وحدة قائمة على مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM) وفاعليتها فى تنمية المفاهيم الحاكمة والبينية ومهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية.

إعــداد

د. رباب أحمد محمد أبو الوفا

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية ـ جامعة دمنهور.

Doi: 10.12816/0051449

مجلة الدراسات التربوية والانسانية . كلية التربية . جامعة دمنهور

المجلد التاسع – العدد الثالث– لسنة ٢٠١٧

وحدة قائمة على مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM) وفاعليتها فى تنمية المفاهيم الحاكمة والبينية ومهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية.

د. رباب أحمد محمد أبو الوفا

Doi: 10.12816/0051449

ملخص:

هدف هذا البحث إلى تصميم وحدة قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM) ودراسة فاعليتها فى تنمية المفاهيم الحاكمة والبينية ومهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية. أُعدت قائمة بمهارات القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى، وكتاب الطالب ودليل المعلم، وأدوات جمع البيانات، والمتمثلة فى: اختبار المفاهيم الحاكمة والبينية وبطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين. تكونت العينة من (107) تلميذاً وتلميذة بالصف الخامس الإبتدائى بالفصل الأول للعام الدراسى (2016/2017) من مدرسة طلعت حرب الإبتدائية بإدارة بندر كفر الدوار التعليمية، وقد وُزعت العينة عشوائياً على مجموعتين: تجريبية وعددها (53) تلميذاً وتلميذة، وضابطة وعددها (54) تلميذاً وتلميذة. وطبقت أدوات جمع البيانات قبلياً على المجموعتين، ثم تم تدريس الوحدة القائمة على مدخل STEAM للمجموعة التجريبية، فى حين درست المجموعة الضابطة الوحدة المعتادة بالمنهج المدرسى، وفى نهاية دراسة الوحدة تم تطبيق أدوات جمع البيانات بعدياً على المجموعتين، وقد أسفرت النتائج عن وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين فى المفاهيم ومهارات القرن الحادى والعشرين لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

الكلمات المفتاحية: تعليم العلوم للمستقبل، مدخل STEAM، المفاهيم الحاكمة والبينية، مهارات القرن الحادى والعشرين.

A unit based on the integration between Science, Technology, Engineering, Art and Mathmatics (STEAM) approach, and its effectiveness for developing core and crosscutting concepts and twenty one century skills for primary school students.

Abstract: This research investigated the effectiveness of a unit based on the integration between Science, Teechnology, Engineering, Art and Math (STEAM) approach for developing core and crosscutting concepts and twenty one century skills for fifth grade students. The sample of the study included (107) students (Academic Year 2016–2017) from "Talaet Harb" primary school, Kafr EL-Dawar instructional administration. A List of 21 century skills for fifth grade students, Student 's book and the teacher guide for the integrated unit of light were prepared. The research instruments which are A concept test and a 21 century skills observation card were prepared. The sample was randomly assigned into two groups: Exp. G (53 students), and Control G. (54 students). Firstly, the research instruments were applied at the same time on the two groups. Secondly, the proposed unit was taught during the first term to the Exp. G., then, the research instruments were applied again at the same time on the two groups. Research result revealed that: There were significant differences between means of scores of experimental and control group students in both concepts, and 21 century skills in favor of the experimental group students.

Keywords: science education for the future, STEAM, core and crosscutting concepts, 21 century skills.

مقدمة:

لم نعد نحيا فى عالم حيثُ تذكر الحقائق هو مفتاح الحصول على مهنة والنجاح فيها، ففى عصر الانفجار المعرفى، عصر سريع التغير، عصر الاقتصاد القائم على المعرفة تصبح القدرة على معالجة المعلومات وتحديد الأكثر أهمية منها، ثم استخدام هذه المعلومات المهمة بشكل مناسب هو ما سيحدد مركز الإنسان بالنسبة للأخرين. فالعقول الخلاقة المبدعة القادرة على الابتكار هى التى ستكون قادرة على زيادة القاعدة المعرفية، وتحقيق التقدم فى مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، خاصة ونحن نعيش فى عصر تتوقف فيه المنافسة بين الدول على ما تمتلكه قوتها العاملة من مهارات تتفق وخصائص هذا العصر؛ مما يتطلب أن يمتلك الأفراد مهارات تمكنهم من التعلم والحياة والعمل مثل: مهارة الإبداع والابتكار، والتعاون والتواصل مع الأخرين، والتعامل مع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والمرونة والتكيف، والمبادرة والتوجيه الذاتى والقيادة والمسئولية وغيرها من مهارات القرن الحادى والعشرين.

ويُلقى على عاتق التربية بصفة عامة والتربية العلمية بصفة خاصة عبء كبير فى إعداد الفرد الممتلك لهذه المهارات، فمن خلال دمج هذه المهارات مع مناهج العلوم فى المراحل الدراسية المختلفة يُمكن تعليم الطلاب أن يكونوا مُفكرين مُبدعين قادرين على حل المشكلات، ممتلكين فهمًا عميقًا للمفاهيم بما يساعدهم على مواجهة تحديات العالم سريع التغير الذى يعيشون فيه، والتى تواجهها دولهم، مثل: الحياة فى بيئة متغيرة، وتحسين صحة الشعوب، والإدارة المثلى لمصادر الغذاء والماء، فضلاً عن زيادة الإنتاجية والنمو الاقتصادى.

وتُعد المرحلة الإبتدائية أهم مراحل التعليم العام؛ حيث تمثل مرحلة التأسيس والإعداد للمتعلمين، وهى الأساس الذى يُبنى عليه كل مراحل التعليم اللاحقة فضلاً عن أنها تتيح للمتعلم فرصاً عديدة ومتنوعة لتنمية قدراته واستعداداته وبناء

شخصيته بوصفه مواطن يتمتع بصفات وسلوكيات يحرص المجتمع على وجودها فى أفراده.

وقد حرصت مصر عند صياغة رؤيتها للتنمية المستدامة (**2030**) على بناء الإنسان من خلال تطوير التعليم؛ بحيث يكون تعليمًا عالى الجودة متاحًا للجميع دون تمييز فى إطار نظام مؤسسى كفء وعادل يساهم فى بناء شخصية متكاملة لمواطن معتز بذاته، مستنير، مبدع، مسئول، يحترم الاختلاف، فخور ببلاده، يسهم فى بناء مستقبلها، وقادر على التعامل التنافسى مع الكيانات الإقليمية والعالمية. وكان من بين ما هدفت إليه هذه الرؤية فى مجال التعليم هو: تمكين الطلاب من مهارات الرياضيات والعلوم وتكنولوجيا المعلومات، وتمكينهم من المهارات الحياتية وخاصة مهارات القرن الحادى والعشرين.

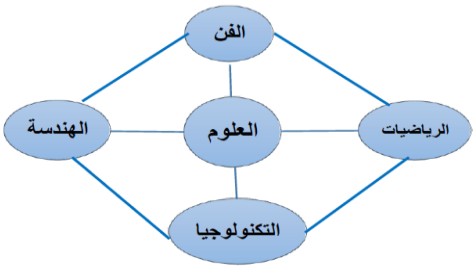
ومن المداخل الحديثة التى قد تُسهم فى تحقيق ذلك مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM؛ لأن التكامل بين هذه المجالات فى تعليم العلوم . وخاصة مجال الفنون . يمدنا بأدوات وعمليات يُمكن من خلالها بحث الظواهر الطبيعية وتصميم حلولًا لمشكلاتِ علمية بما قد يؤدى إلى اكتساب فهمًا عميقًا للمفاهيم ومهارات القرن الحادى والعشرين.
(Bequette& Bequette, 2012; NGSS,2013)

الإطار النظرى والأدبيات السابقة:

أولاً: مدخل العلم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM).

يُمثل مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM تطويراً لمدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM بإضافة مجال الفن Art إليه؛ وذلك على أساس أن الفن يمثل أداة ممتازة لتنمية الإبداع والابتكار، وإعداد الطلاب لمواجهة الفرص والتحديات فى عالمنا المتغير بما يساعد على الانغماس أكثر فى تعلم العلوم، والتركيز على العمليات والمهارات إلى جانب المعرفة (Bequette& Bequette, 2012; Maeda, 2013).

ويُوضح الشكل (١) بنية هذا المدخل (Bequette& Bequette, 2012; Maeda, 2013):



شكل (١) عناصر مدخل ستيام STEAM.

- **العلوم Science:** إجراء الاستقصاءات والتجارب العلمية بما يطور مهارات التفكير العلمى الأساسية لدى الطلاب، مثل: الملاحظة واستخدام الكلمات لوصف ما لاحظوه، والاستنتاج، والتفسير، ومقارنة النتائج، وطرح الأسئلة، والتنبوء، وغيرها. وهذه العمليات يتم من خلالها التعرف على العالم وكيف يعمل من خلال الاستكشاف وجمع البيانات، والبحث عن العلاقات والأنماط، وتوليد الأفكار والتفسيرات باستخدام الأدلة.
- **التكنولوجيا Technology:** تشير إلى استخدام الأدوات وتطوير المهارات الحركية واليدوية. فالأدوات يمكن أن تساعد الطلاب على تنفيذ الاستقصاءات بشكل أدق، وتصميم حل المشكلة، واستخدام المنتجات والأنظمة التكنولوجية وتقييم تأثيرها، فضلاً عن الاتصال حول عملية التصميم التكنولوجى.
- **الهندسة Engineering:** ممارسة عمليات التصميم الهندسى أثناء تنفيذ الاستقصاءات من خلال طرح أسئلة وحل مشكلات، وتتمثل هذه العمليات فى: التصميم الهندسى . النمذجة . السبب والنتيجة . الإبداع . التصور البصرى . حل المشكلة.
- **الفنون Art:** دراسة تهتم بعمليات الإبداع البشرى ونواتجها، والحياة الاجتماعية بما يزيد من فهم العلوم من خلال تحفيز الإبداع والابتكار بطرق تختلف لكنها تتكامل فى الوقت ذاته مع العلوم. ودراسة الفنون تحسن الذكاء

العام، والانتباه، والتركيز، والتحصيل الأكاديمى فى كل المجالات المعرفية مستخدماً كل الحواس، كما تعمل على تحسين الذاكرة قصيرة وطويلة المدى، وزيادة الفضول والقدرة على الملاحظة الدقيقة، والعمل بفاعلية مع الأخرين، فضلاً عن تقليل الضغط مما يجعل التدريس والتعلم أكثر تشويقًا.

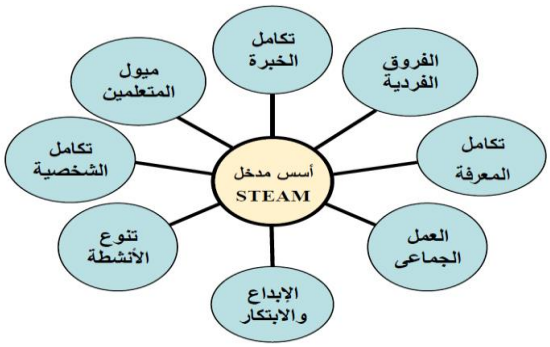
- **الرياضيات Mathmatics:** تركز على ممارسة عمليات الاستدلال المجرد والكمى، والشعور بالمشكلات والاشتراك فى حلها، والاشتراك فى جدل علمى، والنمذجة الرياضية، واستخدام الأدوات المناسبة، والبحث عن البنى والأنماط واستخدامها.

ويهدف التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM إلى (Henrisken,2011; Wesson,2011; Brown & Tepper, 2012; Pomeroy, 2012; Smith, 2015; Bahrum, Wahid & Ibrahim, 2017):

- إبراز العلاقات التفاعلية بين تلك التخصصات لتنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية.
- تقديم المعرفة للطلاب دون فصل أو حواجز.
- تنمية الإبداع والابتكار.
- إعداد الطلاب لمواجهة تحديات العالم المتغير، وفرص ما بعد المرحلة الثانوية.
- تحسين تدريس العلوم وتعلمها فى مراحل التعليم قبل الجامعى.
- زيادة التحصيل الأكاديمى وفرص التعلم للطلاب.
- تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى الطلاب، مثل: التفكير الإبداعى، والناقد، وحل المشكلات، والاتصال، والتعاون، ومهارات الحياة والمهنة.
- ربط المنهج الدراسى بالمجتمع والحياة اليومية.
- تحقيق التعلم طويل المدى، والتعلم مدى الحياة، والمتعة فى العملية التعليمية.

- تنمية مهارات التفكير العليا.
- تحفيز العقل وإطلاق طاقاته، وتحسين الذكاء العام والانتباه والتركيز.
- تحفيز النمو الإجتماعى وزيادة المهارات الاجتماعية.
- دعم كل الطلاب وإثارة كل الحواس.
- مراعاة كل أنماط التعلم والذكاءات المتعددة للطلاب.

ويقوم هذا المدخل على عدة أسس، ويوضح الشكل (٢) هذه الأسس: (Christensen & Knezek, 2015)



شكل (٢) أسس مدخل ستيام STEAM.

١. **تكامل الخبرة:** حيث يهتم مدخل STEAM الخبرة المتكاملة ذات الأنشطة المتعددة والمنظمة للمعارف والمهارات والانفعالات، والتى تساعد المتعلم على النمو بطريقة متكاملة.

٢. **تكامل المعرفة:** حيث يقوم على إكساب التلاميذ المعارف بصورة كلية شاملة؛ لأن الدراسة وفق أسس هذا المدخل تتخذ من موضوع واحد محوراً لها وتحيطه بكل المعارف والعلوم المرتبطة به ليتسنى للمتعلم الإلمام به متكاملاً.

٣. **تكامل الشخصية:** من الأهداف الأساسية للمناهج المتكاملة بناء شخصية متكاملة من خلال إكساب التلاميذ العلوم والمعارف والمهارات والقيم.

٤. **مراعاة ميول المتعلمين ورغباتهم:** حيث يأخذ المنهج التكاملى رغبات المتعلمين وميولهم أساساً عند بناء المنهج واختيار المحتوى الدراسى وكذلك حين تنفيذها.

٥.**مراعاة الفروق الفردية:** يهتم هذا المدخل بتوفير الأنشطة الاختيارية المتنوعة، ومن خلال بناء المناهج واختيار المقررات يراعى الفروق الفردية، ويوفر الفرص التى تسمح بالتعرف على خصائص المتعلم واختلاف مستوياته ليتسنى للمعلم بدوره معالجة هذه الفروق.

٦.**تنوع الأنشطة:** يهتم مدخل STEAM بالأنشطة المتكاملة التى تثير حواس الطلاب وتزيد دافعيتهم للتعلم، ويعتمد على الأنشطة التى يمارسها الطالب بنفسه من خلال المشروعات وحل المشكلات والاستقصاء والتصميم الهندسى والأنشطة الفنية وغيرها.

٧.**التعاون والعمل الجماعى:** حيث يركز على التعاون بين أفراد العملية التعليمية ويتيح الفرصة لتعاون الطلاب مع معلميهم، ومع بعضهم البعض فى التعلم.

٨.**الإبداع والابتكار:** يقوم التعلم وفق مدخل STEAM على تنمية الإبداع والابتكار والسماح للطلاب باستخدام أدوات متنوعة تشجعهم على الاكتشاف وتحفيز التفكير لإعدادهم لمواجهة تحديات القرن الحادى والعشرين.

ولقد حدد خبراء مدخل STEM سبعة معايير للممارسات اللازمة للتعلم وفق هذا المدخل، والتى تُعد أيضاً معاييرًا لمدخل STEAM، ويوضح جدول (١) هذه المعايير والمؤشرات الخاصة بها (Maryland State Board of Education, 2012; Koppes, 2015):

جدول (١) : معايير التعلم القائم على STEAM.

المعيار	المؤشـــرات
الأول: تعلم محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات وتطبيقه.	–فهم محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات. –تطبيق محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات. –البحث فى التحديات والقضايا المجتمعية لتطوير حلول لها.
الثانى: تكامل محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات.	–تحليل العلاقات الرابطة بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات. –اختيار الطريقة المناسبة لتطبيق المحتوى المتكامل لمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات. –البحث فى التحديات والقضايا العالمية لتطوير حلول مناسبة لها.

تابع جدول (١) : معايير التعلم القائم على STEAM.

