برنامج STEM مقترح فى العلوم للمرحلة الابتدائية لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية

إعداد: د/ محمد عبد الرازق عبد الفتاح*

أولاً: الإطار العام للبحث:

يسعى تعليم الاستم STEM إلى تقديم برامج تعليمية تقوم على التكامل بين مجالات Science العلم،والتكنولوجيا Technology، والهندسة Engineering، والرياضيات Mathematics، وذلك في جميع مراحل التعليم قبل الجامعي في جميع دول العالم.

وتتيح دراسة برامج ومناهج الاستم الفرصة لفهم أفضل لإدراك ظواهر العالم الذي نعيش فيه وإزالة الحواجز المصطنعة بين المجالات الأربع وتقدم نموذج لتعليم يقوم على الترابط والتماسك (Lantz, 2009).

وقد ظهـــر مصطلـح STEM في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين بواسطة المؤسسة الوطنية للعلوم كمبادرة لتنمية التعلم الناقد لدى المتعلمين لمساعدتهم على إيجاد حلول إبداعية للمشكلات وليصبحوا أكثر تميزاً في سوق العمل (Dugger, 2010).

ثم توالى ظهور برامج الاستم في السنوات القليلة السابقة كما يلي:

قدم مكتب الاعتماد الحكومي عام (٢٠٠٥) عدد (٢٠٧) برنامج في الاستم بتمويل قدره (٢.٨) مليار دولار.

وقدم معهد التنافسية الأكاديمية عام (٢٠٠٧) عدد (١٠٥) برنامج في الاستم بتمويل قدره (٣.١) مليار دولار.

وقدم المعهد القومي للعلوم والتكنولوجيا عام (٢٠١١) عدد (٢٥٢) برنامج في الاستم بتمويل قدره (٣.٤) مليار دولار.

ثم قدم مكتب الاعتماد الحكومي عام (٢٠١٢) عدد (٢٠٩) برنامج في الاستم بتمويل (٣.١) مليار دولار (Gonzalez &Kuenzi, 2012).

وتزايـد تبعـاً لذلك عـدد المـدارس التي تقـدم برامـج الاستم حتى وصل إلى عدد (٣١٥) مدرسة ثانوية عام (٢٠٠٧) وإلى (٣٥٨) عام ٢٠١٤. والمستهدف أن يصل عدد المدارس إلى (١٠٠٠) مدرسة عام (٢٠٢٠) (Eisenhart, et. al., 2015).

* استاذ مساعد المناهج وطرق تدريس العلوم- كلية التربية - جامعة عين شمس

وفي مصر بدأ الاهتمام بتقديم برامج في الاستم وإنشاء مدارس تقدم برامج الاستم، في السنوات الأخيرة على نطاق محدود من خلال برنامج المساعدات الأمريكية لمصر حيث تـــم إعداد خطة لإنشاء مدارس STEM وفقاً للنموذج الأمريكي وشملت الخطة إنشاء (٢٧) مدرسة خلال خمس سنوات بواقع مدرسة لكل محافظة (Rissmann& EL Nagdi, 2013).

وتم إنشاء أول مدرسة في عام (٢٠١١) بمدينة السادس من أكتوبر والثانية عام (٢٠١٢) في زهراء المعادي وهما للطلاب المتفوقين من كل محافظات مصر والثالثـــة بالإسماعيليـــة والرابعـــــة بالدقهلية ووصل العدد حتى عام (٢٠١٦) إلى (٩) مدارس.

والمشكلة الرئيسية التي تواجه مدارس STEM حالياً هي أن المناهج الحالية في المرحلة الابتدائية والإعدادية لا تكسب التلاميذ المهارات الضرورية في العلوم والرياضيـــات، كمـــا أن هنـــاك ضعـــف في إعداد المعلميـــن القائميـــن بالتدريس في هذه المدارس، وعدم وجود معايير قومية لمناهج الاستـــم أو لمعلـــم الاستـــم (أحمد، ٢٠١٢؛ خضيري، ٢٠١٤؛ محمد ٢٠٠١).

ويدعم ذلك ترتيب التعليم المصري في تقرير التنافسية العالمي والذي جاء في المرتبة (١٣٦) من بين (١٤٤) دولة وذلك في جودة تعلم العلوم والرياضيات بالمدرسة الثانوية (Schwab, 2014).

وفي المرحلة الإعدادية جاء ترتيب مصر في مسابقة التحصيل في الرياضيات والعلوم (Trends In Science and Mathematics Study) في عام (٢٠٠٣) في المركز الـ (٣٥) من بين (٤٥) دولة حيث جاء متوسط التلاميذ المصريين (٤٢١) درجة وهو أقل من المتوسط العالمي (٤٧٣) درجة، وفي عام (٢٠٠٧) جاء ترتيب مصر في المركز الـ (٣٩) من بين (٤٧) دولة حيث جاء متوسط درجات التلاميذ المصريين (٤٠٨) درجة وهو أقل من المتوسط العالمي (٥٠٠) درجة، وفي عام (٢٠١٥) جاء ترتيب مصر في المركز الأخير وجاء متوسط درجـــات التلاميـــذ المصريين (٣٧٠) درجة وهو أقل من المتوسط العالمي (٥٠٠) درجة.

وهـــو ما يشيـــر إلى ضعـــف مستـــوى تعليـــم العلـــوم والـــرياضيات بصـــورة عامـــة، ويزداد الأمـــر سوءً عندما يلاحظ انخفاض أعداد التلاميذ الملتحقين بالشعبة العلمية بالمرحلة الثانوية، حيث تشير الأرقام إلى انخفاض متتالي في عدد التلاميذ المسجلين بالشعبة العلمية بمرور الوقت حيث بلغت النسبة (٦٩.٢٠%) عام (١٩٧٠) ، و(٦٠.٧٠%) عام (١٩٨٠) و(٥١.٠٠%) عام (١٩٩٠) و(٤١.٩٠%) عام (٢٠٠) و(٢٣.٩٠%) عام (٢٠٠٥) و(٢٨.٠٠%) عام (٢٠١٠) و(٢٩.٤٠%) عام (٢٠١٣) وفي عام (٢٠١٦) وصلت إلى (٤٣%) (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٦; Rissmay & EL Nagdi, 2013) .

وهو ما قد يشير إلى ضعف ميول التلاميذ نحو دراسة العلوم وانصرافهم إلى الدراسات الأدبية، كما يشير واقع تدريس العلوم الى أن المناهج الحالية مناهج تقليدية بها مشكلات تتمثل فى: محدودية الوقت المخصص للأنشطة، وتركيز المنهج على حفظ الوقائع والمعارف المفككة، ونقص المواد والأدوات اللازمة لتنفيذ الأنشطة، وانعدام الفرص أمام التلاميذ للمرور بخبرات مثل الاكتشاف والتفاعل مع الآخرين والتشارك والجماعية (Van-meter &Liotta, 2014 Cimer, 2012) ، مع عدم وجود برامج فى مجال STEM وهو ما قد يشير الى ضعف مهارات التصميم التكنولوجي لدى التلاميذ، لذا طبق الباحث مقياس مبدئى لمهارات التصميم التكنولوجي عبارة عن مهمة تتضمن (١٠) أداءات ، ومقياس مبدئى للميول العلمية مكون من (١٠) عبارات على مجموعة من تلاميذ الصف السادس الإبتدائى عددها (٤٠) تلميذا وجاء متوسط درجات المجموعة على مقياس التصميم التكنولوجي (١٠%) من الدرجة الكلية،ومتوسط درجاتهم على مقياس الميول العلمية (٢٦.٦%) مما يشير الى ضعف مستوى مهارات التصميم التكنولوجي لديهم وانخفاض ميولهم العلمية وخاصة المتعلقة بالمهن العلمية.

لذا فإن تدريس مناهج وبرامج STEM قد يكون محاولة لتحسين تدريس العلوم بصورة عامة، ولإعداد أفراد ليلتحقوا بسوق العمل في المهن العلمية عماد التنمية والتقدم بصفة خاصة. حيث تقدم مناهج وبرامج STEM أنشطة غير تقليدية تركز على أداء عملي من خلال تنفيذ تحديات تسمى الـ Capstone التي توفر فرصاً للطلاب للتفاعل مع الأدوات والمواد وتطبيق المعارف العلمية والتكنولوجية والهندسية لإنتاج تصميم تكنولوجي مبتكر يتوفر فيه الإبداع، كما أن هذه الأنشطة قد تنمي لدى المتعلم الشعور بالرضا والثقة بالنفس والميول نحو المهن ذات العلاقة بمجالات STEM.

لذا حاول البحث تقديم برنامج في STEM في العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية لتنمية قدرتهم على التصميم التكنولوجي وميولهم نحو العلوم والمهن ذات الصلة بمجالات العلوم والتكنولوجيا.

