مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات
ECSME
The Excellence Research Center of Science and Mathematics Education

حلقة النقاش (١٢٨)؛ ضمن حلقات نقاش أفكر:

# "المبادئ الموجهة لتكامل العلم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في المملكة العربية السعودية"

# "Guiding Principles of STEM Integration in Saudi Arabia"


إعداد:

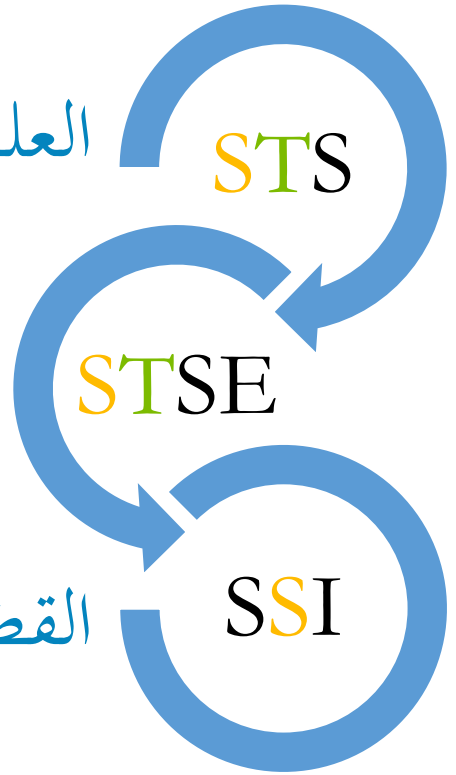
**محمد علي الجلاّل**

الاثنين: ١٩/ محرم/ ١٤٣٩هـ

mAljallal

# هل (STEM) اتجاه جديد؟

# تعليم STEM: الجذور والدلالة والأهمية




العلم والتقنية والمجتمع/ أواخر القرن العشرين

+ البيئة/ أواخر القرن العشرين

القضايا العلمية المجتمعية/ بدايات القرن الحادي والعشرين

(Ziman, 1980; Pedretti, 1997; National Research Council, 1996; Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005)

