بسم الله الرحمن الرحيم

حقوق الصورة على الغلاف الأمامي للكتاب
تعود إلى مجلة علم النفس اليوم:
psychologytoday.com

تعليم (STEM):
إطار لتكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات

STEM Education: A Framework for integrated STEM

تأليف

د. محمد بن علي الجلّال

الباحث في مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات، ومشرف تعليم العلوم

أ. د. سعيد بن محمد الشمراني

أستاذ المناهج وتعليم العلوم بقسم المناهج وطرق التدريس

كلية التربية – جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤١هـ (٢٠١٩م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
الجلال، محمد علي
تعليم (STEM): إطار لتكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. / محمد علي الجلال؛ سعيد محمد الشمراني - الرياض، ١٤٤١هـ
١٠١ ص؛ ١٧ × ٢٤ سم
ردمك: ٦-٨٢٧-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨
١- الهندسة– تعليم ٢- الرياضيات– تعليم ٣- التقنية– تعليم
أ. الشمراني، سعيد محمد (مؤلف مشارك) ب. العنوان
ديوي ٦٢٠,٠٠٧ ١٤٤١/٤٢٢٦

رقم الإيداع: ١٤٤١/٤٢٢٦
ردمك: ٦ - ٨٢٧ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

راجع هذا الكتاب مُختصون بتكليف من مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (أفكر)، بكلية التربية، جامعة الملك سعود. وقد وافق المركز على نشر الكتاب بعد اطلاعه على تقارير المراجعين، في العام الدراسي ١٤٤١ هـ، بتاريخ ١/ ٣/ ١٤٤١ هـ الموافق ٢٩/ ١٠/ ٢٠١٩م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

أُنجز هذا الكتاب بدعم من مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات بكلية التربية – جامعة الملك سعود.

نبذة عن المؤلفين

الدكتور محمد بن علي الجلّال هو باحث في مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (أفكر)، ومشرف العلوم بالإدارة العامة للتعليم بمنطقة الرياض. عمل مرشدًا علميًّا في مؤسسات التعليم غير الرسمي للعلوم، ومعلمًا ثم مشرفًا تربويًّا في التعليم العام، وله اهتمام بالتعليم غير الرسمي للعلوم ، وتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، والتطوير المهني للمعلمين.

الأستاذ الدكتور سعيد بن محمد الشمراني هو أستاذ تعليم العلوم في كلية التربية بقسم المناهج وطرق التدريس، ووكيل كلية التربية للشؤون الأكاديمية بجامعة الملك سعود، ويدير حاليًّا مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (أفكر)، وله عدد من البحوث والدراسات والمؤلفات في مجال تعليم العلوم.

المقدمة

بدأت مؤسسة العلوم الوطنية (National Science Foundation: NSF) باستخدام اختصار (STEM) منذ تسعينيات القرن العشرين؛ للدلالة على تخصصات تعد أساسية في إعداد الجيل القادم من المثقفين علميًّا. وأصبح هذا الاختصار مألوفًا لدى المجتمع التربوي بمسمى "تعليم (STEM)". وحاليًّا، يتزايد استخدامه في سياقات تعترف بأهمية التكامل (Integration) بين التخصصات الأربعة التي يشير إليها اختصار "العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (Science, Technology, Engineering & Mathematics)".

وبالرغم من تداول اختصار (STEM) تداولًا واسعًا في السنوات الأخيرة على المستوى العالمي، فإن الأدب التربوي يؤكد عدم وجود اتفاق على تصور محدد حوله؛ ولذلك نمت اتجاهات متعددة، تحمل تصورات متنوعة نتيجة ما سماه ساندرز "هوس (STEM)" (Sanders, 2009, p. 20). وهذه التصورات لا تأخذ في الحسبان ضرورة جوهر التخصصات الأربعة، ولا التكامل بينها.

وبطبيعة الحال، تتأثر الممارسات التدريسية المرتبطة بتعليم (STEM) لدى المعلمين بالتصورات التي يحملونها حول المفهوم ذاته، وبالتصورات التي تعززها المنظمات المتخصصة. ويشكل كلا التصورين هوية مهنية تؤثر في فهم الدور الذي ينبغي على معلمي (STEM) أداءه، وهو ما يؤكد الحاجة الملحة إلى وجود رؤية واضحة المعالم لتعليم (STEM)، وخصوصًا كلما اقتربنا من الفصول الدراسية.

