استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" "ADI"
لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء
لدى طالبات المرحلة الثانوية

إعـــــداد

د. عيد محمد عبد العزيز أبو غنيمة

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

كلية التربية ـ جامعة بني سويف

استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ" "ADI" لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية.

د/ عيد محمد عبد العزيز أبو غنيمة
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد بكلية التربية جامعة بني سويف

مستخلص البحث

هدف البحث الحالي إلى التعرف على أثر استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ" "ADI" لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة (HOTS) وشغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية. ولإجابة أسئلة البحث والتحقق من صحة فرضياته، تم اتباع إجراءات البحث التي تتفق مع المنهج التجريبي ذي التصميم "قبل التجريبي" نظام المجموعة الواحدة. وتمثلت أدوات القياس في: اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ومقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي)، أما مواد البحث التعليمية فتضمنت دليل للمعلم وكراسة نشاط للطالبة صيغا وفقًا لمراحل استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ" "ADI" في تدريس الفيزياء. كما تم اختيار مجموعة البحث التجريبية من طالبات الصف الثاني الثانوي بمدرسة عابدين الثانوية بنات بمحافظة القاهرة للعام الدراسي (٢٠٢٢/٢٠٢٣م)، وبلغ قوامها (٣٤) طالبة. وكشفت نتائج البحث عن وجود أثر دال لاستخدام نموذج "ADI" في تنمية مهارتي "التحليل" والتقويم" من مهارات التفكير عالي الرتبة، بينما كانت مساهمته منخفضة في تحسين مهارة "الإبداع" وتجلى ذلك عند مقارنة القياس البعدي بمتوسط فرضي قيمته (٧٥٪ من الدرجة العظمى). وتكشف أيضًا أن أثره كان دالًا في تحسين شغف الفيزياء الانسجامي، في حين كانت مساهمته منخفضة في تنمية شغف الفيزياء الاستحواذي عند المقارنة بالمتوسط الفرضي وذلك لدى طالبات مجموعة البحث.

الكلمات المفتاحية: الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة "ADI"، التفكير عالي الرتبة، شغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي)، طالبات المرحلة الثانوية.

Abstract

"Using the Argument-Driven Inquiry (ADI) Model for Developing Higher Order Thinking Skills and Passion for Physics among Secondary School Female Students".

Dr. Eid Mohamed Abd-ElAziz Abou-Ghaneima

Associate Professor of Curricula and Methods of Teaching Science, Faculty of Education, Beni-Suef University.

This research aimed to identify the effect of using the "Argument-Driven Inquiry" (ADI) model to develop higher-order thinking skills (HOTS) and the passion for physics among high school students. To answer the research questions and examine its hypotheses, the research procedures that were consistent with the experimental method were followed, and the research design was a "Pre-experimental", one group system. The measurement tools included: a "HOTS" test and the passion for physics scale, which includes two types (Harmonious and Obsessive). The research materials included a teacher's guide and the student's activity book formulated according to the "ADI" model. The participants were selected from "Abdeen Secondary School for Girls" in Cairo Governorate during the academic year (2022/2023), and they consisted of (34) students. The results of the research revealed that there was a significant effect of using the "ADI" model on improving analysis and evaluation skills from (HOTS), while its contribution was low in developing the "creativity" skill, this appeared when compared to a hypothetical mean with a value of (75% of the total score). It also had a significant effect in improving the "Harmonious Passion for Physics", and its contribution was low in developing The "Obsessive Passion for Physics".

Keywords: *Argument-Driven Inquiry (ADI), Higher Order Thinking Skills (HOTS), Passion for Physics (Harmonious, Obsessive), Secondary School Female Students.*

مقدمة:

شـــغلت مهـارات التفكير عـالي الرتبـة مكـانـةً متقدمـةً في تنظيرات الكثير من المربين والباحثين في مجال التربية العلمية وغيره، خاصـةً عند تطرقهم لإعداد المتعلمين للمهن المستقبلية المتعلقة بـــ"STEM" وتزويدهم بمهارات القرن الحادي والعشرين. مما دفع بعض الدول -التي تخشـى التأخر عن ركب التقدم- لمراعاتها بمناهجها الدراسـية، وتشـكيل آليات لضـمان جودتها بممارســات مُتعلميها. وذلك تلبيةً لِطموحات مجتمعاتها بالتواجد على صـــعيد المنافســة الدولية، والوصول للريادة في بعض الميادين الحياتية.

حيث تُعد هذه المهارات من الموضـوعات المثيرة للاهتمام في البلدان التي تكترث بتأهيل أبنائها لمواجهة متطلبات القرن الحالي والانخراط بفاعلية في أنشطته الأكثر تنافسية (Misykah & Adiansha, 2018: 658)[1]. ونَبَّهَتْ الكثير من تقاريرها التربوية إلى الحاجة لصـقل قدرات المتعلمين بها، باعتبارها أحد الأهداف الرئيسـية للتعليم في القرن الحادي والعشـرين (Zohar, 2023: 2)، ولدورها في تطوير رأس المال البشري الذي يُمْكِنُهُ المنافسة (Nadarajan et al., 2023: 4156). ومن ثم تُعَوِّلُ تلك الدول على أنظمتها التعليمية العمل على تطويرها لدى مُنتسبيها ليكونوا ممارسين للنقد والإبداع، ويُصبحون على قدم المساوة مع أقرانهم على المستوى العالمي (Balakrishnan, Nadarajah, Vellasamy, Gnanam & George, 2016: 3954).

وقد يرجع ذلك لِتشكلها من العمليات العقلية العليا سواء بصيغتي تصنيف "بلوم" الأصلي والمعدل أو بتصـــنيف "مارزانو وكيندل" الجديد للأهداف التعليمية (Irvine, 2017: 1-8)، إضـافة لِسَـمْتِها كمزيج من مكونات التفكير الناقد والإبداعي (رعد رزوقي ونبيل محمد، ٢٠١٨: ٥٧). وكونها متطلب لحل المشكلات المعقدة ومعالجة المواقف المُلتبسة (Tilchin & Raiyan, 2015: 225). واعتبار سـياق التعلم الذي يتضـمنها ضـروري لنمو الفرد علميًا وتوسـيع أفقه (Martawijaya, Rahmadhanningsih, Swandi, Hasyim & Sujiono, 2023: 3).

وهـذا جعلهـا غنيـة بـالمفـاهيم وتنطوي على تنظيم ذاتي لعمليـة التفكير، وتـدفع المتعلم للاستكشـاف والتسـاؤل خلال دراسـة الموضـوعات العلمية أو التعامل مع المواقف الحياتية (أحمد الحوامدة، ٢٠١٩: ٨٦). واعتياد المتعلم لاسـتخدام مهاراتها في تعليم الفيزياء قد يسـاعد في تعميق استيعابه لمعارفها وتعديل تصـوراته البديلة عنها، وتوظيف مفاهيمها في الحياة الواقعية، والتعبير عن موضـوعاتها رياضـياتيًا، والإبداع في حل مشكلاتها (Ramadhan, Sunarto, Mardapi

(1) تم اتباع نظام توثيق (APA) الإصدار السابع، مع تعديل بسيط تضمن: إضافة رقم الصفحة، وتقديم اللقب على الاسم الأول في حالة المراجع غير العربية فقط.

(Prasetyo, 2020: 5105-5106 &. وبذلك قد تكون مهارات التفكير عالي الرتبة بمثابة المُحَرّك له لتكريس طاقاته العقلية لمحاولة فهم الظواهر والموضوعات الفيزيائية، وتفسيرها، وتحليلها، والسعي للإجابة عن أسئلتها المُبهمة وحل إشكالياتها المُعضلة.

وقد تتأثر قدرة المتعلم على تعلم الفيزياء وممارسة تلك العمليات للتفكير عالي الرتبة؛ بقدر حالته الانفعالية من ميلٍ واتجاهٍ وشغفٍ نحو دراستها؛ باعتبار توافر تلك الحالة النفسية الإيجابية بمثابة متطلب قبلي يُضفي على المتعلم حالة وجدانية تدفعه للإقبال على دراسة موضوعات الفيزياء، والاندماج في أداء أنشطتها، وإجراء تجاربها، وإنجاز تكليفاتها، وتوظيف خبراتها.

وشغف المتعلم لدراسة الفيزياء؛ يمثل عاطفةً إيجابيةً قويةً قد تُشكل الباعث الوجداني الذي يدفعه للاستمرار تلقائيًا في متابعة دراسة الظواهر والموضوعات الفيزيائية، ومواصلة استخدام مهارات التفكير عالي الرتبة لحل مشكلاتها والإجابة عن أسئلتها القابلة للاختبار.

حيث يُعبر الشغف الدراسي عن رغبة ملحة نحو الدراسة والتعلم، والانخراط فيها بطاقةٍ وحيويةٍ واستمتاع، واعتبار تلك الدراسة جزء من الهوية الذاتية (فتحي الضبع، ٢٠٢١: ١٠٤). ويوصف بأنه ميل قوي نحو شيء ما كمجالٍ دراسي يُحدده المتعلم ذاتيًا، ويحبه ويجده مهمًا، ويُكَرّس له قدرًا كبيرًا من الوقت والطاقة (Vallerand & Verner-Filion, 2013: 46). وهذا الميل له مظهران؛ أحدهما انسجامي يصف قدرة المتعلم على التحكم في المجال الدراسي الشغوف به والسيطرة عليه، واختيار وقت ممارسته، بحيث لا يطغى على أنشطة حياته الأخرى. والثاني استحواذي يتسم بسيطرة الموضوع الشغفي على المتعلم والاستحواذ عليه، لدرجة استغراقه فيه وإهمال غيره (Vallerand , 2015: 62-66).

وبالتالي فإن وجود شغفٍ بدرجةٍ مناسبةٍ لدى المتعلم لدراسة مجالٍ معينٍ "كالفيزياء مثلًا"، يدفعه للمشاركة الإيجابية في أنشطة تعلمه، ويُعزز كفاءته الذاتية الأكاديمية (Zhao, Liu & Qi, 2021: 1). ويُعظم من مستوى مثابرته في دراسة موضوعاته، ويخصص له قدرًا كبيرًا من الوقت والجهد، مما قد يساعده في الوصول إلى أداءٍ عالٍ، والاستمرار بقوة في تحقيق أهدافه المطلوبة، ويجعله مُتطلعًا للالتحاق بمهنةٍ مرتبطةٍ به في المستقبل (Chichekian & Vallerand, 2022: 1).

ومثل كل هذا دافعًا للتحري عن نماذج تدريسية غير تقليدية يُمكن أن تنمي مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف المتعلم لدراسة الفيزياء. ومن هذه النماذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ" Argument-Driven Inquiry (ADI)، الذي يشجع المتعلمين على اتباع السُبل

العلمية للإجابة عن الأسئلة الفيزيائية التي تتطلب التقصي، والتخطيط لتنفيذ أنشطة استقصائية تعاونية يُمكن من خلالها جمع معلومات قد تساهم في الوصول لحلول علمية مقبولة، وتحليلها، وصوغها في شكل حُجَّةٍ علميةٍ تنطوي على أدلة إثباتها. وتوصيل كل هذا من خلال تقارير مكتوبة. إضافة لمراحلها التي نُسجت بشكل قد يسمح بتعزيز الكثير من متغيرات تعليم الفيزياء.

حيث صُمِّمَ نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" لمساعدة المتعلمين في تطوير جوانب البراعة في العلوم (Hutner, Sampson, LaMee, FitzPatrick, Batson & Aguilar, 2020: x-xi). ومهارات الاستقصاء والاستدلال (Grooms, 2011: 5)، والتفكير الناقد والعادات العلمية للعقل (Walker, Sampson, Grooms, Anderson & Zimmerman, 2012: 83). وكذلك مهارات المُحَاجَّة الشفهية والكتابية (Sampson, Enderle, Grooms & Witte, 2013: 644-646). ويُهيئ لهم الطرق التي قد تساعدهم في تطوير المعارف والمهارات التي يحتاجون إليها لتحقيق أطر الكفاءة العلمية (Grooms, Enderle & Sampson, 2015: 47).

كما يشجع المتعلمين على استخدام الأفكار الأساسية التخصصية والمفاهيم المشتركة والممارسات العلمية والهندسية لمعرفة كيفية عمل الأشياء أو سبب حدوثها (Sampson, Murphy Lipscomb & Hutner, 2018: xxiii). والتعامل مع خبرات واقعية ومُربّية تتيح لهم ممارسة خبرات التقصي العلمي بأنفسهم، وجمع البيانات وتفسيرها، وتطوير الحُجَج التي تدعم الادعاءات، وتَشَارُكِها ومناقشتها، وكتابة التقارير العلمية لتوضيح كيف تجيب تلك الاستقصاءات والحجج عن الأسئلة العلمية بشكل مناسب (Grooms, Enderle & Sampson, 2015: 47).

ومن ثم فإن نموذج "ADI" قد يدفع المتعلمين لاكتشاف الأشياء بدلًا من مجرد التعلم عنها (Callahan, Sampson & Rivale ,2019: 184-185). واستقاء الخبرات والتمثيلات والممارسات التي تتفق مع طبيعة العلم بدلًا من حفظ المعرفة المجردة (Fakhriyah, Rusilowati, Wiyanto & Susilaningsih, 2021: 771). وإضفاء المعنى على أي نشاط يشاركون فيه، من خلال صنع القرار، واستكشاف التفكير، والانخراط في التفكير المجرد والجدلي المستخدم في جلسات المناقشة والكتابة العلمية، مما يدعم فحص المتعلمين لاستدلالاتهم بعناية (Barrie, 2021: 8-9). وتمكينهم من توظيف المعارف والمهارات المكتسبة في سياقات ومواقف جديدة (Sampson, Grooms & Walker, 2010: 224).

ويُستدل من كل ذلك، أن استخدام نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء قد يُنمي التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء لدى المتعلمين. خاصة وأن هناك شكوى متواصلة من مستوايهما لدى المتعلمين في المراحل التعليمية المختلفة ومنها المرحلة الثانوية.

حيث قدمت العديد من التقارير التربوية أدلة على ضعف قدرة الكثير من المتعلمين على إجابة أسئلة مستويات التفكير عالي الرتبة (روبرت مارزانو وجون كيندال، ٢٠١٣: ٢١). واِسْتُدِلَّ من نتائج استطلاع المسابقتين الدوليتين "TIMMS" و "PISA" على ضعف تمكن طلاب بعض الدول من مهاراته (Kusuma, Rosidin, Abdurrahman & Suyatna, 2017: 26). كما لوحظ انخفاض مستوى مهارات التفكير عالي الرتبة لدى العديد من دارسي الفيزياء بالمرحلة الثانوية نتيجة تركيز معلميهم على مستويات التفكير منخفض الرتبة وإهمالهم لعمليات التحليل والتقويم والإبداع (Suprapto, Saryanto, Sumiharsono & Ramadhan, 2020: 520-521). إضافة لنظرة الكثير من الطلاب لمادة الفيزياء على أنها صعبة ومخيفة، وتَوَجُّههم لحفظ صيغها المفاهيمية والرياضياتية، مما قد يؤدي إلى تحسن المهارات منخفضة الرتبة (LOTS) عوضًا عن عالية الرتبة (Istiyono, Brams, Setiawan & Megawati, 2020: 91). كما لاحظ البعض أن الفصول الدراسية العادية تبدو وكأنها تُقَوِّض الشغف الأكاديمي (Fredricks, Alfeld & Eccles, 2010: 18).