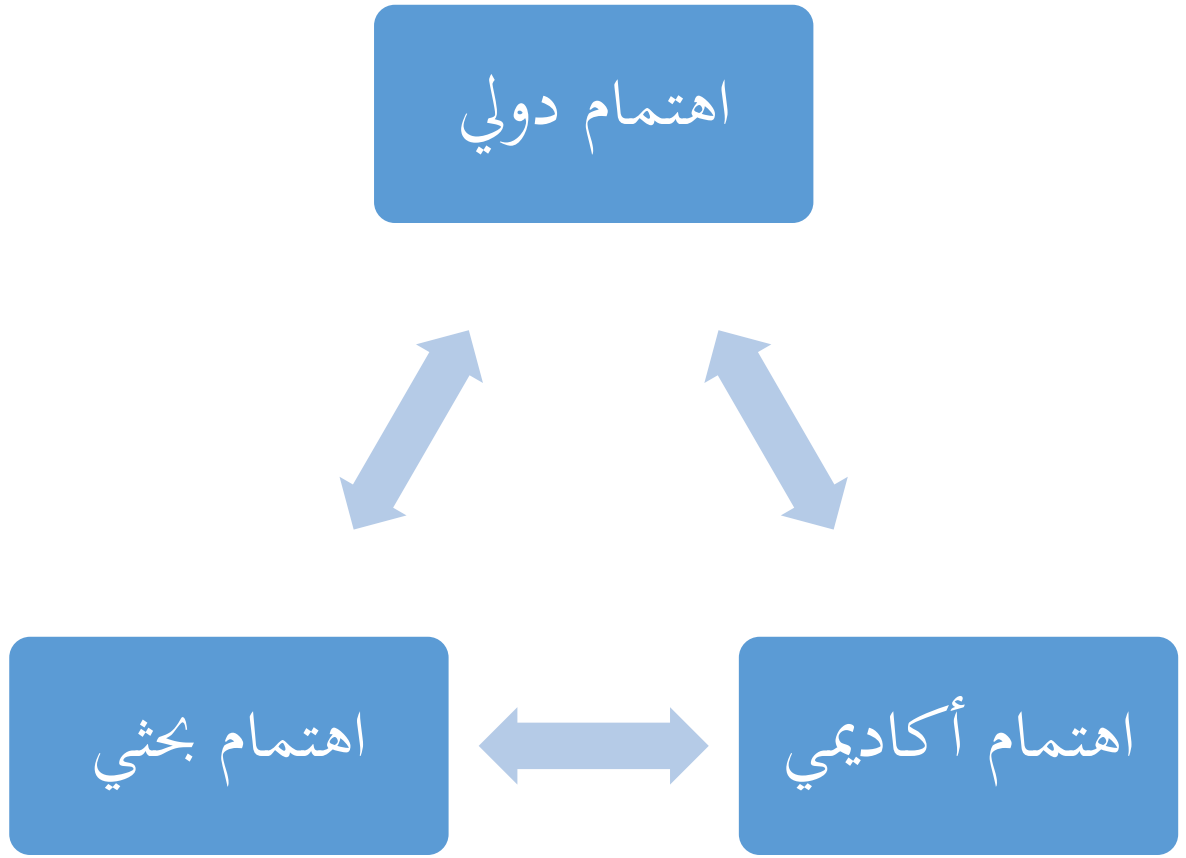
# تعليم STEM: الجذور والدلالة والأهمية

1990s

# (STEM) مصطلح جديد، لاتجاه متجدد.

# لماذا تعليم (STEM)؟

# تعليم STEM: الجذور والدلالة والأهمية



# تعليم STEM: الجذور والدلالة والأهمية

GLOBAL STEM ALLIANCE
The New York Academy of Sciences

NEXT GENERATION SCIENCE STANDARDS

AN ROINN OIDEACHAIS AGUS SCILEANNA | DEPARTMENT OF EDUCATION AND SKILLS

AUSTRALIA

# تعليم STEM: الجذور والدلالة والأهمية

VirginiaTech
Invent the Future

NSTA
National Science Teachers Association

NARST
A worldwide organization for improving science teaching and learning through research

6TH ANNUAL
STEM
Forum & Expo
HOSTED BY NSTA
Kissimmee/Orlando
July 12–14, 2017

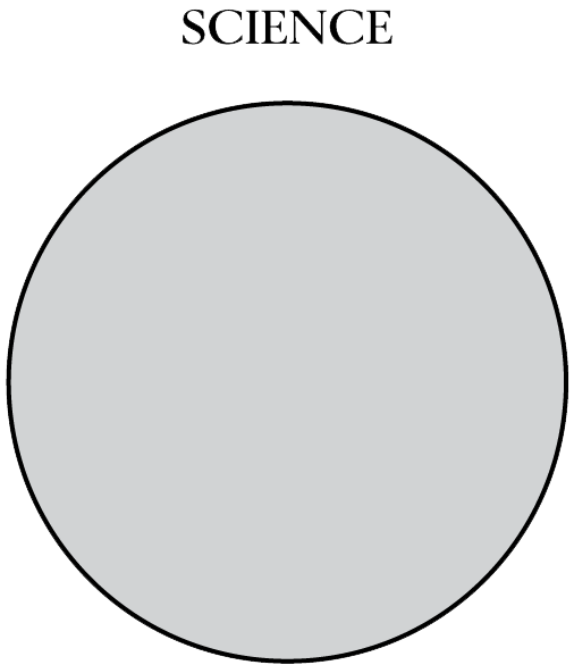
# تعليم STEM: الجذور والدلالة والأهمية

- مواصلة الدارسة أو العمل في هذه الحقول مستقبلاً.
- أداة نقل المهارات اللازمة للقرن الحادي والعشرين.
- بينها قواسم مشتركة أكثر من التخصصات الأخرى.
- مشكلات العالم الواقعي تتكون من هذه التخصصات.
- الثقافة الكلية الناتجة عن تآزر التخصصات أكبر من مجموع الثقافات منفردة.

(National Research Council, 2011; Roberts, 2012; Moore, et al., 2014; Morrison & Bartlett, 2009)

# ما المقصود بالعلم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)؟

# أشكال تعليم STEM:

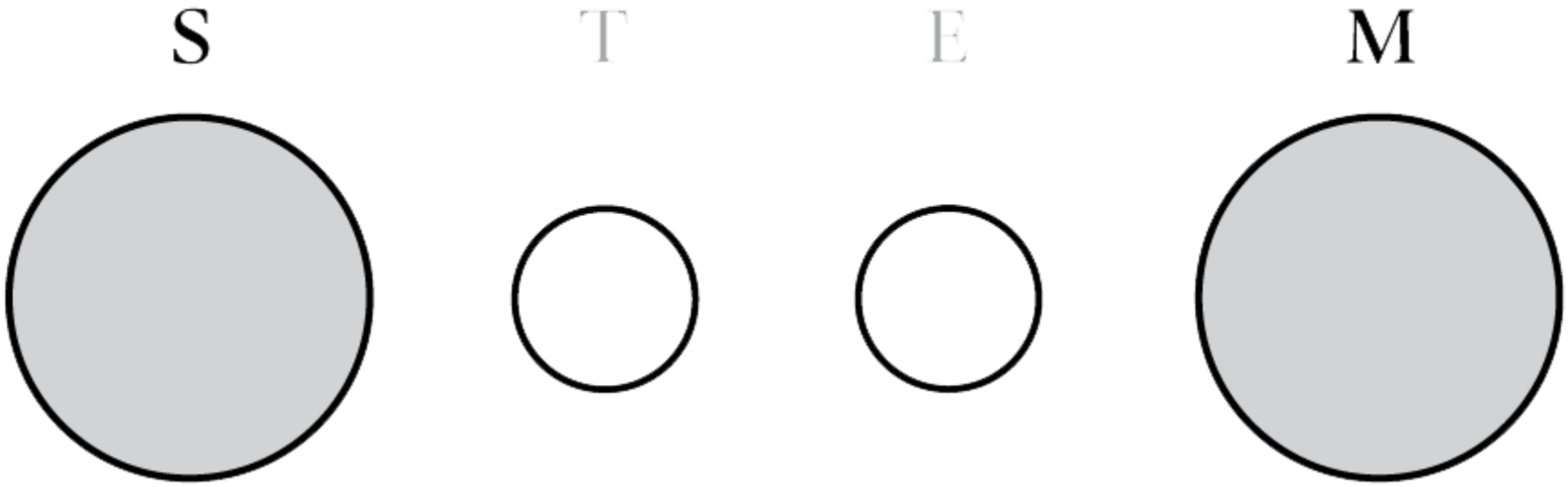



(١) الإشارة أحادية التخصص.

