فاعلية استراتيجية مُقترحة للتدريس القائم على النمذجة لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة

د. احمد عمر احمد محمد

أستاذ مساعد بقسم المناهج وطرق التدريس – كلية التربية – جامعة المنيا

ملخص الدراسة:

هدفت الدراسة إلى تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط، باستخدام استراتيجية مُقترحة للتدريس القائم على النمذجة. وقد اُستخدم المنهج الوصفي لمسح وتحليل الأدبيات المُرتبطة بمُتغيرات الدراسة، وإعداد الإطار النظري، وأدوات الدراسة، وتحليل النتائج وتفسيرها، كما اُستخدم التصميم شبه التجريبي ذو المجموعتين؛ للكشف عن فاعلية الاستراتيجية المُقترحة في تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي، وقد تكوّنت عينة الدراسة من (٨٤) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني المتوسط بمنطقة الرياض، وقُسّموا إلى مجموعتين، إحداهما: تجريبية (٤٢) تلميذًا، درست موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان" من مقرر العلوم، وفقًا لاستراتيجية التدريس القائم على النمذجة، والأخرى: ضابطة (٤٢) تلميذًا، درست الوحدة نفسها وفقًا للطريقة المعتادة. وأُعدّ اختبار للاستدلال العلمي واختبار للتحصيل الدراسي، وطُبقا قبليًّا وبعديًّا على مجموعتي الدراسة. وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١)، بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الاستدلال العلمي (كل محور على حدة، والاختبار ككل)، وفي اختبار التحصيل الدراسي؛ لصالح المجموعة التجريبية.

الكلمات المفتاحية: النماذج – النمذجة – النمذجة العلمية – التدريس القائم على النمذجة – الاستدلال العلمي – التحصيل الدراسي.

A proposed modeling based teaching strategy to develop scientific reasoning and academic achievement of the preparatory school pupils

Abstract: The study aimed at developing scientific reasoning and academic achievement of the second preparatory class pupils by using a proposed modeling based teaching strategy. The descriptive method was used to review and analyze literature which related to the study variables, preparing the theoretical framework, preparing study tools, and results analysis and interpretation. The two groups quasi-experimental design was used to determine the effectiveness of using the proposed strategy in developing scientific reasoning and academic achievement. The sample consisted of (84) pupils in Riyadh region, divided into two groups: the experimental group (n=42) studied the selected subject material "human body systems" according to the proposed strategy, and the control group (n=42) studied the same subject material following the traditional method. An scientific reasoning test and academic achievement test were prepared. Both instruments were administered pre and post the intervention. Results of the study indicated that there were statistically significant differences between the mean score of the experimental group and that of the control group at 0.01 level in scientific reasoning test and its sub-scales, and the achievement test, favoring the experimental group.

Keywords: Model – Modelling/Modeling – Modeling Based Teaching – MBT – Scientific Reasoning – Academic Achievement

فاعلية استراتيجية مُقترحة للتدريس القائم على النمذجة لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة

د. احمد عمر احمد محمد

أستاذ مساعد بقسم المناهج وطرق التدريس – كلية التربية – جامعة المنيا

المقدمة:

في عصر الانفجار المعرفي والثورة التكنولوجية، تهتم الأنظمة التعليمية بإعداد المُتَعَلِّم القادر على ممارسة طرق البحث عن المعرفة، والمهارات اللازمة للعمل العلمي، وبناء الأدلّة العلمية وتقييمها، واستخدام **الاستدلال العلمي Scientific Reasoning** في حل المشكلات واتخاذ القرارات في الحياة اليومية، ويُعرف الاستدلال العلمي بأنه: "مهارات الاستدلال المتضمنة في التجريب، وتقييم الأدلة، واستخلاص الاستنتاجات؛ بهدف الوصول إلى الفهم العلمي" (Andersen & Garcia-Mila, 2017, p. 106)، ويُوصف بأنه متطلّب أساسي لتنفيذ مهام التّعَلُّم المرتبطة بحل المشكلات واتخاذ القرارات في فصول العلوم (Yanto et al., 2019).

وتعدُّ تنمية الاستدلال العلمي لدى المُتّعلّمين **أحد الأهداف المهمة لتدريس العلوم والتربية العلمية** (Kalinowski & Willoughby, 2019; Schiefer et al., 2019; Koenig, 2019)، فالاستدلال العلمي أحد أبعاد الثقافة العلمية، التي تُمثّل بدورها الهدف الرئيس للتربية العلمية (Heijnes et al., 2018; Hanson, 2016)، ويتميّز المُثقّف علمياً بقدرته على تطبيق المعرفة العلمية، واستخدام الاستدلال العلمي في حل المشكلات واتخاذ القرارات (Nenciovici et al., 2019). ويؤكّد الكثير من الباحثين في مجال التربية العلمية أهمية تنمية الاستدلال العلمي، وأثره في تعلم العلوم وتعليمها؛ حيث أنه مُنبئ قوى بالتحصيل الدراسي والنجاح الأكاديمي في العلوم بشكل عام (Manwaring et al., 2018)، وفي البيولوجي بشكل محدد (Thompson et

al., 2018)، ومؤثر في اكتساب المُتّعلّمين لنتاجات التّعلُّم في العلوم الحياتية (حجير، ٢٠١٥)، ومُنبئ بقدرتهم على ممارسة الاستقصاء العلمي، ومُحفّز على التفكير الناقد (Wu et al., 2016)، ومُتطلّب لتنمية المهارات اللازمة للعمل العلمي وحل المشكلات واتخاذ القرارات (Koenig, 2019; Yanto et al., 2019).

كما أكّدت المعايير العالمية الحديثة للتربية العلمية أهمية الاستدلال العلمي، وكونها هدفًا رئيسًا لتدريس العلوم والتربية العلمية، على سبيل المثال: تتوقّع معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS من المُتّعلّمين قبل المرحلة المتوسطة أن يكونوا قادرين على: تحديد المشكلات، وتحليل البيانات والأدلة، وتصميم التجارب وتنفيذها، وربط البيانات والتفسيرات، وغيرها من الممارسات التي يتضمّنها الاستدلال العلمي (عز الدين، ٢٠١٨؛ Schiefer et al., 2019; Kant et al., 2017; Zhou et al., 2016).

وتتنوّع التصورات حول مفهوم الاستدلال العلمي وبنيته في الأدبيات التربوية، من كونه بسيطًا (مثل: أنه الاستدلال المُستخدم في الاستقصاء العلمي)، إلى كونه مُعقدًا ومتعددَ الأبعاد (Edelsbrunner & Dablander, 2019; Opitz et al., 2017; Mollohan, 2015)، ويُوصف الاستدلال العلمي في نموذجه العام SDDS[1] بأنه: عملية لحل المشكلات، تتم من خلال تفاعل ثلاث عمليات معرفية؛ تُمثّل البنية الدائرية للاستدلال العلمي، وتشتمل على: توليد الفروض، وتصميم التجارب؛ "لتوليد الأدلة"، وتقييم الأدلة (Edelsbrunner & Dablander, 2019; Dorfner et al., 2018, Opitz et al., 2017). ويصف موريس وآخرون (Morris et al., 2012) الاستدلال

[1] يُعد هذا النموذج من التصورات المُستخدمة على نطاق واسع لفهم الاستدلال العلمي، وهو نموذج الاستكشاف العلمي كبحث ثنائي "SDDS" The Scientific Discovery as Dual Search Model، الذي قدّمه كلار ودنبر "Klahr & Dunbar" في العام ١٩٨٨م، ويُطلق عليه أيضًا النموذج العام للاستدلال العلمي.

العلمي بأنه: "نوع خاص" من البحث القصدي عن المعلومات تُستخدم فيه آليتان معرفيتان، وهما: الترميز Encoding وتطوير الاستراتيجية، ويستنتج دنج (Ding, 2018) أن الاستدلال العلمي في جوهره عملية فرضية–استنباطية Hypothetical-Deductive Process، وعدّ كانت وآخرون (Kant et al., 2017) القدرة على تصميم التجارب المضبوطة وتقييم الأدلة الناتجة في ضوء الفروض المكوّن الأساسي للاستدلال العلمي. ويركّز تشو وآخرون (Zhou et al., 2016) على ضبط المُتغيّرات، ويصفها بالمكوّن المهم للاستدلال العلمي، كما يضع درموند وفيشوف (Drummond & Fischhoff, 2017) القدرة على تقييم الأدلة العلمية في قلب الاستدلال العلمي، وعدّ يانتو وآخرون (Yanto et al., 2019) الاستدلال العلمي جزءاً من المستويات المعرفية العليا، المتمثّلة في التحليل والتقويم والإبداع، كما يعدُّ بعض الباحثين (مثل:Edelsbrunner & Dablander, 2019; Dorfner et al., 2018) أن **النمذجة والجدل العلمي** من المكوّنات والاستراتيجيات المهمة للاستدلال العلمي.

ويتفق الباحثون على أن مهارات الاستدلال ليست فطرية، وأن الاستدلال العلمي يمكن تنميته والتدريب عليه، وأن نموه عملية مستمرة (Ding, 2018; Khoirina et al., 2018; Ding et al., 2016)، ويؤكدون أن هناك **العديد من العوامل المؤثرة في تنمية الاستدلال العلمي**، مثل: العوامل الاجتماعية وتقديم الدعائم التعليمية (السقالات) Scaffolding للمتعلمين من الزملاء والكبار (Heijnes et al., 2018; Wu et al., 2016; Morris et al., 2012)، وكذلك العمليات المعرفية وآلياتها، والعمليات غير المعرفية ذات الصلة، مثل: الدوافع، والنزوعات Dispositions (Morris et al., 2012)، وخبرات التّعلُّم غير الرسمية المرتبطة بالعلوم (Ding, 2018).

وأحد أهم هذه العوامل المؤثرة في تنمية الاستدلال العلمي؛ **استراتيجيات التدريس وطرقه المُستخدمة في فصول العلوم** (Khoirina et al., 2018; Ding, 2018)، وفي هذا السياق، أثبتت العديد من الدراسات في مجال تدريس العلوم والتربية

العلمية إمكانية تنمية الاستدلال العلمي باستخدام استراتيجيات للتعليم والتَّعلُّم قائمة على إيجابية المتَّعلِم ونشاطه، مثل: نموذج الاستقصاء المُوجّه بالجدل (عز الدين، ٢٠١٨)، والنمذجة القائمة على الرسم (Heijnes et al., 2018)، والطريقة التجريبية والاستقصاء الحر والمُعدل (Khoirina et al., 2018)، والنمذجة بالفيديو (Kant et al., 2017)، والدعائم التعليمية (السقالات) المباشرة في سياق برنامج للاستقصاء العلمي عبر الإنترنت (Wu et al., 2016)، واستراتيجية أبلتون (البناء، ٢٠١٥)، ونموذج تدريسي في ضوء التّعلُّم القائم على الدماغ (لطف الله، ٢٠١٢). **وبهدف تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي** لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؛ تقترح الدراسة الحالية استراتيجية قائمة على توظيف أنشطة النمذجة العلمية في التدريس، وهو ما يُطلق عليه **التدريس القائم على النمذجة Modeling Based Teaching "MBT"**، الذي يُوفّر إطاراً لتدريس العلوم يعكس ممارسات العلماء (Megowan-Romanowicz, 2016; NGSS, 2013).

النمذجة Modelling/Modeling عملية دائرية مُعقدة لإنتاج المعرفة، تشتمل على بناء **النماذج** واستخدامها وتعديلها، فهي عملية ديناميكية لا تسير وفق ترتيب صارم، وقد تستلزم أحياناً القيام بإجراء ما قبل آخر (Gilbert & Justi, 2018, 2016; Louca & Zacharia, 2015)، و**النماذج** – بوصفها **ناتج النمذجة** – تمثّل أدوات للتفكير (Taber, 2017; Svoboda & Passmore, 2013)، كما أنها نتاج لتفكير إنساني، يتم بنائها غالباً في بيئات اجتماعية (Mierdel & Bogner, 2019)، بحيث تؤدي واحدة أو أكثر من **الوظائف المعرفية** Epistemic Functions، مثل: "تمثيل Represent" كيان أو شيء محدد، و"تبسيط" ظواهر العالم الحقيقي، فهي كيانات تخيلية يمكنها "تجريد" جوانب من ظاهرة محددة لدراستها بشكل أقرب، كما تُشكّل أساساً للجدل العلمي حول مدى صدق تفسير ظاهرة ما، و"التنبؤ" بخصائص ظاهرة في ظروف مختلفة، وتصميم البحوث المستقبلية حول ظاهرة، وتوليد أفكار

جديدة، واقتراح نماذج أخرى مُبتكرة (Taber, 2017; Gilbert & Justi, 2016; Svoboda & Passmore, 2013).

و**النمذجة العلمية** Scientific Modelling هي "عملية يقوم خلالها العلماء والمتعلمون بتوليد النماذج العقلية، وبنائها، وتنقيحها، وإعادة بنائها؛ بما يتيح لهم حل المشكلات، وصياغة المعرفة العلمية" (Jong et al., 2015, p. 987)، وتقع في قلب الممارسات العلمية، وهي جزء من الاستقصاء العلمي الأصيل Authentic (Gilbert & Justi, 2016; Svoboda & Passmore, 2013)؛ بل قد يُنظر إلى العلم بأنه: عملية بناء نماذج الظواهر الطبيعية، بما يشمله ذلك من تمثيل لهذه الظواهر، وتقديم أفضل طرق تصوّرها وتفهمها (Louca & Zacharia, 2015; NRC, 2012). وتوصف النمذجة العلمية في نموذج النمذجة المُعدل Model of Modelling v2 لجيلبرت وجوستي (Gilbert & Justi, 2016) بأنها: ممارسة علمية معرفية Epistemic Practice، فهي عملية دائرية موجّهة بمشكلات يتم حلها من خلال هذه الممارسة العلمية المعرفية، التي تتعدّى الأغراض التمثيلية للنماذج، وتشتمل النمذجة العلمية – وفقًا لهذا النموذج – على أربع عمليات معرفية مستمرة، وهي: الاستدلال التمثيلي، والتمثيل التخيلي، والتجريب الفكري، والجدل.

وتؤكد الكثير من الدراسات **المكانة المركزية للنمذجة العلمية في تعليم العلوم وتعلمها**، والحاجة إلى التركيز عليها في سياق التربية العلمية الأصيلة (مثل: Mierdel & Bogner, 2019; Gilbert & Justi, 2018; Taber, 2017)؛ لما لها من دور محوري في تحقيق التربية من أجل الثقافة العلمية، التي يمثل الاستدلال العلمي جزءًا منها، وفي دعم تعلم العلوم ذي المعنى، وتشجيع المُتّعلِّمين على ممارسة الطرق العلمية في التفكير، وكيفية استخدام العلماء للنماذج في البحث العلمي، فهي توفّر خبرات عملية في بيئات تعلم أصيلة تُشعر المُتّعلِّمين بأنهم باحثون حقيقيون، وتساعد على تنمية الاستيعاب المفاهيمي، وفهم الظواهر العلمية، وتنمية مهارات التفكير القائم على المشكلات (Mierdel & Bogner, 2019; Nenciovici et al., 2019; Liu et

al., 2017; Taber, 2017; Develaki, 2016; Jong et al., 2015; Louca & Zacharia, 2015).

وبناء عليه؛ تنادي أحدث الإصدارات من وثائق المشروعات الإصلاحية للتربية العلمية بأهمية النماذج والنمذجة في تعليم العلوم وتعلمها، وعلى سبيل المثال، تُنادي معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS بضرورة استخدامها في فصول العلوم، كما حدّد إطار تعليم العلوم من رياض الأطفال حتى الصف الثالث الثانوي (K-12) عملية بناء النماذج واستخدامها بوصفها واحدة من الممارسات الأساسية الثمانية، التي تقع في قلب تعليم العلوم وتعلمها، التي تستخدم في توليد المعرفة وتنميتها وتنقيحها، ويصف الإطار بناء النماذج وتطويرها بأنه: سمة أساسية للعلم، وممارسة يومية للعلماء، **وأحد الأبعاد الثلاثة الرئيسة التي يُتوقّع أن تُبنى عليها التربية العلمية** (NGSS, 2013, NRC, 2012)، **وتؤكد هذه المعايير NGSS دور النماذج والنمذجة العلمية في تنمية الاستدلال العلمي**، على أساس أن قيام المُتّعلّمين ببناء نماذجهم، وتعلّم تمثيل الأفكار والظواهر وآليات عملها؛ يساعد على تحفيز استخدامهم وتوظيفهم للاستدلال العلمي (Heijnes et al., 2018; Louca & Zacharia, 2015).

ويستند تدريس العلوم **القائم على النمذجة** إلى نظرية بابيرت البنائية Papert's Constructionism؛ حيث يتم التّعلُّم من خلال بناء تراكيب معرفية في سياق المشاركة الواعية في بناء عنصر أو كيان ملموس يتم عرضه على الآخرين (Louca & Zacharia, 2015)، كما أن التدريس القائم على النمذجة يدعم المشاركة في بناء المعرفة، ويتفق مع مبادئ البنائية الاجتماعية–التفاعلية Socio-Interactive Constructivism؛ إذ تتم عملية بناء المعرفة من خلال تفاعل المُتّعلّمين مع بعضهم بعض، ومع المعلم، والمصادر (Gilbert & Justi, 2016). ومن ثم فإن التدريس القائم على النمذجة يستهدف مشاركة المُتّعلّمين النشطة في عملية تعلمهم، من خلال:

بناء نماذج تُمثّل مكونات نظام أو ظاهرة (العناصر، والكيانات، والعمليات التي تنطوي عليها)، والآليات التي يعمل بها هذا النظام أو الظاهرة، وتقييم نماذجهم أو نماذج زملائهم أو أي نماذج يوفرها المعلم، ونشرها بأشكال متنوعة؛ بهدف التفاعل، والنقد، وتبادل الأفكار، وممارسة الجدل العلمي حول هذه النماذج (Develaki, 2016; Gilbert & Justi, 2016; Megowan-Romanowicz, 2016; Louca & Zacharia, 2015).

وتجدر الإشارة إلى اختلاف التدريس القائم على النمذجة Modeling Based Teaching "MBT" (المُستخدم في الدراسة الحالية) عن التدريس القائم على النموذج Model-Based Teaching "MBT"، من حيث: دور المُتَعَلِّم في بناء النموذج ومستوى العمليات المعرفية التي يمارسها في كل منهما، فالتدريس القائم على النموذج يتضمن "استخدم" المُتّعلِّمين لنماذج جاهزة، أما في التدريس القائم على النمذجة؛ فإن المُتَعَلِّم يقوم بـــ"بناء واستخدام" النماذج، وفي هذا السياق، يقارن جيلبرت وجوستي (Gilbert & Justi, 2016) بين خمسة مداخل لاستخدام النماذج والنمذجة في تعليم العلوم وتعلمها، وهي مداخل قائمة على: ١- نماذج المناهج الدراسية، ٢- استخدام النماذج، ٣- تنقيح النماذج، ٤- إعادة بناء نموذج، وتُسمّى بالنمذجة الاستقصائية Inquiry Modelling، ٥- بناء نموذج جديد، ففي حالة التّعَلُّم القائم على "النموذج"، يتم توفير النموذج من جانب المعلم أو الكتاب المدرسي أو أي مصدر آخر، ولا يشتمل الغرض من استخدامه على تقييمه أو تعديله؛ ومن ثم فإن المدخلين الأول والثاني هما تدريس قائم على النموذج، أما في التدريس القائم على "النمذجة"؛ فإن المُتّعلّمين يشاركون في نمذجة كيان محدد، ويعملون دون معرفة مُسبقة بالنموذج بوصفه مُخرجًا؛ ومن ثم فإن المداخل التي تستهدف إعادة بناء نموذج أو بناء نموذج جديد ترتبط بالتدريس القائم على النمذجة، وهما المدخلان: الرابع والخامس، أما المدخل الثالث فيتضمّن نسبة محدودة من النمذجة. ووفق هذا التصوّر؛ فإن **الاستراتيجية المُقترحة في**

الدراسة الحالية تستند إلى النمذجة الاستقصائية، وبناء نماذج جديدة (المدخلان الرابع والخامس).

وهناك ارتباط وثيق بين النمذجة العلمية والاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي؛ فالنمذجة هي عملية أساسية في كل أشكال التفكير البشري، ويفترض بعض علماء النفس أن البشر يفكّرون استدلاليًا من خلال النمذجة، وأن الاستدلال يحدث من خلال محاكاة تتضمّن نماذج عقلية (Gilbert & Justi, 2016)؛ وبناء عليه، فإن النمذجة مُكون مهم في بنية الاستدلال العلمي (Edelsbrunner & Dablander, 2019; Dorfner et al., 2018). وعلى الجانب الآخر، فإن الجدل العلمي (وهو أحد مكونات الاستدلال العلمي)، والاستدلال التمثيلي (وهو أحد أنماط الاستدلال العلمي)؛ هما من العمليات المعرفية الأربع المستمرة طوال عملية النمذجة العلمية وفق نموذج النمذجة المُعدل الذي سبق الإشارة إليه. وبالإضافة إلى ذلك، فإن النماذج تؤدي دوراً استكشافيًا مهمًا في العلوم، فهي تيسّر تنظيم الأفكار وصياغتها حول الظواهر وآلية حدوثها، وهذا هو أحد أكثر أشكال الاستدلال العلمي إبداعاً وتوليداً (Svoboda & Passmore, 2013). وإذا كان الاستدلال العلمي نوعًا خاصًا من البحث القصدي عن المعرفة العلمية وفق التصوّر الذي قدمه موريس وآخرون (Morris et al., 2012)، وأن التحصيل الدراسي هو كمية المعرفة التي يكتسبها المُتَعلِّم، والنمذجة عملية بناء هذه المعرفة العلمية وتطويرها؛ ومن ثَّم فإن هناك علاقة بين المُتغيّرات الثلاث محورها "المعرفة"، كما أن عملية الترميز التي قُدمت بوصفها واحدة من الآليات المعرفية المستخدمة في الاستدلال العلمي وفي تنميته؛ تشير إلى "تمثيل" المعلومات قبل ممارسة الاستدلال حولها، وأن جودة عملية الاستدلال تعتمد على دقة هذا التمثيل، وهذا "التمثيل" هو أحد الوظائف المعرفية للنمذجة العلمية.

