Sana'a University Journal of Human Sciences
مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية
Vol. 3 | No. 2 | Page 31 – 59 | 2023 |
https://journals.su.edu.ye/index.php/jhs
ISSN : 2958-8677

فاعلية برنامج قائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية – صنعاء

The effectiveness of a program based on (STEM) in developing pedagogical knowledge of the content of physics among student teachers at Faculty of Education - Sana'a

Eman Yahya Ahmed Hamod Sharf Al-Deen

Researcher - Faculty of Education
Sana'a University -Yemen

إيمان يحيى أحمد حمود شرف الدين

باحثة – كلية التربية – جامعة صنعاء– اليمن

الملخص:

هدفت الدراسة إلى معرفة فاعلية برنامج قائم على مدخل(STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية – صنعاء، ولتحقيق هدف الدراسة استخدمت الباحثة المنهجين: الوصفي وشبه التجريبي، وأعدّت برنامجًا تدريبيًا مصممًا وفق مدخل (STEM)، واختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وتكونت عينة الدراسة من (22) طالبة من طالبات قسم الفيزياء (مستوى رابع) في العام الجامعي (2022-2023م)، مثّلت مجموعة تجريبية واحدة، وأسفرت نتائج الدراسة عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة(0.05) بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات في التطبيقين: القبلي والبعدي لاختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لصالح التطبيق البعدي، وأظهرت نتائج الدراسة عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة(0.05) بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات في التطبيقين: البعدي والتتابعي لاختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وأوصت الباحثة بتضمين مدخل(STEM) في المساقات والمقررات الدراسية الجامعية من خلال أنشطة تعريفية وأدائية، والاهتمام بإعداد معلمي الفيزياء وتدريبهم وفق برامج قائمة على مدخل(STEM) لتنمية المعرفة البيداغوجية لديهم.

الكلمات المفتاحية: برنامج – مدخل(STEM)– المعرفة البيداغوجية – الطالبات المعلمات.

Abstract:

The study aimed to know the effectiveness of a program based on (STEM) in developing pedagogical knowledge of the content of physics among student teachers at Faculty of Education - Sana'a. To achieve the aim of the study، the researcher used two approaches: descriptive and semi-experimental، along with training program designed according to (STEM) and testing pedagogical knowledge of the content of physics. The study sample consisted of (22) female students from the Physics Department (fourth level) in the academic year of (2022-2023). One experimental group was represented، and the results of the study revealed that there were statistically significant differences at the level of significance (0.05) between the mean scores of female teachers in the pre and post applications of the pedagogical knowledge testing of physics content in favor of the post application. The results of the study revealed that there were no statistically significant differences at the level of significance (0.05) between the mean scores of female teachers in the two post and sequential applications to test pedagogical knowledge with the content of physics. The researcher recommended the inclusion of the (STEM) preface in the university studying curriculums throughout definitional and according to programs based on STEM to develop their pedagogical knowledge.

Keywords: Program - (STEM) - Pedagogical Knowledge - Female Teachers.

المقدمة:

في ظل التطورات المتسارعة التي يشهدها العالم في المجال التربوي والتعليمي وتحديدًا في جودة التعليم المقدم لجميع المراحل ومنه التعليم الجامعي؛ لارتباطه بتطور المجتمعات، لذا لابد من تطوير الطالب المعلم تطويرًا مهنيًا يواكب ما يشهده العالم من تقدم تكنولوجي ومعرفي هائل.

والمعلم هو العنصر المهم في العملية التربوية والتعليمية، وبه ترتبط النواتج التعليمية المراد تحقيقها، ومن الضروري أن يقوم بالأدوار التي تسهم في تحسين ممارساته التدريسية لتنعكس إيجابيًا على ما يكتسبه

طلابه من معارف، ومهارات، واتجاهات، وقيم متنوعة، ولا يمكن أن يتحقق ذلك إلا باكتسابه لكفايات تدريسية يمارسها داخل الصف تمكنه من القيام بواجبه على أكمل وجه، لذا لابد من حسن إعداده وتدريبه؛ كي يستطيع القيام بتلك المهام والأدوار، ولأهمية ذلك أصبحت عملية الإعداد والتدريب تشغل بال الكثير من التربويين والقائمين على العملية التعليمية (متولي،2004).

وبما أن عملية إعداد المعلمين وتنميتهم تحتل أهمية خاصة في العملية التعليمية، وتساعد في تحقيق أهداف العملية التعليمية يجب التركيز قبل أي شيء على المعلم وإعداده الإعداد الذي يليق بالأدوار المستندة إليه (عبيدات، 2007).

علمًا أن الإعداد المهني للمعلم قبل الخدمة يساعده على اكتساب آليات وطرق ومداخل تدريسية حديثة تنمي ثقافته وتنوره المهني، وتمكنه من الإدارة الجيدة للتمايز بين الطلاب داخل الفصل الدراسي Brown et al.،(2016).

ويعد مدخل (STEM) أحد مداخل التربية العلمية التكنولوجية، ويطبق في جنوب أفريقيا ودول أخرى، ويتجه مدخل (STEM) نحو التركيز على الخبرة المفاهيمية المتكاملة، وحل مشكلات وقدرات التفكير العلمي، ومن المستحدثات الحديثة التي يُوصى بتضمينها في البرامج التعليمية كونه من المداخل الفاعلة التي أثبتت البحوث والدراسات دورها الكبير في تنمية المهارات لدى المتعلمين، وهو مدخل قائم على الابتكار والتجريب، ويقوم على دمج المحتوى العلمي، ومهارات التفكير من أربعة تخصصات هي: العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات بهدف إعداد أجيال جديدة من المتعلمين(غانم، 2011).

وأوضح الدغيم (2017) أن أحد أهم العوامل الرئيسة التي تتوقف عليها فاعلية منحى (STEM) هو المعلم الذي ينبغي إعداده وفق هذا المنحى وتخرجه ملمًا بالنظريات التربوية التي يرتكز عليها، والأفكار والتوجهات التربوية المعاصرة التي يتوافق معها (ص.94).

وتستند التنمية في العالم إلى قاعدة متينة من العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا، والهندسة؛ لذا يتم التركيز عليها عند بناء البرامج التعليمية في مختلف الميادين والأنظمة، فقد أصبح القلق يسود العالم بأسره نتيجة ندرة أناس مؤهلين للوظائف التكنولوجية خصوصًا خريجي العلوم، والرياضيات، والمهن التكنولوجية، والهندسية تماشيًا مع التطور الهائل في التكنولوجيا، والتغيرات المتنامية في هذا العالم (Burrows،Bissaker;2014،2015).

ويساعد مدخل (STEM) في غرس القيم والخبرات المفاهيمية المتكاملة لدى المتعلمين، وإعداد أجيال قادرة على مواكبة متطلبات العصر المتغيرة مما يزيد من امتلاكهم لجدارات أكثر تطبيقًا وابداعًا (يوسف، 2018، ص.41).

وقد توصلت دراسات كل من الشبل(2020)؛(Sternberg (2019 إلى أن إعداد المعلم في ضوء مبادئ مدخل (STEM) يعظم من فرص تأهيل المعلمين لتنمية الطلاب الموهوبين والمتفوقين؛ لأنه يسهم في التركيز على محورين رئيسين هما : المحتوى المعرفي الذي يسهم في زيادة قدرة معلم الغد على استيعاب مدخل (STEM) بعمق، ومن ثم يمكنهم من

تفسير المفاهيم والإجراءات العلمية والرياضية من وجهات نظر متعددة، كما يساعدهم في التعرض لقضايا ومشكلات واقعية وأحداث جارية ذات الصلة بمجال (STEM)، والمهارات التربوية وتتضمن كافة مراحل وعمليات التدريس التي تحفز المتعلمين على الاندماج في أنشطة (STEM) وتشجعهم على التفكير والإبداع، وتصحيح التصورات الخطأ والسلوكيات والممارسات التربوية غير المناسبة لتحقيق أهداف (STEM).

واعتمادًا على التوجهات التربوية الجديدة التي تؤكد تغير دور كلً من المتعلم والمعلم، وكي يكون المعلم قادرًا على لعب هذا الدور لابد أن تكون لديه الخلفية العلمية الكافية عن الكيفية التي يتعلم بها المتعلم والاطلاع بعمق على المحتوى التعليمي، ومعرفة عملية التعلم ومهارات تدريس المحتوى ومن الأمور الشائعة التي تكاد أن تكون من المسلمات في الوسط التربوي أن تمكن المعلم من مادته التعليمية (معرفة المحتوى (Content Knowledge (CK تحدد قدرته على التدريس، وقد أُعتبرت في السابق الجانب الأهم في التعليم، والكفاءة المطلوبة للمعلم ليؤثر في تعليم الطلبة، إلا أن هذه ليست الحقيقة المطلقة، فالكفاءة التدريسية تمثل بُعدًا آخر يفوق في أهميته وتأثيره بُعد المادة التعليمية (معرفة المحتوى (CK)، وقد تم الدمج بين معرفة المعلم بمحتوى المادة، وكيفية التدريس، ومعرفة المنهاج، وأفكار الطلبة، ووسائل التقييم تحت مصطلح "المعرفة البيداغوجية للمحتوى" (Pedagogical Knowledge)(PCK Content، حيث انصب الاهتمام خلال الثلاثين عامًا المنصرمة على هذه المعرفة التي أصبحت مهمة للتعليم الفعّال (Shulman،1987،p.4).

ونتيجة الدور الأساسي للمعلم في تهيئة البيئة المناسبة والظروف الملائمة للتعليم، اتّجهت الأبحاث الحديثة إلى دراسة تفكير المعلم، والتعرف على ممارساته لأدائه العملي داخل الغرفة الصفية (Gulten،2013)، يُضاف إلى ذلك أهمية امتلاك المعلم للمعرفة البيداغوجية الجيدة التي تساعده في معرفة المنهاج بشكل حقيقي، وفهمه فهمًا عميقًا حتى يتسنى له تحقيق التكاملية بين المواد العلمية المختلفة وتطوير قدرة طلبته على بناء معرفتهم بناءً سليمًا، ومتيناً (Tseng et al.). ،2013

والمعرفة البيداغوجية بالمحتوى (PCK) حسب محاولة شولمان (Shulman،1986) تحديدها هي: مزج ما بين معرفة المعلم لمحتوى الدرس ومعرفته بقواعد التدريس وأصول التربية (Nind،2020،p.185).

ويوضح بيل وآخرون (2008) .Ball et al معرفة بيداغوجيا المحتوى بأنها الجسر المعرفي الذي يربط بين فهم المعلم للمادة العلمية والممارسات التدريسية، بمعنى معرفة الطريقة الأفضل نسبيًا لتدريس المحتوى، وفهم ما يجعل المفاهيم الصعبة سهلة التعلم، ومعرفة المفاهيم الخطأ لدى الطلاب ومعرفتهم السابقة للموضوع.

ويرى الباحثون في العلوم والرياضيات أن خصائص المعلم وكفاياته وإعداده وتأهيله تؤثر في نوعية التعليم ومستوى تحصيل الطلبة، وترتبط ارتباطًا وثيقًا به، ويكون هذا التأثير أكثر إيجابية عندما تتفاعل مهاراته في التدريس (مهارات البيداغوجيا) مع معرفته في المادة العلمية (زيتون، 2007).

ومن الضروري إلقاء الضوء على منظومة التعليم عامة والفيزياء خاصة وعلى واقع تدريسها بقصد تحسين وتطوير أداء معلم الفيزياء والارتقاء به، بما يساعد المتعلمين على مواجهة تلك المتغيرات (فهمي وعبد الصبور، 2001).