تحديد مشكلة البحث:

تحددت مشكلة البحث في:"عدم وجود برامج استم STEM في جميع مراحل التعليم قبل الجامعي وغياب هذا النوع من التعليم في العلوم والرياضيات رغم أهمية هذا النوع من المناهج والبرامج التعليمية مما يؤثر على تنافسية الخريجين في سوق العمل بسبب ضعف مهارات التصميم التكنولوجي وانخفاض ميولهم العلمية لذا حاول البحث تقديم برنامج استم للمرحلة الابتدائية أولى مراحل التعليم قبل الجامعي لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية". وحاول البحث الإجابة على السؤال الرئيس التالي:

"ما فاعلية برنامج STEM في العلوم لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية؟"

وللإجابة على هذا السؤال تم الإجابة على الأسئلة الآتية:

١- ما برنامج STEM المقترح في العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية؟
٢- ما فاعلية برنامج STEM المقترح في تنمية مهارات التصميم التكنولوجي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية؟
٣- ما فاعلية برنامج STEM المقترح في تنمية الميول العلمية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية؟

هدف البحـث:

تنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية من خلال برنامج STEM المقترح.

حدود البحث:

التزم البحث بالحدود الآتية:

١- مجموعة من تلاميذ الصف السادس الابتدائي بمدرسة براعم مودرن سكول بإدارة عين شمس التعليمية – القاهرة.
٢- خمس مهارات للتصميم التكنولوجي هي: الشعور بالمشكلة، وتحديد المشكلة، وتوليد الأفكار، والتصميم الأولي، والتصميم النهائي.
٣- الميول العلمية نحو الدراسة ونحو المهن العلمية.
٤- نتائج البحث محدودة بزمان ومكان وظروف إجراؤه.

تحديد مصطلحات البحث:

١) برنامج الاستم STEM Program:

مجموعة من الدروس والأنشطة العلمية قائمة على التكامل بين العلم والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات التي تهتم بدراسة المشكلات وإيجاد حل لها في صورة تصميم تكنولوجي مبتكر مما قد يفيد المتعلم في حياته اليومية والمهنية في المستقبل.

٢) مهارات التصميم التكنولوجي Technological Design Process:

مجموعة إجراءات عقلية وأدائية تستخدم لإنتاج شيء جديد مفيد من مكونات غير مفيدة في حد ذاتها مما يجعل المتعلمين – في المستقبل - قادرين على تقديم حلول مبتكرة لمشاكل العالم الواقعية.

٣) الميول العلمية Scientific Interests:

تنظيمات وجدانية تدفع الفرد إلى الاهتمام والمشاركة في الأنشطة العلمية مع الشعور بالارتياح والسعادة مما يوجهه إلى اختيار المهن ذات الطابع العلمي في المستقبل.

فروض البحث:

١- يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس مهارات التصميم التكنولوجي لصالح التطبيق البعدي.

٢- يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس الميول العلمية لصالح التطبيق البعدي.

منهج البحث:

استخدم البحث المنهج شبه التجريبي لتحديد فاعلية البرنامج المقترح مع استخدام تصميم المجموعة الواحدة.

أهمية البحث: قد يفيد البحث كلا من:

- معلمي العلوم في:

١- تقديم نموذج لمقياس مهارات التصميم التكنولوجي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

٢- تقديم نموذج لمقياس الميول العلمية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

٣- توجيه نظرهم إلى أهمية التكامل بين مجالات الاستم أثناء تدريس العلوم وأهمية تنمية مهارة التصميم التكنولوجي لدى المتعلمين.

- مخططي المناهج والبرامج التعليمية بتقديم نموذج لبرنامج STEM في العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية يمكن الاسترشاد به لتصميم برامج مماثلة.

- تلاميذ المرحلة الابتدائية بالمشاركة في أنشطة البرنامج مما قد يسهم في تنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية لديهم.

ثانياً: الإطار المعرفي للبحث:

يتناول الإطار المعرفي للبحث ثلاث محاور هي: برنامج STEM، والتصميم التكنولوجي، والميول العلمية.

المحور الأول: برنامج الاستم STEM Program:

يشير مصطلح تربية الاستم إلى التعلم والتعلم القائم على التكامل بين أربعة مجالات، هي: العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات من خلال تقديم أنشطة بينية تتناول مشكلات حقيقية (Moon & Rundle, 2012).

ويقصد بكل مجال من المجالات الأربعة ما يلي:

١) العلوم Science: وهي الدراسة المنظمة للطبيعية وسلوك المواد، وتتم بواسطة عمليات الاستقصاء، والاكتشاف، والتجريب، وتنتج القوانين والنظريات التي تشرح وتفسر الظواهر المختلفة.

٢) التكنولوجيا Technology: هى استخدام الأجهزة والأدوات الهندسية والقيام بعمليات لحل مشاكل واقعية وتستخدم عمليات الإدارة والتحكم والضبط لتوفير احتياجات الإنسان.

٣) الهندسة Engineering: هى التطبيق المنهجي لمبادئ العلوم، والرياضيات لتصميم وإنتاج الآلات والمنتجات وتتم بواسطة عمليات التصميم والاختراع وحل المشكلات المهارات، وتنتج أدوات وأجهزة متنوعة.

٤) الرياضيات Mathematics: وهى علم الأنماط والعلاقات المتعلقة بالتعامل مع الأرقام والكميات والأشكال والفراغات والعلاقات الداخلة فيها وتستخدم عمليات التحليل، والتفسير، والاتصال وتنتج حلول للمشاكل الرياضياتية (Dugger, 2014; Whit, 2014).

وقد تزايد الاهتمام بتعلم STEM خلال الأعوام القليلة الماضية لأن تعلم الاستم يساعد على تحسين فهم المتعلمين لطريقة عمل التكنولوجيا، واستخدامهم لها (Bybee, 2010).

كما قدم (Morrison, 2006) إطار عام لما يجب أن يحققه المتعلمين من خلال التعليم القائم على الاستم والمتمثل في:

- يحل مشكلة عن طريق تحديد المشكلة وجمع البيانات والمعلومات وتنظيمها ويستخلص النتائج ويطبقها في مواقف جديدة.

- يبتكر من خلال تطبيق مفاهيم ومبادئ العلوم، والتكنولوجيا، والرياضيات، في مهارات تصميم هندسي.

- يبتكر في تحديد الاحتياجات الموجودة في الموقف ثم يستخدمها في إعداد تصميم هندسي ثم يختبر التصميم ويعدله لينتج منتج يقابل الاحتياجات التي حددها.

- يعتمد على نفسه ويبادر إلى العمل في أطر جديدة تعتمد على العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي.

- يستخدم التفكير المنطقي العقلاني خلال مهارات التصميم التكنولوجي في العلم والتكنولوجيا والرياضيات.

- متنور تكنولوجيا لديه فهم لطبيعة التكنولوجيا والمهارات التكنولوجية ويطبق التكنولوجيا المناسبة للموقف الذي يواجهه.

- توفر برامج الاستم الجيدة فرص للمرور بخبرات مهارات والبحث عن حلول علمية لمشاكل العالم الحقيقية، ويتحقق هذا الهدف بتقديم أنشطة إضافية للطلاب المهتمين كما في البرامج الصيفية أو المنافسات الطلابية، مثل: المعارض، والمسابقات، وغيرها (Toulmin&Gtoome, 2007).

أسس تعليم STEM:

يشير الأدب التربوي إلى أن برامج STEM يجب أن تؤكد على الأسس الآتية

١- التواصل Communication :

يسعي تعليم الـ STEM إلى تحقيق التواصل من خلال:-

- تنمية قدرة التلاميذ علي توصيل أفكارهم للآخرين بطرق متنوعة.
- تدريب التلاميذ على التعلم والعمل بشكل تعاوني لأنه أفضل إعداد للمهن المستقبلية.

- تحقيق الترابط بين المدرسة والمجتمع وسوق العمل Tsupros, K., & (Hallinen, J., 2009).

٢- التكامل بين فروع العلم Integration:

يسعي تعليم الـ STEM إلى تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في إطار متكامل عن طريق تزويد التلاميذ بالأنشطة التي تُظهر وتوضح التكامل بين تلك التخصصات؛ مما يساعد علي خلق مسارات وفرص لتزويد التلاميذ بخبرات تعليمية ومهنية ذات جودة عالية في هذه التخصصات، وهذا بدوره يؤهلهم إلي وظائف أفضل في المستقبل (National Academy of Education [NAd], 2009).

٣- توظيف الاستقصاء العلمي لإنتاج تصميم تكنولوجيي:

يسعي تعليم الـ STEM إلى نقل مركز الاهتمام من المادة الدراسية إلي المتعلم وحاجاته واستعداداته واهتماماته؛ حتي لا يكون المحتوي مجرد مجموعة من الحقائق والمفاهيم والتعميمات والمبادئ... التي ينبغي علي المعلم تدريسها وعلي المتعلم تحصيلها، وذلك من خلال توفير مجموعة من الأنشطة والممارسات المهارات القائمة على الاستقصاء يتم من خلالها اكتساب معارف وخبرات إضافة للمهارات العلمية العقلية والمهارات وتوظيفها في إنتاج منتجات تكنولوجية تلبي احتياجات ورغبات الأشخاص مما يسهم في تكوين الاتجاهات العلمية وتنمية أوجه التقدير وإشباع الميول والحاجات.21 (Garmire et al, 2006,21).