ومن العرض السابق؛ تتبيّن أهمية الاستدلال العلمي الذي يؤكده الباحثون، وكذلك المعايير الحديثة للتربية العلمية، وأهمية التحصيل الدراسي في العلوم الذي

تؤكده الدراسات الدولية واسعة النطاق، مثل: تيمز TIMSS، بوصفه أحد المحكات الرئيسة للحكم على جودة الأنظمة التعليمية، وأهمية النمذجة العلمية والتدريس القائم عليها، والعلاقة الوثيقة بين النمذجة العلمية والاستدلال العلمي، وبين المعرفة العلمية وبنائها؛ مما قد يمثّل أساسًا لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي في فصول العلوم.

الإحساس بمشكلة الدراسة:

يتضح مما سبق أهمية تنمية الاستدلال العلمي، وكونه أحد الأهداف المهمة للتربية العلمية وتدريس العلوم، وعلى الرغم من ذلك؛ فإن الكثير من الباحثين (مثل: عز الدين، ٢٠١٨؛ لطف الله، ٢٠١٢؛ Yanto et al., 2019) يؤكدون تدني الاستدلال العلمي لدى المُتّعلّمين، وضعف قدرة الاستراتيجيات التقليدية لتعليم العلوم وتعلمها على تنميته، وشيوع الحفظ والاستظهار والاهتمام بالمستويات المعرفية الدنيا في تدريس العلوم القائم على هذه الطرق التقليدية، بما تتضمنه من سلبية المُتَعلِّم، وإهمال لمهارات التفكير؛ مما نتج عنه ضعف مستويات التفكير العليا لدى المُتّعلّمين بشكل عام، والاستدلال العلمي بشكل محدد.

وكشفت نتائج دراسة التوجّهات الدولية في الرياضيات والعلوم "تيمز TIMSS" (وهي واحدة من أكبر وأهم الدراسات في مجال الرياضيات والعلوم) عن تدني مستوى تحصيل العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط (الصف الثامن) بالمملكة العربية السعودية في بُعدي تحصيل محتوى العلوم (المُتغير التابع الثاني في الدراسة الحالية)، والعمليات المعرفية للعلوم (الذي يمثّل الاستدلال العلمي "المُتغير التابع الأول في الدراسة الحالية" ما نسبته ٣٠٪ من جملة بُعد العمليات المعرفية في دراسة تيمز ٢٠١٥)؛ حيث حصل تلاميذ الصف الثاني المتوسط (مجتمع الدراسة الحالية) في العلوم على ترتيب متأخر دوليًّا، وذلك في الدورات السابقة للدراسة بين عامي (٢٠٠٣ و٢٠١١)، ومستوى منخفض في العلوم في دورة ٢٠١٥ (٣٩٦ نقطة) عن المعدل الدولي المطلوب (= ٥٠٠ نقطة). هذا إلى جانب وجود اتجاه نحو مزيد من

التدني في تحصيل العلوم بين عامي ٢٠١١ و٢٠١٥؛ وبناء عليه، تكشف نتائج هذه الدراسة الدولية واسعة النطاق عن قصور في تعليم العلوم وتعلّمها، وضعف التحصيل الدراسي في العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط، وكذلك ضعف في بُعد العمليات المعرفية للعلوم؛ بما يؤكد الحاجة إلى اقتراح وتجريب استراتيجيات حديثة لتدريس العلوم، تستهدف علاج هذا القصور، وتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي وفق خطوات وإجراءات واضحة، وأسس تربوية سليمة.

وقد أكّدت الدراسة الاستطلاعية التي أجراها الباحث هذا التدني في الاستدلال العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؛ حيث طُبّقت هذه الدراسة على عينة من (٣٣) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني المتوسط – من غير عينة الدراسة – بمدرسة قباء المتوسطة للبنين بالرياض، في الفصل الدراسي الأول، للعام الدراسي ٢٠١٩ – ٢٠٢٠م، إذ طُبّق اختبار لاوسون للاستدلال العلمي LCTSR[2]، ترجمة الزعل (٢٠٠٦)، وقد أجرى الباحث بعض التعديلات في صياغته، ويتكوّن الاختبار من (٢٤) مفردة من نوع الاختيار من متعدد، يتبع كل مفردة من ثلاثة إلى خمسة بدائل، واحدة منها صحيحة، ويرتبط كل زوج من الأسئلة بمشكلة محددة، ويُطلب تحديد الحل الصحيح للمشكلة في السؤال الأول من كل زوج، وتبرير الحل في السؤال الثاني، وقد أظهرت النتائج أن متوسط الدرجة التي حصل عليها التلاميذ في الاختبار تساوي (٧.١٢) من درجة عظمى تساوي (٢٤) درجة، بنسبة مئوية قدرها (٢٩.٦٧٪)، مع انحراف معياري قدره (٢.٦٣)؛ بما يؤكد تدني الاستدلال العلمي لديهم.

وتؤكد ملاحظات الباحث وجود الكثير من الممارسات التي تعوق ممارسة الاستدلال العلمي في فصول العلوم، مثل: عدم قبول آراء المُتَعلِّمين المتباينة

[2] تم استخدام اختبار لاوسون Lawson (ملحق رقم "٤") **في الدراسة الاستطلاعية فقط**، في حين اُستخدم اختبار الاستدلال العلمي– من إعداد الباحث – (ملحق رقم "٧")؛ بوصفه أداة قياس الاستدلال العلمي في الدراسة الحالية.

وتساؤلاتهم، وتقديم المعلومات الجاهزة لهم، واستخدام أساليب تقييم تقليدية ذات إجابة واحدة صحيحة، وتجاهل القائمين على العملية التعليمية لأهمية الاستدلال العلمي في تدريسه وغيرها؛ بما يؤكد ضرورة إعادة النظر في الاستراتيجيات الشائعة لتعليم العلوم وتعلمها، واقتراح استراتيجيات يمكنها المساهمة في تنمية الاستدلال العلمي، مثل تحوّل الاهتمام من الحفظ والاستظهار إلى مشاركة المُتّعلّمين في ممارسات علمية أصيلة، مثل تلك التي يوفّرها التدريس القائم على النمذجة، ومن ثّم تقترح الدراسة الحالية استراتيجية للتدريس قائمة على النمذجة؛ لتنمية الاستدلال العلمي.

وعلى الرغم من أهمية التدريس القائم على النمذجة، ودوره المُتوقّع في تطوير تدريس العلوم، ودعم جهود إصلاح التربية العلمية؛ فإن هذا النوع من التدريس نادراً ما يُستخدم في فصول العلوم (Liu et al., 2017; Svoboda & Passmore, 2013)، التي يتم التركيز فيها على استظهار المعلومات الواردة بالكتاب المدرسي، ويبدو أن أحد أكبر الصعوبات التي تواجه استخدام هذا النوع من التدريس؛ تركيز تدريس العلوم على تعليم الحقائق المنفصلة والمفاهيم العامة دون الاهتمام بطبيعة العلم بشكل عام والنمذجة العلمية بشكل محدد، مع عدم إلمام المعلم بكيفية تنفيذ هذا النوع من التدريس في فصول العلوم (Gilbert & Justi, 2018)؛ وبناء عليه يؤكد عدد من الباحثين (مثل:Develaki, 2016; Louca & Zacharia, 2015) الحاجة إلى دراسات تقدّم تصوّراً لكيفية استخدام التدريس القائم على النمذجة وأنشطته في فصول العلوم، وتقترح الممارسات اللازمة لنجاح هذا النوع من طرق التعليم والتّعلُّم؛ بما يحقّق الفوائد المأمولة منه، ومن هنا تظهر الحاجة إلى اقتراح استراتيجيات لتدريس العلوم، قائمة على النمذجة العلمية؛ توضّح هذه الكيفية للمعلم وغيره من المعنيين، وقد تُسهم في علاج أوجه القصور بالاستراتيجيات التقليدية لتعليم العلوم وتعلمها، وهو ما تسعى إليه الدراسة الحالية.

وبشكل عام، فإن هناك نقصاً في الدراسات التي تبيّن كيفية ممارسة المُتّعلّمين لهذا النوع من طرق التعليم والتّعلُّم، والمُخرجات المتوقعة عند المشاركة فيها (Louca &

Zacharia, 2015)، والحاجة إلى تعرف أنواع التفكير التي يُمكن تنميتها باستخدامه (Svoboda & Passmore, 2013)، وندرة في الدراسات العربية التي تهتم بالتدريس القائم على النمذجة في فصول العلوم، أو التي تتناول فاعلية استراتيجيات قائمة على هذا النوع من التدريس في تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؛ ومن ثمّ تسعى الدراسة الحالية إلى بناء استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة، والكشف عن فاعليتها في تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط.

مشكلة الدراسة:

بناء على ما سبق؛ يمكن تحديد مشكلة الدراسة الحالية في ضعف الاستدلال العلمي، وتدني تحصيل العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط، وضعف قدرة استراتيجيات التدريس التقليدية على علاج هذا القصور. وللتصدي لهذه المشكلة؛ تحاول الدراسة الحالية الإجابة عن السؤال الرئيس التالي: كيف يُمكن بناء استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة؛ لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؟ ويتفرّع عن هذا السؤال الرئيس الأسئلة الآتية:

١- ما أنماط الاستدلال العلمي المُراد تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؟
٢- ما أسس الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة؛ لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؟
٣- ما الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة؛ لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؟
٤- ما فاعلية الاستراتيجية المُقترحة في تنمية الاستدلال العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؟
٥- ما فاعلية الاستراتيجية المُقترحة في تنمية التحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؟

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة الحالية إلى:

١- تنمية الاستدلال العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط، باستخدام استراتيجية مُقترحة للتدريس القائم على النمذجة.

٢- تنمية التحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط، باستخدام استراتيجية مُقترحة للتدريس القائم على النمذجة.

حدود الدراسة: اقتصرت الدراسة الحالية على:

- عينة من تلاميذ الصف الثاني المتوسط (الصف الثامن)؛ لمناسبة مرحلتهم العمرية، وامتلاكهم لخصائص عقلية واجتماعية ونفسية تتناسب مع ممارسة أنشطة الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة، كما أنه الصف الدراسي الذي أظهرت نتائج دراسة تيمز TIMSS تدني تحصيله الدراسي في بُعدي محتوى العلوم وعملياته المعرفية.
- التطبيق بمدرسة قباء المتوسطة للبنين بمنطقة الرياض على عينة عددها (٨٤) تلميذًا؛ إذ أكّدت نتائج الدراسة الاستطلاعية المشار إليها في الإحساس بمشكلة الدراسة وجود ضعف في الاستدلال العلمي لدى تلاميذها، بالإضافة إلى توفر المعمل، والإمكانات اللازمة، والمعلمين من ذوي الخبرة الكافية لتطبيق تجربة الدراسة.
- موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان" من مقرر العلوم بالفصل الدراسي الأول، للعام الدراسي ٢٠١٩-٢٠٢٠م، لأهمية موضوعاتها، وكونها من الموضوعات الرئيسة في علم الأحياء، ولمناسبة محتوى هذه الوحدة وأنشطتها للصياغة وفق الاستراتيجية المُقترحة.
- قياس الاستدلال العلمي من خلال ثمانية أنماط، حُددت من خلال الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة الدراسة، حيث قام الباحث بمراجعة الأدبيات التربوية ذات الصلة، وتوصل إلى أهمية هذه الأنماط ومناسبتها لتلاميذ الصف الثاني المتوسط،

ولموضوعات علم الأحياء في الوحدة المُختارة، وتتمثل هذه الأنماط في: ضبط المُتغيّرات، والاستدلال السببي، والاستدلال الاستقرائي، والاستدلال الاستنباطي، والاستدلال الارتباطي، والاستدلال التناسبي، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال الفرضي–الاستنباطي، وذلك باستخدام اختبار الاستدلال العلمي (من إعداد الباحث).

- قياس التحصيل الدراسي في موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان" في مستويات بلوم الست: التذكّر والفهم والتطبيق والتحليل والتركيب والتقويم، باستخدام اختبار التحصيل الدراسي (من إعداد الباحث)؛ حيث تتناسب هذه المستويات وطبيعة المحتوى التعليمي لموضوعات الوحدة المُختارة.

تحديد مصطلحات الدراسة:

- **استراتيجية التدريس Teaching Strategy:**

يُعرّف الحيلة (٢٠١٢، ص ٨١) الاستراتيجية بأنها: "مجموعة من القواعد تنطوي على وسائل تؤدي إلى تحقيق هدف معين، إنها خطة موجّهة نحو هدف معين، أما استراتيجية التدريس فهي نشاط خاص موجّه بهدف ما، ينهمك فيه المُتَعلِّم لتحقيق مهمة معيارية". ويُعرّف زيتون (٢٠٠٣، ص ص ٥–٦) استراتيجية التدريس بأنها: "طريقة التعليم والتَّعلَّم المُخطط أن يتبعها المعلم داخل الصف الدراسي (أو خارجه) لتدريس محتوى موضوع دراسي معين؛ بغية تحقيق أهداف محددة سلفًا، وينضوي هذا الأسلوب على مجموعة من المراحل (الخطوات/الإجراءات) المتتابعة والمتناسقة فيما بينها، والمنوط للمعلم والتلاميذ القيام بها في أثناء السير في تدريس ذلك المحتوى". **وتُعرّف استراتيجية التدريس القائمة على النمذجة العلمية Modeling Based Teaching "MBT" إجرائيًّا في الدراسة الحالية بأنها:** مجموعة من الإجراءات التدريسية القائمة على نشاط تلميذ الصف الثاني المتوسط في توظيف أنشطة النمذجة العلمية لتعلم محتوى

وحدة "أجهزة جسم الإنسان"، من خلال تقييم النماذج القائمة، وبناء نماذج جديدة، وتعديلها، وتقييمها بطريقة موجّهة بالاستقصاء، ووفق خطوات محددة، وهي: التهيئة وتحديد المهمة، وبناء النموذج، واستكشاف النماذج ونقدها، ومراجعة النموذج وتقييمه، ونشر النموذج؛ بهدف تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لديهم.

- **الاستدلال العلمي Scientific Reasoning:**

يُعرّف لطف الله (٢٠١٢، ص ص ٢٤٧-٢٤٨) الاستدلال العلمي بأنه: "العمليات التي يمارسها الفرد؛ للوصول إلى استنتاجات ونتائج جديدة من معلومات معروفة ومُسلّم بصدقها: أي التوصل للمجهول من خلال معلومات سابقة، ويتمثّل في: الاستدلال الاحتفاظي، الاحتمالي، التناسبي، وضبط المُتغيّرات"، ويُعرّفه موريس وآخرون (Morris et al., 2012, p. 61) بأنه: "مهارات الاستدلال وحل المشكلات المُتضمنة في توليد الفروض أو النظريات، واختبارها، وتعديلها، التي تنعكس على عملية اكتساب المعرفة وتعديلها كنتاج لأنشطة الاستقصاء". و**يُعرّف الاستدلال العلمي إجرائيًّا في الدراسة الحالية** بأنه: العمليات التي يمارسها تلميذ الصف الثاني المتوسط لتحديد المُتغيّرات وضبطها، وتقييم الأدلة، وتَّعرّف الأنماط الموجودة في البيانات، وبناء التفسيرات، واستخلاص الاستنتاجات، استناداً إلى خبراته السابقة، ويتضمّن ثمانية أنماط، وهي: ضبط المُتغيَّرات، والاستدلال السببي، والاستدلال الاستقرائي، والاستدلال الاستنباطي، والاستدلال الارتباطي، والاستدلال التناسبي، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال الفرضي-الاستنباطي، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار الاستدلال العلمي الذي أعدّه الباحث لهذا الغرض.

- **التحصيل الدراسي Academic Achievement:**

يُعرّف سعادة وأبومي (٢٠١٥، ص ٤٢٢) التحصيل الدراسي بأنه: "كمية المعلومات التي يكتسبها المُتَعلِّم بعد العملية التعليمية التعلمية"، ويُعرفه بني خالد (٢٠١٢، ص ١٤٥) بأنه: "مستوى محدد من الإنجاز أو الكفاءة أو الأداء في العمل المدرسي، يُجرى كشفه من قِبل المعلمين أو عن طريق الاختبارات". و**يُعرّف التحصيل**

الدراسي إجرائيًّا في الدراسة الحالية بأنه: كمية المعلومات المتصلة بموضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان"، التي يكتسبها تلميذ الصف الثاني المتوسط من عينة الدراسة، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها في اختبار التحصيل الدراسي، الذي أعدّه الباحث لهذا الغرض.

منهج الدراسة:

استخدمت الدراسة الحالية المنهج الوصفي، وذلك في دراسة الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة؛ بهدف تحديد أسس الاستراتيجية المُقترحة وخطواتها، وأنماط الاستدلال العلمي المُراد تنميتها لدى عينة الدراسة، وإعداد أدوات الدراسة، كما اُستخدام المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي؛ للتحقّق من فاعلية الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة (المُتغيّر المستقل) في تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي (المُتغيرات التابعة) لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط (عينة الدراسة)، عن طريق اختيار مجموعتين متكافئتين من التلاميذ، إحداهما تجريبية تستخدم الاستراتيجية المُقترحة في دراسة محتوى الوحدة المُختارة، والأخرى ضابطة تدرس المحتوى نفسه بالطريقة المعتادة، وتطبيق اختبار الاستدلال العلمي، واختبار التحصيل الدراسي قبليًّا وبعديًّا، ثم تحليل البيانات؛ للوقوف على النتائج، والتحقّق من صحة فروض الدراسة، والإجابة عن أسئلتها.

مُتغيّرات الدراسة وتصميمها: تم تحديد متغيرات الدراسة على النحو التالي:

١- المُتغيّر المستقل: وهو استراتيجية التدريس المُستخدمة لتدريس وحدة "أجهزة جسم الإنسان"، ولها مستويان: الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة (المجموعة التجريبية)، والطريقة المعتادة (المجموعة الضابطة).

٢- المُتغيَّرات التابعة، وهي: الاستدلال العلمي، ويتضمّن ثمانية أنماط، والتحصيل الدراسي.

وفي ضوء هذه المُتغيِّرات، **يمكن التعبير عن تصميم الدراسة شبه التجريبي** كما يلي:

G1: $O_{1\ \&\ 2}$	X_1	$O_{1\ \&\ 2}$
G2: $O_{1\ \&\ 2}$	X_2	$O_{1\ \&\ 2}$

حيث إن: G1: المجموعة التجريبية. G2: المجموعة الضابطة.

O_1: اختبار الاستدلال العلمي. O_2: اختبار التحصيل الدراسي.

X_1: تدريس وحدة "أجهزة جسم الإنسان" باستخدام الاستراتيجية المُقترحة للمجموعة التجريبية.

X_2: تدريس وحدة "أجهزة جسم الإنسان" بالطريقة المعتادة للمجموعة الضابطة.

خطوات الدراسة وإجراءاتها: سارت الدراسة وفق الخطوات التالية:

١- مسح الدراسات والبحوث التي تناولت المُتغيّرات المستقلة والتابعة في الدراسة الحالية.

٢- تحديد أنماط الاستدلال العلمي المُراد تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط، من خلال: دراسة الأدبيات والدراسات السابقة العربية والأجنبية التي تناولت الاستدلال العلمي، وطبيعة تلاميذ هذا الصف.

٣- تحديد أُسس وخطوات الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة، من خلال: دراسة الأدبيات والدراسات السابقة العربية والأجنبية التي تناولت النماذج والنمذجة العلمية، والتدريس القائم على النمذجة، وآراء المتخصصين.

٤- صياغة موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان"، وفق الاستراتيجية المُقترحة، من خلال:

أ- إعداد المواد التعليمية اللازمة للدراسة، وتشتمل على: دليل المعلم، وكتاب التلميذ في محتوى موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان"، وفقًا للاستراتيجية المُقترحة.

ب- استطلاع آراء مجموعة من المُحكّمين؛ للتأكد من صلاحيتهما، وإجراء التعديلات المُقترحة؛ ليصبحا في صورتهما النهائية.

٥- قياس فاعلية الاستراتيجية المُقترحة في تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط، من خلال:

أ- إعداد اختبار الاستدلال العلمي، والتأكّد من صدقه وثباته.

ب-إعداد اختبار التحصيل الدراسي في محتوى الوحدة المُختارة، والتأكّد من صدقه وثباته.

ت- اختيار عينة الدراسة من تلاميذ الصف الثاني المتوسط، وتقسيمها إلى مجموعتين، الأولى: تجريبية، والثانية: ضابطة.

ث- تطبيق أدوات الدراسة (اختبار الاستدلال العلمي واختبار التحصيل الدراسي، وكلاهما من إعداد الباحث) على تلاميذ المجموعتين: التجريبية والضابطة قبليًا.

ج- تنفيذ تجربة الدراسة؛ حيث تدُرّس وحدة "أجهزة جسم الإنسان" للمجموعة التجريبية باستخدام الاستراتيجية المُقترحة، وللضابطة بالطريقة المُعتادة.

ح- تطبيق أدوات الدراسة على تلاميذ المجموعتين: التجريبية والضابطة بعديًا.

خ- استخراج النتائج، وتحليلها، وتفسيرها.

٦- تقديم التوصيات والبحوث المُقترحة في ضوء نتائج الدراسة.

فروض الدراسة: تسعى الدراسة الحالية إلى التحقّق من صحة الفروض التالية:

١- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥)، بين متوسطي درجات المجموعتين: التجريبية والضابطة في القياس البعدي لاختبار الاستدلال العلمي ككل، وأنماطه كل على حِدة؛ لصالح المجموعة التجريبية.

٢- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥)، بين متوسطي درجات المجموعتين: التجريبية والضابطة في القياس البعدي لاختبار التحصيل الدراسي؛ لصالح المجموعة التجريبية.

أهمية الدراسة: تتمثّل أهمية الدراسة فيما قد تقدّمه لكل من:

١- مخططي المناهج: فقد تلفت أنظارهم إلى ضرورة الاهتمام بصياغة محتوى مناهج العلوم وأنشطتها؛ بما يُسهم في تنمية الاستدلال العلمي، كما تُقدّم دليلًا لكيفية صياغة بعض موضوعات العلوم وفق استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة؛ بما قد يُوجّه أنظارهم إلى بعض التوجّهات الحديثة في تعليم العلوم وتعلّمها.

