فاعلية وحدة مقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل "العلوم - التكنولوجيا - الهندسة - الرياضيات" "STEM" لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب المرحلة الثانوية

د. عبدالله مهدي عبدالحميد طه
وزارة التربية والتعليم
جمهورية مصر العربية

الملخص

هدفت الدراسة الحالية إلى إعداد وحدة مقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل "العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا" Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM)، ودراسة أثرها على تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، وقد قام الباحث باعداد الوحدة المقترحة بعنوان (أجهزة تحولات الطاقة "الكهربية والمغناطيسية") للصف الثاني الثانوي، وتم اعداد اختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء، وتم تطبيق الوحدة على مجموعة وعددهم (٤٠) طالب وطالبة من مدرسة التحرير الثانوية بإدارة منوف التعليمية بمحافظة المنوفية، واستخدم التصميم التجريبي ذو المجموعة الواحدة، وتم تطبيق اختبار مهارات القرن الحادي والعشرين قبلي وبعدي، وأوضحت الدراسة فاعلية الوحدة في ضوء مدخل STEM في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء للطلاب.

مقدمة

أصبحت صفة التغير اليوم من السمات الرئيسة التي تؤثر في حياة الإنسان المعاصر، حيث إن الاختراعات التكنولوجية السريعة والمتلاحقة تفسد حياة الاستقرار، وبالتالي أصبح الاعتماد على نظام مستقر علمياً وتكنولوجياً لا يتمشى مع التغيرات الهائلة في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة

والرياضيات، الأمر الذي من شأنه يفرض تغييراً للمناهج لكي تتيح للمتعلمين خبرات تؤهلهم لحياة أفضل.

إن إعداد المناهج عملية هامة وضرورية في بناء إنسان المستقبل، فلا يمكن أن نتصور وجود منهج ثابت لا يتغير في مجتمع دائم التغيير والتطوير، ويجب على المناهج الدراسية تلبية الاحتياجات الحالية والمستقبلية، وأن تركز على المهارات التي سوف يحتاجها المتعلمين مستقبلاً، في مواجهة التحديات وحل المشكلات وأنشطة تنمي تفكيرهم ويستخدم المعلومات من مجالات العلوم المختلفة.

ويعد مدخل تكامل مناهج "العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا" Science Technologỹ Engineering and Mathematics (STEM)، من أهم الاتجاهات والمداخل العالمية في تصميم المناهج الآن، وقد أثبت فاعليته على مدار ثلاثة عقود من تطبيقه في الولايات المتحدة الأمريكية، والمملكة المتحدة، وجنوب إفريقيا وبعض الدول الأخرى، ويتكامل في بناء هذا المدخل فروع العلوم والرياضيات والتكنولوجيا، ويعتمد على التعلم من خلال تطبيق الأنشطة العلمية التطبيقية، وأنشطة التكنولوجيا الرقمية والكمبيوترية، وأنشطة متمركزة حول الخبرة عن طريق الاكتشاف والتحري، وأنشطة الخبرة اليدوية، وأنشطة التفكير العلمي والمنطقي واتخاذ القرار (غانم، ٢٠١١: ١٢٩).

ويعتبر التكامل في ضوء مدخل STEM جوهر التقدم التقني في العالم المعاصر، حيث توفر حقول هذا الاتجاه نهجاً من العالم الحقيقي، فهو مجال من التعليم يعتمد على التكامل في الأفكار الجديدة بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات بما يؤدي إلى الابتكار والإثارة، وتشجيع التفكير المنطقي، وينعكس على التطبيق في الحياة الحقيقية، ويساعد المتعلم على الربط بين ما يتعلمه في المدرسة وما يراه في الواقع بأسلوب ممتع يقود إلى تحسين تعلمه (المحيسن وخجا، ٢٠١٥: ٢٠-٢١)، حيث إن المعرفة العلمية التي يتضمنها تخصصاً منفرداً تعجز عن تقديم تفسيرات شاملة ومنطقية لجميع المعارف المتضمنة ذلك

التخصص، ومن ثم يجب البحث في أكثر من تخصص معا وبصورة تكاملية لتفسير رؤى ونظريات العلم، لذا فإنه يجب أن تتجه البحوث التربوية نحو اعداد مناهج قائمة على مدخل STEM حيث يتكامل فروع العلوم والرياضيات مع التكنولوجيا وأنشطة التكنولوجيا الرقمية، وأنشطة متمركزة حول الخبرة والتعلم بالتقصي، والخبرة اليدوية، والتفكير العلمي (أحمد، ٢٠١٥: ١٢-١٣).

ويتطلع الكثير من التربويين في العالم إلى تبني مدخل STEM في بناء المناهج، فهناك اهتمام عالمي من خلال دعوات ومؤتمرات عالمية، ففي الولايات المتحدة الأمريكية تسعي الهيئات المختصة بتقديم خطة لتفعيل STEM وآليات التنفيذ وسبل دعمها وتعزيزها والتوسع في المدارس التي تتبني هذا المشروع STEM خاصة المدارس الثانوية (National Science and Technology Council, 2013)، وفي الأردن عقد المؤتمر العلمي التدريبي الأول المتخصص في مجالات العلوم و التكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM بمؤسسة الملك الحسين بالأردن (مركز اليوبيل للتميز التربوي، ٢٠١٣)، وفي المملكة العربية السعودية عقد مركز التميز البحثي في تطوير العلوم والرياضيات التابع لجامعة سعود بالمملكة العربية السعودية مؤتمر بعنوان "توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) (مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات، ٢٠١٥).

وإن المتتبع لمناهج المرحلة الثانوية الحالية في مصر يجد قصوراً في تقديم تعليم فعال يحقق أهداف المدرسة والمجتمع وسوق العمل، لذا لابد من إيجاد الطرق المناسبة، ليتم بها تصميم مناهج حديثة متطورة وفقاً لمداخل أكثر فاعلية تواكب احتياجات ومتطلبات العصر الذي يعيشه الطلاب في المجتمع المتنافس على فرص العمل الانتاجية الملحة، وذلك من خلال تصميم المنهج في ضوء STEM (غانم، ٢٠١١).

وتعتبر مهارات القرن الحادي والعشرين من المتطلبات التي ينبغي أن تتوافر في خريج النظام التعليمي الحالي، حيث تواجه الأجيال الحالية تحديات ومتطلبات مختلفة عن ما واجهه آباؤهم وأجدادهم، وذلك لتغير طبيعة

وسائل الاتصال اليوم بين أرجاء الأرض، والتزايد المتسارع في المعلومات والتطور التكنولوجي المتزايد، وظهور العديد من الأجهزة الرقمية، وتغير الوظائف المطلوبة في العديد من المجالات، مما يتطلب منه تغيير في النظام التعليمي ككل لإعداد تلاميذ اليوم للمهارات المطلوبة في عالم اليوم والمستقبل (Partnership for 21st Century Skills, 2009).

فيجب أن يمتلك الفرد مهارات تمكنهم من الحياة والعمل في مجتمع المعرفة حيث يحل التعاون محل التنافس، ويعتمد التواصل الفعال مع الآخرين على التكنولوجيا، وقد أشارت دراسة عثمان وآخرون (Osman et al., 2010) إلى أهمية تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى الطلاب المرحلة الثانوية، وأوضحت أن هناك علاقة قوية بين مهارات القرن الحادي والعشرين واتجاهات الطلاب نحو الفيزياء.

وقد أشارت بعض الدراسات إلى أهمية تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين للمتعلمين بمراحل التعليم المختلفة (الباز، ٢٠١٣) (عبدالسلام، ٢٠١٣) (غانم، ٢٠١٤) (شلبي، ٢٠١٤) (البدراوي، ٢٠١٦).

الإحساس بالمشكلة

نبع الاحساس بالمشكلة من خلال وجود اتجاه عالمي نحو إعداد المناهج الدراسية في ضوء مدخل STEM، وانفصال المناهج الحالية عن حياة الطالب، وعدم تعرضها لمشكلات واقعية في حياة الطالب، ووجود بعض الموضوعات في الفيزياء تحتاج إلى تطبيقات للمعرفة الرياضية والكمبيوتر والهندسية، التوجهات الحديثة نحو تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى الطلاب بمراحل التعليم المختلفة، وقصور في مستوى مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب المرحلة الثانوية.

ونظراً لأن أحد الأهداف التي يسعي إليها مدخل STEM هو تنمية مهارات القرن الواحد والعشرين لدى المتعلمين في مراحل التعليم المختلفة

(Honey et al., 2014: 32)، لذلك حاول البحث الحالي إعداد وحدة مقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل "العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات" STEM ودراسة أثرها على تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب الثاني الثانوي.

مشكلة البحث

يمكن تحديد مشكلة البحث في السؤال الرئيس: ما فاعلية وحدة مقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل "العلوم - الرياضيات - الهندسة - التكنولوجيا" STEM على تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى طلاب المرحلة الثانوية.

وقد تفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الآتية:

١ - ما مهارات القرن الحادي والعشرين المناسبة لطبيعة مادة الفيزياء التي ينبغي تنميتها لطلاب الصف الثاني الثانوي؟

٢ - ما التصور المقترح لوحدة دراسية في الفيزياء في ضوء مدخل STEM والمناسبة لطلاب الصف الثاني الثانوي؟.

٣ - ما فاعلية الوحدة المقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟

أهداف البحث

هدف البحث الحالي إلى:

- تحديد قائمة مهارات القرن الحادي والعشرين التي ينبغي تنميتها لدى طلاب المرحلة الثانوية.
- إعداد وحدة مقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM لطلاب الصف الثاني الثانوي.
- تحديد أثر الوحدة المقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM على تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

أهمية البحث

تمثلت أهمية البحث الحالي في أنه قد يفيد:

- القائمين على تطوير المناهج في تقديم وحدة مقترحة في ضوء مدخل STEM لطلاب المرحلة الثانوية.
- المعلمين في تقديم دليل المعلم للوحدة المقترحة في ضوء مدخل STEM لطلاب المرحلة الثانوية.
- طلاب الصف الثاني الثانوي في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء لديهم.

