نموذج مُقترَح قائم على مدخل تكامل العلوم والتقنية والقراءة والهندسة والفن والرياضيات (STREAM) لتدريس الفيزياء بالمرحلة الثانوية

إعـــــداد

د/ أمينة سلّوم معتق الرحيلي

وزارة التعليم

أ.د/ سعيد بن محمد عبدالله الشمراني

جامعة الملك سعود

نموذج مُقترَح قائم على مدخل تكامل العلوم والتقنية والقراءة والهندسة والفن والرياضيات (STREAM) لتدريس الفيزياء بالمرحلة الثانوية

د/ أمينة سلّوم معتق الرحيلي وأ.د/ سعيد بن محمد عبدالله الشمراني *

المستخلص:

هدف البحث الحالي إلى بناء نموذج قائم على مدخل تكامل العلوم والتقنية والقراءة والهندسة والفنون والرياضيات (STREAM) لتدريس الفيزياء في المرحلة الثانوية .ولتحقيق هذا الهدف، اعتمد الباحثان منهج البحث القائم على التصميم (Design-Based Research)، حيث قاما ببناء وتطوير نموذج تعليمي وفقًا لمدخل STREAM. تم اختيار عينة البحث على مرحلتين؛ شملت المرحلة الأولى مجموعة من الخبراء الأكاديميين والميدانيين لتطوير النموذج الأولي، بينما شملت المرحلة الثانية مجموعة من طالبات الصف الأول الثانوي لتطوير النموذج في صورته النهائية. واستخدم البحث أداتين نوعيتين لجمع البيانات، هما :المقابلة الفردية والملاحظة. واعتمد الباحثان في تحليل البيانات على منهج تحليل البُنى، حيث صُنّفت البيانات ضمن ثلاث فئات رئيسة :تكامل التخصصات، ومراحل النموذج المقترح، ودور المعلمة والمتعلمة في النموذج. وقد أظهرت النتائج مجموعة من المخرجات النوعية التي أسهمت في بناء النموذج وتطويره من صورته الأولية إلى النهائية، كما بينت النتائج مناسبة النموذج وقابليته لتدريس الفيزياء في المرحلة الثانوية. وفي ختام البحث، قدم الباحثان عددًا من التوصيات والمقترحات ذات الصلة.

* **د/ أمينة سلّوم معتق الرحيلي:** وزارة التعليم.

أ.د/ سعيد بن محمد عبدالله الشمراني: جامعة الملك سعود.

Abstract:

The current study aimed to develop a model based on the integration approach of Science, Technology, Reading, Engineering, Arts, and Mathematics (STREAM) for teaching physics at the secondary school level. To achieve this objective, the researchers adopted a design-based research methodology and developed an instructional model aligned with the STREAM approach. The research sample was selected in two phases. The first phase involved a group of academic and field experts who contributed to the development of the initial model. The second phase included a sample of first-year secondary school female students, who participated in refining the model into its final form. Two qualitative data collection tools were used: individual interviews and observation. For data analysis, the researchers employed topological analysis, through which the qualitative data were categorized into three main themes: interdisciplinary integration, stages of the proposed model, and the roles of the teacher and learner within the model. The findings revealed a set of qualitative insights that contributed to building and refining the proposed model from its initial version to its final version. Moreover, the results indicated that the model is appropriate and feasible for teaching physics at the secondary level. At the end of the study, the researchers offered a number of relevant recommendations and suggestions.

المقدمة:

حرصت العديد من الدول على تحسين تعليمها؛ لدوره الحيوي في التقدّم الاقتصادي، وقد ظهرت حركات إصلاحية تهدف إلى تحسين إعداد المتعلمين، ومن بين هذه الاتجاهات الحديثة في تعليم العلوم؛ يبرز مدخل تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (Science, Technology, Engineering, & Mathematics STEM)، الذي يعتمد على دمج هذه التخصّصات لتحقيق وحدة المعرفة. ويعكس هذا المدخل فكرة أن المشكلات الواقعية لا تتجزأ إلى تخصّصات منفصلة؛ بل تتطلّب تكاملًا بينها (الجلّال والشمراني، ٢٠١٩).

وقد برز الاهتمام بمدخل (STEM) من خلال المؤتمرات والفعاليات على المستويين المحلي والدولي، فعلى المستوى المحلي في المملكة العربية السعودية؛ عُقد "مؤتمر التميّز في تعليم العلوم والرياضيات الأول: توجّه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات" عام ٢٠١٥، بجامعة الملك سعود في الرياض. كما انعكس هذا الاهتمام في المبادرات التي تبنّتها وزارة التعليم، مثل: تطوير المواد التعليمية وطرق التدريس؛ لتحسين أداء المتعلمين في التخصّصات الأربعة (مشروع الملك عبد الله بن عبد العزيز لتطوير التعليم العام، ٢٠١٤)، وإنشاء مركز لتطوير تعليم (STEM).

أما الإطار التخصّصي لمجال العلوم الطبيعية، فيُظهر اهتمامًا بتكامل التخصّصات عبر تنظيمها في ثلاثة محاور مترابطة: المعرفة والفهم، والممارسات العلمية والهندسية، والقضايا المشتركة. ويُعزّز هذا النهج المهارات العملية من خلال الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي، ويصل بين تطبيقات العلوم والقضايا الإنسانية والاجتماعية والبيئية؛ مما يُسهم في فهم أعمق وتكامل الأفكار المحورية للعلوم الطبيعية (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠١٩).

ومع أهمية مدخل (STEM)؛ لكن فكرة التكامل بين التخصّصات فتحت آفاقًا جديدة لتكامل التخصّصات الأربعة مع تخصّصاتٍ أخرى جديدة، فعلى سبيل المثال، ظهر مدخل (STEAM)، الذي أضاف الفن (Art) إلى مجالات (STEM)؛ ليُكمل الإطار التعليمي لها ويُعزّز الإبداع. ويرى روبرت وروت–بيرنستين (Robert & Root-Bernstein, 2011) أن المهارات الإبداعية مثل: التفكير البصري، والتّعرُّف على الأنماط، والنمذجة؛ تُعدّ عناصر أساسية في تحسين أداء العمل بتخصّصات (STEM). ويهدف مدخل (STEAM) إلى تطوير مهارات التفكير والإبداع في المتعلمين، ليس من خلال تعلّم المفاهيم العلمية فقط؛ بل عبر دمج الفنون لتوسيع التفكير وإثرائه. ويُسهم الفن في تعزيز مهارات الإبداع، والتواصل، والرعاية، ويُوفّر فرصًا للتعليم المعقّد والمترابط (Steele & Ashworth, 2018).

كما يُشير روبرت وروت–بيرنستين (Robert & Root-Bernstein, 2011) إلى أن إضافة القراءة إلى مدخل (STEAM)؛ يمكن أن تلبي حاجة المتعلمين إلى ممارسة مهارات التفكير، ورفع قدرتهم على الإبداع والتواصل، ويريان أن إتقان القراءة الإبداعية يُعدُّ شرطًا أساسيًّا للتّعلّم في التخصّصات كافة. ونظرًا لهذه الأهمية؛ فقد تشكّل مدخلٌ آخر يرتكز على أصل فكرة التكامل بين التخصّصات، وذلك بإضافة القراءة (Reading) إلى مجالات (STEAM)، وعكس ذلك ما عُرف بمدخل (STREAM). وقد أظهرت دراسة كريستوفر وآخرين (٢٠١٩)، أن تطبيق برنامج تدريسي قائم على مدخل (STREAM) في مدرسة هاميلتون بكندا؛ أدّى إلى تفوّق الطلاب في الاختبارات الموحّدة، مقارنة بالفصول التي دُرسّت بالطريقة التقليدية، كما نال رضا أولياء الأمور لارتباط البرنامج بواقع أبنائهم.

ويُشير الموقع الإلكتروني لوزارة التربية والتعليم في الإمارات العربية المتحدة إلى تبني الوزارة مبادرة (STREAM)؛ لتطوير التعليم التكاملي في المدارس؛ بهدف إعداد جيل يمتلك مهارات العلوم والرياضيات والهندسة والتقنية، مع تعزيز مهارات اللغة بطريقة تكاملية؛ بما يؤهلهم للمشاركة في مجتمع اقتصاد المعرفة. ووفقًا للموقع (٢٠١٨)، فقد شملت المرحلة الأولى تدريب أكثر من (٦٠) كادرًا أكاديميًّا، وتحليل بيئة التّعلّم المثالية لمدارس (STREAM). وفي المرحلة الثانية أُعدّ فريق مُتخصّص لدعم المعلمين في تطبيق إستراتيجيات التدريس، أما المرحلة الثالثة، فركّزت على تدريب أكثر من (٢٠٠) معلم على تصميم خارطة طريق وإطار زمني لتطبيق النظام، مع تنفيذ أنشطة عملية تساعدهم على نقل هذه التجارب إلى الصفوف الدراسية.

وعليه؛ فإن الاهتمام بتكامل العلوم وفق مدخل (STREAM)؛ يُعزّز فكرة التكامل التي زاد الاهتمام بها في الآونة الأخيرة، كما يضيف تخصّصين مهمين إلى التخصّصات الأربعة الأساسية التي نشأ عليها مدخل التكامل (STEAM).

مشكلة البحث:

أظهرت دراسة لي وآخرين (Li et al., 2020) زيادة كبيرة في عدد الأبحاث المنشورة حول مدخلي (STEM) و(STEAM) في السنوات الأخيرة، حيث حُلّل (٧٩٨) مقالًا نُشرت بين عامي ٢٠٠٠ و٢٠١٨ في (٣٦) مجلة، وأكّدت النتائج أن أبحاث (STEM) تزداد أهمية عالميًّا، وأن هوية مجلات تعليم العلوم والهندسة والتقنية والرياضيات؛ أصبحت أكثر وضوحًا مع مرور الوقت. كما تبيّن أن مدخل (STREAM) امتداد طبيعي لهذين المدخلين، ويعتمد على فكرة تكامل المعرفة بين التخصّصات المختلفة.

وفي سياق سعي المملكة العربية السعودية إلى تحقيق التقدّم؛ تُعدّ تنمية الخيال العلمي خطوة مهمة لتمكين أفراد المجتمع، خاصة في المرحلة الثانوية التي تحدّد مسار المتعلّم الأكاديمي. ويمكن تعزيز الخيال العلمي بتطبيق مدخل (STREAM)، الذي يدمج بين العلوم والتقنية والفن والقراءة والهندسة؛ مما يُسهم في تطوير مهارات متعددة لدى المتعلمين، كما أشار برنامج تنمية القدرات البشرية (٢٠٢١–٢٠٢٥) إلى ضرورة إعادة التوازن للمناهج الدراسية في المملكة، عبر التركيز على العلوم والهندسة والرياضيات، وتبني أساليب تعليمية مبتكرة لمواجهة التحدّيات التعليمية من مرحلة رياض الأطفال حتى المرحلة الثانوية (برنامج تنمية القدرات البشرية، ٢٠٢١). وأكّد بايبي (Bybee, 2013) ضرورة تكامل التخصّصات داخل مناهج العلوم الحالية، من خلال إزالة الحدود الفاصلة بينها، وتعدّ الفيزياء من المناهج المناسبة لتطبيق هذا التكامل في المرحلة الثانوية؛ لصلتها الوثيقة بالبُعد التقني والهندسي والرياضي.

ورغم أهمية هذا المدخل؛ فإن الأبحاث حول (STREAM) ما زالت نادرة؛ إذ لم يصل الباحثان إلا لدراسة واحدة لكريستوفر وآخرين (٢٠١٩)؛ طبّقت هذا المدخل، كما لم تُسجّل أي دراسة باللغة العربية حتى الآن، وفقًا لما توصّل إليه الباحثان في محرك بحث دار المنظومة تتناول هذا المدخل، واستخدامه في تدريس الفيزياء؛ لذا تمثّلت مشكلة البحث الحالي في: بناء نموذج مُقترَح لتدريس الفيزياء في المرحلة الثانوية قائم على مدخل (STREAM).

هدف البحث:

هدف البحث الحالي إلى تحقيق ما يأتي:

١–بناء نموذج مُقترَح قائم على مدخل تكامل العلوم والتقنية والقراءة والهندسة والفن والرياضيات (STREAM)؛ لتدريس الفيزياء بالمرحلة الثانوية.

سؤال البحث:

سعى هذا البحث إلى الإجابة عن السؤال الآتي:

١–ما النموذج المُقترَح القائم على مدخل تكامل العلوم والتقنية والقراءة والهندسة والفن والرياضيات (STREAM) لتدريس الفيزياء في المرحلة الثانوية؟

أهمية البحث:

تمثّلت أهمية البحث الحالي فيما يأتي:

١–يمكن أن يُثري هذا البحث الأدب التربوي العربي حول مدخل التكامل بين العلوم والتقنية والقراءة والهندسة والفن والرياضيات (STREAM)؛ لندرة الأدب التربوي العربي الحالي عن هذا المدخل.

٢-قد يُسهم هذا البحث في لفت انتباه مخططي المناهج ومطوريها في تعليم العلوم وتعلُّمها، للاهتمام ببعُدي الفن والقراءة في سياق تدريس الفيزياء عبر استخدام مدخل (STREAM).
٣-قدّم هذا البحث نموذجًا مُقترحًا وفق مدخل (STREAM)، قد يستفيد منه المعلمون في التدريس وفق هذا المدخل.
٤-قد يسهم هذا البحث في تعزيز التوجه لدى معلمي الفيزياء نحو التكامل بين التخصصات وتخفيف الفواصل بين التخصصات، ودعم تقديم الفيزياء في سياق تطبيقي وإنساني.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على الحدود الآتية:

١-**حدود الموضوع:** بناء نموذج مُقترَح قائم على مدخل (STREAM) لتدريس الفيزياء لطلبة المرحلة الثانوية. وقد اقتصر تطبيق البحث على فصلي "مدخل إلى علم الفيزياء" و"تمثيل الحركة" في مقرر "فيزياء١" في طبعته المعتمدة من وزارة التعليم لعام ١٤٤٣هـ.
٢-**الحدود الزمانية:** طُبّق البحث خلال الفصل الثاني من العام الدراسي ١٤٤٣هـ.
٣-**الحدود المكانية:** طُبّق البحث الكمي في ثانوية رقية بنت النبي وهي إحدى مدارس البنات الحكومية التابعة لإدارة التعليم بالمدينة المنورة في المملكة العربية السعودية.

مصطلحات البحث:

١-**مدخل تكامل العلوم والتقنية والقراءة والهندسة والفن والرياضيات** (STREAM):

يعرّف الباحثان مدخل (STREAM) إجرائيًّا بأنه: مدخل بين تخصّصي، قائم على فكرة التكامل بين تخصصات العلوم (Sciences)، والتقنية (Technology)، والقراءة (Reading)، والهندسة (Engineering)، والفن (Art)، والرياضيات (Mathematics)، ويُشار إليه بالاختصار (STREAM).

النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM):

يُعرّف النموذج بأنه: "تمثيل افتراضي يحلّ محل واقع الأشياء أو الظواهر أو الإجراءات، واصفًا إياها مما يجعلها قابلة للفهم، ويُعرّف بأنه: شكل تخطيطي تمثَّل عليه الأحداث أو الوقائع والعلاقات بينها بصورة محكمة؛ بغرض المساعدة على تفسير تلك الأحداث أو الوقائع غير المفهومة" (شحاتة والنجار، ٢٠٠٣، ص. ٣١٧).