٢- المعلمين: تُقدّم إليهم نموذجًا إجرائيًّا لاستخدام استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة؛ مما قد يُسهم في تحسين أدائهم التدريسي، ومسايرة الاتجاهات الحديثة لطرق تعليم العلوم وتعلّمها، وتنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى تلاميذهم.

٣- المُتّعلِّمين: قد تُسهم في تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لديهم، وقدرتهم على تقييم المعرفة العلمية والأفكار، والوصول إلى استنتاجات قائمة على أدلّة ومعلومات سابقة صحيحة، واتخاذ القرارات المناسبة، وحل المشكلات العلمية واليومية.

٤- الباحثين: قد تُسهم في إثراء البحوث والدراسات العربية؛ نظرًا لندرة الدراسات العربية التي تتناول استراتيجيات للتدريس القائم على النمذجة، كما أنها قد تفتح آفاقًا لبحوث ودراسات أخرى تتناول نماذج تدريس حديثة تنتمي لهذا المجال.

الإطار النظري: التدريس القائم على النمذجة، وتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي:

يهدف الإطار النظري إلى إلقاء الضوء على النماذج والنمذجة العلمية، والتدريس القائم على النمذجة؛ وصولًا إلى تحديد أسس وخطوات الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة، كما يهدف أيضًا إلى إلقاء الضوء على الاستدلال العلمي (مفهومه، ومكوّناته، ونماذجه ... إلخ)؛ وصولًا إلى تحديد أنماطه المُراد تنميتها لدى التلاميذ من عينة الدراسة، ومن ثمّ يستعرض الإطار النظري الأدبيات والدراسات

السابقة التي تتناول: أولًا: النماذج والنمذجة العلمية. ثانيًا: التدريس القائم على النمذجة. ثالثًا: الاستدلال العلمي.

أولًا: النماذج والنمذجة العلمية:

يُعرّف لي وآخرون (Lee et al., 2017, p. 307) النموذج بأنه "تمثيل يشرح أو يتوقّع عملية أو ظاهرة علمية، التي من الممكن أن تكون عنصراً أو آلية أو حدثًا، وهي بمثابة الهدف لهذا النموذج"، ويستند لي وآخرون في هذا التعريف إلى وصف خصائص النموذج الثلاث، وهي: ١- ما يمثله Represent النموذج (مثل: النموذج له هدف Target، وهو "تمثيل" لعنصر، أو عملية، أو ظاهرة، أو مفهوم)، ٢- العلاقة بين النموذج وهدفه (مثل: النموذج يتضمّن تبسيطًا وتفسيراً يجعله يمثّل الهدف بشكل دقيق)، ٣- الغرض من النموذج (مثل: استخدامه في التنبؤ). كما يُعرّف النموذج أيضًا بأنه: "تمثيل مرئي لعنصر لا يمكن للمتعلمين ملاحظته بشكل مباشر في الفصل الدراسي" (Lott & Wallin, 2012, p. 108).

وتوصف النماذج بأنها أدوات تعليمية (Taber, 2017)، يتم بناؤها ومعالجتها لأداء العديد من **الوظائف المعرفية** Epistemic Functions، فهي "تمثيل" للواقع الذي يُشكّل النظريات، كما تُستخدم في وصف الظواهر المعقّدة، وتمثيل الأفكار المرتبطة بنظام ما، وتعديلها؛ بهدف تعرُّف آليات عمل النظام، والتنبؤ بالأحداث المستقبلية، وتأكيد الحاجة لدراسات تجريبية، ونشر الأفكار، واختيار أفضل طرق استخدام النماذج وتقييمها (Gilbert & Justi, 2016; Svoboda & Passmore, 2013). ويتبنى كل من الفلاسفة وعلماء النفس وجهة نظر مختلفة حول النماذج، الأولى: تصف النماذج بأنها "تمثيل"، والثانية: تصفها بأنها أدوات معرفية داعمة للتفكير، وتعدُّ وجهة نظر الفلاسفة الدلاليين النماذج مماثلة للنظام المستهدف، وتُمثّل أكبر عدد من خصائصه؛ ومن ثمّ تختلف وجهة نظر كل منهما في النمذجة، فالفلاسفة يهتمون بالعلاقات والعمليات المنطقية بين النماذج والنظريات، وبين النماذج والأنظمة المستهدفة، أما

علماء النفس فيهتمون بالكيفية التي يتم بها بناء النماذج العقلية، وتعديلها، وتقويمها، وتوظيفها في التفكير حول نظام مُستهدف (Gilbert & Justi, 2016).

وتقوم النماذج بوظائف معرفية أخرى، مثل: تبسيط الواقع، فهي تعرض مختارات مُبسطة من الظواهر المُعقدة، وهي مبسطة بالمقارنة بالظواهر التي تمثّلها، وتتفاوت في تعقدها؛ مما ينتج عنه سلسلة متصلة التعقّد من النماذج، من بسيط إلى شديدة التعقيد؛ بما يتيح للعلماء فهم الأنظمة الحقيقية ودراستها (Taber, 2017; Gilbert & Justi, 2016; Svoboda & Passmore, 2013)، ومن السمات المهمة للنماذج البسيطة: قدرتها على **تيسير الاستدلال العلمي حول الأنظمة المُعقدة**؛ مما يستوجب تقليل التعقيد وتبني نماذج بسيطة (Svoboda & Passmore, 2013). ويميل النموذج العلمي إلى تجريد هدفه Target في ضوء الغرض من النموذج، فهو تمثيل لجوانب محددة من الأنظمة الحقيقة بمدى من الدقة؛ يتيح الكشف عن الخصائص والعلاقات المخفية للظواهر، التي يصعب دراستها غالبًا من خلال الخبرات الحسية المباشرة (Lee et al., 2017; Develaki, 2016).

وتُستخدم **خصائص التمثيل لتصنيف النماذج**، على سبيل المثال، يحدد لي وآخرون (Lee et al., 2017) ثلاث خصائص يمكن استخدامها لتصنيف النماذج، وهي: ١- الوسيلة (تُشير إلى الفرق بين النماذج النصية والتخطيطية)، ٢- الأبعاد (تُشير إلى تمثيلات النماذج ثنائية الأبعاد 2D، أو ثلاثية الأبعاد 3D)، ٣- الدينامية (تُشير إلى الطبيعة المتحركة أو الثابتة للنموذج). ويوضح جيلبرت وجوستي (Gilbert & Justi, 2016) أن النماذج يُمكن التعبير عنها بواحدة أو أكثر من أنماط التمثيل الشائعة، والتي قد تكون: ثنائية الأبعاد 2D (مثل: الخرائط، والرسوم البيانية، والصور)، أو ثلاثية الأبعاد 3D (التي قد تكون واقعية، أو افتراضية يتم بناؤها باستخدام الحاسوب)، أو رياضية، أو لفظية، أو خليط من هذه الأنماط، وقد تأخذ النماذج شكلًا ماديًّا (مثل: تمثيل الكرة والعصا لبنية بلورية)، أو شكلًا بصريًّا (مثل: رسم تخطيطي لمسار التمثيل الغذائي)، أو شكلًا لفظيًّا (مثل: تشبيه بنية الذرة والنظام

الشمسي)، أو شكلًا رمزيًّا (مثل: معادلة كيميائية)، أو شكلًا افتراضيًّا (مثل: المحاكاة الحاسوبية)، ويصنّف ديفلك (Develaki, 2016) النماذج إلى: نماذج مادية (نماذج المقاييس)، ونماذج بصرية (الصور، والرسومات، والرسوم البيانية)، ونماذج مجردة، مثل: النماذج الرياضية النظرية أو المحاكاة الحاسوبية.

وفي السياق العلمي يتفق الكثير من الباحثين (مثل: Liu et al., 2017; Develaki, 2016) على أن فهم العلاقة بين النماذج والنظريات؛ يوفّر فهمًا راسخًا للنمذجة العلمية، وبشكل خاص في حالة وجود نظريات مرتبطة بالأنظمة أو الظواهر التي يتم نمذجتها. ويمكن عرض بعض جوانب هذه العلاقة فيما يلي: ١- يُمكن فهم كلمة نموذج بأنها تمثيل لنظرية أو بيانات مرتبطة مباشرة بخبرات العالم الحقيقي: أي أنها وسيط بين النظريات من جهة، والبيانات أو العالم الحقيقي من جهة أخرى؛ حيث تهدف النماذج إلى وصف الظواهر وتفسيرها، والتنبؤ بسلوكها بطريقة تجعل النظريات والمعرفة النظرية متوافقة مع البيانات التجريبية. ٢- بناء النماذج يتيح للعلماء صياغة النظريات العلمية، واختبار الفروض، وتحليل البيانات، وتفسير الظواهر، وعمل التنبؤات، ويتفق هذا مع النظرة الفلسفية للنماذج، بوصفها أجزاء تأسيسية للنظرية، أي أن النظرية تتكوّن من مجموعة نماذج تمثّل نظريات صغيرة متخصصّة، في حين تُوصف النظريات العامة بأنها نماذج فائقة Hyper-Models؛ بمعنى أن النموذج يمثّل نظرية في طور التكوين، ٣- تطوير النماذج النظرية يسترشد بالنظريات الأساسية ذات الصلة بالأنظمة المُنمذجة، مثل: نظرية الكم، أو نظرية التطور؛ ومن ثّم تكون النماذج رياضية في حالة كون جذر النظرية رياضيًّا، وتهدف النماذج في هذه الحالة إلى تخصيص البنية العامة والمجردة للنظريات لأجل فئات محددة من الأنظمة الحقيقية، ٤- ظهر حديثًا افتراض الهوية المستقلة للنماذج عن النظريات، وذلك في ضوء النظرة إلى النماذج بوصفها وسيطًا أو مُعرفات أو أدوات اصطناعية (Gilbert & Justi, 2018, 2016; Liu et al., 2017; Develaki, 2016; Jong et al., 2015).

والنمذجة العلمية واحدة من العمليات الأساسية في إنتاج المعرفة العلمية والتحقّق منها، ونشرها، واستخدامها، وتشتمل على: إنتاج النماذج، واستخدامها، وتعديلها، ورفضها (Gilbert & Justi, 2016)، وتستخدم في التعليم والتعلم لثلاثة أسباب، وهي: ١- التمثيل أو الوصف، ٢- جمع البيانات، ٣- التنبؤ (NGSS, 2013)، ولها أهمية كبيرة في تدريس العلوم والتربية العلمية، ويرجع ذلك إلى أهمية النمذجة في العلم نفسه، وإلى الدور التربوي للنمذجة العلمية؛ ومن ثمّ يجب قيام المُتّعلّمين بأنشطة تتضمّن أنواعاً مختلفة من النمذجة في سياق التربية العلمية الأصيلة، حيث تعكس ممارساتهم في فصول العلوم ما يقوم به العلماء من بناء لنماذج تخيلية تحاكي العمليات العقلية في أذهانهم، مثل: استخدم فراداي Faraday لخطوط تخيلية للتعبير عن المجال المغناطيسي، وكذلك الخطوط المُعبرة عن سلوك الضوء عند مروره خلال العدسات (Taber, 2017).

وهناك الكثير من أشكال النماذج والنمذجة العلمية شائعة الاستخدام في فصول العلوم، مثل: الصور من الكتب، والنمذجة ثلاثية الأبعاد للنظام الشمسي، ونمذجة الظواهر المجهرية، كما توجد العديد من الأمثلة لموضوعات تنتمي لمجال البيولوجي يمكن توظيف النمذجة العلمية في تدريسها، مثل: الكائنات حية (مثل: الفيروسات)، والأنظمة (مثل: نظام الدورة الدموية)، والعمليات (مثل: تحرير الطاقة من المواد الغذائية)، والأحداث (مثل: هجوم خلايا الدم البيضاء على فيرس)، والأفكار (مثل: نظرية التطور) (Gilbert & Justi, 2016; Lott & Wallin, 2012). وأحد أشهر النماذج العلمية في مجال البيولوجي؛ النموذج الجزيئي لبنية الحمض النووي DNA الذي بناه كريك وواتسون Crick and Watson في خمسينيات القرن الماضي، واستخدما النمذجة للوصول إلى بنية الحمض النووي، بحيث تتلاءم مع القياسات المخبرية؛ بالرغم من عدم معرفتهما المسبقة بهذه البنية؛ وبالتالي فإن النمذجة العلمية كانت بمثابة تكملة مفيدة للبحوث المعملية؛ بما يثبت أهميتها في بناء الأفكار العلمية وتطويرها، وخاصة في حالة الظواهر التي تتجاوز الخبرات الحسية (Taber, 2017;

Develaki, 2016). ومثل هذه النماذج تكون مناسبة في تدريس المفاهيم العلمية المجردة؛ لكن الفهم العميق للمعرفة العلمية يحدث عند قيام المُتّعلّمين ببناء نماذجهم الخاصة، من خلال: استكشاف الظاهرة، ثم بناء "نموذج أولي" يفسر ملاحظاتهم، واختبار نموذجهم العلمي في مواقف مختلفة، وتقييمه، وتعديله إذا لزم الأمر، وأخيراً: يستخدمونه في التفسير والتنبؤ بالظواهر ذات الصلة (Lott & Wallin, 2012).

ثانياً: التدريس القائم على النمذجة:

التدريس القائم على النمذجة هو مدخل للاستقصاء الموجّه لتدريس العلوم، ينظّم فيه التدريس حول النماذج (Megowan-Romanowicz, 2016): أي تُستخدم فيه النمذجة لأغراض التّعلُّم، التي تهدف في سياقه إلى محاكاة الطريقة التي يقوم بها العلماء ببناء نماذجهم وتنقيحها بطريقة موجّهة بالاستقصاء، وفيها يتم نقل كل العمليات المعرفية المرتبطة بالنمذجة العلمية إلى داخل فصول العلوم؛ بما يتيح للمتعلمين الفرصة للمشاركة في ممارسات علمية أصيلة، مثل: تصميم التجارب وإجرائها، وجمع البيانات وتحليلها، وتوليد الفروض، واستخلاص الاستنتاجات، والحجج القائمة على الأدلة ... إلخ (Stammen et al., 2018; Louca & Zacharia, 2015)، ولتعرّف مفهوم التدريس القائم على النمذجة يجب فهم ما يلي (Louca & Zacharia, 2015):

- النماذج هي تمثيلات لأنظمة أو ظواهر – طبيعية أو مُصنعة بشريًّا – وتشتمل هذه التمثيلات على: ١- "مكونات" هذه الأنظمة أو الظواهر، وهي: العناصر Objects، والكيانات Entities، والعمليات Processes، ٢- "الآليات" الأساسية للنظام أو الظاهرة.
- يهدف التدريس القائم على النمذجة إلى تيسير فهم المُتّعلّمين وتصوّرهم لظاهرة أو أجزاء منها، من خلال تحديدهم لهذا "المكونات" و"الآليات"، وتجميعها في مُخرج أو نموذج يحاكي الظاهرة أو أجزاء منها، بحيث تُمثّل مكوّنات الظاهرة والآليات المتبعة لعملها.

- ويحدث التّعلُّم عند استيفاء كلا المطلبين: أي معرفة مكوّنات الظاهرة، والعلاقة بينها؛ بما يؤدي إلى تنمية فهم الآلية الكامنة وراء الظاهرة قيد الدراسة.

وقد انطلق التدريس القائم على النمذجة من مجال الفيزياء، حيث طور مالكولم ويلز Malcolm Wells طريقة للتدريس القائم على النمذجة في ثمانينيات القرن الماضي في سياق دراسته للدكتوراه – تخصص طرق تدريس الفيزياء – ثم اُستخدم هذا النوع من التدريس في تخصصات علمية أخرى، بما فيها علم الأحياء (Stammen et al., 2018; Megowan-Romanowicz, 2016). وقد اُستخدمت النمذجة بوصفها طريقة لبناء المعرفة في نموذج جون كليمنت John Clement في ١٩٨٩م، الذي يفترض أن التّعلُّم من خلال بناء النماذج عملية أساسية في بناء المعرفة العلمية، وقد سبقته أفكار هيستين وهالون Hestenes and Halloun في ١٩٨٧م لاستخدام النمذجة في تدريس الفيزياء، وركّزت على النمذجة الرياضية، وتعلّم النماذج القائمة، وتبني النظرة الدلالية للنماذج كتمثيل للأشياء الحقيقية، وفي ضوء هذه الأفكار اقترح هيستن Hestens أن النمذجة عملية تتكوّن من أربع مراحل، وهي (Gilbert & Justi, 2016): ١- الوصف Description: وهي وصف العناصر والخصائص والظواهر المُراد نمذجتها، والتفسير الفيزيائي لجميع المُتغيّرات، واختيار النظرية المراد تطبيقها، وتحديد نوع النموذج المطلوب بناؤه، ٢- الصياغة Formulation: وهي صياغة المعادلات الخاصة بالظاهرة باستخدام القوانين الفيزيائية المناسبة، ٣- التفريع Ramification: وهي عملية رياضية يتم فيها حل المعادلات، وتمثيل النتائج (تحليليًّا أو بيانيًّا)؛ لتأييد هذه التحليلات، ٤- التحقّق Validation: من خلال التقويم التجريبي للنموذج.

وفي الفقرات التالية من هذا المحور سيتم استعراض مراحل التدريس القائم على النمذجة في بعض الدراسات الحديثة بمجال التربية العلمية، التي **تم تضمين أفكار كثيرة منها في الاستراتيجية المُقترحة بالدراسة الحالية**؛ حيث اختلف الباحثون في وصف وتحديد المراحل المُكونة لاستراتيجيات التدريس القائم على النمذجة، واستخدموا

مصطلحات مختلفة لوصف عملية النمذجة العلمية؛ لكن هناك سمات مشتركة يتحدّث عنها أغلب الباحثين (Louca & Zacharia, 2015)، وهي أنها عملية تشتمل على "مثير": ١- المثير يحفّز المناقشة، ٢- وعند معالجة مشكلة أو سؤال يبدأ المتعلمون عملية النمذجة، ٣- يوفر المُثير سياقًا لمشاركة المُتّعلّمين في استقصاء أصيل، ٤- مما يسمح لهم بإجراء البحوث العملية مفتوحة النهاية.

ويحدد لوكا وزكريا (Louca & Zacharia, 2015) أربع مراحل للنمذجة العلمية في فصول العلوم، وهي: ١- جمع الملاحظات والخبرات: وخلالها تُحدّد الحاجة إلى وصف الظاهرة أو تفسيرها، أو التنبؤ بسلوكها كاستجابة للمثير الأولى أو المشكلة، ويقوم المتعلمون بجمع الملاحظات والخبرات ذات الصلة، مثل: خبرات الحياة اليومية، أو البيانات التجريبية، ٢- بناء النموذج: وفيها يبني المتعلمون نموذجًا أوليًا للظاهرة في ضوء ما جمعوه في المرحلة السابقة، ويقيّمون جودة تمثيلهم لسمات الظاهرة من خلال مقارنة النموذج بها، وتتكرر هذه العلمية، مع إدخال تعديلات على النموذج وتحسين دقته في ضوء نتائج التقييم، ٣- تقويم النموذج: وذلك في ضوء معايير الفائدة، أو القدرة على التنبؤ، أو جودة التفسير، وتتطلّب هذه المرحلة تطبيق النموذج في مواقف جديدة، بإعادة تنظيم النموذج في سياق جديد؛ بما يدعم قدرته التنبؤية، فالمتعلمون في هذه المرحلة يقيّمون خصائص النموذج، وقدرته التنبؤية، وآليات سلوكه، وسماته، وعملياته الأساسية، وتُستخدم تغذية الرجع في تعديله بشكل مستمر، ٤- مراجعة النموذج: عند تطبيق النموذج في مواقف جديدة؛ فإن ذلك قد يؤدي إلى رفضه، وبدء العملية من جديد، وفيما عدا ذلك فإن على المُتّعلّمين القيام بأحد أمرين: الأول: مراجعة نموذجهم الحالي وتعديل أجزاء منه، بحيث يمكن للنموذج وصف أو تفسير مواقف محددة بشكل أفضل، الثاني: توسيع النموذج بإجراء إضافات عليه، من خلال: تضمينه في نموذج أكبر، أو إضافة مزيد من التفاصيل إليه.

ويؤكد لوكا وزكريا (Louca & Zacharia, 2015) أن هذه المراحل الأربع لا تسير وفق ترتيب صارم؛ بل بطابع دوري، وبشكل تفاعلي، مع قابلية تكرار أو غياب إحدى هذه الخطوات في كل دورة، وهو يتفق بذلك مع عدد من الباحثين في مجال التربية العلمية من حيث تأكيد الطابع الدوري والمتكرر للتدريس القائم على النمذجة، وكونه يحدث في بيئة تعاونية يتم فيها بناء المعرفة تشاركياً بين المُتّعلّمين، وبينهم وبين المعلم في كل مرحلة من مراحله، فهي عملية تفاعلية تشبه ما يحدث في المجتمع العلمي.

ويحدّد جونغ وآخرون (Jong et al., 2015) المراحل التالية للتدريس القائم على النمذجة: ١- تحديد مكونات الظاهرة قيد الدراسة ووصفها، ٢- توجيه المُتّعلّمين لبناء نموذج يهدف إلى حل مشكلة، ٣- تقييم المُتّعلّمين للاتساق الداخلي والخارجي للنموذج الذي تم إنشاؤه؛ للتحقّق من صدقه، ٤- جمع وتحليل البيانات لحل المشكلة التي تم تصميم النموذج من أجلها. كما يحدد ميجوان رومانوفيتش (Megowan-Romanowicz, 2016) ثلاث مراحل لسير التدريس القائم على النمذجة، يُطلق عليها دورة النمذجة، وهي: بناء النموذج، وتوسيع النموذج، وتطبيق النموذج، ويتفق معه ستامين وآخرون (Stammen et al., 2018)؛ حيث يُشير إلى أن التدريس القائم على النمذجة يتفق مع النظرية البنائية، ويشبه دورة التّعَلُّم الثلاثية لكربلاس Karplus؛ لكنه يدمج المراحل الثلاث لدورة التّعَلُّم في مرحلتين بالتدريس القائم على النمذجة، وهما: ١- تطوير النموذج: وفيها يقوم المتعلمون باكتشاف النموذج وتقديمه، ٢- نشر النموذج: وتتكون هذه المرحلة من تطوير المفهوم وتطبيقه، وفي هذه المراحل يخضع المتعلمون لدورة النمذجة، التي تشتمل على توليد البيانات وتحليلها بشكل مستمر؛ لإنتاج نموذج بتمثيلات متعددة، ومراجعة مدى توافق النموذج مع الظاهرة العلمية قيد الدراسة.