المعيار	المؤشـــرات
الثالث: تفسير المعلومات من المجالات الخمس المتكاملة والتواصل بها.	–تفسير المعلومات من المجالات الخمسة بشكل تكاملى. –ربط المعلومات معاً بشكل مناسب. –تطبيق المفاهيم فى سياقات جديدة. –قراءة نقدية للمعلومات التكنولوجية. –دمج مصادر المعلومات المتعددة وتقييمها. –تقديم أراء ونقاشات بناءً على أدلة. –التواصل بفاعلية ودقة مع الأخرين.
الرابع: الانغماس فى البحث والاستقصاء والتحرى.	–الانخراط فى البحث والاستقصاء حول القضايا والتحديات والمشكلات العالمية. –طرح تساؤلات لتحديد القضايا والتحديات والمشكلات العالمية وتعريفها. –القيام بأبحاث لتنقيح الأسئلة وتطوير أسئلة جديدة.
الخامس: الانخراط فى التفكير المنطقى.	–ممارسة التفكير الناقد. –اختيار أساليب تفكير مناسبة وتقييمها وتطبيقها سواء تفكير علمى، أم رياضى، أم تصميم هندسى. –ابداع وابتكار أفكار خلاقة. –تحليل أثر القضايا والتحديات والمشكلات العالمية على المستوى المحلى والإقليمى والقومى.
السادس: التعاون والعمل فى فريق.	–التعاون مع أفراد الفريق فى الإجابة عن الأسئلة المعقدة وحل القضايا والمشكلات المحلية والعالمية. –العمل بفاعلية مع الفريق لتحقيق الهدف المنشود. –مشاركة الأفكار. –تحليل أهداف المهمات العلمية وتنفيذها مع فريق العمل.
السابع: استخدام التكنولوجيا بطرق إبداعية واحترافية وتطبيقها.	–اختيار التكنولوجيا المناسبة لحل مشكلة ما أو الإجابة عن سؤال ما. –تحليل قيود التطبيقات التكنولوجية ومخاطرها وتأثيراتها. –الاستخدام المعقول والأخلاقى للتكنولوجيا. –توظيف تقنيات جديدة لتحقيق أقصى استفادة.

انعكاسات مدخل STEAM فى إعداد المناهج المتكاملة:

تتطلب مواجهة تحديات واحتياجات القرن الحادى والعشرين إعادة صياغة المناهج لتعد مواطناً يمتلك الوعى المعرفى، قادراً على التفكير الناقد والإبداعى. ومن المداخل التى قد تعمل على تحقيق ذلك مدخل التكامل بين العلوم

والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات؛ حيث يتعلم الطلاب تنظيم العالم من حولهم من خلال الرياضيات، والبحث والتقصى مثل العلماء باستخدام العلوم والتكنولوجيا، وفهم التطور العالمى والتواصل حول ما يحتاجون إليه وما هو مطلوب وما هو ممكن فى الهندسة وتنمية الإبداع من خلال الفنون لتحقيق الاستدامة فى الكون الذى يحييون فيه.

ولذلك تتميز مناهج STEAM بما يلى:

(Castro, Ayres & Pass, 2015; Ge, Ifenthaler & Spector, 2015)

- التركيز على الحياة الواقعية وسياقاتها ودمجها فى المنهج.
- تمكين التقدم فى التعلم.
- تعتمد على التكامل الداخلى والخارجى.
- الربط بين المفاهيم الحاكمة والبينية.
- التمركز حول المتعلم بدلاً من التمحور حول المحتوى أو الموضوع.
- التركيز على مهارات القرن الحادى والعشرين وتنميتها لدى المتعلمين.
- محتوى متكامل يتضمن خبرات عميقة ومترابطة.
- تعلم نشط وبيئة تعلم غنية بالأنشطة المتنوعة.
- تحفيز الإبداع والابتكار.
- تصميم أنشطة تعلم تتحدى عقول الطلاب، وتشجعهم على اتباع الطريقة العلمية فى التفكير.
- التركيز على ممارسة عمليات وممارسات التصميم العلمى والهندسى.
- الاعتماد على استراتيجيات تدريس متنوعة، مثل: الاستقصاء، والمناقشة، وحل المشكلات، والنمذجة، والمشروعات، وغيرها.
- الاعتماد على التقييم الحقيقى والمتكامل للتحقق من تعلم الطلاب.

وتتمثل ملامح التعليم والتعلم القائم على مدخل STEAM فى عدة جوانب يمكن تلخيصها فيما يلى (Wang&Moore, 2011; Miller, 2013; 2014):

١–يهدف التعلم القائم على STEAM إلى بناء شخصية الطالب بشكل متكامل وإكسابه المهارات التى تؤهله للتعلم والعمل والعيش فى القرن الحادى والعشرين.

٢–يقدم المنهج القائم على STEAM محتوى متعدد التخصصات، ومتكامل، يتضمن خبرات عميقة ومترابطة، وترتبط ارتباطاً وثيقاً بالمجتمع والحياة اليومية، فضلاً عن إتاحة الفرصة للطلاب لدراسة المشكلات وحلها بأنفسهم.

٣–التدريس فى مناهج STEAM يعتمد على استراتيجيات تعليم وتعلم؛ بحيث يتضمن تعلم قائم على المشروعات، والاستقصاء، وعمليات التصميم الهندسى، وتعلم تعاونى وجماعى ومسئولية مشتركة، ومناقشات جدلية مدعومة بالأدلة العلمية.

٤–أما الأنشطة المصممة فى ضوء STEAM فهى متنوعة، ومتكاملة، وتحفز الإبداع والابتكار، وتناسب عمر الطالب، فضلاً عن كونها مدرسية ومنزلية. ويستخدم فى تنفيذ هذه الأنشطة أدوات ومعينات تكنولوجية متنوعة تناسب الموقف، وتستخدم فعلياً، بحيث تخدم الموقف التعليمى التعلمى.

٥–أما بيئة التعلم فهى بيئة تستجيب لكل طالب على حدى وفق اهتماماته، وخبراته، ونقاط تميزه، واحتياجاته. وتدعم هذه البيئات مجتمع حجرة الدراسة من خلال التعاون والمسئولية المشتركة والاحترام المتبادل، فضلاً عن أنها توفر فرصاً تتحدى كل الطلاب لتعلم العلوم.

٦–التقييم فى مناهج STEAM تقييم حقيقى بنائى ونهائى، يتنوع بين اختبارات عملية وشفوية وتحريرية، ويستخدم أدوات تقييم متنوعة، مثل: الاختبارات، والملاحظة، وقوائم التحقق، ومقاييس اتجاهات، واختبارات أداء، وغيرها. كما يعتمد على الأسئلة المقالية، والموضوعية، والعروض التقديمية، والمشروعات، والأبحاث، وأوراق العمل، وكتابة المقالات. ويقيس الجوانب المعرفية والمهارية

والوجدانية. ويتم التقييم لكل من المتعلم والمعلم، ويقوم به المعلم، والمتعلم من خلال التقييم الذاتى، فضلاً عن تقييم الأقران.

٧-يتعامل مدخل STEAM مع المعلم بوصفه موجه وميسر للتعلم، وأنه قادر على إحداث التكامل بين النظرية والتطبيق، وإنتاج المعرفة، فضلاً عن توفير فرص التعلم المستمر لطلابه.

٨-ينظر التعلم القائم على مدخل STEAM إلى المتعلم بوصفه نشط وفعال فى الموقف التعليمى، يمارس عمليات الاستقصاء العلمى والهندسى، ويشترك مع زملائه فى تنفيذ الأنشطة وإجراء المناقشات والجدل المدعم بالأدلة العلمية، ويتعامل مع العلم فى جوانبه الشخصية والمجتمعية معتمداً على ذاته، فضلاً عن توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصالات فى عملية التعلم.

ومن ثم فإن التعلم وفق مدخل STEAM يعتمد على أن يتولى التلاميذ مسئولية تعلمهم وتطوير مهاراتهم، ويكون دور المعلم هو التوجيه والإرشاد والتأكد من أن كل التلاميذ يعملون معاً بشكل تعاونى لتحقيق الأهداف، فضلاً عن الأنشطة التى تعتمد على إعمال العقل والأيدى معاً لدراسة مشاكل واقعية حقيقية؛ إذ يتم دراسة المشكلة الواحدة من منظور العلوم المتكاملة للوصول إلى حل لها، ومن خلال ذلك يكتسب التلاميذ المعرفة العلمية من المجالات الخمسة معاً، وأيضاً المهارات التى تؤهلهم للتعلم والعمل والعيش فى القرن الحادى والعشرين؛ حيث يسعى التعليم وفق مدخل STEAM إلى تنمية التفكير الهندسى، والناقد، والإبداعى، وحل المشكلات لدى المتعلم، فضلاً عن تعزيز عقلية الاستفسار والتحقق، والتفكير المنطقى، ومهارات التعاون، والعمل فى فريق لدى الطلاب.

ثانياً: تدريس العلوم وتعلم المفاهيم.

فى عصر الانفجار المعرفى، فإن الغرض الرئيس من التربية العلمية فى المرحلة من رياض الأطفال وحتى المرحلة الثانوية لا يقتصر فقط على تدريس كل المعرفة العلمية، وإنما يهدف إلى التركيز على تعليم ثلاثة أبعاد رئيسة، وهى:

المفاهيم الرئيسة أو الحاكمة فى المجال core concepts، والمفاهيم البينية crouscutting concepts المشتركة مع المجالات الأخرى، فضلاً عن الممارسات العلمية والهندسية scientific and engeneing practices. (NRC, 2012; Kereluik, Mishra, Fahnoe & Terry, 2013; Gu & Belland, 2015)

البعد الأول: المفاهيم الحاكمة.

تُعرف المفاهيم الحاكمة فى مجال العلوم بأنها: تلك المفاهيم الرئيسة أو الأفكار الجوهرية التى يتمحور حولها العلم، وتتضمن المفاهيم الحاكمة التى يتم تضمينها فى مناهج العلوم أربعة مفاهيم رئيسة، يندرج تحت كل منها عدد من المفاهيم الفرعية، وهى (NRC, 2012):

☒ **العلوم الطبيعية physical science، وتشمل:**

- المادة وتفاعلاتها.
- الحركة والثبات: القوى وتفاعلاتها.
- الطاقة.
- الموجات وتطبيقاتها فى تكنولوجيا المعلومات.

☒ **علوم الحياة life science، وتتضمن:**

- من الجزيئات إلى الأعضاء: التركيب والعمليات.
- الأنظمة البيئية: التفاعلات، والطاقة، والديناميكية.
- الوراثة: توارث الصفات وتنوع وتباين السمات.
- التطور البيولوجى: الوحدة والتنوع.

☒ **علوم الأرض والفضاء earth and space science، وتشمل:**

- موقع الأرض فى الكون.
- أنظمة الأرض.
- الأرض والنشاط البشرى.

☒ **الهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلم engineering, technology, aand science applications، وتتضمن:**

- التصميم الهندسى.
- الروابط بين الهندسة والتكنولوجيا والعلم والمجتمع.

ولتعلم هذه المفاهيم أهمية كبرى، تتمثل فى (NRC, 2012; Gu & Belland, 2015):

- تُشكل أساساً يُبنى عليه تعلم مفاهيم أخرى أكثر تعقيداً.
- استمرار ملاحقة الزيادة المستمرة فى المعرفة العلمية.
- تنمية مهارات التفكير العلمى لدى الطلاب.
- تنمية مهارات التعلم الذاتى والتعلم مدى الحياة.
- فهم العلم والمحتوى العلمى فهماً عميقاً.
- استخدامها فى تفسير عديد من الظواهر المحيطة.
- استخدامها فى حل المشكلات.
- فهم العلاقة بين العلم والهندسة والتكنولوجيا والمجتمع.
- فهم العلاقات الرابطة بين مجالات العلوم المختلفة.
- تكوين تصورات عقلية صحيحة حول المفاهيم العلمية.

وحيث إن هذا البحث يهتم بمفاهيم الضوء أحد المفاهيم الحاكمة التى تنتمى لمجال العلوم الطبيعية؛ فقد حدد "المجلس الوطنى للبحوث" (2012) NRC ما يجب أن يدرسه تلاميذ المرحلة الإبتدائية من مفاهيم حاكمة فى هذا الصدد، وتتمثل هذه المفاهيم فيما يلى:

☒ الطاقة:

-يمكن أن تنتقل الطاقة من مكان لأخر بتحريك الأشياء، أو الصوت، أو الضوء، أو الكهرباء.

-توجد الطاقة طالما توجد أجسام متحركة، أو صوت أو ضوء، أو حرارة.

-ينقل الضوء الطاقة من مكان إلى أخر كما فى حالة ضوء الشمس الذى يُمتص من الأرض فيعمل على تدفئتها.

☒ الموجات وتطبيقاتها فى تكنولوجيا المعلومات:

-ينتقل الضوء خلال الفضاء إلى الأرض من الشمس ومن النجوم البعيدة.

-يمكن رؤية الأشياء عندما ينعكس الضوء الساقط عليها ويصل إلى العين.

-يعتمد اللون الذى يراه الإنسان للأشياء على لون مصادر الضوء المتاحة وعلى خواص السطح.

-لأن العدسات تُجمع أشعة الضوء فيمكن استخدامها مفردة أو فى مجموعات لتكبير صور الأشياء الصغيرة جداً أو البعيدة جداً عنا والتى لا ترى بالعين المجردة.

-يمكن استخدام العدسات لعمل نظارات طبية، أوتليسكوب، أوميكروسكوب لتوسيع مدى ما يمكن رؤيته.

-تقييم هذه الأدوات يعتمد على فهم مسار شعاع الضوء على سطح العدسة.

البعد الثانى: المفاهيم البينية.

المفاهيم البينية هى تلك المفاهيم المشتركة بين فروع العلم المختلفة، وثمة سبعة مفاهيم بينية مشتركة بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، وتتمثل هذه المفاهيم فيما يلى:

(Duschl, 2012; NRC, 2012; Sneider, 2013; Penuel & Horne, 2016)

١. **الأنماط Patterns:** وهى عبارة عن أحداث أو بُنى أو أشكال غالباً ما تتكرر.

٢. **الثبات والتغير Stability and Change:** بمرور الوقت قد يبقى أى نظام كما هو أو يتغير اعتماداً على تغير العوامل المؤثرة فيه.

٣. **السبب والنتيجة Cause & Effect:** لكل حدث سبب أو عدة أسباب أحياناً تكون بسيطة وأحياناً متداخلة.

٤. **التدريج، والكمية، والأوضاع Scale, Quantity & Proportion:** القياسات المختلفة للحجم والوقت تؤثر على بنية النظام والأداء والقدرة على ملاحظة الظاهرة.

٥. **المادة والطاقة Matter & Energy:** يساعد تدفق المادة والطاقة داخل النظام وخارجه على فهم سلوكها.

٦. **الأنظمة Systems:** مجموعة من الأشياء أو الأجزاء المترابطة تكون كل معقد.

٧. **التركيب والوظيفة Structure & Function:** الطريقة التى يتكون أو يُبنى بها الشىء تحدد عديد من خواصه ووظائفه.

وقد حدد "المجلس الوطنى للبحوث" National Research Council (NRC) (2012) المبادىء العامة لإدراج المفاهيم البينية فى مناهج STEAM فى المرحلة الإبتدائية، وتتمثل هذه المبادىء فى:

- استخدام المفاهيم البينية فى المنهج والتعليم لمساعدة التلاميذ على فهم المفاهيم الحاكمة فهماً أعمق وأفضل؛ فعندما يواجه التلاميذ ظاهرة جديدة أو يصممون حلاً لمشكلة سواء فى معمل العلوم أم فى دراسة حقلية، فهم يحتاجون إلى أدوات عقلية لمساعدتهم على الانغماس وفهم الظاهرة علمياً وتكنولوجياً وهذا ما تقوم به المفاهيم البينية.
- استخدام المفاهيم البينية فى المنهج والتعليم لمساعدة التلاميذ على تحقيق فهم أفضل للممارسات العلمية والهندسية.
- تكرار المفاهيم البينية فى سياقات مختلفة لبناء الألفة بها لدى الطلاب.
- يجب أن تتدرج المفاهيم البينية فى التعقيد والتكامل من صف دراسى لأخر.
- يتعلمها كل التلاميذ.
- لا يتم تقييمها بشكل منفصل عن المفاهيم الحاكمة.

