنفيذ بعض أنشطة البرنامج.

٨- تحديد أنشطة التعليم، والتعلم:

تضمن البرنامج (60) ورقة عمل، موزعة على جميع وحداته؛ حيث يوجه الطلاب إلى إنجازها تباعاً مع دراسة محتوى كل وحدة.

٩- اختيار الوسائط التعليمية:

يستعين المدرب - فى معالجته محتوى البرنامج- بعدد من الوسائل التعليمية؛ وهى: أوراق العمل المتضمنة فى دليل المعلم، وبرنامج الجيوجبرا، والسبورة البيضاء، والأقلام السبورية الملونة.

١٠ـ تحديد أساليب التقويم:

ارتبط تنفيذ البرنامج بثلاثة أساليب للتقويم؛ هى :

- **تقويم أولى :** فى بداية البرنامج بعد أول لقاء؛ لتعرف إمكانات، الطلاب، وقدراتهم، والمستوى المبدئى لمعارفهم.
- **تقويم تكوينى:** من خلال تنفيذ أنشطة التقويم اليومى فى نهاية كل موضوع من موضوعات محتوى البرنامج، وعند نهاية كل عنصر من عناصره الفرعية.
- **تقويم نهائى:** فى نهاية البرنامج؛ من خلال اختبار التفكير المكانى .

١١ـ التحقق من صلاحية البرنامج:

للتحقق من صلاحية البرنامج عُرض شاملاً أهدافه ،ومحتواه، وخطة السير فى دراسته، واستراتيجيات التعليم، والتعلم التى تتناسب مع طبيعته ، وأهدافه، وخصائص المتعلمين، فضلاً عن أنشطة التعليم، والتعلم المرتبطة به، ووسائط التعليم، وأساليب التقويم المرتبطة بتنفيذه- على مجموعة من المحكمين المتخصصين فى مجال تعليم الرياضيات ، وبمراعاة ما أوصى به المحكمون من ملاحظات؛ يكون قد تحقق صدق محتوى البرنامج*.

ثانياً ـ إعداد دليل المعلم:

تطلب استخدام البرنامج إعداد دليل للمعلم، وقد خضع إعداده للخطوات الآتية:

١ـ تحديد الهدف من الدليل:

استهدف إعداد الدليل تقديم رؤية كاملة عن الإطار العام للبرنامج المقترح؛ من حيث نواتجه المستهدفة، ومحتواه، والأساليب الفنية المستخدمة في تنفيذه، ووسائط التعليم، والتعلم، وأساليب تقويم البرنامج، وكذا أجندة العمل، وإجراءات تنفيذه، وكيفية توظيف أوراق العمل.

٢ـ إعداد الدليل فى صورته الأولية:

تضمن دليل المعلم ـ فى صورته الأولية ـ العناصر الآتية :

- مقدمة.
- الإطار العام للبرنامج.

* ملحق رقم (١) : برنامج فى التحويلات الهندسية باستخدام الجيوجبرا

- الهدف العام للبرنامج.
- نواتج التعلم المستهدفة.
- المحتوى.
- الأساليب، والفنيات.
- وسائط التعليم، والتعلم.
- تقويم البرنامج.

- **أولاً: الانعكاس:**
  - أجندة العمل.
  - الأهداف، والإجراءات.
  - أوراق العمل.
- **ثانياً: الانتقال(الإزاحة):**
  - أجندة العمل.
  - الأنشطة والمهام.
  - أوراق العمل.
- **ثالثاً: الدوران:**
  - أجندة العمل.
  - الأهداف، والإجراءات.
  - أوراق العمل.
- **رابعاً: تركيب التحويلات الهندسية:**
  - أجندة العمل.
  - الأهداف، والإجراءات.
  - أوراق العمل.
- **خامساً: التبليط:**
  - أجندة العمل.
  - الأهداف والإجراءات .
  - أوراق العمل.

٣- التحقق من صلاحية الدليل :

للتحقق من صلاحية الدليل فى استخدام البرنامج ؛ عُرض على مجموعة من المحكمين المتخصصين؛ وأظهر مجمل آراء المحكمين فى محتوى الدليل صلاحيته للغرض الذى أعد من أجله.

٤- إعداد الدليل فى صورته النهائية :

بعد التحقق من صلاحية الدليل؛ وضع فى صورته النهائية*، وصار جاهزاً للاستخدام.

ثالثاً: تصميم اختبار التفكير المكانى، وضبطه.

وفيما يأتى وصف مراحل تصميمه :

- تحديد الهدف من الاختبار :

هدف هذا الاختبار إلى قياس مستوى التفكير المكانى لدى الطلاب ؛ أفراد عينة البحث.

- تحديد نوع مفردات الاختبار، وصوغها :

اختير نوع واحد من أشكال الاختبارات الموضوعية؛ وهو الاختيار من متعدد (أربعة بدائل)، وقد صيغت مفردات الاختبار؛ بحيث تتوافر فيها الخصائص الفنية المتعارف عليها فى هذا الصدد ، وتوزعت مفردات الاختبار على أربعة أبعاد، تمثلت فى :

١- تحويل الإزاحة.

٢- تحويل الانعكاس.

٣- تحويل الدوران.

٤- تركيب التحويلات الهندسية.

ويوضح جدول رقم (2) بياناً بتوزيع مفردات الاختبار :

جدول رقم (2): توصيف اختبار التفكير المكانى:

م	أبعاد الاختبار	أرقام مفردات الاختبار	المجموع	الوزن النسبى%
١	الإزاحة	1,9,11,13,15,16,19,20,25,28,37	11	0.244
٢	الانعكاس	2,3,7,14,17,18,23,30,33,34,40	١١	٠.٢٤٤
3	الدوران	4,5,8,22,24,27,29,32,35,36,43	١١	٠.٢٤٤
4	تركيب التحويلات الهندسية	6,10,12,21,26,31,38,39,41,42,44	11	٠.٢٤٤
المجموع		44		
الوزن النسبى%		١٠٠%		

* ملحق رقم (٢): دليل المعلم فى تدريس التحويلات الهندسية

* تجدر الإشارة إلى أن الجدول السابق هو الجدول المُعدل بعد أن حُذفت منه المفردات ذات معاملات السهولة، والتمييزية غير المقبولة؛ والتى سيرد ذكرها فيما يتعلق بالتجريب الاستطلاعى للاختبار .

- إعداد الصورة الأولية للاختبار :

شمل الاختبار - فى صورته الأولية- 50 مفردة، فضلا عن تعليماته التى تضمنت : الهدف منه، وعدد الأسئلة، ونوعها، وكيفية الإجابة عنها، وقد تضمنت التعليمات- أيضاً - مثالاً توضيحياً لأحد الأسئلة، وكيفية الإجابة عنه .

- وضع نظام تقدير الدرجات:

وُضع نظام تقدير الدرجات فى هذا الاختبار؛ بحيث تعطى درجة واحدة فقط؛ فى حال الإجابة الصواب للمفردة، و(صفر) فى حال الإجابة الخطأ .

- التحقق من صدق الاختبار:

تُحقق من صدق محتوى الاختبار؛ من خلال عرض الاختبار - فى صورته الأولية - على عدد من المحكمين؛ مصحوباً بمقدمة، تضمنت عناصر محتوى البرنامج، وجدول مواصفات الاختبار؛ والأهداف السلوكية لكل مفردة؛ وبمراعاة ما أوصى به المحكمون من ملحوظات؛ يمكن القول بصدق الاختبار.

- التجريب الاستطلاعى للاختبار :

بعد التحقق من صدق الاختبار، طُبق على عينة استطلاعية من طلاب الصف الأول الإعدادى ؛ وذلك فى نهاية العام الدراسى ٢٠١٤/ ٢٠١٥ م؛ لحساب معامل السهولة، والتميزية لكل مفردة من مفردات الاختبار، وحساب معامل ثباته، وتحديد زمنه .

وفيما يلى عرض النتائج المرتبطة بكل هدف من الأهداف السابقة:

أ- تحديد معاملات السهولة لمفردات الاختبار .

حُسب معامل السهولة لكل مفردة من مفردات الاختبار؛ وقد تراوحت قيم معاملات السهولة بين (0.30، 0.89)؛ باستثناء مفردة حيث بلغ معامل سهولتها (0.14)؛ وبذلك حُذفت المفردة.

