مجلة العلوم التربوية والنفسية
جامعة القصيم، المجلد (١٣)، العدد (١)، ص ص ١٩٤ ـ ٢١٢، (محرم ١٤٤١هـ، سبتمبر ٢٠١٩م)

نموذج مقترح لتعلم المفاهيم الكيميائية قائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في المرحلة الثانوية

د. عبدالله بن عواد الحربي
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المشارك، جامعة المجمعة

المستخلص: هدفت الدراسة الحالية إلى معرفة التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية، وإلى اقتراح نموذج لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية حسب ما يراه خبراء تعليم الكيمياء. وتكونت عينة الدراسة من (65) خبيراً في تعليم الكيمياء بمنطقة الرياض، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي، وتوصلت الدراسة إلى عددٍ من التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء، وهي: التركيز على معنى المفاهيم العلمية الكيميائية وليس معرفتها فقط، واستخدام التطبيقات التقنية والهندسية والرياضية في المختبر الكيميائي، ويتحدد هدف التقويم بالتعلم، وليس التحصيل أو الاختبار فقط، والتركيز على التفاعل الاجتماعي؛ بحيث يشارك جميع الطلاب لضمان احتمالية استخدام منحىSTEM، كما توصلت الدراسة إلى نموذج لتعلم المفاهيم الكيميائية قائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM . وأوصت الدراسة بأهمية تطبيق النموذج المقترح في تعليم الكيمياء.

كلمات مفتاحية: المفاهيم الكيميائية، نماذج تدريسية، المرحلة الثانوية، STEM.

A proposal model for learning Chemical Concepts based on the trend integration between Science, Technology, Engineering and Mathematic(STEM) in secondary school

Dr. Abdullah Awad Al Harbi
Associate Professor of Science Education, Majmaah university

Abstract: The present study aims at finding out the general directions of the trend of integration between Science, Technology, Engineering and Mathematics(STEM) in Chemistry education at the secondary level, and to propose a model to learn the chemical concepts, based on the trend of integration between Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in Chemistry education at the secondary level as seen Chemistry education experts. The study sample consisted of (65) experts in Chemistry education in Riyadh, the study used a descriptive approach. The study finds a number of general orientations in the trend of integration between Science, Technology, Engineering and Mathematics(STEM) in Chemistry education, namely: to focus on the meaning of the chemical scientific concepts and not knowing it only, and the use of Technology, Engineering and Mathematical applications in the chemical laboratory, and is determined evaluation objective by learning, not by achievement or test only and a focus on social interaction, so that all students involved to ensure the possibility of the use of (STEM-trend), the study found a model for learning based on the trend of integration between Science, Technology, Engineering and Math (STEM) Chemical concepts. The study recommended the importance of the application of the proposed model in Chemistry education.

Keywords: Chemical concepts, Teaching models, Secondary stage, STEM.

مقدمة

تسعى العديد من دول العالم إلى تحقيق التنمية المستدامة في كافة المجالات الاقتصادية والمجتمعية والصناعية والتعليمية، ويُعوّل على مجال التعليم الكثير لتحقيق ذلك، حيث أن التعليم النوعي المتميز هو من سيُحقق التنمية المستدامة في مجالات الاقتصاد والمجتمع والصناعة.

لذلك جاء اهتمام وزارة التعليم بدول العالم وبالسعودية على وجه الخصوص بالتربية العلمية، وذلك لمساعدة الطلاب على ممارسة الجوانب المختلفة للثقافة العلمية، وأن تكون لديهم معرفة كافية للتعامل مع كل ما يواجهونه في العالم الحقيقي في حياتهم اليومية.

وتعد العلوم بشكل عام والكيمياء بشكل خاص من المواد العلمية التي تسهم في مساعدة الطلاب في حل مشكلاتهم، وتطوير قدراتهم، وإكسابهم مهارات علمية وعملية لتأهيلهم لسوق العمل. لذا جاءت الدراسات العلمية بالاهتمام بالعلوم لمواكبة التوجهات الحديثة والرائدة، ومنها منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM.

ويشير هاريسون (Harrison,2011) إلى أن منهج STEM من أهم التوجهات التي تبنتها المملكة المتحدة، لتحقيق تعليم فعّال. وفي السعودية ذكرت الاستراتيجية الوطنية لتطوير التعليم العام إلى أهمية تحسين المناهج الدراسية وطرق التدريس وعمليات التقويم، لضمان تحسين أداء الطلاب في العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM(وزارة التعليم،2010)، ويتوافق ذلك مع توصيات مؤتمر القمة للابتكار في التعليم، أن لمهارات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات دور لتأهيل مبتكرين، ولديهم قدرة على التنافس العالمي(مؤتمر القمة للابتكار في التعليم،2013).

ويُعرف منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM أنه توجه للتعلم متعدد التخصصات، تقترن فيه المفاهيم العلمية بالظواهر الطبيعية، مما يكسب الطلاب الثقافة العلمية (Gerlach,2012)، كما يحدده بريني وهيل (Briney&Hill,2013) بأنه المنحى الذي يُنتج عقولاً مفكرة، وقادرة على حل المشكلات من خلال جميع التخصصات.

ويُعرفه ميريل (Merrill,2009) بأنه تعليم يعتمد على معايير معينة، وتكون مهمة معلمو العلوم تعليم نهجٍ متكامل في التعليم والتحصيل، ويتم تعليم العلوم ككتلة واحدة. وهذا يتوافق مع ما أشار إليه منصور(2015) في ورشة العمل التي نفذها في رحاب جامعة الملك سعود في مؤتمر توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، أن توجه STEM يتحدد في التعامل مع العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات كتخصص، وليس تخصصات متعددة فردية.