الوصف: (STEM) = تخصص العلوم (أو الرياضيات).

(Bybee, 2013)

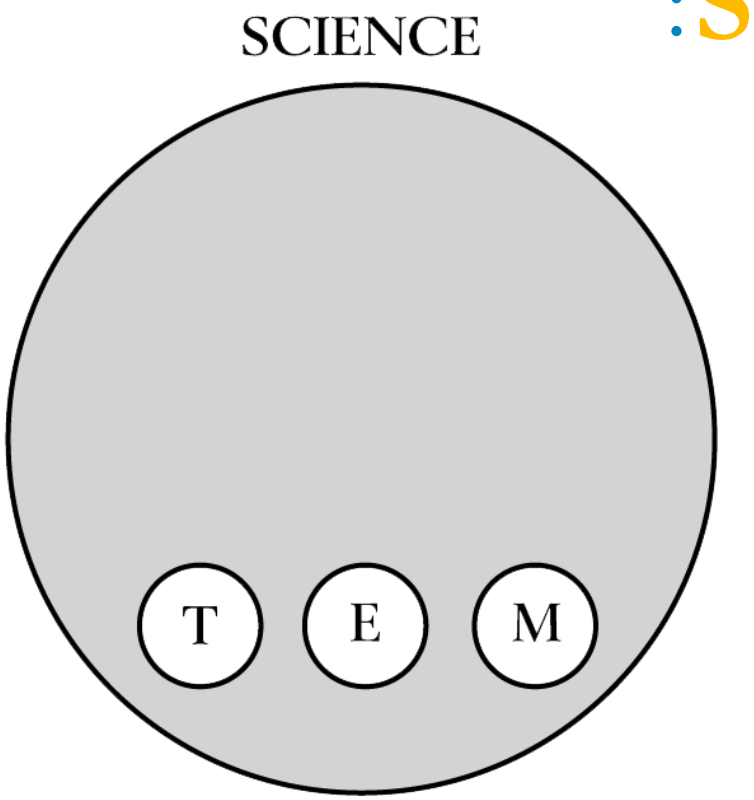
# أشكال تعليم STEM:




(٢) الإشارة إلى العلوم والرياضيات.

الوصف: تخصصات منفصلة من العلوم والرياضيات.

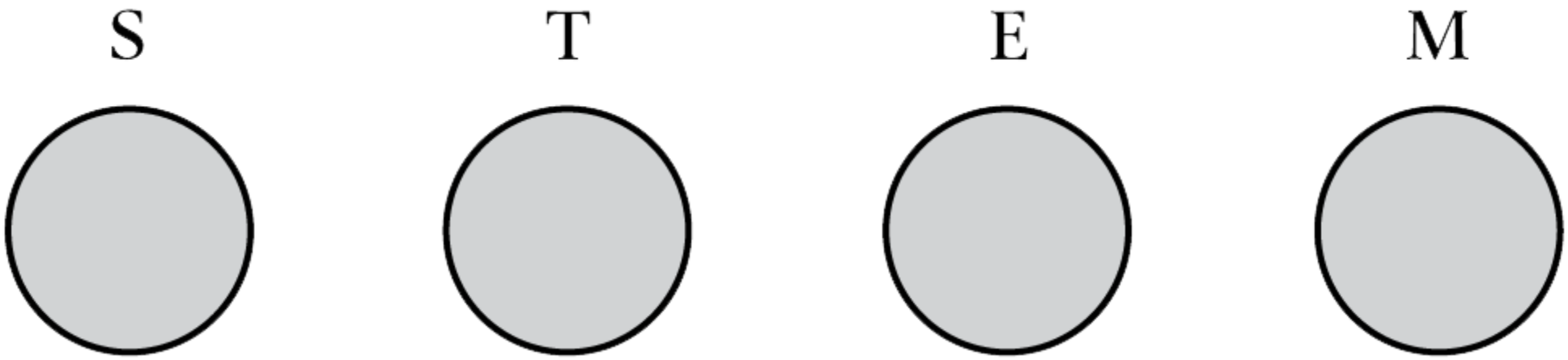
# أشكال تعليم STEM:




(٣) تخصصات علوم منفصلة؛ تُجسّد تخصصات أخرى.

الوصف: تخصصات علوم منفصلة؛ تجسد التقنية أو الهندسة أو الرياضيات حسب الحاجة.