ب- تحديد معاملات التمييزية لمفردات الاختبار:

حُسب معامل التمييزية لكل مفردة من مفردات الاختبار، وقد تراوحت قيم معاملات التمييزية المحسوبة؛ ما بين: (0.20، 0.80)؛ باستثناء ٥ مفردات، بلغ معامل تمييزية كل منها (0.1 - ، 0.6 - ، صفر ،0.1، 0.1) على الترتيب، وقد حُذفت هذه المفردات.

ج- حساب معامل ثبات الاختبار.

حُسب ثبات الاختبار؛ باستخدام "معامل ألفا كرونباخ"؛ لتحديد قيمة معامل الثبات، وقد جاءت قيمة α مساوية - (0.78)، ويعد ذلك مؤشراً على أن الاختبار على درجة مقبولة

من الثبات؛ ومن ثم يمكن الوثوق فى النتائج التى من الممكن الحصول عليها عند تطبيقه على عينة البحث.

د- تحديد زمن الاختبار:

حُدِدَ الزمن المناسب للإجابة عن أسئلة الاختبار؛ من خلال حساب متوسط زمن إجابة أفراد العينة الذين يمثلون الإرباعى الأقل زمناً (30 دقيقة)، ومتوسط زمن أفراد العينة الذين يمثلون الإرباعى الأعلى زمناً (40 دقيقة)، ثم حساب متوسط الزمنين، وفى ضوء ذلك صار الزمن المحدد للاختبار(35) دقيقة تقريباً.

- إعداد الصورة النهائية للاختبار :

بعد التأكد من صدق الاختبار، وثباته، والتحقق من مناسبة مفرداته؛ من حيث معاملا:السهولة، والتمييزية،صار الاختبار- فى صورته النهائية* - صالحاً للتطبيق؛ حيث شمل (44) مفردة؛ وبذلك تكون النهاية العظمى للاختبار (44) درجة، والزمن المتاح للإجابة عن أسئلته (35) دقيقة، ويوضح جدول رقم (3) الخصائص الإحصائية لاختبار التفكير المكانى فى صورته النهائية.

جدول رقم (٣): الخصائص الإحصائية لاختبار التفكير المكانى فى صورته النهائية:

عدد المفردات	النهاية العظمى للدرجة	حدود معاملات السهولة	حدود معاملات التميزية	معامل الثبات	زمن الاختبار
44	٤٤	(0.89 ،0.30)	(0.80 ،0.20)	0.78	35 دقيقة

رابعاً: إجراء تجربة البحث:

بعد تصميم البرنامج المقترح، وإعداد أدوات البحث فى صورتها النهائية؛ بدأ تنفيذ تجربة البحث؛ وشمل ذلك :تحديد الهدف من تجربة البحث، واختيار العينة، والتطبيق القبلى للأدوات، وتطبيق البرنامج المقترح، والتطبيق البعدى لأداة البحث .

وفيما يأتى وصف تفصيلى لكل إجراء من تلك الإجراءات :

تحديد الهدف من تجربة البحث:

استهدفت تجربة البحث الحصول على بيانات؛ للحكم على فاعلية البرنامج المقترح فى تنمية التفكير المكانى لدى الطلاب عينة البحث.

اختيار عينة البحث:

اختيرت عينة البحث من طلاب الصف الأول الإعدادى بمدرسة بنجر ١٥ الإعدادية التابعة لإدارة برج العرب التعليمية بمحافظة الإسكندرية، ومدرسة سيدى غازى الإعدادية المشتركة التابعة لإدارة مركز كفر الدوار التعليمية، فى العام الدراسى ٢٠١٥- 2016 م. ويوضح جدول رقم (٤) توزيع أفراد العينة :

* ملحق رقم (٣) : اختبار التفكير المكانى

جدول رقم (٤) : توزيع أفراد عينة تجربة البحث:

العينة	المدرسة	العدد
التجريبية الأولى	سيدى غازى الإعدادية المشتركة	٣٥
التجريبية الثانية	بنجر ١٥ الإعدادية	٣٥
الضابطة	سيدى غازى الإعدادية المشتركة	٣٥

التطبيق القبلى لأداة البحث:

طبقت أدوات البحث الممثلة فى اختبار التفكير المكانى على عينة البحث قبل إجراء التجربة، ويوضح جدول رقم (5) توقيت التطبيق الزمنى، ومكانه، ومواصفات العينة.

جدول رقم (5) : بيانات التطبيق القبلى لأداة البحث:

العينة	اليوم	عدد الطلاب
التجريبية الأولى	٢٠١٦/٣/٢٨	٣٥
التجريبية الثانية	٢٠١٦/٤/٦	٣٥
الضابطة	٢٠١٦/٣/٢٧	٣٥

تنفيذ البرنامج المقترح:

بعد الانتهاء من التطبيق القبلى لأداة البحث على العينة؛ طُبق البرنامج؛ بواسطة الباحثة؛حيث كان ذلك فى الفترة من ٢٨ / 3 / 2016 م، إلى 11 /4 / 2016 م بالنسبة للمجموعة التجريبية الأولى، وفى الفترة من ٢٠١٦/٤/٦م حتى ٢٠١٦/٤/٢١م بالنسبة للمجموعة التجريبية الثانية؛ وفقاً لمجموعة من الإجراءات ويوضح جدول رقم (6) الخطة الزمنية لدراسة البرنامج؛ موضحاً بها عدد الساعات المُقدر لتدريس كل وحدة من وحدات البرنامج.

جدول رقم (٦): الخطة الزمنية لتطبيق البرنامج الإثرائى :

الأجزاء	المهمات المطلوب إنجازها	المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج
دراسة الوحدة الأولى من البرنامج : الإنعكاس	• دراسة الوحدة الأولى من البرنامج . • المناقشة، والتعليقات، والاستفسار عن أى موضوع . • تنفيذ أوراق العمل، وتسليم الحلول.	فترتان (٤حصص)(٣ ساعات)
دراسة الوحدة الثانية من البرنامج: الازاحة	• دراسة الوحدة الثانية من البرنامج . • المناقشة، والتعليقات، والاستفسار عن أى موضوع . • تنفيذ أوراق العمل، وتسليم الحلول.	فترتان (٤حصص)(٣ ساعات)
دراسة الوحدة الثالثة من البرنامج: الدوران	• دراسة الوحدة الثالثة من البرنامج . • المناقشة، والتعليقات، والاستفسار عن أى موضوع . • تنفيذ أوراق العمل، وتسليم الحلول.	فترة ونصف (٣حصص)(ساعتان وربع)
دراسة الوحدة الرابعة من البرنامج: تركيب التحويلات	• دراسة الوحدة الرابعة من البرنامج . • المناقشة، والتعليقات، والاستفسار عن أى موضوع .	نصف فترة (حصة) (٤٥ دقيقة)

الأجزاء	المهمات المطلوب إنجازها	المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج
الهندسية	• تنفيذ أوراق العمل، وتسليم الحلول.	
دراسة الوحدة الخامسة من البرنامج: التبليط	• دراسة الوحدة الخامسة من البرنامج . • المناقشة، والتعليقات، والاستفسار عن أى موضوع . • تنفيذ أوراق العمل، وتسليم الحلول.	نصف فترة (حصة) (٤٥ دقيقة)

التطبيق البعدى لأداة البحث:

بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج؛ طبقت أداة البحث : اختبار التفكير المكانى؛ على عينة الدراسة فى يومى: ٤/١١ ، ٢٠١٦/٤/٢١ ؛ للحصول على بيانات، تتعلق بالمتغير التابع للبحث؛ ويوضح جدول رقم (7) بيانات التطبيق البعدى:

جدول رقم (7) : بيانات التطبيق البعدى لأداة البحث:

العينة	اليوم	عدد الطلاب
التجريبية الأولى	٢٠١٦/٤/١١	٣٥
التجريبية الثانية	٢٠١٦/٤/٢١	٣٥
الضابطة	٢٠١٦/٤/١١	٣٥

وبعد رصد تلك البيانات؛ بُوبت؛ تمهيداً لإجراء المعالجات الإحصائية المناسبة؛ ومن ثم التحقق من صحة فروض البحث، والإجابة عن أسئلته .