ويصف ستامين وآخرون (Stammen et al., 2018) إجراءات التدريس القائم على النمذجة في فصول العلوم كما يلي: ١- جمع البيانات حول الظاهرة قيد

الدراسة من جانب مجموعات المُتّعلّمين، ٢- تحليل البيانات؛ لتحديد الأنماط الموجودة في المُتغيّرات التي تم اختبارها، واستخدامها في بناء تمثيلات خارجية لنموذجهم، التي قد تكون على شكل رسم بياني، أو معادلة جبرية، أو نموذج أولي Prototype، أو تفسير بياني أو لفظي، ٣- اجتماع المُتّعلّمين حتى يصلوا إلى نموذج نهائي، يأخذ في الاعتبار التمثيل المتعدّد الذي طوّرته المجموعات من خلال الاستدلال الجدلي الحواري، وفي هذه الاجتماعات يُعبر المتعلمون عن فهمهم للظاهرة، وهدف تمثيلها، والحاجة إلى تمثيلات متعددة للظاهرة العلمية، يتم جمعها في نموذج علمي يُمكن استخدامه لوصف الظاهرة، وتفسيرها، والتنبؤ، وحل المشكلة، ٤- النشر: وفيه يستخدم المتعلمون نماذجهم الأولية في التنبؤ بما قد يحدث في المواقف الجديدة، ويراجعون صحة تنبؤاتهم، والحاجة إلى تعديل نموذجهم استناداً إلى البيانات الجديدة، وتستمر الدورة.

كما يعطي ستامين وآخرون (Stammen et al., 2018) مثالًا لاستخدام دورة النمذجة في تدريس موضوع "نمو الخلايا والتكاثر"، حيث يعمل المتعلمون على: بناء نموذج فيزيائي أولي لعملية تضاعف الحمض النووي DNA باستخدام الخرز وخيوط الغزل، ويحددون الطرق الممكنة لمضاعفة الحمض النووي في أثناء الانقسام الميتوزي، ثم يقارنون البيانات التي توصلوا إليها مع النتائج التجريبية المأخوذة من الطرد المركزي، ويكتشفون مدى التطابق، ثم تتشارك مجموعات المُتّعلّمين التمثيلات التي توصلوا إليها، ويناقشون النتائج، ويتم تحديد أفضل نموذج يراعي التمثيلات المتعدّدة التي طوّرتها المجموعات من خلال الاستدلال الجدلي، وذلك بدون تدخّل المعلم بالتدريس المباشر، وفي الخطوة الأخيرة يناقشون حدود نموذج الحمض النووي الفيزيائية، والأشكال، والرسوم البيانية التمثيلية، التي تقود المُتّعلّمين إلى فهم أفضل لبنية الحمض النووي الجزيئية.

ويصف ميجوان رومانوفيتش (Megowan-Romanowicz, 2016) إجراءات التدريس القائم على النمذجة في فصول العلوم كما يلي: ١- يقدّم المعلم بعض المعلومات حول موضوع الدرس حسب الحاجة، ثم يطرح "مشكلة"، ٢- يبدأ التدريس بأنشطة معملية، ويتم إجراء مناقشات صفية تسبق البحث، حيث يقوم المتعلمون بملاحظة الظاهرة، ومناقشة ملاحظاتهم، ٣- يُقسّم المتعلمون إلى مجموعات صغيرة، بحيث تتعاون كل مجموعة في حل المشكلة من خلال جمع البيانات وتحليلها، ٤- تستعرض كل مجموعة أفكارها على السبورة البيضاء، وتتشارك نتائجها مع الفصل كله، ٥- يصل المتعلمون إلى مجموعة من التمثيلات للنموذج الذي قاموا ببنائه، الذي يشتمل على: رسوم بيانية، وأشكال، ومعادلات توضّح العلاقات، ٦- يتحرّك المعلم بين المجموعات، بينما يناقش المتعلمون المشكلة، ويستعرضون الحلول على السبورة، وقد يقدّم المعلم بعض التعليقات أو يطرح أسئلة، ويقع العبء المعرفي في هذه المناقشات على المُتّعلِّمين، الذين يقترحون الحلول من خلال الأدلة، ٧- بعد انتهاء مناقشات المجموعات الصغيرة، يقوم المعلم بتنظيم اجتماع يشارك فيه الفصل كله، تتم فيه مناقشة الحلول التي أُستعرضت على السبورة، وتوفّر عملية التفكير بصوت عالٍ للمعلم الفرصة لتعرّف أفكار المُتّعلِّمين واستدلالاتهم في أثناء تطويرها، وتحديد المفاهيم الخاطئة التي يجب معالجتها، وجذب غير المشاركين في الحوار منهم، ٨- وبعد تحديد النموذج موضع البحث يشارك المتعلمون في سلسلة من التمارين والمهام، التي تستهدف مساعدتهم على توسيع نموذجهم وتطبيقه في سياقات متعددة، ٩- وفي نهاية اجتماع الفصل يطلب المعلم من المُتّعلِّمين تلخيص فهمهم للنموذج؛ بما يوفر فرصة أخرى لتحديد المفاهيم الخاطئة لديهم.

ويحدد جيلبرت وجوستي (Gilbert & Justi, 2018) عدداً من المُتطلّبات اللازمة لنجاح التدريس القائم على النمذجة، مثل: مراعاة اهتمامات المُتّعلِّمين، وجاذبية الأنشطة الهادفة لبناء النماذج لهذه الاهتمامات، والمحافظة عليه، وتوفّر خبرة مباشرة أو غير مباشرة لدى المُتّعلِّمين حول الظواهر قيد الدراسة، ومناسبة الوقت المتاح وعدد

المُتّعلّمين في الفصل للمناقشة والتفاعل، والخبرة الكافية لدى المُتّعلّمين بهذا النوع من التفاعل ثنائي الاتجاه، وامتلاكهم لمهارات الجدل العلمي، والاستدلال التماثلي، ويؤكد ميجوان رومانوفيتش (Megowan-Romanowicz, 2016) أهمية جودة الخطاب الصفي في إنجاح هذا النوع من التدريس، عن طريق بناء ثقافة الصف التي تنقل المعلم من الدور المركزي إلى الاعتماد المتبادل بين المُتّعلّمين، وتطوير مهارات المعلم والتنمية المهنية له.

وقد أكّدت نتائج العديد من الدراسات الفوائد التربوية التي يمكن تحقيقها من خلال استخدام التدريس القائم على النمذجة، مثل: دراسة (Mierdel & Bogner, 2019)، التي طُبّق فيها وحدة معملية قائمة على الاستقصاء خارج المدرسة لطلاب الصف التاسع (ن=١١٤)، وفيه أنتجت العينة نموذجًا للحمض النووي DNA باستخدام مواد بسيطة، وأظهرت النتائج عدم وجود علاقة بين الإبداع وجودة النموذج المُنتج، مع وجود ارتباط دال بين جودة النموذج ومستويات المعرفة قصيرة ومتوسطة المدى لدى الإناث، وارتباط دال بين التحصيل المعرفي والإبداع لدى الإناث. وفي المقابل، لم يرتبط الإبداع وجودة النموذج مع التحصيل المعرفي لدى الذكور؛ وبناء عليه عدّت الدراسة أن بناء النماذج داعم للإبداع في التربية العلمية لدى الإناث، وأن النمذجة العلمية الإبداعية مناسبة لجذب الإناث إلى الأفكار العلمية.

واقترحت دراسة (Liu et al., 2017) استخدام معامل العلوم القائمة على الحاسوب مع أدوات الحصول على البيانات وأدوات النمذجة؛ لمساعدة طلاب المرحلة الثانوية على جمع البيانات وصياغتها بصريًا بشكل أسرع، وتوليد نماذج رياضية تعبر عن هذه البيانات؛ ومن ثّم ممارسة مهارات النمذجة العلمية وتنميتها لديهم، وشاركت العينة في مقررات بمعمل العلوم على مدار فصلين دراسيين، وأظهرت نتائج الدراسة أن معدلات نجاح الطلاب في بناء النماذج تقترب من ٥٠٪، وانخفاض مدة النمذجة التي يقوم بها المشاركون مع زيادة الممارسة المعملية التجريبية، وأكدت النتائج أن

النمذجة العلمية توفّر مدخلًا ذا معنى وبديلًا لتعلم وممارسة الفيزياء في المدرسة الثانوية، مع أفضلية التدريس القائم على النمذجة على أنشطة المعمل التقليدية والمعمل القائم على المحاكاة. وتقصّت دراسة (Jong et al., 2015) أثر النص القائم على النمذجة في كفايات النمذجة لدى طلاب الصف العاشر، حيث قرأ (١٥) تلميذًا نصًّا علميًّا قائمًا على النمذجة العلمية أعدّه الباحثون حول قانون الغازات، وأظهرت النتائج تنمية كفايات النمذجة لدى عينة الدراسة، وتنمية قدرتهم على بناء نماذج ذهنية علمية لقانون الغازات، وتنمية قدرتهم على تطبيق المعلومات العلمية. وأظهرت نتائج دراسة (Lott & Wallin, 2012) فاعلية تكامل النمذجة العلمية وأنشطة الاستقصاء المُستخدمة في تدريس موضوع حالات المادة لتلاميذ الصف الأول الابتدائي في تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى هؤلاء التلاميذ.

ثالثًا: الاستدلال العلمي:

الاستدلال هو نشاط عقلي يقوم فيه المُتَعَلِّم بربط الحقائق، من خلال بناء الحجج وتقييمها؛ بحيث يتمكّن من الوصول إلى استنتاجات جديدة (Yanto et al., 2019)، ويُعرّف ولي وآخرون (٢٠١٥، ص٢٣) الاستدلال بأنه: "نوع من أنواع التفكير، يتضمن حلًّا لمشكلة من مقدمات معلومة باستخدام الرموز والخبرات السابقة". ويشير ولي وآخرون أيضًا إلى أن بعض المهتمين بالاستدلال يعدّونه عملية تفكير تؤدي إلى قرار أو حل لمشكلة عن طريق الخبرات أو المعلومات، ويراه بعضهم الآخر يراه تفكيراً علائقيًّا تُدرك فيه العلاقات، ويبدأ من قضايا مُسلّم بها، كما أن النظريات التي تتناول الاستدلال تسير في اتجاهين، الاتجاه الأول: النظريات العاملية للذكاء، التي تنظر إلى الاستدلال بوصفه مرادفًا للذكاء، وأن الذكاء يقوم في جوهره على الاستدلال، ومن أصحاب هذه الاتجاه: سبيرمان Sperman وثرستون Thurston وغيرهم، ويتفق هذا مع وصف يانتو وآخرين (Yanto et al., 2019) للاستدلال بأنه أحد جوانب الذكاء البشري، أما الاتجاه الثاني فيتمثّل في نظريات التطور المعرفي، ورائدها بياجيه Piaget.

وتعود جذور البحث في **الاستدلال العلمي** إلى علم نفس النمو، والمفاهيم الحالية له هي نتاج أكثر من خمسين عامًا من البحث في مجال التربية وعلم النفس، وقد مر مفهومه بثلاثة تحولات رئيسة: يرتبط التحوّل الأول باعتماد الاستدلال العلمي على المحتوى العلمي، وأنه ينمو جنبًا إلى جنب مع تنمية محتوى العلوم، ويتعلّق التحوّل الثاني بارتباط الاستدلال العلمي بالعمليات التي تحدث عند تطبيق الطريقة العلمية، وأهمية التنسيق بينها، وأهمية الجدل مع الأقران؛ لتحديد الاستراتيجيات المستخدمة في الاستقصاء، أما التحوّل الثالث فيتعلّق بضرورة الاهتمام ببُعدين، وهما: البُعد المعرفي Epistemic والبُعد الاجتماعي، ويُشير البُعد المعرفي إلى إدراك ماهية الأدلة ودورها في الممارسات العلمية، ويُشير البُعد الاجتماعي إلى اعتراف المجتمع العلمي بالممارسات الحوارية والجدلية التي يتضمّنها الاستدلال العلمي (Andersen & Garcia-Mila, 2017; Fischer et al., 2014)، ويُعرّف هان (Han, 2013, p. 2) الاستدلال العلمي بأنه: "مجموعة من مهارات الاستدلال الأساسية التي يحتاجها المُتَعَلِّم لإجراء الاستقصاء العلمي الناجح، التي تتضمّن استكشاف المشكلة، وصياغة الفروض واختبارها، ومعالجة المُتغيّرات وعزلها، وملاحظة النتائج وتقييمها".

ويقوم الاستدلال العلمي على تضمين مهارات التفكير في عمليات البحث، والتجريب، والتحليل، وتقييم الأدلة، واستخلاص الاستنتاجات (Yanto et al., 2019)، ويتضمّن أنشطة لإنتاج الفروض، واختبارها، وتعديلها، والمساعدة على اتخاذ القرارات المناسبة لحل المشكلات (Khoirina et al., 2018)، ويرتبط بإثبات نظرية من خلال جمع البيانات حول العالم الطبيعي، والتّعرّف على الأنماط الموجودة في البيانات (Dorfner et al., 2018)، ويتطلّب الاستدلال العلمي الفعّال مهارات استنباطية واستقرائية، وفهم كيفية تقييم المعرفة والمعتقدات، والقدرة على صياغة أسئلة قابلة للاختبار، والوصول إلى استنتاجات مناسبة من خلال الأدلة التجريبية والنظرية، والقدرة على الوصول إلى المعلومات بطريقة منهجية، واستنباط استنتاجات مناسبة من

الأنماط المُلاحظة، ويتطلّب كذلك القدرة على تقييم الاستدلالات في كل مرحلة من مراحل العملية (Alshamali & Daher, 2016; Morris et al., 2012). ويُعدّد (Kaygısız et al., 2018) ثلاثة أسس يعتمد عليها الاستدلال العلمي، وهي: عمليات الاستدلال العام، والتفكير العلمي، والسببية.

وثمة تنوّع كبير في وجهات النظر حول مفهوم الاستدلال العلمي وبنيته، ويُعدّ النموذج العام للاستدلال العلمي SDDS (سبق الإشارة إليه في مقدمة الدراسة)؛ من أكثر التصورات المُستخدمة في فهم بنيته، ويُوصف الاستدلال العلمي في هذا النموذج بأنه: عملية لحل المشكلات تحدث في فضاءين: الأول: الفروض، التي يتم توليدها في ضوء المعرفة القبلية في أثناء عملية الاستكشاف، والثاني: التجربة، لإنتاج الأدلة التجريبية اللازمة لاختبار الفروض، وأن الاستدلال العلمي هو تفاعل ثلاث عمليات غير خطية، وهي: توليد الفروض، وتوليد الأدلة، وتقييم الأدلة (Edelsbrunner & Dablander, 2019; Dorfner et al., 2018; Opitz et al., 2017)؛ ومن ثمّ فقد ابتعد هذا النموذج عن افتراض بياجيه Piaget بوجود قدرة معرفية واحدة، ولم يتخلّ هذا النموذج عن فكرة المجال العام في عمليات الاستدلال العلمي، مع تركيزه على الدور المهم للمعرفة القبلية في مجال محدد (Opitz et al., 2017): أي **المحتوى العلمي**. وفي هذا السياق، ثمة نقاش بين الباحثين والمهتمين حول علاقة الاستدلال العلمي بالمحتوى العلمي، حيث يرى بعضهم أنه مستقل عن المعرفة، في حين يرى علماء النفس المعاصرون أن الاستدلال العلمي معتمد على المعرفة، وهي وجهة النظر الأحدث والأكثر شيوعاً: أي أن عمليات الاستدلال العلمي تنمو جنباً إلى جنب مع تنمية محتوى العلوم، كما أن العلوم والهندسة أفضل التخصّصات لتنمية الاستدلال العلمي (Andersen & Garcia-Mila, 2017; Ding et al., 2016; Mollohan, 2015; Kind & Osborne, 2017).

ويصف موريس وآخرون (Morris et al., 2012) الاستدلال العلمي بأنه نوع خاص من البحث القصدي عن المعلومات، يتشارك آليات الاستدلال والدافعية مع

غيره من أنواع "البحث عن المعلومات"، وعلى سبيل المثال: يُوصف حب الاستطلاع بأنه مكوّن دافعي للبحث عن المعلومات، وهو يصل إلى حدّه الأقصى في الاستدلال العلمي من خلال الجمع القصدي للبيانات والأدلة ، وتحليلها؛ وبهذا يختلف الاستدلال العلمي في حاجته إلى موارد معرفية إضافية، وتكامل الأدوات الثقافية والسياقية مع عوامل داخلية (مثل: النمو). وقدم موريس وآخرون آليتين معرفيتين يتم استخدامهما في الاستدلال العلمي وتنميته، وهما: ١- الترميز: وفيه يتم "تمثيل" المعلومات قبل ممارسة الاستدلال حولها، وجودة عملية الاستدلال تعتمد على الانتباه إلى المعلومات المناسبة؛ ومن ثمّ الوصول إلى تمثيلات دقيقة توجه عملية الاستدلال، ٢- تطوير الاستراتيجية: وهي الخطوات التي توجّه الحالة الأولية (مثل: السؤال عن علاقة الوزن والحجم بسرعة جسم)؛ للوصول إلى الحالة المُستهدفة (فهم طبيعة العلاقة بين المُتغيّرات)، ويتضمن استخدام الاستراتيجية المداخل المُتعمدة للبحث عن المعلومات الجديدة، وتركيب المعلومات القائمة، ويؤدي اختيار الاستراتيجيات المناسبة لاختبار الفروض والاستنتاج وتقييم الأدلة إلى استدلال علمي أكثر فعالية، وبناء معرفة أكثر صحة.

ولمواجهة صعوبة تقديم تعريف مقبول على نطاق واسع للاستدلال العلمي؛ قدّم لاوسون تعريفاً إجرائيًّا له في سياق تطوير اختباره الأوسع انتشاراً والأكثر استخداماً لدى الباحثين في مجال التربية العلمية؛ لقياس الاستدلال العلمي Lawson's Classroom Test of Science Reasoning "LCTSR"، الذي صمّمه في العام ١٩٧٨م، استناداً إلى نظرية التطور المعرفي لبياجيه Piaget؛ لقياس الاستدلال الشكلي Formal Reasoning، وقام بمراجعته في العام ٢٠٠٠م، حيث ينظر لاوسون Lawson إلى الاستدلال العلمي بوصفه مرادفاً للاستدلال الإجرائي الشكلي Formal Operational Reasoning، والذي يصفه بياجيه Piaget بأنه الاستدلال المجرد المُستخدم في الوصول إلى استنتاجات، من خلال استكشاف العالم في عقل الفرد، بدلًا من ملاحظة المواقف أو معالجة العناصر المادية (Kalinowski & Willoughby,

2019; Koenig, 2019; Kaygısız et al., 2018; Manwaring et al., 2018; Khoirina et al., 2018; Opitz et al., 2017; Hanson, 2016; Han, 2013).

والاستدلال العلمي من وجهة نظر لاوسون Lawson؛ استدلال مجرد تتشاركه خمسة أنماط من المشكلات، تشتمل على: ضبط المُتغيّرات، واختبار الفروض، وتحديد الارتباطات، والتناسب، والاحتمالية (Kalinowski & Willoughby, 2019)؛ ومن ثمّ يُعرّف الاستدلال العلمي بأنه: "القدرة على وصف أنماط العمليات الشكلية، بما في ذلك الاستدلال التناسبي، وتحديد المُتغيّرات وضبطها، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال الارتباطي، والاستدلال التوافقي، والاستدلال الفرضي–الاستنباطي" (Manwaring et al., 2018, p. 2).

وبناء عليه؛ حدّد لاوسون Lawson ستة أنماط للاستدلال العلمي في مقياسه، وهي: حفظ الكتلة والحجم، والاستدلال التناسبي، وضبط المُتغيّرات، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال الارتباطي، والاستدلال الفرضي–الاستنباطي (٣) (Kaygısız et al., 2018; Khoirina et al., 2018; Manwaring et al., 2018)، وتُكوّن هذه الأنماط الست التي قدّمها لاوسون Lawson ما يُعرف على نطاق واسع **بالاستدلال العلمي** (Han, 2013)، وتمثّل أساساً لوضع الاستدلال العلمي في ثلاثة مستويات، وهي: الاستدلال المادي، والانتقالي، والاستدلال الشكلي (Khoirina et al., 2018)، ويرتبط ضبط المُتغيّرات والاستدلال الارتباطي بالاستدلال السببي، أما الاستدلال الاحتمالي والتناسبي فهما رياضيان، وأهميتهما صغيرة في ممارسة العلم؛ على الرغم من أهميتهما في العلوم (Kalinowski & Willoughby, 2019).

ويذكر فانديرغراف (van der Graaf et al., 2019) أن القدرات الأساسية في الاستدلال العلمي تتوافق مع مراحل دورة الاستقصاء، وهي: بناء الفروض، والتجريب، وتوليد الاستنتاجات القائمة على أدلة، ويصفها كما يلي: ١- بناء الفروض:

(٣) أُستبدل الاستدلال التوافقي Combinational Reasoning بالاستدلال الارتباطي والاستدلال الفرضي–الاستنباطي في الإصدار المُعدل عام ٢٠٠٠ من اختبار لاوسون Lawson (Han, 2013).

وفيها يتم إنشاء فرض من سؤال بحثي من خلال عمليات استدلال متعددة، مثل: الاستدلال التماثلي والاستنباطي؛ للانتقال من النظرية إلى الفروض القابلة للاختبار، ٢- التجريب: وفيها يتم تصميم التجارب وإجراؤها؛ بهدف توليد أدلة تجيب عن السؤال البحثي، ٣- الاستنتاج: ويتم الوصول إليه من خلال الأدلة، باستخدام الاستدلال المنطقي والاستقرائي. إذًا، فقدرات الاستدلال العلمي الأساسية يتم تنفيذها خلال عمليات استدلال متعددة في أنماط الاستدلال العلمي، ويتم استخدام الاستدلال الاستنباطي والتماثلي عند فرض الفروض، واستخدام الاستدلال المنطقي والاستقرائي عند توليد الاستنتاجات القائمة على الأدلة ... إلخ.