ويُلخص جدول (٢) الأداءات المناسبة لتلاميذ المرحلة الإبتدائية فى كل مفهوم منها، والأسئلة التى قد يستخدمها المعلم عند تعلم التلاميذ هذه المفاهيم (Sneider,2013; Penuel & Horne, 2016):

جدول (٢) الأداءات المناسبة لتلاميذ المرحلة الإبتدائية فى كل مفهوم من المفاهيم البينية، والأسئلة التى قد يطرحها المعلم عند تعلم التلاميذ هذه المفاهيم.

المفهوم	الأداءات	الأسئلة التى يطرحها المعلم
الأنماط Patterns	–تحديد أوجه الشبه والاختلاف بين الأشياء. –تصنيف الأشياء الطبيعية. –تصميم منتجات. –تحديد الأنماط المرتبطة بالوقت ومعدلات التغير. –استخدام الأنماط فى التنبوء.	–ما الأنماط التى تلاحظها فى البيانات المقدمة فى (الجدول . الشكل . الرسم . النموذج) السابق؟ –ما نمط البيانات التى تراها ويمكن من خلالها الخروج بنتيجة عامة للتجربة؟ –هل هناك بيانات أخرى مطلوبة لاختبار صحة .....؟ –كيف يتغير ..... عبر الزمن؟ –ما نوع النموذج الرياضى الذى يناسب نمط البيانات الذى تراه؟
الثبات والتغير Stability and Change	–قياس التغير فى حدود الاختلافات عبر الزمن. –ملاحظة أن التغير ربما يحدث عند معدلات مختلفة. –تعلم أن بعض الأنظمة تبدو ثابتة، لكنها على المدى البعيد سوف تتغير.	–ما الأشياء التى بقت كما هى فى نظام .....؟ –ما الأشياء التى تتغير ببطء فى نظام .....؟ كيف تأثر هذا النظام بـ .....؟ –ما الذى يمكن أن يحدث لجعل هذا النظام غير مستقر؟ –كيف يمكنك تصميم هذا النظام ليكون أكثر ثباتاً؟
السبب والنتيجة Cause & Effect	–تحديد العلاقات السببية واختبارها. –استخدام هذه العلاقات لشرح التغير. –فهم أن الأحداث التى تحدث معا بانتظام يمكن أن يكون بينها علاقة سبب ونتيجة وقد لا تكون كذلك.	–ما الذى سبب النتيجة التى لاحظتها؟ –كيف تعرف أن ..... سبب .....؟ –كيف تستطيع اختبار صحة أن .... يسبب حدوث ....؟ –ما الذى قد يحدث إذا تغير .....؟
التدريج، والكمية، والأوضاع Scale, Quantity & Proportion	–إدراك الأشياء الطبيعية والظواهر الملاحظة من الصغيرة جداً إلى الأكبر حجماً. –استخدام الوحدات المعيارية لقياس ووصف الكميات الفيزيائية، مثل: الوزن والزمن والحجم وغيرها.	–ما طول / ما وزن / ما حجم .....؟ –ما أنسب أداة لقياس .....؟ –ما تدريج (مقياس) النموذج الذى يسمح لك باختبار تصميم ..... فى حجرة الدراسة؟ –هل يصف النموذج العمليات التى تماثل الظاهرة فى سرعتها؟

تابع جدول (٢) الأداءات المناسبة لتلاميذ المرحلة الإبتدائية فى كل مفهوم من المفاهيم البينية، والأسئلة التى قد يطرحها المعلم عند تعلم التلاميذ هذه المفاهيم.

المفهوم	الأداءات	الأسئلة التى يطرحها المعلم
المادة والطاقة **Matter & Energy**	تعلم أن المادة مكونة من جسيمات. وأن الطاقة تتحول بطرق متعددة بين الأشياء. ملاحظة بقاء المادة. استنتاج أن كتلة المادة لا تتغير بتغير شكلها.	ما الدليل على بقاء المادة؟ ما صور الطاقة؟ اعط أمثلة تحولات الطاقة؟ ما الدليل على بقاء الطاقة فى النظام؟ ما تحولات الطاقة التى تحدث أثناء .....؟
الأنظمة **Systems**	فهم أن النظام هو مجموعة أجزاء مترابطة تكون كل. فهم أن النظام يؤدى وظائف لا تؤديها أجزاءه.	ارسم أجزاء النظام الموصوفة بالفقرة السابقة؟ كيف تعمل أجزاء النظام معاً؟ ارسم شكل تخطيطى يوضح مكونات النظام الداخلية والخارجية.
تابع الأنظمة **Systems**	وصف النظام فى حدود مكوناته وتفاعلاتها معاً.	كيف تؤثر التغذية الراجعة السلبية على وظائف النظام؟ ما أجزاء النظام التى يظهرها هذا النموذج؟ وما الأجزاء التى لا يظهرها؟ هل يمكنك استخدام نموذج النظام للتنبوء بـ .....؟
التركيب والوظيفة **Structure & Function**	تعلم أن المواد المختلفة لها تركيب مختلف يمكن ملاحظته أحياناً، وهذا التركيب له أشكال وأجزاء تخدم وظيفة الشيء.	ما التراكيب الموجودة فى .....؟ ما وظيفة التركيب ..... فى ..... ؟ ما العلاقة بين تركيب ..... وبين وظيفته؟ كيف تؤثر العلاقات بين الأجزاء المكونة لشيء ما على سلوكه ووظيفته؟

يتضح مما سبق أن تعلم المفاهيم الحاكمة والبينية فى كافة المراحل الدراسية ذو أهمية كبرى ويجب أن تتم بشكل متكامل ومترابط لتعميق الفهم، مع تدرجها من البسيط إلى المعقد، ويتم تقييم تعلم الطلاب لها على نحو تكاملى ودون انفصال عن بعضها البعض، فضلاً عن أن تعلمها يسهم فى توضيح العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع.

ثالثاً: مهارات القرن الحادى والعشرين.

أصبح مصطلح مهارات القرن الحادى والعشرين وتعليمها للطلاب فى كافة المراحل الدراسية موضع الاهتمام من قبل العالم أجمع، وذلك منذ أطلقت شراكة القرن الحادى والعشرين هذا المصطلح بهدف دمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى المناهج الدراسية بكافة مراحل التعليم بدءً من مرحلة رياض الأطفال وحتى المرحلة الثانوية من خلال تأسيس شراكات تعاونية بين المتخصصين فى التربية وقادة قطاع الأعمال والمجتمع والحكومة من أجل إعداد الطلاب للنجاح بوصفهم أفراد ومواطنين وعاملين.

وقد تعددت المسميات المعبرة عن مهارات القرن الحادى والعشرين ما بين مهارات، وكفاءات، وكفايات، وكفايات القرن، والكفاءات المنقولة، وغيرها. لكنها تشير جميعها فى النهاية إلى تلك المتطلبات الجوهرية التى يحتاج المواطنين إلى امتلاكها لتمكنهم من التعلم والعيش والعمل بفاعلية فى هذا العالم بكل تحدياته.

وقد قدمت "شراكة القرن الحادى والعشرين" P21 (2007; 2009 a, b) إطارًا عامًا لمهارات القرن الحادى والعشرين؛ بحيث تضمن ثلاث مهارات رئيسة، وهى:

- **التعلم والإبداع، وتشمل:** الإبداع والابتكار، والتفكير الناقد وحل المشكلات، والاتصال والتعاون.
- **المعلومات والوسائط والتكنولوجيا، وتتضمن:** ثقافة المعلومات، وثقافة الوسائط، وثقافة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.
- **المهارات حياة والمهنة، وتشمل:** المرونة والتكيف، والمبادرة والتوجيه الذاتى والمهارات الاجتماعية والعابرة للثقافات، والإنتاجية والمسائلة، فضلاً عن القيادة والمسئولية.

ويوضح الشكل (٣) هذه المهارات (ترلينج وفادل، ٢٠١٣):

شكل (٣): مهارات القرن الحادى والعشرين.

فى حين طرحت منظمة التصميم والتدريس فى القرن الحادى والعشرين (ATC21) إطاراً يتضمن أنواعاً مختلفة من المهارات، والتى تمثلت فيما يلى (Binkley & etal., 2010):

- **طرق التفكير، وتتضمن:** الإبداع والابتكار، والتفكير الناقد، وحل المشكلات، واتخاذ القرار، ومهارات ما وراء المعرفة.
- **طرق العمل، وتشمل:** الاتصال والتعاون، والعمل الجماعى.
- **أدوات العمل، وتتضمن:** ثقافة المعلومات، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات.
- **العيش فى العالم، وتشمل:** المواطنة، ومهارات العمل والمهنة، والمسئولية الشخصية والاجتماعية.

أما "المجلس الوطنى للبحوث" NRC (2010) فقد حدد إطاراً لمهارات القرن الحادى والعشرين يتضمن أنواع المعارف والمهارات التى يحتاجها الطلاب للدراسة فى الجامعة والالتحاق بمهنة، وتمثلت فى:

- **المهارات المعرفية، وتشمل:** التفكير الناقد، وحل المشكلات، والتفكير فى الأنظمة.
- **المهارات الاجتماعية، وتشمل:** الاتصال، والمهارات الاجتماعية، والعمل الجماعى، والحساسية الثقافية، فضلاً عن التعامل مع التنوع.

- **المهارات الشخصية، وتشمل:** إدارة الذات، وإدارة الوقت، وتطوير الذات، والتكيف، والتنظيم الذاتى.

ويُلاحظ على الأطر السابقة أنها وإن كانت ظاهرياً تبدو مختلفة فى تصوراتها عن مهارات القرن الحادى والعشرين، لكن النظرة الفاحصة المدققة تؤكد وجود تماثل فى عديد من المهارات الفرعية، مثل: مهارات الإبداع والابتكار والتفكير الناقد، ومهارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ومهارات الاتصال، والتعاون والمسئولية الشخصية والاجتماعية، وغيرها من المهارات التى يحتاجها الفرد للتعلم والعيش والعمل فى عالم الاقتصاد القائم على المعرفة وهو ما أكدت عليه تلك الأطر.

تعليم العلوم وتنمية مهارات القرن الحادى والعشرين:

يهدف التعليم فى عصر المعرفة إلى تحقيق أربعة أهداف رئيسة لدى المتعلمين، وهى (ترلينج وفادل، ٢٠١٣):

- **المساهمة فى العمل والمجتمع، وذلك من خلال:**

١) المساهمة فى العمل المعلوماتى والمعرفى (الاقتصاد القائم على المعرفة).
٢) ابتكار خدمات جديدة لمواجهة الاحتياجات وحل المشكلات.
٣) المشاركة فى الاقتصاد العالمى.

- **ممارسة المواهب الشخصية وتنميتها، وذلك من خلال:**

١) تحسين النمو الشخصى بالمعرفة المدعمة بالتقنية والأدوات الإنتاجية.
٢) استغلال الفرص المتاحة والمتزايدة للعمل والمشروعات القائمة على المعرفة.
٣) استخدام التكنولوجيا وأدوات المعرفة لمواصلة التعلم وتنمية المواهب مدى الحياة.

- **الوفاء بالمسئولية المدنية، وذلك من خلال:**

١) المشاركة فى اتخاذ القرار فى المجتمع، والنشاط السياسى من خلال الإنترنيت ووجهاً لوجه.

٢) الانخراط فى القضايا المجتمعية المحلية والعالمية.

٣) استخدام أدوات الاتصال لدراسة هذه المشكلات وتوفير الوقت.

- **نقل التقاليد والقيم إلى الأجيال القادمة، وذلك من خلال:**

١) تعلم المعرفة الخاصة بمجال ما بسرعة وتطبيق مبادئها فى مجالات أخرى لتوليد معرفة وابتكارات جديدة.

٢) بناء الهوية والمحافظة عليها من خلال الاطلاع على مدى متنوع من الثقافات واحترامها.

٣) تطوير التقاليد والمواطنة فى ضوء ما يستجد من تقاليد وقيم جديدة.

ويتطلب تحقيق هذه الأهداف ابتكار صيغاً جديدة من التعلم فى القرن الحادى والعشرين؛ بحيث توفر على نحو تزامنى البيئات والأدوات والمبادىء الإرشادية لدعم ممارسات التعلم التى يمكنها إنتاج عمال المعرفة، والمبدعين الذين يحتاجهم قطاع الأعمال ليحقق النجاح والازدهار من خلال الاقتصاد القائم على المعرفة.

ومن ثم أصبحت التربية العلمية فى القرن الحادى والعشرين تهدف إلى مساعدة الطالب على (NRC, 2012; Gu &Belland, 2015):

- اكتساب فهماً عميقاً للمفاهيم العلمية.
- تنمية مهارات التعلم مدى الحياة وممارستها فى سياقات العالم الحقيقى.
- اكتساب مهارات علمية مناسبة تؤهله للالتحاق بالمهنة التى يختارها.
- تنمية القدرة على الحصول على المعلومات وتقييمها والتواصل بها.
- تنمية القدرة على تصميم حلولاً للمشكلات العلمية والمجتمعية.
- تنمية القدرة على الإبداع والإبتكار.

- الانخراط فى جدل مدعم بالأدلة العلمية.
- تقدير الجمال وأهمية التساؤل فى العلم.
- توظيف المعرفة العلمية والتكنولوجية فى الحياة اليومية ليتعلم ويعيش ويعمل.
- اكتساب مهارات تخطيط البحوث وتنفيذها.
- اكتساب مهارات تحليل البيانات وتفسيرها.
- اكتساب مهارات التفكير التحليلى والناقد.
- إدارة نفسه ذاتياً وامتلاك مهارات العمل الجماعى.

وتتلاقى هذه الأهداف مع الإطار المفاهيمى لإعداد الطلاب للقرن الحادى والعشرين، كما ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمدخل التعلم العميق والنشط المقترح من خلال مدخل STEAM لطلاب المدارس الإبتدائية والإعدادية.
(P 21, 2011; Christensen & Knezek, 2015)

دمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى مناهج العلوم:

نظراً لأهمية إكساب الطلاب مهارات القرن الحادى والعشرين، والدور الرئيس الذى يضطلع به تعليم العلوم فى تحقيق ذلك، فقد صممت شراكة القرن الحادى والعشرين إطاراً عاماً لدمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى مناهج العلوم فى كافة المراحل الدراسية بدءً من رياض الأطفال وانتهاءً بالمرحلة الثانوية، وحددت فى هذا الإطار مهارات القرن الحادى والعشرين التى سيتم دمجها داخل مناهج العلوم والأداءات المتوقع من الطلاب تحقيقها فى كل مهارة بنهاية كل مرحلة دراسية، فضلاً عن أمثلة لدمج المهارات فى المنهج.

ونتيجةً لاهتمام هذا البحث بتنمية مهارات القرن الحادى والعشرين من خلال تعليم العلوم فى المرحلة الإبتدائية، فسيتم عرض الإطار العام لدمج هذه المهارات فى مناهج العلوم بتلك المرحلة، وذلك على النحو الموضح بجدول (٣) (P21, 2008):

جدول (٣) الإطار العام لدمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى مناهج العلوم بالمرحلة الإبتدائية (P21, 2008).