وتُؤكد بعض الدراسات العلمية أن استخدام منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM يُعزز عملية التعلم في غرفة الصف، فقد أشار هارتزلير (Hartzler,2000) أن المناهج الدراسية المتكاملة أظهرت تحسناً في الانجاز والدافعية والفاعلية الذاتية. وأكدت دراسة غانم (2013) أن للمنهج المتكامل STEM أثراً عالياً في تنمية مهارات التفكير، وأن استخدام معلمي المرحلة الثانوية لمنحى العلوم والتقنية والرياضيات والهندسة STEM في غرفة الصف زادت من عملية التعلم لدى الطلاب، كما أشارت لذلك دراسة لو وآخرون (Lou et al,2013).

ويزداد الاهتمام العالمي باعتماد منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في نظامها التعليمي، فقد أكد تشوا (Choi,2013) أن كوريا الجنوبية قد اعتمدت منحى STEM في المرحلة الثانوية، من خلال إنشاء مدارس متخصصة لهذا الغرض. كما أعدت استراليا خطة شاملة "استراتيجية" للعلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM سيتم تطبيقها في الفترة 2016–2026، ومن أهداف هذه الاستراتيجية أن يكون لدى جميع الطلاب في أستراليا بعد انتهائهم من المدرسة المعرفة الأساسية في منحى STEM، وما يتصل بها من مهارات، ومن أهدافها أيضاً زيادة قدرة المعلم في منحى STEM لضمان جودة التعليم(National Stem School,2015).

ولضمان فهم واستيعاب طلاب المرحلة الثانوية لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM، يتطلب ذلك وجود معلمين لديهم تصور مسبق واطلاع على هذا المنحى"STEM"، لذا يُعد معلم العلوم بشكل عام ومعلم الكيمياء بشكل خاص حجر الزاوية في تحقيق أهداف منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، لأنه لا يمكن تطبيق أي توجه حديث أو مطور دون الاستعانة بمعملين أكفاء، ولديهم القدرة والمهارة المناسبة لتحقيق ذلك. وتزداد أهمية ذلك إذا عرفنا أن اطلاع معلمي العلوم "الكيمياء" على الأبحاث والدراسات العلمية الحديثة كانت متدنية (الحربي،2012).

فقد أشار أمبوسعيدي وآخرون(2015) إلى أهمية تعريف معلمي العلوم بمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، وكيف يمكن توظيفه في التدريس. ويزداد هذا الاهتمام اذا عرفنا أن خصائص المعلم في الدول ذات التحصيل المرتفع في اختبارات TIMSS 2017(سنغافورة والصين) يستخدمون في تعليمهم الفهم، والتطبيق، والشرح، والتفسير، والتعليل، مقارنة بمعلمي العلوم في الدول ذات التحصيل المنخفض في اختبارات TIMSS 2017 (السعودية)، وهي دراسة مقارنة قامت بها الحجاجي (2012).

ولتحقيق النمو المهني لمعلمي الكيمياء في منهج STEM، يلزم الانتقال من المنهج الحالي إلى منهج متكامل يحقق مبادئ وتوجهات STEM، فقد أشار ستيفني Stephanie (المذكور في غانم،2012) أن من متطلبات تطبيق مناهج STEM تغيير رؤية وطريقة تدريس العلوم:

١. تغيير رؤية تدريس العلوم حيث يصبح ما يتم تدريسه في العلوم داخل المدرسة مطابقاً لواقع العلوم في الحياة.

٢. تغيير طريقة تدريس العلوم حيث يتحول الطلاب إلى الانغماس في المعرفة العلمية، والمهارات، وحل المشكلات، والتفكير العلمي، ولتحقيق ذلك يلزم تصميم منهج قائم على الخبرات المتكاملة، ومتمركز حول المفاهيم العلمية:.Concept-centered, experiential and integrative curriculum

كما ذكر ستيفني Stephanie (المذكور في غانم،2012) أن من احتياجات تغيير رؤية تدريس العلوم إلى الخبرات المتكاملة؛ هي:

- تدريس العلوم بواقعية.
- العناية بالخيال العلمي.
- وصول الطلاب لتحقيق الذكاءات المتعددة، والعقل المتكامل Global Mind.

وحتى يتمكن معلمو الكيمياء من تدريس منحى STEM لا بد من تحديد مجموعة من المعايير والتي في ضوئها يستطيع المعلم أن يستخدم منحى STEM، فقد أشار أزا وآخرون (Azza et al, 2009) إلى مجموعة من المعايير التي يجب توافرها، ومن أهمها: وجود رؤية بنائية للتعلم، واستخدام مهام معينة تزيد من دافعية الطلاب للتعلم.

مشكلة الدراسة

إن المتأمل لنتائج اختبارات التيمز (TIMSS 2015) يلاحظ تدني مستوى طلاب دول الخليج العربي، فقد تراوحت نتائجهم بين المستوى المنخفض وأقل من المنخفض عدا الامارات العربية المتحدة، فقد حصل طلابها في الصف الثامن على مستوى أداء متوسط، وتحديداً حصل طلاب المملكة العربية السعودية على متوسط أداء 390 في العلوم، وهو متوسط منخفض مقارنة بمتوسط الأداء 429، والتي حصل عليها الطلاب في عام 2011، في الصف الرابع الابتدائي، وحصلوا على متوسط أداء 436، في الصف الثامن عام 2011، وانخفض متوسط الأداء عام 2015، فقد حصلوا على 396(الشمراني وآخرون،2016). وهذا يشير إلى أهمية استخدام برامج أو نماذج علمية تساعد الطالب في بناء المعرفة بنفسه (الحربي، 2017).

وهذا ما جعل الاهتمام يتزايد في العلوم والرياضيات، والبحث عن طرائق وأساليب وتوجهات تضمن تعلم فعال ومرتبط بواقع حياة الطلاب، فقد أوصت دراسة الدوسري(2015) إلى بناء معايير خاصة لتعلم منحى STEM، كما أشار أمبوسعيدي وآخرون(2015) إلى أهمية تزويد معلمي العلوم بمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، لذلك جاءت هذه الدراسة للإجابة عن السؤالين التاليين:

- ما التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية؟

- ما النموذج المقترح لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية حسب ما يراه خبراء تعليم الكيمياء؟

أهداف الدراسة

هدفت الدراسة الحالية إلى بناء قائمة تضم التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية، واقتراح نموذج لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية حسب ما رآه خبراء تعليم الكيمياء.