ويُعرف إجرائيًّا في هذا البحث بأنه: تمثيل افتراضي ودليل إرشادي يوجّه ممارسات التدريس القائمة على التكامل بين تخصّصات العلوم (Sciences)، والتقنية (Technology)، والقراءة (Reading)، والهندسة (Engineering)، والفن (Art)، والرياضيات

(Mathematics) في مقرر فيزياء (١). ويتكوّن هذا النموذج من أربع مراحل؛ وهي: (الانطلاق، والبناء، والتحوّل، والتقويم).

الإطار النظري والدراسات السابقة:

ظهر مدخل التكامل بين العلوم (Sciences)، والتقنية (Technology)، والهندسة (Engineering)، والرياضيات (Mathematics) (STEM) في الولايات المتحدة بوصفه حركة إصلاح وطني للتعليم، استجابة لحاجة اجتماعية واقتصادية لرفع القدرة على المنافسة العالمية في تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، ومساعدة المتعلمين على تحقيق التميز في سوق العمل (حسن، ٢٠٢٠). وعلى الرغم من أن هذا المدخل بدأ في التسعينيات من القرن العشرين بمبادرة من مؤسسة العلوم الوطنية National Science Foundation) ([NSF] وأخذ مسميات عدة، إلا أنه أصبح يُعرف لاحقًا باسم "تعليم STEM" (Bybee, 2013).

ويمثل هذا المدخل إطارًا بين تخصصي "Inter-disciplinary" يركز على أهمية تكامل التخصصات المنفصلة في وحدة متماسكة، من خلال إزالة الحواجز بينها (Vasquez et al., 2017). وتشير الرابطة الوطنية لحكام الولايات الأمريكية (National Governors Association [NGA], 2009) إلى قدرة المتعلمين على تطبيق المعرفة عبر أربعة تخصصات:

- **العلوم: (S)** القدرة على استخدام المعرفة العلمية في الفيزياء والكيمياء والعلوم البيولوجية وعلوم الأرض لفهم العالم الطبيعي واتخاذ القرارات المؤثرة فيه.
- **التقنية: (T)** إتقان استخدام التقنية وإدارتها وفهمها وتقييمها، إلى جانب تحليل تأثيراتها في العالم.
- **الهندسة: (E)** هم تطوير التقنيات عبر التصميم الهندسي الذي يدمج المشروعات والتخصصات لجعل المفاهيم ذات صلة بالمتعلمين.
- **الرياضيات: (M)** اكتساب القدرة على التفكير الرياضي، وتحليل المشكلات، والتواصل الفعّال، وحل المشكلات المتنوعة.

وبما أن مدخل (STEM) يرحب بالإضافات التي تعزز التكامل، ظهرت أشكال جديدة منه كإضافة الفنون، أو الروبوت، أو الدين، أو البيئة (الجلّال والشمراني، ٢٠١٩). ومن أبرزها مدخل (STEAM)، الذي يضيف الفنون (Art) إلى الإطار لتطوير الإبداع وتعزيز التكامل بين التخصصات الأربعة الأصلية، ويمكن أن تشمل الفنون المرئية والأدائية، مثل: التصميم والرسم والتصوير الفوتوغرافي، والإنسانيات (حسن، ٢٠٢٠؛ Quigley et al., 2017).

وتشير دراسة فيلدمان (Feldman, 2015) إلى أن الفصل بين الفنون والعلوم يحرم المجتمع من علماء محتملين بسبب صعوبة العلوم والرياضيات، وترى أنه ليس من الضروري أن تصبح عالمًا أو مهندسًا؛ بل يمكن أن تكون مصمّمًا، وفنانًا رقميًّا، ومبرمجًا، ومديرًا فنيًّا، وعالما، ومهندسًا في الوقت نفسه. وترى دراسة فيلمان أن الفنون والعلوم يجب ألا يظلا منفصلين تمامًا، فالأمر لا يتعلّق بتنمية مزيد من الفنانين، أو إزالة الحواجز بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات؛ بل يتعلّق بإنتاج متعلمين في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)، يفكّرون بشكل إبداعي، ويظلون فاعلين في تعلّمهم. ولن يكون مدخل (STEM) قادرًا على قيادة حركة الابتكار وحده، وإنما هناك حاجة إلى التفكير في التصميم والإبداع بقدر ما هناك حاجة إلى العلوم والرياضيات والهندسة والتقنية؛ لأنه يهتم بشخصية المتعلّم وتفرّده عن غيره (Callahan, 2019).

إلى جانب الفنون، ظهرت الحاجة إلى إضافة القراءة (Reading) لتصبح جزءًا من الإطار، ما أدى إلى ظهور مدخل(STREAM) ، الذي يضم العلوم، التقنية، القراءة، الهندسة، الفنون، والرياضيات (Robert & Root–Bernstein, 2011). ويمكن أن تعزز القراءة الفهم العميق للنصوص، وربط المفاهيم، والنقد والتحليل، مما يدعم تحقيق أهداف التكامل بين التخصصات (إسماعيل، ٢٠١١؛ Huling & Dwyer, 2018)، كما يمكن أن تُستخدم وسائل إبداعية كالشعر والنثر لتعزيز الفهم وإثارة التفكير النقدي لدى المتعلمين (Lefever-Davis & Pearman, 2015).

ويدعم مدخل (STREAM) تعلمًا قائمًا على الأنشطة التعاونية والمشاريع التي تتطلب استخدام مهارات ومعارف متعددة التخصصات. كما يتفق مع مبادئ النظرية البنائية الاجتماعية لفيجوتسكي (Vygotsky, 1978) التي تؤكد أهمية الجوانب الاجتماعية والثقافية، ودورها في بناء المعرفة لدى المتعلّم. فالتعلّم لا يتم إلا في سياق اجتماعي، كما أن المعرفة مشتركة بين المتعلّم ومجتمعه (العبدالكريم، ٢٠١١). ويدعم مدخل (STREAM) التعلّم التعاوني في الأنشطة والمشاريع داخل الفصل، كما يدعم اللغة عبر تخصّصي الفن والقراءة، فاللغة وسيلة للبناء التشاركي للمعرفة. والتفكير– كما يراه فيجوتسكي– ينشأ من لغة الحوار والمناقشة بين المتعلمين.

التدريس وفق مدخل (STREAM):

عند تطبيق مدخل (STREAM)، يجب مراعاة المبادئ الأساسية التي ترتكز عليها فكرة تكامل التخصّصات، ومن أبرزها: التكامل بين المجالات الدراسية، وتطبيق المعرفة في مواقف حقيقية، وحل المشكلات الواقعية وإنتاج المشروعات، والتعليم المتمركز حول الطالب،

والتنوع والمرونة في السياق التعليمي، وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين، والاتصال الفعّال (الشبل، ٢٠٢٠).

وبحسب بارك وآخرين (Park et al., 2016) ، يجب أن تحتوي مناهج العلوم المبنية على مدخل تكامل التخصّصات على ثلاثة مكونات رئيسة: (١) التصميم الإبداعي الذي يتضمّن تمكين المتعلم من الابتكار والإبداع مع مراعاة الكفاءة والقيم الإنسانية والجمالية، بما في ذلك التصميمات التقنية، والمهارات الإبداعية لحل المشكلات، والتجارب التطبيقية ذاتية التوجيه. (٢) اللمسة الوجدانية التي تهدف إلى تحفيز المتعلم على الشعور بالاهتمام والثقة والإنجاز؛ مما يولّد لديه شغفًا ودافعًا ذاتيًا للتعلم، ليصبح الدرس هدفًا شخصيًا له. (٣) التقارب وتكامل المحتويات الذي يشير إلى دمج التخصّصات وتكاملها في دروس أو وحدات تعتمد على العلاقات بين موضوعات متعددة ومشكلات حقيقية، مما يساعد المتعلمين على تطبيق معارفهم النظرية في ممارسات عملية.

ويؤكد بايبي (Bybee, 2013) أن معرفة التخصّصات القابلة للتكامل عادةً تكون واضحة للمعلمين، لكن الكيفية التي يتم بها التكامل تحتاج إلى توضيح. ورأى بايبي أن الكيفية التي يمكن أن تتكامل بها التخصصات المتعددة يمكن حصرها في خمسة أشكال:

- **التنسيق:** تُدرس المواد بشكل منفصل، حيث يُدرس الموضوع في إحدى المواد بالتزامن مع الحاجة إليه في مادة أخرى، كالحاجة إلى دراسة الرياضيات في أثناء التصميم الهندسي.
- **التعزيز والتكميل:** عرض محتوى مادة دراسية؛ لاستكمال محتوى أساسي في مادة دراسية أخرى، كتقديم مفاهيم علمية؛ بهدف تحسين التصميم.
- **الربط:** موضوع محوري أو محتوى أو عمليات متشابهة في مادتين دراسيتين، تُعرض في كلا المادتين ليفهم المتعلمون أوجه الشبه والاختلاف بينهما، كالمقارنة بين الممارسات العلمية والهندسية في دروس منفصلة.
- **الاتصال:** استخدام أحد التخصّصات لربط المواد الأخرى، كاستخدام التقنية لربط العلوم والرياضيات.
- **الجمع:** يجمع بين اثنين أو أكثر من التخصّصات المتكاملة، باستخدام مشاريع، أو مواضيع، أو إجراءات، أو أعمال أخرى.

يرى بايبي أنه لا توجد طريقة تكامل واحدة تُعدّ أفضل من غيرها، بينما يقترح مور وزملاؤه (Moore et al., 2014) أن التكامل بين التخصّصات يمكن أن يُنفَّذ عبر نموذجين رئيسين: أولهما تكامل المحتوى، حيث يتم إعداد منهج تعليمي خاص بالتخصصات المتكاملة يدمج الموضوعات بشكل منهجي. وثانيهما تكامل السياق، حيث يُختار أحد التخصّصات

كمحور مركزي، مثل العلوم، ويتم تدريسه باستخدام سياقات مرتبطة بتخصّصات أخرى. ويُعدّ تطبيق نموذج تكامل السياق أكثر سهولة بالنسبة للمعلمين مقارنةً بتكامل المحتوى.

وقدّمت دراسة كيجلي وآخرين (Quigley et al., 2017) إطارًا مفاهيميًّا لممارسات التدريس التكاملي يتضمّن مجالين رئيسيين: المحتوى التعليمي وسياق التعلّم، ويشمل كل منهما ثلاثة أبعاد أساسية. حيث يتضمن في مجال المحتوى التعليمي بُعد حلّ المشكلات، الذي يركّز على كيفية تقديم المعلمين المواد من تخصّصات متعددة بطرق قائمة على حلّ المشكلات الواقعية، بما في ذلك المفاهيم والأساليب والمداخل، مما يدعم تحقيق أهداف التعلّم الفعّالة. أما بُعد تكامل التخصّصات فيتناول الطرق التي يقدم بها المعلمون محتوى من تخصّصات متعددة مثل العلوم، التقنية، الهندسة، الفن، والرياضيات بطرق مترابطة وواضحة. في حين أن بُعد مهارات حلّ المشكلات يُبرز الطرق التي يُعزّز بها المعلمون تنمية المهارات اللازمة لحلّ المشكلات بشكل فعّال، مثل التفكير النقدي والإبداعي. أما في مجال سياق التعلّم، فيركّز بُعد المناهج التعليمية على تنظيم بيئة الفصل الدراسي، والمهام، والمصادر التعليمية لتعزيز التعلّم العميق. ويتناول بُعد ممارسات التقويم تحسين التعليم وتقييم التعلّم باستخدام بيانات متنوّعة وأدوات تقويم متكررة تتماشى مع سياقات العالم الواقعي. وأخيرًا، يركّز بُعد المشاركة العادلة على ضمان الوصول والمشاركة العادلة لجميع المتعلمين، مع مراعاة الفروقات الفردية في القدرات والمصادر.

وقدّمت دراسة الجلال (٢٠١٩) نموذجًا لتطوير وحدات العلوم للمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية وفق منهجية (STEM) بما يتكامل مع البيئة التعليمية المحلية. تم تطوير النموذج بناءً على آراء الخبراء والمعلمين ونتائج تطبيقات المعلمين للمناهج المقترحة، مع تحليل البيانات باستخدام نموذج التحليل الطوبولوجي. وقد اعتمد الباحث على سبعة مبادئ موجهة لتكامل تخصّصات (STEM) لفهم تأثير السياق المحلي على تطبيق المنهج وكيفية تجاوزه. تشمل هذه المبادئ معرفة المعلمين، تمثيل التخصّصات، اتصال التخصّصات، تهيئة التخصّصات معًا، تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين، ثقافة المدرسة، ومواد المنهج وطرائق التدريس. وأظهر التحليل الكيفي للبيانات قابلية تطبيق النموذج في تطوير وحدات العلوم وتدريسها بما يتناسب مع السياق التعليمي المحلي للمرحلة المتوسطة في المملكة. ويدعم النموذج تحقيق أهداف التعلّم التكاملي مع مراعاة احتياجات البيئة المحلية، مما يعزز ملاءمة هذه الوحدات للمتعلمين والمعلمين على حد سواء.

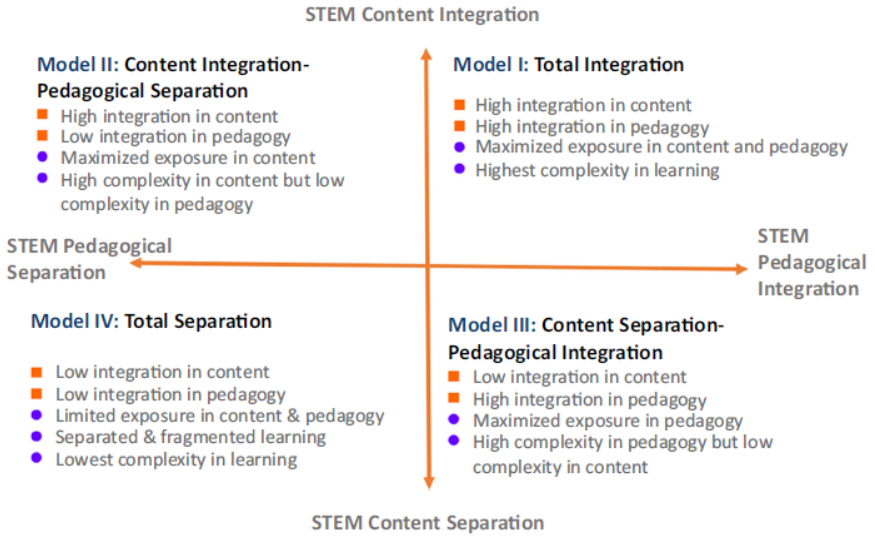
وفي دراسة أجراها فريق كيجلي وآخرين (Quigley et al., 2020) ، تناول الباحثون فهم الطرق التي يعتمدها معلمو المرحلة الابتدائية في تصميم ممارسات التدريس وتنفيذها لدعم

التعليم وفق مدخل (STEAM) وأظهرت النتائج أن للمعلمين دورًا جوهريًّا في تصميم المناهج الدراسية القائمة على هذا المدخل، مع تأكيد أهمية استخدام وحدات دراسية تعتمد على حل المشكلات لتفعيل التكامل بين التخصصات المختلفة.