ولذلك سعى هذا الكتاب إلى تقديم إطار مفاهيمي (Conceptual Framework) لتعليم (STEM). وأخذ في الحسبان في هذا الإطار ما قدمه الأدب التربوي حول مفهوم تعليم (STEM)، كما عُولج هذا المفهوم في سياق التعلم الرسمي وغير الرسمي (Formal & Informal learning context).

ويمثل الباب الأول من هذا الكتاب الأرضية الداعمة لفهم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM). في حين يؤكد الباب الثاني قضية جوهرية في تعليم (STEM)، وهي التكامل بين هذه التخصصات الأربعة، وأمّا الباب الثالث فيتناول تطوير تعليم (STEM)نفسه.

وتتوزع على أبواب الكتاب ثمانية فصول مترابطة، تكوّن في مجملها إطارًا لتكامل التخصصات الأربعة في تعليم (STEM). وبالرغم من أن الباب الثاني جاء لبسط مفهوم التكامل، فإن الباب السابق له قد مهد لاستيعابه. وقدم الباب الثالث أفكارًا وتداعيات متصلة بالسياق التعليمي، تؤثر في تطبيق التكامل.

واستعرض الفصل الأول جذور تعليم (STEM)، ودلالته وأهميته. وتناول الفصلان الثاني والثالث مفهوم ثقافة وممارسات (STEM) على التوالي. أمّا الفصل الرابع فتناول مفهوم التكامل في تعليم (STEM) من وجهات نظر متنوعة، وخَلُص إلى تقديم عدد من الأفكار المشتركة بين طرق التكامل وأشكاله. وهدف الفصل الخامس إلى تقديم المبادئ الموجهة للتكامل في السياقات التعليمية؛ بغرض الوصول إلى مفهوم واضح ومحدد المعالم لتكامل (STEM). وحدد الفصل السادس عددًا من السمات التي تعطي هذا التكامل صفته المميزة؛ لضمان تهيئة التخصصات المكونة لتعليم (STEM) معًا.

وأخيرًا، اشتمل الباب الثالث على فصلين يدعمان تطوير تعليم (STEM). تناول الفصل السابع عددًا من التحديات التي يمكن أن تواجه المعلمين عند تطوير وحدات العلوم أو الرياضيات القائمة حاليًا في المدارس، وإرشادات حول كيفية تقديم وتقويم الوحدات القائمة على التصميم الهندسي، بما يدعم تعلم الطلبة. وتضمن الفصل الثامن وصفًا لحالة تخصصات (STEM) القائمة حاليًا في المملكة العربية السعودية، وينبغي مراعاتها عند الانطلاق في تطوير هذا الاتجاه في المملكة.

واشتملت الفصول الثمانية جميعها على ما قدمه الأدب التربوي من آراء وأفكار يمكن أن تدعم بناء فهم لتعليم (STEM). هذا إلى جانب خلاصات وأسئلة تأملية مرتبطة بكل فصل. والهدف من هذا كله هو دفع الباحثين والممارسين والمهتمين بتعليم (STEM) إلى مزيد من البحث والتأمل في القضايا المتصلة بهذا الاتجاه. ولذلك ليس من الضروري أن يقدم هذا الكتاب إجابات نهائية لجميع القضايا المتصلة بتعليم (STEM)، إلا أنه يقدم أرضية متينة يمكن البناء عليها.

وبعد الفصول الثمانية، ضمّن المؤلفان خاتمة للكتاب، تُمثّل خلاصته، وحاولا فيها تقديم

صورة واحدة مركزة لجميع فصوله. كما اشتملت على المبررات التي تدعو إلى إجراء التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) بقيادة تخصصين رئيسين يوجدان في جميع الأنظمة التعليمية، وهما: العلوم، والرياضيات. واستخدام التقنية والهندسة فيما يدعم تعلم الطلبة هذين التخصصين. كما قدم المؤلفان أنموذجًا ينظم العلاقة بين تعليم (STEM) في السياقين الرسمي وغير الرسمي.