حدود البحث

- الحدود الزمانية: تم تطبيق البحث خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠١٥/٢٠١٦م.
- الحدود الموضوعية: الوحدة المقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM لطلاب الصف الثاني الثانوي.
- المواد التعليمية: تضمنت (دليل المعلم، كُتيب الطالب) وفق مدخل STEM.
- أدوات البحث: اختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء لطلاب الصف الثاني الثانوي.

منهج البحث

اعتمد البحث الحالي على المنهج شبه التجريبي لدراسة فاعلية الوحدة المقترحة في ضوء مدخل STEM في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

فرض البحث

في ضوء أهداف البحث الحالي وتساؤلاته، واستناداً إلي الأدبيات المتعلقة بالبحث يمكن صياغة فرض البحث على النحو التالي:

- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء ككل ومهاراته الفرعية لصالح التطبيق البعدي عند مستوى ٠,٠٥.

التصميم التجريبي للبحث

اتبع الباحث التصميم التجريبي المجموعة الواحدة قبلي بعدي، حيث إن البحث يتناول إعداد محتوى جديد لم تتناوله المناهج الحالية.

إجراءات البحث

للإجابة عن أسئلة البحث سار البحث وفقاً للإجراءات التالية:

- الاطلاع على الأدبيات التربوية الأجنبية والعربية السابقة ذات الصلة بمتغيرات البحث.
- إعداد قائمة بمهارات القرن الحادي والعشرين المناسبة للمرحلة الثانوية وطبيعة مادة الفيزياء.
- عرض قائمة مهارات القرن الحادي والعشرين المناسبة لطبيعة مادة الفيزياء، وينبغي تنميتها لطلاب المرحلة الثانوية علي مجموعة من المحكمين المتخصصين للتأكد من ملاءمتها للتطبيق، وعمل التعديلات اللازمة حتى أصبحت القائمة في صورتها النهائية.
- تحديد التصميم المقترح للوحدة الدراسية في ضوء مدخل STEM لطلاب المرحلة الثانوية.
- تحديد الوحدة المقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM لطلاب الصف الثاني الثانوي.

- إعداد (دليل المعلم وكُتيب الطالب) للوحدة المقترحة.
- عرض (دليل المعلم وكُتيب الطالب) على مجموعه من المحكمين المتخصصين للتأكد من ملاءمتهما للتطبيق، وعمل التعديلات اللازمة حتى أصبحا في صورتيهما النهائية.
- إعداد أداة البحث "اختبار مهارات القرن الواحد والعشرين في الفيزياء لطلاب الصف الثاني الثانوي".
- عرض أداة البحث على مجموعة من الخبراء المحكمين للتأكد من صدقها والتعديل في ضوء آرائهم.
- إجراء التجربة الاستطلاعية لأداة البحث وتحديد معامل الثبات وزمن التطبيق.
- اختيار مجموعة البحث من طلاب الصف الثاني الثانوي بمحافظة المنوفية.
- تطبيق أداة البحث قبلياً علي طلاب مجموعة البحث.
- تدريس الوحدة المقترحة لطلاب مجموعة البحث، وتتطبيق أداة البحث بعدياً.
- رصد البيانات ومعالجتها وتفسير النتائج، وتقديم التوصيات والمقترحات في ضوء نتائج البحث.

مصطلحات البحث

مدخل "العلوم - الرياضيات - الهندسة - التكنولوجيا" STEM: يعرف اجرائياً بأنه: بناء معرفي بيني من فروع المعرفة الأربع "العلوم، والرياضيات، والتصميم الهندسي مع تطبيقاتها التكنولوجية"، ويعتمد في تصميمه باتخاذ المفاهيم والمشكلات في فرع العلوم الفيزيائية محوراً أساسياً يسمح بتضمين الفروع الثلاث الأخرى "الرياضيات، والتصميم الهندسي، والتطبيق التكنولوجي"، والتركيز على التعلم من خلال الأنشطة الاستقصائية البحثية، والعملية والمشروعات التعاونية والتكنولوجية والمتمركزة حول خبرة وحياة المتعلم، لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لطلاب الصف الثاني الثانوي.

مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء: تعرف اجرائياً بأنها: العمليات العقلية التي يمارسها طالب الصف الثاني الثانوي التي تعتمد على حل المشكلات والتفكير الابداعي والتفكير الناقد والتعاون والتواصل والثقافة المعلوماتية، والثقافة الإعلامية، تقافة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، المبادرة والتوجيه الذاتي، المهارات الاجتماعية بين الثقافات، الإنتاجية والمساءلة، القيادة والمسؤولية، ويقاس ذلك باختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء من إعداد الباحث.

الإطار النظري والدراسات السابقة

وتم تناولها في محورين: المحور الأول تناول مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM، والمحور الثاني تناول مهارات القرن الحادي والعشرين.

المحور الأول: مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة الرياضيات STEM: من حيث ما هو STEM، أهدافه، أسس المناهج القائمة في ضوء STEM، تصميم المناهج في ضوء مدخل STEM، ويمكن عرض ذلك على النحو التالي:

ما هو مدخل STEM Education: ترمز اختصارات الأحرف باللغة الانجليزية إلى: الحرف (s) إلى Science وهو مجال العلوم، والحرف (T) إلى Technology وهو مجال التقنية أو التكنولوجيا، والحرف (E) إلى Engineering وهو مجال الهندسة، والحرف (M) إلى Mathematics وهو مجال الرياضيات.

ولكن ماذا يتضمن كل مجال من المجالات الأربعة لمدخل STEM؟ (Honey et al., 2014: 16-18), (Sharkawy et al., 2008: 11-12):

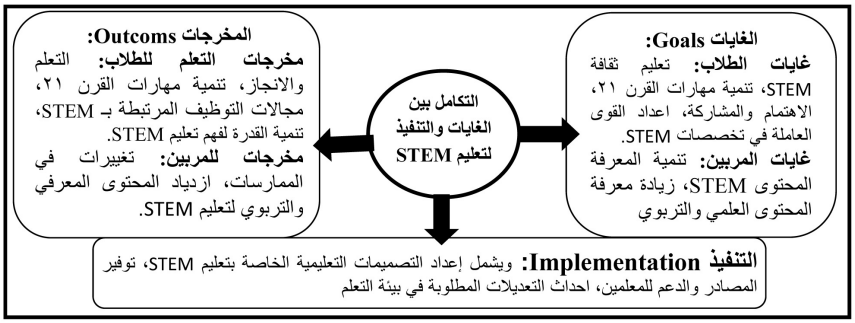
- مجال العلوم Science: يتضمن هذا المجال دراسة العالم الطبيعي، والقوانين الطبيعية المرتبطة بالفيزياء والكيمياء والبيولوجيا وعلوم الأرض والفضاء، وتطبيق الحقائق والمفاهيم، وطرق التفكير العلمي.

- التكنولوجيا Technology: يتضمن هذا المجال التطبيقات العلمية والأجهزة التي تدخل في إنشاء وتشغيل الأعمال الفنية التكنولوجية، وتوضيح التكنولوجيا وخدمة المجتمع، وكذلك استخدام التقنيات والحاسب الآلي والإنترنت في جمع وعرض وتحليل البيانات وفي التعليم والتعلم بصفة عامة.
- التصميم الهندسي Engineering: يتضمن هذا المجال انشاء منتجات من صنع الإنسان من أجل حل المشكلات، ويستلزم معرفة الوقت والمال والواد المتاحة وبيئة العمل والأنظمة البيئية والقابلية للإصلاح والتصميم.
- الرياضيات Mathematics: يتضمن هذا المجال دراسة الأنماط والعلاقات بين الكميات، والأرقام، والتبرير، واستنتاج القوانين، وتقديم البراهين، وتشمل الجبر والهندسة والإحصاء والاحتمالات.

أهداف مدخل STEM: يهدف مدخل STEM إلى أن يكون المتعلمون قادرين على (NRC, 2009)، (Morrison, 2006: 2-3):

- حل المشكلات: تحديد الأسئلة والمشاكل وتحقيقات التصميم، وجمع وتنظيم البيانات واستخلاص النتائج، وتطبيق، والتفهم لحالات جديدة ومبتكرة، قادرون على الإبداع الخلاق.
- استخدام العلوم والرياضيات ومفاهيم التكنولوجيا والمبادئ من قبل تطبيقها على عملية التصميم الهندسي، واختراع أشياء جديدة والتعرف على احتياجات العالم وتصميم خلاق، والاختبار، وإعادة التصميم، ومن ثم تنفيذ حلول (عملية الهندسة)، والاعتماد على الذات.
- استخدام المبادرة والدافع الذاتي لوضع جداول الأعمال، وتطوير واكتساب الثقة بالنفس، والعمل ضمن أطر زمنية زمني محدد.
- التفكير المنطقي: تطبيق عمليات التفكير العقلاني والمنطقي للعلم، والرياضيات، والتصميم الهندسي للابتكار والاختراع.
- التنور التكنولوجي: فهم وشرح طبيعة التكنولوجيا، وتطوير المهارات اللازمة، وتطبيق التكنولوجيا.

وحدد تقرير "تكامل مواد STEM في تعليم الثانوية STEM Integration in (K12) Education العلاقة بين غايات تعليم STEM ومخرجات التعلم وآليات التنفيذ ويوضحها شكل رقم (١) (Honey et al., 2014: 32):



شكل رقم (١) يوضح العلاقة بين غايات تعليم STEM ومخرجات التعلم وآليات التنفيذ.