ومن جهة أخرى، قدمت دراسة تشنغ وسو (Cheng & So, 2020) تصورًا مبتكرًا لإدارة التكامل يمكن أن يساعد المعلمين في تطبيق منهجية (STEAM) داخل فصولهم الدراسية. واستند هذا التصور إلى تصنيف التعلّم المتكامل في إطار مسبق يضم ثلاثة محاور رئيسة، وست فئات فرعية، إضافة إلى أربعة نماذج أساسية. وصنّفت الدراسة التكامل التعليمي في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات إلى ثلاثة محاور: تكامل المحتوى، التكامل التربوي، وتكامل المتعلم. ويتفرع عن هذه المحاور ست فئات فرعية هي: تكامل الموضوع، تكامل المجال، تكامل الأساليب، التكامل المعرفي، تكامل المتعلمين ذوي الإعاقة، والتكامل المتنوع في قدرات (STEM). واعتمادًا على مدى التكامل في كل من المحتوى والأساليب التربوية، حدد الباحثون أربعة نماذج أساسية للتعلّم المتكامل، تجمع بين الناحيتين النظرية والتطبيقية، وهي:

- **النموذج الأول:** يُظهر تكاملًا عاليًا في محتوى التعلّم عبر التخصصات المختلفة، مع تكامل عالٍ أيضًا في الأساليب والأنشطة التربوية.
- **النموذج الثاني:** يتسم بتكامل عالٍ في محتوى التعلّم عبر التخصصات، لكنه يظهر تكاملًا منخفضًا في الأساليب والأنشطة التربوية.
- **النموذج الثالث:** يتميز بتكامل منخفض في محتوى التعلّم عبر التخصصات، مع تكامل عالٍ في الأساليب والأنشطة التربوية.
- **النموذج الرابع:** يتميز بانخفاض التكامل في محتوى التعلّم عبر التخصصات، وأيضًا في الأساليب والأنشطة التربوية.

وتوفر هذه النماذج إرشادات عملية للمعلمين لمساعدتهم على تحقيق مستويات مختلفة من التكامل بما يتناسب مع الأهداف التعليمية والاحتياجات المختلفة للمتعلمين داخل الفصول الدراسية.



شكل (١): النماذج الأساسية للتعلّم المتكامل وفق دراسة (Cheng & So, 2020)

ويعتمد مدخل (STREAM) على فكرة التكامل بين التخصصات، مما يجعل استراتيجيات التدريس المناسبة له تلك التي تدعم تحقيق أهدافه ومبادئه، ويتمثل هذا التكامل في دمج تخصصين أو أكثر من تخصصات (STREAM)، أو بين هذه التخصصات وأي تخصصات أخرى. ويمكن للمعلمين تنفيذ هذا التكامل داخل الفصل الدراسي من خلال المقررات التي يدرسونها، أو عبر مرافق المدرسة الأخرى، ويتم ذلك إما بشكل فردي أو بالتعاون مع معلمي تخصصات أخرى (Sanders, 2009).

ويرى هولنج ودوير (Huling & Dwyer, 2018) أنه ينبغي على المعلمين إعداد الدروس بما يتوافق مع مدخل التكامل، بحيث تركز الأنشطة على تحدي المتعلم ومحوريتها حوله، مع توجيه الجهود نحو حل مشكلات واقعية. ويمكن تحقيق ذلك عبر استراتيجيات، مثل: التعلم القائم على حل المشكلات (Problem-based learning) أو التعلم القائم على المشروعات (Project-based learning)، كما ينبغي أن توفر هذه الأنشطة بيئة تشجع على طرح الأسئلة العفوية والاستقصاءات المخطط لها، مع تمكين المعلمين من التدريس بطرق متعددة، وتحويل الفصل الدراسي إلى مساحة تعزز الابتكار والاختراع، وتدعم العمل التعاوني. وعندما تُدمج مشكلات واقعية داخل الأنشطة، يصبح الفصل والمختبر بيئتين متكاملتين.

وفقًا لهولنج ودوير (Huling & Dwyer, 2018)؛ فإن المتعلمين في هذا المدخل يتسمون بقدرات متعددة تميزهم. فهم قادرون على حل المشكلات بتحديدها، وطرح الأسئلة المناسبة لإيجاد الحلول لها، وجمع البيانات وتنظيمها، واستخلاص النتائج، وتطبيق المعرفة السابقة في سياقات جديدة. ويتميزون كذلك بالإبداع والابتكار، حيث يوظفون مفاهيم العلوم والرياضيات والتقنية بطرق مبتكرة في عمليات التصميم الهندسي. علاوة على ذلك، هم مخترعون يتعرفون على احتياجات العالم، ويصممون ويختبرون الحلول، مع إعادة تصميمها وتنفيذها بأساليب مبتكرة. كما يتمتع هؤلاء المتعلمون بمهارات الاعتماد على الذات، والمبادرة، والتحفيز الذاتي. لديهم القدرة على وضع جداول زمنية، وبناء الثقة بالنفس، والعمل ضمن أطر زمنية محددة. بالإضافة إلى ذلك، هم مفكرون منطقيون يطبقون التفكير العقلاني والمنطقي في العلوم والرياضيات والتصميم الهندسي على الابتكارات والاختراعات. يجيدون القراءة والكتابة العلمية، ويعملون على تطوير هذه المهارات بالاستفادة من التقنية بطريقة فعالة ومناسبة.

أما منظور النظريات الباعثة لممارسات التعلم والتعليم لمدخل التكامل (STREAM)

تشترك النظرية البنائية بجميع توجهاتها في التأكيد على أن تطوير الفهم يتطلب مشاركة المتعلم بنشاط في بناء المعنى من خلال الخبرات الجديدة، عبر البناء على المعارف والخبرات السابقة وإدماجها .(Jones & Brader-Araje, 2002) يرى بياجيه(Piaget) ، مؤسس النظرية البنائية، أن المعرفة تُبنى لدى المتعلم من خلال عمليتي التمثل (Assimilation) والمواءمة (Accommodation) ففي عملية الاستيعاب، يتم دمج المعرفة الجديدة ضمن البناء المعرفي القائم عندما تكون منسجمة معه، بينما تتطلب عملية المواءمة إعادة ترتيب هذا البناء أو تعديله عندما لا تتلاءم المعرفة الجديدة مع الخبرات السابقة (العبدالكريم، ٢٠١١).

من جهة أخرى، تُبرز البنائية الاجتماعية التي قدمها فيجوتسكي (Vygotsky) أهمية الجوانب الاجتماعية والثقافية في بناء المعرفة. وفقًا لهذا المنظور، فإن التعلم عملية اجتماعية بالدرجة الأولى، حيث تُبنى المعرفة بشكل مشترك بين المتعلم ومجتمعه. ويظهر دور اللغة كوسيلة أساسية في البناء التشاركي للمعرفة، حيث ينشأ التفكير من الحوار والمناقشة بين المتعلمين (Vygotsky, 1978)، ويُنظر إلى التعلم من منظور البنائية الاجتماعية على أنه عملية نشطة تتضمن التفاعل مع الآخرين باستخدام اللغة والأدوات التقنية والنفسية المدمجة في الأنشطة المشتركة.(Jones & Brader-Araje, 2002)

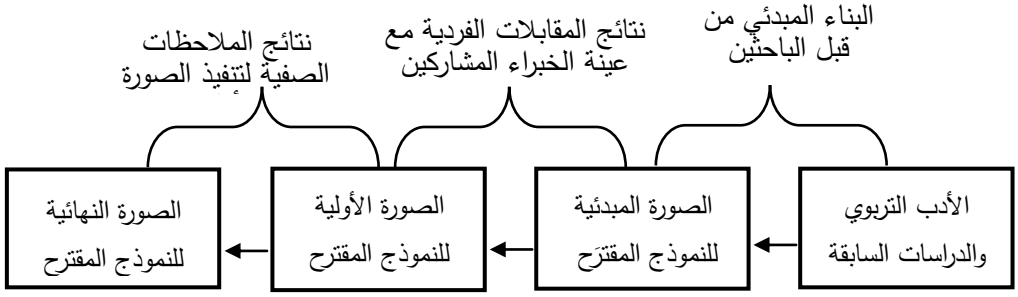
ويشير فيجوتسكي (Vygotsky, 1978) إلى أن التفاعل الاجتماعي هو شرط أساس لأي نمو معرفي، حيث يتم التعلم داخل ما يُعرف بمنطقة النمو المحتمل (Zone of Potential Development)، وتُعرّف هذه المنطقة على أنها المسافة بين مستوى النمو الفعلي الذي يمكن

للمتعلم تحقيقه بشكل مستقل، والمستوى المحتمل الذي يمكنه بلوغه بمساعدة الآخرين. ويؤكد فيجوتسكي أهمية تقديم دعم تعليمي موجه لتحقيق أهداف التعلم، بحيث يتمكن المتعلم بالتعاون مع الآخرين من إتمام المهام التي يعجز عن إنجازها بمفرده. ومن خلال هذا الدعم، يُساعد المتعلم على تنظيم خطوات تعلمه بشكل يتيح له التقدم في سلسلة من المراحل لتحقيق نمو معرفي مستدام.(Jones & Brader-Araje, 2002)

وتكامل (STREAM) يتطلب تعزيز التفاعل الاجتماعي للمتعلم لدعم تعلمه عبر المشاركة بشكل تعاوني في الأنشطة والمشاريع داخل الصف، كما يتطلب عمليات متوالية من التمثل والمواءمة (Assimilation & Accommodation). كما يدعم اللغة من خلال إضافة بعدي الفن والقراءة بالإضافة للمناقشة والحوار بهدف الوصول بالمتعلم إلى منطقة النمو المحتمل.

منهج البحث:

اعتمد البحث الحالي على منهج البحث القائم على التصميم (Design-Based Research DBR)، وهو منهج بحثي تطبيقي يهدف إلى زيادة تأثير البحث في تحسين الممارسات الميدانية (Anderson & Shattuck, 2012). حيث بني النموذج عبر سلسلة من الإجراءات المتتالية (الشكل ٢) التي بدأت ببناء صورة مبدئية للنموذج المُقترَح، بالاعتماد على الدراسات السابقة ذات الصلة والأدب التربوي في (STEM) و(STEAM)؛ نظرًا لندرة الدراسات السابقة في (STREAM)، ونظرًا لاعتماد مدخلي (STREAM) و(STEM) على مبدأ واحد؛ هو التكامل (Integration) بين عدة تخصصات. ثم طُورت الصورة المبدئية إلى الصورة الأولية بناءً على نتائج المقابلات الفردية التي أُجريت مع مجموعة من الخبراء حول مُقترحاتهم لتطوير الصورة المبدئية، ثم طُبق النموذج في الصف الدراسي، وجُمعت وحللت بيانات باستخدام الملاحظة الصفية للوصول إلى الصورة النهائية للنموذج.



الشكل (٢): مخطط تصميم البحث

مجتمع البحث:

تألّف مجتمع البحث من ذوي الخبرة الأكاديمية في تخصّصات (STREAM)، العاملين في الجامعات السعودية، ومن ذوات الخبرة الميدانية في تخصّصات (STREAM) العاملات في ثانوية رقية بنت النبي وهي إحدى مدارس البنات الحكومية التابعة لإدارة تعليم المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية، والبالغ عددهن (١٨) معلمة. كما تكوّن من جميع طالبات السنة المشتركة في المرحلة الثانوية (الصف الأول الثانوي) في ثانوية رقية بنت النبي والبالغ عددهن (١٠٢) من الطالبات خلال الفصل الدراسي الثاني لعام ١٤٤٣هـ.

عينة البحث:

لإجابة السؤال البحثي، اختيرت العينة على مرحلتين:

١. مرحلة تطوير النموذج الأولي:

- **عينة الخبراء الأكاديميون:** ١٢ خبيرًا من جامعات سعودية، يحملون درجة الدكتوراه في تخصصات متنوعة (الفيزياء، الحاسب، اللغة العربية، الهندسة الكهربائية، التربية الفنية، الرياضيات)؛ لتحقيق تنوع الخبرات الأكاديمية. رمزت بياناتهم للحفاظ على السرية.
- **عينة الخبراء الميدانيون:** خمس معلمات من ثانوية "رقية بنت النبي" بتخصصات مشابهة (باستثناء الهندسة)، جميعهن يحملن البكالوريوس برتبة "معلم ممارس" ولديهن خبرة تزيد عن ١٠ سنوات. أُضيف مشارك متخصص في الهندسة الميكانيكية لإكمال تمثيل تخصصات. (STREAM)

٢. مرحلة تطوير النموذج النهائي:

- **عينة من طالبات الصف الأول الثانوي** في ثانوية "رقية بنت النبي"، اختير فصل عشوائي من بين ثلاثة فصول. في حين تم اختيار المدرسة قصدياً نظرًا لتعاون إدارتها.

سياق البحث:

تم تطبيق البحث في ثانوية "رقية بنت النبي"، وهي مدرسة مشتركة تحتوي على معمل فيزياء مجهّز بشاشة عرض ذكية. وتتراوح أعمار طالبات عينة البحث بين ١٥ و١٦ سنة، وهن متكافئات اجتماعيًا واقتصاديًا ويسكنّ الحي نفسه. جرى البحث خلال الفصل الدراسي الثاني لعام ١٤٤٣هـ في مقرر "فيزياء١" ولمدة أسبوعين، اختيرت معلمة الفيزياء بطريقة قصدية لتطبيق النموذج المقترح، حيث لديها خبرة ١١ سنة وبرتبة "معلم ممارس". ودُرّبت المعلمة على النموذج خلال الأسبوعين الأخيرين من الفصل الدراسي الأول، ثم طبّقته على طالبات الصف الأول الثانوي. شمل التطبيق موضوعي "مدخل إلى علم الفيزياء" و"تمثيل الحركة" من كتاب

"فيزياء ١"، مع مراعاة استمرار سير المقرر وفق الخطة المقررة، حيث صُمم النموذج ليكون قابلًا للتطبيق على موضوعات الفيزياء كافة.

أدوات جمع البيانات:

بطاقة المقابلة الفردية:

تضمنت أسئلة مفتوحة وعميقة لجمع بيانات نوعية عن تطوير النموذج المقترح (STREAM)، شملت بيانات تعريفية وأسئلة رئيسة وأخرى للاستيضاح. أُجريت المقابلات هاتفيًا أو عبر تطبيق زوم وفق رغبة المشاركين، واستغرقت حوالي ست ساعات بمعدل نصف ساعة لكل خبير. تم تسجيل وتفريغ البيانات في نفس يوم المقابلة، واستخدمت بعد تحليلها لتطوير النموذج الأولي.

بطاقة الملاحظة الصفية:

صُممت لتسجيل الملاحظات حول تطبيق النموذج المقترح ومراحله من قبل معلمة الفيزياء على طالبات الصف الأول الثانوي. دُوّنت الملاحظات عن أدوار المعلمة والمتعلمات، وتسلسل المراحل، وتكامل تخصصات (STREAM)، مع الالتزام بالموضوعية ودون التدخل في سير الدرس. حُللت الملاحظات لاحقًا لتطوير النموذج إلى صورته النهائية.

موثوقية الأدوات (Trustworthiness):

تم التأكد من المصداقية (Credibility) لضمان أن نتائج الدراسة تعكس الواقع من خلال تصميم أدوات البحث بما يتناسب مع أهداف الدراسة، مثل بناء أسئلة المقابلة وفق مراحل النموذج المقترح وتركيز بطاقة الملاحظة النوعية على كل مرحلة بشكل خاص. كما اعتمد الباحثان على تنوع طرق جمع البيانات (Triangulation) من عينات متنوعة ذات خبرات متعددة، إضافة إلى دعم النتائج بملاحظات تطبيقية والاستعانة بمحكمين لمراجعة الأدوات والتأكد من صدق المحتوى لها. أما الاعتمادية (Dependability) فقد تحققت عبر وصف دقيق لتصميم البحث، العينة، سياق الدراسة، وإجراءات جمع البيانات وتحليلها، ما يتيح تكرار البحث بنفس الطريقة. ولتعزيز التطابقية (Confirmability)، تم إبراز الأمثلة السالبة وفحص الحالات التي لا تتفق مع التوقعات، مع الفصل بين الملاحظات المحايدة والتفسيرية، وتكرار مراجعة البيانات وتحليلها لضمان الموضوعية والدقة في النتائج.