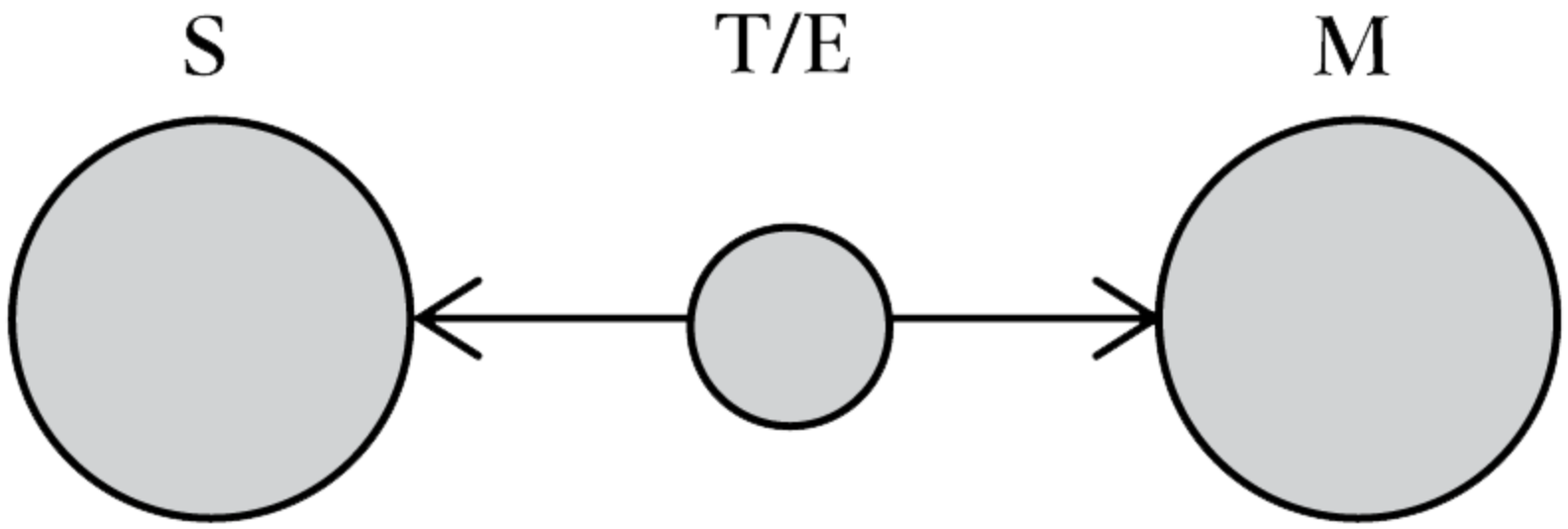
# أشكال تعليم STEM:




(٤) تخصصات منفصلة.

الوصف: تخصصات منفصلة.

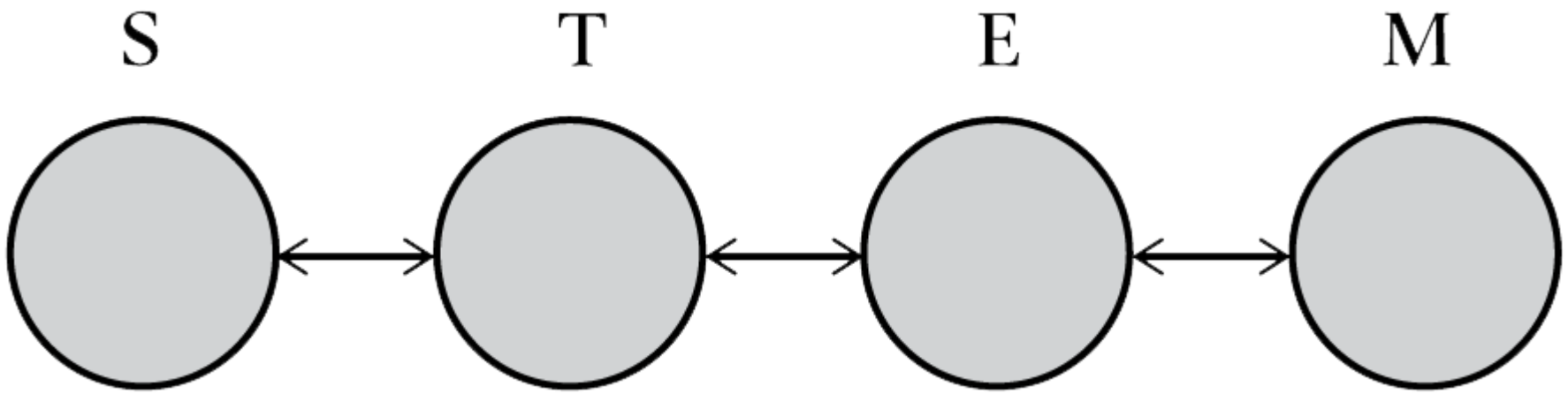
# أشكال تعليم STEM:




(٥) اتصال العلوم والرياضيات من خلال برنامج التقنية أو الهندسة.

الوصف: يتم الاتصال بين العلوم والرياضيات من خلال برنامج التقنية والهندسة.