٤- توظيف الهندسة في حل المشكلات:

يسعي تعليم الـ STEM إلي التركيز على العلميات العقلية وكيفية تصميم الحلول بدلًا من الحلول نفسها؛ بغرض الاكتشاف والتفسير وحل المشكلات. وهذا بدوره يجعل أنشطة الـ STEM تُتيح للتلاميذ الفرصة لاكتشاف العلوم والرياضيات من خلال سياقات حقيقية تساعدهم على تطوير مهارات التفكير النقدي التي يمكن تطبيقها في مختلف المجالات سواء كانت مجالات حياتية أو مجالات أكاديمية، ويري (Asunda,2012, 48) ضرورة تدريب المتعلم علي حل المشكلات بطريقة منهجية وعلمية من خلال ممارسة أنشطة واقعية تتضمن بعض المشكلات، وتتطلب

منه التحقق والاستقصاء، وهذه الأنشطة تزود التلاميذ بالمعلومات والمهارات والمعارف العلمية من خلال سياق قائم علي بعض المشكلات، مما يسمح لهم بتوظف المعرفة المهارات في انتاج تصميم تكنولوجي للمشكلات المحددة سابقًا في السياق المراد دراسته، وهذا يسهم في الاحتفاظ بها وتطبيقها في مواقف ومشكلات جديدة في المستقبل.

٥- توظيف التحدى والمنافسة الجماعية

يسعى تعليم الاستم إلي التركيز على إثارة التحدي من أجل الإبداع والابتكار لـذا فهو يمثل مشروع التعليم للقرن الحادي العشرين، ويقوم على أساس فكرة علمية أو نظرية أو مبادئ ومعارف أساسية وينطلق منها لحل التحدي بدون حدود أو قيود في التفكير لتحقيق الهدف المنشود التركيز مع العمل في مجموعات صغيرة (Sher,et al,201 ;Verma,et al,2011 ; Carter,2013) مع تشجيع المنافسة بين التلاميذ وبين المجموعات

التصميم التكنولوجي Technological Degsin:

يشير مصطلح التصميم التكنولوجي إلى المهارات التي يستخدمها الفرد لحل مشكلة حل مبتكر بناءً على اتخاذ قرار صحيح (Meles & Thmpson, 2012).

وفي الوقت الراهن أضحى تعليم مهارات التصميم التكنولوجي أمراً ضرورياً يجب تحقيقه من خلال مراحل التعليم قبل الجامعي حيث يفيد المتعلمين في:

- المساعدة على تعلم مناهج STEM بشكل أفضل.
- تنمية الميول المهنية نحو المهن المتعلقة بمجالات STEM في المستقبل.
- تنمية قدرة المتعلمين على التفكير الابتكاري.
- يكسب المتعلمين مهارات العمل الجماعي التشاركي.
- ينمي القدرة لدى المتعلمين على تحمل المسئولية.
- يثري مناهج العلوم ويعزز وجهات نظر المعلمين نحو مجالات STEM.
- يساعد مصممو المناهج على إعداد مناهج دراسية تقوم على التكامل بشكل مثالي (Charnle & Evans, 2011; Chin, 2013; Tasi& Chai, 2012)

ويتميز التصميم التكنولوجي بأنه عملية تشاركية تعاونية، وتجريبية تقوم على توقعات مرتفعة من جانب المتعلمين والحصول على تغذية راجعة، والتفكير بشكل متكامل لتقديم منتج مبتكر (Blizzar, et. al., 2015).

ويتطلب التصميم التكنولوجي توفر التزام عالي ودافع شخصي قوي لدى المتعلمين، والشجاعة في المخاطرة، وتحمل الفشل، والعمل الجاد. وخلال عملية التصميم يجب أن يبدأ الشخص بتحديد المشكلة، ورسم نموذج لكل الأفكار المحتملة (GoldSchmidt, et. al., 2013).

وتمر عملية التصميم التكنولوجي بعدة مراحل حددها(Brown, 2008) فى ثلاث مراحل هي: الوصول لفكرة لامعة مهمة Inspiration، وتقديم تصور للفكرة Ideation، وتطبيق التصور في الواقع Implementation.

أما (Carrol, et. al., 2010) فقدم ست مراحل لعملية التصميم هي: فهم المشكلة، وملاحظة الواقع، وتحديد وجهة نظر، وإنتاج الأفكار، وإنتاج النموذج الأولي للمنتج، واختبار النموذج وتعديله ليصبح في صورته النهائية، مع التأكيد على أهمية التغذية الراجعة في جميع المراحل.

في حين قدم معهد التصميم التكنولوجي design Schooling بجامعة ستانفورد نموذج لمهارات التصميم مكون من خمس مراحل (Plattner, 2010) هي:

١- التعاطف مع المشكلة: ويعمل المتعلم في هذه الخطوة إلى فهم تام لخبرات الأشخاص الذين سيتم التصميم من أجلهم من خلال الملاحظة والتفاعل والتخيل.
٢- تحديد المشكلة : ويعمل المتعلم على تحديد احتياجات المستفيدين من التصميم في ضوء تعاطفه معهم في الخطوة السابقة.
٣- إنتاج الأفكار: يقوم المتعلم بإنتاج أكبر عدد من الأفكار للتصميم التكنولوجي ليكون لديه بدائل متعددة يختار منها للوصول لأفضل تصميم.
٤- إعداد النموذج الأولي: يحول المتعلم أفكاره إلى تصميم مادي ملموس حيث يرسم التصميم وينفذه ويعرضه للآخرين.
٥- اختبار التصميم: يجرب المتعلم المنتج ويجمع معلومات عنه من وجهة نظر المستفيدين من التصميم ويعدله في ضوء آرائهم.

وقد اهتم القليل من الدراسات بتنمية مهارات التصميم التكنولوجي مثل دراسة (Andeison, 2012) التي قدمت إطار عام لمشروع لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي لدى تلاميذ الصفوف الأخيرة من المرحلة الابتدائية والمرحلة الإعدادية من خلال سياق مستمر لتعزيز مهاراتهم الإبداعية والابتكارية، ودراسة (Lloyd, 2013) التي استخدمت التعليم من بُعد في تدريس مهارات التصميم التكنولوجي، وعلى المستوى المحلي دراسة (حسن، ٢٠١٦) لتنمية التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية من خلال برنامج أنشطة قائم على الأنشطة اليدوية ، لذا فإن تنمية مهارات التصميم التكنولوجي بحاجة إلى الاهتمام بها في التعلم العام وهذا أحد أهداف البحث.

الميول العلمية Scientific Interests :

بمراجعة الأدب التربوي في مجال الميول مثل: (ابراهيم، ١٩٩٧؛ النجدي وآخرون، ١٩٩٩، ٧٨ ؛ اللقاني ، ٢٠٠٣، ٣٢٠؛ الميهي ونجلة، ٢٠٠٥ ؛ مازن، ٢٠٠٩: ١٦٥) تم تعريف الميول العلمية بأنها: "اهتمامات وجدانية توجه سلوك المتعلم نحو القيام بالأنشطة العلمية بدافع من الحب والرغبة مع الشعور بالارتياح والسعادة.

وللميول العلمية أهمية كبيرة في حياة المتعلمين لذا فإن اكتشاف هذه الميول وتنميتها أحد أهداف تدريس العلوم لما لها من أهمية في حياة المتعلم تتمثل في:

- تشعر المتعلم بالارتياح والسرور أثناء الدراسة.
- توجه المتعلمين نحو اختيار التخصص والمهنة المناسبين ما يوفر فرص أكبر للنجاح في الحياة المهارات.
- تمنح المتعلم الثقة في نفسه والتوافق مع مجتمعه.
- الميول هي الأساس لتكوين العادات والاتجاهات والقيم.
- تساعد الميول في بناء شخصية المتعلم العلمية مما يدفعه للمشاركة بفعالية في المهارات التعليمية.

لذا قامت العديد من الدراسات بتنمية الميول العلمية باستخدام طرق متنوعة (حسن، ١٩٨٨؛ عبد الوهاب، ٢٠٠٥؛ Palmer, 2007 ؛ بوناجي، ٢٠١٢؛ أحمد، ٢٠١٦) هي: المنظمات المتقدمة، واستراتيجيات التعلم النشط ، مهارات البحث والاستقصاء، نموذج التعلم البنائي، والتجارب الافتراضية والمحاكاة.

والميول العلمية تبدأ نحو الدراسة حتى سن الثانية عشر ثم عندما تقوى تتحول إلى ميول مهنية تدفع المتعلم إلى اختيار نوع دراسة ومهنة في المستقبل لها علاقة بالعلوم وهذا ما يوضح أهمية تنميتها لدى المتعلمين وهو أحد أهداف البحث.