ولاستقراء الواقع عن مستوى مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء؛ تم إجراء دراسة كشفية في نهاية الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢١/٢٠٢٢م لتقصي مستوييهما لدى مجموعة من طالبات الصف الثاني الثانوي، وكان قوامها (٢٠) طالبة بمدرستي "الحوياتى" و"عابدين" الثانوية بنات بإدارة عابدين التعليمية التابعة لمديرية التربية والتعليم بالقاهرة. وذلك من خلال الاسترشاد بأدة القياس التي صممها "كوسوما وزملائه" (Kusuma, Rosidin, Abdurrahman & Suyatna, 2017: 4-5) لقياس مهارات التفكير عالي الرتبة من خلال الفيزياء، وذلك بعد تعديلها لتناسب واقع تدريس الفيزياء بالمرحلة الثانوية في سياق مجتمع البحث، بحيث تضمنت (٩) مفرادات إنشائية وفق توجه "بلوم المعدل" للتفكير عالي الرتبة، وكانت درجة الاختبار الكلية (٢٧) درجة. إضافة إلى استخدم الصورة الصينية لمقياس الشغف نحو الدراسة (Zhao, St-Louis & Vallerand, 2015: 10)، وذلك بعد تحويل اتجاه مفرداته لاتجاه الفيزياء، ويُستجاب عليه وفق طريقة "ليكرت" الثلاثية، وانطوى على (١٢) مفردة بواقع (٦) مفردات لكل من شقيه الانسجامي والاستحواذي، وكانت الدرجة الكلية لكل شق على حدة (١٨) درجة.

وأظهرت نتائج الدراسة الكشفية أن متوسط درجات الطالبات في اختبار التفكير عالي الرتبة (٧,٠٥) بنسبة مئوية (٢٦,١١٪) وانحراف معياري (٢,٩٦). وبالنسبة لمقياس الشغف، جاءت معظم استجابات الطالبات ما بين "أحيانًا" و"أبدًا"، وبلغ متوسط درجات الطالبات في شغف الفيزياء الانسجامي (٧,٣٥) بنسبة مئوية (٤٠,٨٣٪) وانحراف معياري (١,١٨)، بينما كان متوسط درجات شغف الفيزياء الاستحواذي (٦,٤٠) بنسبة مئوية (٣٥,٥٦٪) وانحراف معياري (٠,٨٢). بما يشير إلى ضعف مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء بمظهريه الانسجامي والاستحواذي لدى الطالبات، وتقارب مستواهن في هذا التدني.

ومما يؤكد ذلك نتائج بعض الدراسات التي أجريت في مجال التربية العلمية، كدراسة "رفيقة ثابت" (٢٠٢١)، ودراسة "هبة راضي" (٢٠٢٠)، ودراسة "إيهاب مختار" (٢٠١٩)، والتي أشارت كل منها لانخفاض مستوى مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب المرحلة الثانوية. كما دللت دراسة "أسماء صالح" (٢٠٢٣) على تدني مستوى الشغف الأكاديمي لدى المتعلمين، مما أثر سلبًا على مشاركتهم الأكاديمية وإتقانهم للخبرات المرجو اكتسابها.

ويَتَكَشَّف من ذلك وجود قصور لدى طالبات المرحلة الثانوية في مهارات التفكير عالي الرتبة، وكذلك في مستوى شغفهن لدراسة الفيزياء، بالرغم من الدعوات المتزايدة للاهتمام بهما. لذا ظهرت الحاجة للوقوف على مدى كفاءة نموذج "ADI" في تنميتهما لدى مجموعة من هؤلاء الطالبات.

مشكلة البحث:

تأسيسًا على ما تقدم؛ تحددت مشكلة البحث الحالي في انخفاض مستويات مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية، وللتصدي لهذه المشكلة والمساهمة في حلها إبْتَغَى البحث الحالي الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

ما أثر استخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" في تدريس الفيزياء لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية؟

وتطلب هذا الإجابة عن خمسة أسئلة فرعية؛ ثلاثة منهم أسئلة إجرائية، واثنين تجريبيين، وهم:

١. ما مهارات التفكير عالي الرتبة المناسبة لطالبات المرحلة الثانوية؟
٢. ما أبعاد شغف الفيزياء المناسبة لطالبات المرحلة الثانوية؟
٣. ما الوحدة المُعَادُ صياغتها وفقًا لنموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة "ADI" لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية؟

٤. ما أثر استخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" في تدريس الفيزياء لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طالبات المرحلة الثانوية؟

٥. ما أثر استخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" في تنمية شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) لدى طالبات المرحلة الثانوية؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي تَعَرُّف أثر استخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" في تدريس الفيزياء لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية.

محددات البحث: اقتصر البحث الحالي على:

١. وحدة "الموجات" بكتاب الفيزياء المقرر على طالبات الصف الثاني الثانوي بالفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م. (تم إبانة مبررات اختيارها في بند أولا: "اختيار المحتوى العلمي" بـ"الإطار الإجرائي للبحث").

٢. مجموعة من طالبات الصف الثاني الثانوي بمدرسة عابدين الثانوية بنات بإدارة عابدين التعليمية التابعة لمديرية التربية والتعليم بالقاهرة. (تم إبانة مبررات اختيارها في عنصر "١" بالبند رابعًا: "التصميم التجريبي وإجراءات تجربة البحث" بـ"الإطار الإجرائي للبحث").

٣. مهارات التفكير عالي الرتبة، وهي: العمليات المعرفية للمستويات الثلاثة العليا بتصنيف بلوم المُعَدَّل (التحليل، التقويم، الإبداع). وذلك لملاءمتها لطبيعة مجتمع البحث (كما تَجَلَّى من البند "٢" بالمحور الثاني بـ"الإطار النظري للبحث").

تحديد مصطلحات البحث:

نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" Argument-Driven Inquiry (ADI):

يُعرف إجرائيًا في هذا البحث بأنه: "نموذج تدريسي يستند على النظريات الاجتماعية للتعلم، يبدأ بتعرف طالبة الصف الثاني الثانوي مهمة فيزيائية مصاغة في صورة "سؤال توجيهي"، وتدارس ما يتعلق به من أفكار محورية تخصصية في مجموعات تعاونية، وإنجاز الأنشطة الاستقصائية المخططة، وتشارك الحُجَج المُستقاة من بياناتها كحل مقترح للسؤال التوجيهي، وإتْبَاع ذلك بإجراء مناقشة تأملية، ثم كتابة تقارير فردية لمشاركة ما قَمْنَ به وما توصلن إليه لتحقيق الأهداف الفيزيائية المرجوة".

مهارات التفكير عالي الرتبة (HOTS) "Higher Order Thinking Skills":

تُعرف إجرائيًا في هذا البحث بأنها: "عمليات عقلية عليا يُمكن أن تستخدمها طالبة الصف الثاني الثانوي لإنجاز المهام الفيزيائية والتوصل لحلول الأسئلة والمشكلات العلمية التي تواجهها.

وتتضمن تحليل المواقف والظواهر الفيزيائية، وتقييم البيانات والحلول المقترحة وإصدار الأحكام المتعلقة بها، والاستفادة منها لتصميم نماذج وإنتاج أشياء علمية جديدة. وتقاس بالدرجة التي تحرزها الطالبة في الاختبار المُعد لذلك".

شغف الفيزياء "Passion for Physics":

يُعرف إجرائيًا في هذا البحث بأنه: "عاطفة إيجابية قوية تتملك طالبة الصف الثاني الثانوي تجاه دراسة الفيزياء، بحيث تدفعها بصفة منتظمة لبذل الجهد وتكريس الوقت للتمتع بالاطلاع على موضوعاتها، وفهم ظواهرها، والانخراط في إنجاز مهامها، والإجابة عن أسئلتها، وحل إشكالاتها، واعتبارها جزءًا من هويتها الشخصية. ويُقاس بالدرجة التي تنَالَها الطالبة في المقياس المُعد لذلك بشقيه الانسجامي والاستحواذي".

خطوات البحث وإجراءاته: تمثلت خطوات البحث وإجراءاته فيما يلي:

١- تحديد الأسس التي يستند عليها نموذج "ADI" ومراحل استخدامه، وتصميم المواد التعليمية المستخدمة في التجربة الميدانية للبحث، وذلك من خلال:

- الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت استخدام نموذج "ADI" في تدريس مجالات العلوم الطبيعية بصفة عامة وتدريس الفيزياء بصفة خاصة.
- استخلاص الأسس التي يستند عليها نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء لطالبات المرحلة الثانوية.
- تحديد مراحل ومتطلبات استخدام نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء لطالبات المرحلة الثانوية.
- اختيار المحتوي العلمي المتمثل في وحدة "الموجات" بكتاب الفيزياء المقرر على الصف الثاني الثانوي بالفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م. (هذه الخطوة والتي تليها تم عرضها بالإطار الإجرائي للبحث).
- إعادة صياغة المحتوى العلمي لوحدة "الموجات" في صورة دليل للمعلم وكراسة نشاط للطالبة وفق مراحل استخدام نموذج "ADI"، وعرضهما علي مجموعة من الخبراء والمتخصصين في مجال التربية العلمية لضبطهما، وإجراء التعديلات المطلوبة في ضوء آرائهم.

٢- تحديد أبعاد التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء المناسبة لمجتمع البحث، وتصميم أداتي قياسهما، وذلك من خلال:

- دراسة الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت قياس مهارات التفكير عالي الرتبة من

خلال الفيزياء، وكذلك شغف الفيزياء بشقيه الانسجامي والاستحواذي.

- تحديد مهارات التفكير عالي الرتبة المناسبة لمجتمع البحث، وتم ذلك من خلال تقصي توجهات تصنيفاتها الرئيسية في أعمال روادها وعدد من الباحثين، وعرض تلك التصنيفات علي مجموعة من السادة الخبراء والمتخصصين في مجالي التربية العلمية وعلم النفس لتحديد أنسبها.
- تحديد أبعاد شغف الفيزياء المناسبة لمجتمع البحث، وتم ذلك من خلال التحري عن أبعاد الشغف نحو الدراسة بصفة عامة وشغف الفيزياء بصفة خاصة وذلك في أعمال رواد المصطلح والباحثين الذين تناولوه بالدراسة.
- إعداد أداتي القياس لمهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء، وضبطهما.

٣- قياس أثر استخدام نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية، وتم ذلك من خلال:

- اختيار مجموعة البحث الأساسية من طالبات الصف الثاني الثانوي بمدرسة عابدين الثانوية بنات بإدارة عابدين التعليمية التابعة لمديرية التربية والتعليم بالقاهرة.
- تطبيق أداتي القياس قبل تدريس وحدة "الموجات" علي مجموعة البحث التجريبية.
- تدريس محتوي وحدة "الموجات" باستخدام نموذج "ADI" لمجموعة البحث التجريبية.
- إعادة تطبيق أداتي القياس بعد الانتهاء من تجربة البحث الميدانية مباشرة على أفراد المجموعة التجريبية.
- جمع البيانات الناتجة من تطبيق أداتي القياس وتبويبها، وتحديد قيمة المتوسط الفرضي، ثم معالجة البيانات إحصائيًا للتوصل إلى النتائج، ومناقشتها وتفسيرها، وتَقْدِيم التوصيات والمقترحات.

منهج البحث:

تم استخدام المنهج التجريبي، وكان التصميم البحثي من نوع "قبل التجريبي" "Pre-Experimental Research Design"، نظام المجموعة الواحدة ذات القياس القبلي البعدي. من خلال تطبيق اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ومقياس شغف الفيزياء بشقيه الانسجامي والاستحواذي قبليًا على المجموعة التجريبية، ثم التدريس لطالبات المجموعة التجريبية باستخدام نموذج "ADI"، ثم تطبيق أداتي القياس بعديًا، ومقارنة نتائج التطبيقين القبلي والبعدي، وكذلك مقارنة نتائج القياس البعدي بـ"متوسط فرضي" (ليُماثل القياس البعدي في حالة المجموعة الضابطة بنظام المجموعتين المتكافئتين).

هذا وتم اللجوء لنظام المجموعة الواحدة؛ نظرًا لانتشار وباء "كورونا" في فترة تنفيذ تجربة البحث الميدانية؛ مما دفع وزارة التربية والتعليم لاتخاذ بعض الإجراءات الاحترازية كجعل الحضور اختياريًا غير إلزامي. وكان لذلك دوره في تذبذب كثافات حضور الطالبات التي قد تكون راجعة لإصابة بعضهن بوباء "كورونا" أو تَخَوُّفٍ من العدوى، علاوة على طول مدة دراسة المحتوى العلمي التي وصلت لثلاثة شهور تقريبًا.

أهمية البحث: تتبدى أهمية البحث الحالي فيما يمكن أن يسهم به لكل من:

١. **مخططي برامج الفيزياء ومناهجها**: وذلك بإظهار أحد أشكال صياغة برامج الفيزياء ومناهجها من خلال ممارسات الاستقصاء المستندة على المُحَاجَّة العلمية، وكيفية معالجة وتقييم معارفها وخبراتها باستخدام مستويات التفكير عالي الرتبة بما يتسق والتقييم المُتَّبع حاليًا بالمرحلة الثانوية.

٢. **منفذي مناهج الفيزياء من معلمين وموجهين**: يُتيح صيغًا إجرائية لكيفية: صياغة الأسئلة الفيزيائية التوجيهية القابلة للاختبار علميًا "Guiding Question"، تقديم أفكار محتوى الفيزياء المحورية "Core Ideas"، تصميم خطط أنشطة الاستقصاء وإجراءات تنفيذها لجمع المعلومات وتحليلها، إنشاء الحُجَج العلمية المكتوبة بما تنطوي عليه من ادعاءات علمية وأدلة وتبريرات، كتابة التقارير العلمية وطرق تقييمها بشكل موضوعي. علاوة على تقديم نموذج إجرائي لكيفية استخدام نموذج "ADI" في تدريس موضوعات الفيزياء. كما أتاح أداة لقياس مهارات التفكير عالي الرتبة من خلال موضوعات وحدة "الموجات"، إضافة لأداة أخرى لتشخيص شغف الفيزياء بنمطيه الانسجامي والاستحواذي.

٣. **المستفيدين من المتعلمين**: يوفر لهم مجموعة من النماذج لمساعدتهم على تصميم خطط الاستقصاء، وصياغة الحُجَّة العلمية المدعومة بالأدلة والتبريرات، وكتابة التقرير العلمي. كما قد يساعدهم في تنمية ممارسات التفكير عالي الرتبة من خلال الفيزياء، وتكوين الشغف لديهم للاستمرار في تعلم الفيزياء.