تحليل البيانات:

اعتمد الباحثان في تحليل البيانات على تحليل البُنى (Topological analysis) وفقًا لهاتش (Hatch, 2002)، بهدف تصنيف البيانات إلى فئات توضح الظاهرة موضع البحث. واستُمدت الفئات من الإطار النظري وأهداف البحث، وشملت تكامل تخصصات (STREAM)

في النموذج المقترح، مراحله، ودور المعلمة والمتعلمة. قُرئت البيانات الخام باستخدام برنامج Microsoft Word، حيث وُضعت علامات ملونة لكل مشارك وأخرى لكل فئة لتسهيل الرجوع إليها ومطابقتها. ثم أُنشئت مستندات خاصة لتلخيص البيانات حسب الفئات، مع تسجيل الأفكار الرئيسة بموضوعية. فُرزت البيانات لاستخراج الأنماط والعلاقات وصياغة أفكار مبدئية تصفها، وروجعت الأنماط للتأكد من دقتها بالعودة إلى البيانات الخام. اختيرت أمثلة داعمة وأخرى مضادة لتوضيح الأنماط والعلاقات، ودُمجت لتكوين معنى شامل يُعبر عنه بصيغة تعميم مختصرة. وأخيرًا، استُخدمت اقتباسات من البيانات لتعزيز النتائج وتوضيحها.

الاعتبارات الأخلاقية:

مراعاة للاعتبارات الأخلاقية؛ فقد أبلغ الباحثان جميع عينة البحث بأهدافه، وحرصت على أخذ موافقتهن على المشاركة فيه، مع توضيح المطلوب منهن في أثناء تطبيقه. وأتاحت لهن حرية قبول المشاركة، وتحديد الوقت المناسب للتواصل معهن. كما أُخذت موافقة المشاركين في المقابلات الفردية على التسجيل الصوتي، والاحتفاظ بالتسجيلات في مكان آمن، وعدم سماعها إلا من قِبل الباحثين. كما ضمنت لهم سرية بياناتهم والمعلومات التي جُمعت من خلالهم، واقتصار استخدامها لأغراض البحث العلمي. بالإضافة إلى حصول الباحثين على موافقة لجنة أخلاقيات البحث في جامعة الملك سعود، وإدارة تعليم المدينة المنورة على تطبيق البحث وأدواته.

النتائج:

نص السؤال البحثي على: ما النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM) لتدريس الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟ وللوصول إلى صورة نهائية للنموذج فقد قام الباحثان بمراحل البناء والتطوير الآتية:

أولًا– بناء الصورة المبدئية للنموذج المقترح:

بُنيت صورة مبدئية للنموذج بالاستفادة من الدراسات السابقة والأدب التربوي في (STEM) و(STEAM) و(STREAM)، مع تحديد متطلباته ومراحله وتسلسلها. كما أُعدّ دليل إرشادي لشرح كيفية تطبيق النموذج، وذلك وفقًا للآتي:

أ–مرحلة تحديد العناصر الأساسية لبناء النموذج المُقترح:

في هذه المرحلة حُددت العناصر الأساسية لبناء النموذج المُقترَح، منها الاطلاع على الدراسات السابقة في (STEM) و(STEAM) و(STREAM)، مع تحديد مكونات النموذج بما يبرز تكامل التخصصات الستة لتحقيق هدف البحث. كما تضمنت تحديد سمات النموذج المتعلقة بحياة الطالبات ومشكلات العالم الواقعية، والاعتماد على النمذجة ومشاريع حل

المشكلات المفتوحة لتعزيز التكامل بين التخصصات. رُوعي خصائص الطالبات في المرحلة الثانوية من الناحيتين العقلية والاجتماعية، مثل الفضول وحب الاستقلال. كما اقتصر استخدام الإنجليزية للإشارة إلى المفاهيم العلمية مع ترجمة النصوص والمصادر إلى العربية. جرى تحديد العقبات المحتملة وتقديم حلول لها، وتحليل المصادر المتاحة في ظل جائحة كورونا واحترازات السلامة.

ب-مرحلة الإعداد للتنفيذ:

بنى الباحثان تصورًا لمتطلبات النموذج ومراحله وتسلسله، مع إعداد دليل إرشادي؛ لتوضيح تطبيقه ومساعدة الخبراء في فهم النموذج خلال مرحلة التطوير. كما حصل الباحثان على الموافقات الرسمية لتطبيق البحث من لجنة أخلاقيات البحث بجامعة الملك سعود، وخطاب تسهيل المهمة، ثم تحول الباحثان إلى مرحلة تنفيذ البحث. ويمثّل الشكل (٣) هيكل النموذج في هذه المرحلة.

شكل (٣) النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM) في صورته المبدئية.

يتكوّن النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM) في صورته الأولية من المراحل الآتية:

- **مرحلة بناء المعرفة:** حيث يُختار تطبيق عملي يتكامل مع تخصّصات .(STREAM) يتم تقديم نصوص علمية لتحفيز القراءة، يليها أنشطة علمية لاستيعاب المفاهيم العلمية باستخدام التقنية، مثل: برامج المحاكاة. وتتعلم الطالبات تطبيق القوانين الرياضية، وتوظيف الفنون مثل طي الورق بدقة لإنشاء تصاميم هندسية متعلقة بالدرس، مما يتيح بناء معرفة جديدة ومتكاملة.
- **مرحلة العمل الذهني:** حيث تناقش الطالبات مشكلة مرتبطة بالموضوع ويستخدمون العصف الذهني لتوليد حلول إبداعية، يتم تحليلها واختيار الأفضل منها. وتشجَّع الطالبات على توظيف معارفهم بشكل مبتكر لتطوير حلول فعّالة.
- **مرحلة التنفيذ:** تترجم المتعلمات أفكارهن إلى نماذج أولية باستخدام مواد صديقة للبيئة، مع تحسين تصاميمهن بناءً على المعرفة المتكاملة. تضيف هذه المرحلة قيمة عبر الابتكار وإضفاء اللمسات الفنية.
- **مرحلة التقويم:** تعرض المجموعات نماذجها على أقرانها لتبادل الآراء، حيث يقيّمن أعمال بعضهم البعض لتطوير وتحسين التصاميم، مع تعزيز مهارات النقد البناء وتقبّل الأفكار.

ت–التخطيط لتطبيق النموذج المبدئي:

تم بناء خطة مفصلة لتطبيق النموذج المقترح لتدريس موضوع السقوط الحر في منهج الفيزياء١ على مدار ثلاث حصص باستخدام مصادر تعليمية متنوعة، شملت: كتاب الطالبة ودليل المعلمة والمراجع العلمية. وتضمنت الوسائل التعليمية النماذج ومقاطع الفيديو وأوراق العمل وركز النموذج على تكامل تخصصات STREAM، حيث شملت القراءة قراءة نصوص علمية حول القفز المظلي وتطبيق استراتيجية القراءة المتعمقة. وشملت العلوم تنفيذ أنشطة استقصائية لتوضيح مفهوم السقوط الحر. في حين أن التقنية شملت استخدام تطبيقات محاكاة، مثل: تطبيقات فيت "PhET" لملاحظة تأثير الجاذبية. أما الرياضيات فتم توظيفها عبر تقديم مسائل لتحديد تسارع الجاذبية الأرضية. في حين أن دمج الهندسة تم عبر تصميم نموذج مظلة للقفز، أما دمج الفن فتم عبر تصميم سلة مظلة باستخدام فن طي الورق. ويوضح الجدول (١) الخطة التفصيلية للتطبيق.

جدول (١) الخطة التفصيلية لتطبيق النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM) في صورته المبدئية.

الفصل الثالث	الحركة المتسارعة	
اسم الدرس	السقوط الحر (Free Fall)	
عدد الحصص	٣	
مصادر التّعلم	كتاب الطالبة– دليل المعلمة– مراجع علمية.	
الوسائل التعليمية	النماذج– مقاطع الفيديو – أوراق العمل.	
الأهداف التعليمية	بعد الانتهاء من الدرس، تكون الطالبة قادرة على أن:	
	العلوم S	•تُعرّف التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية.
	التقنية T	•تستخدم تقنية محاكاة (فيت Phet) للسقوط الحر.
	القراءة R	•تقرأ عن القفز المظلى.
	الهندسة E	•تصمّم مظلة قفز (براشوت Parachute).
	الفن A	•تصنع سلة مظلة القفز باستخدام فن طى الورق (أوريجامى Origami).
	الرياضيات M	•تحل مسائل تتضمّن أجسامًا تسقط سقوطا حرًّا.
المفردات	•السقوط الحرّ. •التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية.	
الأفكار الرئيسة للدرس	•السقوط الحر: هو حركة جسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية فقط، وبإهمال تأثير مقاومة الهواء. •التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية: هو تسارع جسم يسقط سقوطًا حرًّا نتيجة تأثير جاذبية الأرض فيه. •التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية يساوى $9.80\ m/s^2$ فى اتجاه الأسفل، وتعتمد إشارته فى المعادلات على النظام الإحداثى الذى أختير. •تستخدم معادلات الحركة بتسارع ثابت فى حلّ مسائل تتضمّن الأجسام التى تسقط سقوطًا حرًّا.	

إجراءات سير الدرس				
المرحلة	تخصّصات ستريم	دور المعلم	دور المتعلم	الزمن
بناء المعرفة	القراءة	• تقديم نص القراءة عن الهبوط المظلى. • حثّ الطالبات على تطبيق استراتيجية القراءة المتعمّقة على النص المقروء. • متابعة الطالبات وتوجيههن.	•قراءة النص بتركيز. (فردي) •تطبيق استراتيجية القراءة المتعمّقة والإجابة عن ورقة العمل (١). (جماعي)	١٠د
	العلوم	• تقديم نشاط (١)؛ لاستقصاء أيهما أسرع سقوطًا: كرة البولينغ أو الريشة.	•تنفيذ نشاط (١) (جماعى). •تنفيذ نشاط (٢) (جماعى). •مشاهدة الفيديو والنقاش	٣٠د

إجراءات سير الدرس				
المرحلة	تخصّصات ستريم	دور المعلم	دور المتعلم	الزمن
		• تقديم نشاط (٢)؛ لاستنتاج مفهوم السقوط الحر. • مناقشة حول قفزة فيليكس. • متابعة الطالبات وتوجيههن. • معالجة المفاهيم الشائعة (غير الصحيحة).	(جماعى).	
	التقنية	• تقديم نشاط (٣)؛ لملاحظة تأثير الجاذبية الأرضية فى سقوط الأجسام. • تقديم نشاط (٤): كيف تتدحرج الكرة؟	•الدخول على الموقع والتطبيق https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/ideal-gas/latest/ideal-gas.html?simulation=balloons-and-buoyancy&locale=ar_SA	١٠د
	الريا ضيات	• تقديم نشاط (٥)؛ لإيجاد قيمة تسارع الجاذبية الأرضية. • تقديم نشاط (٦)؛ لحساب تسارع سقوط كرة.	•تنفيذ نشاط (٥) (فردي). •تنفيذ نشاط (٦) (جماعي).	١٥د
	الهندسة	• تقديم ورقة عمل (٢)؛ بهدف تصميم نموذج مظلة للسقوط الحر.	•العمل على تصميم النموذج، بالاستفادة من ورقة العمل.	٣٠د
	الفن	• تقديم ورقة عمل (٣)؛ لتصميم سلة المظلة باستخدام فن طي الورق.	•العمل على تصميم النموذج، بالاستفادة من ورقة العمل.	١٠د

إجراءات سير الدرس				
المرحلة	تخصّصات ستريم	دور المعلم	دور المتعلم	الزمن
مرحلة العمل الذهني		• طرح الموقف الآتى، وحثّ الطالبات على الإجابة عن الأسئلة الآتية: لو قفز مظليّ من طائرة، ولم ينجح لسبب ما فى فتح مظلتيه الأساسية والاحتياطية. • ما الأخطار التى قد تنتج عن هذا الموقف؟ • اقترحى حلولًا للحدّ من تكرار مثل هذه الحادثة. • اختاري أفضل هذه الحلول، ثم ارسميه. • وضحى خصائص نموذجك المطوّر.	•المشاركة فى العصف الذهنى. •حل ورقة العمل. •رسم الأفكار المقترحة.	١٥د
مرحلة التنفيذ		• حثّ الطالبات على تصميم النموذج المطوّر أو التعديل على النموذج السابق. • حثّ الطالبات على ذكر وتحديد طرق بناء تصاميمهن، والحرص على جعل تصاميمهن جذّابة. • تشجيع الطالبات على التحوّل والتفصيل وتعديل الأفكار عند الحاجة.	•تصميم النموذج المطور أو التعديل على النموذج السابق. •ذكر وتحديد طرق بناء تصاميمهن، والحرص على جعل تصاميمهن جذابة. •التحوّل والتفصيل وتعديل الأفكار عند الحاجة.	٢٠د
مرحلة التقويم		• تنظيم طريقة عرض الطالبات لأفكارهن والتواصل مع أقرانهن.	•عرض التصاميم والتعريف بها. •تقييم تصاميم بقية الأقران.	١٠د

ثانيًا– بناء الصورة الأولية للنموذج المقترح:

أجريت مقابلات فردية مع (١٢) مشاركًا يمثلون عينة البحث من ذوي الخبرة الأكاديمية، ثم فرغت البيانات، وحللت باستخدام تحليل البُنى، مما أدى إلى تصنيفها ضمن ثلاث فئات، هي: تكامل تخصّصات (STREAM)، مراحل النموذج المقترح، ودور المعلمة والمتعلمة في النموذج، كما يلي:

تكامل تخصّصات (STREAM):

ظهرت تخصّصات (STREAM) بشكل مناسب في الصورة المبدئية للنموذج المُقترَح، حيث أشار جميع المشاركين إلى أن تمثيل التَّخصُّصات في النموذج المُقترَح كان تمثيلًا عادلًا. وعلى سبيل المثال، ذكر (خ٥) أن "*هناك تناسبًا وتكاملًا بين جميع المجالات، ولكل مجال نفس القيمة والأهمية، بخلاف ما هو معتاد عليه في الأبحاث العلمية، التي غالبًا ما تركّز على تكامل مجال أو مجالين بشكل محوري*". وذكرت (م٤) أن "*تسلسل ظهور المجالات بهذا الترتيب– من وجهة نظري– مناسب وشامل ومؤدٍ للغرض من النموذج المُقترَح*".

وقد أشار تسعة مشاركين إلى أنه من الصعب الفصل بين هذه التَّخصُّصات كما ظهر في النموذج المُقترَح، فالتخصّصات متداخلة ومتكاملة في أغلب مراحل النموذج المُقترَح، بحيث يصعب تحديد تفرّد أي تخصص في كل مرحلة. وفي مجال التقنية ذكر (خ٢) أن "*التقنية لا تتوقّف على برامج المحاكاة فقط، كما ظهر في الصورة المبدئية، وإنما تتجاوز ذلك إلى مقاطع الفيديو والصور والوسائط المتعددة وغيرها؛ وهو ما يعطي مجالًا أوسع لظهور التقنية في معظم مراحل النموذج وليس فقط هذه المرحلة*". وفي الرياضيات ذكرت (م٥) أن "*حل المسائل الرياضية في حدّ ذاته؛ يعدّ مساهمة من الرياضيات في هذا النموذج؛ إلا أنها أيضًا تدخل في حسابات التصميم الهندسي، ويمكن استخدام برنامج الجيوجيبرا والآلة الحاسبة البيانية في الرسم البياني وهي تقنية*". واتفقت (م٥) مع (خ٢) و(خ٤) في أنه من الصعب عزل التقنية عن التصميم الهندسي والرياضيات، فهذه التَّخصُّصات موجودة في كل المراحل تقريبًا، وليس في مرحلة البناء المعرفي فقط. وذكر (خ٥) أن "*الأورجامي من الفنون التي يتم استخدامها بكثرة؛ لأن فيها رياضيات وهندسة من حيث تصميم الزوايا؛ إلا أنه لا يمكن حصر الفن في هذا النوع فقط*". وفي الهندسة أشار (خ٤) إلى أنه "*لا يمكن الفصل بين الهندسة والرياضيات وأحيانًا الفن، باعتبارهم متداخلين ومكملين لبعضهم البعض*".

