كلية التربية

إدارة: البحوث والنشر العلمي (المجلة العلمية)

=======

القدرات المكانية والتفكير الهندسي لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM وعلاقتها بالمستوى الدراسي

إعـــــــــــــداد

د/ سلوى محمد درويش

المركز القومى للامتحانات والتقويم التربوي

قائم بعمل رئيس قسم علم النفس

كلية التربية الجامعة الأفروأسيوية

﴿المجلد الأربعون– العدد الأول– يناير ٢٠٢٤م ﴾

http://www.aun.edu.eg/faculty_education/arabic

كان الهدف من البحث دراسة القدرات المكانية والتفكير الهندسي لدى تلاميذ مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات Stem وعلاقتها بالمستوى الدراسي ، واستخدمت الباحثة مقياس القدرات المكانية ، ومقياس التفكير الهندسي ، وكانت عينة البحث مكونة من (١٠٠) طالبا وطالبة من طلاب المرحلة الثانوية ، وكانت نتائج البحث كالتالى:

- توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١) في مستوى القدرات المكانية لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem تعزى إلى الصفوف الدراسية (الأول- الثاني- الثالث).
- توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١) في مستوى التفكير الهندسي لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem تعزى إلى الصفوف الدراسية (الأول- الثاني- الثالث).
- توجد علاقة ارتباطية دالة عند مستوى ٠.٠٥ بين درجات الطلاب أفراد العينة في القدرات المكانية ودرجاتهم في التفكير الهندسي.

The aim of the research was to study spatial abilities and geometric thinking among students in STEM schools and their relationship to academic level. The researcher used a measure of spatial abilities and a measure of geometric thinking. The research sample consisted of (100) male and female secondary school students, and the results of the research were as follows:

- There are statistically significant differences at the significance level (0.01) in the level of spatial abilities among students in STEM schools due to grades (first – second – third).
- There are statistically significant differences at the significance level (0.01) in the level of engineering thinking among students in STEM schools due to grades (first – second – third).
- There is a significant correlation at the level of (0.05) between the scores of the students in the sample in spatial abilities and their scores in geometric thinking.

مقدمة:

يعد الاهتمام بالطلاب المتفوقين ضرورة ملحة يفرضها التقدم العلمى والتكنولوجي، باعتبارهم أهم عناصر القوى البشرية القادرة على تحقيق الرقي بما لديهم من عقول مبدعة، وإمكانيات متميزة تجعلهم الثروة لأى مجتمع، ويعتبر مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات الدعائم التكنولوجية التى يقوم على أساسها المجتمع المتقدم، ويوجد العديد من المحافل العالمية التى تنظر للقوى العاملة فى مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات على أنها مصدر قوة البلد وقدرتها على الحفاظ على نفسها، وهناك العديد من الجهود التى تركز على رفع الوعي بمدى أهمية دراسة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والموضوعات المرتبطة بها، وكذلك العديد من المبادرات والبرامج الساعية لمساعدة الراغبين فى دراسة مقررات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والاشتغال بإحدى مجالاتها.

وتحتل القدرات مكانًا بارزًا في الدراسات النفسية منذ فترة طويلة ، ويشير ذلك إلى أهمية هذه القدرات في حياة الفرد المهنية والتعليمية والاجتماعية. وقد أهتم علماء النفس بالقدرات العقلية لما لها من أهمية بالغة في توجيه الفرد لنوع الدراسة المناسبة لقدراته وإعداده للالتحاق بها، مما يساعده على تحقيق ذاته. على سبيل المثال تؤهل القدرة الميكانيكية المرتفعة صاحبها لدراسة وفهم الرياضيات والهندسة بنجاح.

ويعد تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أسلوب متعدد التخصصات يجمع بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وغيرها من المعارف والمهارات الخاصة بالتخصصات. فضلاً عن كونه تعليم وتعلم عملى أو تطبيقى Hands-on learning فى سياق العالم الحقيقى كقيمة أساسية لمحتويات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Baran, Billici, Mesutogiu & Ocak, 2016,15).

ويعتمد نجاح الطلاب في الآونة الحالية بصورة كبيرة على دمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات معًا، إذْ أن الطلاب في هذه المرحلة يواجهون قضايا معقدة ويتنافسون فيها على مستوى العالم، وأن القدرة على حل المسائل يساهم فيها استخدام تقنيات أنظمة الحاسوب وتوظيف التقنيات الحديثة، وتعلم القدرات الهندسية لرفع مستوى فهمهم للمحتوى الرياضي بما يتضمنه من مفاهيم وتعميمات وخوارزميات وحل المسائل (Binats & Camili.2009,34).

ويرى (Briney & Hill, 2013, 60) Stem أن تعلم وتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بشكل يكفى لإنتاج عقول مفكرة وقادرة على حل المشكلات عبر جميع التخصصات. ويعرفه (William, 2013, 45) على أنه نظام تعليمى يجمع بين تخصصات: العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، فى موضوع واحد جديد متعدد التخصصات فى المدارس حيث يوفر للطلاب فرصة لتعلم العالم الذى نعيش فيه فهماً شاملاً متكاملاً، بدلاً من تعلم أجزاء وقطع متناثرة من المعارف والممارسات المتعلقة به.ويرى (Felix et al., 2010,122) أن مدخل "STEM" فى التعليم هو: توظيف التصميم الهندسي والتكنولوجيا من أجل تحسين تعلم العلوم والرياضيات، وزيادة المشاركة الفاعلة للطلاب فى العملية التعليمية.

ويُعد Stem منحى تعليمي تم تطويره لتجهيز الطلاب لعمليات معرفية عليا مثل عمليات التقصي والتحري والتحقق والتفكير المنطقي ومهارات التعاون والعمل الفريقي وهو منحى يتكون من مجالات يدرسها الطالب في المدرسة هي: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وهي مجالات تتطلب التكامل في تعليمها وتعلمها. (Parker, 1996).

وتُعد القدرات المكانية والتفكير الهندسي ذات تأثير كبير على التلاميذ في تنمية قدراتهم العقلية ومساعدتهم في فهم المادة الدراسية بشكل جيد، وحل المشكلات التي تواجههم بأكثر من طريقة وتطوير مهارات التعامل مع البيئة، ومن ثم زيادة مستوى التحصيل.

وتحظى القدرات المكانية باهتمام القائمين على التعليم والتعلم باعتبارها أحد أشكال التفكير البصري اللازمة لكثير من الأنشطة الحياتية، فالطلاب ذوي القدرات المكانية المرتفعة هم الأكثر نجاحًا في أداء هذه الوظائف. على سبيل المثال يُعد التدوير العقلي أحد مكونات القدرات المكانية للأفراد على إدراك مفردات البيئة وفي مختلف الاتجاهات من خلال التدوير العقلي التدريجي للأشياء الواقعة فيها.

وترتبط القدرة المكانية بمهمات التخيل التي تتطلب ترميزًا أو معالجة ذهنية للنماذج المكانية (Burton,2003,98)، فهذه القدرة تيسر للمتعلمين تكوين حلول تخيلية للمشكلات الرياضية، وبدونه يصبح تعاملهم مع هذه الموضوعات عملية آلية روتينية بعيدة عن الفهم العميق لمكوناتها البنيوية بما يتضمنه من أشكال ورموز هندسية (Wheaty & Reynolds,1999,45)، كما تعزز القدرات المكانية تعلم الطلاب لموضوعات رياضية متقدمة مثل الأعداد والقياس. ومع الأخذ بالمفهوم التصوري للقدرة المكانية التي تتمثل في القدرة على تدوير الأشياء عقليًا في بعدين أو ثلاثة أبعاد، وتمثيل التغيرات الحادثة في هياكلها أو مكوناتها. فإن الطلاب ذوي القدرات المكانية المرتفعة يستخدمون استراتيجيات تمثيلية أكثر نجاحًا مع أقرانهم ذوي القدرات المنخفضة ويطبقونها.