خامساً: تحديد أساليب المعالجة الإحصائية:

لاختبار مدى صحة فروض البحث، استُخدمت الأساليب الإحصائية الآتية:

- اختبار *t*-test للفروق بين المتوسطات المرتبطة؛ للتحقق من مدى صحة فرضى البحث: الأول، والثالث، عند مستوى $\alpha < 0.05$.
- اختبار *t*-test للفروق بين المتوسطات المستقلة؛ للتحقق من مدى صحة فروض البحث: الثانى، والرابع عند مستوى $\alpha < 0.05$.
- مؤشر كوهين Cohen " d " ؛ لتحديد حجم تأثير المتغير المستقل (البرنامج المقترح) ؛ تحديداً كمياً ، وفى هذا الصدد عُد حجم التأثر صغير إذا كان d = .2، ومتوسط إذا كان d = .5 ، وكبيراً إذا كان d = .8 (Cohen,J., 1988:25).
- تحليل التباين ANOVA، وأسلوب شيفيه *Scheffes Method* ؛ للتحقق من مدى صحة فرض البحث الخامس عند مستوى $\alpha < 0.05$

سادساً: عرض نتائج البحث:

أولاً : الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث:

ما البرنامج المقترح القائم على استخدام "الجيوجبرا" فى تدريس التحويلات الهندسية؟

تمثلت الإجابة عن هذا السؤال فى البرنامج القائم على استخدام الجيوجبرا فى تدريس التحويلات الهندسية لطلاب الصف الأول الإعدادى، وقد شغل هذا البرنامج الملاحق: (١-٢)* من ملاحق البحث؛ وهى تُبرز - على الترتيب - مكونين رئيسين للبرنامج؛ هى :

- محتوى البرنامج.
- دليل المعلم.

ثانياً: الإجابة عن السؤال الثانى من أسئلة البحث:

ما فاعلية البرنامج الإثرائى القائم على استخدام "الجيوجبرا" فى تنمية التفكير المكانى لدى طلاب الصف الأول الإعدادى؟

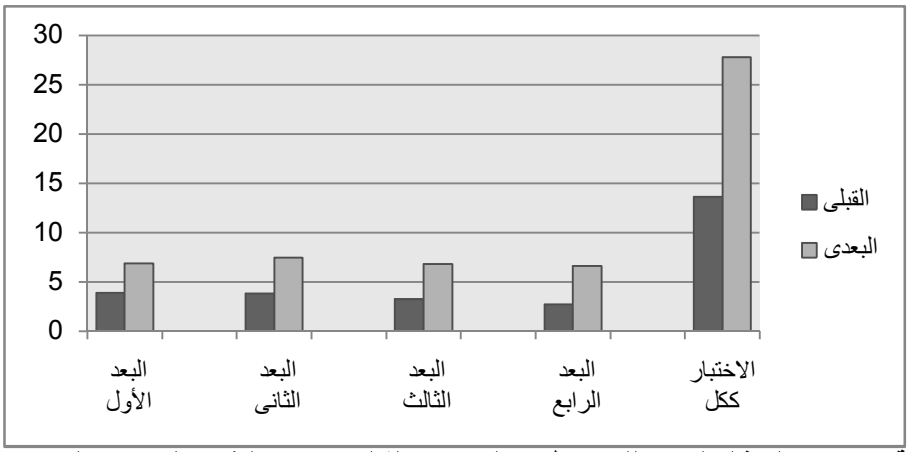
ترتبط الإجابة عن هذا السؤال بالتحقق من مدى صحة الفروض الخمسة للبحث:

وفيما يأتى عرض النتائج التى أسفر عنها استخدام الأساليب الإحصائية المشار إليها؛ بالنسبة لكل فرض من فروض البحث:

بالنسبة للفرض الأول : لايوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الأولى في التطبيقين: البعدى، والقبلي؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده.

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض، حُسبَ متوسطا درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، فى التطبيقين: القبلى، والبعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده، ويوضح شكل رقم (2) التمثيل البيانى للمتوسطين.

* انظر الملاحق رقم (١) و (٢)



شكل رقم (2) : التمثيل البيانى للمتوسطين: البعدى، والقبلى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده لدى أفراد العينة التجريبية الأولى

ويظهر من خلال الشكل السابق ما يأتى : وجود فرق بين متوسطى درجات أفراد العينة التجريبية الأولى (n= 35)، فى التطبيقين : القبلى، والبعدى فى اختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده ؛ لصالح التطبيق البعدى، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة (t) للمتوسطات المرتبطة، ويوضح جدول رقم (8) قيمة(t)، ودلالتها للفرق بين هذين المتوسطين.

جدول رقم (8): قيمة t ، ودلالتها للفرق بين المتوسطين: البعدى، والقبلى؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده لدى العينة التجريبية الأولى:

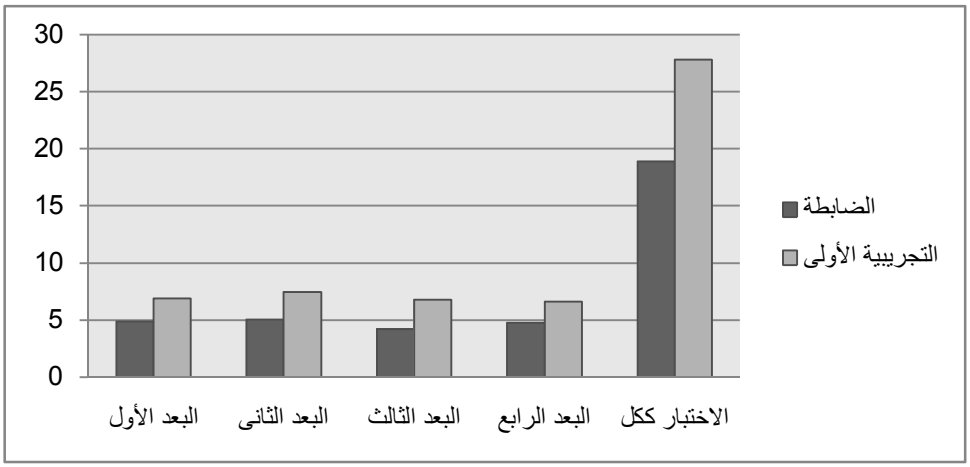
المتغير التابع	متوسط الدرجات		الانحراف المعيارى		درجات الحرية	قيمة t المحسوبة	قيمة t الجدولية	Cohen's d
	القبلى	البعدى	القبلى	البعدى				
التفكير المكانى ككل	13.66	27.80	3.514	5.588	٣٤	13.415	2.030	٤.٦
البعد الأول	3.89	6.91	1.623	2.188	34	7.521	2.030	٢.٦
البعد الثانى	3.80	7.46	1.828	1.421	34	9.204	2.030	٣.٢
البعد الثالث	3.23	6.80	1.629	1.967	34	7.722	2.030	٢.٦
البعد الرابع	2.74	6.63	1.286	1.800	34	10.004	2.030	٣.٤

وتشير النتائج - كما يوضحها جدول رقم (٧) - إلى :

- وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الأولى في التطبيقين:القبلي، والبعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده؛ لصالح التطبيق البعدى؛ حيث إن قيمة (t) دالة عند مستوى $0.05 > \alpha$ ، ودرجة حرية 34، وهكذا يرفض الفرض الصفرى الأول.
- أظهرت قيمة Cohen's d (حجم التأثير) أن التباين فى اختبار التفكير المكانى بين درجات القياسين القبلى والبعدى للعينة التجريبية الأولى ؛ تراوح ما بين: (2.6 إلى 3.4) بالنسبة لأبعاد الاختبار، وبلغ (٤.٦) بالنسبة للاختبار ككل؛ وهو ما يدل على حجم تأثير صغير، يُعزى للبرنامج.

بالنسبة للفرض الثانى : لايوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى $0.05 > \alpha$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدى؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده.

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض؛ حُسب متوسط درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، والعينة الضابطة، فى التطبيق البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده، ويوضح شكل رقم (3) التمثيل البيانى للمتوسطين:



شكل رقم (٣) : التمثيل البيانى للمتوسط: البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده لدى العينة التجريبية الأولى، والعينة الضابطة.

ويتضح من الشكل السابق وجود فرق بين متوسط درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، والعينة الضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده؛

لصالح المجموعة التجريبية الأولى، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة t للمتوسطات المستقلة، ويوضح جدول رقم (9) قيمة t ، ودلالتها للفرق بين هذين المتوسطين .