وقد يلحظ القارئ في جميع أجزاء الكتاب أن أسلوب الكتابة تضمن حشد مراجع عديدة في تضاعيف النصوص الكتابية، بالإضافة إلى ترادف المصطلحات الإنجليزية مع العربية في مواضع عدة؛ مما قد يعيق تسلسل أفكار القارئ، وذلك خلافًا لأسلوب التأليف المعتاد في كثير من الكتب العربية التي تُفضّل وضع المراجع في نهاية الفصل أو نهاية الكتاب، وتُقَلّلُ استخدام المصطلحات الإنجليزية، بيد أن المؤلفين عمدا إلى إضافة المراجع الداعمة للأفكار الواردة فيه، وكتابة المصطلحات الأجنبية المقابلة للمصطلح العربي ما أمكن؛ لغرض تعريض الباحثين والمهتمين للمصطلحات المستخدمة في الأدب التربوي الذي تناول تعليم (STEM)، ووضوح المراجع التي يمكن أن تدعم سهولة الوصول إلى مزيد من الأفكار والبحث حول موضوعاتها بصورة تفصيلية. كما عمد المؤلفان إلى استخدام عبارات مختصرة ما أمكن؛ للتعبير عن أفكار الكتاب؛ رغبة في التركيز، وتحاشيًا للطول الممل للقارئ، وتأكيدًا لمنهج الكتاب، الذي حرص فيه المؤلفان على تعريض القارئ لمجموعة واسعة من الأفكار حول تعليم (STEM)، شريطة أن يكون للقارئ نفسِه دورٌ في التوسع في الأفكار التي يرى الحاجة إلى التوسع فيها.

وختامًا، يأمل المؤلفان أن يكون هذا الكتاب إضافة ثرية للمكتبة العربية، وأن يكون ما قُدّم فيه أداة مساعدة لفهم تعليم (STEM) على مستوى المهتمين والممارسين والدارسين والمتخصصين في تعليم العلوم والرياضيات، وعلى مستوى صناع القرار في النظام التعليمي. كما يأملان أن يسهم في دعم الحراك التطويري العلمي والبحثي والتطبيقي الحالي لتعليم العلوم والرياضيات في العالم العربي على وجه العموم، والمملكة العربية السعودية على وجه الخصوص، وأن يكون رافدًا لأعمال مستقبلية محلية وإقليمية ودولية ثرية.

المؤلفان

المحتويات
CONTENTS

المقدمة ..... **ط**
قائمة الجداول ..... **ف**
قائمة الأشكال ..... **ص**

الباب الأول: جوهر تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ١

الفصل الأول: الجذور والدلالة والأهمية ٣
(١ , ١) جذور تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) ودلالته ٣
(٢ , ١) أهمية تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) ٦
(٣ , ١) خلاصة الفصل الأول ٨
(٤ , ١) أسئلة للتأمل ٩

الفصل الثاني: ثقافة العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ١١
(١ , ٢) الثقافة العلمية ١٣
(٢ , ٢) الثقافة التقنية ١٣
(٣ , ٢) الثقافة الهندسية ١٤
(٤ , ٢) الثقافة الرياضية ١٤
(٥ , ٢) ثقافة العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) ١٤

(٢ ,٦) خلاصة الفصل الثاني..... ١٥
(٢ ,٧) أسئلة للتأمل ١٦

الفصل الثالث: ممارسات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ١٧
(٣ ,١) الممارسات العلمية والهندسية ١٧
(٣ ,٢) الممارسات التقنية ١٨
(٣ ,٣) الممارسات الرياضية..... ١٩
(٣ ,٤) الاتصال بين ممارسات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) ٢٠
(٣ ,٥) خلاصة الفصل الثالث..... ٢١
(٣ ,٦) أسئلة للتأمل ٢١

الباب الثاني: التكامل بين التخصصات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ٢٣

الفصل الرابع: مفهوم تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ٢٥
(٤ ,١) أشكال التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) ٢٥
(٤ ,٢) طرق تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) ٣١
(٤ ,٣) الأفكار المشتركة بين أشكال تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) وطرقها ٣٤
(٤ ,٤) خلاصة الفصل الرابع ٣٥
(٤ ,٥) أسئلة للتأمل ٣٦