والقدرة المكانية هي القدرة على إنشاء صور بصرية جيدة التنظيم والاحتفاظ بها واستراجاعها وتحويلها. وتؤكد في الواقع على توليد الصورة وتخزينها واستراجاعها وتحويلها. وهي منوطة بقدرة المتعلم على تصور الأشياء في الفراغ، وتشكيل صورة لها في عقله حتى يتمكن من توظيفها في حياته اليومية. وهي نشاط عقلي يقوم على التصور البصري لحركة الأشياء والمجسمات، وتأمل البيئة والربط بين ظواهرها المختلفة وتشكيل أوصياغة أو إنتاج صورة ذهنية لها (الفرحاتي السيد، ٢٠١٩،١٣٢).

وقد أكدت نتائج دراسة Buckley , Seery & Canty (2019) على وجود ارتباط دال بين القدرة المكانية والأداء التعليمي لطلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وأن القدرة المكانية لها تأثير كبير على التحصيل التعليمي للطلاب في مدارس Stem. كما أشارت نتائج دراسات عديدة إلى أن استخدام القدرات المكانية والهندسية يساعد التلاميذ على إيجاد حلول متعددة للقضية الواحدة وهي ضرورية لحل المسائل في كثير من الموضوعات ذات العلاقة بالمهارات المكانية. وأن الفهم الأفضل لهذه القدرات سيؤول بالضرورة إلى تعزيز علميتي تعلم هذه الموضوعات وتعليمها بالنسبة للطلاب والمعلمين. ومن ثم أهمية تنمية العلاقات والتصورات المكانية والتخيل الفراغي وجعلهم عمليين وإجرائيين في حياتهم اليومية (الفرحاتي السيد، ٢٠١٩).

وقد أشارت بحوث الدماغ إلى المبررات الواسعة لاستخدام نشاطات القدرة المكانية في التربية (جاليين، ١٩٩٣)، وهذا ما أشارت إليه دراسة برانوف (Branoff,1998) حيث أظهرت أن القدرة المكانية تساعد الطلاب على استخدام الخيال أثناء تفكيرهم في المادة المدروسة وتحليلها والتفكير فيها، وهذا يساعدهم على تحسين قدراتهم المكانية للأبعاد وتساعدهم في تصور مفاهيم جديدة. كما تساعد القدرة المكانية الطلاب على إيجاد حلول متعددة للمسألة الواحدة مما يؤدي إلى تحسين مستوى التحصيل لديهم.

وصدر القرار الوزارى رقم (٢٩٠) بتاريخ ٢٠١٢/٧/٢٤، لتنظيم العمل بهذه المدارس من حيث قبول الطلاب، واختيار المعلمين والإداريين، والمديرين، وكيفية تقييم الأداء، والطلاب، كما صدر القرار الوزارى رقم (٣٨٢) بتاريخ ٢٠١٢/١٠/٢ ونص القرار فى مادته الأولى على أن مدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا: "هى مدارس ذات مناهج خاصة"، وحدد القرار الوزارى أهدافها وسياسة القبول والتدريس وكذلك تقويم الطلاب (القرار الوزارى رقم (٢٩٠) لسنة ٢٠١٢).

وفي السياق نفسه قام (Liu,2007) بدراسة هدفت إلى الكشف عن العلاقة بين الإبداع والقدرة المكانية لدى طلاب الصف الثالث في تايوان أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية بين الإبداع والقدرة المكانية.

والتفكير الهندسي هو النشاط العقلي الخاص بالهندسة يعتمد على عمليات عقلية متمثلة في قدرة التلاميذ على القيام بمجموعة من الأنشطة الخاصة بكل مستوى من مستويات التفكير الهندسي.

فلا يمكن للمهندس أن يتوصل إلى تصاميم إبداعية دون أن تكون لديه مهارات مكانية قوية. فالقدرة على التصور المكاني يؤدي إلى مزيد من الإبداع والعكس صحيح (Allen,1999,76)، وبالتالي فإن المضامين الهندسية لها مميزات خاصة في تنمية الملاحظة والتجريب والقياس والاستنتاج المنطقي وكتابة البرهان واثباته. وذلك من خلال إدراك المتعلم للعلاقة الهندسية القائمة في المسلمات والنظريات ومحاولة تطبيق تلك المسلمات والنظريات في ضوء ما هو معطى لإثبات المطلوب. وهذا فضلاً عن أن التفكير الهندسي مرتبط بالواقع الذي يعيش فيه المتعلم وخاصة عندما ينظر إلى ما حوله من أشكال ومجسمات ونماذج هندسية مختلفة.

ويرى (Ding & Keith,2007,132) أن توظيف أدوات هندسية في التعليم والتعلم مثل خرائط التفكير التي تساعد الطلاب العاديين والمتأخرين ليس فقط في اكتساب المفاهيم الجديدة، بل يتعدى ذلك ليشمل تعلم تطبيقات عملية بدقة. فعندما يبدأ المهندس مثلاً بتصميم غرفة فإن التصور المكاني داخلها فيبدأ بالتصور المعماري لملامح الفضاء والتجهيزات التي من شأنها أن توصل لحلول مختلفة قبل الوصول إلى حلول نهائية.

وقد تناول البحث الحالي التفكير الهندسى والقدرة المكانية: لأن الهندسة من المواد المهمة التى يتطلب الأداء العالى فيها قدرة مكانية جيدة، حيث يؤكد المجلس الوطنى لمعلمى الرياضيات (National Council Teachers of Mathematics) ومجلس تعليم الرياضيات والعلوم (Mathematics and Science Education Board) وغيرها من المنظمات التعليمية المهنية، على أهمية تنمية مهارات التفكير بما فى ذلك القدرة المكانية. كما اهتم المجلس الوطنى لمعلمى الرياضيات (NCTM) بتوضيح العديد من الحالات التى يمكن من خلالها تنمية مهارات التفكير والقدرة الرياضية ودور النمذجة الرياضية والهندسية فى تنمية هذه المهارات والقدرات. إضافة إلى تنمية أساليب حل المشكلات التى تواجه المتعلمين والتشجيع على توظيف القدرة المكانية كأحد مظاهر التفكير المنطقى بغية الوصول إلى فهم المادة النظرية، أو فهم الرموز والأشكال والقوانين (Battista, 1990,24).

ومن العرض السابق يتضح أهمية كل من القدرات المكانية والتفكير الهندسي لدى طلاب مدارس (Stem) بشكل خاص وتتحدد مشكلة البحث الحالي في هل توجد فروق في القدرات المكانية والتفكير الهندسي لدى طلاب مدارس (Stem) في الصفوف الأول- الثاني- الثالث ؟

مشكلة البحث:

يمكن تحديد مشكلة البحث الحالي في التساؤلات التالية:

١- هل يؤثر المستوى الدراسي (الأول- الثاني- الثالث) على القدرات المكانية لدى طلاب مدارس Stem ؟

٢- هل يؤثر المستوى الدراسي (الأول- الثاني- الثالث) على قدرات التفكير الهندسي لدى طلاب مدارس Stem ؟

٣- هل توجد علاقة بين قدرات التفكير الهندسي والقدرات المكانية لدى طلاب مدارسStem؟

أهداف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى:

- التعرف على الفروق في القدرات المكانية لدى طلاب مدارس Stem والتى تعزى إلى المستوى الدراسي (الصف الأول- الصف الثاني- الصف الثالث).
- التعرف على الفروق في قدرات التفكير الهندسي لدى طلاب مدارس Stem تعزى إلى المستوى الدراسي (الصف الأول- الصف الثاني- الصف الثالث).
- الكشف على طبيعة العلاقة بين القدرات المكانية والتفكير الهندسي لدى طلاب مدارس Stem.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث الحالي فيما يلي:

- التعرف إلى إسهام نظام مدارس Stem في تنمية القدرات المكانية والتفكير الهندسي لدى الطلاب.
- تزويد المتخصصين بمدارس Stem بأبعاد القدرات المكانية والتفكير الهندسي لتصميم أنشطة تسهم في إعداد التلاميذ للحياة ومعالجة قضايا المجتمع.
- قد يستفيد واضعي المناهج في مدارس Stem وذلك من خلال تصميم محتويات رياضية قائمة على القدرة المكانية والتفكير الهندسي.
- أهمية ارتباط القدرات المكانية والتفكير الهندسي بعوامل ومتغيرات نمو إنتاج الفرد ومعالجته قضايا مجتمعه وهي أساس تفكير الفرد واستبصاره بالأمور المحيطة وتحسين التحصيل الأكاديمي.