وقد قامت الجمعية الخاصة بمعلمي الفيزياء (Association of Physics Teachers) في العام (2002) بنشر الخطوط العريضة لبرامج الفيزياء في المرحلة الثانوية استنادًا على معايير تدريس العلوم، وقد اشتملت هذه الخطوط على محاور متعددة منها: الدعم الإداري والمادي، ودعم تدريس المنهاج، والنشاطات الصفية، والمصادر، وأشارت النشاطات الصفية إلى قدرة المعلم على تدريب طلبته على التطبيق العملي كجزء مع المحتوى النظري، والإشارة إلى الظواهر المتداخلة، والتخطيط لاستخدام المصادر والأدوات ذات العلاقة بالفيزياء، وأشارت الخطوط العريضة لمنهاج تدريس الفيزياء إلى ضرورة امتلاك المعلم معرفة فيزيائية قوية وشاملة في موضوعات الفيزياء، إضافة إلى الحرص على النمو المهني في المحتوى والبيداغوجيا (AAPT،2002).

في ضوء ذلك أكدت دراسة نايند Nind (2020) على وجوب استمرار المعلمين وبصورة دائمة في دمج المعرفة بالمحتوى (CK) بالمعرفة البيداغوجية (PK) لتنمية وتطوير المعرفة البيداغوجية بالمحتوى (PCK)بشكل ديناميكي من أجل توليد الكفاءة التدريسية والفهم العميق للمحتوى التدريسي، ومثلها دراسة شقر (2019) التي دعت إلى أهمية إعداد معلمي ما قبل الخدمة وتدريبهم من أجل تنمية المعرفة البيداغوجية لديهم.

وبناء على ما سبق تبين أهمية دور معلم الفيزياء وإدراكه للعلاقة التكاملية بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وباتت تمثل متطلبًا حديثًا لتطوير تدريس الفيزياء، وأصبح إتقان معلم الفيزياء للمعرفة اللازمة للتدريس وامتلاكه لقاعدة معرفية بيداغوجية جيدة بمحتوى الموضوع الذي يدرسه عاملًا حاسمًا في نجاح العملية التعليمية، وهو ما يستدعي إعداد الطالب المعلم إعدادًا مميزًا.

مشكلة الدراسة:

انبثقت فكرة الدراسة من الخبرة الشخصية للباحثة في التدريس الجامعي، وتدريس مقرر التربية العملية، والإشراف التربوي على طلبة التربية– تخصص الفيزياء – جامعة صنعاء؛ وذلك عن طريق ملاحظة أداء الطلبة في الفصول الدراسية، فقد لاحظت أن هناك فجوة لدى الطلبة المعلمين بين المعرفة النظرية للعملية التعليمية والتوظيف والتطبيق الفعلي على أرض الواقع، ووجود نقص في معرفتهم لاستراتيجيات التدريس والتقويم، وانخفاض مستوى المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء اللازمة للتدريس، مما يعكس الحاجة لتدريب الطلبة المعلمين في ضوء كفايات نوعية لمعلم المستقبل تتميز بالتكاملية في مجالاتها، وهناك ثمة توجهات حديثة ومعاصرة يفرضها الواقع تستوجب إعادة النظر في إعداد معلم العلوم في كلية التربية، والعناية بتنمية جداراته المهنية أثناء الإعداد، وأن تستمر عملية تنميته المهنية بعد تخرجه من خلال مهاراته التواصلية مع مجتمعات تعلم مهنية، ولمساعدته وتمكينه من القيام بهذا المهام يلزم إعداد برامج مثمرة توفر فرصا تعليمية متنوعة وشاملة لجوانب إعداد الطالب المعلم في ضوء التوجهات والتطورات المعاصرة ومنها توجه مدخل (STEM)،

فقد بات من الضرورة على المؤسسات التعليمية أن تعيد النظر في تطوير وتحسين المعرفة البيداغوجية للطالب المعلم لمادة الفيزياء ورفع مستواه المهني، وينبغي أن يمتلك معرفة بيداغوجية قوية للمحتوى، ويسعى إلى تنميتها ودعمها.

وبذلك فإن الدراسة الحالية تحاول الإجابة عن التساؤل الرئيس الآتي:

ما فاعلية برنامج قائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية – صنعاء؟

ويتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

1- ما صورة البرنامج القائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية– صنعاء؟

2- ما فاعلية البرنامج القائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية – صنعاء؟

فرضيات الدراسة:

1- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات القبلية والبعدية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء.

2- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات البعدية والتتابعية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء.

أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة الحالية إلى تحقيق الآتي:

1- التعرف على فاعلية البرنامج القائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات.

2- إعداد برنامج لتنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء قائم على مدخل (STEM).

أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة بالآتي:

– تعد هذه الدراسة ـ حسب علم الباحثة ـ هي الأولى في جامعة صنعاء التي تناولت فاعلية البرنامج القائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية – صنعاء.

– مواكبة الاتجاهات العالمية المعاصرة في مجال التطوير المهني للطلبة المعلمين بكلية التربية لتفعيل استخدام متطلبات التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في تصميم وتدريس مادة الفيزياء.

– تسهم في أداة (اختبار) لقياس المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، والتي يمكن أن يستفيد منها باحثون آخرون من خلال استخدامها في دراسات أخرى.

– يفيد معلمو الفيزياء ما قبل الخدمة في التعرف على مدخل (STEM) وإمكانية استخدامه في تدريس الفيزياء.

– تقدم نموذجًا إجرائيًا في كيفية إعداد برنامج تدريبي للطالبات المعلمات مستند إلى مدخل (STEM).

– استفادة الطالبات المعلمات من نتائج هذه الدراسة من خلال الاطلاع على نتائجها، وتقييم معرفتهن البيداغوجية بمحتوى الفيزياء والعمل على تحسينها وتطويرها.

– تعتبر هذه الدراسة من الدراسات القليلة في الوطن العربي بشكل عام وفي اليمن بشكل خاص التي أُجريت في هذا الموضوع.

حدود الدراسة:

اقتصرت الدراسة على الحدود الآتية:

الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الأول من العام الجامعي (2022–2023م).

الحدود المكانية: مدارس الرشيد الحديثة / فرع الجامعة /أمانة العاصمة – صنعاء.

الحدود الموضوعية: فاعلية برنامج قائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء(المعرفة بأهداف تدريس وحدة النغمات الصوتية والرنين، واستراتيجيات التدريس والتقويم، وخصائص الطلبة، والمنهاج، والمعرفة بالمصادر، والسياق).

الحدود البشرية: طالبات الفيزياء / المستوى الرابع، كلية التربية/ جامعة صنعاء.

مصطلحات الدراسة:

– **الفاعلية:**

تُعرف لغويًا بأنها:" صدى الأثر الذي يمكن أن تحدثه المعالجة التجريبية باعتبارها متغيرًا مستقلًا في أحد المتغيرات التابعة" (شحاته والنجار،2003، ص.230).

وتُعرّف اصطلاحا بأنها:" القدرة على التأثير وبلوغ الأهداف وتحقيق النتائج الموجودة بأفضل صورة ممكنة"(اللقاني والجمل،2003، ص.86).

وتعُرّف الفاعلية إجرائيًا بأنها: "مدى قدرة البرنامج الذي صممته الباحثة القائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وتُقاس تلك القدرة بالدرجة التي تحصل عليها الطالبات المعلمات في أداة الدراسة الاختبار".

– **برنامج:**

يُعرف البرنامج لغويًا بأنه: مجموعة الأنشطة المنظمة، والمترابطة ذات الأهداف وفقًا للائحة أو خطة مشروع، ويهدف إلى تنمية مهارات، أو يتضمن سلسلة من المقررات ترتبط بهدف عام أو مخرج نهائي (شحاته والنجار،2003).

وتُعرف برامج إعداد المعلمين اصطلاحا بأنها: برامج مخططة ومنظمة وفق نظريات تربوية، تقوم بها المؤسسات التربوية لتزويد الطلبة المعلمين بالخبرات العلمية والمهنية والثقافية بهدف تنمية الكفايات التعليمية التي تمكنهم من النمو المهني وزيادة الإنتاجية التعليمية (الطناوي،2007، ص.17).

وتُعرّف إجرائيًا بأنها: مجموعة من الخبرات المخطط لها والأنشطة التي تتلقاها الطالبات المعلمات خلال مقرر التربية العملية (2)، بهدف تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وقياس ذلك من خلال الاختبار.

– **مدخل (STEM):** يُعرفه جونزليز و كيونزاي Gonzalez and Kuenzi (2012) المشار إليه في (مطاوع و الخليفة،2018) بأنه: توجه إصلاحي وتطويري لمجالات تعليم العلوم، والتقنية، والهندسة، والرياضيات، لإعداد مواطنين

لديهم ثقافة كافية، وتأهيل مناسب لسوق العمل، في مجالات STEM الأربعة، بما يسهم في رفع المستوى الاقتصادي، ويشمل الأنشطة التعليمية في جميع المراحل التعليمية، سواء أكان ذلك بشكل رسمي (داخل الصف) أو غير رسمي أي خارج المدرسة.

- **وعرّفه** مجلس التعليم بولاية ماريلاند (STEM Maryland (2012 بأنه: مدخل للتدريس والتعليم، يتضمن تكامل محتوى ومهارات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال مجموعة من المعايير المرتبطة بالأنشطة المتكاملة بمنحى STEM، لتحقيق أهداف معينة، للوصول بالطلبة إلى الإبداع في فروع الدراسة الأربعة.
- **ويُعرّف** مدخل STEM نظريًا بأنه:" منهج تكاملي لفروع المعرفة العلمية العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يتم تطبيقه على مجموعة من الدروس في مادة الفيزياء، يعتمد على دمج المفاهيم من الواقع، ويتم الربط بين المجالات الأربعة من خلال الأنشطة والتطبيقات الواقعية، تعزز مهارات الاتصال، والعمل الجماعي، وحل المشكلات ومهارات التفكير الناقد اللازمة لتأهيل الطالب للانخراط في سوق العمل في مجالات متعددة" .

- **وتُعرّف المعرفة البيداغوجية بالمحتوى** بأنها:" المعرفة الناتجة من دمج وتفاعل أربعة معارف هي: المعرفة بالمنهاج، والمعرفة باستراتيجيات التدريس، والمعرفة بفهم تفكير الطلبة، والمعرفة بالتقييم"، وذلك حسب نموذج لانين وآخرين (Lannin et al.،2013).
  - وعرّفها أنديانى وآخرون .Andyani et al، (2020) بأنها: " المعرفة حول كيفية تمثيل أو صياغة أو تحويل موضوعات المحتوى التعليمي إلى محتوى مفهوم وقابل للتعلم لدى الطلبة "(P.128).
  - وتُعرّف المعرفة البيداغوجية بالمحتوى إجرائيًا بأنها: " المعرفة التي تحتاجها الطالبات المعلمات كي يستطعن تدريس محتوى مادة الفيزياء بطريقة أفضل، وتتمثل فيما يستخدمنّ من استراتيجيات وأمثلة لجعل المحتوى سهل الفهم، ويقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبات المعلمات في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء".
- **يُعرّف الطلبة المعلمون بأنهم:**" طلبة السنة الرابعة لجميع التخصصات يوزعون على المدارس للتدريب فترة منفصلة يومًا في الأسبوع، وأخرى متصلة، وأتموا متطلبات وشروط الخروج للتدريب أي أنهوا دراسة مساقات طرائق وأساليب تدريس عامة، وكذلك طرائق تدريس خاصة والتدريب الداخلي على التدريس المصغر" (حمدان،2005، ص. 505).
  - **وتُعرّف الطالبات المعلمات نظريًا بأنهن:**" الطالبات المعلمات تخصص فيزياء بكلية التربية/ جامعة صنعاء للعام الجامعي 2022-2023م اللواتي يدرسن في المستوى الرابع".