وحدّد كيند وأوزبورن (Kind & Osborne, 2017) ستة أنماط للاستدلال العلمي، وهي: ١- الاستنباط الرياضي: وهو استخدام الرياضيات في تمثيل الظواهر بالكمية العددية والرموز، واستخدامها في الحجج الاستنباطية، ٢- التقييم التجريبي: وهو استخدام البحث التجريبي لتحديد الأنماط، وتمييز العناصر المختلفة، واختبار تنبؤات النماذج الفرضية، ٣- النمذجة الفرضية: وهي بناء النماذج التمثيلية والفرضية لتمثيل العالم، مثل: تمثيل ما هو كبير جدًّا، مثل: النظام الشمسي، أو صغير جدًّا، مثل: الخلية، ٤- التبويب والتصنيف: وهو تنظيم الاختلافات من خلال المقارنة، مثل: تصنيف الصخور، ٥- الاستدلال الاحتمالي: وهو التحليل الإحصائي للانتظام في المجتمعات، وتحديد الأنماط، وحساب احتمالاتها، ٦- الاستدلال التطوري القائم على التاريخ: وهو محاولة شرح أصول العالم الطبيعي وخصائصه في ضوء ما حدث في ماضي الأرض، والنظام الشمسي، والكون، وغير ذلك.

ويتميز كل نمط من هذه الأنماط الستة للاستدلال العلمي عند كيند وأوزبورن (Kind & Osborne, 2017) بما يخصه من: ١- كيانات Entities، ٢- إجراءات، ٣- بنيات معرفية Epistemic Constructs، فالاستدلال العلمي يعتمد على ثلاثة أشكال من المعرفة، وهي: ١- المحتوى المعرفي: وهي المفاهيم الخاصة بالمجال،

وتمثّل الكيانات الأنطولوجية التي يستخدمها العلم في الاستدلال (مثل: جين – عنصر ... إلخ)، ٢- المعرفة الإجرائية: وهي المعرفة بالإجراءات التي يستخدمها العلماء لإثبات ادعاءاتهم (مثل: مُتغيّر – خطأ في القياس ... إلخ)، ٣- المعرفة الأبستمولوجية: وهي المعرفة بالبنيات المعرفية، والقيم، والكيفية التي تستخدم بها لتبرير ادعاءات العلم (مثل: فرض – نظرية – حجة استقرائية ... إلخ)، وعلى التربية العلمية أن تستهدف تقديم أنماط الاستدلال العلمي الستة، وأشكال المعرفة المميزة لكل منها.

وعدّ يانتو وآخرون (Yanto et al., 2019) أن الاستدلال العلمي جزء من مستويات التفكير العليا في تصنيف بلوم Bloom المُعدل، الذي يتضمّن التحليل والتقويم والإبداع؛ وبالتالي ضمت الأداة التي طوّروها لقياس الاستدلال العلمي في البيولوجي على ثلاثة جوانب، وهي: ١- التحليل: وهو تبسيط المعلومات إلى الأجزاء المكونة لها، ويشتمل على مؤشرات، هي: أ- التمييز بين الأجزاء المرتبطة، ب- تحليل العلاقة بين المُتغيَّرات، ج- وصف العلاقات السببية للظاهرة. ٢- التقويم: وهو تحديد أهمية حجة مُعطاة استنادًا إلى حقائق أو إرشادات، ومؤشراته هي: أ- المراجعة النقدية للتقارير، ب- تحديد صحة الإجراء في ضوء البيانات التي جُمعت. ٣- الإبداع: وهو التفكير المنطقي لإنتاج أفكار جديدة باستخدام الخيال، ومؤشراته هي: أ- صياغة استنتاج، ب- صياغة فروض، ج- تصميم إجراءات علمية.

وفي مراجعة حديثة لأدوات قياس الاستدلال العلمي، قام الباحثون في دراسة أوبتز وآخرين (Opitz et al., 2017) بمراجعة مكوّنات الاستدلال العلمي المُستخدمة في (٣٨) اختباراً، ووجدت الدراسة أن هذه الاختبارات تركّز على مهارات: توليد الفروض، وتوليد الأدلة، وتقييم الأدلة، واستخلاص النتائج. وقد استندت هذه الدراسة إلى ما قدّمته دراسة فيشر وآخرين (Fischer et al., 2014) من مهارات ثمانٍ للاستدلال العلمي، حيث أضافت مهارات تحديد المشكلة والتساؤل إلى مهارات الاستدلال العلمي في نموذج الاستدلال العلمي العام؛ لتشتمل قائمة مهارات الاستدلال

العلمي عند أوبتز وآخرين (Opitz et al., 2017) على المهارات الثمان التالية: ١- تحديد المشكلة: وهو تمييز عدم التوافق بين مشكلة ما وتفسيراتها القائمة، وتحليل الموقف، وبناء تمثيل للمشكلة، ٢- التساؤل: وهو تحديد سؤال واحد أو أكثر كأساس لعملية الاستدلال العلمي، ٣- توليد فروض: وهو بناء إجابات محتملة عن السؤال، وفق معايير علمية تستند إلى نماذج أو أدلّة أو أطر معروفة، ٤- بناء وإعادة تصميم أدوات اصطناعية: أي بناء نموذج أولي اصطناعي يختبرها (مثل: مهندس يبني آلة، أو مدرس يبني بيئة تعليمية)، ويقوم بتعديلها بناء على الاختبار، ٥- توليد أدلة: من خلال التجارب المضبوطة، والدراسات القائمة على الملاحظة، والاستدلال الاستنباطي، ٦- تقييم الأدلة: وهو تحليل أشكال الأدلة المختلفة ذات الصلة بادعاء أو نظرية، ٧- استخلاص الاستنتاجات: وهو الوصول إلى استنتاج من خلال تقييم ارتباط أجزاء الدليل المختلفة؛ للوصول إلى ادعاء Claim أولى، ٨- التواصل والتدقيق: وهو عرض طرق الاستدلال العلمي ومناقشة ونتائجها داخل فريق ومجتمع علمي.

ولتحديد أنماط الاستدلال العلمي المستهدف تنميتها في الدراسة الحالية؛ قد يكون من المفيد – بالإضافة إلى ما سبق في هذا المحور – مراجعة بعض مقاييس الاستدلال العلمي لدى الباحثين في مجال التربية العلمية، التي يمثّل اختبار لاوسون Lawson للاستدلال العلمي "LCTSR" محور أغلبها (تم عرض نبذة عنه قبل عدة فقرات)، مثل اختبارات: iSTAR، FORT، SRS.

وتقيس "قائمة التفكير والاستدلال العلمي Inventory for Scientific Thinking and Reasoning iSTAR" الاستدلال العلمي، بوصفه استخدام المنطق في الاستقراء والاستنباط، وهي نسخة مُحسنة من اختبار لاوسون Lawson المُعدل السابق الإشارة إليه، وتحدّد هذه القائمة iSTAR ثمانية أنماط للاستدلال العلمي، وهي: ضبط المُتغيّرات، والنّسب والتناسب، والاحتمالات، والاستدلال الارتباطي، والاستدلال المنطقي الأساسي، والاستدلال الاستقرائي، والاستدلال السببي، والاستدلال الفرضي-

الاستنباطي (Hanson, 2016; Han, 2013). أما اختبار Formal Reasoning Test "FORT" فهو اختبار جامعة ولاية مونتانا Montana؛ لقياس الاستدلال العلمي لدى طلابها، وعُرض في دراسة كالينوفسكي وويلوغبي (Kalinowski & Willoughby, 2019) كنسخة مُحدّثة من اختبار لاوسون Lawson للاستدلال العلمي. ويحدد اختبار FORT سبعة أنماط للاستدلال العلمي، وهي: اختبار الفروض، وضبط المُتغيّرات، وتحديد الارتباط، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال التناسبي، والاستدلال المنطقي، والاستدلال التوافقي، كما طوّر دراموند وفيشوف (Drummond & Fischhoff, 2017) مقياساً للاستدلال العلمي Scientific Reasoning Scale "SRS" باستخدام مدخل متعدّد التخصصات، بحيث يقيس القدرة على تقييم كل من النتائج العلمية وجودة الأدلة العلمية.

واستهدفت العديد من الدراسات بناء مقاييس للاستدلال العلمي في العلوم بشكل عام (مثل: Kaygısız et al., 2018)، وفي مجال البيولوجي بشكل محدد (مثل: Yanto et al., 2019)، وعلى سبيل المثال: حدّد عز الدين (٢٠١٨) ستة أنماط في مقياسه للاستدلال العلمي في الكيمياء، وهي: الاستدلال الاستقرائي، والاستنباطي، والارتباطي، والتناسبي، والتوافقي، وضبط المُتغيّرات. كما حدّد ملهن (Mollohan, 2015) أنماط الاستدلال العلمي في: ضبط المُتغيّرات، وتنسيق النظرية والأدلة، والاستدلال الارتباطي، وتوليد الفروض، والاستدلال الفرضي–الاستنباطي، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال التناسبي. وحدّد هان (Han, 2013) في مقياسه ثمانية أنماط للاستدلال العلمي، تمثّل مهارات الاستدلال الأساسية التي يحتاجها المتعلمون لإجراء الاستقصاء العلمي، وهي: ضبط المُتغيّرات، والنّسب والتناسب، والاحتمال، والاستدلال الارتباطي، والاستدلال الاستقرائي، والاستدلال الاستنباطي، والاستدلال السببي، والاستدلال الفرضي–الاستنباطي. وحدّد لطف الله (٢٠١٢) أربعة أنماط للاستدلال العلمي، وهي: الاستدلال الاحتفاظي، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال التناسبي، والاستدلال المرتبط بضبط المُتغيّرات.

ويؤكد الباحثون والمهتمون أن هناك ممارسات تدريسية تساعد على تنمية الاستدلال العلمي وتشجّع على ممارسته، مثل: استخدام طرق التدريس القائمة على نشاط المُتَعلِّم، ومراعاة معرفته القبلية، وتشجّعه على البحث عن المحتوى العلمي خارج الكتاب المدرسي، والبُعد عن التلقين، وممارسة الاستكشاف، والتركيز على التفكير العلمي ومهارات حل المشكلات، وحثّه على التفسير والتساؤل (Alshamali & Daher, 2016). وقد أظهرت نتائج دراسة عز الدين (٢٠١٨) فاعلية استخدام نموذج للاستقصاء الموجّه بالجدل في تنمية الاستدلال العلمي بالتجارب العملية في الكيمياء لدى طالبات المرحلة الثانوية بالسعودية، وأظهرت دراسة (Heijnes et al., 2018) فاعلية استخدام النمذجة القائمة على الرسم في تدريس نظرية التطور في تنمية الاستدلال العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية، حيث قام الباحثون بتعديل أداة النمذجة القائمة على الرسم SimSketch؛ لتسمح للطلاب بنمذجة العمليات التطويرية، وبناء نموذج تطويري، واقترحت نتائج الدراسة أن تنمية الاستدلال العلمي باستخدام النمذجة القائمة على الرسم يحتاج إلى توفير تعليمات حول أداة النمذجة، ومستوى كاف من الدعائم التعليمية (السقالات) Scaffolding؛ حتى يتمكّن الطلاب من بناء نماذجهم. كما أظهرت دراسة (Kant et al., 2017) فاعلية استخدام مهام الاستقصاء المعزّزة بالتكنولوجيا، أو أمثلة للنمذجة بالفيديو توضح كيفية إجراء التجارب الافتراضية في تنمية الاستدلال العلمي عند تقديمها قبل أو بدلًا من مهام الاستقصاء لدى تلاميذ الصف السابع، مع حاجة المُتّعلِّمين إلى التوجيه، خاصة عند بداية الحلقة التعليمية الجديدة. وأظهرت دراسة (Wu et al., 2016) تفوّق السقالات المباشرة على غير المباشرة في سياق برنامج للاستقصاء العلمي عبر الإنترنت في تنمية قدرة المُتّعلِّمين على صياغة الفروض، واستخلاص الاستنتاجات، وبشكل خاص لدى المُتّعلِّمين ذوي الاستدلال العلمي المرتفع. وأظهرت دراسة البناء (٢٠١٥) تفوق استراتيجية أبلتون على استراتيجية استمطار الأفكار في تدريس الكيمياء في تنمية الاستدلال العلمي لدى تلاميذ

الصف الثاني المتوسط. وتوصّلت دراسة لطف الله (٢٠١٢) إلى فاعلية نموذج تدريسي في ضوء التّعلُّم القائم على الدماغ في تنمية الاستدلال العلمي لدى تلميذات الصف الأول الإعدادي بمدرسة مصر الجديدة النموذجية للبنات.

ومن خلال استقراء الدراسات السابقة؛ يتضح ندرة الدراسات العربية التي تهتم باستخدام استراتيجيات للتدريس قائمة على النمذجة العلمية في تدريس موضوعات تنتمي لمجال الأحياء؛ لتنمية الاستدلال العلمي أو التحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط.

وفي ضوء العرض السابق، فقد **اقتصرت الدراسة الحالية على ثمانية أنماط للاستدلال العلمي مناسبة لتلاميذ الصف الثاني المتوسط؛** وذلك لأهميتها ومناسبتها لنموهم العقلي، ولمحتوى وحدة "أجهزة جسم الإنسان" التي تنتمي لعلم الأحياء، وتوافق أغلب الدراسات السابقة على هذه الأنماط. ويمكن تعريف هذه الأنماط التي تصف العمليات المُكونة للاستدلال العلمي والمُستهدف تنميتها في الدراسة الحالية كما يلي (عز الدين، ٢٠١٨؛ ولي وآخرون، ٢٠١٥؛ لطف الله، ٢٠١٢؛ Ding, 2018; Kant et al., 2017; Hanson, 2016; Wu et al., 2016; Zhou et al., 2016; Han, 2013):

١- **ضبط المُتغيّرات Controlling Variables**: وهو قدرة المُتَعلِّم على معالجة المواقف التجريبية بطريقة علمية عند جمع البيانات بغرض اختبار الفروض، بحيث يقوم بتثبيت جميع العوامل المؤثرة في الظاهرة، ماعدا المُتغيَّر محل الدراسة، ويُعزى التغير الحادث في المُتغيَّرات التابعة إلى عامل واحد، وهو المُتغيّر التجريبي.

٢- **الاستدلال السببي Causal Reasoning**: هو قدرة المُتَعلِّم على إثبات العلاقات السببية بين الأحداث، فيقوم بالربط بين حدث ما (سبب)، وحدث من نوع آخر (أثر)، ففي حالة وجود علاقة سببية بين متغيرين (س، ص)، فالأسباب قد تكون ضرورية Necessary Causes ("س" سبب ضروري لـــ "ص")، وحدوث "ص" يعني أن احتمال "س" هو ١٠٠٪؛ ومع ذلك فإن وجود "س" لا يعني حدوث "ص"، وقد تكون

الأسباب كافية Sufficient Causes ("س" سبب كافٍ لـــ "ص") فحدوث "س" يعني أن احتمال "ص" هو ١٠٠٪؛ لكن سبب آخر "ج" قد يسبّب حدوث "ص"، وقد تكون الأسباب مُشاركة Contributory Cause ("س" سبب مُشارك لـــ"ص")، فحدوث "س" يجعل حدوث "ص" محتملًا؛ لكنه ليس بنسبة ١٠٠٪.

٣- **الاستدلال الاستقرائي Inductive Reasoning**: هو قدرة المُتَعلِّم على استخلاص الاستنتاجات، واكتشاف الانتظام من حالات محددة: أي الاستدلال من الخاص إلى العام، فهو عكس الاستدلال الاستنباطي، ويُستخدم عند بناء الفروض والنظريات وتحديد العلاقات، وجميع عملياته عمليات استدلال مجرد.

٤- **الاستدلال الاستنباطي Deductive Reasoning**: هو قدرة المُتَعلِّم على استخلاص استنتاجات من مقدّمات: أي الاستدلال من العام إلى الخاص، وهو أحد مهارات المنطق الأساسية، وطريقة للحصول على المعرفة، وتكون الحجج الاستنباطية صالحة Valid، إذا كان الاستنتاج يتبع مجموعة من المقدمات المنطقية، وتكون قوية Sound، إذا كانت صالحة Valid ومقدماتها صحيحة True.

٥- **الاستدلال الارتباطي Correlational Reasoning**: وهو قدرة المُتَعلِّم على تحديد قوة العلاقة الطردية أو العكسية بين المُتغيّرات، والوصول إلى تنبؤات تستند إلى هذه العلاقة. فالارتباط يصف درجة الاعتماد بين المُتغيّرات، والتي قد تكون مستقلة أو معتمدة بدرجة ما، ويهتم الاستدلال الارتباطي بالقدرة على تحديد علاقة المُتغيّرات، وليس آلية هذه العلاقة، أو العلاقة السببية بينها، ويرتبط بشكل وثيق بالاستدلال الشرطي، فاحتمال حدوث أحد المُتغيّرات؛ يتأثر باحتمال حدوث المُتغيَّر الآخر المرتبط به.

٦- **الاستدلال التناسبي Proportional Reasoning**: هو قدرة المُتَعلِّم على الاستدلال من خلال النسب والتناسب، بحيث يتم استخدام معادلة بين نسبتين، تتضمن أربعة مُتغيّرات في تحديد قيمة المُتغيّر الرابع عند توفر قيمة المُتغيّرات الثلاثة الأخرى.

والتناسب هو علاقة كمية بين المُتغيّرات، وقد ينظر إلى هذه العلاقة الرياضية نظرة الوظيفية؛ بحيث تكون العلاقة وظيفية في معادلة رياضية.

٧- **الاستدلال الاحتمالي Probability Reasoning**: هو قدرة المُتَعلِّم على توقّع احتمال حدوث حدث ما كجزء من المرات التي سيحدث فيها عند تكرار العملية، والموقف الاحتمالي يتم الاهتمام فيه بعدد تكرارات عملية ما، التي ينتج عنها نتيجة محددة عند تكراراها في ظروف مماثلة لعدد كبير من المرات، وتسمّى العملية والنتائج بالتجربة، والمُخرجات هي نتائج التجربة. وهناك تفسيران رئيسان للاحتمال: موضوعي (نظري وتجريبي) وذاتي: ١- الاحتمال النظري: وهو لا يحتاج إلى إجراء تجربة، مثل: احتمال ظهور وجه عملة معدنية يساوى ٠.٥ ٢- الاحتمال التجريبي: وهو قائم على التكرارات النسبية طويلة المدى في المواقف المُعقدة التي يصعب فيها تقدير الاحتمالات، وفيها يتم إجراء عدد كبير من التجارب ومراقبة المُخرجات، وهو نسبة عدد المخرجات المُلاحظة للحدث، مقسوماً على العدد الكلي للنتائج المُلاحظة. ٣- الاحتمال الذاتي: وهو قائم على إجراء تخمين مستنير للاحتمال من خلال معلومات كافية، فهو درجة الثقة في حدوث الحدث، مثل: تقدير احتمال نجاح منتج جديد.

٨- **الاستدلال الفرضي-الاستنباطي Hypothetical-Deductive Reasoning "HD Reasoning"**: الاستدلال العلمي في جوهره عملية فرضية-استنباطية، وهو قدرة المُتَعلِّم على ملاحظة ظاهرة ما، وتوليد تفسيرات أو حلول ممكنة لها (فروض)، واستنباط استنتاجات (تنبؤ)، ثم التخطيط لإجراء تجارب لاختبار هذه التنبؤات، وتنفيذها، ومقارنة التنبؤات بالنتائج التجريبية؛ ومن ثمّ يقرر قبول الفروض أو تعديلها أو رفضها، فالمتعلم يحدد جميع العوامل المؤثرة، وينشأ الفروض، ويختبرها؛ لتحديد حل المشكلة العلمية بين الحلول الممكنة، فهو يقوم بما يلي: ١- صياغة الفروض وتقييمها. ٢- اختيار الفرض المُراد اختباره. ٣- توليد التنبؤات من الفروض. ٤- إجراء التجارب؛ للتحقّق من صحة التنبؤات، واستخلاص الاستنتاجات القائمة على أدلة.

٥- في حالة كون التنبؤات صحيحة، يتم تأكيد صحة الفروض وقبولها، وإذا كانت خاطئة يتم رفضها.

وقد عُرضت **هذه الأنماط** المُراد تنميتها في الدراسة الحالية ووصفها (مع اختبار الاستدلال العلمي) على **مجموعة من المُحكّمين المتخصصين** في المناهج وطرق تدريس العلوم (ملحق رقم"١")؛ للتأكد من أهميتها، ومناسبتها لتلاميذ الصف الثاني المتوسط، ولمحتوى الوحدة المُختارة.

وبذلك تكون قد تمت الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة الدراسة، المُتعلّق بأنماط الاستدلال العلمي المُراد تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط.

إجراءات الدراسة:

أولًا: تحديد أسس وخطوات الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة:

تم إعداد الاستراتيجية المُقترحة وفق الخطوات التالية:

- **تحديد أهداف الاستراتيجية:** ويتمثّل الهدف العام للاستراتيجية المُقترحة في تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط.
- **أسس بناء الاستراتيجية المُقترحة:** في ضوء ما عُرض في الإطار النظري للدراسة الحالية حول النمذجة العلمية والتدريس القائم على النمذجة، والاستدلال العلمي؛ يمكن تحديد أسس الاستراتيجية المُقترحة لتدريس القائم على النمذجة؛ لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي فيما يلي:

- مرونة تنفيذ الاستراتيجية المُقترحة، وتداخل مراحلها، وتعديلها وفق متطلّبات سير عملية التّعَلُّم، والفروق الفردية بين المُتعلّمين.
- إيجابية المُتعَلِّم ونشاطه، ومشاركته الفاعلة في تعلّمه، تحت إشراف المعلم وتوجيهه.