فروض البحث :

- **حاول البحث الحالي التحقق من الفروض التالية:**
- توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١) في مستوى القدرات المكانية لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem تعزى إلى المستوى الدراسي (الصف الأول– الصف الثاني– الصف الثالث).
- توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١) في مستوى التفكير الهندسي لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem تعزى إلى المستوى الدراسي (الصف الأول– الصف الثاني– الصف الثالث).
- توجد علاقة ارتباطية دالة عند مستوى (٠,٠١) بين درجات الطلاب أفراد العينة في القدرات المكانية ودرجاتهم في التفكير الهندسي.

حدود البحث :

- **اقتصر البحث الحالي على التالي:**

الحدود الموضوعية:

- القدرات المكانية لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem في الصفوف الدراسية (الأول– الثاني– الثالث).
- التفكير الهندسي لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem في الصفوف الدراسية (الأول– الثاني– الثالث).

الحدود الزمانية:

- الفصل الدراسي الأول بالعام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢١

الحدود المكانية:

- طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem بمحافظة القاهرة.

منهج البحث:

استخدمت الباحثة – في البحث الحالي – منهجان هما:

- استخدمت الباحثة – في البحث الحالي – منهجان هما:
- المنهج الوصفي الذي استخدمته في إعداد الإطار النظري والاطلاع على دراسة البحوث والدراسات السابقة والاستفادة منها.
- المنهج الوصفي الارتباطى الذى استخدمته في ايجاد العلاقات بين المتغيرات وفي تحليل النتائج وتفسيرها.

أدوات البحث:

استخدم البحث الحالي الأدوات التالية :

- مقياس القدرات المكانية لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا Stem (من إعداد المركز القومى)
- اختبار مستويات التفكير الهندسي لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا Stem (من إعداد المركز القومى)

مصطلحات البحث

١-القدرات المكانية Spatial Ability:

تعرفها (نهى لطفى، ٢٠٠٧ : ٢٧) بأنها " قدرة الفرد على إدراك العلاقات بين الأشياء التي يراها أو رؤية العلاقات بين أجزاء الشكل الواحد". ويعرفها (محمود محمد ، ٢٠٠٦: ٢٢٨) بأنها " القدرة على إدراك العلاقات المكانية والقدرة على التصور وتحديد الموقع والاتجاة". وتعرفها الباحثة بأنها" العمليت العقلية التي يستخدمها الفرد في حل المشكلات التي تتطلب تصور الاشكال والاجسام ودورانها في الفراغ وعمل استدلالات عقلية لثني السطوح، وإدراك العلاقات المكانية بين الأشكال وتقاس القدرة المكانية بالدرجة التي يحصل عليها الطلاب في الاختبار المعد لذلك وفي ضوء ذلك فإن القدرة المكانية تتضمن الأبعاد التالية:

أ-قـدرات التصـور المكاني Spatial Visualization:

يعرفها (خليل معوض، ١٩٨٣، ٧٢).بأنه: " قدرة خاصة تتضمن فهم، وإدراك العلاقات الفراغية وتداول الصور الذهنية، وتصور الأوضاع المختلفة للأشكال في المخيلة". وتعرفها (تفيدة سالم، ٢٠١٥ ، ١٨٨). بأنه " رسم تقريبي للفكرة، والخرائط العقلية" كما يعرف بأنه " القدرة على تصور المكان النسبي للأشياء في الفراغ". (عزو عفانة، الجيش، ٢٠٠٨ : ٢٧٣) ويحدد إجرائيًا بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار التصور المكاني المستخدم في البحث والذي يتضمن بعدين فرعيين هما اختبار طي الورقة، واختبار التدوير والقلب البصري.

ب-قـدرات العلاقات المكانية Spatial relationships

وهي قدرة الفرد على إدراك العلاقة المكانية بين الأشياء والأشكال من حيث أوجه التشابه والاختلاف والتناظر بينها. (نبيل أمين : ٢٠١٩ : ١٨٧). ويحدد إجرائيًا في البحث الحالي باختبار العلاقات المكانية المستخدم في البحث والذي يتضمن ثلاثة أبعاد هي: التناظر المكاني، وبُعد الشكل المختلف، الانتماء المكاني

ج–قدرات الاستدلال المكاني Spatial reasoning:

هي قدرة الفرد علي الوصول الي استنتاجات عن طريق تمثيل الاشكال المكانية وادراك العلاقات بينها (نهلة أبوعليوة ،٢٠١٥: ٢٥). ويحدد إجرائيًا في البحث الحالي باختبار الاستدلال المكاني المستخدم في البحث والذي يتضمن ثلاثة أبعاد هي: بُعد الاستدلال المجرد، وبُعد التزميزالشكلي، وبُعد التتابع الشكلي.

٢–التفكير الهندسي

هو شكل من أشكال التفكير يتمثل في قدرة الطالب على أداء مجموعة من الأنشطة والعمليات العقلية ويحقق مستوى معين من التفكير وذلك عند مواجهته مشكلة تتعلق بالهندسة (محمود عطا، ٢٠١٦،٣٤)، ويحدد إجرائيًا في البحث الحالي باختبار التفكير الهندسي والمستخدم في البحث والذي يتضمن ثلاثة أبعاد فرعية هي بُعد إنتاج الشكل الهندسي، وبُعد الأشكال المتضمنة، وبُعد إكمال المتتابعات الهندسية.

٣–طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات Stem :

مجموعة الطلاب الذين يدرسون بمدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات stem في المرحلة الثانوية بشروط منها الحصول على نسبة ٩٨ % فأعلى من مجموع درجات المرحلة الإعدادية، واجتياز اختبار الاستعداد للدراسة بنظام Stem واجتياز المقابلة الشخصية التي تجريها المدرسة.

خطوات البحث وإجراءاته

سار البحث الحالي وفقًا للخطوات التالية:

أولاً – الإطار النظري للبحث:

تناول الإطار النظري للبحث الحالي ثلاثة محاور: القدرة المكانية، التفكير الهندسي، طلاب مدارس المتفوقين Stem، وفيما يلى عرضًا لهذه المحاور:

المحور الأول تضمن : القدرة المكانية تعريف القدرة المكانية ، أقسام القدرة المكانية ، خصائص القدرة المكانية ، المتغيرات التى تؤثر فى القدرة المكانية ، قياس القدرة المكانية طرق تطوير القدرة المكانية ، ثانياً:التفكير الهندسى ، التفكير الهندسى ، مستويات للتفكير الهندسى ثالثا : مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ماهية تعليم STEM ، تعريف مدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا ، مجالات مدارسSTEM ،أهمية مدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا ، أهداف مدارس (STEM) ، خصائص طلاب مدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا (STEM) .

ثانياً – إجراءات البحث:

مرت إجراءات البحث وفق الخطوات التالية:

أولا: عينة البحث

تكونت عينة البحث من (١٠٠) طالبا وطالبة من طلاب المرحلة الثانوية من الصفوف الأول والثاني والثالث الثانوي بمدراس العلوم والتكنولوجيا stem بمتوسط عمر زمني ١٧.٥ وانحراف معياري ٢.٤

ثانياً: أدوات البحث

١-مقياس القدرات المكانية:

أولاً: تم الاطلاع على دراسات سابقة اهتمت بدراسة القدرات المكانية مثل دراسة أماني غريب (٢٠١٠) والزغلول والدبابي (٢٠١٤) وحسين رفاعي (٢٠١٥) وليلي مصطفى (٢٠١٨) محمد حمادة (٢٠١٨)، ونبيل المغربي (٢٠١٩) ودراسة Buckley, Seery, & Canty(2018) ودراسة Yildiz & Özdemir (2017) بهدف تحديد أبعاد القدرة المكانية ، وتم اختيار اختبارات القدرات المكانية المستخدمة في البحث وتضمنت ثلاثة اختبارات رئيسة وهي: اختبار التصور المكاني البصري-اختبار العلاقات المكانية- اختبار الاستدلال المكاني. وفيما يلي عرض لهذه الاختبارات وخصائصها السيكومترية.