جدول رقم (9): قيمة t ، ودلالتها للفرق بين المتوسط: البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل ولكل بعد من أبعاده لدى العينة التجريبية الأولى والعينة الضابطة

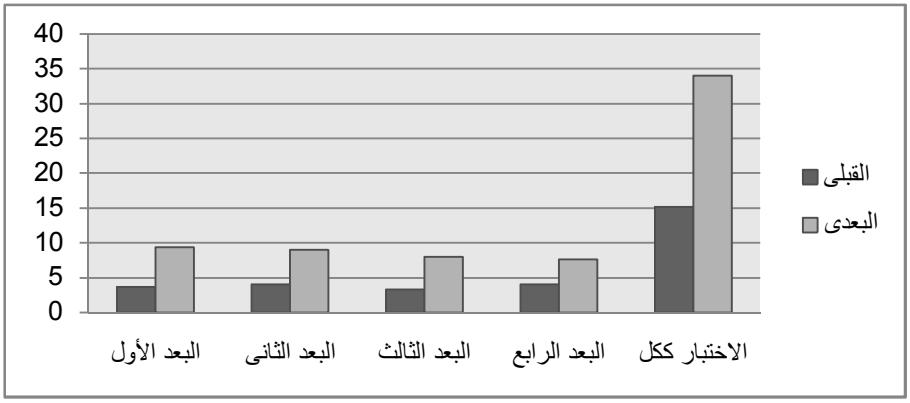
المتغير التابع	متوسط الدرجات		الانحراف المعيارى		درجات الحرية	قيمة t المحسوبة	قيمة t الجدولية	Cohen's d
	الضابطة	التجريبية الأولى	الضابطة	التجريبية الأولى				
التفكير المكانى ككل	18.91	27.80	4.126	5.588	٦٨	7.568	1.994	١.٨
البعد الأول	4.89	6.91	1.568	2.188	٦٨	4.459	1.994	١.١
البعد الثانى	5.06	7.46	1.533	1.421	٦٨	6.792	1.994	١.٦
البعد الثالث	4.23	6.80	1.416	1.967	٦٨	6.276	1.994	١.٥
البعد الرابع	4.74	6.63	1.521	1.800	٦٨	4.734	1.994	١.١

ويتضح من الجدول السابق:

- وجود فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، والضابطة؛ فى التطبيق البعدى لمفردات اختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده؛ لصالح المجموعة التجريبية الأولى؛ حيث إن قيمة t دالة عند مستوى 0.05 $>\alpha$ ، ودرجة حرية ٦٨؛ وهكذا يرفض الفرض الصفرى الثانى للبحث .
- أظهرت قيمة Cohen's d (حجم التأثير) أن التباين فى اختبار التفكير المكانى بين درجات المجموعتين التجريبية الأولى والضابطة ؛ تراوح ما بين: (1.1 إلى 1.6) بالنسبة لأبعاد الاختبار، وبلغ (1.8) بالنسبة للإختبار ككل؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير يُعزى للبرنامج.

بالنسبة للفرض الثالث : لايوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى 0.05 $>\alpha$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الثانية في التطبيقين: البعدى، والقبلي لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده .

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض؛ حُسبَ متوسطا درجات أفراد العينة التجريبية الثانية، فى التطبيقين: القبلى، والبعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده، ويوضح شكل رقم (4) التمثيل البيانى للمتوسطين:



شكل رقم (4) : التمثيل البيانى للمتوسطين: البعدى، والقبلى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده لدى أفراد العينة التجريبية الثانية

ويظهر من خلال الشكل السابق ما يأتى : وجود فرق بين متوسطى درجات أفراد العينة التجريبية الثانية (n= 35)، فى التطبيقين : القبلى، والبعدى فى اختبار التفكير المكانى ككل ولكل بعد من أبعاده ؛ لصالح التطبيق البعدى، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة (t) للمتوسطات المرتبطة، ويوضح جدول (10) قيمة(t)، ودلالتها للفرق بين هذين المتوسطين:

جدول (١٠) : قيمة t ، ودلالتها للفرق بين المتوسطين: البعدى، والقبلى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده لدى أفراد العينة التجريبية الثانية

المتغير التابع	متوسط الدرجات		الانحراف المعيارى		درجات الحرية	قيمة t المحسوبة	قيمة t الجدولية	Cohen's d
	القبلى	البعدى	القبلى	البعدى				
التفكير المكانى ككل	15.17	34.00	4.389	3.670	34	21.760	2.030	٧.٥
البعد الأول: الإزاحة	3.71	9.37	1.487	0.973	34	21.307	2.030	٧.٣
البعد الثانى: الانعكاس	4.09	8.97	١.٩٣١	1.361	34	١٤.١٦٦	2.030	٤.٩
البعد الثالث: الدوران	3.29	8.03	1.564	1.339	34	13.602	2.030	٤.٧
البعد الرابع: تركيب التحويلات الهندسية	4.09	7.63	2.188	١.٤٩٧	34	٧.٥٧٠	2.030	٢.٦

وتشير النتائج - كما يوضحها جدول (١٠) - إلى :

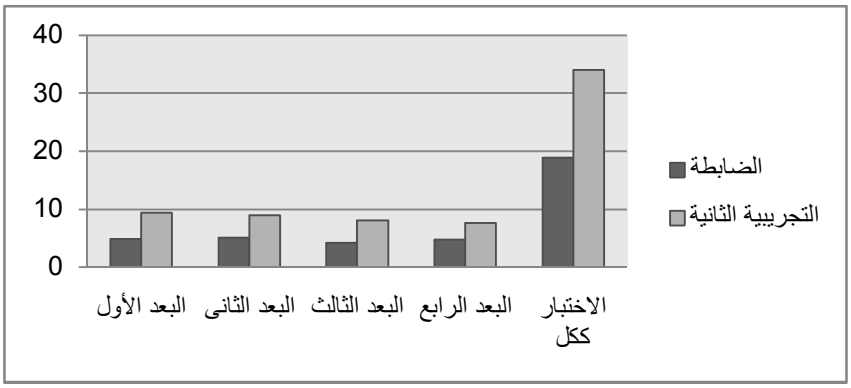
– وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الثانية في التطبيقين:القبلي، والبعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده؛

لصالح التطبيق البعدى؛ حيث إن قيمة (t) دالة عند مستوى $\alpha < 0.05$ ، ودرجة حرية 34؛ وهكذا يرفض الفرض الصفرى الثالث من فروض البحث.

- أظهرت قيمة Cohen's d (حجم التأثير) أن التباين فى اختبار التفكير المكانى بين درجات القياسين القبلى، والبعدى للعينة التجريبية الثانية ؛ تراوح ما بين: (2.6 إلى 7.3) بالنسبة لأبعاد الاختبار، وبلغ (7.5) بالنسبة للاختبار ككل؛ وهو ما يدل على حجم تأثير صغير يُعزى للبرنامج بالنسبة للأبعاد الثانى، والثالث، والرابع، وحجم تأثير متوسط،يعزى للبرنامج بالنسبة للبعد الأول، وللاختبار ككل.

بالنسبة للفرض الرابع : لايوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى $\alpha< 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الثانية، والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدى؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده .

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض؛ حُسب متوسط درجات أفراد العينة التجريبية الثانية، والعينة الضابطة، فى التطبيق البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده، ويوضح شكل رقم (5) التمثيل البيانى للمتوسطين:



شكل رقم (5) : التمثيل البيانى للمتوسط: البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده لدى العينة التجريبية الثانية، والعينة الضابطة.