أهمية الدراسة

تأمل هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

- تزويد معلمي الكيمياء بخلفية علمية حول منحى STEM.
- مساعدة خبراء تطوير المناهج في تضمين توجهات منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في كتب الكيمياء في المرحلة الثانوية.
- تحسين تعلّم الكيمياء.

حدود الدراسة

يتحدد تعميم نتائج هذه الدراسة بالعوامل والمحددات التالية:

- التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM.
- معلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية.
- رأي خبراء تعليم الكيمياء: تم بناء النموذج المقترح لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية بناء على رأي خبراء تعليم الكيمياء، واعتمد الباحث "نسبة اتفاق" وهي درجة ٧٠٪ فأعلى، وهي نسبة اتفاق بين خبراء تعليم الكيمياء حول التصور المقترح.

منهج الدراسة

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي الذي يهتم بوصف الواقع وذلك عن طريق جمع المعلومات والبيانات المتعلقة بمشكلة الدراسة، ثم تحليل تلك المعلومات والبيانات لتحقيق أهداف الدراسة.

مجتمع وعينة الدراسة

تكوّن مجتمع الدراسة من جميع خبراء تعليم الكيمياء بمنطقة الرياض خلال العام الدراسي 1439/1438، وهم: أعضاء هيئة التدريس في كليات العلوم بمنطقة الرياض والذين يدرسون مقررات الكيمياء، وأعضاء هيئة التدريس في كليات التربية بمنطقة الرياض والمختصين بتعليم العلوم، والمشرفين التربويين المتخصصين بالإشراف على معلمي الكيمياء في منطقة الرياض، وبلغ مجموع مجتمع الدراسة(280) خبيراً. وتم اختيار عينة عشوائية وبلغ عددها الإجمالي(65) خبيراً، ويبين الجدول(1) توزيع خبراء تعليم الكيمياء حسب مجالهم الأكاديمي:

جدول(1) خبراء تعليم الكيمياء حسب مجالهم الأكاديمي

المجال الأكاديمي	العدد الإجمالي "مجتمع الدراسة"	العدد "عينة الدراسة"	نسبة العينة من مجتمع الدراسة
أعضاء هيئة التدريس في كليات العلوم "كيمياء"	158	16	%10
أعضاء هيئة التدريس في كليات التربية "تربية علمية"	67	30	%45*
مشرفو الكيمياء	55	25	%45**
المجموع الكلي	280	65	%100

- *بلغت نسبة العينة من مجتمع الدراسة فيما يتعلق بتخصص التربية العلمية 45%، وذلك لأن تخصصهم يحقق هدف الدراسة الحالية بشكل مباشر، مقارنة بأساتذة الكيمياء في كليات العلوم والتي بلغت نسبتهم10%.
- ** بلغت نسبة العينة من مجتمع الدراسة فيما يتعلق بتخصص "مشرفي الكيمياء" 45%، وذلك لأن تخصصهم يحقق هدف الدراسة الحالية بشكل مباشر، مقارنة بأساتذة الكيمياء في كليات العلوم والتي بلغت نسبتهم10%.

أداة الدراسة

تصميم نموذج مقترح

هدف النموذج المقترح إلى تعلم المفاهيم الكيميائية، وهو قائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية، ولتحقيق هذا الهدف استعان الباحث بمجموعة من خبراء تعليم الكيمياء بمنطقة الرياض، وفيما يلي توضيح للخطوات التي مر بها تصميم النموذج المقترح:

١. تحديد مكونات النموذج بصورة أولية: وتم ذلك بناء على الأدبيات والدراسات العلمية المتعلقة بمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات(المحيسن، وخجا،٢٠١٥)؛ و(National Stem

School,2015)؛ و(وزارة التعليم،2010)؛ و(Gerlach,2012)؛ و(Briney&Hill,2013)؛ و(Azza et al, 2009).

٢. توضيحات عامة حول النموذج المقترح: وتم في هذه الخطوة توضيح المكونات الداخلية والمكونات الخارجية للنموذج المقترح، وبيان العلاقة بينهما.

٣. آلية عمل النموذج: وفيها تم توضيح الآلية التي يقترحها الباحث لاستخدام النموذج المقترح في تعليم الكيمياء.

٤. شكل النموذج المقترح بصورته الأولية: وبناء على الخطوات 1،و2،و3، تم تصميم شكل معين للنموذج المقترح.

٥. خبراء تعليم الكيمياء: تم اختيار عينة عشوائية من خبراء تعليم الكيمياء بمنطقة الرياض، وكان عددهم(68)، واتصل بهم الباحث لطلب موافقتهم، وبالفعل حصل على موافقة(65) من الخبراء، بينما اعتذر منهم ثلاثة لعدم وجود وقت لديهم –حسب إفادتهم– لتحكيم النموذج المقترح.

٦. إرسال النموذج والإطار النظري: تم إرسال النموذج والإطار النظري(المكونات، والتوضيحات، وآلية عمله)، إلى خبراء تعليم الكيمياء، وذلك لتحكيمه.

٧. استقبل الباحث تعديلات وملاحظات المحكمين، وقام الباحث بإجراء التعديلات اللازمة.

٨. اعتماد نسبة اتفاق 70% بين المحكمين؛ بحيث تُعتمد مُلاحظة أو مُقترح الخبير إذا حصلت على نسبة اتفاق 70% فأعلى.

٩. إعادة بناء النموذج بناء على الخطوات رقم 7 و 8.

١٠. الوصول للنموذج النهائي لتعلم المفاهيم الكيميائية قائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية.

١١. تم عرض النموذج النهائي على مجموعة تم اختيارها عشوائياً من خبراء تعليم الكيمياء، وذلك لحساب صدق المحكمين، ومعرفة مناسبة النموذج للتطبيق في تعليم الكيمياء، وفي الدراسات العلمية ذات العلاقة، وبلغت نسبة الاتفاق بين المحكمين 89%، وهي تعتبر مناسبة في الاعتماد على النموذج في تعليم الكيمياء أو في تطبيقه بالدراسات العلمية ذات العلاقة.