- متابعة أداء المُتَعلِّم، وتقديم الدعائم التعليمية (السقالات) للمتعلمين من جانب معلمهم وزملائهم؛ لمساعدتهم على بناء معرفتهم تشاركيًا، وتطوير نماذجهم العلمية، وتقييمها، وإعادة بنائها.
- مراعاة طبيعة تلاميذ الصف الثاني المتوسط، وخصائص نموهم، واهتماماتهم العلمية.
- تشجيع المُتّعلِّمين على تصميم رسوم توضيحية، وخرائط ذهنية، ورسوم بيانية، وجداول، وتشبيهات، وتصنيفات، ومعادلات في أي جزء من المحتوى العلمي يناسب ذلك؛ بما يساعدهم على تعرّف مكونات الأنظمة والظواهر، واستكشاف العلاقات والأنماط، ويدعم ممارسة الاستدلال العلمي، واستيعاب المحتوى العلمي.
- إتاحة الفرصة للمتعلمين لجمع المعلومات، ومراجعة معرفتهم السابقة، وإعادة بنائها.
- توفير بيئة صفية آمنة، تتسم بالتسامح والتعاون، وقبول تساؤلات المُتّعلِّمين، وآرائهم، وتبادل الأفكار، والنقد، ومشاركة الاستنتاجات والتفسيرات العلمية، مع مراعاة حُسن إدارة الصف وتنظيم بيئة التّعلُّم بما لا يعوق تحقيق الأهداف.
- الاهتمام بتحقيق الفهم العميق للمحتوى العلمي.
- مشاركة المُتّعلِّمين في أنشطة النمذجة العلمية بالكيفية التي يمارسها العلماء في البحث العلمي؛ بوصفهم باحثين حقيقيين، بما يدعم تعلم العلوم ذي المعنى، والاستيعاب المفاهيمي ويشجّعهم على ممارسة الطرق العلمية في التفكير.
- توفير التغذية الراجعة الضرورية للمتعلمين في جميع خطوات الاستراتيجية المُقترحة.
- صياغة المواقف التعليمية لتكون جاذبة للمتعلمين، وتتحدّى خبراتهم ومعرفتهم، وتحفّزهم على تحصيل المعرفة العلمية والبحث عنها، والاستدلال حولها.
- تأكيد صياغة المُتّعلِّمين لملاحظاتهم وتفسيراتهم الخاصة للظواهر والأنظمة التي يتم تناولها في المحتوى العلمي.

- توجيه المُتّعلِّمين إلى تبسيط نمذجتهم العلمية، والبُعد عن التعقيد؛ لما لذلك من علاقة بتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لديهم.
- إتاحة الفرصة للمتعلمين لممارسة النمذجة العلمية، من خلال: تقييم وإعادة بناء النماذج العلمية، وهو ما يُعرف بالنمذجة الاستقصائية، وبناء نماذجهم العلمية الخاصة في ضوء تصوّراتهم، وممارسة الجدل العلمي حولها، وتقييم الأدلة، وإعادة النظر فيها وتعديلها إذا لزم الأمر.
- استخدام النمذجة العلمية؛ بهدف مساعدة المُتّعلِّمين على تنظيم أفكارهم وصياغتها حول الظواهر العلمية، وآلية حدوثها؛ بما يحفّز على استخدام الاستدلال العلمي وتنميته لديهم.
- مساعدة المتعلمين على تنفيذ الممارسات العلمية الأصيلة التي يوفّرها التدريس القائم على النمذجة، مثل: إجراء التجارب، وجمع البيانات، واستكشاف الأنماط القائمة في البيانات، وصياغة الفروض، واستخلاص الاستنتاجات، وممارسة الجدل العلمي، وجميعها ممارسات داعمة للاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي.

وبذلك تكون قد تمت الإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة الدراسة، المُتعلّق بأسس الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة.

- **تحديد محتوى الاستراتيجية:** تم اختيار وحدة "أجهزة جسم الإنسان" من مقرر العلوم للصف الثاني المتوسط بالسعودية، في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠١٩-٢٠٢٠م، وقد عُرضت أسباب اختيار هذه الوحدة في حدود الدراسة، وتتكوّن الوحدة من فصلين: ١- جهاز الدوران والمناعة: ويشتمل على: أ- جهاز الدوران. ب- المناعة والمرض. ٢- الهضم والتنفس والإخراج: ويشتمل على: أ- الجهاز الهضمي والمواد الغذائية. ب- جهاز التنفس والإخراج (ملحق رقم "٢").

- **تنظيم محتوى الاستراتيجية:** قُسّم محتوى الاستراتيجية إلى عدد (٨) دروس؛ بحيث يقسّم كل فصل في الوحدة إلى أربعة دروس (ملحق رقم "٢").
- **خطوات الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة:**

في ضوء اطلاع الباحث على الأدبيات ذات الصلة بالنماذج والنمذجة العلمية، ومراحل التدريس القائم على النمذجة، ومكوّنات الاستدلال العلمي ونماذجه، وما تم استعراضه في الإطار النظري للدراسة الحالية؛ يمكن تحديد خطوات الاستراتيجية المُقترحة ووصفها كما يلي:

١- **التهيئة وتحديد المهمة:** يقدم المعلم خلفية عن موضوع الدرس، يعمل فيها على تحفيز المُتّعلّمين وجذب انتباههم، ومن خلال المناقشة يساعدهم على استدعاء معلوماتهم السابقة حول موضوع الدرس؛ ومن ثمّ يتم "تحديد المشكلة"، ويُقسّم التلاميذ إلى مجموعات صغيرة، تسعى كل منها إلى بناء النموذج اللازم لحلّ المشكلة. **وتهدف هذه المرحلة إلى** جذب انتباه المُتّعلّمين وتعريفهم بالأهداف التعليمية للدرس، وتوزيع مجموعاتهم، وصياغة المهام المطلوب إنجازها من خلال العناصر والظواهر المطلوب نمذجتها، ونوع النماذج المُراد بنائها، وصياغة الفروض والأسئلة.

٢- **بناء النموذج:** يبدأ المُتّعلّمون جمع البيانات وبناء النماذج لحل المشكلة التي حُدّدت في المرحلة السابقة، وتقوم كل مجموعة بمناقشة ما توصلوا إليه، وتحديد المهام، وجمع البيانات حول الظاهرة المُراد نمذجتها، والقيام بالأنشطة المعملية حسب طبيعة الدرس، وتحت إشراف المعلم؛ حتى وصولهم إلى تمثيلات للنموذج بما يشتمله ذلك من: رسوم بيانية، وأشكال، ومعادلات توضح العلاقات، وتفسيرات بيانية ولفظية، ويُقيّمون مبدئياً جودة تمثيلهم للظاهرة من خلال مقارنة النموذج بالظاهرة، وتتكرر هذه العلمية، حتى الوصول إلى أفضل نموذج مُمكن. ويُشرف المعلم على المجموعات، ويقدم التوجيه كلما لزم الأمر. **وتهدف هذه المرحلة إلى**

جمع المُتّعلّمين للبيانات اللازمة وتحليلها، واستخلاص استنتاجات تتعلق بالظواهر قيد الدراسة.

٣- **استكشاف النماذج ونقدها:** يقوم المعلم بعرض نماذج سابقة للمشكلة نفسها، ويُطلب من التلاميذ نقدها في مجموعات، ومقارنة نماذجهم الخاصة بهذه النماذج السابقة، وتقوم كل مجموعة بتوجيه النقد لهذه النماذج التي قدّمها المعلم، وتُشارك كل مجموعة تمثيلاتها مع باقي المجموعات؛ لتحديد أي منها أكثر صحة ومقبولية، ويساعد المعلم تلاميذه على التفاوض حول ما يختلفون فيه. **وتهدف هذه المرحلة إلى** تعرّف التلاميذ على الخبرات السابقة حول المشكلة، وأفكار ومنطق بعضهم بعض، وتوسيع نماذجهم في ضوء هذه الخبرات، والوصول إلى استنتاجات تتعلّق بالظاهرة أو النموذج المُصاغ لحل المشكلة، وتوليد التفسيرات الممكنة، وتحديد المعلم للمفاهيم الخاطئة لديهم وعلاجها.

٤- **مراجعة النموذج وتقييمه:** على كل مجموعة مراجعة درجة توافق نموذجهم مع الظاهرة أو المشكلة قيد الدراسة، وذلك في ضوء عُرض في المرحلة السابقة، وتعديل وإعادة تنظيم وصياغة نموذجهم، أو إضافة أجزاء جديدة عليه، في ضوء نتائج تقييمهم للنموذج. **وتهدف هذه المرحلة إلى** اختبار المُتّعلّمين للتنبؤات التي توصلوا إليها، وتعديلها، وتوسيعها في ضوء نتائج الخبرات السابقة.

٥- **نشر النموذج:** حيث يتوصّل المتعلمون إلى نموذجهم النهائي، وتقوم كل مجموعة بعرض ما توصّلت إليه، ومناقشة الحلول المُقدمة، ويتلقوا التغذية الراجعة من المعلم وزملائهم، وتقوم كل مجوعة بإدخال التعديلات اللازمة على نموذجها. ويطلب المعلم من كل تلميذ منفرداً القيام بكتابة تقرير علمي يلخّص ويشرح النموذج الذي توصلت إليه مجموعته، بحيث يحدّد ما قامت به فعليًا وما أدخلته من تعديلات على حلولها المبدئية. **وتهدف هذه المرحلة إلى** تقديم حل للمشكلة، والتأكد من استيعاب المتعلمين للمحتوى، وقدرتهم على عرض أفكارهم من خلال نصوص

علمية تتضمن الكلمات، والأرقام، والرموز، والمعادلات، والأشكال، والرسوم البيانية، والتأكد من صلاحية نموذجهم العلمي في وصف الظواهر قيد الدراسة وتفسيرها.

وقد **عُرضت أسس الاستراتيجية المُقترحة وخطواتها على مجموعة من المُحكّمين** المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم (ملحق رقم"١")؛ للتأكد من صلاحيتهما، وإبداء آرائهم حول الصحة العلمية، ومناسبة ذلك لتلاميذ الصف الثاني المتوسط، وتم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء ملاحظاتهم؛ وبذلك أصبح كل منهما في صورته النهائية، وصالح للاستخدام.

ثانياً: دليل المعلم وكتاب التلميذ:

تم إعداد دليل المُعلّم وكتاب التلميذ وفق أسس الاستراتيجية المُقترحة وخطواتها، كما يلي:

١- **إعداد دليل المعلم:**

أُعدّ دليل المُعلّم ليُسترشد به في تدريس موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان" (ملحق رقم "٢")، وفقًا للاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة، واشتمل دليل المُعلّم على:

- مُقدمة: تتضمّن هدف الدليل، ووصفه، ونبذة عن النماذج والنمذجة العلمية، والتدريس القائم على النمذجة، ومهارات الاستدلال العلمي المستهدف تنميتها لدى التلاميذ.
- توجيهات وإرشادات للمعلم توضّح أسس الاستراتيجية المُقترحة وخطواتها، وإجراءات تنفيذها.
- الأهداف العامة لتدريس الموضوعات المختارة.
- الخطة الزمنية لتدريس موضوعات الوحدة: حيث تم تحديد عدد الحصص اللازمة للتدريس، وعددها (١٢) حصة، لمدة (٤) أسابيع، بواقع ثلاثة حصص أسبوعيًا (ملحق رقم "٢").

- صياغة محتوى الوحدة في صورة (٨) دروس، وفقًا للاستراتيجية المُقترحة؛ بحيث يحدّد لكل درس أهدافه الإجرائية: (المعرفية – الوجدانية – المهارية)، وخطة السير في الدرس، والواجبات، ومصادر التعليم والتَّعلُّم، وأساليب التقويم.
- المواد والأدوات اللازمة لتدريس موضوعات الوحدة.

٢- **إعداد كتاب التلميذ:** أُعدّ كتاب التلميذ في موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان"، وفقًا للاستراتيجية المُقترحة (ملحق رقم "٣")، واشتمل على:

- مقدمة: تتضمّن هدف الدليل، ووصفه، ونبذة عن النماذج والنمذجة العلمية.
- توجيهات وإرشادات للتلميذ تبيّن خطوات الاستراتيجية المُقترحة، ودور التلميذ فيها، وبعض التعليمات المهمة التي يجب أن يتبعها في أثناء التطبيق.
- عرض لموضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان" وفقًا للاستراتيجية المُقترحة، متضمنًا الأهداف العامة لتدريس موضوعات الوحدة، كما تضمّن كل درس: أهدافه، وأنشطته، وأساليب تقويمه.

وقد **عُرض دليل المُعَلّم وكتاب التلميذ على مجموعة من المُحكّمين** المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم (ملحق رقم"١")؛ للتأكد من صلاحيتهما، وإبداء آرائهم حول الصحة العلمية، ومناسبة الصياغة لمستوى عينة الدراسة، وشمولية موضوعات الوحدة، وتوافق صياغة دليل المعلم وكتاب التلميذ مع أسس الاستراتيجية المُقترحة وخطواتها، وتم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء ملاحظاتهم؛ وبذلك أصبح كل منهما في صورته النهائية، وصالح للاستخدام.

وبهذا تكون قد تمت الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة الدراسة، المُتعلّق بتصوّر الاستراتيجية المُقترحة للتدريس القائم على النمذجة.

ثالثًا: إعداد أدوات الدراسة: وتشتمل على:

١- اختبار الاستدلال العلمي:

- **تحديد هدف الاختبار:** قياس الاستدلال العلمي وأنماطه لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط.
- **تحديد محاور الاختبار:** اطلع الباحث على عدد من الدراسات العربية والأجنبية التي اهتمت بالاستدلال العلمي، وأدوات قياس الاستدلال العلمي المُستخدمة فيها، مثل: (Kalinowski & Willoughby, 2019; Yanto et al., 2019; Drummond & Fischhoff, 2017; Opitz et al., 2017; Hanson, 2016; Fischer et al., 2014; Han, 2013)، واستند إلى أنماط الاستدلال العلمي الثمانية التي حُدّدت عند الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة الدراسة الحالية، والمُستهدف تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط؛ ليُمثّل كل نمط منها أحد محاور الاختبار.
- **صياغة مفردات الاختبار:** كما تم صياغة المفردات تحت محاور الاختبار الثمانية؛ بحيث تغطي أنماط الاستدلال العلمي المستهدف تنميتها لدى التلاميذ، وقد رُوعي في صياغتها البساطة، ووضوح المعنى ودقته.
- **صياغة تعليمات الاختبار وتقدير الدرجات:** اشتملت تعليمات الاختبار على توضيح لهدفه، وعدد مفرداته، وطلب تسجيل بيانات التلميذ في ورقة الإجابة المُعدّة لهذا الغرض، ومثال لكيفية الإجابة، وتم تقدير درجات الاختبار؛ بحيث أُعطيت درجة واحدة لكل إجابة صحيحة، ولا شيء للإجابة الخاطئة.
- **الصورة الأولية للاختبار:** بلغ عدد مفردات الاختبار في صورته الأولية (٣٢) مفردة، من نوع الاختيار من متعدد، مُوزّعة على محاور الاختبار الثمانية.
- **صدق الاختبار:** عُرضت الصورة الأولية للاختبار مع وصف الأنماط الثمانية للاستدلال العلمي المحددة في الدراسة الحالية على مجموعة من المحكّمين المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم (ملحق رقم"١")؛ لإبداء آرائهم

حول انتماء المفردات للمحاور، وأهميتها، ومناسبتها لتلاميذ الصف الثاني المتوسط، ودقتها العلمية واللغوية، وتم إجراء التعديلات اللازمة بتعديل صياغة بعض المفردات.

- **صدق الاتساق الداخلي:** أجرى الباحث تجربة استطلاعية للاختبار بتاريخ ٩ / ١٠ / ٢٠١٩م، على عينة عددها (٣٦) تلميذاً من تلاميذ الصف الثاني المتوسط – من غير عينة الدراسة – بمدرسة قباء المتوسطة بمنطقة الرياض، وتم التأكد من صدق الاتساق الداخلي للاختبار، بحساب مُعاملات الارتباط بين درجة كل محور والدرجة الكلية للاختبار، التي تراوحت ما بين (٠.٤٥ – ٠.٨٤)، كما يُبيّنها جدول رقم (١)، وهي قيم دالة عند مستوى (٠.٠١)، مما يؤكد صدق الاتساق الداخلي للاختبار.

جدول رقم (١): مُعاملات الارتباط لمحاور اختبار الاستدلال العلمي بالدرجة الكلية

المحور	معاملات الارتباط	المحور	معاملات الارتباط
ضبط المتغيرات	٠.٧٨*	الاستدلال السببي	٠.٤٥*
الاستدلال الفرضي– الاستنباطي	٠.٧٣*	الاستدلال التناسبي	٠.٦٤*
الاستدلال الاستقرائي	٠.٤٦*	الاستدلال الاحتمالي	٠.٦٨*
الاستدلال الارتباطي	٠.٨٤*	الاستدلال الاستنباطي	٠.٥٣*
* دالة عند مستوى (٠.٠١)			

- **ثبات الاختبار:** في ضوء نتائج التجربة الاستطلاعية، حُسب معامل الثبات باستخدام ألفا كرونباخ، وقد بلغت قيمته (٠.٧٧٦)، كما حُسب باستخدام معادلة كيودر ريتشاردسون الصيغة (٢١)، وقد بلغت قيمته (٠.٧٧٩)؛ وهي قيم مناسبة، وتصلح أساساً للتطبيق.

- **زمن الاختبار:** بلغ متوسط زمن تطبيق الاختبار بين أكثر التلاميذ وأقلهم استغراقاً للوقت (٥٥) دقيقة، ويتضمّن ذلك زمن قراءة تعليمات الاختبار.
- **الصورة النهائية للاختبار:** تكوّن الاختبار في صورته النهائية من (٣٢) مفردة (جدول رقم "٢" يوضح موصفات الاختبار)، تتوافق طبيعتها مع طبيعة اختبار لاوسون Lowson للاستدلال العلمي، ويرتبط كل زوج من أسئلة الاختبار بمشكلة محددة، بحيث يُطلب تحديد حل المشكلة الصحيح في السؤال الأول من كل زوج، ويُطلب تبرير الإجابة في السؤال الثاني، وأعلى درجة يمكن حصول التلميذ عليها هي (٣٢) درجة، وأقل درجة يمكن الحصول عليها هي (صفر) درجة؛ وبذلك يكون الاختبار صالحاً للاستخدام (ملحق رقم "٧").

جدول رقم (٢): موصفات اختبار الاستدلال العلمي

م	أبعاد الاختبار	رقم السؤال	عدد الأسئلة	النسبة المئوية
١	ضبط المُتغيّرات	١ ، ٢ ، ٣١ ، ٣٢	٤	١٢.٥٪
٢	الاستدلال السببي	٣ ، ٤ ، ١٧ ، ١٨	٤	١٢.٥٪
٣	الاستدلال الاستقرائي	١٣ ، ١٤ ، ٢٧ ، ٢٨	٤	١٢.٥٪
٤	الاستدلال الاستنباطي	١٩ ، ٢٠ ، ٢٥ ، ٢٦	٤	١٢.٥٪
٥	الاستدلال الارتباطي	٢٣ ، ٢٤ ، ٢٩ ، ٣٠	٤	١٢.٥٪
٦	الاستدلال التناسبي	٧ ، ٨ ، ٢١ ، ٢٢	٤	١٢.٥٪
٧	الاستدلال الاحتمالي	١١ ، ١٢ ، ١٥ ، ١٦	٤	١٢.٥٪
٨	الاستدلال الفرضي–الاستنباطي	٥ ، ٦ ، ٩ ، ١٠	٤	١٢.٥٪

٢- إعداد اختبار التحصيل الدراسي:

- **تحديد الهدف من الاختبار:** وهو قياس التحصيل الدراسي لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط، في وحدة "أجهزة جسم الإنسان"، وذلك في مستويات بلوم Bloom للمجال المعرفي: التذكّر، والفهم، والتطبيق، والتحليل، والتركيب، والتقويم.
- **إعداد جدول مواصفات الاختبار:** حُدّدت الأهداف السلوكية التي سيقيسها الاختبار، ومن ثمّ تم إعداد جدول المواصفات، وتوزّعت الأسئلة على الأهداف السلوكية للوحدة في كل مستويات بلوم.
- **صياغة مفردات الاختبار:** تمت صياغة مفردات الاختبار في صورة اختيار من متعدد، بحيث اشتملت كل مفردة على مقدّمة، يليها أربعة بدائل مختلفة، وتكوّن الاختبار في صورته الأولية من (٦١) مفردة، رُوعي في صياغتها تغطية جميع الأهداف المرجو تحقيقها من الوحدة، والوضوح والدقة العلمية، وتجانس البدائل من الناحية العلمية واللغوية، والترتيب العشوائي لها، والخلو من الإيحاءات اللفظية.
- **صياغة تعليمات الاختبار وتقدير الدرجات:** اشتملت تعليمات الاختبار على توضيح لهدفه، وعدد مفرداته، وطلب تسجيل بيانات التلميذ في ورقة الإجابة المُعدّة لهذا الغرض، ومثال لكيفية الإجابة، وتم تقدير درجات الاختبار؛ بحيث أُعطيت درجة واحدة لكل إجابة صحيحة، ولا شيء للإجابة الخاطئة.
- **صدق الاختبار:** عُرضت الصورة الأولية للاختبار على مجموعة من المحكّمين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم (ملحق رقم "١")؛ للتأكد من صلاحية الاختبار للتطبيق، وذلك بإبداء آرائهم حول مدى مناسبة الاختبار لتلاميذ الصف الثاني المتوسط، والصحة العلمية واللغوية لمفرداته، وشمول الاختبار لمحتوى الوحدة، وللمستويات التي وُضعت لقياسها، وتم إجراء التعديلات اللازمة بتعديل صياغة بعض المفردات.

- **صدق الاتساق الداخلي:** أجرى الباحث تجربة استطلاعية للاختبار بتاريخ ٩ / ١٠ / ٢٠١٩، على عينة عددها (٣٦) تلميذاً من تلاميذ الصف الثاني المتوسط – من غير عينة الدراسة – بمدرسة قباء المتوسطة بمنطقة الرياض، وتم التأكد من صدق الاتساق الداخلي للاختبار بحساب معاملات ارتباط مستويات الاختبار بالدرجة الكلية له، التي تراوحت ما بين (٠.٥٢–٠.٨٢)، كما يُبيّنها جدول رقم (٣)، وهي قيم دالة عند مستوى (٠.٠١)؛ مما يؤكد صدق الاتساق الداخلي للاختبار.