المهارة الرئيسة	المهارة الفرعية	مفهومها	الأداءات المتوقعة من التلاميذ	مثال على كيفية دمجها
learning & creativity التعلم والإبداع	الإبداع والإبتكار creativity & innovation	العلم فى طبيعته نشاط إنساني إبداعى، وتتقدم الابتكارات العلمية والتقنية من خلال عمليات تبنى على المعرفة السابقة، وتطبيق النظريات على مواقف العالم الحقيقى. وتتطلب مواجهة التحديات الاجتماعية والبيئية الحديثة اتباع مداخل علمية وتكنولوجية جديدة ومبتكرة، فضلاً عن بحوث متعددة التخصصات.	• يقدم التلاميذ أمثلة محسة للعلم بوصفه طريقة للتفكير تتضمن عمليات منهجية وإبداعية يمكن لكل فرد تطبيقها من خلال: • طرح أسئلة وحل مشكلات. • اختراع أشياء. • تطوير أفكاره عن العالم من حوله.	يختبر التلاميذ الطرق التى يستخدمون بها التفكير العلمى والعمليات التجريبية لحل المشكلات فى أنشطتهم اليومية، مثل: طهى الطعام، وإصلاح الدراجة، ورعاية حيوان أليف، بوصفه جزء من مشروع صفى.
	التفكير الناقد وحل المشكلات critical thinking & problem solving	يمثل التفكير الناقد وحل المشكلة إبداعياً سمة مميزة للعلم. وتمثل المشكلات المعقدة أساساً لعديد من الاستقصاءات العلمية. ويمكن للتلاميذ استخدام القدرات المطورة فى العلم فى التفكير منطقياً وبمسئولية حول المفاهيم التى يتعلمونها، وتطبيقها فى حياتهم اليومية.	• يبنى التلاميذ فهمهم العلمى الخاص، ويطورون مهاراتهم العلمية عن طريق طرح الأسئلة العلمية، وتصميم الاستقصاءات وتنفيذها، وبناء تفسيرات علمية من خلال ملاحظاتهم. • مناقشة هذه التفسيرات مع الأخرين.	يصمم التلاميذ تجارب وينفذوها لاكتشاف خواص مواد متنوعة وتسجيل ما توصلوا إليه فى قاعدة بيانات، ثم استخدامها فى تصميم أشياء جديدة تستخدم فى حياتهم ، مثل تصميم زى يناسب العمل فى ظروف مناخية خاصة. وتسويق ما قام بتصميمه داخل الصف مع زملائه.
	الاتصال communication	الاتصال الفعال ضرورى لممارسات البحث العلمى؛ حيث يصف العلماء عملهم البحثى حتى يتمكن الأخرين من تكرار بحوثهم أو التحقق منها او تحديثها، كما يتمكن العامة من فهم هذه الأبحاث. ويتم التواصل بالتفكير العلمى بطرق متنوعة منها: التعبيرات الكتابية، والشفهية، والرياضية، والبيانية للأفكار والملاحظات.	• يعد التلاميذ مجموعة متنوعة من الأساليب لعرض فهمهم العلمى، وتفسير نتائج الاستقصاءات بما فى ذلك الرسوم البيانية، والتوضيحية، والجداول، والصور الفوتوغرافية، فضلاً عن النصوص المعلوماتية والإجرائية. • يفهم التلاميذ أن النماذج هى تمثيل مبسط للأشياء والعمليات الحقيقية، وأن النماذج تعمل على توضيح الأفكار والمعرفة حول كيفية عمل الأشياء.	-يحول التلاميذ المدرسة إلى متحف للعلوم ويبتكرون عروضاً تشمل: نصوص وصور ورسوم لشرح العلوم من حولهم، مثل تحديد أنواع الأشجار الموجودة حول المدرسة. -يصمم الطلاب نماذج متنوعة ثنائية وثلاثية البعد فى المدرسة والمنزل، مثل نموذج لجسم الإنسان. ويبتكرون جدول لتسجيل كل نموذج والغرض منه، وكيف تختلف من حيث التركيب أو الشكل أو اللون أوالتعقيد.
	التعاون co-operation	العلم عملية تعاونية؛ حيث يعتمد على التكامل بين عدة تخصصات وزيادة التعاون بين العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية. والاتجاه نحو المزيد من التخصص فى المهن العلمية، ويتطلب ذلك الاعتماد على الخبراء فى التخصصات الأخرى بوصفهم متعاونين فى عملهم.	• يعمل التلاميذ بشكل تعاونى مع الأخرين سواء فى مجموعات صغيرة أم كبيرة داخل صفوف العلوم الدراسية.	يعمل التلاميذ مع مدارس محلية أخرى ومنظمات المجتمع لحصر أنواع الحدائق الخلفية، ويبتكر التلاميذ موقعاً للتعاون من خلاله وإدخال البيانات ومعالجتها ولصق الصور الرقمية وعرضه على الخبراء لتأكيد عملهم ومساعدة المشاركين فى تحديد الأنواع، ويقدم الطلاب نتاج عملهم للحكومة المحلية فى صورة تصميم لمتنزه عام للمدينة.

Doi: 10.12816/0051449

تابع جدول (٣) الإطار العام لدمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى مناهج العلوم بالمرحلة الإبتدائية (P21, 2008).

المهارة الرئيسة	المهارة الفرعية	مفهومها	الأداءات المتوقعة من التلاميذ	مثال على كيفية دمجها
Information, media & technology Literacy ثقافة المعلومات والوسائط والتكنولوجيا	ثقافة المعلومات Information Literacy	لكى تكون مثقف معلوماتيا فى سياق العلم يتطلب ذلك أن تكون قادراً على تقييم موثوقية المعلومات وصحتها وثباتها، بما فى ذلك مصدرها والطرق التى تستقى من خلالها المعلومات والبيانات المرتبطة بها من أجل تفسير الحجج العلمية بشكل ناقد وتطبيق المفاهيم العلمية.	• يحدد التلاميذ المعلومات العلمية الموثوق بها فى المصادر المطبوعة والإلكترونية الأمنة.	يجمع التلاميذ حقائق عن التغذية من المطاعم المحلية ويقارنوها بما هو منشور من توصيات طبية فى هذا الصدد وذلك من خلال وسائل مطبوعة متنوعة والمواقع الإلكترونية.
	الثقافة الإعلامية media literacy	قد يختلف التفسير الإعلامى للمعلومات العلمية عن التفسير من قبل المجتمع العلمى للمعلومات ذاتها، كما أن الإشكاليات العلمية لا تتحول دائماً إلى رسائل إعلامية قصيرة بشكل جيد.	• يولد التلاميذ أسئلة موجهة تساعدهم فى تقييم إدعاءات وسائل الإعلام بناءً على أدلة وليس مجرد تصديق الرسالة كما وردت.	يجمع التلاميذ أمثلة عن المنتجات التجارية المدعى بأنها منتجات خضراء، ويناقشون أساس كل ادعاء منها وكيف ان معنى هذه المصطلحات قد يختلف من فئة لأخرى (العلماء، المستهلكون، والمصنعون) ثم توليد الأسئلة التى قد تستخدمها هذه الفئات لتقييم هذا الإدعاء.
	ثقافة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات Information, & technology Literacy	تمكننا زيادة القدرة الحاسوبية من تحليل البيانات على نطاق واسع والاستشعار عن بعد، والنمذجة العلمية المتقدمة. وتوفر ابتكارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أدوات جديدة تفيد فى الممارسات العلمية بما تتضمنه من جمع بيانات وتحليلها والتواصل بها.	• يقدم التلاميذ الأمثلة التى توضح كيف تزيد التكنولوجيا قدرة الأفراد على الملاحظة والتفاعل مع العالم بما فى ذلك كيفية تواصل الأفراد واكتساب المعرفة، والتعبير عن الأفكار.	يتبادل التلاميذ الأمثلة والمعلومات حول الكائنات الحية فى مجتمعهم من خلال مواقع حقيقية وافتراضية مع زملائهم فى المدارس الأخرى.
life & career الحياة والمهنة	المرونة والتكيف flexibility & adaptability	للمرونة والتكيف قيمة كبرى فى مجال العلم؛ لأن الاستدلال القائم على الأدلة يمكن أن يغير من الأفكار والفروض المطروحة. وبمرور الوقت، فإن تغيير التقنيات وتوسيع الفهم العلمى يؤدى إلى ابتكار مجالات جديدة لدراسات متعددة التخصصات وطرق جديدة لعمل الأشياء.	• يقدم التلاميذ أمثلة توضيحية على العلم بوصفه عملية مستمرة تشمل عمليات تعديل النظريات، وتوسيعها، ورفضها بناء على أدلة جديدة. وأن فهمنا للموضوع يمكن ان يتغير عندما تجرى مزيد من البحوث. • يحدد التلاميذ كيف أن تطور أدوات العلم يمكن أن يؤدى إلى اكتشافات جديدة.	-يبحث التلاميذ حول استبعاد "بلوتو" من كواكب المجموعة الشمسية، ويعدوا الحجج والاشتراك فى جدل علمى داخل حجرة الدراسة. -يدرس التلاميذ مساهمة تطور أجهزة الرصد العلمى فى اكتشاف أشكال الحياة الميكروسكوبية التى تسبب الأمراض المعدية.
	المبادرة والتوجيه الذاتى initiative & self-direction	يصقل العلم المبادرة والتوجيه الذاتى ويشجع التعلم مدى الحياة؛ لأن طبيعة العلم هو طرح الأسئلة. ويحفز الفضول المبتكرين العلميين لإجراء ملاحظات بعناية واختبار الأشياء بوصفها وسيلة للبحث عن إجابات للأسئلة، وتطوير حلول للمشكلات التى تم تحديدها.	• يصمم التلاميذ بحث بناءً على سؤال يتولد من فضولهم العلمى.	يحدد التلميذ أى مجال اهتمام شخصى، ويصمم مجلة أسئلة (ورقية أو إلكترونية) ويدون فيها مدى متنوع من الأسئلة حول هذا المجال، ثم يصنف الأسئلة إلى أسئلة تحتاج لبحث علمى للإجابة عنها وأسئلة يجاب عنها بالرأى. وأخيراً يتشارك التلاميذ أسئلتهم مع أقرانهم من خلال المناقشة.

تابع جدول (٣) الإطار العام لدمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى مناهج العلوم بالمرحلة الإبتدائية (P21, 2008).

المهارة الرئيسة	المهارة الفرعية	مفهومها	الأداءات المتوقعة من التلاميذ	مثال على كيفية دمجها
تابع الحياة والمهنة life & career	المهارات الإجتماعية وتنوع الثقافات Social & Cross-Cultural Skills	تمثل المهارات الاجتماعية والعابرة للثقافات مهارات ضرورية للعلم؛ لأن العمل العلمى ينطوى على أنواع مختلفة من العمل حيث يشارك الأفراد من جميع الأعمار والخلفيات والقدرات، ويتقدم العلم من خلال تجميع الملاحظات ووجهات النظر والأراء والتفسيرات المختلفة لعديد من الأفراد.	• يصف التلاميذ الطرق التى يشارك من خلالها الأفراد ذوى الثقافات والخلفيات والقدرات المختلفة فى العلم.	يتفاعل التلاميذ من خلال البريد الإلكترونى أو من خلال مؤتمرات الفيديو مع فرق من العلماء الدوليين يعملون معاً على بحث ما، مثل: محطة الفضاء الدولية.
	الإنتاجية والمسائلة Productivity & Accountability	تعزز المعايير الأخلاقية العالية والطبيعة التعاونية للعلم توقعات المسائلة والإنتاجية. يستخدم العلماء مجموعة متنوعة من الأدوات والأجهزة لتعزيز قدرتهم على إنتاج البيانات الدقيقة وتكرارها، ومشاركة نتائج أبحاثهم مع المجتمع العلمى والعامة.	• يحدد التلاميذ مجموعة متنوعة من الأدوات والتقنيات التى يستخدمها العلماء لجمع المعلومات العلمية اعتماداً على ما قد يريدون معرفته، والظروف التى سيتم فيها جمع البيانات.	يقسم التلاميذ إلى فرق يستخدم كل فريق منها طريقة لتسجيل بيانات الطقس لمدة أسبوعين؛ بحيث يعتمد الفريق الأول على متابعة الأخبار، والثانى يدون ملاحظاته، والثالث يأخذ صور تسجيلية لحالة الطقس اليومية. ويناقش التلاميذ أساليب جمع البيانات وصحتها النسبية، وفائدتها لأغراض مختلفة.
	القيادة والمسئولية Leadership & Responsibility	يتضمن العلم مجموعة من القواعد السلوكية التى يتم مناقشاتها مراراً وعلناً ومعايير للمسئولية الأخلاقية تحدد مرجعية عمل الأخرين، ورسم استنتاجات تستند إلى أدلة، وإدراك إمكانية التحيز، وتجنب سيطرة النفوذ المالى والسياسى، وتصميم أبحاث أمنة وإجرائها، فضلاً عن تطبيق نتائج البحوث على نحو مناسب.	• يصف التلاميذ كيف يتحمل العلم مسئولية ضمان سلامة الأخرين وحقوقهم، ويقدموا أمثلة عن مسئولياتهم الخاصة عند القيام بأنشطة العلوم فى المدرسة.	يزور التلاميذ مزرعة أو حديقة حيوان لبحث المتطلبات الأساسية والجوانب الأخلاقية للاحتفاظ بالحيوانات الحية فى أقفاص بما فى ذلك أماتها، والتعامل معها، والزوار. ويناقش التلاميذ الطرق المناسبة وغير المناسبة للاحتفاظ بالحيوانات فى حجرة الدراسة، وتدوين ذلك فى كتاب نصى مصور.

تقييم مهارات القرن الحادى والعشرين:

حددت شراكة القرن الحادى والعشرين (2009d) P21 إطاراً عاماً لتقييم مهارات القرن الحادى والعشرين تتضمن التأكيد على ما يلى:

- أن يكون التقييم ثرى، ويركز على المعرفة العميقة محكمة البناء.
- تقييم الفهم والاستدلال العلمى.
- اشراك الطلاب فى تقييم عملهم وعمل زملائهم.
- التقييم لمعرفة ما يعرفه الطلاب ويفهمونه، وليس تقييم ما لا يعرفونه.

Doi: 10.12816/0051449

كما حدد "جيليكرز وباستينز وكيرشنر" (2004) Gulikers, Bastiaens & Kirschner خمسة أبعاد للتقييم الحقيقى لمهارات القرن الحادى والعشرين لدى الطلاب، وهى:

- تقديم مهمة حقيقية تتضمن عدد من الأنشطة تتطلب ممارسة احترافية حقيقية لهذه المهارات.
- إعداد البيئة الفيزيقية بما يسمح بممارسة هذه المهارات فى أنشطة فعلية.
- التفاعلات الاجتماعية بين الطلاب تعكس المهارات التى ستطبق فى موقف حقيقى.
- يعكس الأداء الحياة الواقعية، ويشمل مؤشرات متعددة، ومتاحة للأخرين للمراجعة.
- وجود معايير تحدد ما يقيم، وتوضح مستويات الأداء المتوقع.

وتتنوع أدوات تقييم مهارات القرن الحادى والعشرين ما بين التقارير الذاتية، وقوائم التحقق من الأداء، ومقاييس التقدير المتدرجة، واختبارات الاختيار من متعدد، فضلاً عن بطاقات الملاحظة، ويتم اختيار من هذه الأدوات ما يناسب طبيعة المرحلة الدراسية التى تطبق فيها (Lai &Viering, 2012).

وقد اهتم عدد من الدراسات بمهارات القرن الحادى والعشرين من وجهات متعددة، ومنها دراسة "بيل" (2010) Bell التى أوضحت نتائجها فاعلية التعلم القائم على المشروعات فى تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى طلاب المرحلة الثانوية. فى حين عمدت دراسة "أولسن" (2010) Olsen إلى استخلاص نموذج تدريسى يتضمن البيئة، والتخطيط، والتدريس، لتعزيز كفاءة الطلاب فى مهارات القرن الحادى والعشرين. أما دراسة " ديورن وأخرون" Duran, Yaussy & Yaussy (2011) ودراسة "جت" (2011) Gut فقد اهتمتا بتوضيح كيفية دمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى مناهج العلوم وغيرها من المواد الدراسية

لطلاب المرحلة الإعدادية والثانوية والجامعية، وفاعلية ذلك فى تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين.