ورأى المشاركون من ذوي الخبرة الميدانية أن تحقيق تكامل التَّخصُّصات قائم على خبرة المعلمة وتمكّنها من المادة العلمية، وكيفية الاتصال بين التَّخصُّصات؛ الأمر الذي سيساعدها على اختيار الموقف الأكثر مناسبة للدرس، حيث تساءلت (م٣): "لو اخترت أنا كمعلمة مشكلة معينة، واكتشفت وأنا أعطي الدرس أنها غير مناسبة، أو أنه فيه موقف آخر أفضل منها؛ كذا ضيّعت حصة! لازم يكون عندي خبرة". كما أشار (ش١) إلى أن معرفة المعلمة الهندسية لها دور رئيس في انتقاء أفضل المواقف؛ تحقيقًا لهدف الدرس، وعدم وجود خلفية مُسبقة لدى المعلمة عن التصميم الهندسي وخطواته، قد يكون له أثر سلبي في تحقيق التكامل.

وبالإضافة إلى هذا؛ فإن تحقيق تكامل التَّخصُّصات في النموذج المُقترَح مرتبط بموضوعات الفيزياء التي ستُدرس، والتي قد تسمح بتكامل جميع تخصّصات (STREAM) أو بعضها، وقد أشار ستة مشاركين إلى أهمية إضافة مسار لتلك الدروس التي لا تتضمّن تكاملًا في جميع تخصّصات (STREAM). فالنموذج لا يوضّح كيفية التعامل مع مثل هذه الدروس التي لا ينطبق عليها التكامل، حيث ذكر (خ٢) أنه *"لا بد من وضع حل لهذه الدروس التي لا تستطيع المعلمة معالجتها بطريقة تكاملية، إذا كنتِ ترغبين بنموذج عام للفيزياء"*.

مراحل النموذج المُقترَح:

أبدى معظم المشاركين موافقتهم على مراحل النموذج المُقترَح في صورته المبدئية؛ كونها تحقّق هدفه، حيث أشار عشرة مشاركين إلى أن مراحل النموذج بهذا الترتيب كانت مناسبة بشكل عام، ومؤدية للغرض منه. كما قدّم أفراد العينة بعض المُقترحات التطويرية، ففي مرحلة بناء المعرفة، اتفق جميع المشاركين على أهمية هذه المرحلة لظهور تخصّصات (STREAM) بها. كما أشار تسعة مشاركين إلى كون القراءة مدخلًا جيدًا لبداية الدرس، بينما رأى (خ٤) أن مرحلة بناء المعرفة قد تكون بداية غير جاذبة للطالبات، واقترح إضافة مرحلة سابقة أكثر جذبًا لموضوع الدرس، حيث ذكر أن *"أي حصة أو درس يحتاج المعلم فيه لجذب الطلاب، ما ينفع يبدأ معهم مباشرة بالمفاهيم العلمية، لازم يكون فيه مرحلة لجذبهم وإدخالهم في جو الدرس"*. وأيّدت ذلك ما ذكرته (م١): *"من الصعب بدء الدرس هكذا، لا بد من شيء يجذب الطالبات، خصوصًا إنهم كانوا في حصة سابقة مع مادة مختلفة"*.

وأشار (خ٣) و(م٣) إلى أن الطالبات في هذا المرحلة لديهن خلفية مناسبة عن إستراتيجيات القراءة المتعمّقة، حيث سبق لهن دراستها وتطبيقها في المرحلة المتوسطة؛ وبالتالي ستكون القراءة في هذه المرحلة مفيدة لهن. وفي العلوم اتفقت (خ١) و(م١) على أهمية هذا المجال في النموذج المُقترَح بشكل خاص؛ نظرًا لكونه يتضمّن المفاهيم العلمية التي ينبغي دراستها. وأشارت (خ١) إلى أهمية تضمين معايير المعرفة العلمية والأنشطة العلمية والتجارب العلمية في هذه المرحلة. وذكرت (م٢) أن *"الطالبات سبق ودرسوا في المرحلة المتوسطة بعض البرامج المساعدة على التصميم الهندسي مثل: سكراتش، ومستوى الطالبات في التقنية بشكل عام أفضل؛ لأن التعليم عن بعد أثناء جائحة كورونا أعطاهم مجالًا للتعامل والتفاعل مع الأجهزة بشكل أكبر"*.

أما الفن؛ فينبغي أن يكون مقصودًا بذاته، وله هدف ينبغي أن يظهر في النموذج، وألا يكون دخوله عرضيًّا بهدف الجمال فقط، حيث ذكرت (خ٥) أنه *"لا بد لنجاح الفن في النموذج تفعيله بشكل هادف، وليس فقط كإضافة تتضمّن الجانب الجمالي"*. وأشارت (م٤) إلى أن

"الطالبات درسوا في التربية الفنية صور كثيرة من الفن البصري، يعني هذي فرصة للطالبة لتطبيق اللي تعرفت عليه في المادة".

أما مرحلة العمل الذهني، فقد أشار سبعة مشاركين إلى أن مسمّى العمل الذهني يُشير إلى اقتصار المرحلة على التفكير، بينما التفكير عملية مستمرة من بداية النموذج، ولا يمكن حصرها في مرحلة معينة. وذكر (خ٢) أن *"الرسم عمل يدوي وليس ذهنيًا فقط، وتم ضمه في مرحلة العمل الذهني!"*. كما ذكر (خ٤) أن "*خطوات التصميم الهندسي بدأت في هذه المرحلة، وقد يكون التصميم الهندسي مستمرًا من أول مرحلة في النموذج*".

وفي مرحلة التنفيذ، رأى (ش١) أن "*مرحلة التنفيذ بدأت من المرحلة السابقة في الرسم*"، واتفق تسعة مشاركين على أنه يمكن إعادة النظر في دمج مرحلتي العمل الذهني والتنفيذ، حيث أشار (م١) و(ش١) إلى أنه يمكن الدمج بين هاتين المرحلتين، فكلاهما يشير إلى التنفيذ.

واتفق المشاركون على كون مرحلة التقويم مناسبة، مع ضرورة وضوح معايير التقويم في كل مرحلة من مراحل النموذج المُقترَح. وذكر (خ١) أنه *"مهم جدًّا ذكر معايير التقويم من المرحلة الأولى في النموذج، وأنها تكون واضحة للمعلمة والطالبة"*.

دور المعلمة والمتعلّمة في النموذج المُقترَح:

اتفق جميع المشاركين على أن دور المعلمة والمتعلمة كان واضحًا في جميع مراحل النموذج المُقترَح. وقد ساعد الدرس التطبيقي– في الدليل الإرشادي المرافق للنموذج المُقترَح– على وضوح هذه الأدوار بالنسبة للخبراء المشاركين. وعلى سبيل المثال، ذكرت (خ٣) *"في الدرس التطبيقي واضح دور المعلمة والطالبة كما ذكر النموذج"*، وذكر (خ٢) *"بشكل عام في كل مرحلة يظهر أن هناك دورًا للمعلمة كموجهة للطالبات، ثم يظهر دور الطالبات كاستجابة لما طلبته المعلمة منهم"*.

وتمكّن المعلمة من أداء دورها بشكل سليم داخل الفصل؛ ما هو إلا أحد نتائج تخطيطها الجيد للدرس. فقد رأى ثلاثة مشاركين من ذوي الخبرة الأكاديمية؛ أن المعلمة لا تحتاج إلى معرفة ومهارات أكثر مما لديها لتخطّط مثل هذه الدروس التكاملية، وأن أي جوانب قصور لديها تستطيع معالجتها بالاستعانة بزميلاتها في التَّخصُّصات الأخرى. بينما رأى جميع المشاركين من ذوي الخبرة الميدانية، أن نجاح تطبيق النموذج يعتمد بشكل كبير على معرفة المعلمة الهندسية والتقنية، التي تساعدها على إعداد الدرس والتخطيط له، واختيار أدوات الأنشطة الأكثر تحقيقًا لأهداف الدرس، وفق ميزانية غير مكلّفة ما أمكن.

وأشار ثمانية مشاركين إلى أن دور المعلمة من حيث كونها متابعة لتطبيق مراحل النموذج، والمسؤول الأول عن حلّ المشكلات التي تطرأ داخل الفصل؛ يتطلّب منها إدارة جيدة

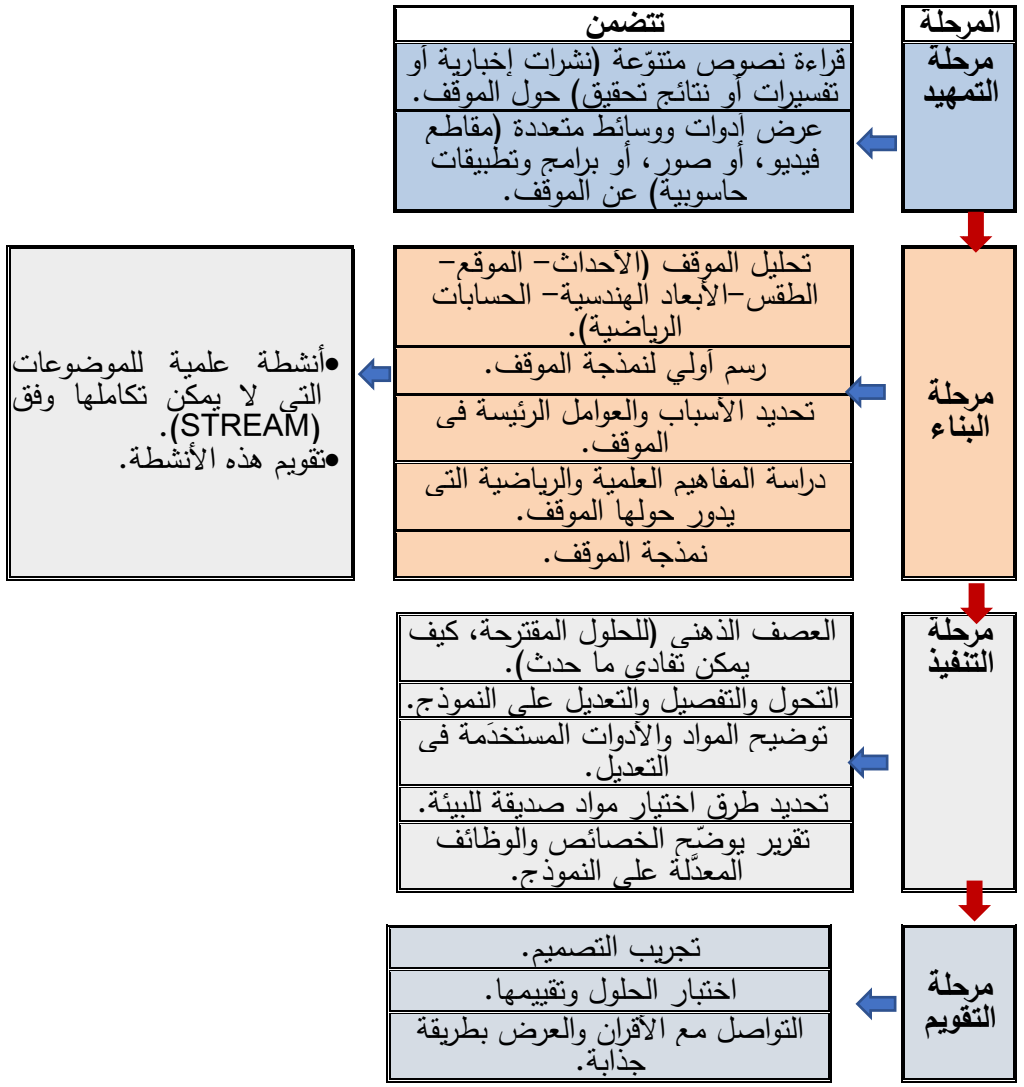
للفصل، ولزمن الحصة، والالتزام بالوقت المحدد كما هو مخطط له. بينما أشار (خ٤، خ٥، م١، م٥) إلى أن تحديد زمن معين للتعلّم في كل مرحلة؛ قد لا يخدم هدف البحث، ويكفي التزام المعلمة بعدد الحصص المقررة لكل درس، حيث ذكرت (م١) أن "*دور الطالبة في النموذج لا يحتاج إلى تحديد زمن بدقة، كل مرحلة إذا انتهت منها بدأت في المرحلة اللي بعدها، ولازم تكون أنهت المرحلة السابقة تمامًا*".

أما عن دور الطالبة في النموذج المُقترَح، فقد أشار سبعة مشاركين إلى الحاجة للتطبيق العملي للنموذج؛ للحكم عليه بشكل أفضل، حيث ذكرت (م٣) أن "*الموضوع يحتاج إلى تجربة للحكم عليه؛ لأنه يعتمد على الطالبات، ويختلف من فصل إلى فصل*". واتفق المشاركون على أن تغير دور الطالبة في حصة الفيزياء لتكون متفاعلة بشكل أكبر من المعتاد؛ قد يساعد على تكوين اتجاهات إيجابية لديهن نحو مقرر الفيزياء. وذكرت (م١) "معظم الطالبات يكون عندهن خوف وعدم تقبّل للفيزياء؛ رغم أنهن أول مرة يدرسنه كتخصص، رهبة الفيزياء ممكن تتغير مع تطبيق النموذج". ويجد تسعة مشاركين في النموذج المُقترَح فرصة لاكتساب الطالبات لمهارات القرن الحادي والعشرين، حيث ذكرت (م٤) "*العمل بشكل جماعي وتوزيع الطالبات في مجموعات، هذا بحد ذاته بنائية اجتماعية؛ لأنها تركّز على العمل التعاوني بشرط توزيع الأدوار صح فيما بينهم*".

وبالاعتماد على النتائج السابقة، فقد توصّل الباحثان بعد الانتهاء من جمع البيانات وتحليلها في مرحلة التطوير الأولى إلى التعميم الآتي: قابلية استخدام الصورة المبدئية للنموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM)؛ لتدريس الفيزياء خلال المرحلة الثانية من تطوير النموذج، بعد إجراء بعض التعديلات عليه. وفيما يأتي تلخيص لهذه التعديلات التي أُدخلت على النموذج المُقترَح لتطويره إلى صورته الأولية:

١- عدم الفصل بين تخصّصات (STREAM) في النموذج المُقترَح؛ كونها متداخلة ومتضمّنة في أكثر من مرحلة.
٢- جعل الهدف من الفن شاملًا، وعدم اقتصاره على فن طي الورق، وعدم اقتصار التقنية على برامج المحاكاة.
٣- إضافة مرحلة التمهيد؛ بهدف جذب الطالبات لموضوع الدرس.
٤- تغيير مسمّى مرحلة البناء المعرفي إلى مرحلة البناء؛ لعدم اقتصار المرحلة على المعرفة.
٥- حذف مرحلة العمل الذهني، وإعادة توزيع خطواتها وتنظيمها على مرحلتي البناء والتنفيذ؛ لتشمل التفكير الذهني والعمل اليدوي.
٦- إضافة مسار لبعض الدروس التي لا يمكن تكاملها وفق مدخل (STREAM).

وبذلك تكوّن النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM) في صورته الأولية من أربع مراحل، وهي: مرحلة التمهيد، ومرحلة البناء، ومرحلة التنفيذ، وأخيرًا مرحلة التقويم. ويمثّل الشكل (٤) هيكل النموذج في هذه المرحلة.