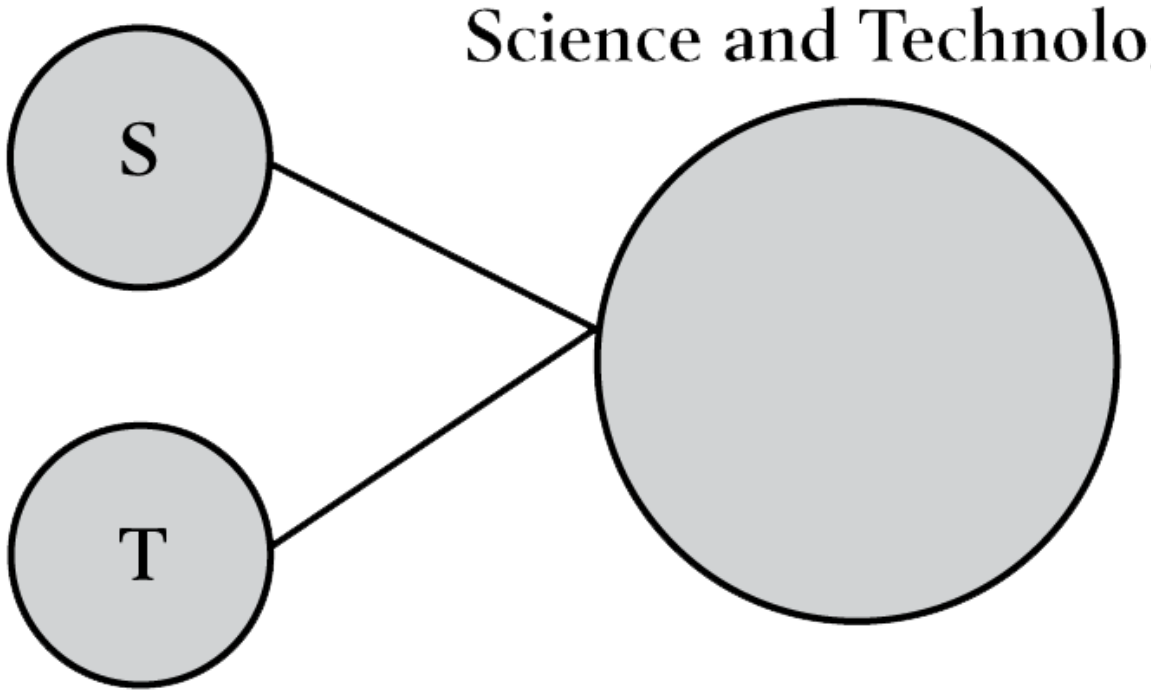
# أشكال تعليم STEM:




(٦) التنسيق عبر التخصصات.

الوصف: تنسيق المفاهيم والعمليات والمصادر عبر حدود تخصصات منفصلة.

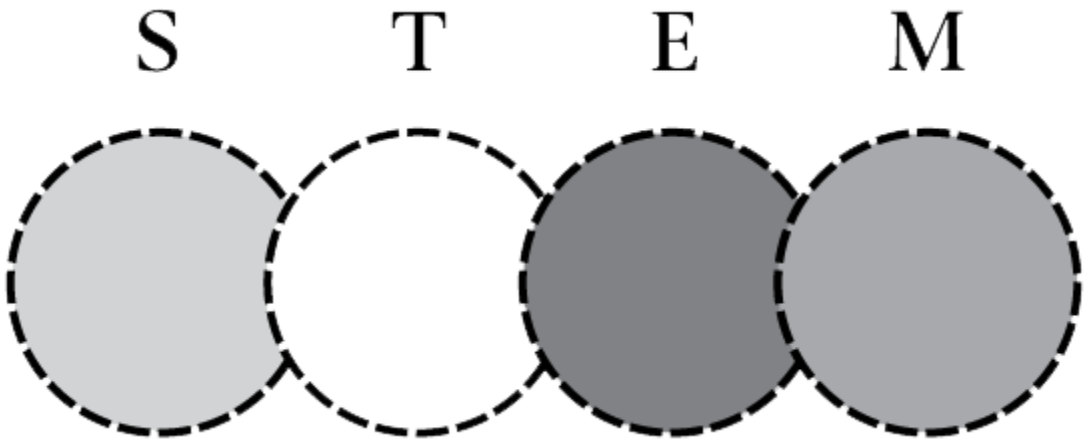
# أشكال تعليم STEM:




(٧) دمج تخصصين أو ثلاثة تخصصات.

الوصف: مزج اثنين (أو ثلاثة) من التخصصات؛ لتشكيل مقرر دراسي.

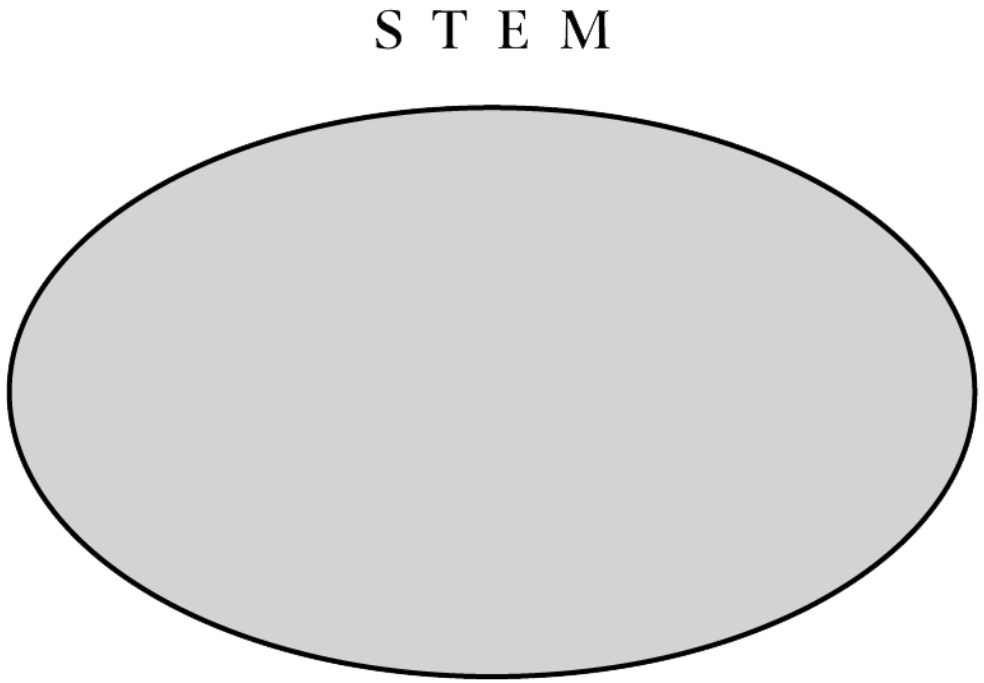
# أشكال تعليم STEM:




(٨) تخصصات متكاملة.