وقامت دراسة (الباز، ٢٠١٣) بتطوير منهج العلوم للصف الثالث الإعدادى فى ضوء مهارات القرن الحادى والعشرين، فى حين اقترحت دراسة (شلبى، ٢٠١٤) إطاراً لدمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى مناهج العلوم بالتعليم الأساسى فى مصر، أما دراسة (غانم، ٢٠١٤) فقد أوضحت نتائجها فاعلية استراتيجية مقترحة فى تدريس العلوم قائمة على نظرية الذكاءات المتعددة فى تنمية بعض مهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

مشكلة البحث:

بالرغم من أهمية إعداد المواطن الممتلك فهماً عميقاً للمفاهيم العلمية الحاكمة والبينية والمتمكن من مهارات القرن الحادى والعشرين بما يمكنه من التعلم، والعمل، والعيش فى عالم سريع التغير يقوم على العلم والمنافسة، وبالرغم من أن مناهج العلوم من أكثر المناهج التى تلعب دوراً مهماً فى تحقيق ذلك بشكل فعال، فإن عدداً من الدراسات السابقة قد أشار إلى أن هذه المناهج بوضعها الحالى لم تعد كافية لإعداد المتعلم لهذا الغرض. وأكدت جميعها على ضرورة الاهتمام بمهارات القرن الحادى والعشرين وتضمينها فى محتوى مناهج العلوم فى التعليم العام بما يساعد على الرقى بمستوى إعداد المتعلم وبناء شخصيته. (الباز، ٢٠١٣؛ شلبى، ٢٠١٤؛ غانم،٢٠١٤؛ سبحى، ٢٠١٦)

(Sandoval, 2005; Schwarz & White, 2005; Schunn, 2009; Bybee, 2010; Prins, Bulte & Pilot, 2011; Ifenthaler & Seel, 2011; 2013; Merrill, 2013; Ifenthaler, 2014)

وقد دُعمت نتائج هذه الدراسات بما أسفرت عنه نتائج الدراسة الاستطلاعية[١] التى طُبق خلالها اختباراً للمفاهيم الحاكمة والبينية يتكون من (20) مفردة من نوع

[١] ملحق (٦) الدراسة الاستطلاعية.

Doi: 10.12816/0051449

اختيار من متعدد على عينة من تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى، بلغ عددهم (56) تلميذاً وتلميذة فى العام الدراسى 2015/2016، وقد أوضحت نتائجها: ضعف مستوى المفاهيم لدى هؤلاء التلاميذ؛ حيث تراوحت درجاتهم فى هذا الاختبار بين (3-8) درجة من (20) درجة. كما تم ملاحظة أداءات التلاميذ أثناء تنفيذ الأنشطة المرتبطة بمنهج العلوم، ولوحظ تدنى مهارات القرن الحادى والعشرين لديهم.

ومحاولة لمعالجة هذه المشكلة فإن هذا البحث يحاول الإجابة عن السؤال الرئيس التالى:

ما فاعلية وحدة قائمة على مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات(STEAM) فى تنمية المفاهيم الحاكمة والبينية ومهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى؟

وعلى نحو أكثر تحديداً فإن هذا البحث يحاول الإجابة عن الأسئلة التالية:

١) ما مهارات القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى؟

٢) ما فاعلية وحدة قائمة على مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM) فى تنمية المفاهيم الحاكمة والبينية لدى تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى؟

٣) ما فاعلية وحدة قائمة على مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM) فى تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى؟

مصطلحات البحث.

- **مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM:** هو تطوير لمدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM بإضافة مجال الفن Art إليه؛ وذلك على أساس أن الفن

يمثل أداة ممتازة لتنمية الإبداع والابتكار، وإعداد الطلاب لمواجهة الفرص والتحديات فى عالمنا المتغير بما يساعد على الانغماس أكثر فى تعلم العلوم، والتركيز على العمليات والمهارات إلى جانب المعرفة (Bequette& Bequette, 2012).

- **المفاهيم الحاكمة core concepts:** تُعرف بأنها: تلك المفاهيم الرئيسة أو الأفكار الجوهرية التى يتمحور حولها العلم، وتتمثل فى: العلوم الطبيعية، وعلوم الحياة، وعلوم الأرض والفضاء، والهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلم (NRC, 2012).
- **المفاهيم البينية crosscutting concepts:** هى المفاهيم المشتركة بين فروع العلم المختلفة، وتتمثل فى سبعة مفاهيم، وهى: الأنماط، والثبات والتغير، والسبب والنتيجة، والتدريج والكمية والأوضاع، والمادة والطاقة، والأنظمة، والتركيب والوظيفة (NRC, 2012; Sneider, 2013; Penuel & Horne, 2016).
- **مهارات القرن الحادى والعشرين 21 century skills:** تُعرف إجرائياً بأنها: مجموعة المهارات التى يجب أن يمتلكها تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى للتعلم والعيش والعمل فى القرن الحادى والعشرين، وتتمثل فى ثلاث مهارات رئيسة، وهى: التعلم والإبداع، والمعلومات والوسائط والتكنولوجيا، والحياة والمهنة، وتتحدد من خلال الدرجة التى يحصل عليها التلميذ فى بطاقة الملاحظة المعدة لهذا الغرض.

أهداف البحث.

فى ضوء ما تقدم فإن هذا البحث يهدف إلى:

١) تحديد مهارات القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى.

٢) تصميم وحدة قائمة على مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM).

٣) الكشف عن فاعلية وحدة قائمة على مدخل (STEAM) فى تنمية المفاهيم الحاكمة والبينية.

٤) الكشف عن فاعلية وحدة قائمة على مدخل (STEAM) فى تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية هذا البحث فيما يلى:

١) يُقدم وحدة مصممة فى ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM. يمكن الاستفادة منها من قِبل القائمين على إعداد مناهج العلوم فى المرحلة الابتدائية.

٢) يُقدم دليلاً للمعلم لتدريس العلوم فى ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM . يمكن الاستفادة منه وتنفيذه أو تطويره من قِبل القائمين على إعداد مناهج العلوم فى المرحلة الابتدائية.

٣) يُوجه اهتمام القائمين على إعداد مناهج العلوم فى المرحلة الإبتدائية إلى الاهتمام بتنمية المفاهيم الحاكمة والبينية والمهارات التى تمكن تلاميذ هذه المرحلة من التعلم والعيش والعمل فى القرن الحادى والعشرين.

٤) توضيح كيفية دمج مهارات القرن الحادى والعشرين، وتنميتها من خلال مناهج العلوم وتعليمها.

٥) يُمثل إضافة فى بنية المعرفة المتعلقة بتعليم العلوم للمستقبل وتنمية المفاهيم الحاكمة والبينية ومهارات القرن الحادى والعشرين من خلال مدخل STEAM.

حدود البحث:

يقتصر هذا البحث على الحدود التالية:

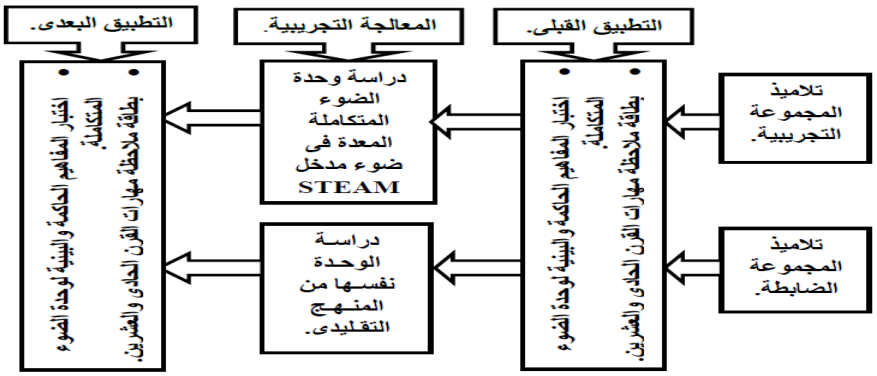
١-تلاميذ الصف الخامس الابتدائى بالفصل الأول من العام الدراسى 2016/2017.

٢-بعض مهارات القرن الحادى والعشرين الملائمة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى، والتى تمثلت فى ثلاث مهارات رئيسة، وهى: التعلم والإبداع، والمعلومات والوسائط والتكنولوجيا، والحياة والمهنة.

٣-وحدة الضوء لتلاميذ الصف الخامس الابتدائى.

منهج البحث وتصميمه.

اعتمد هذا البحث على المنهج شبه التجريبى وتصميم المجموعة الضابطة ذات الاختبار القبلى والبعدى Pre-test post-test control group design. (Kothari, 2004). ويوضح شكل (٤) هذا التصميم:



شكل (٤) تصميم تجربة البحث.

فروض البحث.

يهدف هذا البحث إلى اختبار صحة الفرضين التاليين:

١) لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى المفاهيم الحاكمة والبنية.

٢) لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى مهارات القرن الحادى والعشرين.

عينة البحث.

تمثلت عينة البحث فى عدد (107) تلميذاً وتلميذة من تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى بمدرسة طلعت حرب الإبتدائية المشتركة بإدارة كفر الدوار التعليمية خلال الفصل الأول من العام الدراسى 2016/2017؛ تم توزيعها عشوائياً على مجموعتين؛ بحيث تكونت المجموعة التجريبية من (53) تلميذاً وتلميذة بواقع (25) تلميذًا و(28) تلميذة، والمجموعة الضابطة من (54) تلميذاً وتلميذة بواقع (27) تلميذًا و(27) تلميذة.

مواد المعالجة التجريبية.

تمثلت مواد المعالجة التجريبية فى كل من:

١–قائمة مهارات القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الابتدائى (إعداد الباحثة).

٢–الوحدة المصممة فى ضوء مدخل STEAM، وتشمل: كتاب الطالب ودليل المعلم (إعداد الباحثة).

أدوات البحث:

تمثلت أدوات قياس المتغيرات التابعة وجمع البيانات فى كل من:

١–اختبار المفاهيم الحاكمة والبينية لوحدة الضوء المتكاملة (إعداد الباحثة).

٢–بطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى (إعداد الباحثة).

المعالجة الإحصائية.

أُستخدم فى تحليل البيانات كمياً الأساليب الإحصائية التالية (Muijs, 2004; سليمان، ٢٠٠٧):

١– t-test.

٢-قيمة Cohen's d لتحديد حجم الأثر.

إجراءات البحث.

للإجابة عن أسئلة البحث واختبار صحة فروضه اتبعت الإجراءات التالية:

أولاً: إعداد مواد المعالجة التجريبية.

أ-إعداد قائمة مهارات القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى.

أُعدت قائمة مهارات القرن القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى وفق الخطوات التالية:

١-**تحديد المهارات الرئيسة والفرعية** من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة التى تناولت مهارات القرن الحادى والعشرين. (الباز، ٢٠١٣؛ بن فاطمة، ٢٠١٣؛ ترلينج وفادل، ٢٠١٣؛ شلبى، ٢٠١٤؛ غانم،٢٠١٤)

(P21, 2007; 2009c; Stephanie, 2010; Caliskan, Kumtepe, Aydin & Kumtepe, 2011; NSTA, 2011; Stevens, 2012; The Ontario Public Service, 2016; Chu, Reynolds, Tavares, Notari& Lee, 2017).

٢-**إعداد الصورة الأولية لقائمة مهارات القرن الحادى والعشرين** المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى؛ بحيث تضمنت ثلاث مهارات رئيسة، وعدد من المهارات الفرعية وتحت الفرعية بكل منها، وهى:

- **المهارة الأولى: التعلم والإبداع، وتشمل:**

أ-الإبداع والابتكار، وتتضمن:

- التفكير على نحو ابتكارى.
- العمل بإبداع مع الأخرين.
- تنفيذ الإبتكارات.

ب-التفكير الناقد وحل المشكلات، وتتضمن:

- التفكير بشكل فعال.
- إصدار الأحكام والقرارات.

- حل المشكلات.

ج–التواصل والتعاون، وتتضمن:

- التعاون مع الأخرين.
- التواصل بوضوح.

- **المهارة الثانية: المعلومات والوسائط والتكنولوجيا، وتشمل:**

أ–ثقافة المعلومات، وتتضمن:

- الوصول إلى المعلومات وتقييمها.

ب–ثقافة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ICT، وتتضمن:

- تطبيق التكنولوجيا بفاعلية

- **المهارة الثالثة: الحياة والمهنة، وتشمل:**

أ–المرونة والتكيف، وتتضمن:

- التكيف مع التغير.

ب– المبادرة والتوجيه الذاتى، وتتضمن:

- إدارة الوقت والأهداف.
- العمل مستقلا والتعلم الذاتى.

ج–المهارات الاجتماعية، وتتضمن:

- التعامل بكفاءة مع الأخرين.
- يعمل بفاعلية فى فرق متنوعة الثقافات.

د–الإنتاجية والمساءلة، وتتضمن:

- إدارة المشروعات.
- الوصول إلى نتائج.

هـ–القيادة والمسئولية، وتتضمن:

- يوجه الأخرين ويقودهم.
- يتحمل المسئولية عن الأخرين.

٣-**صياغة العبارات الإجرائية (مؤشرات الأداء)** التى تعبر عن أداءات التلاميذ فى كل مهارة تحت فرعية، وبلغ عددها (٦٥) عبارة.

٤-**عرض القائمة على عدد من المتخصصين**[٢] لتحديد مدى مناسبة المهارات لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى، ومدى ارتباط المهارات الرئيسة بالمهارات الفرعية وتحت الفرعية، ودقة صياغة العبارات، ومدى انتمائها للمهارات التى تُعبر عنها.

٥- **إعداد القائمة فى صورتها النهائية بعد إجراء التعديلات** التى اقترحها السادة المحكمين[٣].

ب-إعداد الوحدة فى ضوء مدخل STEAM:

تم إعداد الوحدة بما تتضمنه من كتاب الطالب ودليل المعلم فى ضوء مدخل STEAM بعد مراجعة الأدبيات السابقة، مثل: (غانم، ٢٠١١؛ أحمد، ٢٠١٦؛ حسانين،٢٠١٦، عبد الفتاح، ٢٠١٦)

(P21, 2008; 2009c; Barbagallo & Reese, 2012; Howes, Kaneva, Swanson & Williams, 2013; Massachusetts Department of Education, 2013; Bardige & Russell, 2014; Mc Guire, 2014; Goslins, Abodeely, Walker & Tower, 2015; Lewis, 2015; STEAM Coordination, 2015; Moroney & Brien, 2017)

وتمثلت إجراءات إعداد الوحدة فى إعداد كل من كتاب الطالب ودليل المعلم وفق ما يلى:

-إعداد كتاب الطالب:

أُعد كتاب الطالب وفق الخطوات التالية:

١-**تحديد الأهداف العامة:** وقد تمثلت هذه الأهداف فيما يلى:

- يكتشف خواص الضوء من خلال التجارب العملية.

---

[٢] ملحق (٥) قائمة المحكمين.

[٣] ملحق (١) قائمة مهارات القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى.

- يفسر تكون الظل.
- يفسر رؤية الأجسام المعتمة بألوان مختلفة.
- يقارن بين الأجسام الشفافة والمعتمة بتجارب عملية.
- يكتشف العلاقة بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات.
- يمارس مهارات التفكير العلمى والهندسى.
- يمارس أساليب التعلم الذاتى والعمل بروح الفريق وتقبل الأخرين.
- يفكر تفكيراً ابتكارياً.
- يفكر تفكيراً ناقداً.
- يحل المشكلات.
- يعمل بإبداع مع الأخرين.
- ينفذ الابتكارات التى يخطط لها.
- يتعاون مع الأخرين ويتواصل معهم بوضوح.
- يصل إلى المعلومات ويستخدمها ويديرها.
- يتكيف مع الأخرين بمرونة.
- يدير الوقت بنجاح.
- يعمل مستقلا وفى فريق بالكفاءة ذاتها.
- يوجه الأخرين ويتحمل المسئولية معهم.

٢ –تحديد المفاهيم الحاكمة والبينية المضمنة بوحدة الضوء المتكاملة: فى ضوء أهداف الوحدة السابق تحديدها، تم تحديد المفاهيم الحاكمة والبينية، ويوضح جدول (٤) هذه المفاهيم:

جدول (٤): المفاهيم الحاكمة والبينية المضمنة بوحدة الضوء المتكاملة.

المفاهيم البينية	العلوم	التكنولوجيا	الهندسة	الفنون	الرياضيات
-السبب والنتيجة -الأنماط. -الأوضاع. -المادة والطاقة. -التركيب والوظيفة. -الأنظمة. -الثبات والتغير.	-مفهوم الضوء وخصائصه. -الظل. -انعكاس الضوء. -انكسار الضوء. -ألوان الطيف. -رؤية الأجسام الملونة. -رؤية الأجسام الشفافة ونصف الشفافة. -رؤية الأجسام المعتمة. -الاستقصاء.	-اختيار الأدوات واستخدامها بدقة وكفاءة. -الوصول إلى المعلومات وتقييمها. -استخدام المعلومات وإدارتها.	-التصميم الهندسي. -النمذجة. -الإبداع. -التصور البصرى. -حل المشكلة.	-الإبداع. -التصور البصرى. -عروض دمى الظل. -الرسم والتلوين بالظل والنور. -خلط الألوان.	-حل المشكلة. -النمذجة الرياضية. -الدقة والقياس. -مساحة الدائرة. -الزاوية وأنواعها. -قياس الزاوية.