شكل (٤): النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM) في صورته الأولية.

- **مرحلة التمهيد:** يُختار موقف عملي يتكامل مع تخصّصات (STREAM) حيث يتم تقديم نصوص علمية حوله (نشرات إخبارية أو تفسيرات أو نتائج تحقيق) لتحفيز القراءة. بالإضافة

إلى عرض أدوات ووسائط متعددة (مقاطع فيديو، أو صور، أو برامج وتطبيقات حاسوبية) عن الموقف.

- **مرحلة البناء:** تحليل الموقف من حيث (الأحداث– الموقع– الطقس–الأبعاد الهندسية– الحسابات الرياضية)، يساعد المتعلمات في التوصل إلى رسم أولي لنمذجة الموقف. وبالتالي؛ القدرة على تحديد الأسباب والعوامل الرئيسة في الموقف. كما أن دراسة المفاهيم العلمية والرياضية التي يدور حولها الموقف تساعد في بناء النموذج الأولي.
- **مرحلة التنفيذ:** تسهم جلسات العصف الذهني والتساؤل حول كيف يمكن تفادي ما حدث؟ في التوصل للحلول المقترحة. ويستطعن المتعلمات اتخاذ قرارهن بشأن التحول والتفصيل والتعديل على النموذج. وبذلك تترجم المتعلمات أفكارهن إلى نماذج أولية باستخدام مواد صديقة للبيئة، مع تحسين تصاميمهن بناءً على المعرفة المتكاملة. تضيف هذه المرحلة قيمة عبر الابتكار وإضفاء اللمسات الفنية.
- **مرحلة التقويم:** تجرب المتعلمات تصاميمهن ويختبرنها بأنفسهن، كما تعرض المجموعات نماذجها على أقرانها لتبادل الآراء، حيث يقيّمن أعمال بعضهن البعض لتطوير وتحسين التصاميم، مع تعزيز مهارات النقد البناء وتقبّل الأفكار.

ثالثًا– بناء الصورة النهائية للنموذج المقترح:

طُبّق النموذج المُقترَح في صورته الأولية على صفٍ دراسي لطالبات السنة المشتركة في المرحلة الثانوية (الصف الأول الثانوي). وتمت ملاحظة الطالبات والمعلمة طيلة فترة التدريس التي تضمنت عشر حصص دراسية لمدة أسبوعين متتالين. وقد أدّى تحليل البُنى للبيانات إلى تصنيفها ضمن ثلاث فئات: تكامل تخصّصات (STREAM)، ومراحل النموذج المُقترَح، ودور المعلمة والمتعلمة في النموذج المُقترَح، كالآتي:

تكامل تخصّصات (STREAM):

حقّق النموذج المُقترَح فكرة تكامل التَّخصُّصات عند اختيار موقف أو حدث علمي مناسب، فعندما حاولت المعلمة تضمين التَّخصُّصات في موقف لا يحتاج إلى سياقات أخرى داعمة له؛ أصبح التَّعلُّم منفصلًا. وقد لاحظ الباحثان انفصال الطالبات عن هذا الموقف، وبدأن العمل في نشاط كل تخصّص على حدة، بخلاف ما حدث عند اختيار موقف آخر تظهر به تخصّصات (STREAM) بشكل طبيعي. وعلى سبيل المثال، فعند اختيار المعلمة نمذجة الحزام الناقل لزجاجات المياه داخل أحد المصانع؛ ظهر تكامل التَّخصُّصات بشكل طبيعي بوصفها حاجة إلى إكمال المشروع. فالطالبة بحاجة إلى حساب السرعة بوصفها مفهومًا فيزيائيًّا، وحساب أبعاد الحزام الناقل وزجاجات المياه بوصفها مفاهيم رياضية. بالإضافة إلى عملهن على التصميم

الهندسي، واستخدامهن للتقنية والأبعاد الفنية للحزام الناقل، مع حاجتهن إلى القراءة حول مكوّناته وآلية عمله. وقد لاحظ الباحثان كذلك دور خبرة المعلمة، وقدرتها على الربط بين التَّخصُّصات عبر ملاحظة التحسُّن في اختيار الموقف والأنشطة المصاحبة له، مع استمرار تطبيق النموذج؛ إذ لوحظت التعديلات التي قامت بها المعلمة على تخطيطها للدروس. فمثلًا حذفت المعلمة بعض الأنشطة التي أعدّتها لحصص الأسبوع الثاني من التطبيق، واستعانت بنشاط واحد يحقّق التمثيل العادل للتخصّصات بشكل طبيعي– ما أمكن– داخل الفصل.

ولأن معظم موضوعات الفيزياء تسمح بالتكامل بين تخصصين أو أكثر، ولا يُشترط أن يتوافر فيها التَّخصُّصات الستة لـ(STREAM)؛ فقد استنتج الباحثان من ملاحظاتهما في أثناء التطبيق أن مسار الدروس التي لا تدعم التكامل في النموذج المُقترَح؛ هو في الحقيقة مسار لا يدعم التمثيل الكامل لتخصّصات (STREAM)، بينما يمكنه أن يدعم التكامل بين تخصصين على الأقل؛ ومن ثمّ يمكن تعديل المسار ليصبح موجّهًا إلى الأنشطة ذات مستوى تكامل بين تخصصين أو أكثر من تخصّصات (STREAM)، وليس جميع التَّخصُّصات.

مراحل النموذج المُقترَح:

واجه الباحثان بعض التحديات في أثناء مرحلة تحليل البيانات بالنسبة لمراحل النموذج المُقترَح؛ نظرًا لكون هذه المراحل متداخلة ومترابطة مع بعضها، ويصعب تحليل كل مرحلة منها بشكل مستقل. ففي مرحلة التمهيد، ظهر اهتمام المعلمة بتوجيه الطالبات إلى قراءة نصوص مختلفة كالنشرات الإخبارية، أو نتائج التحقيقات حول الحدث أو الظاهرة العلمية التي اختارتها؛ لكنَّ عددًا من الطالبات لم يُظهرن تجاوبًا في أثناء هذه المرحلة، حيث أجابت إحدى الطالبات عن سؤال المعلمة حول عدم مشاركتها في القراءة بقولها: *"تعبنا من الحصة اللي كانت علينا قبل"*. كما تكرّرت رغبة بعض الطالبات في زيادة الوقت المسموح لهن بإعادة القراءة، فمثلًا برّرت إحداهن سبب حاجتها إلى المزيد من الوقت بانشغال ذهنها في بداية الدرس. وعند عرض مقاطع فيديو أو برامج محاكاة حول الحدث نفسه؛ زاد تفاعلهن وبدأن في طرح تساؤلات ذُكرت إجابتها في النصوص المعروضة عليهن سابقًا؛ مما دعا الباحثان إلى استنتاج أن البدء بالقراءة لم يحقّق هدف هذه المرحلة؛ وهي التمهيد للدرس. وقد لاحظ الباحثان تكرار استخدام المعلمة لكلمة "تنطلق" تعبيرًا عما يتم في مرحلة التمهيد، مما دعا الباحثان لتغيير مسمى المرحلة إلى مرحلة الانطلاق التي تعبر أكثر عما يتم خلال هذه المرحلة.

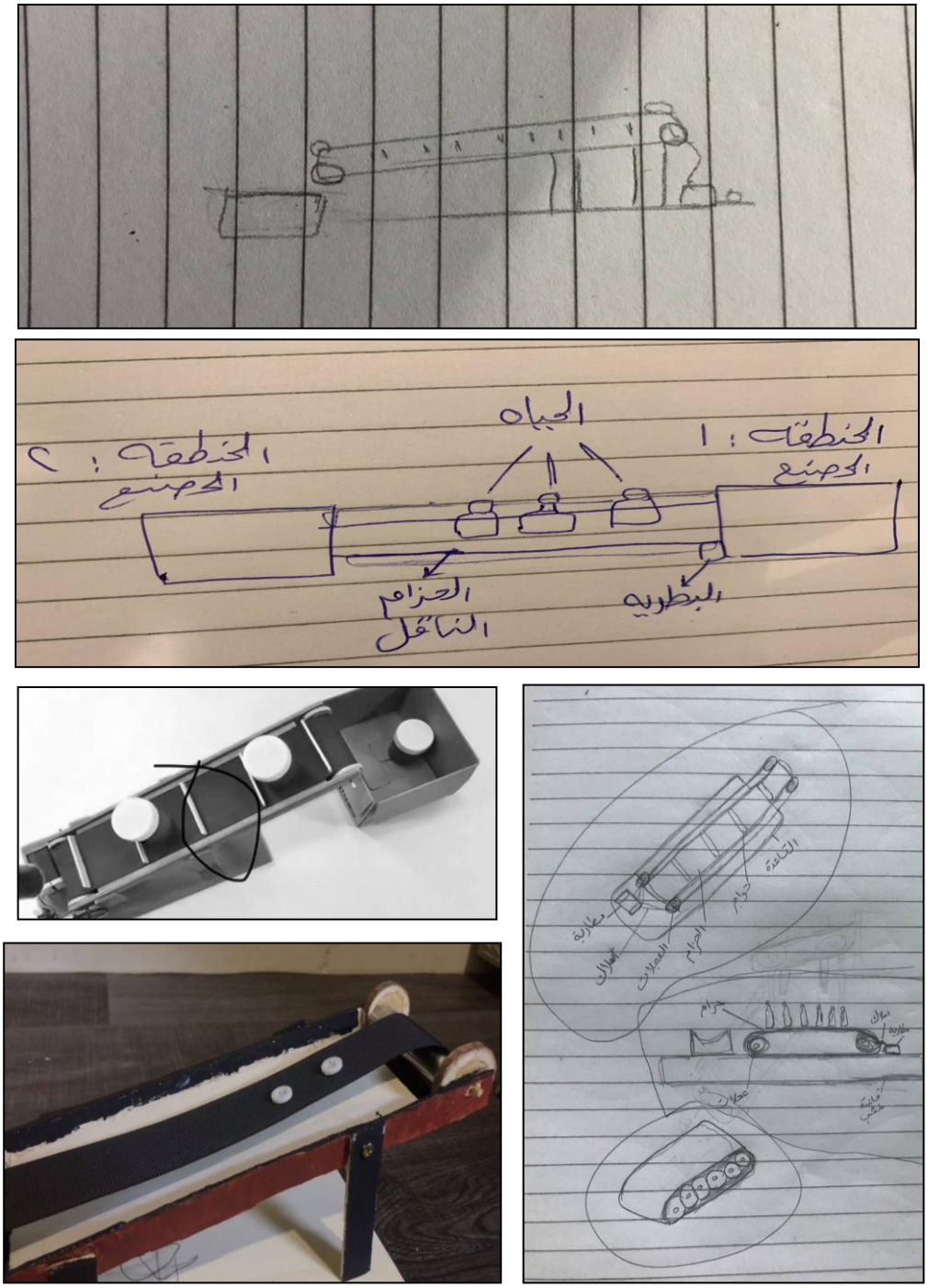
أما في مرحلة البناء، فقد تضمّنت هذه المرحلة تدريس معظم المفاهيم العلمية المرتبطة بتخصّصات (STREAM)، وقد لاحظ الباحثان عودة الطالبات إلى قراءة النصوص؛ لاستيعاب الموقف بشكل أفضل، كما لاحظ الباحثان أن المعلمة استعانت بأنشطة علمية داعمة،

إما لمساعدة الطالبات على تعديل المفاهيم البديلة، أو اكتساب بعض المفاهيم العلمية التي لم تُستوعب بشكل جيد في أثناء تطبيق النموذج المُقترَح. وكرّرت المعلمة ذكر ذلك في أثناء الدرس بقولها: "*أخذنا هذي الأنشطة حتى تفهموا أكثر، ولأن هذي الأنشطة مقررة عليكم*". كما لاحظ الباحثان حماس الطالبات في الرسم الأولي لنمذجة الموقف من نقاشهن وتنافسهن على الدقة في الرسم. فمثلًا، في أثناء نقاش إحدى المجموعات حول من ترسم التصميم الأولي، فأشرن إلى ضرورة قيام زميلتهن (جود) بذلك؛ لتميّزها ودقتها في الرسم، وهذا يسمح لهن باكتساب نقاط أكثر في التقييم.

وكان من اللافت حماسهن في تحديد الأسباب والعوامل المؤثرة في الموقف المُعطى في أثناء مرحلة البناء، من ارتفاع أصواتهن، وحاجة المعلمة إلى إدارة الفصل في هذه المرحلة بشكل أكبر. وقد عبر بعض الطالبات عن سعادتهن في أثناء نمذجة الموقف. وعلى سبيل المثال، ذكرت إحدى الطالبات لمعلمتها في أثناء هذه المرحلة: "*يا أبلة، أحسّ إني المحقّق كونان*".

وفي مرحلة التنفيذ، تنوّعت أفكار الطالبات في الحلول المُقترحة؛ لتفادي تكرار ما حدث في الموقف المُعطى، وظهر التفاوت بينهن في جودة الأفكار ووفرتها. كما ظهرت اختلافات الرأي بينهن حول ما يجب تعديله على تصاميمهن السابقة. وأشارت بعض الطالبات إلى كون الأدوات الموجودة– والمُعدّة سابقًا من قِبل المعلمة– تحدّ من قدرتهن على التعديل. ولاحظ الباحثان تحوّل الطالبات من الإجابات السريعة المختصرة، إلى التأني والتجريب بالرسم والتفكير العميق من أجل اتباع الإجابة بأسباب منطقية وحلول مقنعة؛ رغبة منهن في التميز واختيار فكرتها لتطبيقها.

وفي مرحلة التقويم، ظهر التوتر على عدد من الطالبات؛ نتيجة الخوف من الفشل؛ لكن حرص المعلمة على الحيادية في تقييم أعمال الطالبات باستخدام أداة تقييم اطلعن عليها؛ أسهمت في تخفيف هذا التوتر. كما أسهم إشراكهن في تقييم أعمال أقرانهن وتجريب أعمالهن– ما أمكن– في دعم مواطن القوة وتعزيزها، والاستفادة منها في تعديل مواطن الضعف وتحسينها، وطالب بعض الطالبات بسرعة التقييم؛ لتصحيح الأخطاء مباشرة. كما أن التغذية الراجعة المُقدَّمة من المعلمة، وتوجيهها لكل مجموعة؛ ساعد على التركيز وسرعة الإنجاز، وعدم ضياع الوقت. ويوضّح الشكل (٥) مراحل التطور في تنفيذ أحد الدروس وفق مدخل (STREAM)، حيث يظهر التطور والتحسن في تصاميم إحدى المجموعات من مرحلة الرسم الأولي إلى مرحلة التنفيذ والتقويم.



شكل (٥): مراحل التطور في تنفيذ أحد الدروس وفق مدخل (STREAM).

دور المعلمة والمتعلّمة في النموذج المُقترَح:

يظهر النموذج المُقترَح دور المعلمة والمتعلّمة بشكل مناسب ومتوافق مع مراحله، حيث لاحظ الباحثان تمكّن المعلمة المُطبّقة من التخطيط للدرس، بوصفه من أهم أدوارها، وقد ظهر ذلك من تحقّق أهداف الدرس التي عُرضت للطالبات في كل حصة، التي تتوافق مع مدخل (STREAM). كما ظهر ذلك من خلال المواقف التي اختارتها، والتي يمكن نمذجتها ويظهر فيها تكامل التَّخصُّصات ما أمكن. وظهرت خبرتها في التخطيط؛ للكشف عما لدى الطالبات من معرفة سابقة حول الدرس، وما لديهن من مفاهيم بديلة، وكيف يمكن معالجتها.