ثالثاً:الإطار الإجرائي للبحث:

أولاً: بناء برنامج STEM في العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية وتم ذلك من خلال:

أ) تحديد أسس بناء برنامج STEM في العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية في العلوم، وتم ذلك كما يلي:

- استقراء الأدب التربوي والدراسات التي تناولت بناء برامج STEM مثل: (Sanders, & الدوسري ، ٢٠١٥ ; Wells, 2010 ; Asunda, 2012 ; Gonzalez & Kuenzi, ; 2012 ; Carter, 2013 ; Michella, et. al. 2013 ; Honardast, 2014 ; Torres, et. al. 2014) .
- استخلاص عدد من الأسس التي يجب مراعاتها عند بناء البرنامج، وهي:

١- **التعلم القائم على العمل** Learning Through doing:

حيث يقدم البرنامج عدداً من التحديات عبارة عن أنشطة مهارات يتم تنفيذها من خلال العمل مع التركيز على استخدام الاستقصاء العلمي والمناقشات بين التلاميذ وبعضهم البعض.

٢- **التكامل** Integration:

يركز البرنامج على التكامل بين مجالات العلم والتكنولوجيا والهندسة ويتم ذلك من خلال تقديم خبرات تمهيدية في العلم والتكنولوجيا ثم يتم تنفيذ عدد من التحديات التي تدور حول مشكلة أو مشروع وتهدف إلى إنتاج منتج نهائي من خلال تناول خبرات متكاملة.

٣- **التواصل** Communication:

يتم التأكيد في البرنامج على التواصل مع البيئة المحلية وبذلك بأن تكون جميع التحديات في محتوى البرنامج تدور حول مشكلة من البيئة أو مشروع من أجل خدمة البيئة.

٤- **التصميم التكنولوجي** Technological Design:

يتم التركيز أثناء تنفيذ تحديات البرنامج على التفكير في المشكلة أو المشروع من خلال خطوات التصميم التكنولوجي من تحديد المشكلة، وجمع المعلومات حولها، والتفكير في تصميم تكنولوجي لحل المشكلة أو تنفيذ المشروع، ثم اختيار التصميم الأكثر ملائمة ثم تنفيذه وإنتاج منتج أولي ثم اختبار المنتج، وجمع تغذية راجعة لتحسين المنتج في صورته النهائية.

ب) **بناء البرنامج: تم بناء البرنامج وفقاً للخطوات الآتية:**

١- **فلسفة البرنامج** : في ضوء دراسة برامج الـ STEM تم تحديد فلسفة البرنامج في: إتاحة الفرص أمام التلاميذ لاكتشاف مجالات العلم والتكنولوجيا والهندسة من خلال المرور بتحديات الـ Capstones تقوم على التفكير والعمل اليدوي لإنتاج تصميم تكنولوجي لشيء مفيد يقوم المتعلم خلالها بدور العالم والمهندس الصغير مما قد يؤدي إلى تنمية وعي التلاميذ بأهمية المهن ذات العلاقة بمجالات الـ STEM".

٢- **أهداف البرنامج:**

الهدف الرئيس للبرنامج هو "تنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول نحو الدراسة العلمية والمهن المرتبطة بها لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية" وفى ضوء هذا الهدف تم تحديد الأهداف العامة للبرنامج في:

- تحقيق التكامل بين النواحي النظرية والمهارات
- اكساب التلاميذ المفاهيم والمهارات بشكل إجرائي.
- إكساب التلاميذ مهارات مهارات التصميم التكنولوجي.
- تدريب التلاميذ على مهارات التصميم التكنولوجي في حل مشكلات شخصية وبيئية.
- تنمية معرفة التلاميذ بمهارات التصميم والتي تعتبر أساس الهندسة.
- تنمية ميل التلاميذ نحو المهن العلمية.
- تنمية المهارات العقلية لدى التلاميذ وتدريبهم على استخدامها فى حل(التحديات) المشكلات أوتنفيذ المشروعات القائمة .
- تنمية المهارات العملية(تصميم - تجريب) وتدريبهم على استخدامها فى تنفيذ التحديات (الأنشطة) واستخدام الأدوات والتعامل معها .
- تنمية روح الإصرار والتحدي لدى التلاميذ والتعلم من الأخطاء.
- تنمية احترام التلاميذ للعمل الفني والمهني وتقدير العاملين به.
- تنمية إدراك التلاميذ لدور الفنيين والمهندسين في حياتهم.

- تنمية مستوى الإبداع لدى التلاميذ.
- إكساب التلاميذ مهارات ذات صبغة إنتاجية.
- تنمية الميل نحو الدراسة والمهن المرتبطة بها.

٣ - **محتوى البرنامج:** تم تحديد محتوى البرنامج في:

- خبرات تمهيدية: في العلوم والتكنولوجيا والهندسة يتم دراستها كمتطلب سابق لتنفيذ تحديات البرنامج وقسمت إلى خمسة دروس، هي: أدوات التوصيلات الكهربائية – الدائرة الكهربائية والمصباح الكهربائي – أنواع التوصيلات الكهربائية – المواد الموصلة والمواد العازلة ـــ المحرك الكهربي .
- **خبرات أساسية**: وهي مجموعة من الأنشطة العملية (التحديات) تدور حول مشكلة أو مشروع بهدف إنتاج منتج يفيد في حل المشكلة أو تنفيذ المشروع مع التركيز على خطوات التصميم التكنولوجي أثناء تنفيذها وعددها خمسة تحديات، هي: حامل أدوات معمل – جهاز إنذار – كرسي متحرك بمروحة – مضرب تنس طاولة – إطار للمعلم المثالي. ويوضح جدول (١) محتوى البرنامج والخطة الزمنية لتنفيذه.

جدول (١) محتوى البرنامج والخطة الزمنية لتنفيذه

دروس البرنامج	عدد الحصص	أنشطة البرنامج	عدد الحصص
أدوات التوصيلات الكهربائية	٣	حامل أدوات معمل مبتكر	٣
الدائرة الكهربية والمصباح الكهربي	٣	مضرب تنس طاولة مبتكر	٣
المواد الموصلة والمواد العازلة	٣	اطار صورة للمعلم المثالي	٣
التوصيل الكهربي (توالي وتوازي)	٣	جهاز إنذار مبتكر	٣
المحرك الكهربي (عمله وتوصيله)	٣	مروحة ملحقه بكرسي متحرك	٣
المجموع	١٥		١٥

٤- **طرق تنفيذ البرنامج**: تم تحديد ثلاث طرق لتنفيذ دروس وتحديات البرنامج هي: طريقة المناقشة وطريقة العصف الذهني وطريقة التعلم التعاوني وأثناء تنفيذ تحديات البرنامج ثم مراعاة ما يلى:

- استثمار خبرات التلاميذ التي تم اكتسابها خلال الجزء الأول من البرنامج (الخبرات التمهيدية) في تنفيذ أنشطة البرنامج.
- تكامل المعرفة والمهارات اللازمة لحل الأنشطة أو التحديات بحيث تشمل جميع الدروس التي تمثل الخبرات التمهيدية.
- تنمية المهارات العلمية بنوعيها العقلية والمهارات.
- تحدي تفكير التلاميذ وحثهم على الإبداع والابتكار.
- تشجيع العمل التعاوني بين التلاميذ وتحقيق التفاعل الإيجابي بينهم لحل وتصميم النشاط أو التحدي.

٥- أساليب تقويم البرنامج:

تم التنوع في استخدام أساليب التقويم لتشمل تقويم الجوانب المهارية والوجدانية وتشمل مايلي:

- تقويم فردي وجماعي أثناء تنفيذ التصميمات باستخدام الملاحظة المباشرة.
- تقويم ذاتي يتم خلاله تأكد كل مجموعة من نجاح بناء التصميم وذلك في ضوء نقاط(معايير) يحددها المعلم مسبقا.
- تقويم نهائي بعد كل تصميم طبقا لمميزات كل تصميم.
- تقويم نهائي بعد إتمام البرنامج لتحديد فاعلية البرنامج فى تنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية.

وعقب الانتهاء من الإطار العام للبرنامج تم إعداد دليل المعلم وكتاب التلميذ وأوراق النشاط كما يلي:

١- إعداد دليل المعلم: واشتمل الدليل على العناصر الآتية:

- هدف الدليل: يهدف هذا الدليل إلى مساعدة المعلم على تدريس دروس المختارة وكذلك وتنفيذ الأنشطة (تحديات) البرنامج لإكساب التلاميذ المهارات اللازمة لحل المشكلات بطريقة إبداعية في شكل تصميم تكنولوجي.
- مقدمة الدليل: تتضمن تعريف المعلم بمدخل STEM وفلسفته ومتطلبات التدريس وفقا له ودور المعلم في تنفيذ أنشطة البرنامج.
- عناصر الدليل: وتشمل: محتوى البرنامج والخطة الزمانية وعناصر الدروس وإجراءات الأنشطة وأساليب التقويم المستخدمة.