١-اختبار التصور البصري المكاني

يقيس هذا الاختبار قدرة الفرد على تصور الأشكال عند تدويرها والمعالجة العقلية لثني السطوح ويتضمن الاختبار (٤٠) مفردة موزعة على بعدين هما:

البعد الأول: طي الورقة: يتضمن المفردات من (١-٢٠) في كل مفردة يتم إعطاء المفحوص ورقة شفافة (x) يليها خمسة أشكال (ا-ب-ج-د-هـ) ثم يطلب من المفحوص اختيار الشكل الذي يظهر عند طي الورقة من عند الخط المنقط.

البعد الثاني: التدوير والقلب البصري يتضمن المفردات من (٢١- ٤٠) في كل مفردة يتم إعطاء المفحوص شكل هندسي ثلاثي أو ثنائي الأبعاد، ثم يطلب من المفحوص اختيار الشكل الذي يظهر عند تدوير هذا الشكل من بين خمسة اشكال هي (أ-ب-ج-د - هـ) وتتراوح مدى الدرجات على هذا الاختبار من (٠-٤٠) درجة حيث يتم إعطاء الدرجة صفر في حالة الاجابة الخاطئة والدرجة واحد في حالة الاجابة الصحيحة.

-الخصائص السيكومترية للاختبار

أ- الاتساق الداخلي

تم التحقق من الاتساق الداخلي عن طريق حساب معاملات الارتباط، بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للبعد الذي ينتمي إليه ، وكانت معاملات الارتباط تتراوح بين (٠.٤٥ الي٠.٨٩) ، كما تم حساب معامل الارتباط بين كل بعد والدرجة الكلية للاختبار ، وكانت معاملات الارتباط تتراوح ما بين (٠.٨٢-٠.٨٥) وجميعها دالة عند مستوى (٠.٠١) مما يدل على تمتع الاختبار بدرجة مناسبة من الاتساق الداخلي.

ب- صدق الاختبار

١-**الصدق التمييزي:** تم حساب صدق الاختبار في البحث الحالي باستخدام طريقة المقارنات الطرفية لمعرفة الصدق التمييزي والقدرة التمييزية للاختبار حيث تمت مقارنة متوسطات الدرجات التي حصل عليها أعلي ٣٠% وأقل ٣٠% من الطلاب في التحصيل في العلوم والرياضيات في كل بعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية وكانت قيم "ت" لبعد طى الورقة (١٢,٦)، ولبعد التدوير والقلب البصري(١٣,٣) وللاختبار ككل (١٢,٩) للمقارنة الطرفية لاختبار التصور البصري والمكاني والأبعاد الفرعية وجميعها دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يشير إلى قدرة الاختبار على التمييز .

ج- ثبات المقياس

تم حساب معامل ألفا كرو نباخ لبنود كل بُعد على حده، وكذلك للاختبار ككل،. وكانت قيم معامل ألفا تتراح بين (٠,٨٢- ٠,٨٨) وهى مرتفعة في جميع الأبعاد والدرجة الكلية مما يؤكد تمتع الاختبار بدرجة مرتفعة من الثبات.

٢-اختبار العلاقات المكانية

يقيس هذا الاختبار قدرة الفرد على تمييز الأشكال وتحديد أوجه التناظر والاختلاف والتشابه بين هذه الأشكال ويتضمن الاختبار (٣٥) مفردة موزعة على ثلاثة أبعاد هي:

أ- **التناظر الشكلي:** تقيسه المفردات من (١-١٠) ويعرض علي المفحوص سلسلة من الأشكال ثم يطلب منه اختيار الشكل الذي يكمل هذه السلسلة من الأشكال من بين خمسة بدائل هي (أ-ب-ج-د-هـ)

ب- **الشكل المختلف** تقيسه المفردات من (١١-٢٥) ويطلب من المفحوص تحديد الشكل المختلف من مجموعة من الأشكال. وتتضمن كل مجموعة خمس أشكال (ا-ب-ج-د-هـ)

ج- **التصنيف الشكلي:** تقيسه المفردات من (٢٦-٣٥) حيث يعرض علي المفحوص مجموعة من الأشكال ثم يطلب منه اختيار الشكل الذي ينتمي الي هذه المجموعة من بين خمس اختيارات هي (أ-ب-ج-د-هـ) ، ويتراوح مدى الدرجات على هذا الاختبار من (٠-٣٥) درجة حيث يتم إعطاء الدرجة صفر في حالة الاجابة الخاطئة والدرجة واحد في حالة الاجابة الصحيحة.

الخصائص السيكومترية للاختبار:

أ- الاتساق الداخلي

تم التحقق من الاتساق الداخلي عن طريق حساب معاملات الارتباط، بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للبعد الذي ينتمي اليه وكانت قيم معاملات الارتباط تتراوح بين (٠,٤٤-٠,٨٦) وجميعها دالة احصائيا عند مستوى (٠,٠١) وتم حساب معامل الارتباط بين كل بعد والدرجة الكلية للاختبار لبعد التناظر الشكلي (٠,٧٢) ولبعد الشكل المختلف (٠,٨٨) ولبعد (التصنيف الشكلي) (٠,٨١) وللاختبار ككل وجميعها دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على تمتع الاختبار بدرجة مناسبة من الاتساق الداخلي.

ب-صدق الاختبار:

١-**الصدق التمييزي:** تم حساب صدق الاختبار في البحث الحالي باستخدام طريقة المقارنات الطرفية لمعرفة الصدق التمييزي والقدرة التمييزية للاختبار حيث تمت مقارنة متوسطات الدرجات التي حصل عليها أعلي ٣٠% وأقل ٣٠% من الطلاب على التحصيل في العلوم والرياضيات في كل بعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية وكانت قيم " ت " لبعد التناظر الشكلي (١٢,٤) ، ولبعد الشكل المختلف (١٢,٩) ولبعد التصنيف الشكلي (١٧,٧) ، وللدرجة الكلية (٢١,٤) للمقارنة الطرفية لاختبار ادراك العلاقات المكانية والأبعاد الفرعية دالة عند مستوى (٠,٠١)، مما يشير إلى قدرة الاختبار على التمييز .

ج- ثبات المقياس

تم حساب معامل ألفا كرو نباخ لبنود كل بُعد على حده، وكذلك للاختبار ككل، وكانت قيم معامل ألفا تتراوح بين (٠,٨٣- ٠,٩٠) وهى قيم مرتفعة في جميع الأبعاد والدرجة الكلية ، مما يؤكد تمتع الاختبار بدرجة مرتفعة من الثبات.

٣-اختبار الاستدلال المكاني

يقيس هذا الاختبار قدرة المفحوص على الاستدلال المكاني من خلال استنتاج الشكل الذي يكمل مصفوفة أو سلسلة معينة عن طريق إدراك العلاقات بين اجزاء هذه المصفوفة والسلسلة، ويتكون الاختبار من (٤٠) مفردة موزعة على ثلاثة أبعاد هي:

أ-**بعد الاستدلال المجرد** : وتقيسه المفردات من (١-١٠) وفي كل مفردة يعرض على المفحوص مصفوفة بها جزء ناقص ويطلب من المفحوص اختيار الشكل الذي يكمل المصفوفة من بين خمسة أشكال هي (أ-ب-ج-د-هـ)

ب-**بعد الترميز الشكلي** : وتقيسه المفردات من (١١-٢٠) حيث يعرض على المفحوص سلسة من الاكواد يوجد بها جزء مفقود ويطلب من المفحوص اختيار الجزء الذي يكمل هذه السلسلة من بين خمس أكواد هي(أ-ب-ج-د-هـ)

ج-**بعد التتابع الشكلي** : وتقيسه المفردات من (٢١-٤٠) وفيها يتم إعطاء المفحوص سلسله من الأشكال ويوجد بها جزء مفقود ويطلب من المفحوص اختيار الشكل الذي يكمل السلسلة من بين عدة بدائل . ويتراوح مدى الدرجات على هذا الاختبار من (٠-٤٠) درجة حيث يتم إعطاء الدرجة صفر في حالة الاجابة الخاطئة والدرجة واحد في حالة الاجابة الصحيحة.