أسس المناهج القائمة على STEM:

تشترك برامج تعليم STEM مع بعضها في ثمان عناصر أساسية شائعة وهي (Koppes, 2015: 1)، (Johnson et al., 2016: 5)، (Jolly, 2016: 54):

- التعلم القائم على حل المشكلات (تدريب بيني "متعدد التخصصات" والاستقلالية للطالب).
- تعلم جاد ومتطلب ويعني ذلك (محتوى تعليمي ضمن سياق مرتبط بالعالم الواقعي، بناء المنهج من قبل المعنين بتعليم STEM، ويركز هذا النهج التعليمي على الكفاءة في معالجة المواقف أو المشاكل أو القضايا، وليس فقط على معرفة المفاهيم والعمليات داخل التخصص ذي العلاقة من التخصصات التي تتألف منها منظومة تعليم STEM.
- مجتمعات تعلم مهنية مدرسية تتسم بالانتماء والالتزام (يتعامل الطلاب سوياً بثقة واحترام).
- المهن، التكنولوجيا، والمهارات الحياتية.

- استخدام التدريس المتمايز (المتنوع) في تعليم STEM للاستجابة إلى احتياجات الطلاب.
- التركيز على التعلم القائم على المشاريع والأنشطة وحل مشكلات العالم الحقيقي.
- تعزيز قنوات اتصال فعالة على كافة المستويات التنظيمية داخلياً وخارجياً مثل المجالس المدرسية، وإدارة التربية والتعليم، ومؤسسات المجتمع وأعضائه المحليين.
- بناء قدرات الطاقم الإداري والتعليمي بالمدرسة (المشاركة وتُيسير النمو والتطوير المهني للعاملين).
- عوامل أساسية (إسهام الآباء والأمهات في المدارس، والمدرسة نظام مفتوح).

إعداد وتصميم المناهج والوحدات الدراسية في ضوء مدخل STEM:

من خلال الاطلاع على الأدبيات التربوية، وجد ثلاثة اتجاهات في اعداد وتصميم المناهج والوحدات الدراسية في ضوء STEM:

الاتجاه الأول - يرى أن التكامل في ضوء مدخل STEM يتم التركيز على المفاهيم والمعلومات والمحتوى العلمي، والتركيز على "ماذا يعرف المتعلم"، وفي ضوء هذا الاتجاه استخدمت بعض الدراسات المعايير الخاصة بالمجالات الأربعة للصفوف الدراسية لتسهيل عملية تكامل المجالات الأربعة في مدخل STEM، ففي دراسة أساندا (Asunda, 2012) هدفت إلى وضع تصور مقترح قائم على معايير التنور التكنولوجي (STL)؛ كأساس للتعليم القائم على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، ودراسة تانك وآخران (Tank et al., 2013) أعدت منهج مقترح للصف الثاني الإبتدائي (K-2)، وتم تصميم محتوى المنهج اعتماداً على معايير المحتوى لمجالات STEM وهي "العلوم، الرياضيات، التكنولوجيا، الهندسة" وتم اختيار وحدة من المنهج وتدريسها وهي "الحيوانات ومساكنهم"، ودراسة (سيد أحمد، ٢٠١٦) قامت بالتركيز على مفاهيم وحدة

الطاقة للصف الرابع الابتدائي، وعرض الظاهرة العلمية في صورة تكاملية، والاهتمام بالنواحي التطبيقية، والتأكيد على تكامل العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا، واستخدام الأنشطة الاستقصائية بشكل فردي أو جماعي، واستخدمت طرق واستراتجيات لتدريسها وهي (المناقشة، التعلم التعاوني، العروض العملية، الطريقة الاستقصائية)، وأوضحت فاعلية الوحدة في تنمية مهارات حل المشكلات والاتجاه نحو دراسة العلوم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي.

وفي ضوء هذا الاتجاه ظهر التركيز على بعض الموضوعات التي تحقق التكامل في ضوء مدخل STEM، فقد أكدت دراسة بيت (Pitt, 2009) دراسة بيريز (Perez, 2013) على بعض الموضوعات التي يمكن تقديمها من خلال مناهج STEM بطريقة متداخلة مثل: الموضوعات المتعلقة بموضوع الطاقة، والبيئة.

الاتجاه الثاني - يرى أن التكامل في ضوء مدخل STEM أنه يقوم على أساس حل مشكلات أو من خلال المشروعات من خلال موضوعات إثرائية أو الأنشطة اللاصفية خارج المنهج، واستخدام المعرفة العلمية من أجل حل المشكلة، وفي ضوء هذا الاتجاه هدفت دراسة هولمكست (Holmquist, 2014) إلى استخدام الروبورت في تعليم منهج (STEM) للصف الرابع الابتدائي في ولاية فلوريدا، وقارنت دراسة كريستنسن وآخرون (Christensen et al., 2015) بين الطلاب المرحلة الثانوية الذين اشتركوا في الأنشطة اليدوية بعد المدرسة القائمة على مدخل STEM، والطلاب الذين لم يشتركوا في الأنشطة، وأوضحت الدراسة أن الطلاب اللذين شاركوا في أنشطة مدخل STEM تنمي لديهم اتجاهات ايجابية نحو دراسة االرياضيات والعلوم والهندسة والمهن المرتبطة بها، وأعدت دراسة حسن (Hassan, 2015) برنامج إثرائي قائم على مدخل STEM حيث تم استخدام الأنشطة اليدوية (لاصفية لطلاب مشاركين برغباتهم)، وكانت تدور حول موضوع "وسائل النقل" لطلاب المرحلة الاعدادية، وأوضح فاعلية هذه الأنشطة في تنمية مهارات التفكير التصميمي وفهم المفاهيم لدى

طلاب المرحلة الإعدادية، وأعدت دراسة باريت وآخرون (Barrett et al., 2014) وحدة اثرائية في ضوء مدخل STEM تناولت الوحدة موضوع "الأرصاد الجوية" حيث تم عرض للطلاب المشاركين في التدريب الصيفي، وأعدت دراسة انجلش وكينج (English and King, 2015) نشاط لاصفي في ضوء مدخل STEM بمشروع تصميم طائرة ثلاثية الأبعاد من الموارد البيئية (ورق - كرتون) لطلاب الصف الرابع، وعرض كابرارو (Capraro et al., 2016) في كتابة "التعلم القائم على المشروعات هو الرفيق لمدخل STEM، حيث عرض خمسة وعشرون (٢٥) مشروعاً في ضوء مدخل STEM والتعلم القائم على المشروعات، وعرض لكل مشروع نتائج التعلم المتوقعة للمشاركين وأليات تصميم والأدوات والموارد المتاحة وخطوات تنفيذ كل مشروع.

الاتجاه الثالث - وهو يجمع بين الاتجاهيين السابقين؛ حيث يتم التركيز على المفاهيم التي تسمح بالتداخل بين المجالات الأربعة لـ STEM عند اعداد المنهج، ولكن يتم تصميم المحتوى وعرضه في صورة مشكلات أو مشروعات: وفي هذا الاتجاه يشير (Honey et al., 2014: 40-48) لتصميم منهج قائم على مدخل STEM يتم تقديم المادة العلمية وتنظيمها وطبيعة التكامل بين المجالات الأربعة: يتم التركيز على التصميم الهندسي كمحور للمحتوى تنصب عليه المجالات الثلاثة الأخري، أما بالنسبة للاستراتيجيات والأساليب التعليمية: يتم التركيز على التجريب، والمشكلات مفتوحة النهاية، التعلم القائم على حل المشكلات،أو استخدام التصميم الهندسي مندمجا مع التعلم القائم على حل المشكلات حيث يتم تصميم نموذجاً لشئ ومن خلاله يتم دراسة مجالات STEM.

ويؤكد بانكس وبرلكس (Banks and Barlex, 2014: 135-140) وهانج وتايلور (Hwang and Taylor, 2016: 41) التركيز على المفاهيم العلمية التي يتم بناء الوحدة في ضوئها والتي تسمح بالتداخل للمجالات الأربعة لـ STEM مع مراعاة وحدة الموضوع، والتركيز على حل المشكلات والمشروعات في تصميم وعرض المادة العلمية، بالاضافة إلى وذلك لتحقيق أهداف مدخل STEM.

وفي دراسة (غانم، ٢٠١٣) ترى بأن تصميم مناهج STEM يعتمد على تنظيم المفاهيم والمهارات والتطبيقات بطريقة بينية للمجالات الأربعة، وتقدم موضوعات المنهج من خلال مشكلات وخبرات تكاملية، ويعتمد تحديد المشكلات على تحديد المفاهيم العلمية، تدعيم المنهج برامج حاسوبية، واستخدام عملية التصميم الهندسي لحل المشكلات، وتقديم أنشطة تعتمد على الاستقصاء والبحث، وأعدت منهج مقترح في نظام الأرض في ضوء مدخل STEM لتنمية مهارات التفكير في الأنظمة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، ودراسة عثمان وآخرون (Osman et al., 2015) قدم إطار مقترح لاعداد مناهج البيولوجيا في ضوء مدخل STEM في ماليزيا، حيث تم التركيز على مفاهيم مجال العلوم البيولوجية محوراً يتكامل حوله المجالات الأخرى، ويتم دمج مجال التصميم الهندسي والتكنولوجيا والرياضيات كعمليات في مجال العلوم البيولوجية، وأكدت على الاستقصاء وحل المشكلات ونموذج الأيدي والعقول والتدريب العملي للتصميم الهندسي، وفي الولايات المتحدة الأمريكية قامت شركة بيتسكو (Pitsco) وهي شركة تساعد المعلمين والطلاب في انتاج المواد التعليمية وتقدم بعض الارشادات والعناوين للوحدات التعليمية في ضوء مدخل STEM واستخدمت الشركة التصميم الهندسي والتكنولوجي كأساس لتصميم للوحدة (Pitsco, 2016).