٢ - إعداد كتاب التلميذ واشتمل الكتاب على العناصر الآتية:

- غلاف الكتاب: ويشتمل على عنوان الكتاب والصف الدراسي.
- مقدمة الكتاب: توضح دروس الكتاب التي سيدرسها التلميذ وفائدتها له وكيف ستساعده في تنفيذ التصميم التكنولوجي للتحديات الموجودة في الكتاب كما توضح خطوات تنفيذ التحديات الموجودة بالكتاب.
- فهرس الكتاب: ويشمل عناوين الدروس والأنشطة وعدد الحصص المخصصة لكل درس وكل ونشاط.
- عناصر الدروس: اشتمل كل درس على : نواتج التعلم، القضايا المتضمنة، المحتوى، التقويم.
- إجراءات تنفيذ الأنشطة: وتشمل: مقدمة عن التصميم التكنولوجي ، وخصائصه ، وخطواته.
- مراجع الكتاب: وتشتمل قائمة بالكتب،ومواقع الإنترنت التي يمكن للتلميذ والمعلم الرجوع إليها لمعرفة المزيد.

٣- إعداد أوراق النشاط واشتملت على العناصر الآتية: اسم النشاط ورقمه، الأدوات المستخدمة لتنفيذ النشاط، خطوات التصميم التكنولوجي وهى:

- التعريف بالمشكلة: وفيها يتم تقديم النشاط أو التحدي بشكل جذاب
- العصف الذهني:وفيها يقوم الطالب بتسجيل الأفكار أو الحلول البديلة لحل النشاط
- التصميم:وفيها يقوم الطالب بتحديد أفضل فكرة ويقوم كذلك برسم التصميم في المكان المحدد له
- البناء: فيه يقوم الطالب ببناء ماقام برسمه وتصميمه
- الاختبار : فيها يقوم الطالب باختبار ما قام ببنائه
- تبادل الحلول: فيها يقدم الطالب التصميم للمعلم وذلك للمفاضلة بينه وبين غيره من التصميمات لتحديد أفضل تصميم .

وعقب الانتهاء من إعداد دليل المعلم وكتاب التلميذ وكراسة النشاط تم عرضهم على مجموعة من المستشارين العلميين(*) لتحديد دقة الصياغة ومناسبتهم لتلاميذ الصف السادس الإبتدائى وصحة المادة العلمية وصلاحيتهم لتحقيق الهدف من إعدادهم. وأشار المحكمين ببعض الملاحظات التي تم تعديل الدليل والكتاب والكراسة في ضوئها وبذلك أصبحوا في صورتهم النهائية*.

* ملحق (١) قائمة باسماء السادة المستشارين العلميين .

* ملحق (٢) دليل المعلم فى صورته النهائية.

* ملحق (٣) كتاب التلميذ فى صورته النهائية .

* ملحق (٤) أوراق النشاط فى صورتها النهائية .

ثانياً: تحديد فاعلية برنامج STEM في تنمية التصميم التكنولوجي والميول العلمية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية: وتم ذلك كما يلي:

أ - إعداد مقياس مهارات التصميم التكنولوجي: وتم ذلك كما يلى:

١- مراجعة عدد من الدراسات التى تناولت التصميم التكنولوجى مثل (Leifer & Plattner,2011 ; Kress & Schar,2012 ; Goldman, et. al.2014), وفي ضوء ذلك تم تحديد مهمة أدائية يكلف بها التلاميذ لإنتاج تصميم تكنولوجي ويتم ملاحظة أداء التلاميذ في ضوء خطوات مهارات التصميم.

٢- هدف المقياس: قياس مهارات التلاميذ التصميم التكنولوجي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

٣- تحديد المهمة : إنتاج لعبة أطفال

٤- تحديد أبعاد المقياس: تم تحديد أبعاد في خمس مهارات هي: الشعور بالمشكلة، تحديد المشكلة، وإنتاج الأفكار، إعداد التصميم الأولي، وإعداد التصميم النهائي.

٥- صياغة بنود المقياس : تم صياغة البنود في صورة أداءات إجرائية واضحة وبسيطة عددها (١٥) بنداً بواقع (٢) بند للمهارة الأولى، (٢) بند للمهارة الثانية، (٤) بنود للمهارة الثالثة، (٤) بنود للمهارة الرابعة، (٣) بنود للمهارة الأخيرة. وتم تحديد درجة واحدة لكل بند ليكون الدرجة العظمى للمقياس (١٥) درجة.

٦- صدق المقياس: تم عرض المقياس على مجموعة من المستشارين العلميين لإبداء الرأي حول استيفاءه للشروط الفنية ومناسبته لتلاميذ المرحلة الابتدائية وأشار المستشارين العلميين بتعديل في صياغة ثلاثة من بنود

٧- ثبات المقياس: تم تطبيق المقياس على مجموعة من طلاب الصف السادس الابتدائي بمدرسة مودرن سكول الحلمية عددها (٤٤) تلميذ ، وتم حساب معامل الثبات باستخدام معادلة جتمان العامة وبلغ (٠.٧٩) وهي نسبة مقبولة.

٨- زمن الإجابة: عند تطبيق المقياس تم حساب الزمن المتوسط لأداء التلاميذ على المقياس وبلغ (٩٠) دقيقة منها (٥) دقائق لقراءة التعليمات.

٩-الصورة النهائية للمقياس: في ضوء ما سبق أصبح المقياس في صورته النهائية[*] مكون من (٥) مهارات تتضمن (١٥) أداء والدرجة الكلية له (١٥) درجة.

ب- **إعداد مقياس الميول العلمية:** وتم ذلك كما يلي:

١- هدف المقياس: هو قياس مستوى الميول العلمية نحو دراسة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

٢- أبعاد المقياس: تم تحديد أربعة أبعاد للمقياس هي: إجراء التجارب العلمية، وتأدية الأنشطة العلمية، وقراءة الكتب ومشاهدة البرامج العلمية، واختيار مهنة لها علاقة بالعلوم.

[*] ملحق (٥) مقياس مهارات التصميم التكنولوجي فى صورته النهائية .

٣- صياغة البنود: تم صياغة عدد (٣٢) بنداً موزعة على أبعاد المقياس بالتساوي مع مراعاة الشروط الفنية في صياغتها مثل: تجنب استخدام محتوى علمي، وضوح المعنى من العبارة، تساويها في الطول، تعبر كل عبارة عن فكرة واحدة، وأمام كل عبارة تدريج مكون من ثلاثة مستويات (أوافق دائماً – أوافق أحياناً – لا أوافق)، وتم صياغة تعليمات المقياس وتوضيح طريقة الإجابة بمثال، كما تم تصميم ورقة للإجابة ومفتاح تصحيح.

٤- صدق المقياس: تم عرض المقياس على مجموعة من المستشارين العلميين لإبداء الرأي حول استيفاءه للشروط الفنية ومناسبته لتلاميذ المرحلة الابتدائية وأشار المستشارين العلميين بحذف عبارتين وتعديل في صياغة ثلاثة أخرى.

٥- ثبات المقياس: تم تطبيق المقياس على مجموعة من طلاب الصف السادس الابتدائي بمدرسة مودرن سكول الحلمية عددها (٤٤) تلميذ ، وتم حساب معامل الثبات باستخدام معادلة جتمان العامة وبلغ (٠.٨١) وهي نسبة مقبولة.

٦- زمن الإجابة: عند تطبيق المقياس تم حساب الزمن المتوسط لأداء التلاميذ على المقياس وبلغ (٤٠) دقيقة منها (٥) دقائق لقراءة التعليمات.

٧- الصورة النهائية للمقياس: في ضوء ما سبق أصبح المقياس في صورته النهائية يتكون من (٣٠) عبارة موزعة على عبارات المقياس الأربعة والدرجة الكلية للمقياس (٩٠) درجة ويوضح جدول (٢) المقياس في صورته النهائية*.

جدول (٢) مقياس الميول في صورته النهائية

البعد	أرقام العبارات		العدد
	موجبة	سالبة	
إجراء التجارب العلمية	١، ٩، ١٧، ٢٥	٥، ١٣، ٢١	٧
تأدية الأنشطة العلمية	٢، ١٠، ١٨، ٢٦	٦، ١٤، ٢٢، ٢٨	٨
قراءة الكتب ومشاهدة البرامج التعليمية	٣، ١١، ١٩	٧، ١٥، ٢٣، ٢٩	٧
اختبار مهنة ذات صلة بالعلوم	٤، ١٢، ٢٠، ٢٧	٨، ١٦، ٢٤، ٣٠	٨
مجـ	١٥		٣٠

جـ- تنفيذ البرنامج:

١- التصميم التجريبي: اعتمد البحث الحالي على التصميم التجريبي ذو المجموعة الواحدة نظراً لأن البرنامج المقترح جديد تماماً على التلاميذ، ولاستبعاد أثر المتغيرات الوسيطة التي قد تؤثر على النتائج قام الباحث بحساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات التلاميذ في التطبيق الاستطلاعي، والتطبيق القبلي لكل من مقياس التصميم التكنولوجي ، ومقياس الميول العلمية وجاءت النتائج كما يلي:

* ملحق (٦) مقياس الميول العلمية فى صورته النهائية .