الخصائص السيكومترية للاختبار:

أ- الاتساق الداخلي

تم التحقق من الاتساق الداخلي عن طريق حساب معاملات الارتباط، بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للبعد الذي ينتمي اليه ، وكانت قيم معاملات الارتباط تتراوح بين (٠,٤٠إلى ٠,٧٦) وجميعها دالة احصائيا عند مستوى (٠,٠١)، كما تم حساب معامل الارتباط بين كل بعد والدرجة الكلية للاختبار ، وكانت معاملات الارتباط تتراوح بين (٠,٧٤ الى٠,٨٨) وجميعها دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على تمتع الاختبار بدرجة مناسبة من الاتساق الداخلي،

ب- صدق الاختبار:

١-**الصدق التمييزي:** تم حساب صدق الاختبار في الدراسة الحالية باستخدام طريقة المقارنات الطرفية لمعرفة الصدق التمييزي والقدرة التمييزية للاختبار حيث تمت مقارنة متوسطات الدرجات التي حصل عليها أعلي ٣٠% وأقل ٣٠% من الطلاب على التحصيل في العلوم والرياضيات في كل بعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية ، وكانت قيم "ت" لبعد الاستدلال المجرد (٨,٩) ، ولبعد الترميز الشكلي (١٠,٢) ، ولبعد التتابع الشكلي (١٣,٨) ، وللدرجة الكلية (١٦,٩) للمقارنة الطرفية لاختبار الاستدلال المكاني والأبعاد الفرعية دالة عند مستوى ٠,٠١، مما يشير إلى قدرة الاختبار على التمييز

ج- ثبات المقياس :

تم حساب معامل ألفا كرو نباخ لبنود كل بُعد على حده، وكذلك للاختبار ككل،وكانت قيم معامل ألفا لبعد الاستدلال المجرد (٠,٨٦) ولبعد الترميز الشكلي (٠,٩٠) ولبعد التتابع الشكلي (٠,٨٩) وللاختبار ككل(٠,٨٧) مرتفعة في جميع الأبعاد والدرجة الكلية، مما يؤكد تمتع الاختبار بدرجة مرتفعة من الثبات

٢-اختبار مستويات التفكير الهندسي

تم الاطلاع علي العديد من الاختبارات التي اجريت في هذا المجال مثل اختبار (Sing ,2007) واختبار الطيطي (٢٠٠١) وفي ضوء مستويات التفكير الهندسي عند فان هيل حيث يقيس هذا الاختبار ثلاثة مستويات فقط من مستويات التفكير الهندسي عند فان هيل وهي: المستوى التصوري والمستوى التحليلي، والمستوى الاستدلالي

أ-وصف الاختبار: يتكون الاختبار من (٨٠) مفردة موزعة على ثلاث مستويات هي:

١- **مستوى التصور الهندسي** يتم قياسه من خلال (٣٠) مفردة حبت تقيس المفردات من (١-٢٠) قدرة الفرد على التماثل البصري وذلك من خلال تقديم شكل هندسي ثم يطلب من المفحوص أن يختار الشكل المشابه له من بين خمسة بدائل. وتقيس المفردات من (٢١-٣٠) قدرة المفحوص على اكتشاف شكل بسيط عندما يكون مختفياً داخل شكل أكثر تعقيداً.

٢- **مستوى التحليل الهندسي:** يقيس هذا المستوى (٢٠) مفردة من خلال قياس قدرة المفحوص على انتاج الأشكال الهندسية حيث يتم إعطاء المفحوص في المفردات من (٣١-٥٠) أجزاء معينة ثم يطلب من المفحوص أن يحدد الشكل الذي يمكن تكوينه باستخدام هذه الاجزاء من بين خمسة بدائل تقدم له.

٤- **مستوى الاستدلال الهندسي** يقيس هذا المستوى (٣٠) مفردة وفي الفقرات من (٥١-٧٠) يتم إعطاء شكل هندسي (x) متبوعا بخمس بدائل ثم يطلب منه أن يختار الشكل الذي يكون الشكل (x) أحد أجزائه ، أما الفقرات من (٧١- ٨٠) يطلب من المفحوص أن يقوم باستكمال سلسلة من الأشكال الهندسية . وتتراوح الدرجات على هذا الاختبار من (٠-٨٠) حيث يتم إعطاء المفحوص درجة في حالة الاجابة الصحيحة وصفر في حالة الاجابة الخاطئة.

الخصائص السيكومترية للاختبار

أ-الاتساق الداخلي :

تم التحقق من الاتساق الداخلي عن طريق حساب معاملات الارتباط، بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للبعد الذي ينتمي اليه ، وأن معاملات الارتباط لبعد التصور الهندسي (٠,٣٨- ٠,٨٤) ، وبعد التحليل الهندسي (٠,٤٩-،٠,٨٨) ، وبعد الاستدلال الهندسي (٠,٣٧-٠,٧٨) وأن جميعها دالة عند مستوى (٠,٠١)(٠.٠٥) . مما يدل على تمتع الاختبار بدرجة مناسبة من الاتساق الداخلي. وأن معاملات ارتباط درجة كل بُعد بالدرجة الكلية لاختبار التفكير الهندسي كانت تتراوح بين (٠,٧٩ الى ٠,٨٤) وجميعها دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على تمتع الاختبار بدرجة مناسبة من الاتساق الداخلي،

ب-صدق الاختبار:

١-الصدق التمييزي: تم حساب صدق الاختبار في البحث الحالى باستخدام طريقة المقارنات الطرفية لمعرفة الصدق التمييزي والقدرة التمييزية للاختبار حيث تمت مقارنة متوسطات الدرجات التي حصل عليها أعلي ٣٠% وأقل ٣٠% من الطلاب في التحصيل في العلوم والرياضيات في كل بعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية والجدول التالي يوضح صدق المقارنات الطرفية لأبعاد اختبار التفكير الهندسي. وكانت قيم "ت" التصور الهندسي (١١,٥) التحليل الهندسي (١٥,٦) الاستدلال الهندسي (١٣,٨) للاختبار ككل (٢١,٧) للمقارنة الطرفية لاختبار التفكير الهندسي والأبعاد الفرعية دالة عند مستوى ٠,٠١، مما يشير إلى قدرة الاختبار على التمييز ،

ج- ثبات المقياس:

تم حساب معامل ألفا كرو نباخ لبنود كل بُعد على حده، وكذلك للاختبار ككل وكانت معاملات الفا تتراوح بين (٠,٨٥-٠,٨٩) وللاختباركل (٠,٩٢) وهى قيم مرتفعة في جميع الأبعاد والدرجة الكلية وجميعها دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على تمتع الاختبار بدرجة مرتفعة من الثبات

ثالثاً: نتائج البحث وتفسيرها :

١- نتائج الفرض الاول والذي ينص على "توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١) في مستوى القدرات المكانية لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem تعزى إلى المستوى الدراسي (الصف الأول- الصف الثاني- الصف الثالث)".

لاختبار صحة الفرض الأول تم حساب تحليل التباين احادي الاتجاه للتعرف على دلالة الفروق على اختبار القدرات المكانية وأبعاده الفرعية الثلاثة هي (التصور البصري المكاني– إدراك العلاقات المكانية –والاستدلال المكاني) بين الصفوف الأول والثاني والثالث حيث تم حساب متوسطات المربعات وقيمة (ف) ومستوى الدلالة لجميع الابعاد والدرجة الكلية والجدول التالي يبين تحليل التباين.