ويتضح من الشكل السابق وجود فرق بين متوسط درجات أفراد العينة التجريبية الثانية، والعينة الضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده ؛ لصالح المجموعة التجريبية الثانية، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة t للمتوسطات المستقلة، ويوضح جدول (11) قيمة t ، ودلالتها للفرق بين هذين المتوسطين:

جدول (11): قيمة t ، ودلالتها للفرق بين المتوسط: البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده لدى العينة التجريبية الثانية، والعينة الضابطة

المتغير التابع	متوسط الدرجات		الانحراف المعيارى		درجات الحرية	قيمة t المحسوبة	قيمة t الجدولية	Cohen's d
	القبلى	البعدى	القبلى	البعدى				
التفكير المكانى ككل	18.91	34.00	4.126	3.670	٦٨	14.162	1.994	٣.٧
البعد الأول: الإزاحة	٤.٨٩	٩.٣٧	1.568	0.973	68	14.385	1.994	٣.٤
البعد الثانى: الانعكاس	5.06	8.97	1.533	1.361	٦٨	11.297	1.994	٢.٧
البعد الثالث: الدوران	4.23	8.03	1.416	1.339	٦٨	11.535	1.994	٢.٦
البعد الرابع: تركيب التحويلات الهندسية	4.74	7.63	1.521	1.497	٦٨	7.999	1.994	١.٩

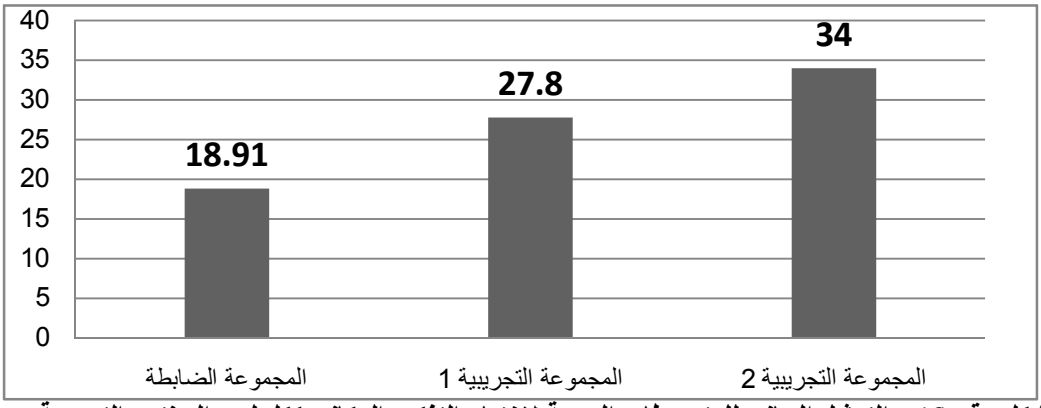
ويتضح من الجدول السابق:

- وجود فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات أفراد العينة التجريبية الثانية، والضابطة، فى التطبيق البعدى لمفردات اختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده؛ لصالح المجموعة التجريبية الثانية؛ حيث إن قيمة t دالة عند مستوى 0.05 $>\alpha$ ، ودرجة حرية 68، وهكذا يرفض الفرض الصفرى الرابع من فروض البحث .
- أظهرت قيمة Cohen's d (حجم التأثير) أن التباين فى اختبار التفكير المكانى بين درجات المجموعتين: التجريبية الثانية، والضابطة؛ تراوح ما بين: (1.9 إلى 3.4) بالنسبة لأبعاد الاختبار، وبلغ (3.7) بالنسبة للاختبار ككل؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج.

بالنسبة للفرض الخامس: لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى 0.05 $>\alpha$ بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، والعينة التجريبية الثانية، والعينة الضابطة في التطبيق البعدى؛ لاختبار التفكير المكانى ككل .

وفيما يأتى عرض للنتائج التى أسفر عنها استخدام الأساليب الإحصائية المشار إليها؛ بالنسبة لهذا الفرض.

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض؛ حُسبت متوسطات درجات أفراد العينتين التجريبيتين: الأولى، والثانية، والعينة الضابطة، فى التطبيق البعدى؛ لاختبار التفكير المكانى ككل، ويوضح شكل رقم (6) التمثيل البيانى للمتوسطين:



شكل رقم (6) : التمثيل البيانى للمتوسطات البعدية لاختبار التفكير المكانى ككل لدى العينتين التجريبية الأولى، والثانية، والعينة الضابطة.

ويتضح من الشكل السابق وجود فروق بين متوسطات درجات أفراد العينتين التجريبيتين: الأولى، والثانية، والعينة الضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار التفكير المكانى ككل؛ لصالح المجموعة التجريبية الثانية، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة f، ويوضح جدول (12) قيمة f ودلالتها للفرق بين هذه المتوسطات:

جدول (12): قيمة f ، ودلالتها للفرق بين المتوسطات البعدية لاختبار التفكير المكانى ككل لدى العينتين التجريبيتين: الأولى، والثانية، والعينة الضابطة:

المتغير التابع	التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة f المحسوبة	قيمة f الجدولية
التفكير المكانى	بين المجموعات	4024.705	2	2012.352	97.820	8.56
	داخل المجموعات	2098.343	102	20.572		
	التباين الكلى	6123.048	104			

ويتضح من الجدول السابق وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسط درجات أفراد العينتين التجريبيتين: الأولى، والثانية، والضابطة، فى التطبيق البعدى لمفردات اختبار التفكير المكانى ككل؛ حيث إن قيمة f دالة عند مستوى $\alpha < 0.05$ ؛ وهكذا يرفض الفرض

الصفرى الخامس من فروض البحث. ولتحديد مصدر الفروق بين المجموعات الثلاث؛ استخدم اختبار "شيفيه Scheffe Test، ويوضح جدول (١٣) نتائج استخدام اختبار شيفيه :

جدول رقم (13): نتائج اختبار شيفيه؛ لتحديد مصدر الفروق بين المجموعتين التجريبيتين:الأولى، والثانية، والمجموعة الضابطة

المقارنات الثنائية	متوسط الفرق	القيمة الحرجة 'f
الضابطة مع التجريبية الأولى	-٨.٨٨٥٧١٤	٦.١٤٣٦
الضابطة مع التجريبية الثانية	-١٥.٠٨٥٧١٤	
التجريبية الأولى مع التجريبية الثانية	-٦.٢٠٠٠٠٠	

ويتضح من الجدول السابق أنه بمقارنة قيم f بالقيمة الحرجة 'f وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية الأولى التى متوسطها (27.80)، والمجموعة الضابطة التى متوسطها (18.91) ؛ لصالح المجموعة التجريبية الأولى، كما يوجد فرق كبير ذو دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية الثانية التى متوسطها (34.00)، والمجموعة الضابطة التى متوسطها (18.91)؛ لصالح المجموعة التجريبية الثانية، فضلاً عن وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية الأولى التى متوسطها (27.80) والمجموعة التجريبية الثانية التى متوسطها (34.00) ؛ لصالح المجموعة التجريبية الثانية.

سادساً: مناقشة النتائج وتفسيرها:

تتوزع النتائج التى اظهرها البحث فى محورين أساسين، يرتبط المحور الأول بأثر البرنامج المقترح على المجموعة التجريبية الأولى التى درست البرنامج دون الاعتماد على برمجية الجيوجبرا، ويختص الثانى بأثر البرنامج المقترح على المجموعة التجريبية الثانية التى درست البرنامج بمساعدة برمجية الجيوجبرا وفى ضوء ذلك التوزيع نناقش نتائج الدراسة:

أولاً : مناقشة النتائج المتعلقة بأثر البرنامج فى تنمية التفكير المكانى لدى المجموعة التجريبية الأولى (درست البرنامج المقترح دون برمجية الجيوجبرا) :

وهى النتائج التى توصل اليها من خلال محاولة التحقق من صحة الفرض الأول والثانى وأوضحت وجود فرق معنوى بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الأولى في التطبيقين:القبلي، والبعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده؛ لصالح التطبيق البعدى؛ ووجود فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات أفراد العينة التجريبية الأولى، والضابطة؛ فى التطبيق البعدى لمفردات اختبار التفكير المكانى ككل،

ولكل بعد من أبعاده؛ لصالح المجموعة التجريبية الأولى؛ وتعنى تلك النتائج تحقق الفرضين التنبؤيين الأول والثانى من فروض الدراسة، ويعكس ذلك وفقاً لقيمة Cohen's d حجم تأثير كبير يُعزى للبرنامج على المجموعة التجريبية الأولى، وقد يرجع ذلك إلى مجموعة من الأسباب:

- وضوح أهداف البرنامج ومحتواه، وتركيزه مباشرة على مهارات التفكير المكانى، ومناسبته خصائص الطلاب، مما دفع عينة البحث للتفاعل وتنفيذها، ومن ثم اكتساب مهارات التفكير المكانى.
- تصميم البرنامج المقترح فى صورة تطبيقات رياضياتية،وحيوية تعكس موضوع التحويلات الهندسية فى الحياة اليومية فى الفن والرياضة والملاحة وغيرها؛ قد يكون من بين العوامل المؤثرة فى تنمية التفكير المكانى لدى أفراد عينة البحث التجريبية الأولى وزيادة مستوى تفاعلهم معها والإسهام فى تعلمها؛ ويعزز هذا الرأى الافتراض الذى أيدته نتائج دراسة Geddes (1992) التى أوضحت أن اكتساب مفاهيم التحويلات الهندسية يساعد فى تطوير التفكير المكاني، والفهم الهندسي؛ حيث يصادف المرء الظواهر التي تتطلب الألفة مع الإزاحة (الانتقال)، والدوران، والانعكاس في مواقف الحياة اليومية. كما أكد NCTM (١٩٨٩، ٢٠٠٠) أن دراسة التحويلات الهندسية توفر فرصاً لاستكشاف الجوانب الديناميكية للهندسة، وتطوير قدرات التفكير، والتصور المكانى للأشكال الهندسية.
- تضمن البرنامج نماذج توضيحية وأمثلة وشرح مستفيض حول التحويلات الهندسية وتركيبها ، وهو مما أسهم فى توفير قدر وافر من خبرات تعليمية متنوعة أتاحت للطلاب سهولة الحصول على المعارف اللازمة لتنفيذ أنشطة البرنامج.
- تنوع أوراق العمل التى يقوم الطلاب بحلها، فضلاً عن التحديات التى تساعد فى استثارة تفكير الطلاب وتحفيزهم نحو حلها، مما يسهم فى تنمية التفكير المكانى لديهم.
- تناول البرنامج لموضوع تركيب التحويلات الهندسية والتبليط بين أجزاء البرنامج، وقد أسهم ذلك فى زيادة حصيلة معلومات الطلاب عن التحويلات الهندسية، وتوسيع مداركهم عنها، وطور لديهم قدرات الربط والاستنتاج بين التحويلات المختلفة، مما ساعد فى زيادة قدراتهم على التفكير المكانى.
- تزويد المعلم بدليل يتضمن رؤية كاملة حول الإطار العام للبرنامج الإثرائى من حيث نواتجه المستهدفة، ومحتواه، والأساليب الفنية المستخدمة في تنفيذه،

ووسائط التعليم والتعلم ، وأساليب التقويم، وكذا أجندة العمل، وإجراءات تنفيذ البرنامج، وذلك من خلال إبراز أدواره وأدوار الطلاب فيه ، وكيفية توظيف أوراق العمل، الأمر الذى أسهم فى تطوير أداء المعلم التدريسى؛ ومن ثم تحسين مستوى الطلاب وتنمية مهارات التفكير المكانى لديهم.

- تنوع أدوات ووسائل التقويم البنائى؛ حيث شملت المناقشات والتقييم الذاتى والجماعى، وإرشادات التغذية المرتدة أثناء تنفيذ البرنامج، ساهمت جميعها فى تنمية مهارات التفكير المكانى لدى الطلاب.

ثانياً : مناقشة النتائج المتعلقة بأثر البرنامج فى تنمية التفكير المكانى لدى المجموعة التجريبية الثانية (درست البرنامج المقترح بالاعتماد على برمجية الجيوجبرا) :

وهى النتائج التى توصل اليها من خلال محاولة التحقق من صحة الفرض الثالث والرابع وأوضحت وجود فرق معنوى بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية الثانية في التطبيقين:القبلي، والبعدى لاختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده؛ لصالح التطبيق البعدى؛ ووجود فرق دال إحصائياً بين متوسط درجات أفراد العينة التجريبية الثانية، والضابطة؛ فى التطبيق البعدى لمفردات اختبار التفكير المكانى ككل، ولكل بعد من أبعاده؛ لصالح المجموعة التجريبية الثانية؛ وتعنى تلك النتائج تحقق الفرضين التنبؤيين الثالث والرابع من فروض الدراسة، ويعكس ذلك وفقاً لقيمة Cohen's d حجم تأثير كبير يُعزى للبرنامج على المجموعة التجريبية الثانية، وقد يرجع ذلك إلى مجموعة من الأسباب:

- الاعتماد على برمجيات برنامج الجيوجبرا وتطبيقاته المختلفة؛ الأمر الذى أسهم فى تطوير مهارات الإدراك المكانى لدى العينة التجريبية الثانية، وإجراء عمليات التمثيل المكانية؛ من خلال مختلف التدريبات العملية التي تسمح لهم بعمل انتقال، ودوران، وانعكاس للأشكال ثنائية الأبعاد؛ فبرنامج الجيوجبرا يجعل الرياضيات أكثر ديناميكية، ليست مجرد رموز جامدة، ولا قوالب ثابتة؛ مما يجعل الطلاب يتفاعلون بشكل أفضل، ويساعد فى توفير فرص تعليمية متنوعة؛ عن طريق النمذجة، والمحاكاة والتى قد لا تتحقق بدون استخدام الحاسوب؛ ويأتى هذا متسقاً مع ما اوصى به NCTM (2000) ؛ من أن تطوير مهارات التصور يكون؛ من خلال استخدام التكنولوجيا التي تسمح للطلاب بعمل انتقال، ودوران، وانعكاس للأشكال ثنائية الأبعاد، وضرورة استخدام البرمجيات؛ لمساعدتهم فى تنمية الوعي بالعناصر اللازمة لتحديد التحويل اللازم. كما أكد هذا الجانب كل من: Edwards, 1991;Johnson &others,1994; Dixon, 1995 ؛ حيث أشاروا إلى أنه يمكن تنمية الفهم البنائى

Structural Understandings للتحويلات الهندسية؛ من خلال تقديمها فى سياق بيئات تكنولوجية تفاعلية.

- استناد برنامج الجيوجبرا إلى مفهوم التعلم بالممارسة ، وحيث إن هندسة التحويلات تحتاج كثيراً من الممارسة لاستيعاب مفاهيمها، وإتقان مهاراتها؛ فقد ساعدت طبيعة البرنامج فى تعلم مفاهيم التحويلات، واستكشاف العلاقات بينها، وتصورها.
- تسهم برمجيات الجيوجبرا فى الربط بين الجانبين: النظرى، و التطبيقى، وتزود المتعلم بكم ليس يسيراً من طرائق التفكير؛ ومن ثم تحسين مستوى المتعلم فى حل المسائل الرياضياتية، ومواجهة المشكلات الحيوية.
- ثراء محتوى البرنامج بأنشطة متنوعة قائمة على استخدام برمجيات الجيوجبرا؛ من شأنها مساعدة الطلاب المعلمين فى اكتساب مهارات التفكير المكانى؛ خاصة أن الأنشطة، والأمثلة المطروحة فى البرنامج جاءت فى سياق تطبيقات حياتية تُسهم هذه البرمجيات فى تنفيذها وفهم العلاقات المكانية عند القيام بالتحويلات الهندسية المختلفة وتركيبها.
- وفرة الوسائط المتعددة التى يتضمنها البرنامج وتنوعها؛ لتشمل نصوصاً، ورسوماً، وصوراً ثابتة، وبرمجيات الجيوجبرا؛ مما يستثير دافعية الطلاب المعلمين عينة تجربة الدراسة الثانية إلى التعلم، وتحقيق التعلم النشط الفعال.
- ايجابية طلاب عينة البحث التجريبية الثانية فى معالجة الأنشطة المتضمنة بأوراق العمل والتحديات المثيرة للتفكير؛ ومن ثم تنمية مهارات التفكير المكانى لديهم.
- توفير البرنامج الفرص لحل مزيد من الأنشطة الإضافية بشكل أكبر من الطريقة التقليدية؛ فهو يوفر سرعة فى الحل، فضلاً عن دوره الفعال فى تحقيق التفاعل الاجتماعى، والتعاون داخل حجرة الصف، وإتاحة الفرص للطلاب لاختيار الأنشطة التى تتناسب مع قدراتهم، وميولهم.

وجدير بالذكر أن هذه الأسباب بالجملة تعكس تفوق المجموعة التجريبية الثانية على المجموعة التجريبية الأولى، فهى تُعد أسباب إضافية للأسباب السابق الإشارة إليها والتى جعلت البرنامج ذو تأثير فى مهارات التفكير المكانى لدى المجموعة التجريبية الأولى .