مصطلحات الدراسة

منحنى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM: يُعرف منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM أنه توجه للتعلم متعدد التخصصات، تقترن فيه المفاهيم العلمية بالظواهر الطبيعية،

مما يكسب الطلاب الثقافة العلمية(Gerlach,2012)، كما يحدده بريني وهيل (Briney&Hill,2013) بأنه المنحى الذي ينتج عقولاً مفكرة، وقادرة على حل المشكلات من خلال جميع التخصصات.

ويُعرف إجرائياً في هذه الدراسة بأنه التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM؛ وهي التركيز على معنى المفاهيم العلمية الكيميائية وليس معرفتها فقط، واستخدام التطبيقات الهندسية والرياضية في المختبر الكيميائي، واستخدام تطبيقات تقنية في المختبر الكيميائي، وتحديد العلاقة بين المركبات الكيميائية والشكل الهندسي باستخدام معادلات رياضية، وأن هدف التقويم يتحدد بالتعلم، وليس التحصيل أو الاختبار فقط، والتركيز على التفاعل الاجتماعي، بحيث يشارك جميع الطلاب لضمان احتمالية استخدام منحىSTEM، وأخيراً تطبيق المفهوم العلمي في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

استخدام منحى STEM في تعليم الكيمياء: يُعرف إجرائياً في هذه الدراسة بأنه مجموعة من الخطوات والإجراءات التي يقترحها الباحث بناءً على التوجهات العامة للمنحى، وعلى رأي خبراء تعليم الكيمياء في كيفية الاستفادة من تلك التوجهات؛ بحيث تساعد معلمي الكيمياء في المرحلة الثانوية من استخدام منحى STEM مع طلابهم أثناء عرض الدروس.

المفاهيم الكيميائية: تُعرف بأنها بناء عقلي ينتج عن إدراك الطالب للعلاقات الموجودة بين الظواهر أو الأحداث ذات الصلة بالعلوم، ويتم التعبير عنها بصياغات مجردة تجمع الحقائق المشتركة بين العديد من هذه العلاقات والحقائق العلمية(كوجك،2001).

وتُعرف المفاهيم الكيميائية إجرائياً بأنها مجموعة من المفاهيم الكيميائية التي تضمنها نموذج قائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM لتعلم المفاهيم الكيميائية؛ وهي معنى المفاهيم الكيميائية، واستيعاب المفاهيم الكيميائية، وبناء المفاهيم الكيميائية، ومفاهيم كيميائية مركبة.

خبراء تعليم الكيمياء: يُعرف إجرائياً في هذه الدراسة بأنهم أعضاء هيئة التدريس في كليات العلوم بمنطقة الرياض والمختصين بالكيمياء، وأعضاء هيئة التدريس في كليات التربية ومشرفي الكيمياء بمنطقة الرياض والمختصين بالتربية العلمية.

تعليم الكيمياء: ويُعرف إجرائياً في هذه الدراسة بأنه جميع العمليات والنشاطات التي يستخدمها معلم الكيمياء أثناء عملية التعلم لتدريس موضوعات الكيمياء بالمرحلة الثانوية.

خطوات الدراسة

مرّت الدراسة الحالية بخطوات عدة، وهي:

١. قرأ الباحث في التوجهات الحديثة لتعليم الكيمياء، ووجد منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM أحد هذه التوجهات.

٢. حدد الباحث منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM ليكون موضع الدراسة الحالية.

٣. مراجعة الأدبيات والدراسات العلمية في مجال منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM.

٤. مراجعة الأدبيات والدراسات العلمية في مجال تعليم الكيمياء.

٥. اتبع الباحث الخطوة رقم3، والخطورة رقم4، وذلك لتحديد التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM.

٦. تكونت قائمة التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM ، التي توصل إليها الباحث؛ من:

- التركيز على معنى المفاهيم العلمية الكيميائية وليس معرفتها فقط.
- استخدام التطبيقات الهندسية والرياضية في المختبر الكيميائي.
- استخدام تطبيقات تقنية في المختبر الكيميائي.
- تحديد العلاقة بين المركبات الكيميائية والشكل الهندسي باستخدام معادلات رياضية.
- يتحدد هدف التقويم بالتعلم، وليس التحصيل أو الاختبار فقط.
- التركيز على التفاعل الاجتماعي، بحيث يشارك جميع الطلاب لضمان احتمالية استخدام منحىSTEM.
- تطبيق المفهوم العلمي في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

١. تحديد النموذج المقترح "صورة أولية" لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، بناء على الأدبيات والدراسات العلمية، وتوجهات STEM.

٢. نظراً لخبرة أعضاء هيئة التدريس في تخصصي الكيمياء والتربية العلمية، وكذلك مشرفو الكيمياء، رأى الباحث الاستفادة منهم، وتم تسميتهم في هذه الدراسة "خبراء تعليم الكيمياء".

٣. قام الباحث بتحديد العدد الإجمالي لمجتمع الدراسة في منطقة الرياض، وتم اختيار عينة عشوائية بنسب متفاوتة من العدد الإجمالي لمجتمع الدراسة "انظر جدول1".
٤. تقديم النموذج المقترح "صورة أولية" على خبراء تعليم الكيمياء.
٥. استلام ملحوظات واقتراحات خبراء تعليم الكيمياء، وناقش الباحث بعض الخبراء في بعض ملحوظاتهم، لأنها لم تكن واضحة، وبعد ذلك قام الباحث بإجراء التعديلات المناسبة وفق ذلك.
٦. اعتمد الباحث "نسبة اتفاق" وهي درجة 70% فأعلى، وهي نسبة اتفاق بين خبراء تعليم الكيمياء حول النموذج المقترح، فعلى سبيل المثال إذا كانت نسبة اتفاق خبراء تعليم الكيمياء حول مكوّن معين أقل من 70% فإن هذا المكوّن لا يعتد به، فيتم حذفه من النموذج، واتخذ الباحث هذه الخطوة لكي يضمن جودة النموذج المقترح المقدّم لمعلمي الكيمياء.
٧. تكوّن النموذج المقترح النهائي لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM من مكونات داخلية، ومكونات خارجية.
٨. كتابة نتائج الدراسة.
٩. كتابة التوصيات بناء على نتائج الدراسة.
١٠. كتابة المقترحات.
١١. كتابة المراجع العربية والأجنبية.