٣-**إعداد المحتوى العلمى:** بناءً على ما تضمنته الوحدة من مفاهيم وفى ضوء الأهداف العامة السابق الإشارة إليها.

٤-صياغة الأهداف التفصيلية (السلوكية).

٥-**إعداد الأنشطة والتدريبات وأوراق العمل:** ومن أمثلة هذه الأنشطة: البحث والتقصى، والملاحظة، والاستكشاف، وتصميم تجارب وتنفيذها، وتحديد مشكلات، وتصميم هندسى، وكتابة تقارير، وعروض تقديمية، ورسم وتلوين، وتصميم نماذج، وعروض فنية بدمى الظل، وقياس ومقارنة، وعمل مجلات مصورة وملصقات، واكتشاف الأنماط وإكمالها، والاشتراك فى جدل علمى بالأدلة، ورسم خرائط مفاهيمية، واستدلال عقلى، وقراءة جداول، وحل مشكلات، وغيرها.

٦-**صياغة الدروس:** اشتملت صياغة الدروس على:

- عنوان الدرس.

Doi: 10.12816/0051449

- أهداف الدرس.
- المفاهيم الحاكمة والبينية المضمنة بالدرس.
- مهارات القرن الحادى والعشرين المضمنة بالدرس، والمستقاة من القائمة السابق إعدادها للمهارات المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الابتدائى.
- عرض المحتوى وما يتضمنه من أنشطة وتدريبات.
- ملخص الدرس.

٧-**تحديد أساليب التقييم:** تنوعت أساليب التقييم القائم على مدخل STEAM بحيث يكون بنائى (تكوينى) ونهائى. وتشمل: اختبارات، وملاحظة، وقوائم التحقق، واختبارات أداء، كما تشمل أيضاً اختبارات عملية وشفوية وتحريرية. ويقيس الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية. ويتضمن أيضاً تقييم المعلم، وتقييم ذاتى، وتقييم أقران. وتنوعت أيضاً الأسئلة بين أسئلة مقالية وموضوعية، فضلاً عن عروض تقديمية، ومشروعات، وأبحاث، وأوراق عمل، وكتابة مقالات.

-إعداد دليل المعلم.

أُعد دليل المعلم فى ضوء مدخل STEAM وكتاب الطالب الذى تم إعداده، بحيث تضمن ما يلى:

- الفلسفة التى أعد فى ضوئها الدليل.
- الأهداف العامة والتفصيلية.
- المفاهيم الحاكمة والبينية التى تضمنها وحدة الضوء المتكاملة.
- مهارات القرن الحادى والعشرين التى تتضمنها وحدة الضوء المتكاملة.
- استراتيجيات التدريس وأنشطة التعليم والتعلم: فى ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات فقد تنوعت استراتيجيات التدريس المستخدمة فى المقرر المقترح، ومنها: الاستقصاء، والمناقشة المفتوحة، والتعلم التعاونى، وعروض فيديو، وعروض تقديمية، والتعلم الذاتى، والعصف الذهنى، والمشروعات، والنمذجة، والمحاضرة.

- الأدوات والمواد المساعدة: تنوعت الأدوات والمواد المساعدة، مثل: عدسات ومرايا، وحوائل خشبية، ومنشور ثلاثى، وشموع، ومسطرة مدرجة، وأقلام ملونة، وصناديق كرتونية، وورق كلك، صور ملونة، وأقراص ضوئية، ومناديل ورقية، وألواح زجاجية بيضاء وملونة، ومصباح كهربى، وورق مقوى، ومنقلة وفرجار ومثلث هندسى، وأوراق رسم، وأوراق أعمال، وزجاجات ملونة، وأشكال هندسية ومجسمات، وغيرها.
- عرض تخطيط الدروس المضمنة بوحدة الضوء المتكاملة؛ بحيث تضمن كل درس ما يلى:
  - عنوان الدرس.
  - أهداف الدرس.
  - المفاهيم الحاكمة والبينية المضمنة بالدرس.
  - مهارات القرن الحادى والعشرين المضمنة بالدرس.
  - الأدوات المستخدمة.
  - الأسئلة المبدئية.
  - إجراءات السير فى الدرس وما يتضمنه من أنشطة وتدريبات وأوراق عمل.
  - ملخص الدرس.
  - التقييم.
  - عرض نماذج لأدوات التقييم التى قد يستخدمها المعلم لتقييم تعلم التلاميذ.
  - عرض أوراق العمل.

-**ضبط الوحدة:** عُرضت الوحدة والتى تشتمل على: كتاب الطالب ودليل المعلم فى صورتها الأولية على عدد من المتخصصين فى المجال[٤]، وقد وافق جميعهم عليها مع إجراء بعض التعديلات فى صياغة الأهداف وفى الأنشطة، وبذلك أصبحت الوحدة فى صيغتها النهائية[٥] القابلة للتطبيق.

ثانياً: إعداد أدوات قياس المتغيرات التابعة وجمع البيانات:

أ-إعداد اختبار المفاهيم الحاكمة والبينية لوحدة الضوء المتكاملة.

أُعد اختبار المفاهيم الحاكمة والبينية وفق الخطوات التالية:

١-**تحديد الهدف من الاختبار**، وهو قياس مستوى المفاهيم الحاكمة والبينية حول وحدة الضوء المتكاملة لدى تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى.

٢-**تحديد محاور الاختبار**، والتى تمثلت فى: مفهوم الضوء وخصائصه، وانعكاس الضوء، وانكسار الضوء، ورؤية الأجسام الملونة.

٣-**صياغة مفردات الاختبار** فى صورة أسئلة اختيار من متعدد ذات البدائل الأربعة.

٤-**صياغة تعليمات الإجابة عن الاختبار.**

٥-**تحديد صدق الاختبار**، حيث عُرض الاختبار على عدد من المتخصصين[٦] بغرض التعرف على صدق المحتوى، ثم إجراء ما أبدوه من تعديلات.

٦-**تطبيق الاختبار على عينة مماثلة لعينة البحث لتقنينه** بلغ عددها (50) تلميذاً وتلميذة بالصف الخامس الإبتدائى بمدرسة طلعت حرب الإبتدائية

---

[٤] ملحق (٥) قائمة المحكمين.

[٥] ملحق (٢) وحدة الضوء المتكاملة (كتاب الطالب ودليل المعلم) فى ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات.

[٦] ملحق (٥) قائمة المحكمين.

المشتركة بإدارة بندر كفر الدوار التعليمية، ووجد أن معامل ثبات الاختبار بطريقة كيودر ريتشاردسون يساوى (0.87) وتراوحت معاملات سهولة مفردات الاختبار المصححة من أثر التخمين بين (0.3-0.82)، فى حين تراوحت معاملات التميزية بين (0.26-0.85) وبلغ زمن الإجابة عن الاختبار (70) دقيقة.

٧-**تكون الاختبار فى صورته النهائية**[٧] من (53) مفردة، ويوضح جدول (٥) مواصفات اختبار المفاهيم الحاكمة والبينية لوحدة الضوء المتكاملة.

جدول (٥) مواصفات اختبار المفاهيم الحاكمة والبينية لوحدة الضوء المتكاملة.

البعد	عدد الأسئلة	مستوى السؤال					الدرجة	النسبة المئوية
		تذكر	فهم	تطبيق	تحليل	تركيب		
مفهوم الضوء وخصائصه	16	1, 4, 8, 34	2, 5, 10, 13, 48, 49	7, 9, 12, 46	14	50	16	30.19
انعكاس الضوء	15	18	16, 45, 47	15, 17, 19, 30	20, 23, 35, 44	36, 37, 38	15	28.3
انكسار الضوء	10	21	3, 22, 24, 25, 43	51	52	41, 42	10	18.87
رؤية الأجسام الملونة	12	32	6, 27, 31, 33, 40	29, 11, 53	26	28, 39	12	22.64
المجموع	53	7	19	12	7	8	53	100

ب-إعداد بطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين:

أُعدت بطاقة ملاحظة مهارات القرن القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى وفق الخطوات التالية:

[٧] ملحق (٣) اختبار المفاهيم الحاكمة والبينية.

Doi: 10.12816/0051449

١-**تحديد الهدف من البطاقة:** والذى تمثل فى قياس مهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى؛ لتحديد فاعلية الوحدة المقترحة فى ضوء مدخل STEAM فى تنمية هذه المهارات.

٢-**تحديد أبعاد البطاقة:** حُددت أبعاد البطاقة فى ضوء قائمة مهارات القرن الحادى والعشرين التى تم إعدادها، وتمثلت أبعاد البطاقة فى ثلاث مهارات رئيسة بكل منها مهارات فرعية وتحت فرعية والسابق الإشارة إليها فى قائمة المهارات.

٣-**تحديد مقياس التقدير المتدرج للأداء:** تمثل مقياس التقدير فى: يمارس المهارة دائمًا (خمس درجات)، عادة (أربع درجات)، أحياناً (ثلاث درجات)، نادراً (درجتان)، أبداً (درجة واحدة)، وبهذا تكون الدرجة العظمى للبطاقة (325) درجة، والصغرى (65) درجة.

٤-**صدق البطاقة:** عُرضت البطاقة فى صورتها الأولية على مجموعة من المتخصصين[٨]، وذلك للتحقق من صدق المحتوى، ووضوح التعليمات، وإمكانية استخدامها فى قياس مهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى.

٥-**التجريب الاستطلاعى للبطاقة:** طُبقت البطاقة فى صورتها الأولية على عينة من تلاميذ الصف الخامس الإبتدائى بلغ عددها (30) طالبًا وطالبة، وذلك بالاستعانة بإحدى معلمات العلوم بمدرسة طلعت حرب الإبتدائية المشتركة بإدارة بندر كفر الدوار التعليمية.

٦-**حساب الاتساق الداخلى لبطاقة الملاحظة:** حُسب الاتساق الداخلى لبطاقة الملاحظة عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجات التلاميذ فى كل بعد من أبعاد البطاقة والدرجة الكلية، والتى جاءت جميعها دالة

[٨] ملحق (٥) قائمة المحكمين.

عند مستوى (0.01) مما يدل على ارتفاع الاتساق الداخلى لبطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين. ويوضح جدول (٦) هذه النتائج.

جدول (٦) : نتائج حساب الاتساق الداخلى لبطاقة الملاحظة.

البعد	الدرجة الكلية
التعلم والإبداع	0.968**
المعلومات والوسائط والتكنولوجيا	0.733**
الحياة والمهنة	0.981**

*** (p < 0.01)*

٧-**ثبات البطاقة:** حسب الثبات الداخلى لبطاقة الملاحظة عن طريق حساب معامل "ألفا كرونباخ" وبلغ معامل الثبات (0.91) (McCoach, Gabel & Madura, 2013). كما تم حساب معامل ثبات البطاقة بحساب نسبة الاتفاق باستخدام معادلة "كوبر" (طعيمة، ٢٠٠٤) ـ بين تقييم الباحثة وتقييم المعلمة، وبلغت نسبة الاتفاق (97.32%)، مما يدل على أن البطاقة تتمتع بدرجة عالية من الثبات.

٨-**الصورة النهائية للبطاقة:** بعد تحديد صدق البطاقة وثباتها، أصبحت جاهزة فى صورتها النهائية القابلة للتطبيق[٩].

ثالثاً: تنفيذ تجربة البحث.

١-التطبيق القبلى لأدوات قياس المتغيرات التابعة الخاصة بتجربة البحث. أجرت الباحثة التطبيق القبلى لأدوات القياس على أفراد عينة الدراسة، وذلك فى 24/9-26/9/2016 قبل بدء دراسة الوحدة؛ وحللت البيانات باستخدام برنامج SPSS(16)، وجاءت النتائج كما هو مبين بجدول (٧):

[٩] ملحق (٤) بطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين.

Doi: 10.12816/0051449

جدول (٧) دلالة الفرق بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية وتلاميذ المجموعة الضابطة فى التطبيق القبلى لاختبار المفاهيم الحاكمة والبينية وبطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين.

المتغير	المجموعة التجريبية			المجموعة الضابطة			قيمة "t"
	n	mean	SD	n	mean	SD	
المفاهيم الحاكمة والبينية	53	14.076	3.447	54	13.926	3.273	0.23
مهارات القرن الحادى والعشرين ككل	53	85.906	10.726	54	86.926	11.476	-0.475
المهارة الأولى: التعلم والإبداع	53	33.491	3.614	54	34.278	3.616	-1.126
المهارة الثانية: المعلومات والوسائط والتكنولوجيا	53	10.679	1.603	54	10.519	1.767	0.493
المهارة الثالثة: الحياة والمهنة.	53	41.679	6.321	54	42.129	6.670	-0.358

**t at p <(0.05, 105)=1.960*

يتضح من جدول (٧) أن قيم t غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يدل على عدم وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين مجموعتى الدراسة قبلياً؛ أى أنها تدل على وجود تكافؤ بين المجموعتين التجريبية والضابطة فى كل من: المفاهيم الحاكمة والبينية، ومهارات القرن الحادى والعشرين قبل المعالجة التجريبية.

٢–بدأ التدريس فى 27/9/2016 وانتهى فى 17/10/2016.

٣–تم تطبيق أدوات قياس المتغيرات التابعة بعدياً على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى الفترة من 18/10/2016وحتى 20/10/2016، وقد تم تقييم التلاميذ فى مهارات القرن الحادى والعشرين فى ثلاثة مواقف (أنشطة) متتالية بملاحظة الأداء باستخدام بطاقة الملاحظة المعدة لهذا الغرض.

رابعاً: إجراءات ما بعد التجربة.

١–رصد درجات التلاميذ فى اختبار المفاهيم الحاكمة والبينية، وبطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين.

٢–معالجة البيانات إحصائياً ببرنامج SPSS (16) وعرض النتائج وتفسيرها.

عرض النتائج ومناقشتها.

أولاً: نتائج الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث.

تمثل السؤال الأول من أسئلة البحث فى: ما قائمة مهارات القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى، وقد تمت الإجابة عن هذا السؤال على النحو الموضح بإجراءات البحث، وتمثل قائمة مهارات القرن الحادى والعشرين المناسبة لتلاميذ الصف الخامس الإبتدائى المرفقة بملحق (١) الإجابة عن هذا السؤال.

ثانياً: نتائج الإجابة عن السؤال الثانى من أسئلة البحث.

يلخص جدول (٨) نتائج t-test للمقارنة بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية، وتلاميذ المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار المفاهيم الحاكمة والبينية.

جدول (٨) دلالة الفرق بين متوسطى تلاميذ المجموعة التجريبية وتلاميذ المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار المفاهيم الحاكمة والبينية لوحدة الضوء المتكاملة.

المتغير	المجموعة التجريبية			المجموعة الضابطة			قيمة "t"	Cohen's d
	n	mean	SD	n	mean	SD		
المفاهيم الحاكمة والبينية	53	46.642	3.051	54	14.574	3.219	52.865*	10.23

t at p <(0.01,105)=2.576

يتضح من جدول (٨) أن قيم t دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01)، مما يشير إلى رفض الفرض الصفرى الأول الذى ينص على أنه: "لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى المفاهيم الحاكمة والبينية". ومن ثم قبول الفرض البديل الذى ينص على أنه: "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى المفاهيم الحاكمة والبينية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية".

أى أنه يمكن القول أن الوحدة المقترحة فى ضوء مدخل STEAM قد أدت إلى تنمية المفاهيم الحاكمة والبينية لدى تلاميذ المجموعة التجريبية. كما يتضح أيضاً من جدول (٨) أن قيمة Cohen's d أكبر من الواحد الصحيح مما يدل على أن للوحدة المقترحة أثر كبير فى تنمية المفاهيم الحاكمة والبينية لدى تلاميذ المجموعة التجريبية (Muijs, 2004)[١٠].

ثالثاً: نتائج الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث.