2. الإطار النظري والدراسات السابقة:

1. الإطار النظري:

تعريف مدخل STEM:

تعددت تعريفات مصطلح STEM، فعُرّف بأنه:" التعليم المستند إلى المعايير بما يحقق اتباع منهج متكامل للتعليم والتعلم في تدريس العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM حيث تم تدريس محتوى معين كوحدة دراسية ديناميكية متكاملة"Lantz Jr،2009،(p.50)).

أما ويليام (2013)William فيعرّفه بأنه: "نظام تعليمي يجمع بين تخصصات: العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات في موضوع واحد جديد متعدد التخصصات في المدارس، حيث يوفر للطلاب فرصة لتعلم العالم الذي نعيش فيه وفهمه فهمًا شاملًا متكاملًا بدلاً من تعلم أجزاء وقطع متناثرة من المعارف والممارسات المتعلقة به"(p.45).

ويُعرّف بأنه:" تعلم وتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بشكل يكفي لإنتاج عقول مفكرة وقادرة على حل المشكلات عبر جميع التخصصات"(Briney&Hill،2013،p.60).

وتعرفه خجا (2016) بأنه: "اختصار لنهج تعليم وتعلم يستند إلى تكامل حقول العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات بحيث تُدرس في صورة وحدة متماسكة، وذلك يتطلب تمكين المعلمين والمعلمات من فهم الممارسات الهندسية والعلمية المتداخلة والأفكار الأساسية لحقول"STEM في التعليم" كما يتطلب تجهيز بيئات التعلم في سياق العالم الحقيقي بحيث يستمتع المشاركون في ورش عمل ومشاريع تعليمية، ويتمكنون من الوصول إلى المعرفة الشاملة والمتعمقة للموضوعات والقضايا العلمية المستهدفة والتي تعكس طبيعة العلم بعيدًا عن المفاهيم النظرية المنعزلة" (ص.72).

وترى الباحثة من خلال ما سبق أن مدخل (STEM) نظام تعليمي متكامل يتضمن تخصصات: العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، ويتطلب تدريب وتأهيل الطالبات المعلمات على أساسيات مدخل (STEM)، ويستند على إعداد وتهيئة بيئة التعلم بطريقة علمية مبتكرة لتشجيع المتعلم على الاستمتاع والانخراط في المشروعات، والأنشطة المتنوعة، والعمل الجماعي.

أهمية مدخل STEM:

ويشكل مدخل STEM موضع اهتمام الكثير من التربويين والباحثين، ويشير أجوندوز Akagunduz (2016) إلى أهمية هذا المدخل بالنقاط الآتية:

1- يعمل مدخل STEM على تنمية التحصيل الدراسي في تخصصاته الأربعة.
2- يعزز القوة الاقتصادية، وذلك عن طريق تنمية قدرات المتعلمين في فهم كامل لهذه التخصصات، لاسيما أنشطته في مجال التقنية والهندسة مما ينعكس على جودة المخرجات التعليمية، ومن تطوير الاقتصاد، وبشكل خاص في المجال الصناعي.
3- يحفز الطلبة ويدفعهم نحو اكتساب معارف ومهارات تهيئهم للاقتصاد القائم على المعرفة.
4- يدعم STEM تنمية مهارات حل المشكلات في العديد من التخصصات الدراسية.
5- يعزز دور التقنيات في التعليم والتصميم، ودمجها في منهجيات التدريس.
6- ينمي الإبداع لدى المتعلمين من خلال استكشاف آفاق أكبر من خلال ممارسات STEM التعليمية، ومنحهم فرصة للتجربة والمناقشة والاكتشاف والتصميم والبناء.

7- يُسهم في فهم العالم بشكل تكاملي حيث يلغي STEM الحواجز التقليدية التي وضعت بين مجالات STEM من خلال دمجها في التعليم كنموذج واحد مترابط.

8- تأهيل المتعلمين الموهوبين في مجالات STEM للاستمرار في مسارات هذا التوجه، وإطلاق مواهبهم والحصول على براءات الاختراع لمنتجات قاموا بابتكارها (p.1366).

وترى الباحثة أن مدخل STEM أصبح حاجة ملحة كونه يسهم في تطوير المناهج التعليمية بصورة تساعد على تحقيق جودة عملية التعلم، وتلبي احتياجات الطلبة في المهارات والاهتمامات، وتزيد من دافعيتهم نحو الإبداع والاكتشاف.

أهداف مدخل STEM:

وذكر كونر Conner (2013) بعض أهداف تعلم مدخل STEM هي:

1- حل المشكلات الرياضية والهندسية من خلال توظيف الأنشطة العلمية في ضوء المحتوى العلمي التكاملي بين التخصصات الأربعة: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

2. التعامل مع المشروعات العملية وما يرتبط بها من ابتكارات تكنولوجية وهندسية، مما يسهم في تنمية أنماط متعددة من التفكير لديهم.

3. التواصل المباشر أو الإلكتروني مع الباحثين وأساتذة الجامعات والمختصين والفنيين في مجالات العلوم والهندسة والتكنولوجيا للاستفادة من آرائهم العلمية والتطبيقية.

4. ممارسة فنيات التقويم المستمر والواقعي القائم على ملفات الإنجاز الإلكترونية والمشروعات التطبيقية.

5. توفير الفرص لتنمية مهارات وخبرات الطلاب في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

6. منح المعلمين فرصًا لمواصلة نموهم المهني بشكل مستمر، وتدعيم ذلك بالتواصل مع المهتمين بهذا المجال من علماء وباحثين.

وترى الباحثة أن مدخل STEM يهدف إلى تشجيع الطلبة على الاكتشاف والابتكار، وغرس الثقة بأنفسهم، وتكوين اتجاهات إيجابية نحو: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

خصائص درس مبني على مدخل STEM:

أشارت الأحمد (2015) بأن دروس (STEM) لها خصائص مختلفة وجوهرية عن دروس التجارب العملية في العلوم وإن بدت في بعض الدروس متشابهة وهذه الخصائص، هي:

1- تركز دروس (STEM) على قضايا ومشاكل العالم الحقيقية، فهي تمكن الطلبة من معالجة المشكلات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، والبحث عن حلول لها.

2- دروس (STEM) توجه وتسترشد بعملية التصميم الهندسي، فعملية التصميم الهندسي توفر مرونة تأخذ الطلاب من تحديد المشكلة أو التحدي لتصميم معين إلى إيجاد حل لهذه المشكلة.

3- دروس (STEM) تجذب الطلبة إلى التدريب العملي المبني على الاستقصاء المفتوح النهاية، ولكن ضمن قيود (تنطوي عادة على المواد المتاحة) فيجرب الطالب عملاً تعاونيًا مع زملائه ثم يتخذ القرارات لحل المشكلات ثم يتوصلون معًا إلى إعادة التصميم للنموذج حسب ما يحتاجه النموذج، فالطلبة مسؤولون عن تنظيم أفكارهم، وتصميم استقصائهم.

4- دروس (STEM) تشرك الطلاب في عمل جماعي مثمر، حيث يعمل الفريق كفريق واحد منتج.

5- دروس (STEM) تقدم محتوى علمي عميق للرياضيات والعلوم، يحتاج إلى دمج محتوى العلوم والرياضيات وتعاون معلمي العلوم والرياضيات لتكون أهداف العلوم والرياضيات في نسيج واحد مما يمكن الطلبة من ملاحظة التكامل بين العلوم والرياضيات، وأنها مواد تخدم بعضها بعضًا وتحل معًا مشكلات في العالم الحقيقي مع استخدامهم للتكنولوجيا وتصميمهم للمنتجات الخاصة بهم.

6- تسمح دروس (STEM) بتقديم الإجابات المتعددة الصحة، وتصحيح النظرة للفشل بكونه جزءًا ضروريًا من التعلم.

7- تعطي الطلاب نظرة ثاقبة وفهمًا جيدًا للسبب والنتيجة بالتعامل مع المتغيرات مبني على الشواهد والمبررات المنطقية.

8- توفر بيئة ثرية للاحتمالات المتنوعة للحلول المبتكرة، فعند تصميم النماذج الأولية قد يحدث تعثر للطلبة وفشل ولكن هذا الفشل هو الطريق الأساسي للوصول إلى الحل الصحيح كما يحدث مع العلماء.

وبناءً على ما سبق تضيف الباحثة أن نجاح الخصائص السابق ذكرها يتحقق من خلال تأهيل معلم العلوم عامة ومعلم الفيزياء خاصة بحيث يتمكن من القيام بأدوار جديدة تسهم في تحقيق مدخل (STEM) من إعداد وتحضير دروس ملائمة لمدخل (STEM)، فنحن بحاجة إلى إعادة النظر من إعداد المعلم قبل الخدمة والعناية به وتأهيله ليكون أقدر على أداء دوره من منطلق علمي ومهني، وأن يتم التأهيل من خلال البرامج التدريبية المختلفة التي توفر الحد الأدنى من الاحتياجات التعليمية والمعارف والمهارات التي تمكن الطالب/ة المعلم/ة من النمو المهني وتسهم في تطوير المعرفة البيداغوجية لديها.

لمحة تاريخية عن البيداغوجية:

ثُبت مصطلح البيداغوجية في المعاجم التربوية في القرن(15م)، واعتمدته الأكاديمية الفرنسية رسميًا سنة(1762م)، وكان الفيلسوف التربوي الفرنسي "فاردينان بويسن" أول من اجتهد في تعريفها بأن: "البيداغوجيا هي علم التربية" (Buisson،1887، p.401).

ولفظ بيداغوجيا لفظ أغريقي قديم مكون من كلمتين (PED)، وتعني الطفل، و(AGoGIE) وتعني القيادة والتوجيه، دليل ذلك مجيئه بمعنى المرافقة أو الملازمة أي مرافقة الطفل وهو يقطع مسارًا تعليميًا محددًا من أجل تحقيق هدف النجاح (مرافقته من المنزل إلى المدرسة أو إلى مكان تلقيه العلم)، وأيضًا "من يتولى مساعدة الطفل على إنجاز دروسه ومرافقته في الزمان والمكان والموقف التعليمي" (يحياوي وطويل،2018، ص. 94).

أما في الاصطلاح فقد اعتبر إميل دوركهايم (Durkheim) (فيلسوف وعالم اجتماع فرنسي) البيداغوجيا: نظرية تطبيقية للتربية، تستعير مفاهيمها من علم النفس وعلم الاجتماع، واعتبرها أنطوان ماكرينكو (Makarenko) (عالم التربوي السوفيتي): العلم الأكثر جدلية، ويرمي إلى هدف عملي، وذهب روني أوبير (R. Hubert) (عالم اجتماع انكليزي) إلى أن البيداغوجيا ليست مجرد علم ولا تقنية ولا فلسفة

ولا فن بل تشمل هذا كله، ويكون منظمًا وفق مفصلات منطقية (الساعدي، 2020 أ، ص. 1).