الفصل الخامس: المبادئ الموجهة لتكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ٣٧
(٥ ,١) معرفة المعلمين ٣٧
(٥ ,٢) تمثيل التخصصات ٣٨
(٥ ,٣) اتصال التخصصات..... ٤٠
(٥ ,٤) تهيئة التخصصات معًا ٤١

(٥ , ٥) مهارات القرن الحادي والعشرين ٤٢
(٥ , ٦) ثقافة المدرسة ٤٤
(٥ , ٧) مواد المنهج والتدريس ٤٦
(٥ , ٨) خلاصة الفصل الخامس ٤٧
(٥ , ٩) أسئلة للتأمل ٥٠

الفصل السادس: السمات المُمَيزة لتكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ٥١
(٦ , ١) سياق التحفيز والمشاركة ٥٢
(٦ , ٢) تحديات التصميم الهندسي ٥٢
(٦ , ٣) التعلم من الإخفاق ٥٣
(٦ , ٤) محتوى العلوم و/ أو الرياضيات ٥٤
(٦ , ٥) تدريس متمركز حول الطالب ٥٤
(٦ , ٦) العمل الجماعي والتواصل ٦١
(٦ , ٧) خلاصة الفصل السادس ٦١
(٦ , ٨) أسئلة للتأمل ٦٢

الباب الثالث: تطوير تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ٦٣

الفصل السابع: تحديات وإرشادات متصلة بتعليم (STEM) في السياق الرسمي ٦٥
(٧ , ١) تحديات إيجاد سمات التكامل ٦٥
(٧ , ٢) إرشادات تقديم الوحدات القائمة على التصميم الهندسي وتنظيمها ٦٧
(٧ , ٣) إرشادات تقويم تعلم الطلبة للوحدات القائمة على التصميم الهندسي ٦٩
(٧ , ٤) خلاصة الفصل السابع ٦٩
(٧ , ٥) أسئلة للتأمل ٧٠

الفصل الثامن: سياق تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في المملكة العربية السعودية ..٧١
(٨,١) حالة تعليم (STEM) في المملكة العربية السعودية ٧٢
(٨,٢) خلاصة الفصل الثامن ٧٦
(٨,٣) أسئلة للتأمل ٧٦

الخاتمة.....٧٧
تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في السياق غير الرسمي ٧٩
تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في السياق الرسمي ٨١

المراجع.....٨٥
أولًا: العربية ٨٥
ثانيًا: الأجنبية ٨٧
كشّاف الموضوعات ٩٩

قائمة الجداول

الجدول (١): الاتصال بين ممارسات (STEM) ٢٠
الجدول (٢): الطرق المتعددة للتكامل ووصفها..... ٣٢
الجدول (٣): مستويات التكامل ٣٢
الجدول (٤): الأفكار المشتركة بين مفاهيم التكامل ٣٤
الجدول (٥): مهارات القرن الحادي والعشرين ووصفها وكيفية تعزيزها في تعليم (STEM) ٤٣
الجدول (٦): الظروف المتصلة بالمبادئ الموجهة للتكامل، وانعكاسها على مفهوم تكامل (STEM) ٤٩
الجدول (٧): مصفوفة تدريس التصميم الواعي وتعلمه ٥٨

قائمة الأشكال

الشكل (١): التصورات المختلفة لتعليم (STEM) ٢٧
الشكل (٢): تفاعل المبادئ الموجهة لتكامل تخصصات (STEM)..... ٤٨
الشكل (٣): الهندسة كسياق لتعلم المحتوى في مقابل الهندسة بعد تعلم المحتوى..... ٧٨
الشكل (٤): إقامة الروابط بين تعليم (STEM) في السياقين الرسمي وغير الرسمي ٨١
الشكل (٥): حالة تخصصات (STEM) في معظم الأنظمة التعليمية ٨١
الشكل (٦): تعليم (STEM) في السياق الرسمي ٨٣
الشكل (٧): إطار تعليم (STEM) ٨٣