جدول (٣) دلالة الفروق بين التطبيق الاستطلاعي والتطبيق القبلى لأدوات البحث

الأداة	الدرجة	التطبيق الإستطلاعي			التطبيق القبلي			ت	مستوى الدلالة ٠.١
		م	م%	ع	م	م%	ع		
التصميم التكنولوجي	١٥	٣.١٥	٢١	٢.٩٥	٣.٢٥	٢١.٦٠	٣.٢٤	٠.٤٦	غير دالة
الميول العلمية	٩٠	٥٨.٥٥	٦٥.٠٥	١٢.٣٦	٥٥.٢٦	٦١.٤٠	١٢.٦٥	٠.٦٨	غير دالة

يتضح من الجدول تكافؤ درجات التلاميذ في التطبيق القبلي والاستطلاعي في المتغيرات التابعة مما يشير إلى عدم وجود تأثير للعوامل الوسيطة مثل الجنس، العمر، المستوى الاجتماعي والاقتصادي، خبرات التلاميذ السابقة في موضوع البرنامج، ويمكن بذلك إرجاع أي تحسن يطرأ على مستوى مجموعة البحث في التطبيق البعدي إلى أثر برنامج STEM المقترح.

٢- اختيار مجموعة البحث: تم اختيار مجموعة من تلاميذ مدرسة براعم مودرن سكول الخاصة بلغ عددها (٣٠) تلميذ.

٣- التطبيق القبلي لأدوات البرنامج وتم في ٢٠١٦/٣/٢م.

٤- تدريس البرنامج: قام مشرف مادة العلوم بالمدرسة بتنفيذ البرنامج بعد أن جلس مع الباحث وقام معه بتنفيذ جميع تحديات البرنامج كما وضح له الباحث فلسفة البرنامج وما يجب مراعاته أثناء التنفيذ وبدأ التنفيذ في ٢٠١٦/٣/٦م وانتهى في ٢٠١٦/٤/٣م.

٥- التطبيق البعدي لأدوات البرنامج وتم في ٢٠١٦/٤/٦م

رابعاً: نتائج البحث وتفسيرها

أ - نتائج مقياس مهارات التصميم التكنولوجي:

تم رصد درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي وفي التطبيق البعدي لمقياس مهارات التصميم التكنولوجي، وتم حساب دلالة الفروق بينهما باستخدام اختبار ت لمتوسطين مرتبطين (فؤاد البهي السيد، ١٩٩٠، ٣٤٢) ويوضح الجدول التالي دلالة الفروق.

جدول (٤) نتائج التطبيق القبلي والبعدي لمقياس التصميم التكنولوجي

مهارات التصميم	الدرجة	التطبيق القبلي			التطبيق البعدي			ت	مستوى الدلالة ٠.١
		م	م%	ع	م	م%	ع		
الشعور بالمشكلة	٢	٠.٥	٢٥	٠.٧١	١.٥٠	٧٥	٠.٤٧	٦.١٥	دال
تحديد المشكلة	٢	٠.٥	٢٥	٠.٦٧	١.٧٥	٨٧.٥	٠.٧٤	٨.٨٦	دال
إنتاج الأفكار	٤	١	٢٥	٠.٨٠	٣.٥٠	٨٧.٥	٠.٧٨	٩.٦٢	دال
التصميم الأولي	٤	٠.٧٥	١٨.٧٥	٠.٦٢	٣.٨٠	٩٥	٠.٥٠	٩.١٦	دال
التصميم النهائي	٣	٠.٥	١٦.٦	٠.٥٩	٢.٧٥	٩١	٠.٣٤	٨.٦٥	دال
البطاقة الكلية	١٥	٣.٢٥	٢١.٦٠	٣.٢٤	١٣.٣٠	٨٨.٦٦	٢.٦٥	١١.٨٢	دال

يتضح من الجدول السابق وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي مما يشير إلى التأثير الإيجابي للبرنامج على نمو كل مهارة من مهارات التصميم التكنولوجي ونمو المهارات ككل، كما يتضح من الجدول أن متوسط نمو مهارات التصميم التكنولوجي ككل بلغ (٦٧.٠٦%) وجاء متوسط نمو المهارات الفرعية كالتالي: مهارة إعداد التصميم الآولى (٧٤.٤٠%)، ثم مهارة إعداد التصميم النهائي (٣٧%)، ثم مهارة تحديد المشكلة ، ومهارة إنتاج الأفكار (٦٢.٥٠%)، وأخيراً مهارة الشعور بالمشكلة (٥٠%). وتشير هذه النتيجة إلى صحة الفرض الأول من فروض البحث ونصه " يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس مهارات التصميم التكنولوجي لصالح التطبيق البعدي". ولحساب حجم تأثير البرنامج على نمو مهارات التصميم التكنولوجي ثم حساب قيم (η2) (صلاح مراد، ٢٠٠٠، ٦٩) وقيمة (d) المقابلة لها (Sheskin, 2003) ويوضح النتائج الجدول التالي:

جدول (٥) حجم تأثير البرنامج على نمو مهارات التصميم التكنولوجي

مهارات التصميم	درجات الحرية	ت	η2	D	حجم التأثير
الشعور بالمشكلة	٢٩	٦.١٥	٠.٥٦	١.١٢	**كبير**
تحديد المشكلة	٢٩	٨.٨٦	٠.٧١	١.٦٦	**كبير**
إنتاج الأفكار	٢٩	٩.٦٢	٠.٢٤	٠.٥٥	**متوسط**
التصميم الأولي	٢٩	٩.١٦	٠.٢٨	٠.٦٢	**متوسط**
التصميم النهائي	٢٩	٨.٦٥	٠.٧٤	١.٧٢	**كبير**
المهارات ككل	٢٩	١١.٨٢	٧٦	١.٨١	**كبير**

يتضح من الجدول السابق أن حجم تأثير البرنامج على نمو مستوى مهارات التصميم التكنولوجي جاء كبيراً بصورة عامة مما يشير إلى فاعلية البرنامج في تنمية التصميم التكنولوجي لدى مجموعة البحث، في حين تباين حجم تأثير البرنامج على المهارات الفرعية لمهارات التصميم كما يلي: جاء حجم تأثير البرنامج كبيراً على تنمية مهارات: الشعور بالمشكلة، وتحديد المشكلة، وتعديل التصميم في ضوء تجريبه، وجاء حجم التأثير متوسطاً في تنمية مهارات: إنتاج الأفكار، وإعداد التصميم الأولي وتبدو هذه النتيجة منطقية إلى حداً كبير إذ أن التلاميذ تعرضوا من قبل لمهارة الشعور بوجود مشكلة وتحديد المشكلة وتعديل فكرة في ضوء تغذية راجعة بشكل أو بآخر في حين لم يتعرضوا من قبل لمهارة إنتاج الأفكار وإنتاج تصميم إلا من خلال هذا البرنامج ، وقد تعود هذه النتيجة للأسباب الأتية:

- أنشطة البرنامج القائمة على العمل توفر فرصاً متتالية لتدريب التلاميذ على مهارات مهارات التصميم التكنولوجي.

- أنشطة البرنامج القائمة على العمل توفر فرصاً متتالية لتنمية مهارات العمل التشاركي من خلال العمل كفريق واحد.
- أنشطة البرنامج القائمة على العمل توفر فرصاً متتالية لتدريب التلاميذ على تقديم حلول مبتكرة للتحديات المتشابكة في العالم الواقعي.
- ساعدت أنشطة البرنامج القائمة على العمل في تقديم فرصاً للتعامل مع مشكلات واقعية بطريقة مبتكرة مع فهم خطوات مهارات التصميم التكنولوجي.
- تدرب التلاميذ خلال تنفيذ تحديات البرنامج على جميع مهارات مهارات التصميم التكنولوجي من بدايتها إلى نهايتها.
- تصميم أنشطة البرنامج على مشكلة أو مشروع زاد من حماس ودافعية التلاميذ أثناء المرور بخطوات التصميم التكنولوجي لحل المشكلة أو تنفيذ المشروع.

وتتفق هذه النتائج مع عدد من الدراسات التي تناولت التصميم التكنولوجي مثل دراسة (Yilmaz, et. al. 2010; Carter, 2013; Kazachkov & Kires, 2014; Van, et. al., 2014; Hassan, 2016)

ب- نتائج مقياس الميول:

تم رصد درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس الميول المهارات وحساب دلالة الفروق ويوضح الجدول التالي النتائج.