مفهوم البيداغوجية:

تتكون كلمة بيداغوجيا في الأصل اليوناني من حيث الاشتقاق اللغوي من شقين هما: Peda، وتعني الطفل، وAgoge وتعني القيادة والسياقة، وكذا التوجيه، وبناء على هذا كان البيداغوجي Le pedagogue هو الشخص المكلف بمراقبة الأطفال ومرافقتهم في خروجهم للتكوين أو النزهة، والأخذ بأيديهم ومصاحبتهم (الساعدي،2020 ب، ص. 32).

إنّ التدريس الناجح يتطلب فهم المعلم لأساليب وطرق التدريس التربوية المناسبة لمادته التعليمية ويعد ذلك إطارًا ومرجعًا لكل معلم يحتوي على المعرفة التربوية والبيداغوجية، وعرّف شولمان المعرفة البيداغوجية بأنها: استعمال المعلم الشروحات والتمثيلات والأمثلة القريبة من حياة التلميذ لجعل الدرس أسهل للفهم والاستيعاب، حيث ظهرت فكرة المعرفة البيداغوجية نهاية القرن التاسع عشر في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا في مجال علم النفس بقصد جعلها علمًا تطبيقيًا (Gauthier et al.،2002، p.211).

وقد أشار شولمان إلى أن المعلم المبتدئ يجب أن يتمتع بثلاثة أشكال من المهمات التي تبدو وكأنها مهمة بغض النظر عن مستوى الصف الذي يتم تعليمه أو النموذج التعليمي الذي يتبناه المعلم، وهذه المستويات، هي:

1. مهارة ما قبل التفاعل: وتشتمل هذه المهارة على استيعاب المحتوى والمواد، وإجراءات ذلك: انتقاء المحتوى والمواد وطرق التدريس، وتبني المحتوى، وتحضير الخطط.

2. مهارة التفاعل: وتشتمل على تطبيق وتكيف الخطة أثناء التدريس، وتنظيم ومراقبة التلاميذ والوقت خلال التعليم، وكذلك تقييم التعليم للتلاميذ من خلال فهم المادة.

3. مهارات ما بعد التفاعل: وتشتمل على إعطاء تغذية راجعة حول استجابات التلاميذ في إطار تحسينها، والاستمرار في النمو والتطور المهني، والتفاعل مع الزملاء (Shulman& Wilson،2004، p.89) .

وتستنتج الباحثة من التعريفات السابقة أن البيداغوجيا ليس لها مفهوم محدد، وما جاء من تعريفات لها تمثل وجهات نظر في محاولة لتحديد مفهومها.

المعرفة البيداغوجية للمحتوى:

"أشار جوتير وآخرون إلى أن فكرة جعل البيداغوجيا علمًا ظهرت نهاية القرن التاسع عشر، فقد برزت في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية على حد سواء، وكان غرضها المشترك أن تجعل البيداغوجيا علمًا تطبيقًا يرتكز على علم النفس الذي يعد علمًا أساسيًا"(Gauthier et al.،2002، p.10).

وفي عام 1987م بعد أن كانت المعرفة البيداغوجية للمحتوى تندرج تحت معرفة المحتوى، قام شولمان (Shulman) بوضعها صنفا مستقلا من بين سبعة أصناف يرى أنها تكون معرفة المعلم، وهي: المعرفة البيداغوجية العامة، والمعرفة المنهاجية، ومعرفة المحتوى، ومعرفة المحتوى البيداغوجي، ومعرفة خصائص المتعلمين، ومعرفة البيئات التعليمية، ومعرفة الفلسفات والأهداف العامة

والخاصة، وهذا الكل المتكامل من المعارف السابقة يجعل التعليم فنًا يبني على ما ينبغي أن يتعلمه الطلبة وكيفية تعلمهم له، وهو ما يطلق عليه البيداغوجيا(Pedagogy) مرادفا لمصطلح فن التدريس (Shulman،1987،p.8).

وعرّف شولمان Shulman (1987) المعرفة البيداغوجية للمحتوى بأنها " المعرفة التي تتعدى معرفة المحتوى الدراسي لذاته إلى معرفة المحتوى الدراسي لتدريسه من أجل جعل المحتوى الدراسي سهلاً وقابلاً للتعلم من خلال الشروحات، والتوضيحات، والحوارات، وضرب الأمثلة، والعروض العملية، وغيرها من التمثيلات التي تجعل المحتوى قابلاً للاستيعاب من الطلبة على اختلاف أفهامهم وبيئاتهم وخلفياتهم"(p.8).

ووصفتها جيس نيوسم (Gess-Newsome 1999) بأنها: الصيغ الأكثر نفعًا لتمثيل المحتوى، مثل: التشبيهات الفعّالة، والتوضيحات، والأمثلة، والتفسيرات، والعروض، أو بمعنى آخر طرق تمثيل، وصياغة المحتوى يجعله مستوعبًا من قبل الآخرين، وعرفتها بأنها: خليط من المحتوى العلمي، والتدريس يعطي للمعلم فرادته، وحسن تدبيره، وهي شكل خاص من استيعاب المادة العلمية، وتنظيمها بما يتلاءم مع الموقف التعليمي، وتكيفها وفقًا للفروق للمتعلمين.

وتعد معرفة المحتوى البيداغوجي (PCK) تلك المعرفة التي تتجاوز المحتوى الدراسي للمعرفة الذاتية إلى معرفة المحتوى من أجل القدرة على تدريسه للآخرين كي يكون هذا المحتوى سلسًا قابلاً للتعلم من خلال الشرح والتوضيح والحوار وطرح الأمثلة، وغيرها من الطرق التي تُسهم في تمكين الطلبة من استيعاب المحتوى باختلاف قدرتهم على الفهم، وباختلاف بيئاتهم وخلفياتهم العلمية (أبو لطيفة،2005).

وترى الباحثة بأن المعرفة البيداغوجية للمحتوى هي: معرفة خاصة باحتواء المادة العلمية، وتنظيمها بما يتلاءم مع العملية التعليمية، وبما يجعل المحتوى الدراسي سهلًا وقابلًا للاستيعاب من الطلبة وفقًا للفروق الفردية فيما بينهم.

خصائص المعرفة البيداغوجية بالمحتوى:

وقد تحدث الحشوة Hashweh (2005) عن المعرفة البيداغوجية بالمحتوى، ورأى بأنها تتكون من مجموعة من الوحدات البنائية الأساسية والخاصة بكل موضوع، وتتميز المعرفة البيداغوجية كما وضحها بالخصائص الآتية:

1- المعرفة البيداغوجية بالمحتوى معرفة شخصية خاصة بكل معلم، وللكشف عن هذه المعرفة تتم ملاحظة المعلمين في ميدان عملهم.
2- تتبلور معرفة المعلم البيداغوجية بالمحتوى حول موضوع محدد مع تكرار تخطيطه وتدريسه.
3- المعرفة البيداغوجية بالمحتوى موضوع متخصص، فقد يمتلك المعلم معرفة بيداغوجية جيدة في موضوع معين في حين لا يمتلك معرفة بيداغوجية جيدة بمحتوى آخر.
4- معرفة المعلم تُخزن في الذاكرة بصورتين: الحوادث العامة أو الذاكرة العامة، وقد تكون أحداثا وذاكرة قصصية.
5- تتأثر معرفة المعلم البيداغوجية بالمحتوى بمعرفته حول عناصر سبعة متداخلة مع بعضها بعضا، يتأثر ويؤثر كل منها بالآخر.

البرامج التدريبية وتنمية المعرفة البيداغوجية:

أظهرت الدراسات التي بحثت في مدى معرفة المعلمين بمحتوى المواد الدراسية ضعفًا لدى المعلمين الذين خضعوا للاختبارات، كما كان لديهم ضعفًا بالمعرفة البيداغوجية الخاصة بالمحتوى الذي يدرسونه، فمعرفة المعلم بما يقوم بتدريسه وكيف سيقوم بتدريسه هما أمران أساسيان من أجل عملية تعلم الطلبة، ولن يتغير المعلمون بمجرد نصحهم بذلك، إنما يجب توفير برامج تدريبية توفر لهم الفرص والتجارب اللازمة لتنمية معارفهم وممارساتهم (Black)،2007.

إن ثمة توجيهات فكرية حديثة في الإعداد والتطوير المهني للمعلمين لا تقل أهمية عن حركة إصلاح المناهج وتوازنها، تبحث في المعرفة (Knowledge) التي يحتاجها المعلم وتم التركيز عليها (معرفة المحتوى) تاريخيا في برامج إعداد المعلمين؛ وتم التحول رئيسيا إلى البيداغوجيا Pedagogy على حساب معرفة المحتوى، وفي هذا طورّ شولمان Shulman إطارًا جديدًا لإعداد المعلم من خلال إدخال مفهوم معرفة المحتوى البيداغوجي Pedagogical Content Knowledge(PCK) مفضلا ذلك على رؤية إعداد المعلم من منظور المحتوى والبيداغوجية، ولقد ازداد الاهتمام باستخدام مفهوم (PCK) موضوع للبحث والمناقشة في البحث Research حول طبيعة المعرفة المناسبة استنادا إلى التطوير المهني للمعلمين في ضوء حركة إصلاح المناهج، فقد أوردت الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم(NSTA،1998) معايير أظهرت أهمية تطور(المعرفة البيداغوجية للمحتوى)في إعداد المعلمين، واعتمادها في برامج إعداد المعلمين والتطوير المهني لهم (زيتون،2007).

واعتمدت برامج إعداد وتطوير المعلمين مهنيًا على معرفة المحتوى (Content Knowledge) فقط، ومن ثم تحولت هذه البرامج من التركيز على معرفة المحتوى إلى التركيز على المعرفة البيداغوجية (Pedagogical Knowledge)، مؤكدة على الممارسات الصفية البيداغوجية العامة بغض النظر عن محتوى المادة الدراسية كالشكل الذي يكون غالبًا على حساب معرفة المحتوى، وهذا يُبين أن إعداد المعلمين كان يتم بالتركيز على مجال واحد فقط من مجالات المعرفة، كأن يكون التركيز على معرفة المحتوى أو على المعرفة البيداغوجية (Mishra & Koehler، 2006) .

والمعرفة البيداغوجية تعد معرفة عميقة فيما يتعلق بالعمليات والممارسات أو أساليب التعلم والتعليم، إذ إنها تتضمن كل ما يتعلق بالمفاهيم التربوية والقيم والأهداف، وهذا النوع من المعرفة يشمل تعلم الطلبة وإدارة الصفوف الدراسية كذلك تطوير خطط الدروس وتنفيذها وتقييم الطلبة، إضافة إلى شموله للتقنيات والأساليب المستخدمة في الصف، والمعلم المتقن لهذه المعرفة يختار الأسلوب المناسب لشرح المحتوى الدراسي بما يتوافق مع التطور المعرفي والاجتماعي للمتعلم (Pfundt&Duit،2000).

كما تعد عملية تأهيل المعلم بيداغوجيًا في مجال التربية من القضايا المهمة التي يسعى إليها العاملون في الحقل التربوي باستمرار، كون المعلم هو المحور الأساس في العملية التعليمية، وهو حلقة الوسط بين المحتوى التعليمي والمتعلم، والذي يسعى إلى نقل هذا

المحتوى إلى المتعلم بسهولة ويسر، مراعيًا كافة الظروف التي يمر بها المتعلم (ابن هندة،2017).