٤. **الباحثين في مجال تعليم الفيزياء**: تفتح المجال لإجراء دراسات أخرى حول استخدام نموذج "ADI" لتنمية متغيرات تربوية أخرى في مجال الفيزياء كالمُحَاجَّة الشفهية والكتابية مثلًا. إضافة لإظهار تصنيفات غير مُعتادة لمهارات التفكير عالي الرتبة يُمكن دراستها.

الإطـــــار النظـــــري

"نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ (ADI) وتعليم الفيزياء"

هدف الإطار النظري للبحث الوقوف على الأسس الفلسفية والسيكولوجية التي يستند عليها نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ" "ADI"، ومراحل استخدامه في تدريس الفيزياء، بالإضافة إلى تحديد مهارات التفكير عالي الرتبة المناسبة لطالبات المرحلة الثانوية، وكذلك أبعاد شغف الفيزياء، ولتحقيق ذلك تضمن الإطار النظري للبحث أربعة محاور رئيسة؛ تناول الأول نموذج "ADI"، والثاني مهارات التفكير عالي الرتبة، والثالث شغف الفيزياء، أما الرابع فأظهر علاقة استخدام نموذج "ADI" بتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء. وأُتِمَّ ذلك بتِبْيان الإفادة من الإطار النظري للبحث وصَوْغ فرضياته. وذلك كما يلي:

أولًا: نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" (ADI) "Argument-Driven Inquiry":

دلل الكثير من الباحثين في مجال التربية العلمية على ضرورة تحويل طبيعة تدريس مجالات العلوم المختلفة ومنها الفيزياء بعيدًا عن النماذج التي تؤكد على نقل الأفكار من المعلم إلى المتعلم، والاستعاضة عنها بالنماذج التي تؤكد على بناء المتعلم للمعرفة العلمية والتثبت من صحتها باستخدام الاستقصاء (Sampson, Grooms & Walker, 2010: 219). وتحقيقًا لذلك قدم "فكتور سمبسون" و"جونسون جرومز" و"جوي ولكر" عام (٢٠٠٩م) نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI"، الذي يُشجع المتعلمين على تصميم أنشطتهم الاستقصائية الخاصة، وجمع البيانات وتحليلها، وتبادل الأفكار خلال جلسات مُحَاجَّة منظمة وتفاعلية، وتوثيق ذلك بكتابته في تقارير تُراجع من الزملاء والمعلم (Sampson, Grooms & Walker, 2009: 41-44). وللوقوف على هذا النموذج؛ تم تناول الإطار الفلسفي والسيكولوجي الذي يستند عليه، ومراحل استخدامه، ودور المعلم والمتعلمة فيه، وأهمية استخدامه في تعلم موضوعات الفيزياء. وذلك كما يلي:

١- الاطار الفلسفي والسيكولوجي لنموذج "ADI":

يرتكز نموذج "ADI" على الفلسفة التقدّمية في التربية "progressivism" التي تهتم باستمرارية التعلم طوال حياة الفرد، ولا تَقْصُر النظرة إليه كمجرد معرفة واقعية فقط (Ross, 2019: 12). وتفترض أن تعلم الفرد يصبح أفضل عندما يتم التركيز على اهتماماته واحتياجاته ويمارس خبرة التعلم بنشاط (Christou, 2012: 3-6). كما يؤكد التوجه التقدمي لـ"جون ديوي" على فاعلية الاكتشاف وتوليد الأفكار لدى الفرد عند تكوينه للمعرفة الخبراتية ("جوان

وينك" و"لي آن جي. بتني"، ٢٠١١ : ٥٨-٦١). ومن ثم فهي فلسفة تربوية تتمحور حول المتعلم، وينصب تركيزها على إشراكه في أنشطة حل مشكلات العالم الحقيقي من خلال بيئةٍ تعليميةٍ ديمقراطيةٍ وتعاونيةٍ (Perez, 2022: Ch6, P2).

وتماشيًا مع التربية التقدمية استند هذا النموذج في الجانب السيكولوجي على النظريات الاجتماعية للتعلم (Sampson, Grooms & Walker, 2010: 223)؛ ومنها النظرية البنائية الاجتماعية، التي يرى رائدها "ليف فيجوتسكي" أن التربية تصبح لا طائل من ورائها وتكون عبثية إن تمت بمعزل عن العالم المحيط، ونصح المعلمين بتقديم أنشطة تعلم ترتبط بالحياة الاجتماعية والإبداعية في الواقع المعاش (Vygotsky, 2020: 345). ومن ثم نظر البنائيون إلى المعلم على أنه "مُيسر للتعلم" (Olivia & Gordon, 2013: 136). وإن المعرفة تُبنى على يد المتعلم بصورة نشطة ولا يستقبلها بشكل سلبي من البيئة (زيد العدوان وأحمد داود، ٢٠١٦: ٣٦). وأكدوا على أهمية السياق الاجتماعي في عملية بناء خبراته (جون لوغران، ٢٠٢٢: ٧٤). وبرهنوا على دور كل من: التفاعل الاجتماعي في عملية تطور الوظائف العقلية العليا، والأدوات والتلميحات المساندة كاللغة الشفوية والمكتوبة في إحداث التعلم (Barak, 2017: 285).

وتتجسد هذه المبادئ البنائية في مراحل نموذج "ADI" (أحمد محمد، ٢٠١٧: ٢٧٧). وتُمَثِّل أساسًا سيكولوجيًا مناسبًا لتدريس مجالات العلوم المختلفة من خلال الاستقصاء الموجه بالمُحَاجَّة العلمية، وذلك لكونه يتطلب تفاعل المتعلمين مع بيئتهم (Ross, 2019: 14). ويظهر تَجَذُّر تلك المبادئ في ممارسات تعلم العلوم الطبيعية التي يتيحها من عمليات شخصية واجتماعية، وانخراط المتعلمين للتفكير في العالم الطبيعي وتفسيره في سياق يُضاهي ممارسات المجتمع العلمي بأغراضه الخاصة ورؤيته وطرق التحقق من ادعاءاته وفرضياته (Sampson, Grooms & Walker, 2010: 223-224). إضافة لمشاركاتهم في الممارسات العلمية من تخطيط وتنفيذ أنشطة الاستقصاء لجمع البيانات وتحليلها، وصياغة الحجج ومناقشتها، وكتابة التقارير، ومراجعة الأقران (Sampson & walker, 2012: 1445-1446).

يتضح من كل ذلك أن نموذج "ADI" استند في تصميمه إلى الفلسفة التقدمية في التربية والنظريات الاجتماعية للتعلم وخاصة نظرية "فيجوتسكي البنائية"؛ ليجعل المعلم مُيسرًا وموجهًا للمتعلم ومشاركًا في عملية تقييمه. ويوفر له الفرص ليكون أكثر اندماجًا بإيجابية في عملية تعلمه لمجالات العلوم المختلفة ومنها الفيزياء، ويوظف في بيئة تعاونية الأفكار المحورية التخصصية لمحتوى الفيزياء، مستخدمًا مهارات التفكير والاستقصاء والمُحَاجَّة العلمية لدراسة الظواهر

الفيزيائية وحل المشكلات المرتبطة بها. ومن ثم يُمكن استخلاص الأسس التي يعتمد عليها نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء لطالبات المرحلة الثانوية في الآتي:

- المعلم مُيسر وموجه لعملية التعلم، ومشارك في عمليات التقييم وتوفير التغذية الراجعة.
- الخبرة تُبنى من خلال المتعلمة بانخراطها في أنشطة تعاونية تراعي اهتماماتها واحتياجاتها.
- السياق الاجتماعي للتعلم يُدعم قدرة المتعلمة على بناء خبراتها وتطور وظائفها العقلية العليا.
- البيئة التعليمية الاجتماعية الآمنة والخالية من الوعيد والتهديد ضرورية لحدوث التعلم.
- الأدوات والتلميحات المساندة كاللغة الشفوية والمكتوبة ترتبط طرديًا بإحداث التعلم.
- الاكتشاف وتوليد الأفكار ومواجهة المهام العلمية الحقيقية والواقعية يجعل التعلم ذا مغزى.
- الاستقصاء والمُحَاجَّة ممارسات علمية تقوم على البناء الشخصي والسياق الاجتماعي للمعرفة.

٢- مراحل نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة "ADI" ودور المعلم والمتعلمة فيه:

تضمنت الصورة الأولى لنموذج "ADI" ثماني مراحل؛ بدأت بتحديد المهمة، ثم توليد البيانات وتحليلها، وتَبِعَها إنتاج حُجَّة أولية، ثم جلسة المُحَاجَّة، وصولًا لكتابة تقرير الاستقصاء، ومراجعة الأقران مزدوجة التعمية "double-blind peer review"، وتنقيح التقرير، وفي النهاية مرحلة المناقشة التأملية والصريحة (Sampson, Grooms & Walker, 2009: 43).

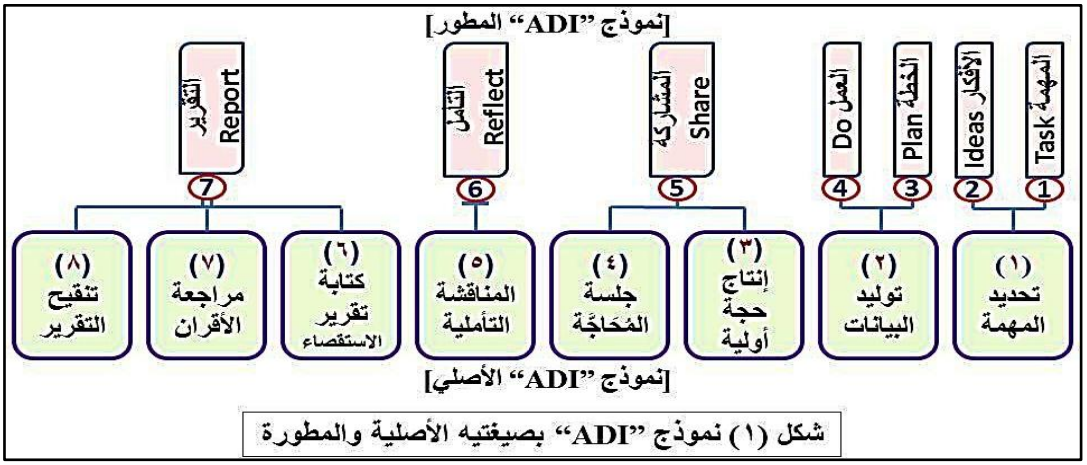
هذا وبفحص مراحل هذا النموذج في بعض أعمال رواده؛ تبين عدم تقيدهم بمسميات المراحل حرفيًا كما وردت في صيغته الأولى المنشورة عام ٢٠٠٩م، واستغنائهم عن مرحلة "المناقشة التأملية والصريحة" في بعض دراساتهم ليظهر النموذج في شكلٍ سباعي المراحل كما في: (Walker, Sampson, Southerland & Enderle, 2016: 1100-1101; Walker & Sampson, 2013: 566). ومع ذلك؛ استخدموه بالتوازي في أدبيات ودراسات أخرى بصورته الأولى ذات الثماني مراحل مصحوب بتعديل بسيط؛ تمثل في تقديم مرحلة "المناقشة التأملية والصريحة" لتتبوَّأ المرحلة الخامسة بدلًا من الأخيرة، كما في: (Grooms, Enderle, Hutner, Murphy & Sampson, 2016: 3; Grooms, Enderle, & Sampson, 2015: 47).

وأضفى ذلك على النموذج نوعًا من المرونة أهلته للتغلب على صعوبات تطبيقه؛ كما تبين في اقتصار دراسة "Demircioglu & Ucar" (2015) على استخدام ست مراحل، وتخليها عن مرحلتي "المناقشة التأملية" و"تنقيح تقرير الاستقصاء" لمُجابهة القيود الزمنية لوقت التعلم، والاستعاضة عنهما بإجراء تقييم لنتائج النشاط الاستقصائي من قبل الفصل ككل بعد انتهائه.

وهذا ما أَغْرَى بعض الباحثين لتطوير مراحله حتى تُلائم سياقات بيئاتهم التعليمية وطبيعة دراساتهم؛ كدراسة "سعيد آل محي وفهد الشايع" (٢٠٢١) التي اختزلته لمراحل أربع؛ استهلتها

بالاستقصاء، ثم المُحَاجَّة، فالمناقشة حول الاستقصاء، وأَتَمَّته بمرحلة كتابة تقرير الاستقصاء. ودراسة (2019) "Songsil, Pongsophon, Boonsoong & Clarke" التي اجتزأته في ثلاث جلسات؛ بدأت بـــ"جلسة تعريفية" يتم فيها استطلاع وفحص معارف المتعلمين السابقة وتوجيه نشاط الاستقصاء للتوصل لإجابات الأسئلة وإنتاج الحُجَّة الأولية، ثم "جلسة المُحَاجَّة" التي تقدم فيها كل مجموعة ادعائتها العلمية مصحوبة بالأدلة التي تبرر صحتها، واستكملت بـــ"جلسة ختامية" يُعبر المتعلمون فيها فرادى عن استيعابهم للموضوع العلمي من خلال كتابة تقارير الاستقصاء، وتقييمه بمراجعة الأقران مزدوجة التعمية، وتنقيحه بناء على التغذية المرتدة.

وفي سبيل الحفاظ على ميزات نموذج "ADI" الأصلي، وجعله أسهل وأكثر قابلية للتطبيق بحجرات الدراسة؛ قدم رواده من خلال مؤسسة " Argument-Driven Inquiry, LLC" بالولايات المتحدة صيغة مطورة له كما بشكل(١). ويظهر فيه تجزئة المرحلة الأولى من النموذج الأصلي إلى مرحلتي "المهمة" و"الأفكار التخصصية" "Ideas" في النموذج المطور، وكذلك تقسيم المرحلة الثانية إلى مرحلتي "الخطة" و"العمل Do"، في حين دُمجت مرحلتي "إنتاج الحجة الأولية" و"جلسة المُحَاجَّة" في مرحلة واحدة تحت مسمى "المشاركة Share". وجُعلت مرحلة المناقشة التأملية تالية لها، ووحِّدَتْ المراحل الثلاثة الباقية المتعلقة بـــ"كتابة التقرير" و"مراجعة الأقران" و"تنقيح التقرير" في مرحلة واحدة نهائية أطلق عليها "التقرير" (Property of Argument-Driven Inquiry, LLC., 2021a: 1-4).



شكل (١) نموذج "ADI" بصيغتيه الأصلية والمطورة

يتضح من شكل (١) أن نموذج "ADI" المطور من قبل رواده يتكون من مراحل سبع متتابعة ومتكاملة، أُبرزت فيها الأفكار المحورية للمحتوى كمرحلة بذاتها لمراعاة مفردات الموضوع العلمي وطبيعته، وفُصِّلَت مرحلة "توليد البيانات" لمرحلتي إعداد خطة النشاط الاستقصائي ثم العمل لتنفيذها، وتجنبت المراحل المتشابهة والمتداخلة بتجميعها معًا كما تجلى في مرحلتي "المشاركة" و"التقرير". إضافة لطبيعة هذه المراحل وتسلسلها الذي قد يجعلها مناسبة

لكثير من السياقات التعليمية المتنوعة، وسهولة الاستخدام من قبل المعلم والمتعلم. وللتأكد من ذلك تم عرض مراحل نموذج "ADI" بصيغتيه الأصلية والمطورة على مجموعة من المختصين في التربية العلمية؛ وأشار سيادتهم بأفضلية النموذج المطور لتدريس الفيزياء لمجتمع البحث.