سابعاً: توصيات البحث:

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج؛ يمكن الخروج بمجموعة من التوصيات:

- العناية بتقديم مفاهيم التحويلات الهندسية؛ باستخدام برنامج الجيوجبرا؛ لما يمتاز به البرنامج من تيسرات، وإمكانات، تساعد فى توضيح المفاهيم المختلفة للتحويلات الهندسية فى أذهان الطلاب.
- ضرورة توفير معامل مجهزة؛ للاستفادة من البرمجيات التكنولوجية التى تسهم فى تقديم عديد من المفاهيم الهندسية المختلفة؛ مثل: برنامج الجيوجبرا و"كابرى" 3D Cabri، وغيرها.
- توفير فرص لتدريب معلمى رياضيات المرحلة الإعدادية بشكل عام على استخدام برنامج الجيوجبرا ،وغيره من البرمجيات التكنولوجية التى تساعدهم فى توفير بيئة تعليم ثرية، تسهم فى تحقيق الفهم البَناء للمفاهيم الرياضياتية المختلفة.
- إجراء تقويم دورى للمعلم على استخدام البرامج التكنولوجية فى تعليم الرياضيات، وتعلمها، فضلاً عن تخصيص جزء من تقويم أداء الطالب فى الجانب المهارى على استخدام مثل هذه البرمجيات، والتعامل معها.
- تزويد المعلمين بقائمة من المواقع الإلكترونية للبرمجيات الإلكترونية فى الرياضيات بشكل عام؛ لتفعيل استخدامها فى تدريس الرياضيات.
- إثراء مناهج الرياضيات فى الصفوف الدراسية المختلفة بالبرمجيات الإلكترونية، والمواقع الإلكترونية ذات الصلة بالمحتوى الذى يدرسه الطلاب.

المراجع العربية والأجنبية:

١. أحمد سعيد عبد النبى .(2014). برنامج مقترح فى نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لتنمية مهارات استخدام الخرائط والتفكير المكانى لدى الطالب المعلم. **رسالة دكتوراة غير منشورة**. كلية التربية. جامعة عين شمس.

٢. سمر داود عبد اللطيف. (2011). أثر التدريس باستخدام حقيبة تعليمية الكترونية فى تحصيل طالبات الصف السابع الأساسى فى التحويلات الهندسية فى مديرية تربية أربد الثانية. **رسالة ماجستير**، جامعة اليرموك. ٢٠١١.

٣. عادل ريان.(2008).القدرة المكانية لدى طلبة جامعة القدس المفتوحة في تخصص التربية الابتدائية .**المجلة الفلسطينية للتربية المفتوحة عن بعد**، ١ (2) ، 110-١٤٤.

٤. عمر محمود أحمد(١٩٩٣). دور البرنامج الأكاديمى لطلبة التعليم الصناعى فى نمو القدرة على التصور البصرى المكانى: دراسة طولية. **مجلة كلية التربية**.١٧. ص ص ٢٥-٦٠

٥. فارعة حسن محمد و محمد رجب عبد الحكيم.(٢٠١٥). **تعليم الجغرافيا والمواطنة**. القاهرة: دار الفكر العربى.

٦. فؤاد أبو حطب .(١٩٩٥). **القدرات العقلية**.ط٤. القاهرة :مكتبة الانجلو.

٧. محمد رجب عبد الحكيم . (2016). فاعلية برنامج أنشطة إثرائية قائم على تطبيقات الخرائط التفاعلية عبر الويب فى تنمية مهارات التفكير المكانى وفهم الخريطة لدى طلاب المرحلة الثانوية. **مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية**.٤(٧٧). القاهرة.٦٥-١١٥.

٨. هشام عبد النبى، نجلاء مجد النحاس .(٢٠١١). استخدام التصورات الجغرافية فى تنمية التفكير المكانى لدى طلاب شعبة الجغرافيا فى كلية التربية- جامعة الإسكندرية- **مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية**. القاهرة. ٤(٣٧).١٥-١١٣

٩. هناء زهران، وأحمد محمد .(2010) فاعلية استخدام الألعاب التعليمية الكمبيوترية في تنمية مهارات التصور البصري المكاني للخرائط والاتجاه لدى طلبة المرحلة الإعدادية . **مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس**.(١)،60-130.

١٠. هيا عثمان محمد. (2014). اثر استخدام برمجية الرسم الهندسى (GPS) فى اكتساب المفاهيم الهندسية والتحويلات الهندسية لدى طلبة الصف السابع الأساسى فى الأردن. **رسالة ماجستير**. الجامعة الأردنية. كلية الدراسات العليا.

11. Ada,T.&Kurtulus, A. (2010). Students' misconceptions and errors in transformation geometry. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 41(7), 901–909.

12. Bakker, M. (2008). Spatial Ability in Primary School: Effects of the Tridio Learning Material.MA Thesis.Psychology University of Twente.

13. Bektasli,B. (2006). The Relationships between Spatial Ability, Logical Thinking, Mathematics Performance and Kinematics Graph Interpretation Skills of 12th Grade Physics Students. Phd Thesis. Ohio State University.

14. Belbase,S.(2015).a preservice mathematics teacher's beliefs about teaching mathematics with technology. International Journal of Research in Education and Science (IJRES), 1(1), 31-44.

15. Branch, B. (2009). A Study of Educators' Perceptions of Spatial Thinking. PhD Thesis. North Carolina University.

16. Brown, J. &Levasseure, M. (2006).Geographic Perspective content guide for educators: my wonderful world.Available on: www.nationalgeographic.com/geographyaction.

17. Bruce, C. (2014). Use of the iPad as a mediator for the development of spatial reasoning in young children. Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Vancouver, BC: PME.

18. Bruce, C., Moss, J., & Ross, J. (2012). Survey of JK to Grade 2 teachers in Ontario, Canada: Report to the Literacy and Numeracy Secretariat of the Ministry of Education. Toronto: Ontario Ministry of Education.

19. Casey, B.&others. (2008). The development of spatial skills through interventions involving block building activities. Cognition and Instruction, 26(3), 269–309.

20. Cheng ,Y& .Mix, K.(2012). Spatial training improves children's mathematics ability. Journal of Cognition and Development.Advance online publication.
doi:10.1080/15248372.2012.725186

21. Chun,B.(2008).GeographicalPerspectivesStrengthened by GIS in an Interdisciplinary Curriculum: Empirical Evidence for the

Effect on Environmental Literacy and Spatial Thinking Ability. PhD Thesis. University of New York at Buffalo

22. Clements,D.&Sarama,J.(2009). Learning and teaching early math: The learning trajectories approach. New York, NY: Routledge.
23. Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
24. Collins.L.(2014). Tradition or Technology? The Impact of Paper versus Digital Map Technology on Students' Spatial Thinking Skill Acquisition. Phd Thesis. University of South Carolina.
25. Demirci,A.&others.(2013).Using Google Earth as an educational tool in secondary school geography lessons , international research in geographical and Environmental Educational Education,22(4).277-290.
26. Dixon, J.(1995). Limited English proficiency and spatial visualization in m iddle school students' construction of the concepts of reflection and rotation. The Bilingual Research Journal, 1 9, 221-247.
27. Edwards,L.(1991).Children are learning in a computer m icroworld for transformation geometry. Journal far Research in Mathematics Education, 22,122-137.
28. Farmer, G. &others (2013). Putting the pieces together: Spatial skills at age 3 predict to spatial and math performance at age 5. Presented at the Society for Research in Child Development, Seattle, WA.
29. Fisher,K.,others.(2013).Taking shape: Supporting preschoolers' acquisition of geometric knowledge through guided play. Child development, 84(6), 1872–1878.
30. Flanagan,K.(2001).High School Students' Understandings of Geometric Transformations in the Context of a Technological Environment. Phd Thesis. The Pennsylvania State University
31. Gardner, H. 1993. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books.

32. Geddes, D. (1992). Geometry in the middle grades: Curriculum and evaluation standards for school mathematics addenda series, grades 5-8. Reston, VA: National Council o f Teachers o f Mathematics.

33. Gersmehl, P. (2008). Teaching Geography. New York: The Guilford Press.

34. Glass, B. (2001). Students' reification of geometric transformations in the presence of multiple dynamically linked representations. PhD, the University of Iowa, AAI3009596.

35. Golledge, R. & Stimson, R.(1997). Spatial Behavior: A Geographic Perspective. New York, NY: Guilford Press.

36. Golledge, R. (1995). Primitives of spatial knowledge. In Cogntive Aspects of Human-Computer Interaction for Geographic Information Systems, edited by T. L.Nyerges, D. Mark, R. Laurini, & M. Egenhofer, 29-44. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

37. Golledge, R., Marsh,M.& Battersby, S.(2008). A conceptual framework for facilitating geospatial thinking. Annals of the Association of American Geographers 98(2):285-308.

38. Hanlon, A. (2010). Investigating the Influence of Quick Draw on Pre-Service Elementary Teachers Beliefs, In Concordance with Spatial and Geometric Thinking: A Mixed Methods Study.MA. Thesis. University of Tennessee.

39. Harper, S.(2002). Enhancing Elementary Pre-Service Teachers' Knowledge of Geometric Transformations. PhD Thesis. University o f Virginia.