يتضح مما سبق دور البرامج التدريبية في تطوير أداء المعلمين وتحسين ممارساتهم التدريسية، فبرامج تدريب المعلمين قبل الخدمة لها أهمية في مساعدة المعلمين على ربط معارفهم الفيزيائية بالمعرفة البيداغوجية، و ترى الباحثة بأن امتلاك المعلم للمعرفة البيداغوجية بالمحتوى واحدًا من أهم ما يجعل التعلم فعّال، ويسهم في تشكيل اتجاهات إيجابية لدى الطلبة نحو تعلم العلوم عامة والفيزياء خاصة، وذلك لامتلاك المعلم صفات شخصية متعددة أهمها: العدل، والاهتمام، والود، وغيرها من الصفات الجيدة، وكذلك معرفته بالطرق التي تسهل عملية تعلم الطلبة مراعيًا الفروق الفردية بين الطلبة مع الاستمرار في التطور المهني.

2. الدراسات السابقة:

– **دراسة رزق(2015):** هدفت الدراسة إلى استخدام مدخل (STEM) التكاملي لتعلم العلوم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين، ومهارات اتخاذ القرار في مقرر التربية البيئية لطلاب الفرقة الأولى بكلية التربية لجميع الشعب العلمية والأدبية في مصر، وقد استخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة)، وتم اختيار عينة الدراسة بطريقة عشوائية من طلاب الفرقة الأولى بكلية التربية، وقد تم إعداد أدوات الدراسة وشملت بطاقة ملاحظة لمهارات القرن الحادي والعشرين ومقياس لمهارات اتخاذ القرار، وأظهرت نتائج الدراسة فاعلية مدخل (STEM) في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين، ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب الفرقة الأولى بكلية التربية.

–دراسة سومن وكاليسكي (Sumen&Calisici،2016):

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر استخدام منحى (STEM) في تطوير الخرائط المفاهيمية لدى معلمي ما قبل الخدمة، حيث تم اختيار عينة مكونة من (42) معلماً في السنة الرابعة من إحدى الجامعات التركية، وقد تم استخدام المنهج النوعي في هذه الدراسة من خلال دراسة الحالة، والمقابلات المباشرة، وقد تم تحضير مجموعة أنشطة لمنحى(STEM) ، تم اعطاؤها للمعلمين (سنة ثانية جامعة) ضمن مساق متعلق بالبيئة ومشكلاتها، وقد أظهرت النتائج أن لمنحى(STEM) دورًا كبيرًا في مساعدة المعلمين على تكوين خرائط مفاهيم ذهنية صحيحة وفعّالة، وكذلك تطور المعرفة المفاهيمية لديهم وقدراتهم على حل مشكلات واقعية، كما أظهرت المقابلات أن المعلمين وجدوا أن التعليم باستخدام (STEM) مفيد جدًا، وفعّال، وممتع، ويبقى أثره في ذهن الطالب، ويزيد من المشاركة الفعّالة للطلبة داخل الصف.

– دراسة شقر (2019):

هدفت الدراسة إلى تقصي فاعلية برنامج تدريبي مستند إلى نموذج أبعاد التعلم في تنمية المعرفة البيداغوجية والممارسات التدريسية المرتبطة بها لمعلمي الرياضيات ما قبل الخدمة في الأردن، حيث تم إعداد برنامج تدريبي مستند إلى نموذج أبعاد التعلم لمارزانو، واختبار في المعرفة البيداغوجية، وبطاقة ملاحظة للممارسات التدريسية، وشارك في الدراسة (36) معلمًا من معلمي الرياضيات ما قبل الخدمة، توزعوا بالتساوي على مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة، واتبعت الدراسة المنهج شبة التجريبي، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق جوهرية

بين أداء مجموعتي الدراسة على اختبار المعرفة البيداغوجية البعدي لصالح المجموعة التجريبية التي تعرضت للبرنامج التدريبي، كما أظهرت تحسنًا في الممارسات التدريسية لدى معلمي الرياضيات ما قبل الخدمة لصالح الذين تعرضوا للبرنامج التدريبي.

- دراسة عبدالفتاح(2021):

هدفت الدراسة إلى بناء برنامج قائم على نظرية الذكاء الناجح، وقياس فاعليته في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الرياضيات والممارسات التأملية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية، وشارك في الدراسة(50) طالبًا معلمًا من طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة الزقازيق، وتم استخدام المنهج التجريبي باستخدام تصميم المجموعة الواحدة ذات القياس القبلي والبعدي، حيث أعدت الباحثة أداتين هما: اختبار المعرفة البيداغوجية بالمحتوى، ومقياس الممارسات التأملية، وأظهرت نتائج الدراسة بأن البرنامج القائم على نظرية الذكاء الناجح فعّال في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى مادة الرياضيات ككل وفي كل بعد من أبعادها.

التعليق على الدراسات السابقة:

هدفت بعض الدراسات السابقة إلى استخدام مدخل(STEM) مع متغيرات تربوية مختلفة، كما هدفت بعض الدراسات إلى المعرفة البيداغوجية بالمحتوى باستخدام برامج مختلفة، واتفقت الدراسة الحالية في (المتغير المستقل) مع بعض الدراسات السابقة التي استخدمت مدخل(STEM) واختلفت معها في المتغير التابع، كما اتفقت مع دراستي شقر(2019)،وعبدالفتاح (2021) في المتغير التابع وهو تنمية المعرفة البيداغوجية بالمحتوى، واختلفت معها في المتغير المستقل، وتميزت هذه الدراسة بأنها استهدفت المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء باستخدام برنامج قائم على مدخل(STEM).

واختلفت الدراسة الحالية زمنيًا عن جميع الدراسات السابقة، إذ أُجريت في الفصل الدراسي الأول من العام الجامعي(2022-2023م).

وتنوعت أدوات الدراسة السابقة بين البرامج والمقابلة واختبار ودراسة الحالة، واختلفت الدراسة الحالية عن جميع الدراسات السابقة بإعداد مقياس التصحيح للاختبار وفق مقياس ليكرت الرباعي، كما تميزت الدراسة في استخدام برنامج قائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، واقتصرت أغلب الدراسات السابقة على استخدام منهج واحد، وما يميز هذه الدراسة استخدام منهجين، هما: المنهج الوصفي، والمنهج شبة التجريبي، واتفقت الدراسة الحالية مع الدراسات التي اختارت عينتها من المرحلة الجامعية، واختلفت عنها في العينة، حيث اقتصرت الدراسة الحالية على الطالبات المعلمات بقسم الفيزياء في كلية التربية – صنعاء.

1. منهجية الدراسة وإجراءاتها

1. منهج الدراسة وتصميمها التجريبي:

اعتمدت الدراسة منهجين هما: المنهج الوصفي، وذلك في جمع المعلومات والبيانات وتحليلها وتفسيرها، والمنهج شبه التجريبي، وذلك في اختيار التصميم شبه التجريبي لمجموعة واحدة ذي التطبيق القبلي والبعدي، للكشف عن أثر المتغير المستقل (البرنامج) على المتغير التابع (المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء)، وذلك للاعتبارات الآتية:

- أن هذا التصميم يوفر مؤشرًا إحصائيًا جيدًا لقياس التغير الإيجابي في الأداء على التطبيق البعدي

وثبات هذا المتغير لصالح المتغير المستقل، وليس نتيجة عوامل أخرى، وبثقة عالية نسبيًا.

- أن هدف الدراسة هو قياس فاعلية برنامج قائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وليس عمل مقارنة ببرنامج آخر، أو بين طريقة وأخرى، فيفضل استخدام المنهج شبه التجريبي ذي المجموعة الواحدة ذات التطبيق القبلي والبعدي.

2. مجموعة الدراسة:

تكونت مجموعة الدراسة من جميع طالبات الفيزياء بالمستوى الرابع بكلية التربية– جامعة صنعاء، البالغ عددهن (22) طالبة في الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي 2022–2023م، حيث قامت الباحثة بتطبيق الدراسة على عينة قصدية مثلت مجموعة الدراسة.

3.أداة الدراسة:

أُستخدم في هذه الدراسة اختبار لقياس المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء وتحديدًا في محتوى وحدة النغمات الصوتية والرنين بالمجالات الستة الآتية: المعرفة بأهداف تدريس وحدة النغمات الصوتية والرنين، واستراتيجيات التدريس والتقويم، وخصائص الطلبة، والمنهاج، والمعرفة بالمصادر، والسياق.

وهدف الاختبار إلى قياس فاعلية برنامج قائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية– صنعاء من خلال مقارنة متوسطي رتب درجات التطبيقين: القبلي والبعدي.

وتمت صياغة أسئلة الاختبار من نوعين: النوع الأول موضوعي ولكل سؤال أربع إجابات، ويتم اختيار الإجابة الأدق والصحيحة، وتتميز هذه الأسئلة بموضوعيتها وسهولة تصحيحها وتتمتع بدرجة عالية من الصدق والثبات ومرونتها في القياس، أما النوع الثاني من الاختبار فقد احتوى على أسئلة مقالية يمكن استخدامها في الحكم على قدرة الطالبات المعلمات على الإجابة بالمستوى نفسه من الصعوبة أو السهولة، وتقلل من تأثير الحدس او التخمين، ولضمان الصدق والثبات في التصحيح تم إعداد معايير للتصحيح، وبناءً على ما سبق فقد احتوى الاختبار على (30) سؤالًا، منها (27) سؤالًا موضوعيًا، و(3) أسئلة مقالية، وتم إعداد معايير لتصحيح الاختبار بغرض زيادة الصدق والثبات، وتجنب ذاتية المصحح في تقدير درجات الاختبار، وتم إعداد مقياس التصحيح وفق مقياس ليكرت الرباعي، وأُعطيت له الدرجات الآتية: (1،2،3،4).

وبعد ذلك تم التأكد من الصدق الظاهري للمقياس بعرضه على عدد من المتخصصين في قسم المناهج وطرائق التدريس لكل من (العلوم، والرياضيات) بكلية التربية / جامعة صنعاء، وكلية التربية / جامعة عدن، وكلية التربية/ حجة، وكلية التربية/ جامعة صعدة، وكلية التربية/ جامعة الحديدة، وكلية التربية/ جامعة الفلوجة، ومركز التعليم المستمر/ العراق، والجامعة الإسلامية العالمية / ماليزيا، وجامعة عمان العربية /الأردن، وجامعة الملك سعود/السعودية لإبداء الرأي حول السلامة اللغوية، والعلمية لفقرات الاختبار، وانتماء الفقرة للمجال الذي صنفت له، وملاءمة الفقرة لمستوى الطالبات المعلمات، واقتراح أي تعديلات سواء بالحذف أو بالإضافة أو بالتعديل، وبعد عرض الصورة الأولية للاختبار على المحكمين اتفق معظمهم على أنه يحقق الهدف الذي وضع من أجله، ومناسبة الأسئلة إلا أن بعض المحكمين أشار إلى بعض

التعديلات اللغوية وإعادة الصياغة لبعض الأسئلة، وبناء على آراء المحكمين تم التعديل وأصبح اختبار المعرفة البيداغوجية بالمحتوى جاهزًا في صورته النهائية والذي بلغ (30) سؤالًا.

التجربة الاستطلاعية للاختبار:

تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية تختلف عن العينة الأساسية للدراسة مكونة من (12) طالبة من طالبات المستوى الرابع فيزياء في الفصل الثاني من العام الدراسي (2021–2022)، ومن ثم معالجة البيانات التي تم الحصول عليها من تطبيق الاختبار على المجموعة الاستطلاعية بهدف تقدير الآتي: صدق المقياس، وثباته:

- **صدق الاتساق الداخلي للاختبار:** كما تم حساب صدق الاتساق الداخلي للاختبار ككل عن طريق استخراج معامل ارتباط بيرسون بين درجة كل مجال مع الدرجة الكلية للاختبار، والجدول (1) يوضح معاملات ارتباط المجال مع الدرجة الكلية للاختبار.