جدول رقم (٣): مُعاملات الارتباط بين درجة المستوى، والدرجة الكلية لاختبار التحصيل الدراسي

المستوى	معامل الارتباط بالدرجة الكلية	المستوى	معامل الارتباط بالدرجة الكلية
التذكر	٠.٧٩*	التحليل	٠.٨٠*
الفهم	٠.٨٢*	التركيب	٠.٥٢*
التطبيق	٠.٧٧*	التقويم	٠.٦٢*
* دالة عند مستوى (٠.٠١)			

- **ثبات الاختبار:** في ضوء نتائج التجربة الاستطلاعية، حُسب معامل ثبات الاختبار بطريقة التجزئة النصفية، وقد جاء معامل الثبات مساوياً (٠.٧٣)، في حين كانت قيمة ألفا كرونباخ مساوية (٠.٨١)؛ وهي قيم مناسبة لمعامل الثبات.
- **حساب مُعاملات السهولة والصعوبة:** في ضوء نتائج التجربة الاستطلاعية، تم استخدام المعادلة المناسبة لحساب معاملات السهولة (مجيد، ٢٠١٣)؛ حيث امتدت معاملات السهولة لمفردات الاختبار ما بين (٠.٢٥ – ٠.٦٩)، في حين امتدت معاملات الصعوبة ما بين (٠.٣١ – ٠.٧٥)؛ مما يُشير إلى مناسبة قيم معاملات السهولة والصعوبة لمفردات الاختبار لمستوى التلاميذ من عينة الدراسة.
- **حساب مُعاملات التمييز:** تم حساب مُعاملات التمييز لمفردات الاختبار باستخدام المعادلة المناسبة (مجيد، ٢٠١٣)، وامتدت هذه المعاملات ما بين (٠.٣٣ – ٠.٧٨)، وتُشير هذه القيم إلى أن مفردات الاختبار ذات قوى تمييز مناسبة.

- **حساب زمن الاختبار:** بلغ متوسط زمن تطبيق الاختبار بين أكثر التلاميذ وأقلهم استغراقًا للوقت (٥٠) دقيقة، ويتضمّن ذلك زمن قراءة تعليمات الاختبار.
- **الصورة النهائية للاختبار:** أصبح الاختبار في صورته النهائية (جدول رقم "٤" يوضح موصفات الاختبار)، ومكونًا من (٦١) مفردة (ملحق رقم "١٠")، وأعلى درجة يمكن الحصول عليها هي (٦١) درجة، وأقل درجة يمكن الحصول عليها هي (صفر) درجة؛ وبذلك يكون الاختبار صالحًا للاستخدام.

جدول رقم (٤): موصفات اختبار التحصيل الدراسي

المستويات / الموضوعات	أرقام المفردات في كل مستوى						مجموع كل موضوع	النسبة المئوية لكل موضوع
	تذكر	فهم	تطبيق	تحليل	تركيب	تقويم		
١- جهاز الدوران	١،١٣،٣٥	٢٥،٢٦،٥٠	١٢،٢٧،٢٨	٢٠،٢٤،٤٩	٢،٥٥	٥٧،٥٩	١٦	٪٢٦.٢
٢- المناعة والمرض	٢٩،٣٠،٤٨	٣،١٤،٣٦	١٨،٣١	١٩،٢٣	١٠،٣٢	٤،١١،٤٧	١٥	٪٢٤.٦
٣- الهضم	٥،٣٧،٤٦	١٦،٤٥،٥٨	٩،٣٨،٣٩	١٧،٢١،٤٤	٤٠،٥٢،٥٤	٦،١٥	١٧	٪٢٧.٩
٤- التنفس والإخراج	٨،٣٣،٦١	٣٤،٤١	٥٣،٦٠	٤٣،٥١	٧،٢٢	٤٢،٥٦	١٣	٪٢١.٣
مجموع كل مستوى	١٢	١١	١٠	١٠	٩	٩	٦١	
النسبة المئوية لكل مستوى	٪١٩.٧	٪١٨	٪١٦.٤	٪١٦.٤	٪١٤.٧٥	٪١٤.٧٥	٪١٠٠	

تطبيق تجربة الدراسة:

أ- اختيار عينة الدراسة:

تكوّنت عينة الدراسة من (٨٤) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني المتوسط بمدرسة قباء المتوسطة بحي أم الحمام في منطقة الرياض، بواقع فصلين في كل مجموعة من مجموعات الدراسة. وقد درست المجموعة التجريبية وحدة "أجهزة جسم الإنسان" باستخدام الاستراتيجية المُقترحة، وعددها (٤٢) تلميذًا؛ في حين درست المجموعة الضابطة موضوعات الوحدة نفسها باستخدام الطريقة المعتادة، وعددها

(٤٢) تلميذاً، ويرجع اختيار هذه العينة للأسباب التي ذُكرت في حدود الدراسة، وقد اتبعت الدراسة التصميم شبه التجريبي ذي المجموعتين المتكافئتين.

ب- التطبيق القبلي لأدوات الدراسة:

طبّق اختبار الاستدلال العلمي واختبار التحصيل الدراسي على المجموعتين: التجريبية والضابطة قبل التعرّض للمعاملة شبه التجريبية، وذلك بتاريخ ١٠ / ١١ / ٢٠١٩م، وتم حساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات أفراد المجموعتين؛ للتأكد من تكافؤهما قبل بدء تجربة الدراسة.

نتائج التطبيق القبلي: اُستخدم اختبار (ت)؛ لحساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات أفراد المجموعتين: التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار الاستدلال العلمي واختبار التحصيل الدراسي، وكانت النتائج على النحو الذي يوضحه الجدول رقم (٥).

جدول رقم (٥): المتوسط، والانحراف المعياري، وقيم (ت) لنتائج التطبيق القبلي لاختبار الاستدلال العلمي واختبار التحصيل الدراسي للمجموعتين

الاختبار		المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
أنماط الاستدلال العلمي	ضبط المتغيرات	التجريبية	٤٢	١.٣٣	١.٠٢٨	٨٢	١.١٢	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١.٥٧	٠.٩١			
	الاستدلال السببي	التجريبية	٤٢	١.٥٧	٠.٩٤	٨٢	٠.٢٤	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١.٥٢	٠.٨٦			
	الاستدلال الاستقرائي	التجريبية	٤٢	١.٤٥	١.٠١٧	٨٢	٠.٣٤	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١.٣٨	٠.٩١			
	الاستدلال الاستنباطي	التجريبية	٤٢	١.٤٨	٠.٩٧	٨٢	٠.٦١	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١.٣٦	٠.٨٢			
	الاستدلال الارتباطي	التجريبية	٤٢	١.٤٠	٠.٩١	٨٢	١.١٢	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١.١٩	٠.٨٣			
	الاستدلال	التجريبية	٤٢	١.٥٢	٠.٩٤	٨٢	٠.٧١	غير

	التناسبي	الضابطة	٤٢	١.٣٨	٠.٩١			دالة
	الاستدلال الاحتمالي	التجريبية	٤٢	١.٥٤	٠.٩٢	٨٢	١.٣٥	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١.٢٩	٠.٨٦			
	الاستدلال الفرضي- الاستنباطي	التجريبية	٤٢	١.٤٥	٠.٩٢	٨٢	٠.٩٧	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١.٢٦	٠.٨٩			
	الاستدلال العلمي ككل	التجريبية	٤٢	١١.٧٦	٢.٦٦	٨٢	١.٤٢	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١٠.٩٥	٢.٥٦			
التحصيل الدراسي		التجريبية	٤٢	٢٠.٦٢	٨.٣٢	٨٢	٠.٧٩	غير دالة
		الضابطة	٤٢	١٩.٢٩	٧.٠٢			

يتبيّن من الجدول رقم (٥)؛ عدم وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطات درجات أفراد المجموعتين: التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار الاستدلال العلمي (في كل نمط من أنماطه على حِدة، وفي الدرجة الكلية)، واختبار التحصيل الدراسي؛ مما يُشير إلى تكافؤ المجموعتين، وأن أي فروق مستقبلية يمكن إرجاعها إلى المُتغيّر المستقل.

ج- التدريس لمجموعتي الدراسة: تم تدريس موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان"، المقررة على تلاميذ الصف الثاني المتوسط ضمن كتاب العلوم، في الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠١٩ – ٢٠٢٠م (١٤٤٠-١٤٤١هـ)، بالمملكة العربية السعودية، وذلك في الفترة من ١٧ / ١١ / ٢٠١٩م، وحتى ١٥ / ١٢ / ٢٠١٩م بمدرسة قباء المتوسطة للبنين بمنطقة الرياض، للمجموعتين: التجريبية والضابطة: أي أنها استغرقت أربعة أسابيع، بواقع ثلاث حصص أسبوعيًا، وقام أحد معلمي العلوم بالمدرسة بالتدريس للمجموعتين: التجريبية والضابطة، وسارت التجربة الميدانية على النحو التالي:

- بالنسبة للمجموعة التجريبية: درست وحدة "أجهزة جسم الإنسان" باستخدام الاستراتيجية المُقترحة، وذلك في ضوء الأسس التي تستند إليها، وخطواتها الخمس التي سبق عرضها.

- وقبل بدء عملية التدريس زوّد الباحث معلم العلوم القائم بالتدريس للمجموعتين بدليل المُعَلّم، واجتمع به عدة مرات قبل وفي أثناء التجربة؛ لتوضيح أهمية تنمية الاستدلال العلمي، وكيفية تنفيذ الاستراتيجية المُقترحة في تدريس الوحدة المُختارة وفق الأسس والخطوات والإجراءات المحددة، وتم استعراض دليل المُعَلّم وكتاب التلميذ ومناقشته معه، وتحديد دور المُعلّم في التدريس لمجموعتي الدراسة، وكيفية استخدم كتاب التلميذ للمجموعة التجريبية.
- اجتمع الباحث والمُعلّم بتلاميذ المجموعة التجريبية قبل بداية التجربة مباشرة؛ لتوضيح كيفية استخدام كتاب التلميذ، ودور التلميذ في الاستراتيجية المُقترحة.
- تمت مناقشة المُعلّم في بعض الملاحظات المُتَعَلّقَة بتنفيذ الاستراتيجية، والإجابة عن استفساراته.
- التزم الباحث بالإشراف والمتابعة المستمرة للتجربة حتى انتهاء التطبيق.

- بالنسبة للمجموعة الضابطة: درست موضوعات وحدة "أجهزة جسم الإنسان" بالطريقة المُعتادة، القائمة على عرض المعلومات المتضمّنة في الوحدة وشرحها، واستخدام العروض التقديمية، والمناقشة أحياناً.

د- **تطبيق أدوات الدراسة بعديًّا:** طُبّق اختبار الاستدلال العلمي، واختبار التحصيل الدراسي على المجموعتين: التجريبية والضابطة بعديًّا في ١٧ / ١٢ / ٢٠١٩م، ثم رُصدت البيانات، وعُولجت إحصائيًّا؛ لاستخلاص ما تُسفر عنه من نتائج.

نتائج الدراسة:

أولًا: اختبار صحة الفرض الأول:

ينصّ الفرض الأول على: "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥)، بين متوسطي درجات المجموعتين: التجريبية والضابطة في القياس البعدي لاختبار الاستدلال العلمي ككل، وأنماطه كل على حِدة؛ لصالح المجموعة التجريبية". ولاختبار صحة هذا الفرض، اُستخدم اختبار (ت)؛ لحساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الاستدلال العلمي، كما تم حساب قيمة مربع إيتا (η^2)، وقيمة (d) المقابلة لها؛ للتّعرّف على حجم تأثير المُتغيّر المستقل في المُتغيّر التابع، وكانت النتائج على النحو الذي يوضحه الجدول رقم(٦).

جدول رقم (٦): المتوسط، والانحراف المعياري، وقيمة (ت) لنتائج التطبيق البعدي للمجموعتين، وقيمة مربع إيتا (η2)، وقيمة (d)، وحجم تأثير استراتيجية التدريس القائم على النمذجة في الاستدلال العلمي

المتغير التابع	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	قيمة (η^2)	قيمة (d)	حجم التأثير
ضبط المتغيرات	التجريبية	٤٢	٢.٢٩	٠.٧٧	٨٢	٤.٧٢	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.٢١	١.٠٢	كبير
	الضابطة	٤٢	١.٤٣	٠.٨٩						
الاستدلال السببي	التجريبية	٤٢	٢.٦٢	٠.٨٨	٨٢	٥.٥٨	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.٢٨	١.٢٢	كبير
	الضابطة	٤٢	١.٥٢	٠.٩٢						
الاستدلال الاستقرائي	التجريبية	٤٢	٢.٣٦	٠.٧٦	٨٢	٤.٣١	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.١٩	٠.٩٤	كبير
	الضابطة	٤٢	١.٦٠	٠.٨٦						
الاستدلال الاستنباطي	التجريبية	٤٢	٢.٥٥	٠.٨٣	٨٢	٥.١٩	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.٢٥	١.١٣	كبير
	الضابطة	٤٢	١.٤٥	١.٠٩						
الاستدلال الارتباطي	التجريبية	٤٢	٢.٣٣	٠.٨٥	٨٢	٤.٦٢	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.١٨	٠.٩٣	كبير
	الضابطة	٤٢	١.٥٠	٠.٩٤						
الاستدلال	التجريبية	٤٢	٢.٥٥	٠.٩٢	٨٢	٤.٨٣	دالة عند	٠.٢٢	١.٠٥	كبير

التناسبي	الضابطة	٤٢	١.٥٠	١.٠٦			مستوى (٠.٠١)		
الاستدلال الاحتمالي	التجريبية	٤٢	٢.٣٨	٠.٨٨	٨٢	٤.٤٥	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.٢٠	٠.٩٧	كبير
	الضابطة	٤٢	١.٥٥	٠.٨٣						
الاستدلال الفرضي- الاستنباطي	التجريبية	٤٢	٢.٤٨	٠.٨٣	٨٢	٤.٧٤	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.٢٢	١.٠١	كبير
	الضابطة	٤٢	١.٥٠	١.٠٤						
الاستدلال العلمي ككل	التجريبية	٤٢	١٩.٥٥	٢.٢٣	٨٢	١٤.٨٠	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.٧٣	٣.٢٣	كبير
	الضابطة	٤٢	١٢.٠٥	٢.٤١						

يتبيّن من الجدول رقم (٦)؛ وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين: التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الاستدلال العلمي؛ لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية؛ حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٤.٧٢، ٥.٥٨، ٤.٣١، ٥.١٩، ٤.٦٢، ٤.٨٣، ٤.٤٥، ٤.٧٤، ١٤.٨٠) للفروق بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين في: ضبط المُتغيّرات، والاستدلال السببي، والاستدلال الاستقرائي، والاستدلال الاستنباطي، والاستدلال الارتباطي، والاستدلال التناسبي، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال الفرضي-الاستنباطي والدرجة الكلية لاختبار الاستدلال العلمي على الترتيب؛ وهي قيم دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١). كما يتضح أيضًا من الجدول رقم (٦)؛ أن حجم تأثير المُتَغيّر المستقل (استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة)، في المُتَغيّر التابع (أنماط الاستدلال العلمي كل على حدة، والاستدلال العلمي ككل) كبير؛ حيث بلغت قيمة مربع إيتا (٠.٢١، ٠.٢٨، ٠.١٩، ٠.٢٥، ٠.١٨، ٠.٢٢، ٠.٢٠، ٠.٢٢، ٠.٧٣) على الترتيب؛ وهي قيم أكبر من (٠.١٤)، وبلغت قيمة (d) المقابلة لها (١.٠٢، ١.٢٢، ٠.٩٤، ١.١٣، ٠.٩٣، ١.٠٥، ٠.٩٧، ١.٠١، ٣.٢٣) على الترتيب؛ وهي قيم أكبر من (٠.٨)؛ مما يُشير إلى أن حجم التأثير كبير (محمد، ٢٠١٣)، وأن (٢١٪، ٢٨٪، ١٩٪، ٢٥٪، ١٨٪، ٢٢٪، ٢٠٪، ٢٢٪، ٧٣٪) من التباين الكلي في درجات ضبط المُتغيّرات، والاستدلال السببي، والاستدلال الاستقرائي، والاستدلال الاستنباطي، والاستدلال الارتباطي،

والاستدلال التناسبي، والاستدلال الاحتمالي، والاستدلال الفرضي–الاستنباطي، والدرجة الكلية للاختبار على الترتيب (المُتَغيِّر التابع)، يرجع إلى تأثير المُتَغيِّر المستقل (استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة). **وبناء عليه؛ تتحقّق صحة الفرض الأول من فروض الدراسة، وتكون قد تمت الإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة الدراسة، المُتعلّق بفاعلية استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة في تنمية الاستدلال العلمي لدى التلاميذ.**

ثانيًا: اختبار صِحة الفرض الثاني:

ينصّ الفرض الثاني على: "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥)، بين متوسطي درجات المجموعتين: التجريبية والضابطة في القياس البعدي لاختبار التحصيل الدراسي؛ لصالح المجموعة التجريبية". ولاختبار صحة هذا الفرض؛ اُستخدام اختبار (ت) لحساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل الدراسي، كما حُسبت قيمة مربع إيتا (η^2)، وقيمة (d) المقابلة لها؛ للتّعرّف على حجم تأثير المُتَغيِّر المستقل في المُتَغيِّر التابع، وكانت النتائج على النحو الذي يبينه الجدول رقم (٧).

جدول رقم (٧): المتوسط، والانحراف المعياري، وقيمة (ت) لنتائج التطبيق البعدي للمجموعتين وقيمة مربع إيتا (η^2)، وقيمة (d)، وحجم تأثير استراتيجية التدريس القائم على النمذجة في التحصيل الدراسي

المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	قيمة (η^2)	قيمة (d)	حجم التأثير
التجريبية	٤٢	٥١.٠٥	٤.٩٢	٨٢	٨.٠٩	دالة عند مستوى (٠.٠١)	٠.٤٤	١.٧٧	كبير
الضابطة	٤٢	٤١.٢٤	٦.١٢						

يتضح من الجدول رقم (٧)؛ وجود فروق دالة إحصائيًّا بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل الدراسي؛

لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية؛ إذ بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٨.٠٩)، وهي قيمة دالة إحصائيًّا عند مستوى (٠.٠١). كما يظهر من الجدول رقم (٧)؛ أن حجم تأثير المُتَغيِّر المستقل (استراتيجية التدريس القائم على النمذجة)، في المُتَغيِّر التابع (التحصيل الدراسي) كبير؛ إذ بلغت قيمة مربع إيتا (٠.٤٤)، وهي قيمة أكبر من (٠.١٤)، وبلغت قيمة (d) المقابلة لها (١.٧٧)؛ وهي قيمة أكبر من (٠.٨)؛ مما يُشير إلى أن حجم التأثير كبير (محمد، ٢٠١٣)، وأن (٤٤٪) من التباين الكلي في درجات المُتَغيِّر التابع (التحصيل الدراسي) يرجع إلى تأثير المُتَغيِّر المستقل (استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة). **وبناء عليه تتحقّق صِحة الفرض الثاني من فروض الدراسة، وتكون قد تمت الإجابة عن السؤال الخامس من أسئلة الدراسة، المُتعلّق بفاعلية استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة في تنمية التحصيل الدراسي لدى التلاميذ.**

تفسير نتائج الدراسة:

١- تفسير النتائج المُتْعَلّقَة بتنمية الاستدلال العلمي:

أظهرت نتائج الدراسة تفوّق تلاميذ المجموعة التجريبية الذين درسوا باستخدام استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة على تلاميذ المجموعة الضابطة، الذين درسوا بالطريقة المعتادة في الاستدلال العلمي ككل، وكذلك في كل نمط من أنماطه على حدة. وتتفق هذه النتائج مع نتائج عدد من الدراسات، مثل: دراسة (Heijnes et al., 2018)، التي أظهرت فاعلية استخدام النمذجة القائمة على الرسم في تدريس نظرية التطور لطلاب المرحلة الثانوية في تنمية الاستدلال العلمي لديهم، ودراسة (Kant et al., 2017) التي توصّلت إلى فاعلية النمذجة بالفيديو في تنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى تلاميذ الصف السابع، ونتائج دراسة (Wu et al., 2016) من حيث التأثير الإيجابي للدعائم التعليمية (السقالات) المباشرة في سياق برنامج للاستقصاء العلمي عبر الإنترنت في تنمية الاستدلال العلمي، ونتائج دراسة (Jong et al., 2015) من حيث الأثر الإيجابي للنص القائم على النمذجة في تنمية قدرة طلاب الصف العاشر على

تطبيق المعلومات العلمية. ويمكن تفسير هذه النتائج التي توصّلت إليها الدراسة الحالية كما يلي:

- أن تدريس وحدة "أجهزة جسم الإنسان" المُصاغ وفق استراتيجية التدريس القائم على النمذجة؛ ساعد على تهيئة مناخ تعليمي مناسب لتلاميذ المجموعة التجريبية لممارسة الاستدلال العلمي؛ لكون الاستدلال والتمثيل جزءاً من العمليات المعرفية المستمرة في دورة النمذجة العلمية الموجّهة بالمشكلات، كما وفّرت الاستراتيجية المُقترحة الفرصة لمشاركة المُتّعلِّمين في ممارسات علمية أصيلة، تشتمل على: جمع البيانات وتحليلها، واكتشاف الأنماط في هذه البيانات، وتوليد الفروض، وتفسر الملاحظات، واستخلاص الاستنتاجات، وبناء نماذجهم العلمية، وتعديلها، وإعادة بنائها، ونقد النماذج المُقدمة لهم، وتعلم تمثيل الأفكار والظواهر وآليات عملها؛ مما انعكس على قدرتهم على تنظيم الأفكار وصياغتها حول هذه الظواهر ومكوّناتها وآليات عملها، والوصول إلى استنتاجات من خلال المعلومات المتوفّرة: أي تنمية الاستدلال العلمي لديهم، وانعكس ذلك على أدائهم في اختبار الاستدلال العلمي.
- العمل الجماعي والتعاوني الذي وفره التدريس القائم على النمذجة للمجموعة التجريبية؛ أتاح لهم الفرصة للمشاركة في بناء المعرفة، والدعائم التعليمية (السقالات) من المعلم والزملاء، حيث يتفق هذا النوع من التدريس مع مبادئ البنائية الاجتماعية–التفاعلية؛ مما ساعد على تنمية الاستدلال العلمي لديهم، حيث يتفق الكثير من الباحثين (مثل: Heijnes et al., 2018; Wu et al., 2016) على أهمية التفاعل الاجتماعي، وتوفّر هذه الدعائم لتنمية الاستدلال العلمي.
- كما أن أسس استراتيجية التدريس القائم على النمذجة وخطواتها قدّمت لتلاميذ المجموعة التجريبية تدريباً وممارسة عملية لأنماط الاستدلال العلمي، ففي سياق التدريس القائم على النمذجة وعمليات بناء نماذجهم وتعديلها، تعرّف التلاميذ على العوامل المؤثرة في ظاهرة ما، واقترحوا تصميماً تجريبياً لاختبار عامل محدد في

الظاهرة (ضبط المُتغيّرات)، وحدّدوا آليات عمل الظاهرة، والعلاقات السببية بين مكوّناتها (استدلال السببي)، وجمع البيانات وتحليلها واكتشاف الأنماط الموجود فيها، والوصول إلى فرض عام في ضوء ذلك (استدلال الاستقرائي)، وتمكّنوا من استخلاص استنتاجات من المُقدمات التي توصلوا إليها ومن معلوماتهم السابقة (استدلال الاستنباطي)، وحدّدوا قوة العلاقة بين مكونات الظاهرة قيد الدراسة (استدلال ارتباطي)، واستخدموا النسب والتناسب لتحدد مقدار متغيّر محدد في ضوء معرفة المُتغيّرات الأخرى (استدلال تناسبي)، وتوقّعوا إمكانية حدوث نتيجة ما في ضوء المعلومات المتوفرة (استدلال احتمالي). وفي سياق التدريس القائم على النمذجة قاموا بملاحظة الظاهرة قيد الدراسة والنمذجة، وتفسيرها، واستنباط الاستنتاجات، والتخطيط لاختبار فروضهم، ومقارنة نماذجهم بالنماذج السابقة، والوصول لحل للمشكلة المُراد نمذجتها من بين الحلول الممكنة (استدلال فرضي-استنباطي). ومن ثمّ ساعدت الاستراتيجية المُقترحة على تنمية هذه الأنماط لديهم، وانعكس ذلك على أدائهم في المحور الخاص بكل نمط منها في اختبار الاستدلال العلمي، وعلى الدرجة الكلية للاختبار.