جدول (٦) نتائج التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الميول العلمية

أبعاد المقياس	الدرجة	التطبيق القبلي			التطبيق البعدي			ت	مستوى الدلالة ٠.١
		م	م%	ع	م	م%	ع		
التجارب العلمية	٢١	١٣.١٦	٦٢.٦٦	٤.٦٢	١٩.٤٠	٩٢.٣٨	٤.٦	٥.٢٣	دال
الأنشطة العلمية	٢٤	١٥.٦٠	٦٥.٠٠	٢.٥٠	٢٠.٦٨	٨٦.١٦	٥.٤	٥.٤١	دال
الكتب والبرامج العلمية	٢١	١٢.٢٦	٥٨.٨٣	٥.٧٤	١٥.٨٣	٧٥.٣٨	٤.٥٩	٤.٢٥	دال
اختيار مهنة	٢٤	١٤.١٤	٥٨.٩٣	٥.٧٨	١٩.٧٦	٨٢.٣٣	٤.٦٢	٦.٤٥	دال
المقياس الكلي	٩٠	٥٥.٢٦	٦١.٤٠	١٢.٦٥	٧٥.١٢	٨٣.٤٧	٨.٤٥	٨.٨٧	دال

يتضح من الجدول السابق وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي مما يشير إلى التأثير الإيجابي للبرنامج على نمو كل بعد من أبعاد الميول العلمية ونمو الميول العلمية ككل، كما يتضح من الجدول أن متوسط نمو الميول العلمية ككل بلغ (٢٢.٠٧%) وجاء متوسط نمو الأبعاد الفرعية كالتالي: بعد إجراء التجارب العلمية (٧٤.٤٠%)، ثم بعد إختيار مهنة علمية (٣٧%)، ثم بعد إجراء الأنشطة العلمية ، وأخيراً بعد قراءة الكتب ومشاهدة البرامج العلمية

(٥٠%). كما يتضح أن متوسط درجات مجموعة البحث على مقياس الميول في التطبيق القبلي يقع بين (٣١-٦٠) درجة مما يدل على وجود ميول علمية لديهم لكنها ضعفية وقد تحسن متوسط الدرجات في التطبيق البعدي وقع بين (٦١-٩٠) مهو ما يشير إلى نمو الميول العلمية نتيجة تطبيق البرنامج من فئة الميول الضعيفة إلى فئة الميول القوية وتشير هذه النتيجة إلى صحة الفرض الأول من فروض البحث ونصه " يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس الميول العلمية لصالح التطبيق البعدي". ولحساب حجم تأثير البرنامج على نمو الميول العلمية تم حساب قيم (η2) (صلاح مراد، ٢٠٠٠، ٦٩) وقيمة (d) المقابلة لها (Sheskin, 2003) ويوضح النتائج الجدول التالي:

جدول (٧) حجم تأثير البرنامج على نمو الميول العلمية

أبعاد التصميم	درجات الحرية	ت	η2	D	حجم التأثير
التجارب العلمية	٢٩	٥.٢٣	٠.٤٨	٠.٩٥	**كبير**
الأنشطة العلمية	٢٩	٥.٤١	٠.٥٠	١.٠١	**كبير**
الكتب والبرامج العلمية	٢٩	٤.٢٥	٠.٣٨	٠.٧٨	**متوسط**
اختيار مهنة	٢٩	٦.٤٥	٠.٥٨	١.١٨	**كبير**
المقياس ككل	٢٩	٨.٤٥	٠.٧٩	١.٩٥	**كبير**

يتضح من الجدول السابق أن حجم تأثير البرنامج على نمو الميول العلمية لدى مجموعة البحث جاء كبيراً مما يشير إلى فاعلية البرنامج في تنمية الميول العلمية بصورة عامة، في حين تباين حجم تأثير البرنامج على الأبعاد الفرعية لمقياس الميول كما يلي: جاء حجم تأثير البرنامج كبيراً على تنمية ثلاث أبعاد هي: إجراء التجارب العلمية، والقيام بالأنشطة العلمية، واختيار مهنة لها علاقة بالعلوم في حين جاءهم حجم التأثير متوسطاً على تنمية بعد قراءة الكتب ومشاهدة البرامج العلمية وتبدو النتيجة منطقية إلى حد كبير إذ أن أنشطة البرنامج تضمنت القيام بالبحث عن تصميم وإنتاج أفكار وتنفيذ تصميم وتعديله بينما لم تتضمن قراءة كتب أو مشاهدة مواقع علمية ، وقد تعود هذه النتيجة للأسباب الأتية:

- قدمت تحديات البرنامج مواقف تعلم جديدة وغير تقليدية بالنسبة للتلاميذ قائمة على التفكير والتصميم والتنفيذ وتجريب ما تم تصميمه.
- تميزت أنشطة البرنامج أثناء تنفيذها بجو اجتماعي يقوم على التشارك بين التلاميذ والتعامل مع أدوات ومواد من البيئة لحل المشكلة أو تنفيذ المشروع.

- تميزت تحديات البرنامج بالعمل على حل مشكلة أو تنفيذ مشروع من البيئة الواقعية للتلاميذ، والتعامل مع أدوات ومواد من البيئة لحل المشكلة أو تنفيذ المشروع.
- عرض بعض أفلام الفيديو لمهندسين شباب أثناء قيامهم بإنجاز العديد من المشروعات مستخدمين التصميم التكنولوجي.

وتتفـــق هذه النتائج مع عدد من الدراسات التي تناولت الميول مثل دراسة (Palmer, 2007; Diane & Bill, 2010; Le, et. al., 2010; Huges, 2010; Obarski, et. al., 2012)

توصيات البحث:

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج يقترح التوصيات الآتية:

١- تعميم برنامج STEM بالمرحلة الإبتدائية كنموذج لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي.
٢- تضمين تنمية مهارات التصميم ضمن أهداف مناهج العلوم.
٣- تقديم برامج STEM في العلوم بمناهج المرحلة الابتدائية.
٤- تقديم أنشطة بحثية تشبه تحديات برنامج البحث الحالي بمناهج العلوم.
٥- تدعيم المدارس بالمواد والأدوات اللازمة لتنفيذ تحديات برامج الـ STEM.
٦- تدريب التلاميذ على مهارات التصميم التكنولوجي كلما أمكن من خلال مناهج العلوم.
٧- تدريب معلمي العلوم بالمرحلة الابتدائية على مدخل STEM وكيفية تطبيقه.
٨- التعاون بين كليات التربية والأكاديمية المهنية للمعلم لتقديم برامج STEM.

دراسات مقترحة

في ضوء نتائج البحث الحالي يقترح استكمالاً لبحث موضوع البحث القيام بالبحوث الآتية:

١- برنامج STEM في العلوم لتلاميذ المرحلة الإعدادية التصميم التكنولوجي.
٢- تطوير منهج العلوم بالمرحلة الابتدائية في ضوء الـ STEM.
٧- دراسة تشخيصية لصعوبات تقديم برامج STEM بالتعلم الأساسي.
٨- برنامج تدريبي لمعلم العلوم لتنمية كفاءتهم في تدريس برامج STEM.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

١- إبراهيم ،صبري الدمرداش (١٩٩٧): ***أساسيات تدريس العلوم***، دار المعارف، القاهرة، ط.٢

٢- أبو ناجي ، محمود سيد(٢٠١٢): أثر استخدام نموذج التعلم البنائي في تدريس العلوم على التحصيل و تنمية مهارات اتخاذ القرار و الميول العلمية لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي،رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية ، جامعة أسيوط.

٣- أحمد ، سماح حاتم (٢٠١٦): أثر دمج التجارب الإفتراضية والمحاكاه فى تدريس العلوم على التحصيل وتنمية بعض المهارات والميول العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ،رسالة ماجيستير غير منشورة ، كلية التربية ، جامعة بنى سويف.

٤- الدوسري،هند مبارك (٢٠١٥). واقع تجربة المملكة العربية السعودية في تعليم STEM في ضوء التجارب الدولية . **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات الأول (STEM)** . مركز التمييز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات .المملكة العربية السعودية ٥-٧مايو.

٥- السيد، فؤاد البهي (١٩٩٠): **علم النفس الإحصائي وقياس العقل البشري**، القاهرة، دار الفكر العربي.

٦- اللقاني،أحمد حسين و الجمل،علي أحمد(٢٠٠٣): **معجم المصطلحات التربوية المعرفة في المناهج و طرق التدريس** ، القاهرة ، عالم الكتب ، ط١.