رقم المجال	معامل الارتباط	الدلالة الإحصائية
م1	.962**	.000
م2	.989**	.000
م3	.989**	.000
م4	.525*	.049
م5	.899**	.000
م6	.742**	.006

جدول (1) يبين قيم معاملات الارتباط بين درجة كل مجال والدرجة الكلية للاختبار

ملاحظة. ** دال إحصائيًا عند الدلالة (0.01) – * دال إحصائيًا عند الدلالة (0.05)

يتضح من الجدول (1) إلى وجود علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين درجة كل مجال والدرجة الكلية للاختبار، حيث إن معاملات ارتباط الفقرات تراوحت ما بين (.525* – .989**)، وكانت جميع الارتباطات دالة موجبة، والذي يعطي مؤشرًا لمدى الاتساق الداخلي للاختبار .

- **ثبات الاختبار:** تم حساب معامل الثبات بطريقة التطبيق وإعادة التطبيق ثم حساب معامل الارتباط لبيرسون للتطبيق، وبلغت قيمته للاختبار ككل (0.865**) أي أن هذه القيمة دالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.05)، وهذه قيمة مرتفعة تدل على ثبات جيد للاختبار، كما يوضحه الجدول (2) الآتي:

مجالات الاختبار	معامل الارتباط لبيرسون	معامل الثبات
1	0.911**	%91.1
2	0.925**	%92.5
3	0.902**	%90.2
4	0.766**	%76.6
5	0.797**	%79.7
6	0.972**	%97.2
الاختبار ككل	0.865**	%86.5

جدول (2) *ثبات الاختبار*

***ملاحظة.* ** دال إحصائيًا عند الدلالة (0.01)**

- **ثبات التصحيح:**

وقامت الباحثة بتصحيح أسئلة الاختبار بالاعتماد على معايير تصحيح الاختبار، ولم يتم وضع الدرجة على ورقة الاختبار، وإنما تم وضعها في ورقة خاصة، ومن ثم تم إعادة تصحيح أوراق

الاختبار نفسها بعد أسبوعين، وباستخدام معادلة كوبر (Cooper)، وهي كما يأتي:

تم حساب الثبات للتصحيحين الأول والثاني، وبلغ ثبات التصحيح (94.16%) والذي يشير إلى ثبات مرتفع.

- **تنفيذ التطبيق:** قامت الباحثة بتطبيق اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء القبلي على مجموعة الدراسة بتاريخ 2022/8/3م، ثم بدأت الباحثة بتنفيذ البرنامج التدريبي القائم على مدخل STEM لتنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء على مجموعة الدراسة بتاريخ(2022/8/7م)، حيث استغرق تنفيذ البرنامج التدريبي (ثلاثة أسابيع) بواقع ثلاث جلسات أسبوعيًا، تحددت بالأيام (الأحد، والأثنين، والثلاثاء) من كل أسبوع من الساعة التاسعة صباحًا وحتى الثانية عشرة ظهرًا، ابتداءً من يوم الأحد بتاريخ(2022/8/7)، وانتهاءً يوم الثلاثاء بتاريخ(2022/8/23)، وبذلك تكون البرنامج التدريبي من تسع جلسات، زمن الجلسة(ثلاث ساعات)،وطُبق اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء البعدي بتاريخ 2022/8/28م
- **الأساليب الإحصائية لمعالجة بيانات الدراسة:**استخدمت الباحثة برنامج الحُزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية والإنسانية (SPSS) في إجراء التحليلات الإحصائية والمتمثلة في الأساليب الإحصائية الآتية: اختبار شابيرو ويلك (Shapiro-Wilk)، ومعامل ارتباط بيرسون(Pearson Correlation Coefficient)،ومعادلة كوبر، والمتوسطات والانحرافات المعيارية، واختبار(W) ويلكوكسون لعينتين مرتبطتين(Wilcoxon)، واختبار التباين الأحادي، و معادلة حجم الأثر " r " للتعرف على فاعلية البرنامج المستخدم في الدراسة، وهي: حجم الأثر r= قيمة Z/ الجذر التربيعي لـ (N).

$$\frac{\text{عدد المرات التي يتفق فيها الباحث مع نفسه في التصحيحين}}{\text{العدد الكلي لمرات الاختلاف والاتفاق في التصحيحين}} \times 100$$

4.عرض النتائج ومناقشتها:

- **نتائج الإجابة عن السؤال الأول:" ما صورة البرنامج القائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية– صنعاء"؟**

للإجابة عن هذا السؤال قامت الباحثة بالاطلاع على الأدب التربوي المتعلق بمدخل (STEM)، والدراسات السابقة التي سعت إلى تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وكيفية بناء البرامج التدريبية وفق مدخل(STEM)، كما قامت الباحثة باستشارة بعض الخبراء والمختصين في مناهج وطرائق تدريس العلوم والرياضيات، واسترشدت بآرائهم، ثم أُعد برنامجًا تدريبيًا قائمًا على مدخل(STEM) لتنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وعرضه على المحكمين في أدوات الدراسة للتحقق من صدقه ومناسبته للطالبات المعلمات بقسم الفيزياء، ثم تطبيقه على مجموعة الدراسة بغرض تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء.

تم بناء البرنامج بتحديد الإطار العام للبرنامج التدريبي، وتحديد مخرجاته، والمستهدفين منه الطالبات المعلمات بقسم الفيزياء ـ كلية التربية/ صنعاء، ومبرراته، وأسس بنائه، وتكوّن البرنامج التدريبي في صورته النهائية بعد تحكيمه من (9)

جلسات، وتم تنظيم المحتوى على هيئة موضوعات تدريبية، تتدرب فيها كل طالبة معلمة على المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء المستهدفة في البرنامج من خلال مدخل (STEM)، لذا تم تنظيم هذا المحتوى على شكل أنشطة وأوراق عمل وعروض تقديمية وتصميم مشاريع تتناسب مع طبيعة مدخل (STEM)، وقد روعي في اختيار محتوى البرنامج التدريبي وإعداده ملاءمة المحتوى للمخرجات، والتنوع والمرونة، والتدرج من السهل إلى الصعب.

واشتمل البرنامج جانبين نظري وعملي، تمثل الجزء النظري بموضوعات نظرية تهدف لتزويد الطالبات المعلمات بالبنية المعرفية لموضوعات البرنامج، وتمثل الجزء العملي بالأنشطة، وأوراق العمل، وتصميم المشاريع، ودراسة الحالة، وقد روعي تحقق الفائدة من الأنشطة التي تؤديها الطالبات المعلمات في أثناء اللقاءات التدريبية داخل قاعة التدريب لتتم الاستفادة منها وإعادة تنفيذها في الفصول الدراسية أثناء تطبيق التربية العملية (2).

ومن الاستراتيجيات التي تتوافق مع مدخل (STEM)، والتي أثبتت فاعليتها أثناء تنفيذ البرنامج التدريبي: حل المشكلات، والاكتشاف، وسقالات التعلم، والتعليم القائم على المشروعات، ومحطات التعلم، والعروض العملية، ونحوها.

ومن الوسائل التعليمية والتقنية التي استخدمتها الباحثة في البرنامج: جهاز العرض، والسبورة الذكية، وفيديوهات ذات صلة بالدراسة، وجهاز الحاسوب، وأدوات الأنشطة المطلوبة لإنتاج بعض المشروعات، وقرطاسية(كروت، أوراق A4، أوراق فليب شارات (Flip Chart)، أقلام ملونة)،ومواد مساعدة تحقق مخرجات البرنامج، واستخدمت الباحثة أساليب متعددة أثناء التدريب منها: **أسلوب العرض النظري** المتعلق بالبرنامج التدريبي باستخدام السبورة الذكية، و**أسلوب التدريب العملي** من خلال التدريب العملي داخل قاعة التدريب، وتم تطبيق أنشطة (تعاونية، وفردية)،أما في تقويم البرنامج التدريبي فقد استُخدم التقويم القبلي من خلال التطبيق القبلي لأداة الدراسة المتمثلة في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، ومن خلال طرح الأسئلة في بداية الجلسات للكشف عن خبرات الطالبات، وتهيئتهن وإثارة دافعيتهن للتعلم، والتقويم التكويني الذي يتم خلال التدريب على مجالات المعرفة البيداغوجية بالمحتوى، وذلك عن طريق مناقشة الأنشطة وأوراق العمل، واستخدام الأدوات الآتية: بطاقة تقييم المدربة للطالبة المعلمة، وبطاقة تقييم المتدربة للبرنامج التدريبي، والتقييم الذاتي، وتقييم الأقران، وبطاقة تقييم المشروع، والتقويم النهائي من خلال التطبيق البعدي لأداة الدراسة، وبعد مرور شهر من انتهاء التطبيق البعدي للبرنامج تم التطبيق التتبعي بهدف التحقق من استمرارية فاعلية البرنامج، وذلك من خلال الفروق بين التطبيق البعدي والتتبعي لمجموعة الدراسة على اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء.

نتائج الإجابة عن السؤال الثاني:"ما فاعلية البرنامج القائم على مدخل (STEM) في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات بكلية التربية – صنعاء"؟

تمت الإجابة عن السؤال الثاني من خلال الفرضيات الآتية:

- **عرض نتائج الفرضية الأولى:**

نصت الفرضية الأولى على أنه "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين

متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات القبلية والبعدية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء".

لاختبار صحة هذ الفرضية، تم في البداية فحص اعتدالية توزيع درجات الطالبات المعلمات على اختبار المعرفة البيداغوجية بالمحتوى لاختيار الاختبار الإحصائي المناسب (معلمي، لا معلمي)، وفيما يأتي النتائج التي تم التوصل إليها:

جدول (3) اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات

مجالات الاختبار	اختبار شابيرو–ويلك Shapiro–wilk	مستوى الدلالة Sig	النتيجة
م1	0.637	0.000	لا تتبع التوزيع الطبيعي
م2	0.810	0.001	لا تتبع التوزيع الطبيعي
م3	0.763	0.000	لا تتبع التوزيع الطبيعي
م4	0.794	0.000	لا تتبع التوزيع الطبيعي
م5	0.789	0.000	لا تتبع التوزيع الطبيعي
م6	0.551	0.000	لا تتبع التوزيع الطبيعي
الدرجة الكلية للاختبار	0.846	0.003	لا تتبع التوزيع الطبيعي

ومن خلال اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات نجد أن مستوى الدلالة في اختبار شابيرو–ويلك للنتائج في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء أقل من مستوى الدلالة (0.05)، لذا فإن البيانات تتبع التوزيع اللامعلمي، وفي ضوء ذلك تم اختيار الاختبارات اللامعلمية لمعالجة البيانات.

وللتحقق من صحة هذه الفرضية تمت معالجة البيانات إحصائيًا، بحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية، كما تم استخدام اختبار ويلكوكسون لعينتين مترابطتين لحساب دلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء القبلية والبعدية، والجدولان (4)، (5) يوضحان ذلك.