يلخص جدول (٩) نتائج t-test للمقارنة بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية، وتلاميذ المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدى لبطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين.

جدول (٩) دلالة الفرق بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية وتلاميذ المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدى لبطاقة ملاحظة مهارات القرن الحادى والعشرين.

المتغير	المجموعة التجريبية			المجموعة الضابطة			قيمة "t"	Cohen's d
	n	mean	SD	n	mean	SD		
مهارات القرن الحادى والعشرين ككل	53	236.57	9.128	54	92.722	9.374	80.399*	15.55
التعلم والإبداع	53	98.943	4.947	54	36.128	2.888	80.384*	16.03
المعلومات والوسائط والتكنولوجيا	53	24.491	1.846	54	13.093	1.186	38.067*	7.518
الحياة والمهنة.	53	113.13	4.01	54	43.5	5.926	71.049*	14.016

**t at p <(0.01, 105)=2.576*

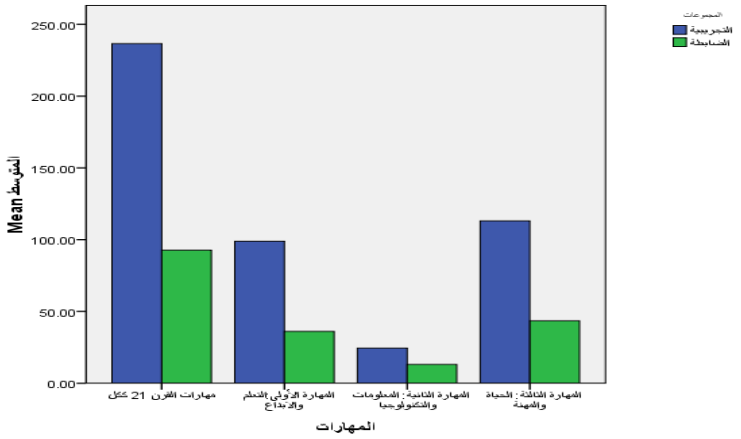
[٩] تتوزع القيم وفق ما يلى:

d, 0-0.2=weak effect, 0.21-0.5=modest effect, 0.51-1= moderate effect, >1=strong effect

يتضح من جدول (٩) أيضاً أن قيمة t دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01)، مما يشير إلى رفض الفرض الصفرى الثانى الذى ينص على أنه: "لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (0.05) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى مهارات القرن الحادى والعشرين". ومن ثم قبول الفرض البديل الذى ينص على أنه: "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى مهارات القرن الحادى والعشرين لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية".

أى أنه يمكن القول أن الوحدة المقترحة قد أدت إلى تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ المجموعة التجريبية. كما يتضح أيضًا من جدول (٩) أن قيمة Cohen's d أكبر من الواحد مما يدل على أن للوحدة المقترحة أثر كبير فى تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

ويوضح شكل (٥) نتائج المقارنة بين متوسطات تلاميذ المجموعة التجريبية والضابطة فى مهارات القرن الحادى والعشرين موضع البحث.



شكل (٥) نتائج المقارنة بين متوسطات تلاميذ المجموعة التجريبية والضابطة فى مهارات القرن الحادى والعشرين موضع البحث.

وتتفق هذه النتائج مع ما أسفرت عنه نتائج كل من (الباز، ٢٠١٣؛ غانم، ٢٠١٤) و (Bell,2010; Duran, Yaussy& Yaussy, 2011; Gut, 2011).

أى أنه يمكن القول أن الوحدة القائمة على مدخل STEAM قد أدت إلى تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائى عينة البحث؛ لأنها قد نمت لديهم القدرة على كل من: الإبداع والابتكار، والتواصل والتعاون، وثقافة المعلومات، وثقافة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والمرونة والتكيف، والمبادرة والتوجيه الذاتى، والمهارات الاجتماعية، والإنتاجية والمسائلة، والقيادة والمسئولية من خلال تمكينهم من:

- استخدام أساليب متنوعة لابتكار أفكار جديد ة تتميز بالأصالة، وتحليلها وتنفيذها وتقييمها.
- بناء فهمهم العلمى الخاص، وتطوير مهاراتهم العلمية عن طريق طرح الأسئلة العلمية، وتصميم الاستقصاءات وتنفيذها، وتقديم تفسيرات علمية قائمة على أدلة من خلال ملاحظاتهم.
- مناقشة هذه التفسيرات مع الأخرين.
- تطبيق المعرفة المتعلمة فى مواقف جديدة مشابهة.
- يحلل الأدلة ويقيمها، ويتوصل لاستنتاجات اعتماداً على هذا التحليل.
- يحل أنواع مختلفة من المشكلات بطرق إبداعية، ويختار استراتيجية حل تناسب المشكلة.
- التعاون مع الزملاء المختلفين فى التوجهات والطباع بفاعلية لتحقيق هدف مشترك محترماً القواعد ونظام العمل المتفق عليه داخل المجموعة.
- استخدام الاتصال لتحقيق أهداف متنوعة والتعبير عن أفكارهم باستخدام مهارات الاتصال اللفظى وغير اللفظى فى سياقات متنوعة.
- استخدام الوسائط والتكنولوجيا للتعبير عن أفكارهم ونتائج أعمالهم.
- قراءة المعلومة فى أشكالها المختلفة: رسوم، جداول، صور، نصوص، وغيرها.

- الوصول إلى المعلومات المطلوبة بكفاءة الوقت وفاعلية المصدر، وإدارتها ودمجها وتقييمها.
- استخدام المعلومات بشكل دقيق وإبداعى فى حل مشكلة أو مسألة تطبيقية.
- التكيف بفاعلية مع الأدوار والمسئوليات والمهام المطلوبة منهم وسياقاتها المختلفة، معتمدين على أنفسهم ومتحملين للمسئولية لإنجاز المهام دون إشراف مباشر.
- تنفيذ مهام متعددة، وإدارة المشروعات بفاعلية.
- تطبيق عمليات، واستخدام أدوات مناسبة لاتمام مهمة أو الوصول إلى ناتج مع الاهتمام بالسلامة الشخصية أثناء العمل.
- العمل بمبدأ الجد والاجتهاد والتصرف بمسئولية عند قيادة مجموعة أو فريق مستثمرين نقاط قوة الأخرين لتحقيق هدف مشترك.
- استخدام مهارات شخصية للتأثير فى الأخرين وتوجيههم نحو الهدف والتصرف بمسئولية نحو اهتمامات المحيطين بهم.

وقد يرجع السبب فى فاعلية الوحدة القائمة على مدخل STEAM فى تنمية كل من: المفاهيم الحاكمة والبينية، ومهارات القرن الحادى والعشرين لدى التلاميذ ـ عينة البحث . إلى أنه قد رُوعى فى تصميمها وتنفيذها عدة جوانب قد تكون أسهمت مجتمعة فى وجود هذه الفاعلية لها، وتتمثل هذه الجوانب فيما يلى:

أ-من حيث الفلسفة التى بنيت فى ضوئها الوحدة:

حيث إن الوحدة المقترحة قد تم إعدادها فى ضوء مدخل STEAM فقد ركزت الفلسفة العامة للوحدة على:

- إبراز العلاقات التفاعلية والتكاملية بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات لتنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية الحاكمة والبينية وممارسة مهارات القرن الحادى والعشرين.
- إطلاق طاقات الإبداع والابتكار لدى الطلاب.

- إعداد الطلاب لمواجهة تحديات العالم سريع التغير.
- تحسين تدريس العلوم وتعلمها فى مراحل التعليم قبل الجامعى.
- زيادة التحصيل الأكاديمى وفرص التعلم للطلاب.
- تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى الطلاب، مثل: التفكير الإبداعى وحل المشكلات، والاتصال، والتعاون، ومهارات الحياة والمهنة.
- ربط ما يتعلمه الطلاب بالحياة اليومية.
- تنمية مهارات التعلم طويل المدى والتعلم مدى الحياة.

ب–من حيث أهداف الوحدة:

رُوعى فى صياغة الأهداف ما يلى:

- بناء شخصية الطالب بشكل متكامل وإكسابه المهارات التى تؤهله للتعلم والعمل والعيش فى القرن الحادى والعشرين.
- تمحور أهداف الوحدة المقترحة حول كل من: فهم المفاهيم الحاكمة والبينية، وممارسة مهارات الاستقصاء وعمليات التصميم الهندسى والعلمى، ومهارات القرن الحادى والعشرين.
- وضوح الأهداف وإعلام الطلاب بها قبل بدء الدراسة.

ت–من حيث المحتوى وتنظيمه:

رُوعى فى اختيار محتوى الوحدة المقترحة وتنظيمه ما يلى:

- تضمين محتوى الوحدة المفاهيم الحاكمة للضوء، والمفاهيم البينية بين مجالات العلوم الخمسة والعلاقات الرابطة بينها.
- محتوى متعدد التخصصات، ومتكامل، يتضمن خبرات عميقة ومترابطة.
- يتيح للطالب فرصة دراسة المشكلة وحلها بنفسه.
- ربط المفاهيم المضمنة بالوحدة ببعضها البعض وعرضها فى تتابع يتفق مع فلسفة إعدادها.

- عمق المفاهيم المضمنة بالمحتوى بالشكل الذى يناسب إعداد التلاميذ فى المرحلة الإبتدائية.
- ربط المفاهيم المضمنة بالوحدة بسياق الحياة اليومية والمجتمعية والمشكلات ذات الصلة.
- تصميم المعرفة وعرضها بشكل يخاطب القدرات العقلية للتلاميذ، وبهذا كان يُعمل الطلاب عقولهم بصورة مستمرة وعلى مستويات متباينة.
- يتضمن مهارات القرن الحادى والعشرين.

ث-من حيث التدريس:

رُوعى عند اختيار استراتيجيات التدريس وأنشطة التعليم والتعلم، وتنفيذها ما يلى:

- تشجيع التفاعل بين المعلم والتلاميذ، سواء داخل غرفة الصف أو خارجها، مما شكل عاملاً مهماً فى إشراك المتعلمين وتحفيزهم للتعلم، وجعلهم يفكرون فى ما يتعلمونه.
- تشجيع التعاون بين التلاميذ؛ فالتعلم يتعزز بصورة أكبر عندما يكون على شكل جماعى، فالتدريس الجيد مثل العمل الجيد يتطلب التشارك والتعاون، وليس التنافس والإنعزال، فضلاً عن أن التعاون فى تنفيذ المهام يسهم فى اكتسابهم مهارات القرن الحادى والعشرين.
- تشجيع التعلم النشط؛ فقد وجد أن المتعلمين لا يتعلمون فقط من خلال الإنصات وكتابة المذكرات، وإنما من خلال التحدث، والكتابة عما يتعلمونه، وربطها بخبراتهم السابقة، وتطبيقها فى حياتهم اليومية والتوصل إلى المعلومات بأنفسهم، وفضلاً عن ذلك فالتعلم النشط يجعل المتعلم يمتلك للمبادأة وتحمل المسئولية والعمل بمبدأ الجد والاجتهاد.

- تقديم تغذية راجعة سريعة؛ لأن معرفة التلاميذ بما يعرفونه وما لا يعرفونه تساعدهم على فهم طبيعة معارفهم وتقييمها، فالمتعلمون بحاجة إلى أن يتأملوا ما تعلموا، وما يجب أن يتعلموا، وتقييم ما تعلموا.
- توفير وقتاً كافياً لممارسة الأنشطة والتعلم؛ إذ أن التعلم بحاجة إلى وقت كاف، كما أن المتعلمين بحاجة إلى تعلم مهارات إدارة الوقت، حيث إن مهارة إدارة الوقت عامل مهم فى التعلم.
- الممارسات التدريسية الفعالة التى تراعى الذكاءات المتعددة، وأنماط التعلم المتنوعة.
- الأنشطة المتكاملة المتنوعة؛ بحيث تضمنت أنشطة متكاملة إبداعية علمية وتكنولوجية وهندسية وفنية ورياضية تركز على كل من: المحتوى، والعمليات، والمخرجات، والبيئة. وتتميز هذه الأنشطة بكونها:

-ترتكز على الاستقصاء، والبحث، وحل المشكلات.

-تحفز طرق التفكير العلمى والهندسى والرياضى والفراغى.

-تحقق استقلالية المتعلم وفعاليته ونشاطه المستمر فى أداء الأنشطة التعليمية والتقويم الواقعى والذاتى.

-تركز على التصميم وابتكار النماذج والإبداع.

-متنوعة المستويات وتراعى قدرات التلاميذ وسرعتهم فى التعلم.

-فردية، وجماعية، تنفذ داخل المدرسة وخارجها، مثل: إجراء تجارب، وتصميم نماذج، وعمل عروض فنية، ورسوم توضيحية، وإعداد بحوث، ومعالجة البيانات، وعرض النتائج وتبادل الأفكار، وتقييم مصداقية مصادر المعلومات والبيانات، وجمع مقالات وصور، والاشتراك فى جدل علمى مدعم بالأدلة، واكتشاف الأنماط، وقياسات رياضية، وغيرها.

-تعتمد على الفضول العلمى، وإنجاز المهام.

- التركيز على ممارسة التلاميذ مهارات القرن الحادى والعشرين، مثل: التعلم والإبداع، والمعلومات والوسائط والتكنولوجيا، و الحياة والمهنة.
- تنوع استراتيجيات التدريس المستخدمة، مثل: المناقشة التى يقودها المعلم بتوجيهات وتلميحات لتعديل الأفكار والآراء لتكون فى ضوء أدلة علمية، وحل المشكلات، والاستقصاء، والعصف الذهنى، والنمذجة، وغيرها.
- الاهتمام بما يطرحه التلاميذ من تساؤلات واستفسارات حول المفاهيم موضع الدراسة، وتوجيههم نحو الوصول لإجابة عنها، وإتاحة الفرصة لهم لاستنتاج المعرفة بأنفسهم.
- اعتماد استراتيجيات التدريس المستخدمة على جهد كبير من جانب المتعلم، وتحمله مسئولية تعلمه، مثل: التعلم القائم على الاستقصاء، والتعلم الذاتى، والعروض، والتعلم التعاونى وغيرها.
- بيئة التعلم التى سادها جو من الديمقراطية يسمح للتلميذ بالإدلاء برأيه والتناقش فيه بموضوعية وعلمية، واحترام كل أفكار التلاميذ وآرائهم المتنوعة وتقديرها واحترام التلاميذ بعضهم البعض ومشاركة الأفكار والتواصل بفاعلية ودقة مع الأخرين.
- ربط المفاهيم بمظاهر الحياة اليومية ذات الصلة أتاح للتلاميذ فرصة التفاعل الاجتماعى مع بعضهم البعض، والتشارك فى تحديد المشكلات، ودراسة البدائل وتقييمها، واختيار البديل الأفضل، وإصدار أحكام، وغيرها.
- تحديد التعلم القبلى للتلاميذ قبل البدء فى التدريس والبناء عليه، ثم إجراء تقييم بعدى فى ختام كل درس للتحقق من مدى تحقق الأهداف المعلنة فى البداية.
- استخدام تكنولوجيا ومصادر تعلم أساسية، ومتنوعة، وتستخدم فعلياً، وتناسب الموقف التعليمى وتوظف لخدمته سواءً من قبل المعلم أم التلاميذ.
- تشجيع التلاميذ على تحليل أهداف المهمات العلمية وتنفيذها مع فريق العمل.
- تنمية قدرة التلاميذ على تفسير المعلومات من المجالات الخمسة بشكل تكاملى.

- توفير الفرص للتلاميذ لتطبيق المفاهيم المتعلمة فى سياقات جديدة.
- إتاحة الفرصة للتلاميذ لممارسة القراءة النقدية للمعلومات، ودمج مصادر المعلومات المتعددة وتقييمها.
- الاعتماد على أدوات القرن الحادى والعشرين فى التدريس، مثل: البرمجيات، والوسائط المتعددة، وشبكات الويب، والبريد الإلكترونى، والتواصل الاجتماعى، وعروض الفيديو، وغيرها قد يكون أسهم فى تعميق فهم التلاميذ للمفاهيم المتعلمة، وتنمية مهارات استخدام التكنولوجيا وتطبيقها بفاعلية.