نتائج الدراسة

السؤال الأول: ما التوجهات العامة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية؟

بعد قراءة الأدبيات والدراسات العلمية في مجالي منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، وتعليم الكيمياء، تبين للباحث أن هناك مبادئ رئيسة لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM؛ وهي:

١. أن الطالب هو المحور الأساسي في التعلّم.
٢. ينحصر دور المعلم في الاشراف والتوجيه والتحفيز.
٣. ربط واقع الطلاب بما يتعلمونه بالمدرسة.
٤. مساعدة الطالب على الربط بين التخصصات العلمية المختلفة، والتي تحويها STEM.
٥. استمرارية النجاح بعد المدرسة.

٦. المنافسة في الاقتصاد العالمي.

ولتحقيق توجه منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، يجب أن يكون لدى معلم الكيمياء قدرة بإكساب طلابه ما يلي:

- مفاهيم متكاملة: وهي مفاهيم نشأت من دمج العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM.
- عمليات تعلم محورها الطالب: أن الطالب هو من يبني المفاهيم العلمية بصورة بنائية صحيحة.
- أنشطة تعليمية مركبة وواقعية: بحيث تكون الأنشطة التعليمية في الكيمياء منبثقة من واقع حياة الطلاب، وتكون أنشطة مركبة، بمعنى تشمل مفاهيم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM.
- محاولات ذاتية من الطالب: أن يبدأ الطالب بطرح الأسئلة المثيرة والتأملية، والتي تسبر الموضوع العلمي.
- دافعية الطلاب للتعلم: وتعد الدافعية النجاح الحقيقي للطالب، فبها يستطيع التعلم، وطرح الأسئلة، وتجاوز حدود الفصل التقليدي.
- تكوين الفروض والاحتمالات: تساعد الفروض والاحتمالات على الربط بين المواقف التعليمية المختلفة.

وبناءً على ما سبق تبين أن لمنحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM توجهات عامة في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية؛ هي:

١. التركيز على معنى المفاهيم العلمية الكيميائية وليس معرفتها فقط.
٢. استخدام التطبيقات الهندسية والرياضية في المختبر الكيميائي.
٣. استخدام تطبيقات تقنية في المختبر الكيميائي.
٤. تحديد العلاقة بين المركبات الكيميائية والشكل الهندسي باستخدام معادلات رياضية.
٥. يتحدد هدف التقويم بالتعلم، وليس التحصيل أو الاختبار فقط.
٦. التركيز على التفاعل الاجتماعي، بحيث يشارك جميع الطلاب لضمان احتمالية استخدام منحىSTEM.
٧. تطبيق المفهوم العلمي في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

السؤال الثاني: ما النموذج المقترح لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية حسب ما يراه خبراء تعليم الكيمياء؟

للإجابة على سؤال الدراسة الثاني، قام الباحث بإعداد نموذج مقترح لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM لمعلمي الكيمياء، حتى يستخدمه معلمو الكيمياء مع طلابهم أثناء تعليم الكيمياء، وتم بناء النموذج المقترح بناء على الأدبيات والدراسات العلمية في منهجSTEM،

وأيضا استفاد الباحث من ما ورد في الإجابة عن السؤال الأول في هذه الدراسة، وعرض الباحث النموذج المقترح بصورته الأولية على مجموعة من خبراء تعليم الكيمياء، واعتمد الباحث نسبة اتفاق 70% فأعلى، وهي النسبة التي اتفق عليها خبراء تعليم الكيمياء 70% "فأعلى" حول مكوّنات النموذج المقترح، وما قل عن تلك النسبة فإنه لم يعتد به، وتم حذفه.

تكوّن نموذج تعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM من مكونات داخلية ومكونات خارجية؛ وهي:

١. مكونات النموذج الداخلية:

- معنى المفاهيم العلمية الكيميائية.
- استيعاب وفهم المفاهيم العلمية الكيميائية.
- بناء المفاهيم العلمية الكيميائية المركبة.
- أمثلة واقعية موسعة للمفاهيم العلمية الكيميائية.
- تفاعل اجتماعي ومناقشة.

وفيما يلي توضيح كل مكوّن من مكونات النموذج الداخلية

أولاً: معنى المفاهيم العلمية الكيميائية: وفي هذا المكوّن يُركز معلم الكيمياء على معنى المفهوم العلمي الكيميائي وليس فقط معرفته، مع أهمية المعرفة، لكن المقصود في هذا المكوّن هو التركيز على معنى المفهوم العلمي الكيميائي أولاً، ثم تأتي معرفته ثانياً بالنسبة للطالب، وليس المقصود أن يعرف الطالب المفهوم العلمي الكيميائي دون أن يكون لدى الطالب في بنيته العقلية تصور ومعنى للمفهوم. ثانياً: استيعاب وفهم المفاهيم العلمية الكيميائية: وفي هذا المكوّن يُركز معلم الكيمياء على ضمان فهم الطالب واستيعابه للمفهوم العلمي الكيميائي بطرح أسئلة معينة، أو استخدام طريقة معينة للتأكد من فهم واستيعاب الطالب للمفهوم العلمي الكيميائي، ثالثاً: بناء المفاهيم العلمية الكيميائية المركبة: وفي هذا المكوّن يتم بناء المفاهيم العلمية الكيميائية المركبة، بمعنى أن يستطيع الطالب أن يجمع بين مفهومين علميين كيمائيين، ويستطيع أن يوجد بينهما علاقة، أياً كان نوع هذه العلاقة، وتُعد هذه الخطوة مهمة لتحقيق أهداف منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، لأنه لا يمكن أن يتعامل الطالب مع STEM وهو لا يستطيع أصلاً أن يجمع بين مفهومين علميين كيميائيين أو أكثر، وتُعد هذه الخطوة مرحلة الاستعداد لتعلم منهج STEM.