ويُمكن تِبْيان المراحل السبع لنموذج "ADI" المطور كما يلي (Property of Argument-Driven Inquiry, LLC., 2021a: 1-4, 2021b: 1-12; Sampson, Hutner, Patrick, LaMee & Grooms, 2017: 3-15):

المرحلة الأولى "المهمة Task": تبدأ المرحلة الأولى بتقديم المعلم لظاهرة أو مشكلة علمية لاستقصائها، ثم إدارة نقاش فيما لاَحَظْنَهُ المتعلمات وتساءلن عنه، وتتمم المناقشة بتحديد المهمة العلمية المُراد استقصاؤها، وصياغتها في شكل سؤال توجيهي "Guiding Question". وتستكمل هذه المرحلة بتحديد مبدئي من المتعلمات لما يحتجن إلى معرفة المزيد عنه لإجابة السؤال. وتقسيمهن إلى مجموعات صغيرة استعدادًا للمرحلة التالية.

المرحلة الثانية "الأفكار Ideas": يُقدم المعلم للمجموعات خلال هذه المرحلة أفكار المحتوى المحورية "Disciplinary Core Ideas" المجهزة مسبقًا في صورة بطاقات معرفة أو عروض تقديمية أو أوراق عمل أو غيرهم. لتبدأ مجموعات الطالبات بتدارسها، وتحديد ما يفيدهن منها للإجابة عن السؤال التوجيهي.

المرحلة الثالثة "الخطة Plan": قبل البدء في التنفيذ، تُعد المجموعات خطة استقصاء لجمع المعلومات المطلوبة لاستكمال المهمة. وتتضمن الخطة: السؤال التوجيهي، والنشاط الاستقصائي المقترح لجمع البيانات، وكيفية تحليلها. وعند اكتمال الخطط، تُعرض للتقييم وتُوفر التغذية الراجعة لتراجع وتنقح. (في حالة انتهاء الحصة قبل استكمال الخطط، يُمكن أن تُكلف بها المجموعات وتُقيم في بداية الحصة التالية).

المرحلة الرابعة "العمل Do": تنفذ كل مجموعة الخطة التي أعدتها في المرحلة السابقة. ويعتمد إكمال هذه المرحلة على طبيعة النشاط الاستقصائي؛ فمنها ما ينضوي على تصميم تجربة مضبوطة، وأخرى قد تتطلب تحليل مجموعة بيانات موجودة. هذا وبعد إجراء النشاط، تعمل المتعلمات في مجموعاتهن لفهم البيانات أو الملاحظات التي جمعنها والتوصل لحل أولى للسؤال التوجيهي.

المرحلة الخامسة "المشاركة Share": في بداية هذه المرحلة، تنشئ كل مجموعة حُجَّة مبدئية قائمة على الأدلة لمشاركة ما توصلن إليه. وتتكون الحُجَّة من ادعاء "Claim" يُمثل الإجابة المقترحة، وأدلة تُدعم الادعاء "Evidence"، وتبريرات اختيار تلك الأدلة

"Justification". ثم تتشارك المجموعات الحُجَج لتقييمها وتقديم ملاحظات مفيدة. وتتمم المرحلة بمراجعة كل مجموعة حُجَّتِها لجعلها أفضل بناءً على ما تلقته من تغذية راجعة.

المرحلة السادسة "التأمل "Reflect": تتاح للمتعلمات في هذه المرحلة الفرصة للتفكير ومشاركة ما تَعَلَّمْنَهُ وكيف تَعَلَّمْنَهُ. وفيها يناقشن الأفكار المحورية للمحتوى التي استخدمنها أثناء الاستقصاء، وكيف يمكن استخدامها لفهم ظواهر أو مشكلات أخرى ذات صلة. كما يَسْتَجْلِينَ نقاط القوة والضعف في أداء مَجْمُوعَاتِهِنَّ أثناء ممارستهن بالمراحل السابقة، ويقترحن طرقًا لجعلها أكثر إنتاجية في المستقبل.

المرحلة السابعة "التقرير Report": في المرحلة الأخيرة، تكتب المتعلمة تقريرًا فرديًا باستخدام حُجَّة مجموعتها لمشاركة ما قَمْن به وما توصلن إليه، وتُراعي أن يتضمن السؤال التوجيهي، وما تم للإجابة عنه، ولماذا؟ والحُجَّة التي تَوَصَّلْنَ إليها. وتُقيم التقارير من خلال مراجعة مزدوجة التعمية من الأقران؛ وذلك بحجب بيانات مُعدة التقرير لضمان أن تستند عملية التقييم إلى الأفكار المتضمنة فيه وليست لمن ضَمَّنَتْهَا. يلي ذلك استرداد كل متعلمة تقريرها لمراجعته وتنقيحه في ضوء الملاحظات التي تلقتها. وفي النهاية تُقدم التقرير للمعلم لتقييمه بشكل نهائي. (في حالة انتهاء الحصة قبل استكمال التقارير، يُمكن أن تُكلف بها المتعلمات وتُراجع وتنقح في الحصة التالية).

يتضح من ذلك أن نموذج "ADI" المطور يتضمن مراحل سبع، قد يتطلب توظيفها في تدريس موضوعات الفيزياء أكثر من حصة دراسية. حيث تبدأ بتحديد المهمة وصياغتها في شكل سؤال توجيهي، ثم تحديد الأفكار المحورية الضرورية وتدارسها، وإتْبَاعِهَا بتصميم خطة نشاط استقصائي يتيح جمع المعلومات المطلوبة للإجابة على السؤال التوجيهي، وإجراء النشاط المُخطط تعاونيًا وتحليل البيانات الناتجة منه، ومن ثم الوصول لمرحلة المشاركة بصياغة حجة أولية كإجابة مقترحة للسؤال مُدعمة بالدليل ومشاركتها مع الزميلات ومراجعتها وتنقيحها لصياغة حجة نهائية، ويستكمل ذلك بالمناقشة التأملية حول الممارسات والخبرات المُتعلمة، وتتوج بكتابة تقرير الاستقصاء وتقييمة وتعديله في ضوء ملاحظات التقييم.

ولتنفيذ هذه المراحل بشكل ناجح؛ يُنصح بتصرف المعلم كموفر لمصادر الاستقصاء وليس كمدير. ويُنظم المتعلمات في مجموعات تعاونية، ويُثير فضولهن وشغفهن، ويخلق الدافع لديهن لتصميم وإجراء الاستقصاء، ويتجنب إخبارهن بكيفية إجرائه بشكل صحيح، ويسمح لهن بالمحاولة والخطأ، ويساعدهن على التعلم من أخطائهن. ويشجعهن على التفكير فيما يفعلنه ولماذا

اتخذن قراراتهن. ويؤكد على استكمال عناصر تخطيط النشاط الاستقصائي، والحُجَّة، والتقرير (Grooms, Enderle, Hutner, Murphy & Sampson, 2016: 16-18).

في حين تتمثل أدوار المتعلمة كما يتضح من المراحل؛ في المشاركة في صياغة السؤال التوجيهي، وتحديد ما تريد معرفته من الأفكار المحورية التخصصية وتدارسها مع أفراد مجموعتها، والتفكير معهن في نشاط استقصائي يمكن من خلاله جمع البيانات التي يحتجنها للإجابة عن السؤال، ومن ثم التخطيط له وتنفيذه، وتحليل الملاحظات والقياسات الناتجة. وذلك لكتابة حُجَّة علمية أولية يُمكن مشاركتها مع الزميلات كإجابة للسؤال التوجيهي، وتقييم الحُجَّج، ومراجعتها وتنقيحها. إضافة لكتابة تقرير الاستقصاء بشكل فردي، وتقييم التقارير من خلال نظام المراجعة مزدوجة التعمية من المشاركات، ومراجعة التقارير وتنقيحها في ضوئها.

٣- أهمية استخدام نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء:

صُمِّم نموذج "ADI" لضمان أن تكون الخبرات العلمية واقعية ومُربّية، وذلك بإتاحة الفرص للمتعلمين ذكورًا وإناث للانخراط في ممارسات العلوم، وتوفير التوجيهات والتغذية الراجعة التي يحتاجونها لتحسين جوانب البراعة في العلوم (Grooms, Enderle, Hutner, Murphy & Sampson, 2016: 3). وأَسَّس لبيئة تعلم نشطة من خلال دعوتهم للمشاركة في عمليات تعلمهم، وارتكازه على الاستقصاء التعاوني في تدريس موضوعات العلوم الطبيعية (Fakhriyah, Rusilowati, Wiyanto & Susilaningsih, 2021: 768). حيث يؤكد على التفكير التأملي، والمُحَاجَّة، والكتابة العلمية، ومراجعة الأقران من خلال الاستقصاء (سحر عز الدين، ٢٠١٨: ٥٦).

وتَجَلَّى هذا في توجيه المتعلمين لاكتشاف الأشياء وحل المشكلات العلمية بدلًا من مجرد التعلم عنها (Callahan, Sampson & Rivale ,2019: 184-185). وتحريك الممارسات الأساسية للعلوم لتشغل مكانة أكثر بروزًا داخل الفصل الدراسي، بإشراك الدارسين والدارسات في أنشطة صفية مُنظَّمة لجمع البيانات وتحليلها، وتوفير الفرص لإنشاء الحجج العلمية القائمة على الأدلة، ومناقشتها (Grooms, Enderle, & Sampson, 2015: 47). باعتبارها مدخلًا لتنمية جوانب التفكير وغيره من متغيرات التربية العلمية (أحمد محمد، ٢٠١٧: ٢٥٨). واستكمال كل ذلك بتشجيعهم للتعبير عن تعلمهم بتَسْطِير تقارير تُبين كيف تجيب استقصاءتهم وحججهم عن أسئلتهم التوجيهية بشكل مناسب (Grooms, 2011: 14).

وهذا قد يجعله مناسبًا لتحسين استيعابهم لطبيعة مجالات العلوم المختلفة ومنها الفيزياء، من خلال تحسين مهارات عمليات العلم لديهم وممارسات المُحَاجَّة المستندة على الدليل (Ross,

(Grooms, 2019: 4). وأطر الكفاءة العلمية التي تتوافق وأهداف معايير العلوم للجيل القادم (Enderle & Sampson, 2015: 47). حيث أظهرت الأدلة البحثية المتواترة كفاءة نموذج (ADI) في تحسين قدرة المتعلمين على ممارسة المحاجة العلمية المتعلقة بالظواهر المحيطة التي يمكن ملاحظتها، ومهارات عمليات العلم، ومهارات الكتابة العلمية، والتفكير الناقد والاستدلالي، والكفاءة الاتصالية، والتنور العلمي، والعمليات المعرفية وما وراء المعرفية (Fakhriyah, Rusilowati, Wiyanto & Susilaningsih, 2021: 768).

وتأكيدًا لذلك برهنت العديد من الدراسات على كفاءته في تدريس موضوعات الفيزياء لتحسين المتغيرات المطلوبة؛ كدراسة "Suganda, Parno, Sunaryono, Latifah & Yuliati" (2023) ودراسة "Putri & Admoko" (2022) اللَّتين استخدمتاه في تدريس قانون هوك وموجات الصوت والضوء لتعزيز التفكير الناقد لدى طلاب الصف الحادي عشر. ودراسة "Dina, Zainuddin & Pada" (2022) التي وظفته في تقديم موضوعات موجات الضوء والأجهزة البصرية لتحسين مهارات عمليات العلم والكفاءة الذاتية لدى طلاب الصف الثامن. وكذلك دراسة "Atqiya, Yuliati & Diantoro" (2021) التي استخدمته في تدريس قوانين نيوتن لتنمية الاستدلال العلمي لدى مجموعة من طلاب المرحلة الثانوية. ودراسة "Suliyanah, Fadillah & Deta" (2020) التي طبقته في تدريس موضوع المرونة لتطوير مهارات المُحَاجَّة العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

المحور الثاني: مهارات التفكير عالي الرتبة (HOTS) "Higher Order Thinking Skills":

يهدف عرض المحور الثاني إلى استخلاص أبعاد التفكير عالي الرتبة المناسبة لمجتمع البحث، ولتحقيق هذا تم تناول مفهوم التفكير عالي الرتبة، وخصائصه، ومهاراته المناسبة لطالبات المرحلة الثانوية، وأهمية توظيفها في تعليم الفيزياء، وبيان ذلك كما يلي:

١- مفهوم التفكير عالي الرتبة، وخصائصه:

يُمثل التفكير عالي الرتبة أحد أنماط التفكير التي يلجأ إليها الفرد لحل المشكلات المعقدة (Tilchin & Raiyan, 2015: 225). ويتضمن العمليات العقلية التي تمتد إلى ما هو أبعد من مجرد استيعاب المعلومات وتخزينها (Johansson, 2020: 226). لذلك يُعرفه البعض بأنه القدرة على توظيف المعارف والمهارات والقيم في الاستدلال والتَّبَصُّر عند حل المشكلات واتخاذ القرارات والابتكار والسعي لإنتاج شيء ما (Parimaladevi & Ahmad, 2019: 217). ومن ثم نُظِرَ إليه من خلال فئات ثلاث؛ أولها كانتقال من مستوى الاسترجاع إلى استيعاب

الخبرات المتعلمة والقدرة على استخدامها، والثانية كتوظيف للتفكير الناقد، أما الثالثة بالاستدلال عليه بممارسات حل المشكلات (Brookhart, 2010:3-8). واستجلاه آخرون في ضوء قدرة المتعلم على إجراء عمليات تحليل المعلومات، وتقييمها، وإصدار الأحكام العقلية المتعلقة بها، والاستفادة منها في إنتاج جديد (Narayanan & Adithan, 2015: 7).

وبذلك يتصف التفكير عالي الرتبة بالإتاحة الموسعة لاستخدام عمليات ذهنية متنوعة قد تساعد في حل المشكلات الغامضة وتحليل المواقف الملتبسة، ويتكون من مجموعة من القدرات الناقدة والإبداعية، ويتطلب جهدًا عقليًا وصبرًا على الشك والغموض، والاستقلالية في ممارسة المحاكمات الذهنية (رعد رزوقي ونبيل محمد، ٢٠١٨: ٦٣-٦٦). ويصعب تخمين ممارساته بشكل مباشر؛ كون طريقة تَأْدِيَتها تتمايز عن النَهْج المُعتاد مُحَاكاته لحل خوارزمية ما (Zohar, 2023: 4). كما يتسم بعدم اليقين؛ لأن المهام التي يتصدى لها غير روتينية ولا يشترط توافر معطياتها بشكل كُلّي (Pratama & Retnawati, 2018: 2). ويمتاز بأن مزاولته متطورة ونمائية وتتدرج نسبيًا وفقًا لتقدم المرحلة العمرية (رعد رزوقي ونبيل محمد، ٢٠١٨: ٦٥).