وحددت أني جولي (Jolly, 2016: 93) مجموعة خطوات لاعداد وتنفيذ الدروس القائمة على STEM:

١ - ربط موضوع الدرس بمشكلة حقيقية.

٢ - حدد ما الذي يجب أن يكون عليه شكل النجاح (حل المشكلة).

٣ - استخدم عمليات التصميم الهندسي محوراً للتصميم.

٤ - مساعدة الطلاب في التعرف على التحديات.

٥ - اشراك الطلاب في البحث عن المحتوى العلمي.

٦ - اجعل الطلاب يعملوا في مجموعات من أجل تطوير أفكارهم والبحث عن حل للمشكلة.

٧ - وجه الطلاب نحو معايير اختيار أفضل الحلول والتصميمات.

٨ - تقييم التصميم في ضوء معايير، وحل المشكلة.

٩ - وجه الطلاب أن يعملوا في مجموعات ويتواصلوا ليستخلصوا نتائجهم.

وبناءً على ماسبق، فإن الاتجاه الثالث في تصميم المناهج والوحدات الدراسية يناسب طبيعة البحث الحالي، حيث تم التركيز على المفاهيم التي تسمح بالتداخل بين المجالات الأربع، وتقديمها في صورة مشكلات أو في صورة مشروعات وتصميمات فردية أو جماعية يقوم بها الطلاب للبحث عن المعلومات.

المحور الثاني: مهارت القرن الواحد والعشرين

وتم تناوله من حيث ماهية مهارات القرن الحادي والعشرين وتحديدها، تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين، قياس مهارات القرن الحادي والعشرين.

ماهية مهارات القرن الحادي والعشرين وتحديدها:

لقد سعت العديد من المؤسسات المعنية بالتعليم إلى صياغة أطر لتحديد وتعريف مهارات القرن الحادي والعشرين، ومن المؤسسات التي عنيت بذلك المختبر التربوي للإقليم الشمالي المركزي The North Central Regional Education Laboratory (Metiri Group & NCREL, 2003)، ومنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (The Organization for Economic Cooperation Development, 2005)، والشراكة من أجل مهارات القرن الحادي والعشرين P21 (Partnership for 21 century skills, 2006)، والجمعية الأمريكية للكليات والجامعات (Association of American college and universities, 2007)، وإطار "تدريس وتقييم مهارات القرن ٢١ Assessment and teaching of 21st century skills (ATCS) (Binkley et al., 2010)، والجمعية الوطنية للتربية (National Education Association, 2012)، وأعدت بعض الدراسات قائمة بمهارات القرن

الحادي والعشرين في ضوء الأطر السابقة دراسة (Stevens, 2012)، و(ترلينج وفادل، ٢٠١٣) (Trilling & Fadel, 2009). وفي مصر دراسة (شلبي، ٢٠١٤) قائمة للمرحلة الإعدادية والابتدائية، (الباز، ٢٠١٣) للمرحلة الإعدادية، (البدراوي، ٢٠١٦) للمرحلة الإبتدائية.

وفي مقارنة لأطر مهارات القرن الحادي والعشرين السابقة، اتفقت نتائج دراسة ديدي (Dede, 2009) ودراسة (Salas-Pilco, 2013) ودراسة (Suto, 2013) على أن المحاور التي تقوم عليها جميع الأطر مشتركة حيث تناولت جميع الأطر مهارات (الاتصال، والتعاون، المسؤلية الاجتماعية، الثقافة المعلوماتية والاعلامية، تقافة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، الإبداع والابتكار والتفكير الناقد وحل المشكلات، الإنتاجية والمساءلة، المبادرة والتوجيه الذاتي، القيادة والمسؤولية، المهارات الاجتماعية بين الثقافات)، إلا أن الإطار الذي أعدته الشراكة P٢١من أجل مهارات القرن الحادي والعشرين هو الأكثر تنظيماً، وهو الإطار الذي اهتم بكيفية دمج هذه الأطر في المناهج، والأكثر تفصيلاً وقابلية للتطبيق.

وفي مجال مناهج العلوم أعدت شراكة P21 بالتعاون مع الجمعية الأمريكية لمعلمي العلوم NSTA، خريطة توضح كيفية دمج مهارات القرن ٢١ في تدريس العلوم حتى نهاية كل مرحلة (Partnership for 21 century skills, 2008; 2009). وأوضحت دراسة هيلتون (Hilton, 2010) إلى أن هناك تداخلاً بين المهارات وبين معايير العلوم في الولايات المتحدة الأمريكية.

وأوضحت دراسة (شلبي، ٢٠١٤) تدني تناول كتب العلوم لقائمة المهارات التي حددتها، وأعدت إطاراً مقترحاً يتضمن مصفوفتين لمدى وتتابع هذه المهارات للمرحلة الإبتدائية والإعدادية بالتعليم الأساسي، وهدفت دراسة (الباز، ٢٠١٣) إلى تطوير منهج العلوم بالصف الثالث الإعدادي في ضوء قائمة مهارات القرن الحادي والعشرين التي أعدتها، وأعدت تصوراً مقترحاً لتطوير المنهج في

ضوئها، كما أوضحت دراسة (البدراوي، ٢٠١٦) تدني تناول مناهج العلوم بالمرحلة الابتدائية لمهارات القرن الحادي والعشرين.

وبناءً على ما سبق، لم تحدد أي من الدراسات السابقة قائمة بمهارات القرن الحادي والعشرين المناسبة لطبيعة مادة الفيزياء وطلاب المرحلة الثانوية، وعلى ذلك سعي البحث الحالي إلى تحديدها.

تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين:

تعد تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين هدفاً رئيساً من الأهداف التعليمية، وأكدت الأدبيات على مجموعة من الاستراتجيات لتنمية بعض مهارات القرن الحادي والعشرين، مثل دراسة ميللر (Miller, 2009) ودراسة تينجين وآخرون (Tingen et al., 2011) (عبدالسلام، ٢٠١٣) أكدت على استخدام أدوات الجيل الثاني للإنترنت "الشبكات الاجتماعية"، ودراسة ألوزي وآخرون (Alozie et al., 2012) أكدت على الأنشطة القائمة على الاستقصاء والعمل الجماعي التعاوني، وتنظيم الرسوم والمناقشة، ودراسة بوتزنيسكي وآخرون (Buczynski et al., 2012) أكدت على مهارات الفن البصري المتمثل في الرسوم التوضيحية للأحياء والذرات، ودراسة بيل (Bell, 2010) ودراسة لاتيمير وريوردان (Lattimer & Riordan, 2011) أكدت على فعالية التعلم القائم على المشروعات، دراسة (الباز، ٢٠١٣) أكدت على "التعلم التعاوني، التعلم التشاركي، التعلم القائم على المشروع، تمثيل ولعب الأدوار، ومدخل الحقوق والواجبات، ودورة التعلم، والتعلم التنافسي الجماعي، والمناقشة في مجموعات صغيرة، مدخل الأحداث الجارية، دراسة الحالة، والاستقصاء، والمناقشة الإلكترونية، والعصف الذهني الإلكتروني، والتعلم التعاوني الإلكتروني، والرحلات المعرفية عبر الويب، والمحاكاة"، دراسة (غانم، ٢٠١٤) أعدت استراتيجية مقترحة (اسأل - ابحث - حلل - تعاون - تواصل - قيّم) قائمة على نظرية الذكاءات المتعددة لتنمية "مهارة التواصل والتعاون، ومهارة المعلومات والوسائط والتكنولوجيا" لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي في وحدة الغلاف الجوي وحماية الأرض.

يتضح مماسبق، التأكيد على التعلم القائم على المشروعات والاستقصاء وحل المشكلات والتعلم التعاوني واستخدام الرسومات التوضيحية والصور وتفعيل التكنولوجيا وأدوات التواصل الاجتماعي لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى المتعلمين.

قياس مهارات القرن الحادي والعشرين:

تعددت طرق قياس مهارات القرن الحادي والعشرين، فق أكدت الأدبيات على استخدام الاختيار من متعدد، والأسئلة المفتوحة لقياس الابداع، واستخدام مقاييس متدرجة بناءاً على مقاييس ليكرت، واستخدام الملاحظات والاستبيانات (جاكوبز، ٢٠١٢: ٣٦) (Lai, 2012) وPacific Policy) (Soland et al., 2013: 18-26) (Research Center, 2010: 14)، وهدفت دراسةعثمان وآخرون (Osman et al., 2011) إلى بناء أداة مقننة لقياس مهارات القرن الحادي والعشرين لاستخدامها في تدريس وتعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة في ماليزيا.

مناهج STEM ومهارات القرن الحادي والعشرين:

تعد تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين هدفاً أساسياً ضمن أهداف مدخل STEM، وتؤكد الأدبيات التربوية على أن مناهج القائمة على مدخل STEM تسهم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين (Honey et al., 2014: 35) (Ostler, 2012: 29).

وأوضحت الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA, 2013) صفات المناهج التي تسهم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين: أن تكون المناهج قائمة على الاستقصاء، ويمارس الطلاب مهارات الاستقصاء العلمي والتصميم التكنولوجي، كما أشارت معظم الأدبيات التربوية لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين يجب أن تركز المناهج على الموضوعات البينية، وتهيئة المتعلمين للتعاون والاتصال والمشاركة واستخدام التكنولوجيا والإنترنت ومعالجتهم للبيانات والبحث، واستخدام التعلم من خلال حل المشكلات، والتعلم القائم على المشروعات، والاستقصاء ومهارات التفكير (Kolodner et al., 2003; Laboy-

Rush, 2009; Rotherham & Willingham, 2009: 18-20; Marzano & Heflebower, 2011; Banks & Barlex, 2014: 141; Christensen et Al, 2015: 902). وكل هذه المتطلبات تعد أساساً في مدخل STEM، لذلك فإنه يسهم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين.