رابعاً: أمثلة واقعية موسعة للمفاهيم العلمية الكيميائية: وفيها يطلب معلم الكيمياء من الطلاب أن يتوسعوا في طرح الأمثلة والتي لها علاقة مباشرة أو علاقة غير مباشرة للمفاهيم العلمية الكيميائية المركبة، ويتم التركيز في هذا

المكوّن على تحديد العلاقة بين المفاهيم الكيميائية والتقنية، وأيضا بين المفاهيم الكيميائية والهندسة، وبين المفاهيم الكيميائية والرياضيات، وأن طرح الأمثلة ستجعل الطلاب يقترحون عدد من الأمثلة بشكل تكاملي بين مكونات STEM. وأخيراً؛ خامساً: تفاعل اجتماعي ومناقشة: يُعتبر هذا المكوّن هو العامل الرئيس لتحقيق أهداف منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، لأن التفاعل الاجتماعي بين الطلاب أنفسهم، وبينهم وبين معلمهم، سيجعلهم يطرحون الأسئلة بجرأة أكبر، ويناقشون دون خجل أو خوف من معلوماتهم الأولية أو فهمهم الحالي، وعلى معلم الكيمياء مساعدة الطلاب على التفاعل الاجتماعي والمناقشة؛ بقبول كل الإجابات والتعامل معها على حسب درجة سلامتها، ومن الأهمية بمكان أن يقتنع معلم الكيمياء بأن التفاعل الاجتماعي والمناقشة هامة لتوليد الأفكار العلمية، وربط التعلم بالعالم الحقيقي، وأن هناك علاقة بين مفاهيم العلوم ومفاهيم التقنية والهندسة والرياضيات، وأن بإمكان الطلاب تعلم تلك المفاهيم بطريقة تكاملية.

١. مكونات النموذج الخارجية

تُساعد المكوّنات الداخلية السابقة معلم الكيمياء في ضمان فهم الطلاب للمفهوم العلمي الكيميائي بشكل متكامل ويتوافق مع منحىSTEM، وذلك بتطبيق الخطوات الآتية "مكونات النموذج الخارجية":

- المفهوم العلمي الكيميائي.
- استخدام تطبيقات تقنية.
- التوصل لمفهوم علمي متكامل STEM" كيميائي وتقني".
- استخدام تطبيقات هندسية.
- التوصل لمفهوم علمي متكامل STEM "كيميائي، وتقني، وهندسي".
- استخدام تطبيقات رياضية.
- التوصل لمفهوم علمي متكامل STEM "كيميائي، وتقني، وهندسي، ورياضي".

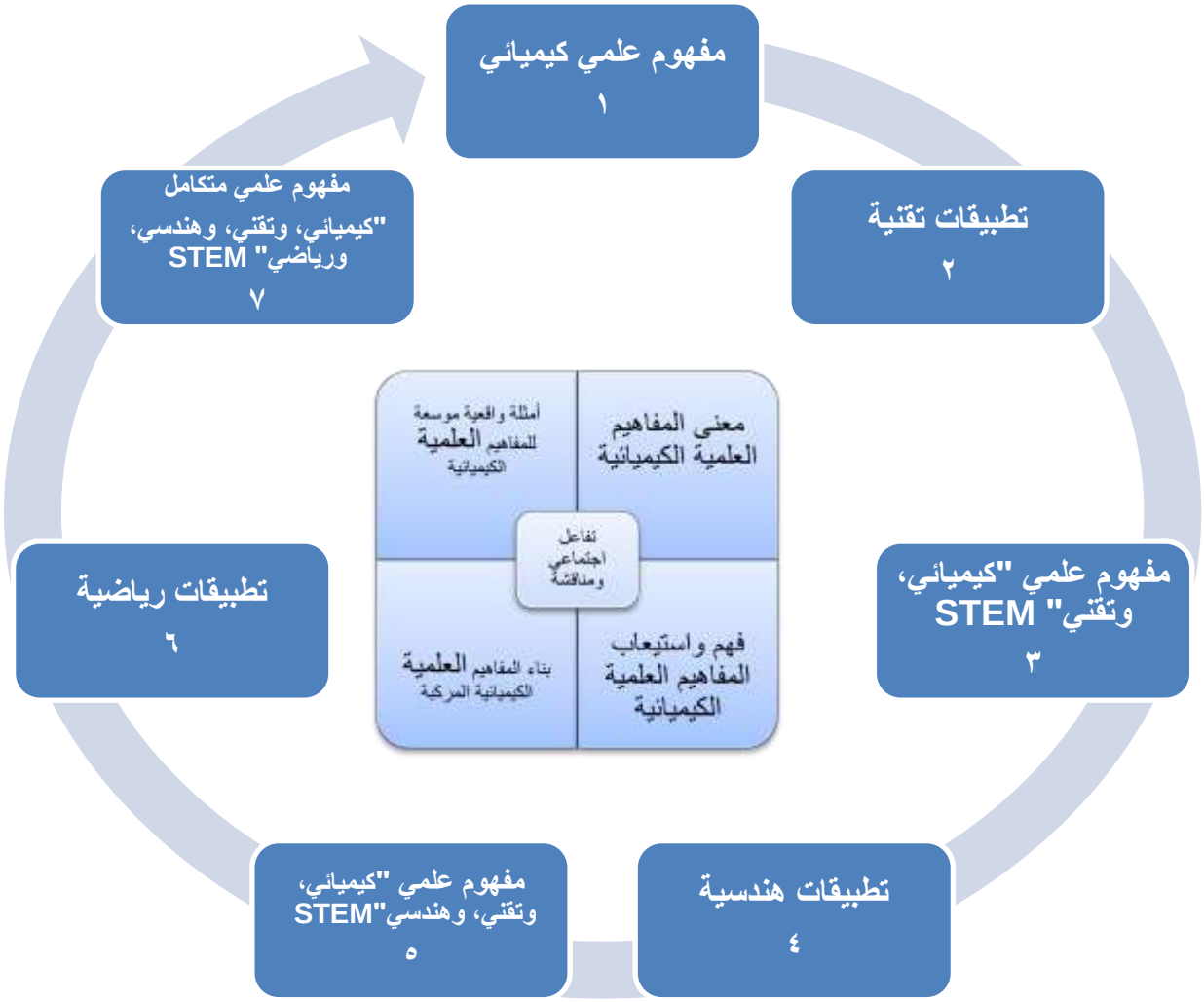
توضيحات عامة حول النموذج المقترح القائم على STEM