- في حين ركّزت الطريقة المعتادة على المعرفة، وحفظ المعلومات واستظهارها؛ استعداداً للاختبار النهائي، ولم تتوفّر لهم خبرات تعليمية تعلمية يمكن من خلالها تنمية الاستدلال العلمي لديهم.

٢- تفسير النتائج المُتعَلّقَة بتنمية التحصيل الدراسي:

أظهرت نتائج الدراسة تفوّق تلاميذ المجموعة التجريبية – الذين درسوا باستخدام استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة – على تلاميذ المجموعة الضابطة، الذين درسوا بالطريقة المعتادة في التحصيل الدراسي. وتتفق هذه النتائج مع نتائج العديد من الدراسات، مثل: نتائج دراسة (Mierdel & Bogner, 2019) من حيث وجود ارتباط دال بين جودة النمذجة والتحصيل المعرفي لدى الإناث من عينة دراستهم، ودراسة (Liu et al., 2017) التي أظهرت تفوق التدريس القائم على النمذجة على أنشطة

المعمل التقليدية والمعمل القائم على المحاكاة في توفير مدخل ذي معنى لتعلم وممارسة الفيزياء في المدرسة الثانوية، ودراسة (Lott & Wallin, 2012) التي أظهرت نتائجها فاعلية تكامل النمذجة العلمية وأنشطة الاستقصاء العملية في تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصفوف الابتدائية. ويمكن تفسير هذه النتائج كما يلي:

- أن تدريس وحدة "أجهزة جسم الإنسان" المُصاغ وفق استراتيجية التدريس القائم على النمذجة؛ ساعد تلاميذ المجموعة التجريبية على تمثيل الظواهر العلمية وفهمها، من خلال ممارسات علمية أصيلة وخبرات عملية دعّمت حدوث التعلم ذي المعنى للمفاهيم العلمية، وحدوث الفهم العميق للمحتوى العلمي عند قيامهم ببناء نماذجهم الخاصة ونقدها وتعديلها؛ ومن ثمّ استيعاب المعلومات المتضمّنة في الوحدة، وسهولة تخزينها، والاحتفاظ بها بأكثر من صورة، والقدرة على ممارسة المستويات المعرفية العليا من تحليل وتركيب وتقويم حول هذه المعلومات؛ مما انعكس على أدائهم وقدرتهم على تذكّر المعلومات واسترجاعها في اختبار التحصيل الدراسي.
- التفاعل الاجتماعي والتعاون بين تلاميذ المجموعة التجريبية في بناء نماذجهم وتقييمها، ونقد النماذج السابقة، وتبادل الأفكار بينهم، ونقد ما توصّلت إليه المجموعات، ومساعدة بعضهم لبعض على تنظيم المادة التعليمية وتمثيلها واستيعابها؛ أدى إلى بنائهم على أفكار زملائهم، وسهولة دمج المحتوى الدراسي في بنيتهم المعرفية؛ مما ترتب عليه تحسين استيعابهم للمعلومات المتضمنة في الوحدة، والقدرة على استرجاعها، وانعكس ذلك على أدائهم في اختبار التحصيل الدراسي.
- خفّض التدريس القائم على النمذجة من شعور تلاميذ المجموعة التجريبية بالملل الذي يشعرون به عند التدريس بالطريقة المعتادة؛ مما انعكس على حماسهم للتعلم، وتركيزهم وانتباههم في المواقف التعليمية، كما أن مشاركتهم الإيجابية النشطة في تعلمهم أثر في دافعيتهم للتعلّم، ومن ثمّ أثر في استيعابهم للمادة التعليمية وتذكّرها، واسترجاعها في اختبار التحصيل الدراسي.

- أما تلاميذ المجموعة الضابطة الذين درسوا باستخدام الطريقة المعتادة، القائمة على استقبال المتَّعلِم للمعرفة بصورة سلبية؛ فقد شعروا بالملل من الطريقة التقليدية؛ مما أثّر في دافعيتهم للتعلم وتحصيلهم للمعلومات المتضمّنة في الوحدة، وقام تلاميذها بتأجيل مراجعة المادة الدراسية وفهمها للاختبارات النهائية؛ بهدف اجتيازها، وبناء عليه فقد ظهرت الفروق بين المجموعتين.

التوصيات والبحوث المُقترحة:

أ- توصيات الدراسة: في ضوء نتائج الدراسة الحالية، يمكن التوصية بما يلي:

- تأكيد أهداف تدريس العلوم في المرحلة المتوسطة أهمية تنمية الاستدلال العلمي، والتركيز على استراتيجيات التدريس الحديثة التي تساعد على تحقيق ذلك، وبخاصة القائمة على النمذجة العلمية.
- الاهتمام بنظرية بابيرت Papert البنائية في تدريس العلوم، وكذلك بمبادئ البنائية الاجتماعية-التفاعلية، التي تدعم مشاركة المُتّعلِّمين النشطة في عملية تعلمهم.
- إدراج التدريس القائم على النمذجة ضمن توصيف مقررات طرق تدريس العلوم في كليات التربية، والاهتمام بتدريب الطلاب المعلمين على استخدامه.
- توفير التدريب لمعلمي العلوم في أثناء الخدمة على استراتيجيات التدريس الحديثة بشكل عام، والتدريس القائم على النمذجة بشكل محدد.
- تشجيع معلمي العلوم على الابتعاد عن الحفظ والتلقين في تدريسهم، والتركيز على نشاط المُتَعلِّم، وأساليب التدريس الداعمة للاستدلال العلمي والمستويات المعرفية العليا.
- عقد ورشة عمل لتدريب معلمي العلوم على الاستراتيجية المُقترحة في الدراسة الحالية.

- توفير الأدلة اللازمة لمواجهة صعوبات تحصيل العلوم لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة، وتنمية الاستيعاب المفاهيمي لديهم، وربط محتوى العلوم بالبيئة والممارسات المعملية؛ بما يدعم تفوّقهم الدراسي.
- تشجيع المُتّعلّمِين في جميع المراحل التعليمية على ممارسة الاستدلال العلمي في فصول العلوم، وتوعية المعلمين بضرورة توفير البيئة التعليمية الداعمة لذلك، وتشجيع تلاميذهم على ملاحظة الظواهر العلمية وتفسيرها، واستخلاص استنتاجات جديدة.
- إعادة النظر في محتوى مناهج العلوم بتضمينها مواقف وأنشطة داعمة لممارسة الاستدلال العلمي، وتنمية التحصيل الدراسي لديهم.
- تطوير معامل العلوم في المدارس المتوسطة بما يناسب التدريس القائم على النمذجة.
- الاهتمام بتقويم تحصيل تلاميذ المرحلة المتوسطة في جميع مستويات بلوم.
- تشجيع معلمي العلوم على الابتكار في أساليب تدريسهم، وتبسيط المحتوى العلمي؛ بما يضمن تنمية التحصيل الدراسي لدى تلاميذهم.

ب- **البحوث المُقترحة:** في ضوء نتائج الدراسة الحالية، يمكن اقتراح الدراسات التالية:

- إجراء دراسات شبيهة بالدراسة الحالية على مراحل تعليمية مختلفة، وفي مقررات دراسية أخرى.
- فاعلية التدريس القائم على النمذجة في تعديل التصوّرات البديلة لبعض المفاهيم العلمية والتفكير الناقد لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط.
- برنامج إلكتروني مُقترح لتدريب معلمي الأحياء في أثناء الخدمة على التدريس القائم على النمذجة، وفاعليته في تنمية أدائهم التدريسي وفعالية الذات.
- تقويم كتب الأحياء في المرحلة المتوسطة في ضوء أنماط الاستدلال العلمي.
- دراسة مقارنة لبعض استراتيجيات التدريس القائم على النمذجة في تنمية مهارات الجدل العلمي وحل المشكلات لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة.

- واقع استخدام معلمي الأحياء للنمذجة العلمية في فصولهم، ومعوّقات استخدامه التي تواجههم.
- فاعلية برنامج قائم على أنماط الاستدلال العلمي؛ لتنمية مهارات عمليات العلم والتفكير الإبداعي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة.
- استراتيجية للتدريس القائم على النمذجة في فصول الأحياء؛ لتنمية عادات العقل ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب المرحلة الثانوية.
- أفضل الممارسات التدريسية الداعمة للاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي في فصول العلوم، من وجهة نظر المعلم وتلاميذ المرحلة المتوسطة.
- أثر استخدام وحدة دراسية مقترحة في العلوم، قائمة على النمذجة العلمية في تنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى التلاميذ المتفوقين والمتأخرين دراسيًا.
- فاعلية برنامج إثرائي في العلوم، قائم على النمذجة العلمية؛ لتنمية فهم طبيعة العلم والخيال العلمي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة المتفوقين.

المراجع [٤]

- البناء، نغم هادي (٢٠١٥). فاعلية التدريس باستراتيجيتي أبلتون (Appleton) واستمطار الأفكار (Brain Storming) في تدريس مادة الكيمياء في تنمية الاستدلال العلمي والدافع المعرفي لطلاب الصف الثاني المتوسط. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، ٥٨، ١٧-٣٧.
- بني خالد، حسن ظاهر (٢٠١٢). *فن التدريس في الصفوف الابتدائية الثلاثة الأولى*. دار أسامة للنشر والتوزيع.
- حجير، عبدالغني سعيد (٢٠١٥). نتاجات تعلم طلبة المرحلة الأساسية وتأثرها بقدرتهم على الاستدلال العلمي. *دراسات*، العلوم التربوية، الجامعة الأردنية، ٤٢(١)، ٢٦٥-٢٨٤.
- الحيلة، محمد محمود (٢٠١٢). *طرائق التدريس واستراتيجياته* (ط٤). دار الكتاب الجامعي.
- الزعل، وفاء حسين (٢٠٠٦). العلاقة بين التحصيل في مبحث الأحياء والقدرة على الاستدلال العلمي في ضوء الأنماط التعليمية المفضلة لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في إربد (رسالة دكتوراه). كلية الدراسات التربوية العليا، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، عمان، الأردن.
- زيتون، حسن حسين (٢٠٠٣). *استراتيجيات التدريس: رؤية معاصرة لطرق التعليم والتعلم*، سلسلة أصول التدريس، الكتاب الرابع. عالم الكتب.
- سعادة، جودت أحمد، وأبومي، رنا أحمد عبدالرحمن (٢٠١٥). أثر استخدام استراتيجيتي العصف الذهني والمنظم المتقدم في تدريس العلوم للمتفوقين من طلبة الصف السابع الأساسي في التحصيل والتفكير العلمي. *المجلة التربوية*، الكويت، ١١٦(٢٩)، ٤١٥-٤٥٢.
- عز الدين، سحر محمد يوسف (٢٠١٨). استخدام نموذج الاستقصاء الموجه بالجدل Argument Driven Inquiry ADI لتنمية الاستدلال العلمي وفعالية الذات الأكاديمية في

[٤] **التوثيق وفقًا للإصدار السابع لجمعية علم النفس الأمريكية APA7.**

الكيمياء لدى طالبات المرحلة الثانوية بالسعودية. *مجلة كلية التربية*، جامعة بنها، ٢٩(١١٤)، ٤٧-٩٨.

- لطف الله، نادية سمعان (٢٠١٢). نموذج تدريسي مقترح في ضوء التعلم القائم على الدماغ لتنمية المعارف الأكاديمية والاستدلال العلمي والتنظيم الذاتي في العلوم لتلاميذ الصف الأول الإعدادي. *مجلة التربية العلمية*، ١٥(٢)، ٢٢٩-٢٧٩.
- مجيد، سوسن شاكر (٢٠١٣). *أسس بناء الاختبارات والمقاييس النفسية والتربوية*. مركز ديبونو لتعليم التفكير.
- محمد، محمد إبراهيم محمد (٢٠١٣). تحليل قوة الاختبار الإحصائي وعلاقتها بمستوى الدلالة وحجم التأثير في البحوث التربوية. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، ٣٧(٣)، ١٠٠-١٢٥.
- ولي، محمد جاسم محمد؛ والعبيدي، باسم محمد؛ والعبيدي، آلاء محمد (٢٠١٥). *اكتساب المعرفة وتعليم التفكير الاستدلالي: برامج تطبيقية وتدريبية*. مركز ديبونو لتعليم التفكير.
- Alshamali, M. A., & Daher, W. M. (2016). Scientific reasoning and its relationship with problem solving: The case of upper primary science teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(6), 1003-1019. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9646-1
- Andersen, C., & Garcia-Mila, M. (2017). Scientific reasoning during inquiry: Teaching for metacognition. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education : An international course companion* (pp. 105–117). Sense Publishers.
- Develaki, M. (2016). Key-aspects of scientific modeling exemplified by school science models: Some units for teaching contextualized scientific methodology. *Interchange*, 47(3), 297–327. https://doi.org/10.1007/s10780-016-9277-7
- Ding, L. (2018). Progression trend of scientific reasoning from elementary school to university: A large-scale cross-grade survey among Chinese students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(6), 1479–1498. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9844-0
- Ding, L., Wei, X., & Mollohan, K. (2016). Does higher education improve student scientific reasoning skills?. *International Journal of*

Science & Mathematics Education, 14(4), 619-634. https://doi.org/10.1007/s10763-014-9597-y

- Dorfner, T., Fortsch, C., Germ, M., & Neuhaus, B. (2018). Biology instruction using a generic framework of scientific reasoning and argumentation. *Teaching and Teacher Education*, 75, 232-243. https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.07.003
- Drummond, C., & Fischhoff, B. (2017). Development and validation of the scientific reasoning scale. *Journal of Behavioral Decision Making*, 30, 26–38.
- Edelsbrunner, P., & Dablander, F. (2019). The psychometric modeling of scientific reasoning: A review and recommendations for future avenues. *Educational Psychology Review*, 31(1), 1–34. https://doi.org/10.1007/s10648-018-9455-5
- Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R., Neuhaus, B., Dorner, B., Pankofer, S., Fischer, M., Strijbos, J-W., Heene, M., & Eberle, J. (2014). Scientific reasoning and argumentation: Advancing an interdisciplinary research agenda in education. *Frontline Learning Research*, 5, 28–45. https://doi.org/10.14786/flr.v2i3.96
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-Based Teaching In Science Education*. Springer International Publishing.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2018). Introducing modelling into school science (pp. 25-38). In J. Yeo et al. (eds.), *Science Education Research and Practice in Asia-Pacific and Beyond*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5149-4_2
- Han, J. (2013). Scientific reasoning: Research, development, and assessment (Doctoral Dissertation). Graduate School, Ohio State University, USA.
- Hanson, S. T. (2016). The assessment of scientific reasoning skills of high school science students: A standardized assessment instrument (Master Thesis). School of Teaching and Learning, Illinois State University, USA.
- Heijnes, D., van Joolingen, W., & Leenaars, F. (2018). Stimulating scientific reasoning with drawing-based modeling. *Journal of Science Education and Technology*, 27(1), 45-56. https://doi.org/10.1007/s10956-017-9707-z

- Jong, J-P., Chiu, M-H., & Chung, S-L. (2015). The use of modeling-based text to improve students' modeling competencies. *Science Education*, 99(5), 986–1018.
- Kalinowski, S. T., & Willoughby, S. (2019). Development and validation of a scientific (formal) reasoning test for college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(9), 1–16. https://doi.org/10.1002/tea.21555
- Kant, J. K., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning and Instruction*, 52, 46-58. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.04.005
- Kaygısız, G., Gürkan, B., & Akbaş, U. (2018). Adaptation of scientific reasoning scale into Turkish and examination of its psychometric properties. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 18(3), 737-757. https://doi.org/10.12738/estp.2018.3.0175
- Khoirina, M., Cari, C., & Sukarmin, S. (2018). Identify students' scientific reasoning ability at senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1), 012024, 1-6. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012024
- Kind, P., & Osborne, J. (2017). Styles of scientific reasoning: A cultural rationale for science education?. *Science Education*, 101(1), 8-31.
- Koenig, K. (2019). Modifying traditional labs to target scientific reasoning. *Journal of College Science Teaching*, 48(5), 28-35.
- Lee, S., Chang, H-Y., & Wu, H-K. (2017). Students' views of scientific models and modeling: Do representational characteristics of models and students' educational levels matter?. *Research in Science Education*, 47(2), 305–328. https://doi.org/10.1007/s11165-015-9502-x
- Liu, C-Y., Wu, C-J., Wong, W-K., Lien, Y-W., & Chao, T-K. (2017). Scientific modeling with mobile devices in high school physics labs. *Computers & Education*, 105, 44-56. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.004
- Lott, K., & Wallin, L. (2012). Modeling the states of matter in a first-grade classroom. 49, 108-116. https://doi.org/10.1080/00368121.2012.706241

- Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2015). Examining learning through modeling in K-6 science education. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 192-215. https://doi.org/10.1007/s10956-014-9533-5
- Manwaring, K., Jensen, J., Gill, R., Sudweeks, R., Davies, R., & Bybee, S. (2018). Scientific reasoning ability does not predict scientific views on evolution among religious individuals. *Evolution: Education and Outreach*, 11(2), 1-9. https://doi.org/10.1186/s12052-018-0076-8
- Megowan-Romanowicz, C. (2016). What Is Modeling Instruction?. *NSTA Reports*, 28(1), 3.
- Mierdel, J., & Bogner, F. X.(2019). Is creativity, hands-on modeling and cognitive learning gender-dependent?. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 91-102. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.11.001
- Mollohan, K. N. (2015). Epistemologies and scientific reasoning skills among undergraduate science students (Doctoral Dissertation). Graduate School, Ohio State University, USA.
- Morris, B., Croker, S., Masnick, A., & Zimmerman, C. (2012). The emergence of scientific reasoning. In H. Kloos, B. Morris, & J. Amaral (Eds.). *Current topics in children's learning and cognition* (pp. 61–82). InTech.
- Nenciovici, L., Allaire-Duquette, G., & Masson, S. (2019). Brain activations associated with scientific reasoning: A literature review. *Cognitive Processing*, 20,139–161. https://doi.org/10.1007/s10339-018-0896-z
- NGSS (2013). *Next generation science standards: For states, by states. Appendix A: Conceptual shifts*. The National Academies Press.
- NRC (National Research Council) (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- Opitz, A., Heene, M., & Fischer, F. (2017). Measuring scientific reasoning – a review of test instruments. *Educational Research and Evaluation*, 23, 78-101. https://doi.org/10.1080/13803611.2017.1338586
- Schiefer, J., Golle, J., Tibus, M., & Oschatz, K. (2019). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment of the inquiry

cycle. *Journal of Advanced Academics*, 30(2), 144–177. https://doi.org/10.1177/1932202x18825152

- Stammen, A. N., Malone, K. L., & Irving, K. E. (2018). Effects of modeling instruction professional development on biology teachers' scientific reasoning skills. *Education Sciences*, 8(3), 1-19. https://doi.org/10.3390/educsci8030119
- Svoboda, J., & Passmore, C. (2013). The strategies of modeling in biology education. *Science & Education*, 22(1), 119-142. https://doi.org/10.1007/s11191-011-9425-5
- Taber, K. S. (2017). Models and modelling in science and science education (pp. 263-278). In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education, New Directions in Mathematics and Science Education*. SensePublishers.
- Thompson, E. D., Bowling, B. V., & Markle, R. E. (2018). Predicting student success in a major's introductory biology course via logistic regression analysis of scientific reasoning ability and mathematics scores. *Research in Science Education*, 48, 151–163. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9563-5
- van der Graaf, J., van de Sande, E., Gijsel, M., & Segers, E. (2019). A combined approach to strengthen children's scientific thinking: Direct instruction on scientific reasoning and training of teacher's verbal support. *International Journal of Science Education*, 41(9), 1119-1138. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1594442
- Wu, H. L., Weng, H. L., & She, H. C. (2016). Effects of scaffolds and scientific reasoning ability on web-based scientific inquiry. *International Journal of Contemporary Educational Research, 3*(1), 12-24.
- Yanto, B. E., Subali, B., & Suyanto, S. (2019). Measurement instrument of scientific reasoning test for biology education students. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1383- 1398.
- Zhou, S., Han, J., Koenig, K., Raplinger, R., Pi, Y., Li, D., Xiao, H., Fu, Z., & Bao, L. (2016). Assessment of scientific reasoning: The effects of task context, data, and design on student reasoning in control of variables. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 175–187. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.11.004