الوصف: تخصصات متكاملة؛ من خلال التداخل والتكامل.

# أشكال تعليم STEM:




(٩) مقرر دراسي أو برنامج عبر تخصصي.

الوصف: عبر تخصصي (ذو علاقة بأكثر من فرع معرفي).

# التكامل في تعليم STEM:

- الفكرة المحكيّة المهيمنة.
- تطبيق مفاهيم ومهارات من تخصصات متعددة.
- النهوض بتعليم (STEM) يتطلب إجراء التكامل بين التخصصات.

# كيف يمكن إجراء التكامل بين تخصصات (STEM)؟

# تكامل STEM:

| طريقة إجراء التكامل | وصف طريقة التكامل |
| --- | --- |
| **التنسيق** | يُعرض محتوى مادة دراسية بالتزامن؛ إذا اقتضت الحاجة في مادة دراسية أخرى. |
| **التكميل** | يُعرض محتوى مادة دراسية؛ لاستكمال محتوى أساسي في مادة دراسية أخرى. |
| **الربط** | موضوع محوري أو محتوى أو عمليات متشابهة بين مادتين دراسيتين، يتم عرضها في كلا المادتين؛ ليفهم الطلاب أوجه التشابه والاختلاف بينهما. |
| **الاتصال** | استخدام أحد التخصصات؛ لربط التخصصات الأخرى بها. |
| **المزج** | تنفيذ مشروعات أو موضوعات محورية أو إجراءات؛ تتطلب مزج تخصصين أو أكثر. |

(Bybee, 2013)

# تكامل STEM:

| مستوى التكامل | شكل التكامل | خصائص التكامل |
|---|---|---|
| ١ | المتعدد التخصصات، أو المواضيعي | المفاهيم والمهارات منفصلة في كل تخصص؛ ولكنها ضمن موضوع محوري مشترك بين التخصصات. |
| ٢ | البين تخصصي | ترتبط المفاهيم والمهارات من تخصصين أو أكثر، لتكوّن مفاهيم ومهارات مفتاحية بين التخصصات. |
| ٣ | العبر تخصصي | تطبق المفاهيم والمهارات المتعلمة من تخصصين أو أكثر، على مشروعات ومشكلات واقعية؛ لتشكيل خبرة التعلم. |

(Vasquez, Sneider, & Comer, 2013)

تعدد الطرق التي يمكن من خلالها إجراء تكامل بين تخصصات (STEM).

# ماهي المبادئ الموجهة لتكامل (STEM)؟ وما تأثير السياق المحلي عليها؟

إطار المبادئ الموجهة لتكامل (STEM) (إعداد: محمد الجلال)

# ١ – معرفة المعلمين:

- معرفة المعلمين بمحتوى التخصصات (Content Knowledge: CK).
- معرفة المعلمين بتدريس محتوى التخصصات ( Pedagogical Content Knowledge: PCK).
- تؤثر على بقية المبادئ، وتتفاعل معها.
- **STEM** -CK, **STEM** -PCK.
- التخصص الجامعي.

(English, 2016; Sanders, 2009; Committee on Integrated STEM Education, 2014; De Vries, Gumaelius, & Skogh, 2017; Moore, et al., 2014; Shernoff, Sinha, Bressler, & Ginsburg, 2017)

# تأثير السياق المحلي على معرفة المعلمين:

- برامج إعداد المعلمين أحادية التخصص (discipline-oriented).
- لا يوجد برامج لإعداد المعلمين في التقنية والهندسة.
- يمكن أن تكون برامج الإعداد كافية في التخصص الفردي الذي يجري إعداد المعلمين فيه.

# ٢- تمثيل التخصصات:

- دعوات لتمثيل التخصصات بشكل متوازن.
- الرياضيات ممثلة تمثلاً ناقصاً في تعليم (STEM).
- تحسين تناول التقنية والهندسة.
- حجم تأثير أكبر لتكامل التخصصات الأربعة.
- لا يمكن تدريس جميع محتوى التخصصات من خلال التكامل.

(English, 2015; English & Kirshner, 2016; Hoachlander, 2014/2015; Committee on Integrated STEM Education, 2014; Shaughnessy, 2013; English, 2016; Marginson, Tytler, Freeman, & Roberts, 2013; Becker & Park, 2011; De Vries, Gumaelius, & Skogh, 2017; Moore, et al., 2014)

# تأثير السياق المحلي على تمثيل التخصصات:

- معرفة المعلمين تحد من إمكانية تمثيل التخصصات بشكل متعادل.
- تمثيل التخصصات سيكون متأثر بالتخصصات التي أُعدوا لتدريسها.
- يمكن للمحتوى غير القابل للتكامل أن يساهم في بناء معرفة تساهم لاحقاً في اتصال التخصصات، وتمثيلها.
- "رفع قمم (STEM) الأربعة، ورفع كامل السلسلة معاً".