ويُستخلص من ذلك؛ أن التفكير عالي الرتبة يتعلق بالعمليات العقلية العليا التي يُمكن أن تستخدمها المتعلمة لإنجاز المهام والتوصل لحلول الأسئلة المحيرة والمشكلات المعقدة التي تتصدى لها. ويتضمن تحليل المواقف والظواهر العلمية، وتقييم البيانات والحلول المقترحة وإصدار الأحكام المتعلقة بها، والاستفادة منها لتصميم نماذج وإنتاج أشياء جديدة. وهذا يجعل التفكير عالي الرتبة غير خوارزمي المسار، ويقْتَضَي مُكابَدَة عقلية وصبرًا على الشك والغموض وعدم اليقين الذي يُغلف الأسئلة والمهام العلمية المطروحة، بما قد يَؤُول بالمتعلمة إلى توسيع إدراكها لفهم الموضوعات والظواهر الفيزيائية، والإبداع في التعامل معها ومعالجتها، والتوصل إلى حلول وبدائل متنوعة وغير معتادة.

٢- مهارات التفكير عالي الرتبة المناسبة لطالبات المرحلة الثانوية:

تباينت الاتجاهات التنظيرية التي تناولت مهارات التفكير عالي الرتبة وفقًا لخلفيات أصحابها النظرية ومدارسهم العلمية. وبالتحري عنها في كتابات روادها والأدبيات والدراسات التي تناولتها، أمكن تصنيفها في توجهات أربعة. يتصدرها توجه "بلوم" المشتق من تصنيفه للأهداف التعليمية، الذي يُرْجِع إليه البعض تقديم "مهارات التفكير عالي الرتبة" (جون لوغران، ٢٠٢٢: ٦١). ويتضمن هذا التوجه شقين؛ أحدهما حددها في المستويات الثلاث العليا بالتصنيف السداسي الأصلي أحادي البُعد الذي قدمه "بلوم" وزملائه عام (١٩٥٦م)؛ والمتمثلة في مستويات "التحليل" و"التركيب" و"التقويم" (Narayanan & Adithan, 2015: 2).

أما الشـــق الثاني فخصـــها بجميع عمليات مســـتويات "التحليل" و"التقويم" و"الإبداع" بتصـــنيف "بلوم المُعدل" ثنـائي البُعد الـذي طرحـه "أنـدرســـون Anderson" و"كرازوول Krathwohl" وزملائهمـا في بـدايـة الألفيـة الجـديـدة (Johansson, 2020: 227). وبفحص العمليات المعرفية النوعية المتضـــمنة بتلك المســـتويات؛ تبين أن التحليل تشـــكل من عمليات "التمييز" و"التنظيم" و"العزو"، وحَوَى التقويم عمليتي "المراجعة" والنقد"، وتضـــمن الإبداع عمليات "التوليد" و"التخطيط" و"الإنتاج" (لورين أندرســـون وديفيد كرازوول، ٢٠٠٦: ١٤٠-١٤٢). وعلل مُعدو هذا التعديل تخليهم عن تعيين مستوى "للتفكير الناقد وحل المشكلات" بجانب المســـتويات الثلاثة؛ لوجودهما ضـــمنيًا في مكوناتهم (Anderson & Krathwohl, 2001: 269-270). هذا وتلاحظ أن هناك بعض الدراســـات التي أضـــافت عمليات "التطبيق" لمكونات التفكير عالي الرتبة بهذا التوجه بشقيه في حين استبعدتها أخرى (Irvine, 2017: 8).

ونُسِـب التوجه الثاني لـــ"روبرت مارزانو Marzano"، وانطوى على وجهين أيضًـا؛ أولهما أعتبرها الثلاثة عشـر مهارة المتضـمنة ببعدي "تعميق المعرفة وثقلها" و"الاسـتخدام ذي المعنى للمعرفة" بنموذج "مارزانو لأبعاد التعلم؛ واشـتمل: المقارنة، والتصـنيف، والاسـتدلال الاســـتقرائي، والاســـتنتاجي، وتحليل الأخطاء، وبناء الدعم، وتحليل وجهات النظر، والتجريد، واتخاذ القرار، والتحري، وحل المشـــكلات، والاســـتقصـــاء التجريبي، والاختراع (Heong, Othman, Yunos, Kiong, Hassan & Mohamad, 2011: 122).

وظهر الوجه الثاني لتوجه "مارزانو" بالتصـــنيف الجديد للأهداف التعليمية الذي قدمه بمشـاركة "كيندل"، وبرهنا فيه على إمكانية استخدامه كأساس لمهارات التفكير (marzano & Kendall, 2007: 15-16). ومن ثم حـددهـا "إيرفين" (Irvine" (2017: 9 وفقًـا لهـذا التصـــنيف في عمليتي "التعميم" و"التحديد" بمســـتوى "التحليل" من نســـق التفكير المعرفي، وعمليات "اتخاذ القرار" و"حل المشـكلة" و"التجريب" و"البحث" بمسـتوى "توظيف المعرفة"، وكذلك عمليات "تحديد الأهداف" و"مراقبة العملية" و"مراقبة الوضـوح" و"مراقبة الدقة" بنسـق تفكير ما وراء المعرفة. هذا وبتفحص تصنيف "روبرت مارزانو وجون كيندال" (٢٠١٣: ١٠٣-١٠٥)، يُمكن إضـــافة عمليات "المزاوجة" و"التصـــنيف" و"تحليل الأخطاء" التابعة للمســـتوى الثالث "التحليل"، خاصـة أن هناك ما يماثلهم بالوجه الأول. وفي حالة قبول هذه الإضـافة؛ تصـبح قائمة مهارات التفكير عالي الرتبة لـ"مارزانو" بالوجه الثاني متوازنة من حيث العدد مع مهارات وجهه الأول، وتحوي جميع العمليات العقلية بنســـق "التفكير المعرفي" في مســـتويي "التحليل" و"توظيف المعرفة" ونسق تفكير "ما وراء المعرفي".

وقاد التوجه الثالث المربي والفيلسوف الأمريكي "Matthew Lipman" رائد "الفلسفة للأطفال"؛ حيث رأى أن التفكير عالي الرتبة مكافئ لاندماج التفكير الناقد مع التفكير الإبداعي (رعد رزوقي؛ نبيل محمد، ٢٠١٦: ٥٧). واعتبرهما مماثلين لمكونات التفكير عالي الرتبة بتصنيف "بلوم المعدل"، حيث ضاهى بين "التفكير الناقد" و"التحليل"، و"التفكير الإبداعي و"التركيب"، و"المحاكمة العقلية" و"التقويم" (ماثيو ليبمان، ١٩٩٨: ٧٨). وفي موضع آخر أضاف لهما التفكير القائم على الاهتمام "Caring Thinking"، وأطلق على ثلاثتهم التفكير متعدد الأبعاد كصورة مطورة للتفكير عالي الرتبة (Lipman, 2003: 197-200)، وبرهن على توافق الأبعاد الثلاثة وتعزيز بعضهم البعض كالطول والعرض والارتفاع، ونصح بتجنب تصورهم على أنهم مُنْفَصِلُونَ أو مُتَعَارِضُونَ (Lipman, 2003: 65).

في حين جاءت مهارات التفكير عالي الرتبة في التوجه الرابع متباعدة نسبيًا، فعلى سبيل المثال حُدِّدت في: التفكير الاستدلالي، والمُحاجَّة، وحل المشكلات والتفكير الناقد، وماوراء المعرفة (Robinson & Schraw, 2011: 23). وصنفت في فئات خمس تتضمنت "التحليل والتقويم والإبداع"، و"الاستدلال المنطقي"، و"الحكم والتفكير الناقد"، و"حل المشكلات"، و"الإبداع والتفكير الإبداعي" (Brookhart, 2010:14). ومُثلت في موضع آخر بمهارات: تحليل البيانات ونمذجتها، وصياغة التنبؤات، وحل المشكلة مفتوحة النهاية، والتركيب، والتطبيق (رعد رزوقي ونبيل محمد، ٢٠١٨: ٦٤). وأضاف لهم آخرون الملاحظة، والوصف، والتنظيم، والتساؤل الناقد، والتقويم (عدنان العتوم، عبد الناصر الجراح، وموفق بشارة، ٢٠٠٩: ٢٢٧). وتزايدت المهارات التي أُلحقت بها أو بغيرها في أدبيات ودراسات أخرى، لدرجة أن دراسة "دعاء إسماعيل" (٢٠٢٠) حصرتهم في (٧٤) مهارة، ووجدت أن أكثرهم شيوعًا: التحليل، والتقويم، والتفكير الناقد، وحل المشكلات، والتركيب، والإبداع، والاستدلال. هذا وبالتأمل في تصنيفات التوجه الرابع؛ يلاحظ أن بعضها جمع بين أكثر من توجه من التوجهات السابقة أو أكثر من تصنيف، ومنها من دُعمت بمهارات أخرى. مما أدى إلى تعاظم عددها ببعض تصنيفاته لتصل لعشرات المهارات.

ونستخلص مما سبق، أن هناك أربعة توجهات رئيسة لتصنيفات مهارات التفكير عالي الرتبة؛ أولها يعود لتصنيف "بلوم" للأهداف التعليمية وتضمن المستويات الثلاثة العليا سواء بالتصنيف الأصلي أحادي البُعد أو التصنيف المُعدل ثنائي البُعد. وثانيها يُعزى لـ"روبرت مارزانو" متخذًا شكلين أحدهما مشتقًا من نموذجه لأبعاد التعلم، والآخر من تصنيفه الجديد للأهداف التعليمية. أما التوجه الثالث فينتسب لـ "ماثيو ليبمان" ويعتبره مزيجًا من التفكير الناقد

والإبداعي. في حين جمع التوجه الرابع تصـــنيفات تحوي مهارات عقلية متعددة ومتنوعة يظهر وكأنها متباعدة من بعضها.

هذا ولتحديد أي من هذه التوجهات مناســـب لمجتمع البحث من طالبات المرحلة الثانوية، وذلك لمســـاعدتهن في تعميق اســـتيعابهن لمحتوى موضـــوعات الفيزياء وحل مشـــكلاته المركبة والتوصـــل لإجابات أســـئلته المحيرة؛ فقد تم عرض التوجهات الأربعة بِنُسُـــقِهَا الفرعية على مجموعة من الســـادة المختصـــين في التربية العلمية وعلم النفس. ورأى (٤٢,٨٦٪) من ســـيادتهم مناســـبة عمليات المســـتويات الثلاثة العليا بتصـــنيف "بلوم المُعدل" ثنائي البُعد، في حين فَضَّـــل (٧,١٤٪) منهم المســـتويات المقابلة لها بتصـــنيف "بلوم" أحادي البُعد، وتَخَيَّر (٢٨,٥٧٪) العمليات العقلية التي تناولها الوجه الثاني بتوجه "مارزانو"، ومَالَ لاعتباره مكافئ لتَألُف التفكير الناقد والإبداعي (٢١,٤٣٪)، هذا ولم يُشِرْ أي من سيادتهم لمناسبة تصنيفات التوجه الرابع.

ويلاحظ أن النظر لمهارات التفكير عالي الرتبة باعتبارها العمليات المتضمنة بمستويات "التحليل" و"التقويم" و"الإبداع" لتصنيف "بلوم المُعدل" حظيت بأعلى نسبة (٤٢,٨٦٪)، ومن ثم تبنى البحث الحالي تلك الرؤية. ودعم هذا، اتِّبَاع العديد من الدراســـات في مجال تعليم الفيزياء نفس التصنيف؛ كدراسة كل من: (Aprilia, Qadar & Efwinda, 2023; Arafah, Amin, Sari & Hakim, 2021; Ramadhan, Mardapi, Prasetyo & Utomo, 2019).

وبذلك تمت الإجابة عن الســـؤال الأول الإجرائي للبحث، المُتعلق بتحديد مهارات التفكير عالي الرتبة المناسبة لطالبات المرحلة الثانوية، والذي يتقصى البحث الحالي مدى إمكانية تنميتها باستخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI".

٣- أهمية مهارات التفكير عالي الرتبة في تعليم الفيزياء:

يســـمح التفكير عالي الرتبة للمتعلم بتوظيف أَقْصَـــى طاقاته العقلية، ويُمَكِّنَهُ من فهم العالم من حوله، وإدراك كيفية حدوث الأشـــياء، وأســـباب حدوثها. كما يعتبر ســـياق تتحســـن بدلالته المهارات المعرفية (رعد رزوقي ونبيل محمد، ٢٠١٨: ٥٦). ويؤكد ذلك ما ساقه "ماثيو ليبمان" (١٩٩٨: ٣٨) من كون صـــقل المهارات المعرفية لا يُمثل الوســـيلة لتعزيز التفكير عالي الرتبة، وأعتبره بمثابة الوسط الذي بتوافره تتحسن المهارات المعرفية.

كما قد يُســـهم في تنمية الأداء المعرفي للمتعلم، لوجود تكامل بين مهاراته والمســـتويات العليا للجانب المعرفي، ويُشحذ ذهنه للوصول لحل المشكلات العلمية بصورة وظيفية من خلال استخدام المعلومات بشكل يتسم بالجدية والابتكار، وتمييز المهم منها وتصنيفه ومعالجته (عصام سيد، ٢٠٢٠: ٢٢٤). إضافة إلى أنه يُعزز قدراته على ربط تعلمه بعناصر أخرى غير تلك التي

تَدَرَّب على ربطه بها (Brookhart, 2010:5). ويُحسن كفاءته علي اتخاذ القرارات، واستخدام التفكير الناقد والإبداعي، ويجعله أكثر قدرة على مواجهة مشكلات الواقع الطبيعي (Risna, Hasan & Supriatno, 2020: 1-2).

لذلك هو في نظر رواده مُجْزٍ وذي معنى كبير للمتعلمين والمعلمين على حد سواء (ماثيو ليبمان، ١٩٩٨: ٣٥). ويقوي القدرات الذهنية، ويساعد في تلافي جوانب الضعف، ويُجنب آثار الأخطاء في التفكير (Heong, Othman, Yunos, Kiong, Hassan & Mohamad, 2011: 121). ويجعل المتعلم أكثر وعيًا بعملية تفكيره، ويهيئه لتوظيف الخبرات المتعلمة في سياقات حياتية غير مألوفة (Saido, Siraj, Nordin & Al-Amedy, 2015: 14). ومن ثم قد تؤدي ممارسته في تعليم الفيزياء لتَقْلِيل حدة الرتابة والضجر بالموقف التعليمي، ورفع مستوى تشويق المتعلم وشغفه لإتمام المهام العلمية ودراسة الظواهر الطبيعية وتحقيق الأهداف المرجوة.