ج–من حيث التقييم:

- رُوعى فى اختيار أساليب التقييم وتنفيذها ما يلى:
- يكون التقييم بنائى (تكوينى) ونهائى.
- يكون تقييم حقيقى.
- يستخدم أدوات متنوعة، مثل: اختبارات، وملاحظة، وقوائم التحقق، وغيرها.
- يتضمن اختبارات عملية وشفوية وتحريرية.
- يتنوع ما بين أسئلة مقالية وموضوعية، وعروض تقديمية، ومشروعات، وأبحاث، وأوراق عمل، وكتابة مقالات.
- يقيس كل من المفاهيم والمهارات.
- يشمل تقييم كل من المتعلم والمعلم.
- يقوم به المعلم، وتقييم ذاتى، وتقييم أقران.
- ارتباط التقييم بالأهداف التى سعى المقرر لتحقيقها.
- التقييم من أجل تحديد الأخطاء ونقاط الضعف عند التلاميذ وتعديل ما يجب أن يتم تعديله.

التوصيات.

فى ضوء ما أسفرت عنه نتائج هذا البحث يُوصى بما يلى:

١) تطوير مناهج العلوم فى المرحلة الإبتدائية فى ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات.

٢) تدريب المعلمين على التدريس وفق مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات.

٣) أن يكون إعداد الطلاب للتعلم والعيش والعمل فى القرن الحادى والعشرين هدفاً أساسياً لتعليم العلوم فى المراحل الدراسية المختلفة.

٤) الاهتمام بإكساب الطلاب مهارات القرن الحادى والعشرين من خلال تعليم العلوم.

٥) التركيز على تعليم المفاهيم الحاكمة والبينية، وإتاحة الفرصة للتلاميذ لممارسة عمليات التصميم الهندسى والعلمى وتنمية مهاراتهم بالقدر نفسه.

المقترحات.

يُقترح إجراء البحوث التالية بوصفها امتدادًا لهذا البحث:

١) تطوير مناهج العلوم فى المرحلة الابتدائية فى ضوء مدخل STEAM.

٢) بحث فاعلية مدخل STEAM فى تنمية عمليات التصميم العلمى والهندسى، والتفكير الابتكارى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٣) تطوير تعليم العلوم من رياض الأطفال وحتى المرحلة الثانوية فى ضوء متطلبات التعلم والعيش والعمل فى القرن الحادى والعشرين.

المراجع

أحمد، هبة فؤاد.(٢٠١٦). فاعلية تدريس وحدة فى ضوء توجهات STEM لتنمية مهارات حل المشكلة والاتجاه نحو دراسة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية. *مجلة التربية العلمية، ١٩* (٣)، ١٢٩–١٧٦.

الباز، مروة محمد محمد.(٢٠١٣). تطوير منهج العلوم للصف الثالث الإعدادى فى ضوء مهارات القرن الواحد والعشرين. *مجلة التربية العلمية،١٦* (٦)، ١٩١–٢٣٢.

بن فاطمة، محمد.(٢٠١٣). *وحدة تدريبية (تكوينية) فى مجال كفايات القرن الحادى والعشرين*. المركز الوطنى للتكنولوجيات فى التربية. وزارة التربية، الجمهورية التونسية.

ترلينج، بيرنى و فادل، تشارلز.(٢٠١٣). *مهارات القرن الحادى والعشرين: التعليم للحياة فى زمننا* .(ترجمة: بدر بن عبد الله الصالح). الرياض: جامعة الملك سعود، النشر العلمى والمطابع.

حسانين، بدرية محمد محمد.(٢٠١٦). التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات فى مناهج العلوم بمرحلة التعليم الأساسى STEM education. *الجمعية المصرية للتربية العلمية: المؤتمر العلمى الثامن عشر: مناهج العلوم بين المصرية والعالمية*، ٢٤–٢٥ يوليو، مركز الشيخ صالح كامل . جامعة الأزهر، ٩٩–١٤٠.

سبحى، نسرين بنت حسن.(٢٠١٦). مدى تضمن مهارات القرن الحادى والعشرين فى مقرر العلوم المطور للصف الأول المتوسط بالمملكة العربية السعودية. *مجلة العلوم التربوية، المجلد ١* ، العدد ١، ٩–٤٤.

سليمان، أسامة ربيع.(٢٠٠٧). *التحليل الإحصائى باستخدام برنامج spss*. القاهرة: الأنجلو المصرية.

شلبى، نوال محمد.(٢٠١٤). إطار مقترح لدمج مهارات القرن الحادى والعشرين فى مناهج العلوم بالتعليم الأساسى فى مصر. *المجلة الدولية التربوية المتخصصة، مجلد ٣*، العدد ١٠، ١-٣٣.

طعيمة، رشدى أحمد.(٢٠٠٤). *تحليل المحتوى فى العلوم الإنسانية: مفهومه، أسسه، استخداماته*. القاهرة: دار الفكر العربى.

عبد الفتاح، محمد عبد الرازق.(٢٠١٦). برنامج STEM مقترح فى العلوم للمرحلة الإبتدائية لتنمية مهارات التصميم التكنولوجى والميول العلمية. *المجلة المصرية للتربية العلمية، ١٩* (٦)، ١-٢٨.

غانم، تفيدة سيد أحمد.(٢٠١١). مناهج المدرسة الثانوية فى ضوء مدخل العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، الرياضيات (STEM) . الجمعية المصرية للتربية العلمية، *المؤتمر العلمى الخامس عشر: التربية العلمية فكر لواقع جديد*. دار الضيافة بجامعة عين شمس، ١٢٩-١٤١.

غانم، تفيدة سيد أحمد.(٢٠١٤). فاعلية استراتيجية مقترحة فى تدريس العلوم قائمة على نظرية الذكاءات المتعددة فى تنمية بعض مهارات القرن الواحد والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة كلية التربية جامعة بنى سويف*، عدد يناير ٢٠١٤.

Bahrum, S., Wahid, N. & Ibrahim, N. (2017). Integration of STEM education in Malaysia and why to STEAM. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 7*(2), 150-155.

Barbagallo,K. & Reese, A. (2012). *STEAM unit draft*. Elementary Science Resource Teacher.

Bardige, K. & M. Russell. (2014). *A STEM-Focused curriculum: Implementation guide*. Heritage Museums & Gardens Inc.

Bell, S. (2010). Project-Based learning for the 21st century: Skills for the future. Clearing House: *A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83*(2), 39-43.

Bequette, J. W. & Bequette, M. B. (2012). A Place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education, 65*(2), 40–47.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2010). *Defining 21st century skills.* Assessment and teaching of 21st century skills. The University of Melbourne.

Brown, A. S. & Tepper, S. J. (2012). *Placing the arts at the heart of the creative campus*. New York: Association of Performing Arts Presenters.

Bybee, R. (2010). A new challenge for science education leaders: Developing 21st century workforces skills. In: J. Rhoton (Ed.), *Science education leadership: Best practices for a new century* ,33–49. Arlington: NSTA Press.

Caliskan, H., Kumtepe, E., Aydin, C. & Kumtepe, A. (2011). Integration of 21st century skills into science instruction: A Case of early childhood teacher education. *International Conference, The Future of Education,* Florence, Italy, 16-17 June. Retrived 4/7/2016 from http://conference.pixel-online.net/edu_future/ index. php.

Castro, A.J., Ayres, P. & Pass, F. (2015). The Potential of embodied cognition to improve STEAM instructional dynamic visualizations. In: X. Ge, D. Ifenthaler, J. Michael Spector (Eds.), *emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead*, 113-136. Springer International Publishing Switzerland.

Christensen, R. & Knezek, G. (2015). Active learning approaches to integrating technology into a middle school science curriculum based on 21st century skills. In: X. Ge, D. Ifenthaler, J. Michael Spector (Eds.), *emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead*, 17-37. Switzerland: Springer.

Chu, S. W., Reynolds, B.R., Tavares,N.J. Notari, M. & Lee, C.Y. (2017). *21st Century skills development through inquiry-Based learning: From theory to practice*. Switzerland: Springer.

Duran, E., Yaussy, D. & Yaussy, L.(2011). Race to the future: Integrating 21st century skills into science instruction. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas, 48*(3), 98-106.

Duschl, R. A. (2012). The second dimension-Crosscutting concepts. *The Science Teacher, 9*(2), 34–38.

Ge, X., Ifenthaler, D. & Spector, J. M. (2015). Moving forward with STEAM education research. In: X. Ge, D. Ifenthaler, J. Michael Spector (Eds.), *emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead*, 383-396. Switzerland: Springer.

Goslins, R., Abodeely, J., Walker, M. & Tower, S. (2015). *Recognizing model STEAM programs in K-12 education. The Ovation*

Foundation. Retrived 4/7/2016 from http://www.the ovation foundation.org/innovation-steam.

Gu, J. & Belland, B. R. (2015). Preparing students with 21st century skills: Integrating scientific knowledge, skills, and epistemic beliefs in middle school science curricula. In: X. Ge, D. Ifenthaler, J. Michael Spector (Eds.), *emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead,* 39-60. Switzerland: Springer.

Gulikers, J. M., Bastiaens, T. J.& Kirschner, P. A. (2004). A five-dimensional framework for authentic assessment. *Educational Technology Research and Development*, 52, 67–86.

Gut, D.M. (2011). Integrating 21st century skills into the curriculum. *Explorations of Educational Purpose*, 13, 137-157.

Henriksen, D. (2011). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching Practices. *The STEAM Journal, 1*(2), Article 15. DOI: 10.5642/steam.20140102.15.

Howes, A., Kaneva, D., Swanson, D. & Williams, J. (2013). *Re-envisioning STEM education: Curriculum, assessment and integrated, interdisciplinary studies*. Vision for C&A Royal Soc report 1.

Ifenthaler, D. & Seel, N. M. (2011). A longitudinal perspective on inductive reasoning tasks. Illuminating the probability of change. *Learning and Instruction, 21*(4), 538–549.

Ifenthaler, D. & Seel, N. M. (2013). Model-based reasoning. *Computers & Education*, 64, 31–142.

Ifenthaler, D. (2014). Toward automated computer-based visualization and assessment of team based performance. *Journal of Educational Psychology*, *106*(3), 651–665.

Kereluik, K., Mishra, P., Fahnoe, C. & Terry, L. (2013). What knowledge is of most worth: Teacher knowledge for 21st century learning. *Journal of Digital Learning in Teacher Education, 29*(4), 127–140.

Koppes, S. (2015). *Study identifies common elements of STEM schools*. Retrived 4/7/2016 from http://news.uchicago.edu.

Kothari, C.R. (2004). *Research methodology: Methods and techniques*. (2nd edition). New Delhi: New Age International (P) Ltd. Publishers.

Lai, E.R. & Viering, E.R. (2012). *Assessing 21st century skills: Integrating research findings*. National Council on Measurement in Education. Vancouver, B.C.

Lewis, A. L. (2015). Putting the "H" in STEAM: Paradigms for Modern Liberal Arts Education. In: X. Ge, D. Ifenthaler, J. Michael Spector

(Eds.), *emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead*, 259-276. Switzerland: Springer.

Maeda, J. (2013). STEM + Art = STEAM. *STEAM Journal, 1*(1), 1739-1753.

Maryland State Board of Education. (2012). *Maryland state STEM standards ofpractice*. Maryland STEM: Innovation today to meet tomorrow's global challenges.

Massachusetts Department of Education. (2013). *STEM teaching guide*. Boston Children's Museum. National Grid.

Mc Coach, B., Gable, R. & Madura, J. (2013). *Instrument Development in the Affective Domain: School and Corporate Applications*. New York: Springer.

Mc Guire, S. (2014). *STEAM lessons for secondary teachers and students*. The Minneapolis Institute of Arts.

Merrill, M. D. (2013). *First principles of instruction: Identifying and designing effective, efficient and engaging instruction*. San Francisco: Wiley.

Miller, J. (2013). STEAM for student engagement. In: R. McBride & M. Searson (Eds.), *Proceedings of society for information technology & teacher education international conference 2013*, 3288–3298. Chesapeake: AACE.

Miller. J. (2014). *Dublin independent school district STEAM camp overview*. Dublin Independent School District (ISD), TX. http://www.dublin.k12. tx.us/Page/1424. Accessed 2 March 2014.

Moroney, J. & Brien, S. (2017). *STEAM project fuding proposal*. Retrived 5/4/2017 from http://www.learninghub.

Muijs, D. (2004). *Doing quantitative research in education with spss*. London: Sage Publications, Inc.

National Research Council (NRC). (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. Washington, D. C.: National Academies Press.

National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, D. C: The National Academies Press.

National Science Teachers Association (NSTA). (2011). *Quality science education and 21st century skills*. Retrived 4/7/2016 from http://science.nsta.org.

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, D. C: The National Academies Press.

Olsen, J. L.(2010). *A Grounded Theory of 21st Century Skills Instructional Design for High School Students*. Ed.D, University of Hartford, ProQuest Dissertations & Theses (PQDT).

Partnership for 21 st Century Learning (p21). (2007). *Frame work for 21 st century learning: 21 st century student outcomes and support system*. Retrived 4/12/2016 from http://www.p21.org.

Partnership for 21st Century Skills (P21). (2008). *21st Century Skills Map: Science*. Retrived 4/7/2016 from http://www. eric. ed. gov, ED519499.

Partnership for 21st Century Skills (P21). (2009a). *Framework for 21st Century Learning*. Retrived 4/7/2016 from http://www.p21.org/ storage/ documents/1._p21_framework_2-pager.pdf.

Partnership for 21st Century Skills (P21). (2009b). *P21 framework definitions*. Retrieved 4/7/2016 from http://www.p21.org/storage/ documents/P21_Framework_Definitions.pdf.

Partnership for 21st Century Skills (P21). (2009c). *Curriculum and Instruction: A 21st Century Skills Implementation Guide*. Retrived 4/7/2016 from http://www.p21.org.

Partnership for 21st Century Skills (P21). (2009d). *Assessment of 21st Century Skills*. Retrived 4/7/2016 from http://www.p21.org.

Partnership for 21st Century Skills (P21). (2011). *P21 common core toolkit: A guide to aligning the common core state standards with the framework for 21st century skills*. Washington, D. C: The Partnership for 21st Century Skills.

Penuel, U. R. & Horne, K.V. (2016). *Prompts for integrating crosscutting concepts into assessment and instruction*. University of Colorado. STEM teaching tools. Org/brief/41.

Pomeroy, S. (2012). *From STEM to STEAM: Science and art go hand–in–hand*. Retrived 4/7/2016 from http://blogs. Scientificamerican. com/guest-blog/2012/08/22/from-stem-to-steam-science-and-the arts-go-hand-in-hand/.

Prins, G. T., Bulte, A. M. & Pilot, A. (2011). Evaluation of a design principle for fostering students' epistemological views on models and modelling using authentic practices as contexts for learning in chemistry education. *International Journal of Science Education, 33*(11), 1539–1569.

Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education, 89*(4), 634–656.

Schunn, C. (2009). *Are 21st century skills found in science education standards*. University of Pittsburgh.

Schwarz, C. V. & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction, 23*(2), 165–205.

Smith, O. (2015). There is an Art to Teaching Science in the 21st Century. In: X. Ge, D. Ifenthaler, J. Michael Spector (Eds.), *emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead*, 81-92. Switzerland: Springer.

Sneider, C. (2013). *What do I do with crosscutting concepts*. Mc Graw Hill Education. Retrived 4/7/2016 from http://www. mheonline.com/ngss/.

STEAM Coordination. (2015). *STEAM education program description*. Retrived 4/7/2016 from http://www.steamedu. com.

Stephanie, B. (2010). Project-Based learning for the 21st Century: Skills for the Future. *Clearing House: A Journal of Educational Strategies, 83*(2), 39-43.

Stevens, R. (2012). Identifying 21st Century Capabilities. International *Journal of Learning and Change, 6*(3), 123-137.

The Ontario Public Service. (2016). *21st century competencies. Phase one: Towards defining 21st century competencies for Ontario*. Queen's Printer for Ontario.

Wang, H. & Moore, T. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research, 1*(2), 1–13.

Wesson, K. (2011). Brain-STEM: A.S.T.R.E.A.M. Model for learning. Retrived 4/7/2016 from http://www.ndsta.k12.nd.Us/newdocs/ wesson2.pdf.