وفي مرحلة التدريس، لاحظ الباحثان تحسّن أداء المعلمة المُطبّقة، وتمكّنها من التدريس وفق النموذج المُقترَح مع الوقت، فقد تمكّنت في الأسبوع الثاني للتطبيق من تنفيذ الجزء المخطّط له في زمن الحصة، بخلاف ما حدث في أثناء حصص الأسبوع الأول، حيث احتاجت إلى استقطاع بعض الوقت من الحصة الآتية لإنهاء الجزء المقرر. كما أن الاستمرار في التطبيق؛ ساعدها على التمكّن من مراحل النموذج المُقترَح؛ إذ لاحظ الباحثان عدم حاجة المعلمة إلى متابعة استمارة التخطيط باستمرار كما كانت تفعل في بداية فترة التطبيق.

واتضح أهمية دور المعلمة في إدارة الفصل بشكل أكبر مع تطبيق مدخل التكامل؛ كونه يعتمد على النماذج والعمل في مجموعات، كما تبيّن دورها في وضع معايير لتقييم المجموعات ساهمت في ضبط الفصل، وتحقيق العدل أثناء إصدار الحكم على النماذج المُنفَّذة من قِبل الطالبات.

ولوحظ تفاعل الطالبات، وظهور روح الفريق في مرحلة تطبيق النموذج ظهر في تواصلهن وتعاونهن الإيجابي، كما لاحظت قدرتهن على إدارة الحوار وتبادل الأفكار خلال المجموعة الواحدة، وتركيزهن على تقديم الأدلّة والتفسيرات والمبرّرات، والمشاركة في النقاشات والجدل. كما لاحظت تعاون الطالبات في مرحلة التصميم والنمذجة، وحرصهن على ربط الأدلّة بالخبرات المعرفية السابقة.

وبالاعتماد على النتائج السابقة؛ توصّل الباحثان بعد الانتهاء من جمع البيانات وتحليلها في مرحلة التطوير الثانية إلى التعميم الآتي: قابلية استخدام الصورة الأولية للنموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM)؛ لتدريس الفيزياء بالمرحلة الثانوية، بعد إجراء بعض التعديلات عليه. وفيما يأتي تلخيص لهذه التعديلات التي أُدخلت على النموذج المُقترَح؛ لتطويره إلى الصورة النهائية:

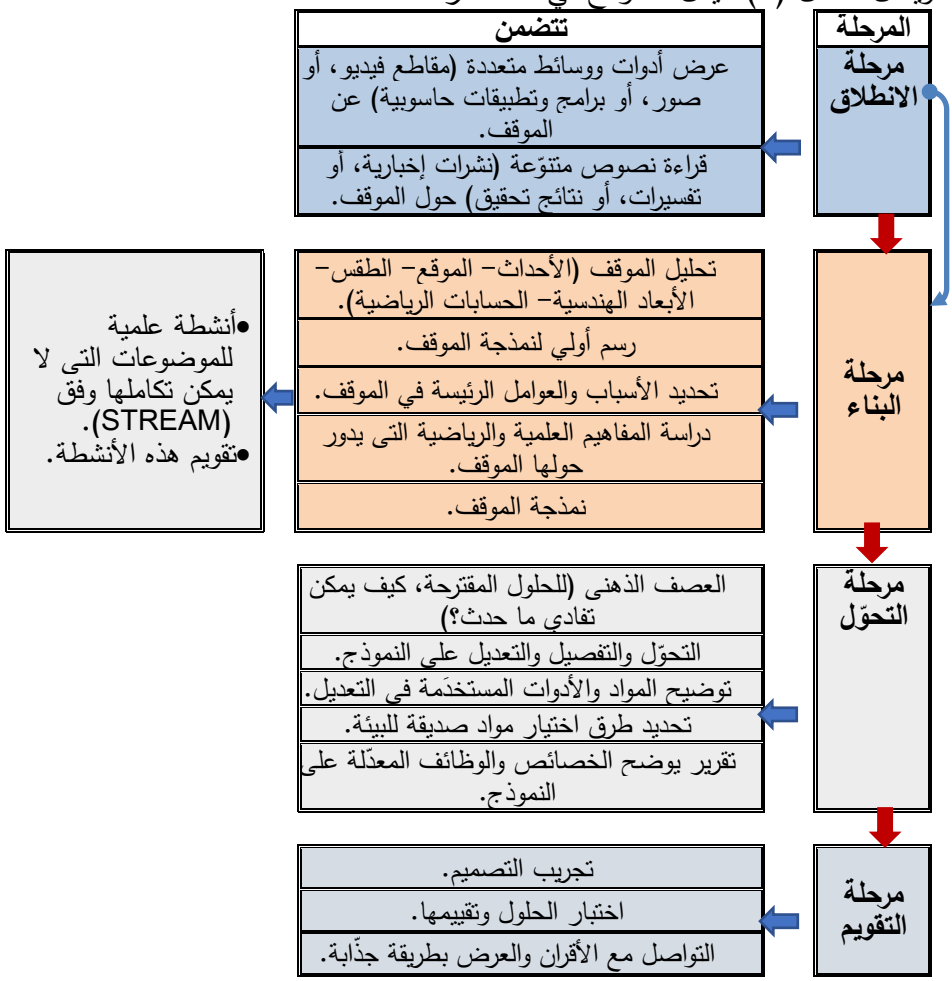
١- إعادة تسمية مرحلة التمهيد إلى مرحلة الانطلاق؛ لتُعبّر بصورة أفضل عن إجراءات هذه المرحلة.

٢- تقديم التقنية التي توظّف الوسائط المتعددة والتطبيقات والبرامج الحاسوبية على القراءة في مرحلة الانطلاق؛ لجذب الطالبات إلى الدرس، ولعلاج تأخر بعضهن في الاندماج مع الدرس عند البدء بالقراءة.

٣- إعادة تسمية مرحلة التنفيذ إلى مرحلة التحوّل.

٤- إضافة مسار يسمح بالعودة من مرحلة البناء إلى مرحلة الانطلاق.

وبذلك تكوّن النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM) في صورته النهائية من أربع مراحل، وهي: مرحلة الانطلاق، ومرحلة البناء، ومرحلة التحوّل، وأخيرًا مرحلة التقويم. ويمثّل الشكل (٦) هيكل النموذج في هذه المرحلة.



شكل (٦): النموذج المُقترَح القائم على مدخل (STREAM) في صورته النهائية

أولاً- مرحلة الانطلاق:

تبدأ هذه المرحلة بالتمهيد للدرس من خلال التقنية (T)، فتعرض المعلمة مقاطعَ فيديو، أو صورًا، أو محاكاة عن الموقف الذي سبق اختياره ليُعبّر عن تكامل تخصّصات (STREAM) في هذا الدرس، وتحثّ الطالبات على التأمل والتفكير والتناقش حول ما شاهدن. ثم تنتقل المعلمة بهن إلى القراءة الهادفة (R) حول الموقف نفسه، وتقدّم لهن نصوصًا متنوّعة حول الموقف، كالمواقع الإلكترونية، ونشرات الأخبار، ونتائج التحقيقات، والكتب. وتطلب منهن تلخيص ما قرأن، وتحديد أهم المعطيات الواردة بها، حيث ستظهر أهمية استيعاب هذه النصوص للطالبات في المراحل اللاحقة.

وتتطلب هذه المرحلة من المعلمة توظيف القراءات المتعمقة من أجل المعنى. ومن أجل تحقيق الاستيعاب المفاهيمي مثل المهارات القرائية، والمنظمات القرائية لتحقيق فهم أدق. كما تتطلب التدريب على استيعاب النص المقروء، وتحديد أهم المعالم، وكتابة الملاحظات والأسئلة حول ما أشكل فهمه.

ثانيًا- مرحلة البناء:

بعد انتهاء الطالبات من المرحلة السابقة، تحثّهن المعلمة على تحليل الموقف من مختلف النواحي: (الأحداث- الموقع- الطقس-الأبعاد الهندسية- الحسابات الرياضية)؛ بهدف تكوين تصوّر واضح حول الموقف الذي سيعملن على تقديم رسم أولي له. كما سيجرين عصفًا ذهنيًّا حول الأسباب أو العوامل الرئيسة التي أثرت في الموقف وجعلته يحدث بهذا الشكل. وفي هذه المرحلة تقدّم المعلمة لهن الأنشطة والتجارب العلمية التي تساعدهن على دراسة المفاهيم العلمية (S)، والرياضية (M) المتضمّنة في الموقف. وتساعد هذه الأنشطة الطالبات على فهم الحقائق والمفاهيم والمبادئ والنظريات العلمية التي بُني عليها الدرس واستيعابها، سواء ظهرت في الموقف المختار أو لا. كما تقدّم المعلمة القوانين والصيغ الرياضية، وتطبيقها لحلّ المسائل الحسابية المرتبطة بالدرس. فتقدّم لهن أوراق العمل والأنشطة التي ستُحلّ بشكل فردي أو جماعي؛ بهدف إكسابهن معرفة جديدة. وللتأكد من وضوح الصورة في ذهن الطالبات واستيعابهن لها؛ تستعين المعلمة مرة أخرى بالتقنية (T)، التي تظهر في شكل برامج المحاكاة وتطبيقاتها، مثل: فيت (Phet)، والآلة الحاسبة البيانية؛ لتُسهم في تكوين تصوّر أوسع وأوضح لآلية عمل الموقف الوارد في نصوص القراءة.

وتعمل الطالبات على نمذجة الموقف بشكل جماعي بعد تقسيمهن إلى مجموعات، وتحديد أدوار كل منهن، حيث يخطّطن لتصميم الموقف(E)، ويحدّدن المواد والأدوات التي سيحتجن

إليها لتُظهر الموقف بشكل مشابه للواقع، وكيفية تنفيذه بطريقة منظّمة وفنية (A). وفي هذه الخطوة ينبغي عليهن مراعاة الدقة في الأبعاد، وتنفيذ الخطوات واختيار المواد.

وفي هذه المرحلة تعمل الطالبات على بناء معارفهن الجديدة، وربطها بمعارفهن السابقة من خلال تنفيذ الأنشطة العلمية المقدَّمة لهن، واستخدام التقنية لمحاكاة النموذج، وحلّ المسائل الحسابية المرتبطة؛ لتكوين خلفية علمية مناسبة. وفي الهندسة (E) تعمل الطالبات على تنفيذ تصميم مشابه للتطبيق العملي الذي يتناوله الدرس، ويتحقّقن من سلامة تصاميمهن من خلال التجريب.

ثالثًا– مرحلة التحوّل:

تطرح المعلمة تساؤلًا حول إمكانية التعديل على الموقف؛ لتفادي ما حدث. ويبدأ الطالبات في العصف الذهني حول الأفكار والتعديلات المُقترحة، ويعملن على تطبيق ذلك على النموذج– ما أمكن– مستفيدات مما اكتسبن من معارف ومعلومات في مرحلة البناء. وتتضمّن المرحلة اختيار أفضل هذه الأفكار ورسمها، كما تتضمّن قدرة الطالبات على ذكر الخصائص والوظائف الإبداعية التي يعتقدن أن حلولهن ستؤديها.

وتتطلّب هذه المرحلة من المعلمة توجيه الطالبات إلى التفكير الجاد بالموقف والانشغال الذهني به، والتفاعل مع الموقف من خلال الشعور به، والتحرّر من الأفكار البعيدة عنه. كما تتطلّب من الطالبات الاستفادة مما اكتسبن من معارف وخبرات جديدة، وتوظيفها بشكل إبداعي، وتحديد الحلول المُقترحة والمفاضلة بينها؛ لاختيار أفضلها.

رابعًا– مرحلة التقويم:

في هذه المرحلة تتواصل المجموعات مع بعضها، من خلال عرض كل مجموعة لنموذجها أو تقديم عرض يوضّح فكرتهن. كما تُقيّم أعمال المجموعات الأخرى من خلال استمارة تقييم أُعدّت لهذا الغرض. وتتطلّب هذه المرحلة من المعلمة حثّ الطالبات على تقبّل أفكار الأخريات، والاستفادة من تقييم أقرانهن؛ لتحسين تصاميمهن.

مناقشة النتائج:

توصّل الباحثان إلى مجموعة من النتائج النوعية، التي أسهمت في تطوير النموذج المُقترَح من صورته المبدئية إلى صورته النهائية، حيث صُنّفت البيانات التي جُمعت وحُلّلت ضمن ثلاث فئات، وهي: تكامل تخصّصات (STREAM)، ومراحل النموذج المُقترَح، ودور المعلمة والمتعلّمة في النموذج المُقترَح.

تكامل تخصّصات (STREAM):

ظهرت تخصّصات (STREAM) بشكل مناسب في النموذج المُقترَح، حيث توصّل الباحثان إلى ذلك من خلال نتائج التحليل، التي أشارت إلى صعوبة الفصل بين هذه التَّخصُّصات في النموذج المُقترَح. ويرى الباحثان أن هذه الصعوبة قد تكون عائدة إلى: كون القراءة من الأساسيات التي لا غنى عنها في أي تخصّص– وإن كان وجودها في النموذج بهدف التركيز على قراءة المحتوى العلمي– وإلى طبيعة معظم موضوعات الفيزياء القائمة في أصلها على التكامل مع الهندسة والرياضيات والفن، والعلاقة التبادلية بين العلوم بصفة عامة والتقنية. ويتفق هذا مع ما أشارت إليه دراسة تشنغ وسو (Cheng & So, 2020)، من أن الهندسة لا يمكن أن تُدرس بمعزل عن الفن: أي دون الاهتمام بالسياق الفني أو الجمالي، فالهندسة المعمارية مثلًا تهتم بالجمال والفنون عند وضع التصميمات الهندسية، التي ينبغي أن تكون جذّابة ومتوافقة مع الذوق العام. وكذلك في التقنية؛ فإن البعد الفني والجمالي للمنتجات التقنية؛ يعدّ من أهم أسباب رواج بعض المنتجات دون غيرها. ويكون التكامل مناسبًا ومحقّقًا لهدفه عندما تُختار مواقف علمية أو أحداث يظهر فيها التكامل بشكل طبيعي. وتؤكد هذه النتيجة دراسة كيجلي وآخرين (Quigley et al., 2017)، التي أشارت إلى أن التكامل يصبح منضبطًا عندما تُستخدم التَّخصُّصات بشكل طبيعي لحلّ أي مشكلة. واختيار الموقف أو الحدث المناسب الذي تتكامل فيه التَّخصُّصات بشكل طبيعي يعتمد على معرفة المعلمة العلمية، وممارستها وقدراتها واستعدادها لتطبيق مدخل التكامل؛ حيث إن هذه المعرفة يمكن أن تتطوّر مع استمرار الممارسة، كما أشارت إلى ذلك دراسة الجلال (٢٠١٩).

مراحل النموذج المُقترَح:

مراحل النموذج المُقترَح بشكل عام تُحقّق هدفه، حيث توصّل الباحثان إلى ذلك من خلال نتائج التحليل، التي أشارت إلى أهمية دمج بعض المراحل وإعادة تسميتها؛ للوصول بها إلى صورتها النهائية. وتتضمّن كل مرحلة عددًا من الخطوات الهادفة لتحقيق غرض المرحلة. ويتلاءم تنفيذ كل مرحلة مع المبادئ الموجّهة لتكامل التَّخصُّصات التي توصّلت إليها دراستا الجلال (٢٠١٩)، والشبل (٢٠٢٠). بالإضافة إلى الأنشطة الداعمة للتعلّم، حيث تشير دراسة الجلال (٢٠١٩) إلى أهمية هذه الأنشطة في أثناء تطبيق النموذج المُقترَح. وظهرت أهمية مرحلة التقويم في تحقيق العدل، والتشجيع على استمرار الطالبات في التعاون وتبادل الأفكار والخبرات. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة تشن وهانج (Chen & Huang, 2020)، التي أكّدت أهمية مرحلة التقويم في تكامل التَّخصُّصات. فوضوح معايير التقويم؛ ساعد على توجيه

الطالبات نحو الجوانب التي ينبغي التركيز عليها. وتؤكد دراسة الحربي (٢٠١٩) أن مرحلة التقويم في أي نموذج تتميّز بالتنافسية؛ لذا كان لا بد من وضع معايير واضحة لهذه المرحلة.