ونظرًا لِاتِّسَاعِ جوانب أهمية التفكير عالي الرتبة كما ظَهَرَ آنفًا، فقد حاولت العديد من الدراسات استقصائه في مجال تعليم الفيزياء بالمرحلة الثانوية، كدراسة "Martawijaya, Rahmadhanningsih, Swandi, Hasyim & Sujiono" (2023) التي توصلت لكفاءة نموذج التعلم القائم على مشروع "Ethno-STEM-PjBL" في تعزيز مهاراته حول موضوعات الفيزياء المرتبطة بالأنشطة الحياتية البحرية لدى مجموعة من طلاب الصف الثاني الثانوي ذوي الخبرة والمعرفة ببحيرة تيمبي "Tempe" الإندونيسية. ودراسة "Silitonga, Panjaitan & Supriyati" (2020) التي وجدت أثرًا دالًا لاستخدام استراتيجية حل المشكلات في تنمية مهاراته من خلال تدريس الفيزياء لدى مجموعة من طلاب الصف الثاني الثانوي بدولة إندونسيا. وكذلك دراسة "إيهاب مختار" (٢٠١٩) التي كشفت عن فاعلية برنامج تعليمي في الفيزياء مستند على تكنولوجيا النانو كمتطلب للثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهاراته لدى مجموعة من طلاب الصف الثاني الثانوي بمدينة المنصورة. في حين أسفرت نتائج دراسة "Putranta et al." (2021) عن ظهور مساهمة منخفضة لاستخدام "الموبايل الذكي" في تدريس الفيزياء لتحسين مهاراته لدى طلاب المرحلة الثانوية. هذا ولم يُعثر على دراسات تناولت استخدام نموذج "ADI" لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة في أي من الصفوف الدراسية، وذلك في حدود اطلاع الباحث.

المحور الثالث: شغف الفيزياء "Passion for Physics":

وصف "ألبرت أينشتاين" نفسه بأنه لا يمتلك موهبة خاصة ولكنه فقط فضولي بشغف. واعتبر البعض شغفه بالفيزياء هذا مصدر إلهام لاستكمال دراستها وتوظيف خبراتها والمساهمة

في حل إشكالياتها، خاصة أن حالة الشغف تُفسِر بشكل معقول ما دفع "أينشتاين" إلى دراسة مثل هذه المناطق الفيزيائية المجهولة (Palmer, 2021: 1). ولأهمية تنمية مثل هذا الشغف بالفيزياء لدى دارسيها؛ حاول هذا المحور الوقوف على أساسه الفلسفي والسيكولوجي، وتعريفه، وأبعاده، وأهميته في تعليم الفيزياء. وذلك كما يلي:

١- التأصيل الفلسفي والسيكولوجي لمفهوم "الشغف"، وتعريف "شغف الفيزياء":

اقترح "فاليراند وزملائه" مفهوم "الشغف Passion" عام (٢٠٠٣م)، وأَصَّلُوه فلسفيًا من خلال منظورين متمايزين؛ أحدهما ينظر للفرد الشغوف بأنه سلبي وعبد لشغفه، ويفترض أن الشغف يستلزم فقدان العقل والسيطرة، واحتذى بهذه الرؤية الفيلسوف الهولندي "باروخ سبينوزا" "Spinoza" باعتقاده أن الأفكار المقبولة تنشأ من العقل وغير المقبولة تصدر عن الشغف. أما المنظور الآخر فهو إيجابي ويصور الفرد على أنه أكثر نشاطًا بموضوع شغفه، واِقتدى بذلك الفيلسوف الفرنسي "رينيه ديكارت Descartes" الذي اعتبر الشغف عاطفة قوية ذات ميول سلوكية متأصلة يمكن أن تكون إيجابية طالما أن العقل يكمن وراء السلوك، وكذلك الفيلسوف الألماني "هيجل Hegel" الذي دلل على ضرورة تواجد الشغف لدى الفرد حتى يصل إلى أعلى مستويات الإنجاز (Vallerand et al., 2003: 756-757).

وترجع جذوره السيكولوجية لنظرية "تقرير المصير الذاتي" "Self-Determination Theory"، والتي ترى أن الفرد ينخرط في أنشطة مختلفة طوال الحياة على أمل تلبية الكفاءة والاستقلالية والعلاقات، وفي نهاية المطاف يُظهر تفضيله لبعض الأنشطة عن غيرها، وينظر لعدد محدود منها على أنها ممتعة ومهمة بشكل خاص، ومن ثم يعتبرها جزءًا من هويته ويصبح شغوفًا بها (Vallerand , 2008: 1).

كما يستند على البنى الدافعية في الآدب السيكولوجي، مثل: "الغضب للإتقان"، و"قيمة المهمة"، و"الدافع الداخلي"، و"الاهتمام الشخصي"، و"نظرية هدف الإنجاز". ويُستخلص منها؛ أن موضوعات المجال العلمي تصبح محل شغف المتعلم عندما يراها ذات قيمة، ويكرس لها الوقت والجهد، ويحافظ على أهداف إتقانها، ويختار الانخراط في مهامها الصعبة التي تتحدى قدراته، ويُلاقي نتائج إيجابية أثناء المشاركة في تكليفاتها، ويدمج أنشطتها في هويته (Fredricks, Alfeld & Eccles, 2010: 20).

هذا ويرتبط مصطلح "الشغف" بمتغيرات علم النفس الإيجابي، كون حياة الفرد تصبح أكثر جدارة للعيش عندما يتواجد بها شغف تجاه موضوع يوفر معنى وهدفًا للحياة. ويُمثل بذلك

أحد الطرق التي تُيسر وصول الفرد إلى العمليات النفسية المعروفة في علم النفس الإيجابي لتعزيز الهناء النفسي (Vallerand, 2015: 10).

ويُستخلص من ذلك أن رغم ظهور مفهوم "الشغف" بشكل علمي تجريبي منذ عقدين تقريبًا، إلا أنه أمكن تَلَمُّس جذور له في إنتاج الفلاسفة على هيئة صورتين إحداهما سلبية والأخرى إيجابية. وبدت مرتكزاته في بعض البنى السيكولوجية للدافعية والتحفيز؛ كنظرية تقرير المصير الذاتي، و"الغضب للإتقان"، وغيرهما.

واستُدل منها على اعتباره عاطفة إيجابية قوية ومتفجرة تجاه شيء ما (Zhao, Liu & Qi, 2021: 1). تُمثّل حالة الفرد الوجدانية التي تشغل النهاية الإيجابية القصوى على تدريج الاتجاهات نحو نشاط أو موضوع ما (Oliver & Venville, 2011: 2297). وبذلك عُرِّف على أنه ميل قوي ورغبة تجاه نشاط ما محدد ذاتيًا، يحبه الفرد أوعلى الأقل يفضله بشده، ويجده مهمًا، ويُمثل جزءًا من هويته، ويُكرس من أجله الوقت والجهد على أساس منتظم (Vallerand, 2015: 33). كما نُظر للشغف الأكاديمي باعتباره رغبة ملحة نحو الدراسة والتعلم، والانغماس فيها بطاقة وحيوية واستمتاع، وشكلت تلك الدراسة جزء من الهوية الذاتية (فتحي الضبع، ٢٠٢١: ١٠٤). ومن ثم يُمكن وصف شغف الفيزياء بأنه عاطفة إيجابية قوية تتملك المتعلم تجاه دراسة الفيزياء، بحيث تدفعه بصفة منتظمة لبذل الجهد وقضاء الوقت للتمتع بالاطلاع على موضوعاته وفهم ظواهره والانخراط في إنجاز مهامه والإجابة عن أسئلته وحل إشكالاته، واعتبارها جزء من الهوية الشخصية.

٢- أبعاد "الشغف"، وأهميته في تعليم الفيزياء":

طرح ""فاليراند وزملائه" "النموذج الثنائي للشغف" "Dualistic Model of Passion" (DMP) الذي برهنوا فيه على وجود شقين للشغف تجاه نشاط ما أو دراسة مجال معين؛ أحدهما الشغف الانسجامي أو المتناغم "Harmonious passion" (HP)، والآخر الشغف الاستحواذي أو القهري "Obsessive passion" (OP) (Vallerand et al., 2003: 757-758).

ويُعَرَّف الشغف الانسجامي (HP) برغبة المتعلم القوية للانخراط بحرية في النشاط، وقدرته على التحكم فيه والسيطرة عليه وتحديد الوقت المناسب لممارسته (فتحي الضبع، ٢٠٢١: ١٠٠-١٠١). وينتج عن الاستيعاب الذاتي للشغف في هوية الشخص، وتحدث عملية الاستيعاب هذه في سياقات يقبل فيها المتعلم شغفه بلا أي ضغوط وعن طيب خاطر باعتباره أمرًا مهمًا (Carbonneau, Vallerand, Fernet & Guay, 2008: 978). ويشغل حيزًا مهمًا في هوية

الشخص من غير هيمنة عليها، ويتفاعل بانسجام وتوازن مع أنشطة حياته الأخرى دون أن يجور عليها أو ينشأ بينهما صراع (Vallerand, 2015: 33-34). وبالتالي فوجود مثل هذا الشغف في حياة المتعلم تجاه موضوع ذات معنى يجعل حياته أكثر جدارة بالعيش (Vallerand , 2008: 10).

هذا ويُظهِر المتعلم عادة في الشغف الانسجامي مزيدًا من الانفتاح، ويكون أقل دفاعًا عما يحدث أثناء الانخراط في أنشطة دراسته الشغفية (Marsh et al., 2013: 2). ويُكرس الكثير من الوقت ويبذل المزيد من الجهد في دراسته، ويُظهر مرونة عالية من حيث مشاركته، وفي نفس الوقت يكترث بأنشطة حياته الأخرى كدراسة المواد الأخرى ومراعاة فترات راحته ونومه وأدواره العائلية وما إلى ذلك. وهذا يُغمره بمشاعر إيجابية مثل الشعور باليقظة والإحساس بالرضا (Zhao, St-Louis & Vallerand, 2015: 3). ويجعل نظرته في التعامل مع المواقف الشغفية تحديًا لا تهديدًا، وتصبح استجابته أكثر تكيفًا (Vallerand, Paquette & Richard, 2022: 4-5).

في حين يُشير الشغف الاستحواذي (OP) لرغبة جارفة يصعب السيطرة عليها للانغماس على أسس منتظمة وبصورة متكررة في مُزَاوَلَة النشاط الدراسي الشغفي الذي يجده مفيدًا وممتعًا، ويتحكم ذلك الشغف في الفرد وليس العكس (Vallerand et al., 2003: 758). وينشأ نتيجة ضغوط داخل الفرد "Intrapersonal" و/أو بين شخصية "Interpersonal" تُجبره على الانهماك في ممارسة النشاط لدرجة قد تصل إلى الإدمان، ولا يُبالي لغيرها (Vallerand et al., 2007: 507). وبالتالي يحتل مساحة كبيرة من هوية الشخص ويطغى على جوانب أخرى مهمة من حياته. ومن ثم قد يؤول به إلى إهمالها، وبالتالي يحدث صراع بين النشاط الشغفي من ناحية وتلك الأنشطة الحياتية الأخرى التي تَلَهَّى عنها (Marsh et al., 2013: 2).

ويُعْرِب ذوو الشغف الاستحواذي عن المزيد من الحساسية والدفاع لما يحدث في نشاطه الدراسي (Marsh et al., 2013: 2). ويقضي أغلب وقته منغمسًا فيه، وتصبح دراسته لهذا المجال جوهر حياته، مما يخلق صراع كبير مع الجوانب الأخرى التي غالبًا ما يتشاغل عنها. مما يولد لديه مشاعر إيجابية نتيجة انخراطه في أنشطة مجال دراسته المفضل له، ومعاناته من مشاعر سلبية نتيجة تغافله عن الأنشطة الحياتية الأخرى (Zhao, St-Louis; & Vallerand, 2015: 3). وقد يُفْضي ذلك بشكل أساسي إلى استجابات موجهة للتهديد وتكون أقل تكيفًا (Vallerand, Paquette & Richard, 2022: 4).

وبذلك فإن الشـــغف بشـــقيه من الأمور المهمة التي تقود المتعلم إلى تكريس نفســـه تمامًا لنشـاطه المفضـل، والتحلي بالمثابرة في مواجهة العقبات التي قد تعترضـه، والوصـول في النهاية إلى الإتقان والتميز (Vallerand et al., 2007: 506). ويُوَلِّد الشـــغف الأكاديمي الدوافع لدى المتعلم للاســـتمرار في تعلم المجال محل شـــغفه، والوصـــول للخبرات المتعلقة به، وتوظيفها، وإدراك قيمة دراســـته ومغزاها، والمثابرة من أجل إتقان أداءاته والإبداع فيها (فتحي الضـــبع، ٢٠٢١: ١٠٢). كما قد يُعد بمثابة الحافز الذي يُشَكّل لدى المتعلم نزوعًا نحو السلوك الاستكشافي لممارسة البحث والتقصي للوصول للنواتج المطلوبة وإشباع الحاجات الأكاديمية وتحقيق التوازن النفسـي (رنا الزهراني، ٢٠٢٢: ١٣٩). إضـافة لخصـائص الشـغف الأكاديمي كخبرة شـخصـية تجعل المتعلم يشعر بطاقة نفسية تدفعه للمشاركة والاندماج في أنشطة التعلم ذات القيمة، وتغمره بانفعالات المتعة والحماس والإثارة (رياض طه، ٢٠٢٠: ٣٠٢).

والجدير بالتنويه إليه هنا؛ أن أغلب الدراســـات إن لم يكن معظمها التي تناولت الشـــغف الأكاديمي بصـــفة عامة أو تجاه مادة دراســـية معينة، اتخذت الشـــغف الانســـجامي والشـــغف الاســـتحواذي كبعدين متفردين له، وذلك في حدود اطلاع الباحث. ومن الأمثلة على ذلك دراســـة كل من: "أســـماء صـــالح" (٢٠٢٣)، "آيه حســـين" (٢٠٢٣)، "إبراهيم المصـــري" (٢٠٢٢)، "Chichekian & Vallerand" (2022).

ويُمكن الاســـتدلال من ذلك؛ على أن شـــغف تعليم الفيزياء يتكون من شـــكلين أحدهما انسجامي والآخر استحواذي، وكلاهما يُمثل ميل قوي يشغل النهاية الموجبة القصوى لسُلَّم الاتجاه نحو تعلم الفيزياء، وأي منهما يُشـــكل جزءًا من هوية المتعلمة، ويدفعها بصـــفة منتظمة لتكريس جهدها ووقتها لإشباع شغفها بدراسة موضوعات الفيزياء وحل مشكلاته. ويتمايزان عن بعضهما في كون شـغف الفيزياء الانسـجامي يتناغم مع دراسـة المتعلمة للمواد الأخرى وأنشـطة حياتها المختلفة، وقد يجعلها تُعالج مواقف التعلم كتحدي، وتكون مثابرتها مرنة وتكيفها أعلى ومشاعرها إيجابية. بينما شغف الفيزياء الاستحواذي قد يجعل المتعلمة أسيرة لدراسة الفيزياء دون غيرها، لذا تكون مثابرتها صـارمة لتعلم موضـوعاتها، وتتمتع بمشـاعر إيجابية لممارسـة أنشـطتها. وقد تتملكها مشاعر سلبية لتقصيرها في مهام المواد الدراسية الأخرى وإهمال أنشطة الحياة المهمة، وبالتالي قد تكون استجابتها النفسية أقل تكيفًا مقارنة بالشكل الانسجامي من شغف الفيزياء.