جدول (١)

نتائج الفروق بين الصفوف الدراسية في القدرات المكانية وأبعادها الفرعية لطلاب مدارس stem

المتغير	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	مستوى الدلالة
التصور البصري المكاني	بين المجموعات	٤٤٤٣.٢	٢	٢٢١٧.٧	١٤.٤١	(٠,٠١)
	داخل المجموعات	١٧٢٣٨.٦٨	٩٨	١٥٦.٢		
	المجموع	٢١٩٦٧.٨٨	١٠٠			
إدراك العلاقات المكانية	بين المجموعات	٤٥٣٥.١	٢	٣٣٧٣.٧٨	٢١.٣٤	(٠,٠١)
	داخل المجموعات	١٧٣٤٢.٦١	٩٨	١٥٦.٤٨٩		
	المجموع	٢١٨٧٥.٦٦	١٠٠			
الاستدلال المكانى	بين المجموعات	٤٣٢٤.٩	٢	٢١٦٤.٤١	١١,٤٦	(٠,٠١)
	داخل المجموعات	٢٢٤٩١.٦	٩٨	٢٠٥.٤٦		
	المجموع	٢٢٩٢٤.٥	١٠٠			
الدرجة الكلية	بين المجموعات	٥٤٧١.٦	٢	٢٧٥١.٦	١٥.٦١	(٠,٠١)
	داخل المجموعات	١٩٤٢٠.٨	٩٨	١٧٥.٢٤		
	المجموع	٢٤٨٩٢.٤	١٠٠			

يتضح من الجدول السابق أن البعد الأول وهو قدرة التصور البصري المكاني وجاءت قيمة ف (١٤.٤١) وهي دالة مستوى الدلالة عند (٠.٠١) ، بينما جاءت قيمة (ف)بالنسبة البعد الثاني وهو قدرة إدراك العلاقات المكانية (٢١,٣٤) وهي دالة عند مستوى الدلالة (٠.٠١) ، بينما جاءت قيمة (ف) للبعد الثالث وهو قدرة الاستدلال المكاني (١١,٤٦) وهي دالة عند مستوى (٠.٠١).وجاءت وقيمة (ف) المحسوبة للدرجة الكلية للقدرات المكانية (١٥,٦١) وهي دالة عند مستوى دلالة (٠.٠١). مما يدل على تحقق الفرض الأول، وللتعرف على دلالة القروق بين المجموعات تم استخدام اختبار (توكى) للمقارنات البعدية.

جدول (٢)

نتائج اختبار توكى للمقارنات المتعدد لمتغير الصف الدراسي للقدرات المكانية لطلاب مدارس stem

الصف الدراسى	التصور البصرى المكانى			الصف الدراسى	إدراك العلاقات المكانية			الصف الدراسى	الاستدلال المكانى		
	الأول	الثانى	الثالث		الأول	الثانى	الثالث		الأول	الثانى	الثالث
الأول (٢٠.٣)	–	٩,٢	١٦,٥	الأول ١٦.٥)	–	٦,٤	١٤,١٤,١	الأول (١٥.٣)	–	٩,٢	١٨,٣
الثانى (٢٩.٥)	–	–	*٧,٦	الثانى (٢٤.١)	–	–	*٧,٩	الثانى (٢٤.٤)	–	–	٩,٤
الثالث (٣٦.٤)	–	–	–	الثالث (٣٠.٣)		–	–	الثالث (٣٢.٨)	–	–	–

أ–بالنسبة للبعد الأول قدرة التصور البصري المكاني يتضح أن دلالة الفروق بين طلاب الصف الاول والثاني كانت (٩,٣) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثاني، كما جاءت دلاله الفروق بين طلاب الصف الاول والثالث (١٦,٥) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثالث، وكانت دلالة الفروق بين طلاب الصف الثاني والثالث (٧,٦) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثالث

ب–بالنسبة للبعد الثاني قدرة إدراك العلاقات المكانية يتضح أن دلالة الفروق بين طلاب الصف الاول والثاني كانت (٦,٤) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثاني، كما جاءت دلاله الفروق بين طلاب الصف الاول والثالث (١٤,١) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثالث، وكانت دلالة الفروق بين طلاب الصف الثاني والثالث (٧,٩) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثالث.

ج– بالنسبة للبعد الثالث قدرة الاستدلال المكاني يتضح أن دلالة الفروق بين طلاب الصف الاول والثاني كانت (٩,٢) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثاني، كما جاءت دلاله الفروق بين طلاب الصف الاول والثالث (١٨,٣) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثالث، وكانت دلالة الفروق بين طلاب الصف الثاني والثالث (٩,٤) وهي داله عند مستوى (٠.٠١) لصالح طلاب الصف الثالث.

دلت نتائج البحث الحالى إلى اختلاف القدرات المكانية (التصور البصري المكاني – ادراك العلاقات المكانية – الاستدلال المكاني) باختلاف الصف الدراسي وكانت الفروق جميعها لصالح الصف الأعلى وقد يرجع ذلك الي طبيعة الدراسة في هذه المدارس حيث يشير parker,1996 الي أن التدريس في هذه المدارس يعتمد وبشكل كبير على الابداع والابتكار والتعلم بالمشروعات مما يتيح الفرصة لتنمية القدرة على التخيل العقلي لدى الطلاب ،كما أن توظيف التصميم الهندسي والتكنولوجي يساعد الطلاب على عمل تمثيلات بصرية وتخيل حركة الاشكال في الفراغ وكيف تبدو الاشكال عند تدورها أو ثنيها بشكل أفضل ، مما يساعد في تنمية القدرة على التصور البصري والمكاني لديهم ، كما أن الاهتمام بتدريس مادة الرياضيات قد يسهم وبشكل كبير في تنمية كل من القدرة على إدراك العلاقات المكانية والاستدلال المكاني لدي تلاميذ مدارس stem حيث أن تعلم الرياضيات يساعد الطالب علي أن اكتشاف العلاقات والأنماط والتحليل والاستدلال وذلك من خلال علوم كمية مثل الجبر والهندسة والتفاضل والتكامل المعنية بدراسة الاعداد والاشكال والمساحات ، كما أن اعتماد التدريس في مدارس stem على التعليم القائم على حل المشكلات والذي يركز على التقاء أو تجميع تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في حل المشكلة قد يساعد على تنمية القدرة على ادراك العلاقات والقدرة على الاستدلال بصورة عامة والقدرت المكانية بصفة خاصة.

٢-نتائج الفرض الثاني: والذي ينص على " توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١) في مستوى التفكير الهندسي لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا stem تعزى إلى الصفوف الدراسية (الأول- الثاني- الثالث)".لاختبار صحة الفرض الثاني قامت الباحثة بحساب تحليل التباين أحادي الاتجاه للتعرف على دلالة الفروق بين الصفوف الأول والثاني والثالث على اختبار التفكير الهندسي ومستوياته الثلاثة هي (التصور الهندسي- التحليل الهندسي -الاستدلال الهندسي) حيث تم حساب متوسطات المربعات وقيمة (ف) ومستوى الدلالة لجميع الأبعاد والدرجة الكلية والجدول التالي يبين تحليل التباين.

جدول (٣)

نتائج الفروق بين الصفوف الدراسية في مستويات التفكير الهندسي لطلاب مدارس stem

المتغير	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	مستوى الدلالة
التصور الهندسي	بين المجموعات	٩١٤٥,١	٢	٩٥٧٨٤١	٥٣,٤	(٠.٠١)
	داخل المجموعات	٢٠٤٢٧,٢	٩٨	١٨٩,٢٦		
	المجموع	٢٩٨٢٧,٤	١٠٠			
التحليل الهندسي	بين المجموعات	٧٤٢٥,٩	٢	٣٧٦٢,٢	٢٦,٥	(٠.٠١)
	داخل المجموعات	١٦٠٧١,٦	٩٨	١٥٤,٢٥		
	المجموع	٢٣٤٩٥,١	١٠٠			
الاستدلال الهندسي	بين المجموعات	٨٩٥٧,١	٢	٤٤٧٨,٢	٣٢,١٦	(٠.٠١)
	داخل المجموعات	١٥٦٢١,٩	٩٨	١٤٨,٣٩		
	المجموع	٢٤٥٧٨,١	١٠٠			
الدرجة الكلية	بين المجموعات	٩٩٧٥,٦	٢	٢٩٩٠٢,٢	٢٢,١١	(٠.٠١)
	داخل المجموعات	٢٩٠٣٠,٢	٩٨	٢٤٧.٩٣		
	المجموع	٣٥٩٧٨,٢	١٠٠			

يتضح من الجدول السابق أن المستوى الاول وهو التصور الهندسي جاءت قيمة ف (٥٣,٤) وهي دالة مستوى الدلالة عند (٠.٠١) بينما جاءت قيمة (ف)بالنسبة للمستوى الثاني وهو التحليل الهندسي (٢٦,٥) وهي دالة عند مستوى الدلالة عند (٠.٠١). بينما جاءت قيمة (ف) للمستوى الثالث وهو الاستدلال الهندسي (٣٢,١٦) وهي دالة عند مستوى (٠.٠١). في حين جاءت قيمة (ف) المحسوبة للدرجة الكلية للتفكير الهندسي (٢٢,١١) وهي دالة عند مستوى دلالة (٠.٠١) . مما يدل على تحقق الفرض الثاني وللتعرف على دلالة القروق بين المجموعات تم استخدام اختبار (توكى) للمقارنات البعدية.