(Labov, Reid, & Yamamoto, 2010; Sanders, 2009; Vasquez, Sneider, & Comer, 2013; Marginson, Tytler, Freeman, & Roberts, 2013, p. 72)

# ٣- اتصال التخصصات:

- التأكيد على الاتصال بين التخصصات: مقصود (intentional)، وذو معنى (meaningful)، وهادف (purposeful)، وصريح (explicit).

(Moore, et al., 2014; Shaughnessy, 2013; English & Kirshner, 2016; Tran & Nathan, 2010)

# تأثير السياق المحلي على اتصال التخصصات:

- معرفة المعلمين تحد من إمكانية إيجاد صلات بين التخصصات.
- برامج إعداد المعلمين أحادية التخصص غير كافية لإيجاد الاتصال بين التخصصات، وغير كافية للتعامل مع معايير التخصصات الأخرى.

(Shernoff, Sinha, Bressler, & Ginsburg, 2017)

# ٤ – تهيئة التخصصات معاً:

- التصميم الهندسي.
- التصميم الهندسي في تدريس العلوم.
- الهندسة كسياق للتعلم (Engineering as Context).
- مقابل الهندسة كتتويج نهائي (Engineering as a culminating or end of unit project).
- ركائز التصميم الهندسي: (سياق التحفيز والمشاركة، تحديات تصميم هندسي، التعلم من الإخفاق، محتوى العلوم و/ أو الرياضيات، تدريس متمركز حول الطالب، العمل الجماعي والتواصل).

(Kelley & Knowles, 2016; Fan & Yu, 2017; Guzey, Moore, Harwell, & Moreno, 2016; De Vries, Gumaelius, & Skogh, 2017; Moore, et al., 2014; English, 2016; National Research Council, 2012; NGSS Lead States, 2013)

# تأثير السياق المحلي على تهيئة التخصصات معاً:

- **STEM** PCK= Design PCK
  - التحول في أنماط التدريس الحالية.
  - لا يوجد برامج تطوير مهني تستهدف التصميم الهندسي حالياً.

(EL-Deghaidy, Mansour, Alzaghibi, & Alhammad, 2017)

# ٥- مهارات القرن الحادي والعشرين:

- تدريس المهارات في دروس (STEM).
- مهارات القرن الحادي والعشرين ليست غاية في ذاتها.
- تركيز تعليم (STEM) على الاستقصاء والتصميم الهندسي تدعم إدراكهم لمشكلات القرن.

(Bybee, 2013; Shernoff, Sinha, Bressler, & Ginsburg, 2017; Moore, et al., 2014; Guzey, Moore, Harwell, & Moreno, 2016; EL-Deghaidy, Mansour, Alzaghibi, & Alhammad, 2017)

# تأثير السياق المحلي على مهارات القرن الحادي والعشرين:

- تدريس مهارات القرن الحادي والعشرين يتطلب إعداد المعلمين للجمع بين تدريس المحتوى والمهارة بشكل فعّال.
- قد يؤدي إلى الابتعاد عن محتوى (STEM).

# ٦- ثقافة المدرسة:

- المعتقدات والتصورات والعلاقات والاتجاهات والقواعد المكتوبة وغير المكتوبة؛ التي تشكل الكيفية التي تعمل بها المدرسة، وتؤثر على كل جانب من جوانبها.

(Weld, 2017; Kolodner, et al., 2003)

# تأثير السياق المحلي على ثقافة المدرسة:

- "النمطية، الرتابة، الإبقاء على الأمر الواقع، والرأي الواحد، وتهميش دور الطالب".
- مركزية النظام التعليمي (التزام بتدريس محتوى التخصص، الاستقلالية في الإعداد والتنفيذ).

(العبدالكريم، ٢٠١٢، صفحة ٨ ;EL-Deghaidy, Mansour, Alzaghibi, & Alhammad, 2017; El-Deghaidy & Mansour, 2015)

# ٧- مواد المنهج والتدريس:

- مواد المنهج هي أدوات يستخدمها المعلمون لدعم وتوجيه ممارساتهم التعليمية.
- مواد التدريس الأدوات البشرية وغير البشرية والمرافق؛ التي يمكن استخدامها لتسهيل وتشجيع وتطوير الأنشطة الداعمة للتدريس والتعلم.
- المفاهيم المشتركة بين التخصصات، والإطار الذي يمكن أن تتماسك من خلاله هذه المفاهيم، واستراتيجيات التدريس الموصى بها، والأنشطة التي يمكن تعلم هذه المفاهيم من خلالها، وأدوات تنفيذ الأنشطة ( Teachers' Class Pack or Kit)، والكتب الدراسية، وكتب المعلمين، والأدلة الإرشادية، وأطر تقويم مخرجات التعلم، والمرافق الرسمية وغير الرسمية للتعلم، وغيرها الكثير.

# تأثير السياق المحلي على مواد المنهج والتدريس:

- حاجة لتطوير أدوات ونماذج تعليمية وفق اتجاه (STEM)، ومبادرات متنوعة للتطوير المهني لمعلمي العلوم والرياضيات، وبرامج تطويرية لتأهيل المعلمين قبل الخدمة، وإنشاء مراكز مهنية وبحثية في تعليم (STEM)، ومراكز علمية تعزز تعليم (STEM) في كل مناطق المملكة.