دور المعلمة والمتعلّمة في النموذج المُقترَح:

يعتمد نجاح النموذج المُقترَح على تخطيط المعلمة الجيد للدرس، الذي يتضمّن الاختيار المناسب للموقف وأدوات الأنشطة التكاملية وغير التكاملية. ويتفق هذا مع ما أشارت إليه دراسة كيجلي وآخرين (Quigley et al., 2017)، من أن التخطيط الجيد للدرس من قِبل المعلم؛ يعدّ من أهم مقوّمات نجاح التدريس وفق تكامل التَّخصُّصات، كما يمثّل دور المعلمة في النموذج المُقترَح في قدرتها على إدارة الفصل في مجموعات، ووضعها معايير لتقييم المجموعات يلتزم بها الجميع، ومحاولتها مشاركة أكبر عدد من الطالبات لتبادل الأفكار والخبرات، وتحقيق المشاركة العادلة– ما أمكن– تحقيقًا لمبادئ تكامل التَّخصُّصات التي أشارت إليها دراسة الشبل (٢٠٢٠).

كما أن لرفع دافعية الطالبات في أثناء تطبيق النموذج المُقترَح دورًا إيجابيًّا في تحقيق أهداف تكامل (STREAM) المرجوة. وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت إليه دراسة تشنغ وسو (Cheng & So, 2020)، عن أثر دافعية المتعلمين في مدخل التكامل. وأظهرت نتائج دراسة سيو (Siew, 2017)، التي طبّقت برنامجًا قائمًا على عملية التصميم الهندسي في (STEM)؛ أن البرنامج كان قادرًا على إيجاد بيئة ممتعة ومعزّزة للتعاون بين المتعلمين. ويتفق البحث الحالي مع هذه النتيجة، حيث إن مدخل التكامل بصفة عامة كان قادرًا على إحداث نوع من التفاعل المرغوب بين الطالبات، وإن كان هذا الأمر يتطلّب مزيدًا من القدرة على إدارة الفصل، التي قد يكون لمرحلة التقويم في النموذج المُقترَح دور مهمّ فيها.

قيود البحث:

واجه البحث الحالي بعض القيود (limitations)، التي قد تحدّ من نتائجه؛ فقد طُبّق في فترة الالتزام بالإجراءات الاحترازية داخل المدارس؛ للحدّ من انتشار فيروس كورونا، وكان لهذا الوضع تأثيره في تخطيط الدروس، من حيث الحدّ من فرص اختيار الاستراتيجيات والأدوات التي قد تكون أكثر مناسبة مما أُستخدم؛ لكنها لا تُحقّق الاحترازات الصحية. وقد استعان الباحثان بمشارِك لا يعمل بالتعليم في تخصّص الهندسة؛ لاستكمال عينة البحث من ذوي الخبرة الميدانية في جميع تخصّصات (STREAM). ونظرًا لعدم وجود معلمة متخصّصة بالهندسة في ذلك الوقت؛ إلا أن الاستعانة بمعلمة فيزياء تُدرّس الهندسة في مسار الهندسة الذي استحدثته وزارة التعليم في مسارات المرحلة الثانوية؛ قد يُثري البحث ببيانات مختلفة عما حُصل عليه.

توصيات البحث:

قدّم هذا البحث نموذجًا مقترحًا وفق مدخل (STREAM)، قد يستفيد منه المعلمون في التدريس وفق هذا المدخل. كما أشارت نتائج البحث إلى أن من عوامل نجاح تطبيق النموذج المُقترَح: اختيار موقف أو حدث علمي مناسب يظهر فيه التمثيل العادل لتخصّصات (STREAM)، وهو أحد أدوار المعلمة الرئيسة في التخطيط لمثل هذه الدروس المتكاملة. وبناء عليه؛ فإن تقديم مواقف ودروس تطبيقية جاهزة؛ قد تساعد معلمي ومعلمات التَّخصُّصات المتكاملة على الاستفادة من هذا المدخل، وتوفير الوقت والجهد في إعدادها. ولأن معلمة الفيزياء قد تحتاج إلى الاستعانة بخبرات معلمات التَّخصُّصات الأخرى؛ فإن وجود مجتمعات تعلّم مهنية بين معلمات تخصّصات التكامل؛ قد يُثري خبرات المعلمات بما يُسهم في تحقيق تعلّم أفضل.

ويحتاج تطبيق النموذج المُقترَح إلى إدارة صف جيدة من قِبل المعلمة؛ للاستفادة من زمن الحصة وإدارتها بشكل فاعل؛ لتحقّق أهداف التكامل المرجوة. وتقديم دورات أو طرق وأساليب فاعلة حول كيفية إدارة الفصل مع مدخل التكامل؛ قد يساعد على تطبيق النموذج المُقترَح بصفة خاصة، وفكرة تكامل التَّخصُّصات داخل الفصل الدراسي بشكل عام. كما أشارت النتائج إلى أهمية مرحلة التقويم في النموذج، ودورها في تركيز انتباه الطالبات على أنشطة التَّعلُّم، وحثّهن على التنافس والتعاون؛ وبالتالي فإن تبادل الخبرات حول أفضل أساليب التقويم المُتبعة مع مدخل تكامل التَّخصُّصات؛ من شأنه توفير الجهد والعدل داخل الفصل.

وبناءً على ما سبق، يمكن إيجاز توصيات البحث فيما يأتي:

١- الاستفادة من النموذج المُقترَح وفق مدخل (STREAM) في التدريس وفق هذا المدخل.
٢- تقديم دروس تطبيقية قائمة على مدخل (STREAM)؛ تساعد معلمي التَّخصُّصات المتكاملة ومعلماتها على الاستفادة من هذا المدخل.
٣- تقديم دورات تدريبية أو طرق وأساليب حول التقويم وكيفية تنفيذه في أثناء تطبيق تكامل التَّخصُّصات داخل الفصل الدراسي.

مُقترحات البحث:

يقترح الباحثان بعض الدراسات ذات الصلة؛ لتكون امتدادًا للبحث الحالي، منها:

١- إجراء دراسة للكشف عن أثر النموذج المُقترَح في متغيرّات أخرى مثل: التحصيل الدراسي والفهم القرائي.
٢- إجراء دراسة حول الصعوبات التي تواجه تطبيق تكامل التَّخصُّصات في (STREAM) داخل الفصل الدراسي.

المراجع

أبو لبدة، سبع محمد (١٩٩٦). *مبادئ القياس والتقويم النفسي والتربوي* (ط.٤). دار الفكر للنشر والتوزيع.

إسماعيل، بليغ حمدي (٢٠١١). *إستراتيجيات تدريس اللغة العربية: أطر نظرية ونماذج تطبيقية*. دار المناهج للنشر والتوزيع.

برنامج تنمية القدرات البشرية. (٢٠٢١). *الوثيقة الإعلامية برنامج تنمية القدرات البشرية ٢٠٢١– ٢٠٢٥* . https:// www. vision 2030 gov. sa/ ar/ v 2030 vrps/ hcdp/

الجلّال، محمد (٢٠١٩). *بناء نموذج لتطوير وحدات العلوم للمرحلة المتوسطة وتدريسها وفق اتجاه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)* [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. جامعة الملك سعود.

الجلّال، محمد، والشمراني، سعيد (٢٠١٩). *تعليم (STEM) إطار لتكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات*. دار جامعة الملك سعود.

الحربي، علي سعد (٢٠١٩). فاعلية إستراتيجية قائمة على توجه (STEAM) في تنمية التحصيل والتفكير المستقبلي لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط بالمملكة العربية السعودية. *مجلة كلية التربية جامعة المنوفية، ٣٤* (٢)، ٣١٤– ٣٤٦.

حسن، إبراهيم محمد (٢٠٢٠). تعليم (STEAM): دمج الفن في مدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM). *مجلة تربويات الرياضيات، ٢٣* (٢)، ٥١– ٦٦.

رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠. (٢٠١٥). في *رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠* . https://www.vision2030.gov.sa/ar

الشبل، منال عبد الرحمن (٢٠٢٠). نموذج مُقترَح لإعداد معلم الرياضيات للموهوبين والمتفوقين في ضوء مبادئ STEAM. *مجلة تربويات الرياضيات، ٢٣* (١)، ٢٥٥– ٣٠١.

شحاتة، حسن، والنجار، زينت (٢٠٠٣). *معجم المصطلحات التربوية والنفسية*. الدار المصرية اللبنانية.

الشمراني، سعيد (٢٠١٢). تصورات طلاب التَّخصُّصات العلمية والهندسية في السنة التحضيرية بجامعة الملك سعود للمفاهيم الأساسية لطبيعة العلم. *رسالة التربية وعلم النفس*، (٣٩)، ٥٥– ٨٨.

العبدالكريم، راشد (٢٠١٢). *البحث النوعي في التربية*. دار جامعة الملك سعود للنشر.

العبدالكريم، راشد (٢٠١١). النظرية البنائية الاجتماعية وتطبيقاتها التدريسية في المنهج. *مركز بحوث كلية التربية جامعة الملك سعود*. https://shortest.link/6hcc

العتوم، عدنان، الجراح، عبدالناصر، بشارة، موفق (٢٠٠٩). *تنمية مهارات التفكير: نماذج نظرية وتطبيقات عملية* (ط.٢). دار المسيرة.

العساف، صالح حمد (٢٠٠٦). *المدخل إلى البحث في العلوم السلوكية* (ط.٤). مكتبة العبيكان للطباعة والنشر.

عقل، مجدي سعيد، صالح، نجوى فوزي، وصيام، شيماء عبده (٢٠٢٠). فاعلية منحى (ستيم STEAM) في تنمية مهارات اللغة العربية لدى طلبة الصف الثاني الأساسي. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، ٢٨ (١)، ٢٥- ٤٧.

غباشي، معتز (٢٠٠٨). سمات وصفات وخصائص المرحلة الثانوية.
http://www.qassimedu.gov.sa/edu/showthread.php?t=3966

مشروع الملك عبد الله بن عبد العزيز لتطوير التعليم العام. (٢٠١٤). في *مشروع الملك عبد الله بن عبد العزيز لتطوير التعليم العام*.http://tatweer.demo4dev.com/ar/3402

المليجي، عبد المنعم (١٩٩٩). *النمو النفسي* (ط.٤). مكتبة مصر.

هيئة تقويم التعليم والتدريب. (٢٠١٩). *وثيقة الإطار التخصصي لمجال تعلم العلوم الطبيعية*. هيئة تقويم التعليم والتدريب.

Bybee, R. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities.* NSTA Press.

Callahan, I. (2019). Project luminous: An E-Textiles workshop study to increase Science Technology Engineering Mathematics/ ScienceTechnology Engineering Art Mathematics interest in middle school girls. [Master's thesis, University of Arkansas]. Graduate Theses and Dissertations Retrieved from https://scholarworks.uark.edu/etd/3249

Chen, C., & Huang, P. (2020). The effects of STEAM-based mobile learning on learning achievement and cognitive load. *Interactive Learning Environments*. doi:10.1080/10494820.2020.1761838

Cheng, Y. & So, W. (2020). Managing STEM learning: a typology and four models of integration. *International Journal of Educational Management, 34* (6), 1063-1078. https://doi.org/10.1108/IJEM-01-2020-0035

Christopher, J., Stephen, C., & Regan, E. (2019). The STREAM Program: Project-Based Learning in an Outdoor Context. *Kappa Delta Pi Record, 55*(2), 85- 88. DOI: 10.1080/00228958.2019.1580987

Feldman, A. (2015, June 16). STEAM Rising: Why we need to put the arts into STEM education. Retrieved July 2 , 2021, from https://slate.com/technology/2015/06/steam-vs-stem-why-we-need-to-put-the-arts-into-stem-education.html

Hatch, J. (2002). *Doing Qualitative Research in Education Settings*. State University of New York.

Hawward, J., & McComas, W. (2014). STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics. In W. F. McComas (Ed.), *The Language of Science Education An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning* (pp. 102-103). Sense Publishers.

Huling, M., & Dwyer, J. (2018). *Designing Meaningful STEM Lessons*. NSTA.

Lefever-Davis, S., & Pearman, C. (2015). Reading, Writing and Relevancy: Integrating 3R's into STEM. *The Open Communication Journal*, (9), 61- 64.

Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd , J. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education, 7*. doi:https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6

Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education.* Purdue University Press.

National Governors Association. (2009). *Building a Science, Technology, Engineering and Mathematics Agenda.* Washington, DC. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED496324.pdf

National Research Council. (2011). *Successful STEM Education: A Workshop Summary*. https://doi.org/10.17226/13230.

National Science and Technology Council. (2012). *The National Science and Technology Council's Committee on STEM Education Releases 5-Year Strategic Plan*. https://shortest.link/6hn4

Ozkan, G., & Topsakal, U. (2019). Exploring the effectiveness of STEAM design processes on middle school students' creativity. *International Journal of Technology and Design Education, 31*, 95– 116. doi:https://doi.org/10.1007/s10798-019-09547-z

Ozkan, G., & Topsakal, U. (2020). Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science & Technological Education, 39*(4), 441- 460. doi:10.1080/02635143.2020.1769586

Park, H., Byun, S., Sim, J., Han, H., & Back, Y. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12*(7). 1739-1753. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1531a

Park, T., Pearson, D., & Richardson, GB. (2017). Curriculum Integration: Helping Career and Technical Education Students Truly Develop College and Career Readiness. *Peabody Journal of Education, 92* (2), 192 – 208.

Prengaman, E. (2019). Lessons in Process: Similarities between Scientific and Artistic Creative Practice. *The STEAM Journal*, *4*(1). doi:10.5642/steam.20190401.11

Quigley, C., Herro, D., & Jamil, F. (2017). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. *School Science and Mathematics*, *117*(2), 1- 12. https://doi.org/10.1111/ssm.12201

Quigley, C., Herro, D., King, E., & Plank, H. (2020). STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School. *Journal of Science Education and Technology, 29*, 499– 518. doi:https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w

Robert. M., & Root-Bernstein, M. (2011, March 16). Turning STEM into STREAM: Writing as an Essential Component of Science Education. Retrieved July 2 , 2021, from https://archive.nwp.org/cs/public/print/resource/3522

Roberts, A. (2012). A Justification for STEM Education. *Technology and Engineering*, (1), 1- 5.

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

Schank, G. (1993). Effects of A Creative Problem-Solving Curriculum on Students of Varying Ability Levels. *Gifted Child Quarterly, 37*(1), 32- 38.

Steele, A., & Ashworth, L. (2018). Emotionality and STEAM integrations in teacher education. *Journal of Teaching and Learning, 11*(2), 11–25.

Stohlmann, M., Moore, T., McClelland, J., & Roehrig, G. (2011). Impressions of a middle grades STEM integration program: Educators share lessons learned from the implementation of a middle grades STEM curriculum model. *Middle School Journal, 43*(1), 32- 40.

Thomas, M. (2013). *The Effects of an Integrated STEM Curriculum in Fourth Grade Students' Mathematics Achievement and Attitudes* [Doctoral dissertation, Trevecca Nazarene University]. ProQuest Dissertations Publishing. https://shortest.link/6enC

Vasquez, J., Comer, M., & Villegas, J. (2017). *STEM Lesson Guideposts: Creating STEM Lessons for Your Curriculum*. Heinemann.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.