هذا ورغم كل هذه الأهمية للشـــغف المذكورة آنفًا، إلا أن هناك ندرة في الدراســـات التي تناولته تجاه أي من مجالات العلوم الطبيعية المختلفة. ومن الدراســـات التي عُثر عليها في حدود اطلاع الباحث؛ دراسة "Chichekian & Vallerand" (2022) التي كشفت عن وجود علاقة

ارتباطية دالة موجبة بين مستوى الشغف العلمي لدى مجموعة من طلاب ما بعد المرحلة الثانوية بكندا ومثابرتهم في تعلم جوانب العلوم المختلفة، وبينت ارتباط الشغف العلمي الانسجامي بالمثابرة المرنة "Flexible persistence"، والشغف العلمي الاستحواذي "rigid persistence" بالمثابرة الصارمة. ودراسة (2022) "Eager & Luca" التي أوضحت وجود تأثير كبير لنماذج التعلم الإلكتروني في تنمية الشغف العلمي لدى مجموعة من طالبات الصف التاسع في علم الأحياء. وكذلك دراسة (2011) "Oliver & Venville" التي وجدت أثرًا دالًا في تحويل الاتجاهات الإيجابية إلى شغف بمجالات العلوم المختلفة ومنها الفيزياء لدى مجموعة من طلاب المرحلة الثانوية المشاركين في أنشطة المُخيم الصيفي لأولمبياد العلوم بدولة أستراليا.

وبذلك يكون قد تمت الإجابة عن السؤال الثاني الإجرائي للبحث في صدر هذا البُعد، المُتعلق بتحديد أبعاد شغف الفيزياء المناسبة لطالبات المرحلة الثانوية، والذي يتقصى البحث الحالي مدى إمكانية تنميتها باستخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة "ADI".

رابعًا: استخدام نموذج "ADI" وتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء:

أوصى المربي والفيلسوف الأمريكي "ماثيو ليبمان" باستخدام مُجتمعات الاستقصاء لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة "HOTS"، لكونها توظف الحوار والسياق الاجتماعي الذي يعتبر الأكثر موثوقية من وجهة نظره لتوليد التفكير عالي الرتبة (ماثيو ليبمان، ١٩٩٨: ٣٥-٣٨). كما أُقْتِرح استخدام نماذج التعلم القائم على الاستقصاء لتنمية تلك المهارات من خلال تدريس الفيزياء (Ramadhan, Sunarto; Mardapi & Prasetyo, 2020: 5108).

ويأتي نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة "ADI" من بين هذه النماذج، التي تستند على الفلسفة التقدمية في التربية والنظريات الاجتماعية للتعلم (Ross, 2019: 12-15). ويدفع المتعلم لاكتشاف الأشياء بدلًا من مجرد التعلم عنها (Callahan, Sampson, Rivale, 2019: 184-185). ويُتيح ممارسة التقصي الجماعي للإجابة عن الأسئلة العلمية، وجمع البيانات المتعلقة بها وتفسيرها، وتطوير حُجَج تُشكل حلول مقترحة مُدعمة بالأدلة، وتشاركها ومناقشتها، وكتابة التقارير العلمية لتوضيح كيف تجيب تلك الاستقصاءات والحجج عن الأسئلة العلمية بشكل مناسب (Grooms, Enderle, and Sampson, 2015: 47).

ومن ثم قد يؤدي استخدام نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء لتعزيز العمليات العقلية العليا التي يُمكن أن تستخدمها المتعلمة لإنجاز المهام الفيزيائية المطلوبة منها والتوصل لحلول الأسئلة والمشكلات العلمية التي تواجهها. وذلك من خلال ما قد يتيحه هذا النموذج من سياقات تعليمية تُشجع على توليد البيانات العلمية المطلوبة للإجابة عن الأسئلة المطروحة واستكمال

المهام الفيزيائية، وتصـــميم نماذج وإنتاج أشـــياء علمية جديدة، وتمييز المهم من هذه البيانات وتنظيمها وتحليلها، والاستفادة منها في تقديم حل مقترح في صيغة حُجَّة منضبطة، وإخضاعها للمحاكمة العقلية لدحضـــها أو قبولها وتطويرها. ومن ثم قد يؤول كل ذلك بالمتعلمة للتَمَرُّس على تلك العمليات المكونة لمستويات التفكير عالي الرتبة.

علاوة على أن المبادئ التي ترســـم خطواته وتوجه مراحله في تدريس الفيزياء قد تخلق لدى المتعلمة رغبة لدراسة موضوعاته، لكونها ترتكز على مشاركتها الإيجابية، وإلزام مُعلِمها بالتوجيه والتيســـير، وإتاحة مواقف التعلم في ســـياق اجتماعي تعاوني خالٍ من الوعيد والتهديد، واعتماد الاكتشـــاف وتوليد الأفكار ومواجهة المهام العلمية الحقيقية المرتبطة بالواقع الحياتي عوضًا عن مجرد التعلم عنها. وقد يجعل كل هذا المتعلمة شغوفة بالفيزياء، ومن ثم قد تبذل الجهد وتكرس الوقت لتعلم موضـــوعاته وإدراك ظواهره، والانخراط في إنجاز مهامه وحل إشـــكالاته، وقد تصل لدرجة أن تعتبره جزءًا من هويتها الذاتية.

ويُســـتَدل من كل ذلك، أن اســـتخدام نموذج الاســـتقصـــاء المدفوع بالمُحَجَّة "ADI" في تدريس الفيزياء قد يؤدي إلى تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشـــغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية. وهذا ما سعى البحث الحالي إلى التحقق من مدى صحته تجريبيًا.

أوجه الإفادة من الإطار النظري للبحث:

- تحديد الأســـس التي اســـتند عليها نموذج "ADI" وخطوات اســـتخدامه في تدريس الفيزياء لطالبات المرحلة الثانوية، وتم عرض ذلك تفصيلًا في المحور الأول بالإطار النظري للبحث.
- تحديد مهارات التفكير عالي الرتبة المناســـبة لطالبات المرحلة الثانوية، والتي تمثلت في: "التحليل" و"التقويم" و"الإبداع" بتصنيف "بلوم المُعدل" ثنائي البُعد.
- تحديد أبعاد شغف الفيزياء المناسبة لطالبات المرحلة الثانوية، والتي تمثلت في شغف الفيزياء الانسجامي وشغف الفيزياء الاستحواذي.
- كما تَكَشَّـــفَ من عرض الإطار النظري، أن متغيرات البحث بجانبيها المســـتقل والتابع من التوجهات التي تتطلب الدراســـة في مجال تعليم الفيزياء. ودل على ذلك؛ أهميتهم، وانخفاض مستويات المتغيرين التابعين لدى مجتمع البحث، وندرة الدراسات التي تناولت استخدام نموذج "ADI" لتنميتهما في أي من مراحل التعليم المختلفة، وذلك على قدر اطلاع الباحث.
- علاوة على أنها وجهت صياغة فرضيات البحث للصورة الموجهة التالية.

فرضيات البحث: في ضوء ما تم عرضه من إطار نظري، اِبْتَغَى البحث الحالي التثبت من صحة الفرضيات الموجهة التالية:

١. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين المتوسط الفرضي ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصالح التطبيق البعدي.

٣. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين المتوسط الفرضي ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) لصالح التطبيق البعدي.

٤. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) لصالح التطبيق البعدي.

الإطار الإجرائي للبحث

هدف الإطار الإجرائي للبحث إلى إكْمَالِ متطلبات استخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" لتدريس المحتوى العلمي لمجموعة البحث، إضافة إلى إتمام الإجراءات التي تتيح الإجابة عن أسئلة البحث التجريبية، واختبار صحة فرضياته، وذلك كما يلي:

أولًا: اختيار المحتوى العلمي. ثانيًا: إعداد دليل المعلم وكراسة نشاط الطالبة.

ثالثًا: إعداد أداتي القياس. رابعًا: التصميم التجريبي وإجراءات تجربة البحث.

خامسًا: المعالجة الإحصائية. سادسًا: عرض النتائج ومناقشتها وتفسيرها.

وتم عرض كل إجراء بالتوضيح كما يلي:

أولًا: اختيار المحتوى العلمي:

تم اختيار وحدة "الموجات" بكتاب الفيزياء المقرر على طالبات الصف الثاني الثانوي للعام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م بالفصل الدراسي الأول، وذلك للأسباب التالية:

- تتضمن خبرات فيزيائية تمثل جانبًا مهمًا من البنية المعرفية لعلم الفيزياء، كالحركة الموجية، والموجات الميكانيكية وأنواعها، وظواهر الضوء من انعكاس وانكسار وتداخل وحيود وانعكاس كلي، وانحراف الضوء وتشتته في المنشور الثلاثي، والانحراف الزاوي، وقوة

التفريق اللوني، وما يتعلق بكل ذلك من تطبيقاتٍ حياتيةٍ ترتبط بالواقع الحياتي للطالبة، وبالتالي تصبح لها معنى وظيفيًا في حياتها.

- تحوي موضوعات علمية ترتبط بظواهر فيزيائية تتعلق بواقع الطالبة واستكمال دراسة الفيزياء، مما يتطلب استيعابها بمستويات معرفية عليا لتوظيفها والإفادة منها كمتطلباتٍ مُسْبَقَةٍ لفهم موضوعات فيزيائية تالية.
- يُمثل محتواها والأنشطة والتجارب التي تتضمنها مجال خصب لاستخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" في تقديمها.
- قد تجد الطالبة في دراستها صعوبة لاستيعاب وتوظيف معارفها وفقًا للعمليات المعرفية العليا.
- تُعد مدة دراسة الوحدة مناسبة نسبيًا، حيث تمتد لـ (١١) أسبوعًا دراسيًا، بواقع (٣٣) حصة دراسية، مما قد يتيح تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء.

ثانيًا: دليل المعلم وكراسة نشاط الطالبة (إعداد الباحث)**:**

بعد تحديد الأسس التي استند عليها نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI"، وخطوات استخدامه في تدريس الفيزياء لطالبات المرحلة الثانوية خلال المحور الأول للإطار النظري للبحث. وتحديد المحتوى العلمي الذي تمثل في وحدة "الموجات". تم صياغتها في صورة دليل معلم وكراسة نشاط للطالبة وفقًا لتلك الأسس والخطوات، وذلك حتى يتسنى تدريس موضوعاتها لطالبات المجموعة التجريبية، ويمكن توضيحهما كما يلي:

١- دليل المعلم:

لتدريس وحدة "الموجات" وفق نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI"، تم إعداد دليل المعلم للاسترشاد به في تدريس موضوعاتها، وليكون بمثابة مرجع يُستفاد منه لتيسير مواقف التعلم وتوجيه الطالبات وإرشادهم بما يساعدهم في تحقيق الأهداف المرجوة وفق أسس ومراحل نموذج "ADI". ويشتمل الدليل على العديد من الأنشطة والمهام التعاونية الاستقصائية، وجلسات المُحَاجَّة، والمناقشات التأملية، والكتابة العلمية، ويتميز هذا الدليل بالمرونة، ويُجَنِّب القائم بالتدريس الالتزام الحَرْفِيّ بإجراءات الدليل أثناء تقديم موضوعات المحتوى العلمي. ويتضمن هذا الدليل: مقدمة، وتوجيهات وإرشادات عامة، والأسس المستند عليها نموذج "ADI"، ومراحل استخدامه في تدريس الفيزياء، والأهداف العامة والإجرائية للوحدة، والخريطة الزمنية لتدريس موضوعاتها. وخطة تنفيذ دروسها وفقًا لهذا النموذج.

هذا وتشتمل خطة كل درس: الأهداف الإجرائية للدرس، وأدوات ومصادر التعليم/التعلم، والإطار الزمني المقترح لتقديم موضوع الدرس "Timeline"، وخطوات السير في تدريسه وفق كل مرحلة على حدة من مراحل نموذج "ADI". وتحوي إجراءات سير تلك المراحل: صور علمية وبطاقات معرفة وعروض تقديمية وروابط أفلام تعليمية مرئية وتجارب افتراضية، وأمثلة استرشادية للتدريب على صياغة الحُجَّة العلمية، علاوة على نماذج رسومية للمساعدة في إعداد كل من خطط أنشطة الاستقصاء، وتدوين البيانات الناتجة من تنفيذها، وتحليلها، وإنشاء الحُجَّة المبدئية، وتقرير الاستقصاء. وَإِتْمَام كل موضوع باستمارة تقييم تقرير الاستقصاء لاستخدامها في إجراء التقييم مزدوج التَّعْمِيَةِ وتقييم المُعلم النهائي.

٢- كراسة نشاط الطالبة:

تم إعداد كراسة نشاط الطالبة لوحدة "الموجات"، عن طريق إعادة صياغة محتوياتها بما يتناسب ومراحل نموذج "ADI" والأسس التي يرتكز عليها. حيث تضمنت كراسة النشاط مقدمة، وإرشادات وتوجيهات للطالبة، وأهداف الوحدة العامة والإجرائية.

كما اشتملت في عرض موضوعات الوحدة؛ تقديم للظاهرة الفيزيائية مُدعمة بصور أو فيديوهات علمية، وتوفير عدة نماذج رسومية متنوعة؛ لمساعدة الطالبات في تدوين ملاحظاتهن عن عرض الظاهرة المُراد دراستها والأشياء التي تتساءلن عنها، وصياغة السؤال التوجيهي المتعلق بها. وتحديد ما يعرفنه عنها وما يردن معرفته. إضافة لصيغ أخرى فارغة ومُدعمة بعبارات مفتاحية لتيسير استكمال خطط الاستقصاء وإنشاء الحُجَج العلمية وكتابة تقارير الاستقصاء. كما تحتوي أيضًا عروضًا ومخططات للأفكار التخصصية المحورية المرتبطة بالظاهرة، وأوراق أنشطة لاستخلاص البيانات وتحليلها من تنفيذ أنشطة الاستقصاء وجلسات المناقشات التأملية. ويُزود كل موضوع باستبانة تقييم فردية لتقرير الاستقصاء بها جزء مخصص لتقييم الأقران وآخر للمعلم ومكان لتقدير درجة الطالبة.

وقد تم عرض الدليل وكراسة النشاط على مجموعة من السادة المحكمين، لإبداء الرأي بشأن كل منهما. ومن تعليقات سيادتهم إعادة تقدير الإطار الزمني المقترح لتقديم بعض الموضوعات "Timeline"، ومراجعة تصميم بعض النماذج الرسومية لتظهر بشكل جمالي وليتوافر بها مساحة كافية للكتابة، وتزويد أمثلة بحُجَج فيزيائية، واختصار تقرير الاستقصاء. وتم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء آراء سيادتهم، وبذلك أصبح دليل المعلم [ملحق رقم (٢)]، وكراسة نشاط الطالبة [ملحق رقم (٣)]، صالحين للاستخدام في الدراسة الحالية. وبهذا يكون قد تمت الإجابة عن السؤال الثالث للبحث وفقًا لما نص عليه سابقًا.