إجراءات البحث

أولاً - قائمة مهارات القرن الحادي والعشرين لطلاب الصف الثاني الثانوي في الفيزياء:

لتحديد قائمة مهارات القرن الحادي والعشرين لطلاب الصف الثاني الثانوي في الفيزياء، اتبع الباحث الخطوات التالية:

١- تحديد الهدف من القائمة: هدفت القائمة إلى تحديد مهارات القرن الحادي والعشرين لطلاب الصف الثاني الثانوي في الفيزياء.

٢- مصادر اشتقاق القائمة: الأدبيات التربوية التي تناولت مهارات القرن الحادي والعشرين، طبيعة مادة الفيزياء والمرحلة الثانوية وارتباطها بالمشكلات الواقعية، وتم التوصل إلى قائمة أولية، وتم عرض القائمة الأولية على السادة المحكمين، وتم التعديل في ضوء آرائهم، وتم التوصل لصورتها النهائية.

ثانياً - إعداد التصور المقترح للوحدة الدراسية في الفيزياء في ضوء مدخل "العلوم - الرياضيات - الهندسة - التكنولوجيا" STEM:

لإعداد التصور المقترح للوحدة الدراسية في الفيزياء في ضوء مدخل STEM، قام الباحث الخطوات التالية:

أ - تحديد الصف الدراسي:

تم اختيار الصف الثاني الثانوي وذلك لأن اختيار الطلاب للمسار العلمي أو الأدبي يبدأ من الصف الثاني، ويقومون بدراسة المواد العلمية مكتملة دون تحديد علمي رياضيات أو علمي علوم، وبالتالي تزويد الفرصة لتكامل الرياضيات.

ب - تحديد موضوعات الوحدة الدراسية المقترحة:

قام الباحث باختيار أحد موضوعات علم الفيزياء وهي "الفيزياء الكهربية، حيث تم الإطلاع على موضوعات منهج الفيزياء للصف الثاني الثانوي، وجد أنه يخلو من أي موضوع عن الكهربية، بينما يبني منهج الصف الثالث الثانوي أكثر موضوعاته عن الكهربية، وبالتالي فإن هذه الوحدة المقترحة سوف تكون تمهيدية وتكسبهم بعض المعلومات استعداداً للصف الثالث الثانوي، ومراعاة مصفوفة المدي والتتابع Scope & Sequence في المناهج الفيزيائية، وكذلك مناسبته لمستوى طلاب الصف الثاني الثانوي.

ج - تحديد طريقة تصميم الوحدة الدراسية في أجهزة تحولات الطاقة:

من خلال استعراض الدراسات في مجال بناء الوحدات في ضوء مدخل STEM، اتخذ البحث الحالي المشكلات الفيزيائية والمشروعات والتصميمات الهندسية التكنولوجية الفيزيائية محاور أساسية في بناء الوحدة الدراسية حيث تم اتباع الخطوات التالية:

١ - تحديد المشكلات الفيزيائية الرئيسة أو التصميم التكنولوجي الفيزيائي في الوحدة الدراسية المقترحة.

٢ - تحديد الأهداف الإجرائية.

٣ - تصميم مهمات الأداء وربطها بالأهداف.

٤ - عرض المادة العلمية في صورة مشكلات.

٥ - تكليف الطلاب بالبحث عن المحتوى العلمي من أجل الوصول للحل وتنفيذ مشروع بحثي أو تصميم هندسي معين.

٦ - تحديد مراحل التقويم الجمعى كل هدف تعليمي.

د - تحديد محتوى الوحدة المقترحة:

تم اختيار محتوى الوحدة الدراسية ليدور حول أحد موضوعات الفيزياء الكهربية بعنوان (أجهزة تحولات الطاقة "الكهربية والمغناطيسية") وذلك لأنه: يتيح فرصة كبيرة لتكامل الفروع الثلاثة (الرياضيات، والتصميم الهندسي،

والتطبيقات التكنولوجية) حول محور المعرفة الفيزيائية، ويتضمن استخدام المعرفة الرياضية مما يسمح بتكامل مع فروع الرياضيات، واستخدام التصميم الهندسي والتكنولوجي لعمل بعض التصميمات، وعدداً من التجارب والأنشطة المعملية التي يمكن أن يقوم بها الطلاب مما يكسبهم المهارات الابداعية وحل المشكلات والتفكير الناقد والمهارات الاجتماعية والمهارات العملية، والكثير من التطبيقات والمشكلات التي تتعلق بحياة الطالب اليومية والمستقبلية مما يسهم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين.

ثم قام الباحث بدراسة الموضوع من الكتب والمراجع العلمية، وتحديد الموضوعات المناسبة لبناء وحدة دراسية مقترحة في الفيزياء الكهربية (أجهزة تحولات الطاقة "الكهربية والمغناطيسية")، والمتفقة مع أسس مناهج STEM، وقام الباحث باستخدام شكل البيت الدائري، والمقترح من ماكدونالد وسزرناك (McDonald & Czerniak, 1994) (لم يطلق عليه البيت الدائري ولكنه أطلق عليه نموذج تصويري بصري، وأطلق عليه الباحث البيت الدائري لأنه يشبه نموذج البيت الدائري) لبناء الوحدات في ضوء المدخل التكاملي لاحداث التكامل الموضوعي والمفاهيمي للوحدة لتسهيل عملية التكامل، وتتضمن الخطوات:

- تحديد المفهوم أو الموضوع أو المشكلة بشرط يمكن تناوله من المجالات التي حددتها في الدمج.
- تحديد مجالات الدمج والتي يمكن تناول الموضوع من جانبها.
- تحديد المفاهيم التي ترتبط بكل مجال وموضوع رئيس داخل كل مجال من مجالات الدمج.
- عمل شبكة (خريطة) تربط بين المفاهيم.

وقام الباحث بعرض الموضوعات في قائمة مبدئية، وتم عرض القائمة على مجموعة من المحكمين، وتم توضيح كل موضوع وتقاطعه مع كل مجال من مجالات STEM، وتم التعديل في ضوء آرائهم، ويوضحه جدول رقم (١).

جدول رقم (١)

موضوعات الوحدة وتناولها من مجالات STEM

رقم	الموضوع	العلوم الفيزيائية	التكنولوجيا	التصميم الهندسي	الرياضيات
١	الدينامو	فكرة عمل الدينامو. شرح آلية عمل الدينامو. تركيب الدينامو. قانون الدينامو. العلاقة بين زاوية الدوران والقوة الدافعة المتولدة.	استخدام الإنترنت. برنامج بوربينت للعرض. برنامج لعمل المنحني الجيبي على الكمبيوتر. فيديوهات تعليمية.	تصميم نموذج للدينامو. استخدام أدوات مبتكرة لعمل تصميم من إبداع الطالب.	المنحني الجيبي. استنتاج القوانين. حساب زاوية دورن الملف. الفرق بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية. العلاقات الطردية والعكسية للمتغيرات والرسم البيانى.
٢	المحرك الكهربي	فكرة عمل المحرك. شرح آلية عمل المحرك. تركيب المحرك. قانون عزم الازدواج. العلاقة بين زاوية الدوران وعزم الازدواج.	استخدام الإنترنت. برنامج بوربينت للعرض. فيديوهات تعليمية.	تصميم نموذج للمحرك. استخدام أدوات مبتكرة لعمل تصميم من إبداع الطالب.	تعريف عزم الازدوج. استنتاج قانون عزم الازدواج. حساب زاوية دورن الملف وعزم الازدواج. العلاقات الطردية والعكسية للمتغيرات والرسم البياني.
٣	المحول الكهربي	فكرة عمل المحول. شرح آلية عمل المحول. الحث المتبادل. تركيب المحول. قانون المحول الكهربي. العلاقة بين زاوية الدوران وعزم الازدواج.	استخدام الإنترنت. برنامج بوربينت للعرض. فيديوهات تعليمية.	تصميم نموذج للمحول. استخدام أدوات مبتكرة لعمل تصميم من ابداع الطالب.	استنتاج قانون المحول الكهربي. حساب كفاءة المحول. العلاقات الطردية والعكسية. رسم علاقات رياضية بين عدد اللفات، فرق الجهد، شدة التيار) للملف الابتدائي الثانوى

وفي ضوء خطوات التصميم السابقة تم عرض هذه الدروس في صورة مشكلات، يسعي الطلاب لحلها من خلال البحث والاستقصاء وتنفيذ مشروع لحل المشكلة، ويقوم الطالب بالبحث عن المعلومات والاشتراك في بناء المحتوى، لذا فإن المعلومات في الوحدة الدراسية قليلة، ويكلف الطالب بالبحث عنها من خلال الإنترنت أو المراجع وبعض المعلومات يرجع فيها إلي معلم الرياضيات أو التكنولوجيا، لذا تم اعداد كتيب الطالب يتضمن معلومات قليلة وتكليف الطالب يعرض ما توصل إليه.

هـ - تحديد (الأهداف الإجرائية، وطرق التدريس، الأنشطة التعليمية، المصادر التعليمية، طرق التقويم) للوحدة المقترحة: متضمنة بصورة مفصلة في دليل المعلم.

و - إعداد دليل المعلم لتدريس الوحدة المقترحة: تم إعداد دليل المعلم في ضوء أسس STEM للوحدة المقترحة.

ي - ضبط الوحدة الدراسية ودليل المعلم:

تم عرضهما على المحكمين، وأبدى المحكمين أرائهم، وتم التعديل في ضوء أرائهم حتى أصبحت الوحدة الدراسية ودليل المعلم في صورتيهما النهائية.

ثالثاً - لتحديد فاعلية الوحدة المقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب الصف الثاني الثانوي:

قام الباحث باتباع الخطوات التالية:

أ - إعداد اختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء لطلاب الصف الثاني الثانوي:

تم إعداد **اختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء** وفق الخطوات التالية:

١ - **تحديد أهداف الاختبار:** يهدف الاختبار إلى قياس مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي وفقاً لقائمة المهارات التي حددها الباحث.