40. Huynh,N.&Sharpe,B.(2013).an assessment instrument to measure geospatial thinking expertise. Journal of Geography .112(1), 3-17.

41. International Association for the Evaluation of Educational Achievement's Third International Mathematics and Science Study. (1998). TIMSS mathematics items: Released set for population 2 (seventh and eighth grades). Chestnut Hill, MA:

Boston College. Available on:
http://timss.bc.edu/timss1995i/TIMSSPDF/B M Items.pdf

42. Janelle, D. (2007). Fundamentals of spatial thinking for learning in the social sciences.Paper read at UCGIS Summer Assembly, 28 June 2007, at Yellowstone National Park.

43. Jo, 1. & Bednarz, S.(2009). Evaluating geography textbook questions from a spatial perspective: Using concepts of space, tools of representation, and cognitive processes to evaluate spatiality. Journal of Geography, 108(1), 4-13.

44. Jo, I., Bednarz, S. & Metoyer, S. (2010). Selecting and designing questions to facilitate spatial thinking. The Geography Teacher, 7 (2):49-55.

45. Jo, I& Bednarz, S. (2013). Developing pre-service teachers' pedagogical content knowledge for teaching spatial thinking through geography. Journal of Geography in Higher Education, 2014. 38(2), 301–313,available on:
http://dx.doi.org/10.1080/03098265.2014.911828

46. Jo,I.(2011). Fostering a Spatially Literate Generation: Explicit Instruction in Spatial Thinking for Preservice Teachers. Phd Thesis. Texas A&M University.

47. Johnson, K. (1990). The effects o f computer and non-computer environments on fifth and sixth grade students' conceptualizations o f geometric motions (Doctoral Dissertation, State University o f New York at Buffalo, 1990). Dissertation Abstracts International, 57(04), 1100A.

48. Johnson, K., Clements, D. & Battista, M. (1994). Effects of computer and noncomputer environments on students' conceptualizations of geometric m otions. Journal of Educational Computing Research, 1 1, 121-140.

49. Joseph,J.(2008).Developing Spatial thinking skills in education and Society, education industry curriculum development manager,Esri,available at:
http://www.esri.com/news/arcwatch/0108/spatial-thinking.html.

50. July, R. (2001).Thinking In Three Dimensions: Exploring Students' Geometric Thinking and Spatial Ability with the Geometer's Sketchpad. Phd Thesis .Florida International University

51. Jung,I.(2002).Student representation and understanding of geometric transformations with technology experience. Unpublished doctoral dissertation, The University of Georgia.

52. Kaufman,S. (2006). Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: Can they be accounted for by differences in working memory capacity?. Intelligence. 35 (2007). 211–223.

53. Kim, M, Bednarz, R & Kim, J. (2012). The ability of young Korean children to use spatial representations. International Research in Geographical and Environmental Education,21(3),August 2012, 261–277

54. Kima, M. & Bednarz, R. (2012). Development of critical spatial thinking through GIS learning. Journal of Geography in Higher Education, 2013,Vol. 37, No. 3, 350–366,available on:
http://dx.doi.org/10.1080/03098265.2013.769091

55. Kulo, V. & Bodzin,A.(2011). Integrating geospatial technologies in an energy unit. Journal of Geography 110(6): 239-251.

56. Law, C.(1991). A genetic decomposition of geometric transformations. PhD Thesis. Purdue University.

57. Lee, J&Bendnarz, R. (2012).Components of spatial Thinking: Evidence from a Spatial Thinking Ability test, journal of geography, 111(1), 15-26.

58. Lee,J&Bendnarz,R.(2009).Effects of GIS learning on spatial,journal of geography in Higher Education,33(2),183-19.

59. Li, W. (2013).Secondary Preservice Teachers' Mathematical Discourses on Geometric Transformations. PhD Thesis. University of Illinois at Chicago.

60. Marsh,M.,Golledge,R.&Battersby,S.(2007). Geospatial concept understanding and recognition in G6-College students: A

preliminary argument for minimal GIS. Annals of the Association of American Geographers 97(4), 696-712.

61. Mathewson, J. (1999). Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators. Science Education, 83 (1),33-54.

62. Micheal,F.&Donald,G.(2010).Toward Critical spatial thinking in the social sciences and humanities, Geojournal,February,2010,75(13).13.

63. Montello,D.(2008). Cognitive science. In Encyclopedia of Geographic Information Science, edited by Kemp, pp.40-43. Thousand Oaks, CA & London: Sage Publications.

64. National Assessment of Educational Progress. (1999). The Nation's Report Card Sample Questions Tool. Washington, D.C.available on:

http ://nces.ed.gov/nationsreportcard/ITMRLS/ITMRLS .HTM

65. National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: Author.

66. National Research Council. (2006). learning to think spatially: GIS as a support system in the K–12 curriculum. Washington, DC: National Academic Press.

67. Ness, D.(2001). The Development of Spatial Thinking, Emergent Geometric Concepts and Architectural Principles in the Everyday Context. Phd Thesis. Columbia University

68. Newcombe, N. & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. Mind, Brain, and Education, 4(3), 102–111.

69. Newcombe, N. (2013). Seeing relationships: Using spatial thinking to teach science, mathematics, and social studies. American Educator, 37(1), 26–31.

70. Nielsen, C. &others. (2013).Implementing aHigh School level geospatial Technologies and spatial thinking course, journal of geography.110 (2).60-69.

71. Ontario Ministry of Education.(2014). Paying attention to Spatial Reasoning Support Document for Paying Attention to Mathematics Education. Queen's Printer for Ontario.available on: www.edu.gov.on.ca/eng/.../LNSPayingAttention.pdf

72. Ozdemir, G. (2010).Exploring Visuospatial thinking in learning about mineralogy: spatial orinentation ability and spatial visualization ability.international journal of science and mathematics education.8 (4).737-759.

73. Pittalis, M. & Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability.Educ Stud Math (2010) 75:191–212,DOI 10.1007/s10649-010-9251-8

74. Pleet, L.(1990). The effects o f computer graphics and m ira on acquisition of transformation geometry concepts and development o f mental rotation skills in grade eight (Doctoral Dissertation, Oregon State University, 1990). Dissertation Abstracts International, 52(06), 2058A.

75. Pruden,S&others.(2011).Chilren's spatial thinking :does talk about the spatial world matter?US national library of medicin.blackwell publishing Ltd,Miami,USA,

Available at:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22010900.

76. Ramadas, J. (2009). Visual and spatial modes in science learning. International Journal of Science Education, 31(1), 301-318.

77. Shumway, J. F. (2013). Building bridges to spatial reasoning. Teaching Children Mathematics, 20(1), 44–51.

78. Sinclair, N., & Bruce, C. (2014). Spatial reasoning for young learners. Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Vancouver, BC: PME.

79. Taylor, H. &Tenbrink, T. (2013). The spatial thinking of origami: evidence from think-aloud protocols. Cogn Process (2013) 14:189–191.DOI 10.1007/s10339-013-0540-x

80. Tepylo, D., Moss, J., & Hawes, Z. (2014). Spatial reasoning: Considerations for mathematics educators.

81. Toptas, V, Celik, S., Karaca, E. (2012). Improving 8th Grades Spatial Thinking Abilities Through a 3d Modeling Program. TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology –April 2012, 11(2).

82. Tversky, B. (2005). Visuospatial reasoning. In The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning, eds. K. J. Holyoak and R. G. Morrison, pp. 209-240. New York, NY: Cambridge University Press.

83. Uttal, D. &others (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. Psychological Bulletin, 139(2), 352.

84. Verdine, B. &others.(2013). Deconstructing building blocks: Preschoolers' spatial assembly performance relates to early mathematical skills. Child Development. Advance online publication. doi:10.1111/cdev.12165.

85. Verma, k. (2015).Geospatial thinking of undergratute students in public universities in the United States, a Doctor dissertation, the graduate council of texas state university.

86. Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. Journal of Educational Psychology, 101, 817–835.

87. Yanik, D.(2011). Prospective middle school mathematics teachers' preconceptions of geometric translations. Educ Stud Math (2011) 78:231–260.DOI 10.1007/s10649-011-9324-3

88. Yanik, H. (2006). Prospective Elementary Teachers' Growth in Knowledge and Understanding of Rigid Geometric Transformations. PhD Thesis. Arizona State University.

89. Zorin, B. (2011). Geometric Transformations in Middle School Mathematics Textbooks. PhD Thesis. University of South Florida.