تكوّن النموذج من مكونات داخلية وخارجية، وتعد هذه المكونات متزامنة مع بعضها البعض، بمعنى لا يمكن الانتقال بين خطوات المكونات الخارجية إلا بتفعيل كل المكونات الداخلية في عملية التعلم، ولتوضيح ذلك بشكل مفصل، فإن النموذج تكوّن من مكونات داخلية؛ هي: معنى المفاهيم العلمية الكيميائية، واستيعاب وفهم المفاهيم العلمية الكيميائية، وبناء المفاهيم العلمية الكيميائية المركبة، وأمثلة واقعية موسعة للمفاهيم العلمية الكيميائية، وتفاعل اجتماعي ومناقشة. وتُعد هذه المكونات أساسية في المناقشة العلمية في عملية التعلم، كما أنها تُعد متزامنة مع مكونات النموذج الخارجية، وهي التطبيقات التقنية والهندسية والرياضية، كما أن استخدامها أثناء التعلم ستحقق

التسلسل المنطقي والعلمي في الوصول إلى الخطوة المستهدفة، فعلى سبيل المثال عندما يريد المعلم الانتقال من الخطوة رقم 1، إلى الخطوة رقم3، مروراً بالخطوة رقم 2، عليه المرور أولاً بكل مكونات النموذج الداخلية.

وتكونت المكونات الخارجية من سبع خطوات؛ هي: المفهوم العلمي الكيميائي، واستخدام تطبيقات تقنية، والتوصل لمفهوم علمي متكامل STEM "كيميائي وتقني"، واستخدام تطبيقات هندسية، والتوصل لمفهوم علمي متكامل STEM "كيميائي، وتقني، وهندسي"، واستخدام تطبيقات رياضية، والتوصل لمفهوم علمي متكامل STEM "كيميائي، وتقني، وهندسي، ورياضي". وفيما يتعلق بتسلسل هذه الخطوات وترتيبها، فإن هذا النموذج مرن الاستخدام، فبالإمكان البدء بخطوة معينة حسب ما تقتضيه عملية التعلّم، فبعض المفاهيم العلمية الكيميائية قد تتطلب البدء بالتطبيقات الهندسية أو الرياضية وليس شرطاً أن يتم البدء بالتطبيقات التقنية كما هو موضح بتسلسل النموذج.

وفيما يلي شكل النموذج القائم على STEM



*** نموذج لتعلم المفاهيم الكيميائية قائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM**

آلية عمل النموذج القائم على STEM

تكوّن النموذج من مكونات داخلية(خمس خطوات)، ومكونات خارجية(سبع خطوات)، وتّعتبر المكونات الداخلية والخارجية متزامنة مع بعضـها البعض، ولا يوجد انفصـال بينها في عملية التعلم. وفي النموذج يسـتخدم معلم الكيمياء عدة خطوات تدريسـية يقوم بها مع طلابه لاسـتخدام منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسـة والرياضياتSTEM، ففي الخطوة الأولى يزود المعلم طلابه بالمفهوم العلمي الكيميائي(خطوة رقم1)، ويهتم بمعنى المفهوم، لتحقيق الفهم والاسـتيعاب، ويسـتطيع الطلاب بناء مفاهيم كيميائية مركبة، ويتخلل ذلك وجود تفاعل

اجتماعي ومناقشة، وبالتالي يطرح الطلاب أمثلة واقعية موسعة (مكونات النموذج الداخلية). ثم تأتي الخطوة الثانية وهي استخدام تطبيقات تقنية(خطوة رقم2) في المفاهيم الكيميائية، ودمج هذه التطبيقات بالمفهوم العلمي الكيميائي، وينتج من ذلك مفهوم علمي كيميائي وتقني STEM(خطوة رقم 3)، ويستخدم بعد ذلك المعلم بعض التطبيقات الهندسية(خطوة رقم4)، ويهتم بمعنى المفهوم، لتحقيق الفهم والاستيعاب، ويستطيع الطلاب بناء مفاهيم كيميائية مركبة، ويتخلل ذلك وجود تفاعل اجتماعي ومناقشة، وبالتالي يطرح الطلاب أمثلة واقعية موسعة(مكونات النموذج الداخلية)، وينتج من ذلك مفهوم علمي يجمع بين الكيمياء والتقنية والرياضياتSTEM(خطوة رقم5)، ثم يزود معلم الكيمياء طلابه ببعض التطبيقات الرياضية(خطوة رقم6)، ويهتم بمعنى المفهوم، لتحقيق الفهم والاستيعاب، ويستطيع الطلاب وفق ذلك بناء مفاهيم كيميائية مركبة، ويتخلل ذلك وجود تفاعل اجتماعي ومناقشة، وبالتالي يطرح الطلاب أمثلة واقعية موسعة(مكونات النموذج الداخلية)، وينتج من ذلك مفهوم يجمع بين الكيمياء والهندسة والرياضيات والتقنيةSTEM(خطوة رقم7).

توصيات الدراسة

توصي الدراسة بأهمية تطبيق النموذج المقترح لتعلم المفاهيم الكيميائية والقائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM في تعليم الكيمياء بالمرحلة الثانوية، حتى يتمكن طلاب المرحلة الثانوية من بناء المفاهيم الكيميائية بأنفسهم، ويساعدهم ذلك على دمج مفاهيم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، وبالتالي يتحقق لهم تعلم ذا معنى.