٢ - **بناء مواقف الاختبار:** بعد الإطلاع على الدراسات التي تناولت إعداد اختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء، وقد تم بناء الاختبار في هذا البحث في صورة مواقف، وذلك للأسباب التالية:

- مهارات القرن الحادي والعشرين تنتج من القيام بعمليات ومهارات تفكير عليا، ولا يمكن الكشف عنها الا من تحليل الأداءات العقلية للمتعلم ومن ثم يسهل قياس تلك الأداءات من خلال المواقف.
- الهدف من تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين هو ربط حياة المتعلم الأكاديمية بمواقف الحياة اليومية والمستقبلية.
- صعوبة ملاحظة كل طالب أثناء قيامه بتجربة أو مشروع تعاوني مع زملائه، أو استخدامه للمعلومات من خلال الإنترنت سواء داخل المدرسة أو في منزله، ولذا تم إعداد الاختبار ليقيس كيف يتصرف المتعلم إذا تعرض لموقف ما من هذه المواقف المشابهة.

وتم صياغة مفردات الاختبار من نمط الاختيار من متعدد، وتم صياغة بنود التفكير الابداعي في صورة مشكلات مفتوحة النهاية، بحيث اشتمل الاختبار على (٥١) مفردة حيث تقيس كل مفردة مهارة فرعية.

٣ - **صياغة تعليمات الاختبار:** تم صياغة تعليمات الاختبار ووضعت في الصفحة الأولى من الاختبار.

٤ - **طريقة تصحيح الاختبار:** تم إعطاء درجة لكل اختيار صحيح، وصفراً للاجابة الخاطئة، وكذلك بالنسبة لبنود حل المشكلة والتفكير الناقد يأخذ الطالب لكل إجابة مناسبة صحيحة للمشكلة مناسبة وصفراً للإجابة

الخاطئة، باستثناء بنود التفكير الابداعي فهي مشكلات مفتوحة النهاية يتم اعطاء الطالب درجة لكل إجابة مناسبة صحيحة للمشكلة وعلى سبيل المثال بالنسبة لإنتاج الحلول إذا قام طالب باقتراح ثلاثة حلول صحيحة مناسبة للمشكلة يأخذ ثلاث درجات، ولنفس المشكلة عند قيام طالب آخر باقتراح ٥ خمسة حلول صحيحة ومناسبة للمشكلة يأخذ ٥ خمس درجات.

٥ - **صدق الاختبار:** تم عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين المتخصصين، وتم عمل التعديلات في ضوء آراء السادة المحكمين، حتى أصبح الاختبار في صورته النهائية جاهز للتطبيق للتجربة الإستطلاعية.

ب - الدراسة الاستطلاعية لاختبار مهارات القرن الحادي والعشرين:

تم إجراء الدراسة الاستطلاعية للاختبار على مجموعة مكونة من (٤٠) طالب وطالبة من مدرسة التحرير الثانوية بقرية سنجرج بإدارة منوف التعليمية بمحافظة المنوفية، وذلك بهدف تقدير ما يلي:

١ - **زمن الاختبار:** تم حساب متوسط الزمن الذي استغرقه أفراد المجموعة الاستطلاعية وهو (٦٥) دقيقة.

٢ - **ثبات الاختبار:** باستخدام طريقة ألفاكرونباخ باستخدام برنامج SPSS ووجد أنه (٠,٨٤)، مما يدل على تمتع الاختبار بثبات مرتفع.

٣ - **الصورة النهائية لاختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء:** بعد إجراء التعديلات السابقة أصبح الاختبار في صورته النهائية يتكون من (٥١) مفردة، بواقع كل مهارة فرعية مفردة، ما عدا التفكير الابداعي مفردة واحدة تقيس مهارات الفرعية للتفكير الابداعي وهم (الطلاقة والمرونة والأصالة).

٤ - **اختيار مجموعة البحث:** تم اختيار مجموعة البحث قصدياً من مدرسة التحرير الثانوية بقرية سنجرج التابعة لإدارة منوف التعليمية بمحافظة المنوفية، وبلغ عددهم أربعون طالباً وطالبة.

٥ - **التصميم التجريبي:** تستند الدراسة الحالية إلى التصميم التجريبي القائم على مجموعة تجريبية واحدة، حيث إن الوحدة مقترحة وبها بنية معرفية جديدة.

٦ - **تطبيق تجربة البحث:** تم تطبيق اختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء على يوم الأحد ٢٠١٥/٢/١٤ علي طلاب البحث بمدرسة التحرير الثانوية بإدارة منوف التعليمية، (في توقيت غير حصص الفيزياء الأساسية) للتعرف على ما لدى طلاب المجموعة التجريبية من معلومات قبلية، ثم قام الباحث بالتصحيح ورصد الدرجات، وجدول رقم (٢) يوضح المتوسطات والانحرافات المعيارية النتائج التطبيق القبلي.

٧ - **احتياطات قبل التطبيق التجريبي:** قام الباحث بالتأكد من وجود البرامج الحاسوبية التي تطلبها الوحدة الدراسية بمعمل الحاسوب والوسائط المتعددة، وتثبيت البرامج غير الموجودة بالأجهزة وتوافر الإنترنت للأجهزة، وكذلك موافقة أمين المعمل للسماح لهم بالدخول في أوقات غير الحصص، وتوفير بعض الكتب المرجعية داخل المكتبة التي يمكن الرجوع إليها وغير موجودة بالمكتبة عن الوحدة الدراسية المقترحة.

٨ - **إجراءات التطبيق التجريبي:** بدأت التجربة الأساسية للبحث يوم الاثنين ٢٠١٦/٢/١٥ إلى ٢٠١٦/٣/١٧، قام الباحث بنفسه بتطبيق الوحدة المقترحة والتدريس وفق دليل المعلم وتنفيذ وفقاً لأسس ومبادئ التعلم القائم على مدخل STEM، ووفق الخطة الزمنية المقترحة في دليل المعلم، كما تم توزيع كُتيب الطالب في حصة بحصة، وعرض مشكلة في نهاية كل درس لتكليف الطلاب بالبحث عن حل لها من خلال الإنترنت (داخل المدرسة أو البيت) والمكتبة أو الاستعانة بمدرسي التخصصات الأخرى، بحيث اعطاء لهم الوقت الكافي بين الحصص الأخري، للمشاركة في بناء المحتوى المعرفي.

ج - التطبيق البعدي لأدوات البحث:

بعد الإنتهاء من تدريس الوحدة المقترحة تم تطبيق اختبار مهارات القرن الحادي والعشرين على طلاب المجموعة التجريبة يوم الأحد ٢٠١٦/٣/٢٠م. بمدرسة التحرير الثانوية بإدارة منوف التعليمية، وتم رصد النتائج التي جاءت على النحو التالي:

قام الباحث باختبار صحة الفرض البحثي والذي نص على: "يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار مهارات القرن الحادي والعشرين ككل ومهاراته الفرعية لصالح التطبيق البعدي عند مستوى ٠,٠٥" وللتأكد من صحة الفرض البحثي تم استخدام اختبار "ت" T-test باستخدام برنامج SPSS Version 22 الإحصائي للتعرف على دلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء، وتم حساب حجم التأثير للوحدة المقترحة، واستخدم الباحث مربع ايتا (η^2) وتم تحويل قيمة (η^2) إلى قيمة (d) المقابل لها لحساب مقدار حجم التأثير، وجدول رقم (٢) يوضح ذلك.

جدول رقم (٢)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم "ت" وحجم التأثير لدرجات التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات القرن الحادي والعشرين لمجموعة البحث

م	المهارات الفرعية	التطبيق القبلي ن١ = ٤٠		التطبيق البعدي ن٢ = ٤٠		قيمة (ت) ودلالتها	قيم η^2	قيم حجم التأثير d
		م١	ع١	م٢	ع٢			
١	حل المشكلات	١,٠٠	٠,٧١	٣,٤٠	٠,٦٧١	١٥,٠٦	٠,٨٥	٤,٧٦
٢	التفكير الابداعي	٠,٨٧	٠,٧٢	٦,٠٥	١,١٣١	❖٢٢,٨٨	٠,٩٤	٧,٩
٣	التفكير الناقد	٠,٨٥	٠,٦٦	٢,٧٥	٠,٤٣	❖١٤,٢٨	٠,٨٤	٤,٥٨
٤	التواصل	٠,٩٢	٠,٧٩	٤,٦٠	٠,٤٩	❖٢٦,١٦	٠,٩٤	٧,٩١
٥	التعاون	٠,٨٥	٠,٧٦	٦,٥٧	٠,٥٠	❖٤١,٣٠	٠,٩٧	١١,٣٧

تابع/ جدول رقم (٢)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم "ت" وحجم التأثير لدرجات التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات القرن الحادي والعشرين لمجموعة البحث

م	المهارات الفرعية	التطبيق القبلي ن١ = ٤٠		التطبيق البعدي ن٢ = ٤٠		قيمة (ت) ودلالتها	قيم η^2	قيم حجم التأثير d
		م١	ع١	م٢	ع٢			
٦	الثقافة المعلوماتية	٠,٨٧	٠,٦٤	٤,٦٧	٠,٤٧	٣٠,٣٨❖	٠,٩٦	٩,٧٩
٧	الثقافة الإعلامية	٠,٨٠	٠,٦٠	٢,٧٥	٠,٤٣	١٧,٢٦❖	٠,٨٨	٥,٤١
٨	تقافة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات	٠,٩٢	٠,٦٥	٤,٦٠	٠,٥٤	٣١,٨٤❖	٠,٩٦	٩,٧٩
٩	المبادرة والتوجيه الذاتي	٠,٨٥	٠,٥٧	٣,٦٧	٠,٤٧	٢٣,٩١❖	٠,٩٣	٧,٢٨
١٠	المهارات الاجتماعية بين الثقافات	٠,٨٠	٠,٥١	٢,٦٧	٠,٤٧	١٦,٤٠❖	٠,٨٧	٥,١٧
١١	الإنتاجية والمساءلة	٠,٧٢	٠,٤٥	٦,١٥	٠,٧٣	٣٩,٢٦❖	٠,٩٧	١١,٣٧
١٢	القيادة والمسؤولية	٠,٧٢	٠,٤٥	٣,٦٥	٠,٤٨	٢٨,٢٠❖	٠,٩٥	٨,٧١
١٣	الدرجة الكلية	١٠,٢٠	٢,٥٤	٥١,٥٥	٢,٠٧	٧٣,٨٤	٠,٩٩	١٩,٨٩

❖ حالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠١ .

يتضح من جدول رقم (٢) من قيم (η^2)، d أن حجم تأثير المتغير المستقلة (الوحدة المقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM) كان لها أثر كبير في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء لدى طلاب المجموعة التجريبية. وبذلك تم التحقق من صحة الفرض البحثي.

ولحساب الفاعلية تم استخدام نسبة الكسب المعدل لبليك باستخدام "معادلة بليك"، وحيث إن الاختبار يتضمن بند التفكير الابداعي فقد تم أخذ أعلى درجة للطلاب في بند التفكير الابداعي وجمعها على باقي بنود الاختبار وحساب النهاية العظمي للاختبار وهي (٥٨) درجة، وجدول رقم (٣) يوضح النتائج:

جدول رقم (٣)

حساب نسبة الكسب المعدل للوحدة المقترحة لبليك

متوسط التطبيق القبلي	متوسط التطبيق البعدي	النهاية العظمي للاختبار	نسبة الكسب المعدل
١٠,٢٠	٥١,٥٥	٥٨	١,٥٨

يتضح من جدول رقم (٣) أن نسبة معدل الكسب لبليك أكبر من ١,٢ وهي النسبة التي حددها بليك، مما يدل على فاعلية الوحدة المقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين في الفيزياء لدى طلاب المجموعة التجريبية بمدرسة التحرير الثانوية بإدارة منوف التعليمية. وبذلك تم التحقق من صحة الفرض البحثي.

التفسير

ويمكن إرجاع تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لطلاب مجموعة البحث التي درست بالوحدة المقترحة في ضوء STEM إلى أن وحدة (أجهزة تحولات الطاقة "الكهربية والمغناطيسية")، تم اعددها وتنظيمها في ضوء تكامل المعرفة من الجوانب الأربعة "العلوم والرياضيات والتكنولوجيا والتصميم الهندسي"، وبالتالي يصبح التعلم ذو معنى، كما تم تنظيم وعرض المادة العلمية وفق مشكلات حياتية ومشكلات علمية، كما تم استخدام التعلم القائم على المشروعات واتخاذ محور التصميم الهندسي والتجريب والعمل بالأيدي Hands on واستخدام التعلم التعاوني أثناء التصميم وتعيين قائد للمجموعة، واستخدام الإنترنت وتكنولوجيا المعلومات وتكليف الطلاب بالبحث من خلال الإنترنت وأن يقوم بتجهيز المعلومات من خلال شبكات الإنترنت والبحث عن المعلومات من خلال الكتب والمكتبات، وكذلك استخدام الإنترنت وانشاء جروبات من خلال الفيس بوك في التواصل خارج المدرسة، واستخدم برمجيات كمبيوترية مثل برامج الرسم البياني للمنحني الجيبي وعرض الزوايا، وعرض ملخصات بعض الدروس من خلال استخدام الكمبيوتر والبوربوينت، وجعل

الطالب محور العملية التعليمية، وعرض الطالب للمعلومات وتحمله المسؤولية عن النتائج والتصميم الذي الذي قام به هو ومجموعته، حيث يقوم بالتجريب وصنع النموذج بنفسه هو وزملائه، ووتحفيزهم من خلال مسابقات لأفضل تصميم، والاعلان عن أفضل تصميم، كل ذلك ساعد على تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين من حل مشكلات وتفكير ابداعي وناقد والتعاون والتواصل والثقافة المعلوماتية والثقافة الإعلامية وتقافة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والمبادرة والتوجيه الذاتي والمهارات الاجتماعية بين الثقافات والإنتاجية والمساءلة والقيادة والمسؤولية.

توصيات

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث يوصي بما يأتي:

١ - ضرورة إعادة النظر في تخطيط مناهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية وتبني مدخل STEM.

٢ - ضرورة تبني مدخل STEM في تصميم مناهج الفيزياء الحالية من أجل تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين

٢ - الإهتمام بتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين للطلاب في المواد التعليمية المختلفة، وفي مادة الفيزياء بصفة خاصة

٣ - إعداد برامج تدريبة لمعلمي الفيزياءعلى مدخل STEM.

٤ - تطوير برامج إعداد معلمي الفيزياء بكليات التربية لتتضمن برامج لمناهج قائمة على STEM.

مقترحات

يقترح البحث القيام باجراء البحوث التالية:

١ - فاعلية وحدة مقترحة في الفيزياء في ضوء مدخل STEM في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لطلاب الصف الأول أوالثالث الثانوي.

٢ - فاعلية وحدة مقترحة في (الكيمياء أو الأحياء أو الجيولوجيا وعلوم البيئة) في ضوء مدخل STEM في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لطلاب المرحلة الثانوية.

٣ - فاعلية منهج مقترح في (الفيزياء أو الكيمياء أو الأحياء أو علوم الأرض والفضاء) في ضوء مدخل STEM في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لطلاب المرحلة الثانوية.

The Effectiveness of a STEM Project-Based Unit in Physics: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics Approach to Develop 21st Century Skills For Secondary School Students

Dr. Abdullah M. Taha
Moe - A.R.E

Abstract

The present study aims to prepare the proposed unit in physics in the light of "Science, Math, Engineering and Technology" (STEM), and the study of its impact on the development of 21st century skills at the second grade secondary students, and the researcher prepared the proposed unit entitled (energy transformations "electric and magnetic") for the second grade of secondary education, was preparing a test measure 21 century skills in physics, the unit was applied to a group of students numbering (40) students at the Taheir secondary school of Menouf distrect education in Menouf Governorate, and use the devices with one group experimental design, was applied Test 21 century skills twenty before and after, and the study showed the effectiveness of the unit in the light of STEM in development of 21 century skills in physics for students.

المراجع

١ - أحمد، أبو السعود محمد (٢٠١٥). الاتجاهات الحديثة للبحث العلمي في المناهج وطرق التدريس. **وقائع الندوة العلمية لقسم المناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة بنها**: ٦-٢٥.

٢ - الباز، مروة محمد (٢٠١٣). تطوير منهج العلوم للصف الثالث الإعدادي في ضوء مهارات القرن الحادي والعشرين. **مجلة التربية العلمية**، ١٦(٦): ١٩١-٢٣١.

٣ - البدراوي، سيد محمد (٢٠١٦). تقويم مناهج العلوم بالحلقة الابتدائية في ضوء مهارات القرن الحادى والعشرين. رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا للتربية، جامعة القاهرة.

٤ - ترلينج، بيرني وفادل، تشارلز (٢٠١٣). **مهارات القرن الحادي والعشرين التعلم للحياة في زمننا**. ترجمة: بدر بن عبدالله الصالح. المملكة العربية السعودية: جامعة الملك سعود.

٥ - جاكوبز، هايدي هايز (٢٠١٢). **منهاج القرن ٢١: التعليم الأساسي لعالم متغير**. تعريب نيفين الزاغة. المملكة العربية السعودية: العبيكان.

٦ - الدوسري، هند مبارك (٢٠١٥). واقع تجربة المملكة العربية السعودية في تعليم STEM على ضوء التجارب الدولية. مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول بجامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية ٥-٧ مايو: ٥٩٩- ٦٤٠.

٧ - سيد أحمد،هبة فؤاد (٢٠١٦). فاعلية تدريس وحدة في ضوء توجهات الـ STEM لتنمية مهارات حل المشكلات والاتجاه نحو دراسة العلوم لدى تلاميذ المرحة الابتدائية. **مجلة التربية العلمية**، ١٩(٣): ١٢٩-١٧٦.

٨ - شلبي، نوال محمد (٢٠١٤). إطار مقترح لدمج مهارات القرن الحادي

والعشرين في مناهج العلوم بالتعليم الأساسي في مصر، **المجلة الدولية التربوية المتخصصة**، ٣(١٠): ١-٣٢.

٩ - عبدالسلام، حنان رجاء (٢٠١٣). فاعلية البرمجيات الاجتماعية في تنمية الوعي الصحي وبعض مهارات القرن الواحد والعشرين لدى طالبات جامعة جازان. **مجلة التربية العلمية**، ١٦(٣): ١٩٩-٢٧٠.

١٠ - غانم، تفيدة سيد أحمد (٢٠١١). مناهج المدرسة الثانوية في ضوء مدخل العلوم- التكنولوجيا - الهندسة - الرياضيات STEM، **مجلة التربية العلمية**، المؤتمر العلمي الخامس عشر، التربية العلمية "فكر جديد لواقع جديد"، ٦- ٧ سبتمر : ١٢٩-١٤١.

١١ - غانم، تفيدة سيد أحمد (٢٠١٣). أبعاد تصميم مناهج (STEM) وأثر منهج مقترح في ضوئها لنظام الأرض في تنمية مهارات التفكير في الأنظمة (Systems Thinking) لدى طلاب المرحلة الثانوية. **مجلة كلية التربية جامعة بني سويف**، عدد ديسمبر، الجزء الأول: ١١٥-١٨٠.