جدول (٤)

نتائج اختبار توكى للمقارنات المتعدد لمتغير الصف الدراسي للتفكير الهندسي لطلاب مدارس stem

مستوى الاستدلال الهندسي	مستوى التصور الهندسي			الصف الدراسي	مستوى التحليل الهندسي			الصف الدراسي			
	الأول	الثاني	الثالث		الأول	الثاني	الثالث		الأول	الثاني	الثالث
الأول (١٦.٤)	–	٦,٤*	١٣,١	الأول (١٢.٢)	–	٢,٥*	٦.٨*	الأول (١٤.٢)	–	٦,٢*	١٣,٣
الثاني (٢٣.٢)	–	–	٧*	الثاني (١٤.٦)	–	–	٤.٦*	الثاني (٢٠.٢)	–	–	٧,٩*
الثالث (٢٩.٢)	–	–	–	الثالث (١٨.٩)	–	–	–	الثالث (٢٧.٩)	–	–	–

يتضح من الجدول السابق أن

١-**بالنسبة لمستوى الأول : التصور الهندسي** يتضح أن دلالة الفروق بين طلاب الصف الاول والثاني كانت (٦,٤) وهي داله عند مستوى (٠,٠١) لصالح طلاب الصف الثاني، كما جاءت دلاله الفروق بين طلاب الصف الاول والثالث (١٣,١) وهي داله عند مستوى (٠,٠١) لصالح طلاب الصف الثالث، وكانت دلالة الفروق بين طلاب الصف الثاني والثالث (٧) وهي داله عند مستوى (٠,٠١) لصالح طلاب الصف الثالث.

٢-**بالنسبة للمستوى الثاني : التحليل الهندسي** : يتضح أن دلالة الفروق بين طلاب الصف الاول والثاني كانت (٢,٥) وهي داله عند مستوى (٠,٠١) لصالح طلاب الصف الثاني، كما جاءت دلاله الفروق بين طلاب الصف الاول والثالث (٦.٨) وهي داله عند مستوى (٠,٠١) لصالح طلاب الصف الثالث، وكانت دلالة الفروق بين طلاب الصف الثاني والثالث (٤.٦) وهي داله عند مستوى (٠,٠١)لصالح طلاب الصف الثالث.

٣-**بالنسبة للمستوى الثالث الاستدلال الهندسي** : يتضح أن دلالة الفروق بين طلاب الصف الاول والثاني كانت (٦,٢) وهي داله عند مستوى ٠.٠٥ لصالح طلاب الصف الثاني، كما جاءت دلاله الفروق بين طلاب الصف الاول والثالث (١٣,٣) وهي داله عند مستوى (٠,٠١) لصالح طلاب الصف الثالث، وكانت دلالة الفروق بين طلاب الصف الثاني والثالث (٧,٩) وهي داله عند مستوى (٠,٠١) لصالح طلاب الصف الثالث.

دلت نتائج اختبار الفرض الثانى إلى اختلاف التفكير الهندسي (التصور الهندسي– التحليل الهندسي –الاستدلال الهندسي) باختلاف الصف الدراسي وكانت الفروق جميعها لصالح الصف الاعلى، وقد يرجع ذلك إلى اهتمام هذه المدراس بتعلم مواد الهندسة والعلوم والرياضيات والتكنولوجيا من خلال استخدام التصميمات الهندسية والتي تتيح للطلاب الفرصة لتمثيل المعلومات البصرية وترجمتها في صورة مخططات أو خرائط أو رسومات مما ينمي لديهم القدرة على تصور الاشكال الهندسية دون تغير وضعها المكاني واكتشاف العلاقات الهندسية الثابتة وكذلك تصور أبعاد الاشكال بعد تدويرها، كما أن الاهتمام بتعليم التكنولوجيا والتي تتضمن رسم المساقط والمجسمات من زوايا مختلفة قد يساعد على تحسين القدرات المكانية لدى هؤلاء الطلاب والتي قد تساعد بدورها على تحسين التفكير الهندسي لديهم .

٣-نتائج الفرض الثالث والذى ينص على توجد علاقة ارتباطية دالة عند مستوى (٠,٠١) بين درجات الطلاب أفراد العينة في القدرات المكانية ودرجاتهم في التفكير الهندسي. لاختبار صحة هذا الفرض تم حساب معامل ارتباط بيرسون بين درجات الطلاب أفراد العينة في القدرات المكانية ودرجاتهم في التفكير الهندسي والجدول التالي يوضح قيم معاملات الارتباط.

جدول رقم (٥)

معامل ارتباط بيرسون بين القدرات المكانية والتفكير الهندسي لدى أفراد العينة

القدرات المكانية	التفكير الهندسي		
	عينة مدارس العلوم والتكنولوجيا (ن=١٠٠)		
	قدرة التصور الهندسي	قدرة التحليل الهندسي	قدرة الاستدلال الهندسي
التصور البصري المكاني	٠,٧٦	٠,٩٣	٠,٨٧
إدراك العلاقات المكانية	٠,٧	٠,٨٥	٠,٨٩
الاستدلال المكاني	–	–	٠,٩٣
الدرجة الكلية	٠,٨٤	٠,٨٧	٠,٨٩

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

أ- **بالنسبة للتصور البصري المكاني :** يتضح وجود ارتباط دال بين القدرة على التصور المكاني ومستويات التفكير الهندسي الثلاثة (التصور الهندسي، التحليل الهندسي، الاستدلال الهندسي) حيث كانت قيم معاملات الارتباط في مدارس العلوم والتكنولوجيا (٠,٧٦) ، (٠,٩٣) ،(٠,٨٧) وجمعيها معاملات ارتباط مرتفعة ودالة احصائيا عند مستوي (٠,٠١)

بالنسبة للقدرة على ادراك العلاقات : يتضح وجود ارتباط دال بين القدرة على ادراك العلاقات ومستويات التفكير الهندسي الثلاثة (التصور الهندسي، التحليل الهندسي، الاستدلال الهندسي) حيث كانت قيم معاملات الارتباط في مدارس العلوم والتكنولوجيا (٧،) ، (٠,٨٥) ،(٠,٨٩) وجمعيها معاملات ارتباط مرتفعة ودالة احصائيا عند مستوي (٠,٠١)

ج- **بالنسبة للقدرة على الاستدلال المكاني :** يتضح وجود ارتباط دال بين القدرة على الاستدلال المكاني ومستويات التفكير الهندسي الثلاثة (التصور الهندسي، التحليل الهندسي، الاستدلال الهندسي) حيث كانت قيم معاملات الارتباط في مدارس العلوم والتكنولوجيا (٠,٩٣) وجمعيها معاملات ارتباط مرتفعة ودالة احصائيا عند مستوي (٠,٠١)

د- بالنسبة للدرجة الكلية للقدرات المكانية

يتضح وجود ارتباط دال بين الدرجة الكلية للقدرات المكانية ومستويات التفكير الهندسي الثلاثة (التصور الهندسي، التحليل الهندسي، الاستدلال الهندسي) حيث كانت قيم معاملات الارتباط في مدارس العلوم والتكنولوجيا (٠,٨٤) ، (٠,٨٧) ،(٠,٨٩) وجمعيها معاملات ارتباط مرتفعة ودالة احصائيا عند مستوي (٠.٠١).