اقتراحات الدراسة

١. إجراء دراسات علمية حول فاعلية نموذج STEM التي توصلت له هذه الدراسة على التحصيل العلمي في الكيمياء.
٢. إجراء دراسات علمية حول فاعلية نموذج STEM التي توصلت له هذه الدراسة على تنمية مهارات العلم الأساسية والتكاملية في الكيمياء.
٣. إمكانية استخدام نموذج STEM التي توصلت له هذه الدراسة على مقررات العلوم الأخرى، الفيزياء والأحياء.

المراجع

أمبوسعيدي، عبدالله خميس؛ والحارثي، أمل محمد؛ والشحيمية، أحلام عامر.(2015) معتقدات معلمي العلوم بسلطنة عمان نحو منحى العلوم والتقانة والهندسة والرياضيات STEM وعلاقتها ببعض المتغيرات، **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول**، توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM، جامعة الملك سعود، 391-405.

الحجاجي، عائشة بنت أحمد.(2012). **خصائص المعلم في الدول ذات التحصيل المرتفع(سنغافورة– الصين) والدول ذات التحصيل المنخفض(السعودية) في اختبارات دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم**(TIMSS 2007)، دراسة ماجستير غير منشورة، جامعة أم القرى، السعودية.

الحربي، عبدالله بن عواد.(2017). فاعلية برنامج قائم على التعلم الإلكتروني في إكساب المفاهيم الكيميائية الأساسية في وحدة الكيمياء الكهربائية وتنمية التفكير العلمي لدى طلاب الثانوية العامة، **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، جامعة القصيم،10(4)، 1131-1167.

الحربي، عبدالله بن عواد.(2012). دور الكفايات الأساسية للمشرف التربوي في تطوير النمو المهني لمعلم العلوم، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، 32(1)، 192-210.

الدوسري، هند بنت مبارك.(2015). واقع تجربة المملكة العربية السعودية في تعليمSTEM، **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول**، توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM، جامعة الملك سعود، 599-640.

الشمراني، سعيد بن محمد؛ والشمراني، صالح ربن علوان؛ والبرصان، اسماعيل بن سلامه؛ والدرواني، بكيل بن أحمد.(2016). إضاءات حول نتائج دول الخليج في دراسة التوجهات الدولية في العلوم والرياضيات TIMSS 2015، **مركز التميز البحثي في تطوير العلوم والرياضيات**، جامعة الملك سعود.

غانم، تفيدة سيد أحمد.(2013). أبعاد تصميم مناهج STEM وأثر منهج مقترح في ضوئها لنظام الأرض في تنمية مهارات التفكير في الأنظمة لدى طلاب المرحلة الثانوية، **مجلة كلية التربية جامعة بني سويف**، (1) 115-180.

غانم، تفيدة سيد أحمد.(2012). تصميم مناهج المتفوقين في ضوء مدخل STEM العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في المرحلة الثانوية، **المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية**، القاهرة، 5-84.

كوجك، كوثر حسن.(2001). **اتجاهات حديثة في المناهج وطرق التدريس**، القاهرة: دار عالم الكتب للنشر.

منصور، ناصر.(2015). التعلم وتبادل الخبرات معا لدمج STEM في دروس العلوم والرياضيات، ورشة عمل، **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول**، توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM، جامعة الملك سعود.

المحيسن، إبراهيم عبدالله؛ وخجا، بارعة بنت بهجت.(2015) التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء اتجاه تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول**، توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضياتSTEM، جامعة الملك سعود، 13-37.

مؤتمر القمة للابتكار في التعليم.(2013). إعادة اختراع التعليم من أجل الحياة، الدوحة، في الفترة من 29-2013/10/31، http://www.wise-qatar.org/wise-prize-for-education .

وزارة التعليم(2010). **الاستراتيجية الوطنية لتطوير التعليم العام**، السعودية.

Azza, Sharkawy, David, Barlex, Malcolm, Welch, Joan, McDuff, & Nancy, Craig. (2009): Adapting a curriculum unit to facilitate interaction between technology, mathematics and science in the elementary classroom: identifying relevant criteria. **Design and Technology Education**, Vol. 14, No.1.

Britney, L & Hill, J (2013). **Building stem education with multinationals. Paper presented at the International conference on transnational collaboration in STEM education.** Sarawak, Malaysia.

Choi, K. M. (2013). Opportunities to Explore for Gifted STEM Students in Korea: From Admissions Criteria to Curriculum. **Theory Into Practice**, 53 (1), 25-32.

Gerlach, J.(2012). Elementary design challenges. In E. Brunsell (Ed.) **Integrating engineering+ scince in your classroom** (pp. 43-47). VA: NSTA press..

Hartzler, D. S. (2000). **A Meta-analysis of Studies Conducted on Integrated Curriculum Programs and Their Effects on Student Achievement**. Dissertation, in partial fulfillment of the requirements for Doctor of Education, School of Education, Indiana University.

Harrison, Matthew (2011): Supporting the T and the E in STEM: 2004-2010, **Design and Technology Education**. V.16, n.1, p17-25, Design and

Technology Education Association, United Kingdom; England (London); Wales.

NATIONAL STEM SCHOOL,(2015). education Strategy ,A Comprehensive Plan For Science, Technology, Engineering And Mathematics Education In Australia. **National STEM School Education trategy**, 2016 – 2026, www.educationcouncil.edu.au.

Merrill, C. (2009). The future of TE masters degrees: **STEM Presentation at the 70th Annual International Technology Education Aaaociation**, Louisville, Kentucky.

Lou, S.J., Tsai, H.Y., Tseng, K.H. & Shih, R.C. (2013). Effects of Implementing STEM-I Project-Based Learning Activities for Female High School Students. **International Journal of Distance Education Technologies**, 12 (1), Jan-Mar, 2014, 52-73.