جدول (4) المتوسطات والانحرافات المعيارية للتطبيق القبلي والبعدي

المجال	قبلي ن=22		بعدي ن=22	
	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري
م1	10.64	1.093	15.55	0.510
م2	30.95	2.919	45.64	2.258
م3	11.95	1.046	19.36	0.727
المجال	قبلي ن=22		بعدي ن=22	
	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري
م4	5.86	1.424	11.23	0.685
م5	7.23	0.922	11.18	0.958

م6	5.73	1.120	11.68	0.646
جميع المجالات	72.36	4.665	114.64	4.100

يتضح من النتائج في الجدول (4) الآتي:

وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لاختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء القبلي والبعدي، حيث تزيد قيم المتوسطات الحسابية في الاختبار البعدي عن قيم المتوسطات الحسابية في الاختبار القبلي سواء في كل مجال على حدة، أم في الاختبار ككل، حيث بلغ المتوسط الحسابي للاختبار البعدي ككل (114.64)، وبانحراف معياري (4.100)، حيث بلغ متوسط الاختبار القبلي ككل (72.36) وبانحراف معياري (4.665)، فيما تراوحت قيم المتوسطات الحسابية لمعايير المقياس البعدي ما بين (11.18– 45.64) بانحرافات معيارية تراوحت بين (0.510–2.258)، وتراوحت قيم المتوسطات الحسابية لمجالات الاختبار القبلي ما بين (5.73– 30.95) بانحرافات معيارية تراوحت بين (0.922– 2.919).

جدول (5) اختبار ويلكوكسون لحساب دلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات القبلية والبعدية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء

المجالات	التطبيق	العدد	الرتب	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (Z)	دالة عند α	الدالة اللفظية
م1	القبلي	22	السالبة	0	0	0	-4.143	0.000	دالة
	البعدي	22	الموجبة	22	11.50	253			
م2	القبلي	22	السالبة	0	0	0	-4.115	0.000	دالة
	البعدي	22	الموجبة	22	11.50	253			
م3	القبلي	22	السالبة	0	0	0	-4.138	0.000	دالة
	البعدي	22	الموجبة	22	11.50	253			
م4	القبلي	22	السالبة	0	0	0	-4.130	0.000	دالة
	البعدي	22	الموجبة	22	11.50	253			
م5	القبلي	22	السالبة	0	0	0	-4.148	0.000	دالة
	البعدي	22	الموجبة	22	11.50	253			
م6	القبلي	22	السالبة	0	0	0	-4.191	0.000	دالة
	البعدي	22	الموجبة	22	11.50	253			
الدرجة الكلية	القبلي	22	السالبة	0	0	0	-4.119	0.000	دالة
	البعدي	**22**	**الموجبة**	**22**	**11.50**	**253**			

تشير النتائج المبينة في جدول (5) إلى جميع قيم (Z) دالة إحصائيًا، حيث بلغت قيمة(Z)المحسوبة للدرجة الكلية للاختبار بمجالاته الستة (4.119-)، وبمستوى دلالة (0.000)، وتراوحت قيمها لمجالاتها الفرعية كل على حدة ما بين (4.115-) – (4.191-)، وبمستوى دلالة (0.000)، والذي يدل على وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء القبلي والبعدي لكل مجال من مجالات الاختبار، أو للاختبار ككل لصالح اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء البعدي.

جدول (6) قيمة Z، η^2، r لكل مجال من مجالات اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء ودرجته الكلية لإيجاد حجم الأثر:

المجالات	قيمةN	قيمةZ	مربع إيتا η^2	قيمة r	حجم الأثر
م1	22	-4.143	0.897	0.88	كبير
م2	22	-4.115	0.892	0.88	كبير
م3	22	-4.138	0.947	0.88	كبير
م4	22	-4.130	0.858	0.88	كبير
م5	22	-4.148	0.822	0.88	كبير
م6	22	-4.191	0.917	0.89	كبير
الدرجة الكلية للاختبار	22	-4.119	0.960	0.88	كبير

يتضح من النتائج في الجدول (6) الآتي:

أظهرت النتائج أن حجم الأثر للبرنامج كبير بحسب معيار كوهن، كما أظهرته نتائج اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء ككل، حيث بلغ حجم الأثر للاختبار ككل (0.960)، وتراوحت قيم مربع إيتا لكل مجال ما بين (0.822-0.947)، مما يشير إلى فاعلية البرنامج في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وتأكد قيمة(r) للاختبار البالغة (0.88) أن تأثير المتغير البرنامج على تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء كبير.

وفي ضوء النتائج السابقة يتم رفض الفرضية الصفرية، وقبول الفرضية البديلة التي تنص على أنه: **"توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات القبلية والبعدية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لصالح التطبيق البعدي تُعزى للبرنامج".**

حساب حجم الأثر:

للتعرف على أثر البرنامج في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء للطالبات المعلمات قامت الباحثة باستخدام معادلة حجم التأثير الخاصة بالإحصاء اللامعلمي، حيث تم حساب مربع إيتا(η^2) باستخدام اختبار التباين الأحادي، و تم حساب قيمة(r)، ومقارنتها بالقيمة المرجعية لكوهين، كما يوضح ذلك الجدول (6) الاتي:

مما يدل على فاعلية البرنامج في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وأكد هذه الفاعلية حجم الأثر الكبير للفروق بين متوسطي رتب الاختبار القبلي والبعدي، واتفقت هذه النتائج مع أغلب الدراسات السابقة التي أشارت إلى فاعلية مدخل (STEM) كدراسة رزق (2015)، ودراسة سومن وكاليسكي(Sumen&Calisici،2016)، كما اتفقت مع دراسات المحور الثاني التي أشارت إلى تفوق الاختبار في تنمية المعرفة البيداغوجية بالمحتوى كدراسة شقر(2019)، ودراسة عبدالفتاح(2021)، وتُعزي الباحثة هذه الفاعلية مناسبة البرنامج للطالبات المعلمات – مجموعة الدراسة لتنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء وتحديدًا بوحدة النغمات الصوتية والرنين في مقرر الفيزياء للصف الثاني الثانوي، و تدل على أن التداخل في المجالات الستة للمعرفة البيداغوجية المستهدفة أدى إلى جعل البرنامج أكثر ترابطًا وتماسكًا، وهذا بدوره جعل البرنامج أكثر فاعلية، واستخدام البرنامج القائم على مدخل(STEM)، وذلك لما يتضمنه من استراتيجيات وأنشطة مختلفة، حيث تم عرض الأنشطة البيداغوجية، واستخدام وسائل مختلفة مثل: السبورة الذكية، و الباور بوينت، والفيديوهات، وأوراق Flip Chart، والكروت الملونة، وغيرها، حيث كان لها دور مهم في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وحيث تم تحقيق الأهداف الخاصة بكل جلسة بالأساليب المختلفة، وبما يلائم الطالبات المعلمات– مجموعة الدراسة بطريقة مشوقة وممتعة مقارنة بالطرق التقليدية، وقد بدا ذلك واضحًا على مجموعة الدراسة من خلال مشاركتهن وتفاعلهن مع هذه الأنشطة المختلفة، وتوفر بيئة تعلم غنية بالأنشطة المتنوعة، القائمة على البحث والتقصي، والمشاركة في إنجاز المهام، وتبادل الآراء والأفكار، و إشاعة جو من المرح والسعادة والمشاركة، وهذا أسهم في توفير مناخ تعليمي ملائم في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وخاصة عند تعزيزهن بالطوابع وعند اكتمال (12) طابعًا يعتبر الفريق فائز ويتولى الحكم على بقية المجموعات بطريقة مليئة بالمرح.

- **عرض نتائج الفرضية الثانية:**

نصت الفرضية الثانية على أن: "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات البعدية والتتابعية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء".

وللتحقق من صحة هذه الفرضية تم استخدام اختبار ويلكوكسون لعينتين مترابطتين لحساب دلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات البعدية والتتابعية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء.

جدول (7) اختبار ويلكوكسون لحساب دلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات البعدية والتتابعية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء

معايير المقياس	التطبيق	العدد	الرتب	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة (Z)	دالة عند α	الدالة اللفظية
م1	البعدي	22	السالبة	3	2.50	7.50	−1.000	.317	غير دالة
	التتبعي	22	الموجبة	1	2.50	2.50			
			المتعادلة	18					
م2	البعدي	22	السالبة	2	2.50	5.00	.000	1.000	غير دالة
	التتبعي	22	الموجبة	2	2.50	5.00			
			المتعادلة	18					
م3	البعدي	22	السالبة	0	.00	.00	−1.414	.157	غير دالة
	التتبعي	22	الموجبة	2	1.50	3.00			
			المتعادلة	20					
م4	البعدي	22	السالبة	2	1.50	3.00	−1.342	.180	غير دالة
	التتبعي	22	الموجبة	0	.00	.00			
			المتعادلة	20					
م5	البعدي	22	السالبة	3	2.50	7.50	−1.000	.317	غير دالة
	التتبعي	22	الموجبة	1	2.50	2.50			
			المتعادلة	18					
م6	البعدي	22	السالبة	1	1.00	1.00	−1.000	.317	غير دالة
	التتبعي	22	الموجبة	0	.00	.00			
			المتعادلة	21					
الاختبار ككل	البعدي	22	السالبة	6	4.50	27.00	−1.292	.196	غير دالة
	التتبعي	22	الموجبة	2	4.50	9.00			
			المتعادلة	**14**					

تشير النتائج المبينة في جدول (7) عدم وجود فروق بين الطالبات المعلمات البعدية والتتابعية في قيمة (Z) المحسوبة للدرجة الكلية للاختبار بمجالاته الستة (−1.292)، وتراوحت قيمها لمجالاتها الفرعية كل على حدة ما بين (0.000) – (−1.414)، وهي قيم غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات البعدية والتتابعية؛ مما يدل على ثبات أثر البرنامج حتى بعد الانتهاء من التطبيق؛ وبهذا نقبل الفرضية الصفرية التي نصها:" **لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي رتب درجات الطالبات المعلمات البعدية والتتابعية في اختبار المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء**".

وترجع الباحثة هذه النتيجة إلى أن البرنامج التدريبي القائم على مدخل (STEM) كان فعّالًا في استمراريته والاحتفاظ بأثره في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء لدى الطالبات المعلمات حيث يوجد لديهن الرغبة الصادقة والإقبال والاقتناع

الكامل بالمشاركة في جلسات البرنامج رغبة منهن في تنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء.

ويعزى هذا الامتداد في قوة التأثير الإيجابي للبرنامج إلى فاعلية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، وقد كان لأنشطة البرنامج، والوسائل المستخدمة، وأوراق العمل، وأساليب التقويم التي راعت الفروق الفردية بين الطالبات المعلمات ـ مجموعة الدراسة، والتدرج في التدريب من السهل إلى الصعب، ولفنياته تأثير كبير في تدعيم فاعلية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء، حيث تنوعت الفنيات المستخدمة بين الحوار والمناقشة والمعارف والخبرات المستهدفة التي ساعدت الطالبات المعلمات على التقبل والانسجام مع البرنامج، حيث كن يحضرنّ الجلسات بمحض إرادتهن ورغبة في إحداث تغيير في ذواتهن دون ممارسة أي ضغوط عليهن.

- توصيات الدراسة:

1. إقامة دورات وورش عمل للمعلمين في التدريس وفق مدخل(STEM).
2. إنشاء مراكز علمية ومعامل، ومصادر تعليمية، وتهيئة بيئة تعليمية غنية بالأدوات لتطبيق المشاريع القائمة على مدخل (STEM).
3. الاهتمام بإعداد معلمي الفيزياء وتدريبهم وفق برامج قائمة على مدخل (STEM)لتنمية المعرفة البيداغوجية لديهم.
4. إعادة صياغة مناهج الفيزياء في مختلف المراحل الدراسية وفق مدخل (STEM) بما يشمل إظهار التكامل بين مادة الفيزياء، والمواد الدراسية الأخرى التي يتضمنها مدخل (STEM) وهي: التكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات.