٧- النجدي ،أحمد ، وراشد،علي، وعبد الهادي ،منى(١٩٩٩):**المدخل في تدريس** العلوم ،سلسلة المرجع في التربية وعلم النفس، القاهرة،دار الفكر العربي ،ط١

٨- حسن ، ياسر سيد (٢٠١٦) : فاعلية برنامج STEM صيفى قائم على الأنشطة اليدوية لتنمية التفكير التصميمي والإستيعاب المفاهيمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، مجلة التربية العلمية ، مجلد ١٩ ، عدد.٢

٩- شحاتة ،حسن والنجار، زينب (٢٠٠٣): **معجم المصطلحات التربوية و النفسية** ، القاهرة ،الدار المصرية اللبنانية ،ط.١

١٠- عبد الوهاب ، فاطمة محمد(٢٠٠٥):فاعلية استخدام بعض استراتيجيات التعلم النشط في تحصيل العلوم و تنمية مهارات التعلم مدى الحياة و الميول العلمية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي ، مجلة التربية العلمية ، مجلد ٨ ، عدد.٢

١١- مازن، حسام الدين محمد (٢٠٠٩) :**اتجاهات حديثة في تعليم وتعلم العلوم** : دار الفجر للنشر والتوزيع ط.١

١٢- محمد، بدرية (٢٠١٤، أغسطس). نحو تجربة لتطوير تدريس العلوم بمراحل التعليم قبل الجامعي، ورقة مقدمة للمؤتمر العلمي السادس عشر، **التربية العلمية "موجهات للتميز"**، دار الضيافة جامعة عين شمس بالقاهرة، الجمعية المصرية للتربية العلمية.

١٣- منصور رشدي فام (١٩٩٧) حجم التأثير: الوجه المكمل للدلالة الإحصائية، ***المجلة المصرية للدراسات النفسية***، العدد (١٦)، المجلد (٧).

ثانيًا: المراجع الاجنبية :

14 - Asunda P. A. (2012): Standards for Technological Literacy and STEM Education Delivery through Career and Technical Education Programs**, Journal of Technology Education,** Vol.23 N.2.

15- Blizzard, J., Klotz, L., Potvin, G., Hazari, Z., Cribbs, J., & Godwin, A. (2015): Using survey questions to identify and learn more about those who exhibit design thinking traits. **Design Studies**, 38, 92-110. doi:10.1016/j.destud.2015.02.002

16 - Brown, T. (2008). Design thinking. **Harvard business review**, 86 (6), 84-92.

17- Bybee,R. W.,(2010):Advancing STEM Education

2020- Vision, Technology and Engineering Teacher ,

18- Bybee, R., W. (2013): The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. **National Science Teachers Association**, NSTA Press, Arlington, Virginia.

19- Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010): Destination, imagination and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. **International Journal of Art & Design Education**, 29 (1), 37-53. doi: 10.1111/j.1476-8070.2010.01632.x

20- Carter, V.(2013):Defining Characteristics Of An Integrated STEM Curriculum in K-12 Education, Ph. D, University of Arkansas.

21 - Charnley, F., Lemon, M., & Evans, S. (2011): Exploring the process of whole system design. Design Studies, 32 (2), 156-179. doi: 10.1016/j.destud.2010.08.002

22- Chiu, J. L., Malcolm, P. T., Hecht, D., DeJaegher, C. J., Pan, E. A., Bradley, M., & Burghardt, M. D. (2013): WIS

Engineering: Supporting precollege engineering design and mathematical understanding. **Computers & Education**, 67, 142-155. doi: 10.1016/j.compedu.2013.03.009

23 - Çimer, A. (2012): What makes biology learning difficult and effective: students' views, **Educational Research Review**, 7 (3), 61 -71. doi: 10.5897/ERR11.205

24- Diana ,B. (2010): The effects of podcasts of STEM professionals on middle school science students interests in STEM Careers, Ph.D, The university of North Dakota.

25- Dugger, W. E. (2010): Evolution of STEM in the United States. Paper presented at the 6th Biennial **international conference on technology education research**, Gold Coast, Queensland, Australia.

26- Eisenhart, M., Weis, L., Allen, C. D., Cipollone, K., Stich, A., & Dominguez, R. (2015): High school opportunities for STEM: Comparing inclusive STEM-focused and comprehensive high schools in two US cities. **Journal of Research in Science Teaching**. doi: 10.1002/tea.21213

27- Goldman, S., Kabayadondo, Z., Royalty, A., Carroll, M., & Roth, B. (2014): Student teams in search of design thinking. In Plattner, et. al. (Eds.), design thinking research, understanding innovation , Switzerland: Springer Berlin Heidelberg.

28- Goldschmidt, G., & Rodgers, P. A. (2013): The design thinking approaches of three different groups of designers based on self-reports. **Design Studies**, 34 (4), 454-471. doi: 10.1016/j.destud.2013.01.004

29- Gonzalez, , B. & Kuenzi, J.: (2012): Congressional Research Service Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: available at: http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEMEducation-Primer.pdf

30- Honardost, E.(2014): A case study advancing STEM education in elementary school , forming and utilizing vertical teams to provide teacher professional development, Ps Y.D., Alliant international University.

31- Hom, E. (2014): What is STEM education? Available at:http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html

32- Hyden, K., et al (2011): Increasing student interest and Attitudes in STEM: Professional Development and Activities to Engage and In Spine learners. Contemporary, issues in technology and teaden **Cite Journal**, V. 11, N.1 P47-69.

33- Kangas, K., Seitamaa H., & Hakkarainen, K. (2013):Design Thinking in Elementary Students' Collaborative Lamp Designing Process. **Design and Technology Education: an International Journal**, 18 (1), 30-43.

34- Kazachkov, A. & Kires, M. (2014): Hands-on experiments to develop students' creativity and critical thinking. In Costa MFM, Pombo P & Dorrio BV (Eds), Hands-on Science. Science Education with and for Society (pp. 29-32). Hands-on Science Network.

35- Khadri, H. O. (2014): Planning for establishing STEM education department within faculty of education-Ain Shams University an interdisciplinary model. **European Scientific Journal**, 10 (28).

36- Kress, G., & Schar, M. (2012): Applied teamology: the impact of cognitive style diversity on problem reframing and product redesign within design teams. In Plattner, et. al. (eds.), design thinking research, understanding innovation, Switzerland: Springer Berlin Heidelberg.

37- Lantz Jr, H. (2009): Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: what form? What function? Baltimore: Curr Tech Integrations.

38- Leifer, L., & Plattner, H. (Eds) (2011): Design thinking: understand-improve-apply. Switzerland: Springer Berlin Heidelberg.

39- Michelle H. (2013): Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM, **Science Direct**, V. 20, 547- 552.

40- Moon, J. & Rundell, S. (2012): Bringing STEM into focus. Education Week, 31 (19), pp. 32, 24.

41- Morrison, J. (2006):TIES STEM education monograph series, attributes **of STEM education.** Available at:**http://www.psea.org/uploadedFiles/TeachingandLearning/Career_and_Technical_Education/Attributes%20of%20STEM%20Education%20with%20Cover%202%20.pdf**

42 - National Academy of Engineering and National Research Council. (2009): **Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects**. Washington, DC: National Academies Press.

43- Palmer, d. h.(2009): Student interest generated during an inquiry skills lesson , **journal of Research in Science Teaching** ,Vol.46, No.2

44- Plattner, H. (2010). D.School Bootcamp Bootleg. Palo Alto, CA: Institute of Design at Stanford.

45- Rissmay S., & El Nagdi, M. (2013): A case study-Egypt's first STEM schools: lessons learned. Kuala Lumpur: Proceeding of the Global Summit on Education.

46- Rutherford, B. &Schreuders, P. (2007): interests and attitudes of engineering students, Ph.D, Utah State University.

47- Sanders, M. & Wells, J. (2010): Integrative STEM Education ,Virginia Technology, College ,Available at: http:// www.soe.vt-edu/ istamedgwells@veu.edu.

48- Schwab, K. (Eds.). (2014): The global competitiveness report 2014-2015. Geneva: World Economic Forum.

49- Sheskin, D. J. (2003): Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. Boca Raton, Florida: CRC Press.

50- Toulmin, C. N., & Groome, M. (2007): Building a Science, Technology, Engineering, and Math Agenda. Washington, D.C.: **National Governors Association**.

51- Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2012): The" third"-order barrier for technology-integration instruction: Implications for teacher education. **Australasian Journal of Educational Technology**, 28 (6), 1057-1060.

52- Torres, N.; Kraatz, E.; Pallansch, L. (2014) :From fearing STEM to playing with it: The natural integration of STEM into the preschool classroom, **SRATE Journal**, 23 (2), 2014, 8-16.

53- Tsupros, N., , R., & Hallinen, J. (2009): *STEM education: A project to identify the missing components.*Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach.

54- VanMeter-Adams, A., Frankenfeld, C. L., Bases, J., Espina, V., & Liotta, L. A. (2014): Students who demonstrate strong talent and interest in STEM are initially attracted to STEM through extracurricular experiences. CBE-Life **Sciences Education**, 13 (4), 687-697. doi: 10.1187/cbe.13-11-0213.

55- Yilmaz, M., Ren, J., Custer, S., & Coleman, J. (2010): Hands-on summer camp to attract K-12 students to engineering fields. Education, IEEE Transactions on, 53 (1), 144-151. doi: 10.1109/TE.2009.2026366