الشايع، فهد بن سليمان. (٢٠١٤). العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM: نحو اقتصاد معرفي. *المؤتمر السعودي الدولي للتقنيات المتقدمة*. الرياض: مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

# ماهو نموذج التكامل المناسب للسياق المحلي؟

# بناء نموذج لتطوير وحدات العلوم للمرحلة المتوسطة وفق اتجاه (STEM)، وتدريسها

## مراجع العرض العربية والأجنبية:


العبدالكريم، راشد بن حسين. (٢٠١٢). *الإشراف التربوي: الأسس والممارسات*. الرياض: مكتبة الرشد.

الشايع، فهد بن سليمان. (٢٠١٤). العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM: نحو اقتصاد معرفي. *المؤتمر السعودي الدولي للتقنيات المتقدمة*. الرياض: مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education, 12*(5/6), 23-37.

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

Committee on Integrated STEM Education. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research.* (M. Honey, G. Pearson, & H. Schweingruber, Eds.) Washington, DC: National Academies Press.

De Vries, M. J., Gumaelius, L., & Skogh, I.-B. (2017). Pre-university Engineering Education: An Introduction. In R. Custer, & M. J. de Vries (Eds.), *Pre-university Engineering Education* (pp. 1-12). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

El-Deghaidy, H., & Mansour, N. (2015). Science Teachers' Perceptions of STEM Education: Possibilities and Challenges. *International Journal of Learning and Teaching, 1*(1), 51- 54.

EL-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghibi, M., & Alhammad, K. (2017). Context of STEM Integration in Schools: Views from In-service Science Teachers. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education, 13*(6), 2459-2484. doi:10.12973/eurasia.2017.01235a

English, L. D. (2015). STEM: Challenges and opportunities for mathematics education. In K. Beswick, T. Muir, & J. Wells (Eds.), *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 4-18). Hobart, Australia: PME. Retrieved August 08, 2017, from https://eprints.qut.edu.au/87506/3/87506.pdf

English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education, 3*(3), 1-8. doi:10.1186/s40594-016-0036-1

English, L. D., & Kirshner, D. (2016). Changing agendas in international research in mathematics education. In L. D. English, & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (3rd ed., pp. 3-18). New York, NY: Taylor and Francis.

## مراجع العرض العربية والأجنبية:


Fan, S.-C., & Yu, K.-C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education, 27*(1), 107–129. doi:10.1007/s10798-015-9328-x

Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016). STEM Integration in Middle School Life Science: Student Learning and Attitudes. *Journal of Science Education and Technology, 25*(4), 550–560. doi:10.1007/s10956-016-9612-x

Hoachlander, G. (2014/2015). Integrating S, T, E, and M. *Educational Leadership: STEM for All, 72*(4), 74-78.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(11), 1- 11. doi:10.1186/s40594-016-0046-z

Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., . . . Ryan, M. (2003). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design™ Into Practice. *The Journal of the Learning Sciences, 12*(4), 495–547. doi:10.1207/S15327809JLS1204_2

Labov, J. B., Reid, A. H., & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated Biology and Undergraduate Science Education: A New Biology Education for the Twenty-First Century? *CBE-Life Sciences Education, 9*(1), 10 -16. doi:10.1187/cbe.09-12-0092

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country Comparisons.* Melbourne: Australian Council of Learned Academies. Retrieved August 10, 2017, from https://www.acola.org.au/PDF/SAF02Consultants/SAF02_STEM_%20FINAL.pdf

Moore, T. J., Stohlmann, M., Wang, H.-H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. E. Cardella (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). West Lafayette: Purdue University Press.

Morrison, J., & Bartlett, R. V. (2009, March 2). STEM as a Curriculum: An Experiential Approach. *Education Week, 28*(23), pp. 28-29. Retrieved December 24, 2016, from http://www.edweek.org/ew/articles/2009/03/04/23bartlett.h28.html

## مراجع العرض العربية والأجنبية:


National Research Council. (1996). *National science education standards.* Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. (2011a). *Successful STEM Education: A Workshop Summary.* Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas.* Washington, DC: The National Academies Press.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States.* Washington, DC: The National Academies Press.

Pedretti, E. G. (1997). Septic tank crisis: a case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education, 19*(10), 1211-1230. doi:10.1080/0950069970191007

Roberts, A. (2012). A Justification for STEM Education. *Technology and Engineering*, 1-5. Retrieved December 03, 2016, from https://www.iteea.org/File.aspx?id=86478&v=5409fe8e

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *Technology Teacher, 68*(4), 20-26.

Shaughnessy, J. M. (2013). By way of introduction: mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle school, 18*(6), 324.

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education, 4*(1), 1-16. doi:10.1186/s40594-017-0068-1

Tran, N. A., & Nathan, M. J. (2010). Pre-College Engineering Studies: An Investigation of the Relationship Between Pre college Engineering Studies and Student Achievement in Science and Mathematics. *Journal of Engineering Education, 99*(2), 143–157. doi:10.1002/j.2168-9830.2010.tb01051.x

Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics.* Portsmouth, NH: Heinemann.

## مراجع العرض العربية والأجنبية:


Weld, J. (2017). *Creating a STEM Culture for Teaching and Learning.* Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education, 89*(3), 357–377. doi:10.1002/sce.20048

Ziman, J. M. (1980). *Teaching and Learning about Science and Society.* Cambridge, England: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511896576

**شكراً لحسن استماعكم،**

محمد علي الجلاّل