وقد ترجع نتيجة وجود ارتباط موجب ودال إحصائياً بين القدرات المكانية ومستويات التفكير الهندسي لدي طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا ، إلى أن القدرات المكانية تساعد الطلاب على تنمية تفكيرهم واستخدام استراتيجيات تفكير متنوعة عند مواجهة المشكلات الهندسية ، كما تساعد القدرات المكانية الطلاب على زيادة مهاراتهم الادائية والتي تجعلهم أكثر تقبلاً للتعامل مع المشكلات الهندسية ومحاولة ايجاد الحلول المتعددة لهذه المشكلات مما يؤدي إلي تحسين مستويات التفكير الهندسي لديهم ،كما تتفق نتيجة الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Olivarez 2010 في فاعلية منحى STEM فى تنمية التحصيل الدراسي في الرياضية أو في إحدى مكوناته كدراسة (Holmquint 2014) فى تنمية المعرفة المفاهيمية وحل المشكلات الهندسية كما تتفق الدراسة الحالية مع نتائج دراسة نبيل المغربي (٢٠١٩) التى أشارت إلي وجود علاقة موجبة بين القدرات المكانية والتفكير الهندسي أي أنه كلما زادت القدرات المكانية زاد التفكير الهندسي لدى الطلاب في مستوياته المختلفة .

المراجع العربية والأجنبية

-تفيدة سالم غانم (٢٠١٥) : أبعاد تصميم مناهج STEM وأثر منهج مقترح في ضوئها لنظام الأرض فى تنمية مهارات التفكير في الأنظمة thinks لدى طلاب المرحلة الثانوية ، عالم التربية المؤسسة العربية للاستشارات العلمية وتنمية الموارد البشرية (٥١) ١- ٢٥

-خليل معوض (١٩٨٣): قدرات، وسمات الموهوبين، مصر، بور سعيد.

-عزو عفانة (٢٠٠١) : أثر استخدام المدخل البصري في تنمية القدرة على حل المسائل والاحتفاظ بها لدي طلاب الصف الثامن الأساسي بغزة . "المؤتمر العلمي الثالث عشر مناهج التعليم والثورة ،المعرفية والتكنولوجية المعاصرة (الجزء الثاني – جامعة عين ٢٥يوليو.

– الفرحانى السيد محمود (٢٠١٨): العقلية الأكاديمية لدى تلاميذ مدارس العلوم والتكنولوجيا STEM ، مجلة الجمعية المصرية للدراسات النفسية

– فؤاد ابو حطب :(١٩٩٢) القدرات العقلية، ط ٢ ، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة

– محمود عطا على مسيل وفيولا منير عبده منصور :(٢٠١٦): المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتطبيقاتها بالولايات المتحدة الأمريكية وإمكانية الإفادة منها فى مصر، مجلة التربية المقارنة والدولية – الجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية، ٢(٦) ٣١٤٣١٣

– محمود محمد حسن (٢٠٠١) مستويات التفكير الهندسي لدى طلاب المعلمين تخصص رياضيات بكلية التربية بأسيوط في ضوء نموذج فان هيل ، مجلة التربية بأسيوط (١٧)

– مديحة محمد (٢٠٠٤) تنمية التفكير البصري في الرياضيات ، القاهرة ، مكتبة عالم الكتب.

– نايف الطيطي :(٢٠٠١) درجة اكتساب طلاب الصف العاشر لمستويات التفكير الهندسي وعلاقته بقدراتهم على كتابة البراهين الهندسية رسالة ماجستير، جامعة القدس.

– نبيل أمين المغربي (٢٠١٩) مستوى القدرة المكانية والتفكير الهندسي والعلاقة بينهما لدى طلاب الصف العاشر في ضوء متغيري الجنس ومستوى التحصيل. مجلة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية، (١٠) ٢٧ ،١٧-١٩٢

- نهلة أبو عليوة (٢٠١٥): دراسة مقارنة لبعض تطبيقات نظرية مجتمع الممارسة في التنمية المهنية لمعلمي STEM في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكوريا الجنوبية وإمكانية الإفادة منها في جمهورية مصر العربية ، دراسات تربوية واجتماعية، ج ٢١ ع ٢

- نهى لطفي يعقوب (٢٠٠٧): مستوى القدرة المكانية ونمط تطورها لدى الطلاب الفلسطينيين بين الصفوف السابع والتاسع والحادي عشر. وسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا جامعة بيروت فلسطين.

- وزارة التربية والتعليم بجمهورية مصر العربية والقرار الوزاري رقم (٣٨٢) لسنة ٢٠١٢ بشأن نظام القبول والدراسة والامتحانات بمدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا.

Allen,1999, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. 1999): Supporting STEM education in secondary science contexts. The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning, 6(2), 85-125..

Battista, G., Stewart-Dawkins, S., & White, G.(1990). Engineering design of cars and gadgets in K-5 as vehicle for integrating math, science and literacy. Advances in Engineering Education :A Journal of Engineering Education Applications, 3(2), 1-25

Baran, Billici, Mesutogiu & Ocak, (2016)Facilitating children's understanding of astronomy through a spatial perspective-taking intervention. (Doctoral dissertation). Pennsylvania State University, United States.

Binats & Camili.2009).:Piecing together the role of a spatial assembly intervention in preschoolers spatial and mathematics learning: influences of gesture, spatial language, and socioeconomic status. Dev. Psychol. 56, 686-698.

Branoff, T(1998). The Effects of Adding Coordinate Axes to a Mental Rotations Task in Measuring Spatial Visualization Ability in Introductory Undergraduate Technical Graphics Courses. Engineering Design Graphics Journal,62(2)16-34.

Briney, L&Hill,J(2013). Building STEM Education with Multinationals Paper Presented at the International Conference on Transnational Collaboration in STEM Education. Sarawak, Malaysia

Burton, R. H.; Schraw, G. J.; Norby, M. M. & Ronning, R. R. (2003). Cognitive psychology and instruction, 4th ed., Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Buckley.J., Seery,N& Canty,D(2018).A Heuristic Framework of Spatial Ability: a Review and Synthesis of Spatial Factor Literature to Support its Translation into STEM Education. Educational Psychology Review,30 ,947-972.

Dring & Keith, L. (2007). The application of ambiguous figures to mathematics: In search of the spatial components of number. Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Vancouver, BC: PME.

Felix, A. & Harris, J. (2010). A Project-based STEM integrated alternative energy tem hallenge for teachers. The Technology Teacher,70 (1), 29-34.

Liu, L. (2007). The relationships between creativity, drawing ability, and visual- spatial intelligence: study of Taiwan's third-grade children, Asia pacific education review, 8 (3), 343-352.

Parker, Patterson, L. G., & Park, D. (1996). Early childhood teachers' beliefs about readiness for teaching science, technology, engineering, and mathematics. Journal of Early Childhood Research. 15, 275- 291. https://doi.org/10.1177/1476718X15614040, .

Schmidt, M.E & Vandewater, A.E (2008). Media and Attention, Cognition, and School Achievement. he Future of Children, 18, 1,63-85.

Sing, Y. Shan, K. (2007): Developing geometric thinking through multimedia learning activities Behavior. Unpublished Master Degree, Rhodes University. Namibi

Wheaty G.H & Reynolds, A.M 1999). mage Maker Teaching Children Mathematics, 5(6),374-378.

William, E.; Dagger. Jr. (2013). Evolution of STEM in the United States. International Technology and Engineering Educators Association. Retrieved on January 26, 2014 from: http://www.iteea.org/Resources /PressRoom /Australia Paper.pd

Yildiz, S. G & Özdemir, A.S. (2017). Development of the Spatial Ability Test for Middle School Students. Acta Didactical Napocensia, v10 n4 p41-54،