١٢ - غانم، تفيدة سيد أحمد (٢٠١٤). فاعلية استراتيجية مقترحة في تدريس العلوم قائمة على نظرية الذكاءات المتعددة في تنمية بعض مهارات القرن الواحد والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. **مجلة كلية التربية جامعة بني سويف**، عدد يناير، الجزء الأول: ١-٥٢.

١٣ - المحيسن، إبراهيم عبدالله وخجا، بارعة بهجت (٢٠١٥). التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء اتجاه تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM. مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول بجامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية ٥-٧ مايو: ١٣- ٣٧.

١٤ - مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (٢٠١٥). "توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)"، مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول ٥-٧ مايو، بجامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية: شركة تطوير للخدمات التعليمية.

١٥ - مركز اليوبيل للتميز التربوي (٢٠١٣). **المؤتمر التدريبي الأول المتخصص**

في مجال العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من ٢٠-٢٢ أغسطس، مؤسسة الملك حسين، الأردن.

16 - Alozie, N.; Grueber, J.; Dereski, O. (2012). Promoting 21st century skills in the science classroom by adapting cookbook lab activities: the case of DNA extraction of wheat germ. **American Biology Teacher**, 74 (7): 485-489.

17 - Association of American college and universities (2007). **College learning for the new century**. www.aacu.org/leap/documents/GlobalCentury_final.pdf<.

18 - Asunda, P. (2012). "Standards for Technological Literacy and STEM Education Delivery through Career and Technical Education Programs", **Journal of Technology Education**, 23(2): 44-60.

19 - Banks, F. and Barlex, D. (2014). **Teaching STEM in the secondary school helping teachers meet the challenge**. New York, Routlegde Taylor & Francis Group Ltd.

20 - Barrett, B. Moran, A.; & Woods, J. (2014). Meteorology meets engineering: an interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. **International Journal of STEM Education,** 1(6): 1-7.

21 - Binkley, M.; Erstad, O.; Herman, J.; Raizen, S.; Ripley, M.; & Rumble, M. (2010). **Defining 21st century skills. Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATCS)**. Part of a report to the learning and technology world forum 2010, London. Retrieved from >http://atc21s.org/wpcontent/uploads/2011/11/1-defining-21st-century-skills.pdf<.

22 - Buczynski, S., Ireland, K., Reed, S., & Lacanienta, E. (2012). Communicating science concepts through art: 21st-century skills in practice. **Science Scope**, 35 (9): 29-35.

23 - Capraro, M.; Whitfield, J., Etchells, M.; & Capraro, R. (2016). **A companion to interdisciplinary stem project-based learning. Rotterdam**, Netherlands: Sense Publishers.

24 - Christensen, R.; Knezek, G.; & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on stem engagement activities with positive stem dispositions in

secondary school students. **Journal of Science Education and Technology**, 24: 898-909.

25 - Dede, Chris (2009). Comparing Frameworks for "21st Century Skills" >http://www.watertown.k12.ma.us/dept/ed_tech/research/pdf/ChrisDe-de.pdf<.

26 - English, L.; & King, D. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. **International Journal of STEM Education,** 2(14): 1-18.

27 - Hassan, Y. (2015). The effectiveness of a hands-on summer stem program in developing middle school students' design thinking and conceptual understanding. **Journal of Science Education**, Egyption Society for Science Education, 19(2):194-141.

28 - Hilton, M. (2010). **Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary**. www.snaremedia.ca/.../2010_NAP_Sci-Edu-Skills.pdf.

29 - Holmquist, S. (2014). A multi-case study of student interactions with educational robots and impact on science, technology, engineering, and math (STEM) learning and attitudes. PhD. of education, university of South Florida.

30 - Honey, M.; Person, G.; & Schweingruber, H. (2014). **STEM integration in k-12 education: status, prospects, and an agenda for research. Committee on integrated STEM education**, National Academy of Engineering and National Research Council, Washington, DC: The National Academies Press.

31 - Hwang, J.; & Taylor, J. (2016).Stemming on STEM: A stem education framework for students with disabilities. **Journal of Science Education for Students with Disabilities**, 19 (1): 39-49.

32 - Jolly, A. (2016). **STEM by design strategies and activites for grades 4-8**. New York: Routlegde Taylor & Francis Group Ltd.

33 - Kolodner, J.; Camp, P.; Crismond, D.; Fasse, B.; Gray, J.; Holbrook, J.; Puntambekar, S.; & Ryan,M. (2003). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting

Learning by Design™ into Practice. **Journal of the learning sciences**, 12(4): 495-547.

34 - Laboy-Rush, D.(2009). **Integrated STEM education through project-based learning**, this report provided by learning.com, Available at// www.learning.com/imaginemars.

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

36 - Lattimer, H., & Riordan, R. (2011). Project-Based Learning Engages Students in Meaningful Work**. Middle School Journal (J3)**, 43 (2): 18-23.

37 - Marzano, R. & Heflebower, T. (2011). Teaching & assessing 21st century skills. The classroom strategies seires. Marzano Research.

38 - McDonald, J.; Czerniak, Ch. (1994). Developing interdisciplinary units: Strategies and examples. **School Science and Mathematics**, 94(1): 5-10.

39 - Metiri Group & NCREL (2003). **Engage 21st century skills: Literacy in the digital age**. Chicago, IL: NCREL. pict.sdsu.edu/engauge21st.pdf NCREL

40 - Morrison, J. (2006). T**ies STEM education monograph series, attributes of STEM education**. Retrieved from >https://www.partnersforpublice-d.org< /uploadedFiles/TeachingandLearning/Career_and_Technical_E-ducation/ Attributes%20of%20STEM%20Education%20with%20Cov-er%202%20.pdf.

41 - National Education Association. (2012). **Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the** "Four Cs". >http://www.nea.org/assets/docs/A-Guide-to-Four-Cs.pdf<.

42 - National Science Teachers Association (2013). **Quality science education and 21st-century skills**. http://www.nsta.org/about/positions/21stcentur-y.a spx

43 - National Research Council. (2009). **A new biology for the 21st century: ensuring the United States leads the coming biology revolution**. Washing-ton: National Academies Press.

44 - Osman, K.; Tuan, T.; & Arsad, N. (2010). The relationship of 21st

century skills on students' attitude and perception towards physics. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, International Conference on Learner Diversity 7: 546-554

45 - Osman, K.; Tuan, T.; Arsad, N. (2011). Instrument development for 21st century skills in Biology. **Procedia Social and Behavioral Sciences**15,: 1470-1474.

46 - Osman, K.; Hiong, L.; Vebrianto, R. (2015). An interdisciplinary approach for biology, technology, engineering and mathematics (BTEM) to enhance 21st century skills in Malaysia. **K-12 STEM Education** (1)3:137-147.

47 - Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: A tactical model for long-range success. **International Journal of Applied Science and Technology**, 2(1): 28-33.

48 - Pacific Policy Research Center. (2010). **21st Century Skills for Students and Teachers**. Honolulu: Kamehameha Schools, Research & Evaluation Division.

49 - Partnership for 21st Century Skill. (2006). **Framework for 21st century learning**. >http:///www.p21.org/overview/skillsframework<.

50 - Partnership for 21st Century Skills (2008). **21Century Skills Map: Science**, www.eric.ed.gov,ED519499 >http://www.eric.ed.-gov,ED519499<.

51 - Partnership for 21st Century Skill, Designed in cooperation with The National Science Teachers Association (2009). **Standards: A 21st Century Skills Implementation Guide**. www.p21.org/storage/.../p21- >http://www.p21.org/storage/.../p21-< stateimp_standards.pdf

52 - Perez, G. (2013). **Inspiring Educators to Teach Wind Energy**. Tech Directions, 72 (7): 18-21.

53 - Pitsco.(2016).>http://www.pitsco.com/Curriculum/Integrated_STEM/STEM_Expeditions<. Review on 14/10/2015.

54 - Pitt, J. (2009). Blurring the boundaries- (STEM) education and education for sustainable development. Design and Technology Education. **Design and Technology Education Association**. United Kingdom: England (London), Wales, 14, (1): 37-48.

55 - Rotherham and Willingham. (2009). 21st century skills: The challenges ahead. **Educational Leadership**, 67 (1): 16-21.

56 - Salas-Pilco, S. (2013). Evolution of the framework for 21st century competencies. **Knowledge Management & E-Learning: An International Journal**, 5 (1): 10-24.

57 - Sharkawy, A.; Barlex, D.; Welch, M.; McDuff, J.; Craig, N. (2008). Adapting a curriculum unit to facilitate interaction between technology, mathematics and science in the elementary classroom: Identifying relevant criteria, Design and Technology Education: An International Journal 14.1

58 - Soland, J.; Hamilton, L.; Stecher, B. (2013). Measuring 21st century competencies

59 - Stevens, Robert (2012). Identifying 21st century capabilities, international. **Journal of Learning and Change**, 6(3), 123-137.

60 - Suto, I. (2013). 21st century skills: Ancient, ubiquitous, enigmatic¢. Paper research matters: A Cambridge assessment publication, Retrieved from >http://www.cambridgeassessment.org.uk/images/130437-21st-century-skills-ancient-ubiquitous-enigmatic-.pdf<.

61 - Tank, K., & Moore, T., & Pettis, C. (2013). The picture STEM project: A curricular approach using picture books to transform STEM learning in elementary classrooms (curriculum exchange). **Paper presented at 2013 ASEE annual conference &exposition**, Atlanta, Georgia, American Society for Engineering Education. >https://www.asee.org/< public/ conferences/20/papers/ 7288/download.

62 - Tingen, J., Philbeck, L., Holcomb, L. (2011). Developing Classroom Web Sites for 21st Century Learning. **Kappa Delta Pi Record**, 47(2): 88-90. From Eric EJ921662.

63 - Trilling, B. & Fadel, C. (2009). **21st century skills: Learning for life in our times**. San Francisco: Jossey-Bass.