- مقترحات الدراسة:

1- إجراء دراسات مماثلة لتنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى الفيزياء وفقًا لمدخل (STEM) ودراسة أثر ذلك على تحصيل الطلبة.

2- إجراء دراسات بهدف الكشف عن مدى إلمام معلمي ومعلمات الفيزياء بمدخل (STEM)، والمعوقات التي تحول دون تطبيق هذا المدخل من وجهة نظرهم.

3- إجراء دراسات مشابهة للدراسة الحالية تُدخل فيها متغيرات أخرى.

قائمة المراجع.

أولًا- المراجع العربية:

[1] ابن هندة، محمد. (2017). التواصل اللغوي والتواصل البيداغوجي: الشفاهي والمرئي. مجلة الحكمة للدراسات الأدبية واللغوية- مؤسسة كنوز الحكمة للنشر والتوزيع، 5(10)، 203-224.

[2] الأحمد، نضال. (2015، رجب16-18). ست خصائص لدرس نموذجي مبني على STEM [بحث مقدم]. مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول: "توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM"، الرياض، السعودية.

[3] حمدان، محمد. (2005). مشكلات الإشراف التربوي لدى الطلاب المعلمين في جامعة الأقصى بغزة [بحث مقدم]. المؤتمر العلمي الأول (التربية في فلسطين ومتغيرات العصر)، غزة، فلسطين.

[4] خجا، بارعة بهجت (2016). تصور مقترح لتطوير برامج التنمية المهنية لمعلمات العلوم في ضوء الاتجاهات العالمية المعاصرة [رسالة دكتوراه غير منشورة]. جامعة طيبة.

[5] الدغيم، خالد إبراهيم. (2017). البنية المعرفية للطالب المعلم تخصص علوم فيما يتعلق بمجالاته توجه STEM (العلوم والتقنية والهندسة

والرياضيات) وتعليم العلوم. دراسات في المناهج وطرق التدريس، (226)، 86-121.

[6] رزق، فاطمة مصطفى. (2015). استخدام مدخل STEM التكاملي لتعلم العلوم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب الفرقة الأولى بكلية التربية. مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس، 2(62)، 79-128.

[7] زيتون، عايش محمد. (2007). النظرية البنائية واستراتيجيات تدريس العلوم. دار الشروق للنشر والتوزيع.

[8] الساعدي، حسن حيال محيسن. (2020أ). بيداغوجيا التعليم الابتدائي رؤية مستقبلية وديداكتيك تعليمية. مؤسسة دار الصادق الثقافية.

[9] الساعدي، حسن حيال محيسن. (2020ب). المعلم الفعال واستراتيجيات ونماذج تدريسه (ط.2). مكتب الشروق للطباعة والنشر.

[10]لشبل، منال عبدالرحمن.(2020).نموذج مقترح لإعداد معلم الرياضيات للموهوبين والمتفوقين في ضوء مبادئ (STEAM). مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية العلمية لتربويات الرياضيات، 23(1)، 255-304.

[11]شحاته، حسن، والنجار، زينب. (2003). معجم المصطلحات التربوية والنفسية. الدار المصرية اللبنانية.

[12]شقر، أنور محمد. (2019). فاعلية برنامج تدريبي مستند إلى نموذج أبعاد التعلم في تنمية المعرفة البيداغوجية والاتجاهات لدى معلمي الرياضيات ما قبل الخدمة[رسالة دكتوراه منشورة، جامعة اليرموك]. قاعدة معلومات دار المنظومة. http://search.mandumah.com/Record/1122189

[13]الطناوي، عفت مصطفى. (2007). إعداد معلم العلوم للقرن الحادي والعشرين، دراسة تطبيقية (ط.1). المكتبة المصرية.

[14]عبدالفتاح، ابتسام عزالدين.(2021). برنامج قائم على نظرية الذكاء الناجح لتنمية المعرفة البيداغوجية بمحتوى مادة الرياضيات والممارسات التأملية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية. مجلة تربويات الرياضيات،24(1)،268-337. http://search.mandumah.com/Record/1114770

[15]عبيدات، سهيل أحمد. (2007). إعداد المعلمين وتنميتهم. عالم الكتب الحديث.

[16]غانم، تفيدة سيد. (2011، سبتمبر6-7). مناهج الثانوية في ضوء مدخل العلوم – التكنولوجيا – الهندسة والرياضيات(STEM) [بحث مقدم]. المؤتمر العلمي الخامس عشر (التربية العلمية: فكر جديد لواقع جديد)، القاهرة، مصر.

[17]فهمي، فاروق، وعبدالصبور، منى. (2001). المدخل المنظومي في مواجهة التحديات التربوية المعاصرة والمستقبلية. دار المعارف.

[18]اللقانى، أحمد حسين، والجمل، على أحمد. (2003). معجم المصطلحات التربوية المعرفة في المناهج وطرق التدريس (ط.3). عالم الكتب.

[19]متولي، علاء الدين سعد. (2004). تطوير برامج تدريب معلمي الرياضيات سلطنة عمان في ضوء الاتجاهات العالمية المعاصرة [بحث مقدم]. المؤتمر العلمي السادس عشر (تكوين المعلم)، الجمعية المصرية للمناهج مقترح قائم على وطرق التدريس، مصر.

[20]مطاوع، ضياء الدين محمد، والخليفة، حسن جعفر. (2018). اتجاهات حديثة في المناهج وتطبيقاتها في عصر المعلوماتية. دار النشر الدولي.

[21]يحياوي، نجاة، وطويل، فتحية. (2018). التربية والبيداغوجيا دراسة نقدية لرؤية دوركايم [رسالة ماجستير منشورة، جامعة بسكرة]. مجلة البوابة الجزائرية للمجلات العلمية.

[22]يوسف، ناصر حلمي. (2018). أثر برنامج تدريبي في التخطيط للتعليم وفق مدخل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في تنمية القيمة العلمية للعلوم والرياضيات لدى المعلمين ومعتقداتهم حول المدخل. مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية العلمية لتربويات الرياضيات، 21(9)، 6-51.

ثانيًا- المراجع الإنجليزية:

[1] -AAPT (Association of Physics Teachers). (2002). Guidelines for High school physics programs.

[2] -Akagunduz، D. (2016). A Research About the Placement of Top Thousand Students in STEM Fields in Turkey Between 2000 and 2014. Eurasia Journal of Math، Science & Technology، 12(5)، 1365-1377.

[3] -Andyan، H.،Setyosari،P.، Wiyono، B.، & Djatmika، E. (2020). Does Technological Pedagogical Content Knowledge Impact on the Use of ICT In Pedagogy? International Journal of Emerging Technologies in Learning - Germanyl، 15(3)، 126-139.

[4] Doi: 10.3991/ijet. v15i03.11690

[5] -Ball، D.، Thames، M. & Phelps،G.(2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes it special? Journal of Teacher Education، 59(5)، 389-407.

[6] -Bissaker.، K.(2014).Transforming STEM Education in an Innovative Australian School: The Role of Teachers and Academics Professional Partner Ships. Theory into Practice،53(1)،55-63.

[7] https://doi.org/10.1080/00405841.2014.862124

[8] -Black، J. (2007). The Relationship of Teachers' Content knowledge and Pedagogical Content knowledge in Algebra، and Changes in Both Types of knowledge as a Result of Professional Development. Auburn University.

[9] -Briney، L. & Hill، J. (2013). Building STEM Education with Multinationals [Poster presentation]. Paper Presented at the International Conference on Transnational Collaboration in STEAM Education، Sarawak، Malaysia.

[10] Brown، J.B.، Yoshikawa، H. & Snow، C.E. (2016). Experimental Impact-

[11] of Teacher Professional Development Program in Early Childhood on

[12] Explicit Vocabulary Instruction Across the Curriculum. Early Childhood Research Quarterly.34(1)،27-39

[13] -Buisson. (1887). Dictionaries de pédagogie et d'instruction primaries، Hachette. 1 parties Libraries.

[14] -Burrows، AC. (2015). Partnerships: A Systemic Study of two Professional Developments with University Faculty and K-12 Teachers of Science، Technology، Engineering and Mathematics. Problems of education in the 21 centuries، 65،28-38.

[15] /10.33225pec/15.65.28 :DOI

[16] -Conner، L. (2013). Could Your School Have a STEM Emphasis? Available Online. Canterbury University.

[17] -Gauthier، I.، James، T.W.، Curby، K.M.، & Tarr، M.J. (2002). The Influence of Conceptual Knowledge on Visual Discrimination. Cognitive Neuropsychology،20(3)،507-523. DOI:10.1080/02643290244000275

[18] -Gess-Newsome، J. (1999). Pedagogical Content knowledge: An introduction and orientation. In Examining pedagogical content knowledge. Springer، Dordrecht، Netherlands: Kluwer. 21(50)،3-17.

[19] -Gulten، D.(2013). Perspective Mathematics Teachers' Views On Distance Education and their Web Pedagogical Content Knowledge. Turkish Online Journal of Distance Education، 14(1)،126-139

[20] -Hashweh، M. Z. (2005). Teacher Pedagogical Constructions: a

[21] Reconfiguration of Pedagogical Content Knowledge. Teacher and

[22] Teaching: Theory and practice، 11 (3)، 273-292.

[23] -Lannin، J.، Webb، M.، Chval، K.، Arbaugh، F.، Hicks، S.، Taylor، C. and Bruton، R. (2013). The Development of Beginning Mathematics Teacher Pedagogical Content knowledge. Journal of Mathematics Teacher Education، 16(6)، 403-462.

[24] -Lantz Jr.، H.B. (2009). Science، Technology، Engineering، and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function? Retrieved 30 November 2022،from http://www.currtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf

[25] -Mishra، P.، & Koehler، M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record، 108 (6)، 1017-1054.

[26]-Nind، M. (2020). A New Application for the Concept of Pedagogical Content knowledge: Teaching Advanced Social Science Research Methods. Oxford Review of Education، 46(2)، 185-201.

[27]-Pfundt، H.، & Duit، R. (2000). Bibliography: Students Alternative Framework and Science Education. Kiel. Germany: university of Kiel.

[28]-Shulman، L. (1986). Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Education Research، 15(2)، 4-14.

[29]-Shulman، L. S. (1987). Knowledge and teaching. Foundation of The new reform، Harvard Educational Review، 57 (1)، 1 – 21

[30]-Shulman، L. S.، & Wilson، S. M. (2004). The Wisdom of Practice: Essays on Teaching، Learning، and Learning to Teach. Jossey-Bass.

[31]-Stem Maryland. (2012). Maryland State STEM. Standards of Practice Framework Grades 6-12. Maryland،US A: Maryland State Department of education.

[32]-Sternberg، R. J. (2019). Teaching and Assessing Gifted Students in STEM Disciplines through the Augmented theory of Successful Intelligence. High Ability Studies، 30(1/2)، 103–126. https://doi.org/10.1080/13598139.2018.1528847.

[33]Sumen، O. & Calisici، H. (2016). Pre-Service Teachers' Mind Maps and Opinions on STEM Education Implemented in Environmental Literacy Course. Educational Sciences: Theory & Practice، 16(2)، 459-479.

[34]-Tseng، K.، Chang، C.، Lou، S. & Chen، W. (2013). Attitudes towards Science، Technology، Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning (PjBL) Environment. International Journal of Technology Design Education، 23، 87-102. https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x

[35]William، D. (2013). Evolution of STEM in the United States [Poster presentation]. In 6th Biennial International Conference on Technology Education Research، Queensland، Australia.