ثالثًا: إعداد أداتي القياس: تتمثل أداتي القياس في:

- اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة المتشبع بمحتوى وحدة "الموجات" (إعداد الباحث).
- مقياس شغف الفيزياء لطالبات المرحلة الثانوية (إعداد الباحث).

١- اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة المتشبع بمحتوى وحدة "الموجات":

تم إعداد اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة المُتشـــبع بمحتوى وحدة "الموجات" بمقرر الفيزياء للصف الثاني الثانوي وفقًا للخطوات التالية:

- **الهدف من الاختبار:** قياس مستوى مهارات التفكير عالي الرتبة "HOTS" من خلال محتوى وحدة "الموجات" لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.
- **أبعاد الاختبار**: تم تحديد مهارات التفكير عالي الرتبة التي يقيســـها الاختبار من خلال الإطار النظري بـالبُعد الثـاني بمحور التفكير عـالي الرتبـة، وتمثلـت في جميع العمليـات المعرفيـة بالمستويات الثلاث العليا بتصنيف بلوم المُعَدَّلِ (التحليل، التقويم، الإبداع).
- **صـــياغة مفردات الاختبار:** تم الاطلاع على عدد من الأدبيات والدراســـات التي تناولت قياس مهارات التفكير عالي الرتبة بصـــورة عامة ومن خلال الفيزياء بصـــفة خاصـــة: (Arafah, Amin, Sari & Hakim, 2021; Suprapto, Saryanto, Sumiharsono & Ramadhan, 2020; Ramadhan, Mardapi, Prasetyo & Utomo, 2019; Kusuma, Rosidin, Abdurrahman & Suyatna, 2017; Brookhart, 2010). وتمت الإفادة منها في صـــوغ مفردات الاختبار وفقًا لطبيعة أبعاده الثلاثة، حيث روعي أن تكون: مفردات بُعد "التحليل" موضوعية من نمط الاختيار من متعدد ذي البدائل الأربعة. ومفردات بُعد التقويم تضمنت شقين لكل مفردة، الأول موضـوعي من نمط الاختيار من متعدد ذي البدائل الأربعة، والثاني إنشـائي ذو إجابة محددة، حيث يُطلب من الطالبة الإجابة عن ســؤال مقالي يتعلق باختياره للبديل في الشق الأول. أما مفردات بُعد "الإبداع" فكانت إنشائية ذات إجابات مفتوحة النهاية.
- **طريقة الاستجابة والتصحيح:** بعد الانتهاء من صَوْغِ مفردات الاختبار، تم ترتيبها في أَجْزَاء ثَلَاث؛ الأول لأسـئلة "الاختيار من متعدد"، والثاني لأسـئلة "الاختيار من متعدد" ذات الشـق الإنشـائي محدد الإجابة، أما الجزء الثالث فخصـص للمفردات الإنشـائية ذات الإجابات مفتوحة النهاية. ولتيسير تسجيل الاستجابة على الطالبات؛ أُتيح لهن أماكن مخصصـة للإجابة بكراسة الأسئلة، وذلك كما يلي:

- **الجزء الأول (مفردات موضـــوعية):** تضـــع الطالبة دائرة حول رقم البديل الصـــحيح لكل مفردة. وتقدر درجة المفردة بدرجة واحدة في حالة اختيار الاستجابة الصحيحة.

- **الجزء الثاني (مفردات موضوعية ذات شق إنشائي مُحدد):** في حالة الشق الأول للمفردات الموضوعية تضع الطالبة دائرة حول رقم البديل الصحيح لكل مفردة، وتقدر درجة هذا الشق بدرجة واحدة في حالة اختيار البديل الصحيح. أما في الشق الثاني؛ تكتب الطالبة إجابة في المكان المخصص تتعلق باختيار بديل الشق الأول، ولا يُنظر إلى إجابة الشق الثاني إذا كان الشق الأول غير صحيح، وتقدر درجته بدرجة واحدة، بشرط أن تكون الإجابة الإنشائية المحددة مقبولة. وتقدر الاستجابة المتروكة أو الخطأ بصفر.
- **الجزء الثالث (مفردات إنشائية مفتوحة النهاية):** تُدون الطالبة استجابتها على المفردات الإنشائية مفتوحة النهاية في المكان المخصص لذلك، وتقدر الاستجابة من درجةٍ إلى ثلاث وفقًا لقواعد التقدير المتدرجة المُعدة لذلك، وتُعطى الإجابة المتروكة أو الخطأ صفرًا. هذا وقد تم إعداد مفتاح التصحيح لأجزاء الاختبار الثلاثة [ملحق رقم (٤)].

- **الصورة الأولية للاختبار:** تم إعداد اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة في صورته الأولية، حيث تضمن (١٤) مفردة، بواقع (٦) مفردات من نمط الاختيار من متعدد للبُعد الأول، و(٤) مفردات للبُعد الثاني من نمط الاختيار من متعدد ومتبوعة كل منها بشق إنشائي ذات إجابة محددة، و(٤) مفردات للبُعد الثالث من نمط الأسئلة الإنشائية ذات الإجابات المفتوحة.
- **آراء السادة المحكمين:** بعد تجهيز الصورة الأولية لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين. وأشار سيادتهم لبعض الملاحظات كتعديل أشكال الموجات الصوتية في المفردة رقم (٢) لرفع مستوى صعوبتها، واستخدام الرموز الفيزيائية اللاتينية بدلًا من الحروف الإنجليزية المُشابهة، والتوصية بتجنب استخدام بعض الكلمات التي تحتمل أكثر من معنى في مقياس التقدير المتدرج الخاص بتصحيح الجزء الثالث. هذا وتم إجراء التعديلات التي أشار إليها سيادتهم.
- **حساب الخصائص السيكومترية للاختبار:** تم تطبيق الاختبار يوم الثلاثاء الموافق ٢٢ مارس ٢٠٢٢م على أفراد مجموعة حساب الخصائص السيكومترية البالغ قوامها (٢٧) طالبة بالصف الثاني الثانوي بمدرسة عابدين الثانوية بنات بإدارة عابدين التعليمية التابعة لمديرية التربية والتعليم بالقاهرة، وذلك لحساب ما يلي:
- **ثبات الاختبار:** حُسِب ثبات الاختبار بطريقة "ألفا كرونباخ"، وتراوحت قيم معاملات "ألفا" لأبعاد الاختبار من (٨٣٧ : ٠,٨٧٢) كما بجدول (١)، في حين وجد أن معامل ألفا للاختبار ككل (٠,٩٣٥)، وجميعها ذات قيم مقبولة، مما يدل أنها ذات درجة ثبات مناسبة.

جدول (١) قيم معاملات "ألفا" كرونباخ لأبعاد اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة

البُعد	التحليل	التقويم	الإبداع
معامل "الفا كرونباخ"	٠,٨٧١	٠,٨٣٧	٠,٨٧٢

وبحساب معامل ألفا لثبات أبعاد الاختبار في حالة غياب كل مفردة على حدة، وجد أن معاملات ألفا في حالة غياب مفردات الأبعاد الثلاثة تقل عن معامل ألفا للبُعد الذي تنتمي إليه، ما عدا المفردة السادسة في بُعد التحليل والمفردة الرابعة ببُعد التقويم والمفردة الثالثة بالإبداع؛ حيث ازدادت قيمة معامل ألفا للبُعد في حالة غياب كل منها، وقد اسْتُبْقِيَ علي العبارات الثلاث لكون ثبات أبعاد الاختبار لن يرتفع بشكل مؤثر في حالة حذفهم.

- **الاتساق الداخلي:** تم حساب الاتساق الداخلي للاختبار بحساب مصفوفة معاملات الارتباط بين درجات أفراد مجموعة الخصائص السيكومترية لكل مفردة على حدة ودرجاتهم للمفردات الأخرى باستخدام برنامج "SPSS"، وكان متوسط معاملات الارتباط بين المفردات "Average Interitem Correlation" الذي يُعبر عن الاتساق الداخلي "Internal Consistency" لكل بُعد وللاختبار ككل كما بالجدول التالي، وقد تراوحت من (٠,٥٠٧ : ٠,٦٣٠)، وجميعها قيم دالة عند مستوى (٠,٠٥)، مما يدل على مقبولية الاتساق الداخلي لمفردات الاختبار.

جدول (٢) قيم "متوسط معاملات الارتباط بين المفردات ($\bar{ر}$)" (الاتساق الداخلي) للاختبار

البُعد	التحليل	التقويم	الإبداع	الاختبار ككل
متوسط معاملات الارتباط بين المفردات ($\bar{ر}$)	٠,٥٣٠	٠,٥٦٣	٠,٦٣٠	٠,٥٠٧

كما تم حساب معاملات الارتباط بين درجات أفراد المجموعة في كل بُعد من أبعاد الاختبار ودرجاتهم الكلية عليه، كما هو مُبين بجدول (٣). وقد تراوحت معاملات الارتباط من (٠,٨٩١ : ٠,٩٣٢)، وجميعها قيم دالة عند مستوى (٠,٠١)، مما يدل على صلاحية الاختبار للتطبيق.

جدول (٣) قيم معاملات الارتباط بين كل بُعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية

البُعد	التحليل	التقويم	الإبداع
قيمة (ر)	٠,٩٠	٠,٩٣٢	٠,٨٩١

- **معاملات الصعوبة والتمييز لمفردات الاختبار:** حُسبت معاملات صعوبة المفردات الموضوعية والإنشائية للاختبار وفقًا لتعريف معامل الصعوبة بأنه "نسبة الممتحنين الذين أجابوا على المفردة بشكل صحيح" (Crocker & Algina, 2008: 90)، ووجد أنها تتراوح

من (٠,٢٨ : ٠,٦٢)، وتتنوع بين السهلة ومتوسطة الصعوبة والصعبة تبعًا لمؤشر صعوبة المفردات ولا تتضمن مفردات شديدة السهولة أو شديدة الصعوبة. وبحساب معاملات التمييز بطريقة "المقارنة الطرفية" وجد أنها تتراوح من (٠,٤٢ : ٠,٨٥). وبذلك تكون المفردات جميعها في المدى المقبول للصعوبة والتمييز.

- **تحديد الزمن المناسب للاختبار:** تبين أن متوسط زمن استجابة طالبات المجموعة على جميع مفردات الاختبار (٧٢) دقيقة، وعلى ذلك اعتبر الزمن المناسب للاستجابة (٧٥) دقيقة.
- **مدى وضوح المعاني وتعليمات الاختبار**: كان هناك بعض الاستفسارات من الطالبات حول معاني بعض الكلمات في مفردات الاختبار مثل (ادعاء- لتفصل- أسانيد)، وتم تعديل ما يلزم منها، وعرضها مجددًا على مجموعة من الطالبات للتأكد من وضوحها، وأكدن وضوحها، مما دل على مناسبة الاختبار لمجموعة البحث.
- **الصورة النهائية للاختبار:** تضمن اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لوحدة "الموجات" المقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي في صورته النهائية (١٤) مفردة [ملحق رقم (٤)]. ودرجته العظمى (٢٦) درجة وفقًا لما تم توضيحه سلفًا لتقدير الدرجات بـ"طريقة الاستجابة ومفتاح التصحيح"، ويوضح الجدول التالي توصيف الاختبار:

جدول (٤) توصيف اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة المتشبع بمحتوى وحدة "الموجات"

"وحدة الموجات"	الصفحات		أرقام الأسئلة في أبعاد الاختبار			الوزن النسبي للأسئلة	
	العدد	النسبة	التحليل	التقويم	الإبداع	العدد	النسبة
الفصل الأول "الحركة الموجية"	١٩	٤٢,٢٪	١، ٢، ٣	١٠	١٣، ١٤	٦	٤٢,٨٪
الفصل الثاني "الضوء"	٢٦	٥٧,٨٪	٤، ٥، ٦	٧، ٨، ٩	١١، ١٢	٨	٥٧,١٤٪
العدد الكلي	٤٤	١٠٠٪	٦	٤	٤	١٤	١٠٠٪

٢- مقياس شغف الفيزياء لطالبات المرحلة الثانوية:

تم إعداد مقياس شغف الفيزياء وفقًا للخطوات التالية:

- **الهدف من المقياس:** قياس مستوى شغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي) لدى طالبات المرحلة الثانوية.
- **أبعاد المقياس:** تم تحديد أبعاد شغف الفيزياء المناسبة لأفراد مجتمع البحث من خلال الإطار النظري بالبُعد الثاني لمحور شغف الفيزياء، وتمثلت في شغف الفيزياء الانسجامي، وشغف الفيزياء الاستحواذي.

- **صـــياغة مفردات المقياس:** تم الاطلاع على بعض الأدبيات والدراســـات التي تناولت قياس الشـغف: (Vallerand, 2015; Zhao, St-Louis & Vallerand, 2015; Marsh et al., 2013; Vallerand et al., 2003). وتم الإفادة منها في صـوغ مفردات مقياس شـغف الفيزياء بشقيه الانسـجامي والاسـتحواذي وفقًا لطريقة ليكرت ثلاثية الاسـتجابة، المنطوية على اســتجابات ثلاث أمام كل مفردة (دائمًا، أحيانًا، أبدًا). وروعي في صـــوغِها أن تكون محددة وواضــحة ومناســبة لمجتمع البحث، وإيجابية الصــياغة لكون شــغف الفيزياء يشــغل النهاية الإيجابية القصـــوى على تدريج الاتجاه نحو الفيزياء وفقًا لما أُســتخلِص من الإطار النظري لمحور شغف الفيزياء.
- **طريقة الاسـتجابة والتصـحيح:** تسـتجيب الطالبة على مفردات مقياس شـغف الفيزياء في نفس كراســة مفردات المقياس، وذلك تيســيرًا عليها، حيث تســجل الطالبة علامة (√) أمام العبارة وأسفل الاستجابة المناسبة لها. وتقدر درجة المفردة بـ(٣، ٢، ١) وفقًا للاستجابة (دائمًا، أحيانًا، أبدًا) على الترتيب، وجل المفردات ذات صــياغة إيجابية في شــقي المقياس الانســجامي والاستحواذي.

هذا وتُقدر درجات الطالبة على كل شـق من شـقي المقياس (الانسـجامي والاسـتحواذي) بشــكل مســتقل كمقياس فرعي؛ وذلك اتباعًا لنهج رواد المصــطلح بالتعامل معه وفق نموذجهم الثنائي للشـغف" Dualistic Model of Passion" (DMP)"، ووصـف ذوي كل شـق على حـدة، أنـظـر: (Vallerand, Paquette & Richard, 2022; Zhao, St-Louis & Vallerand, 2015; Vallerand, 2012; Carbonneau, Vallerand, Fernet & Guay, 2008; Vallerand et al., 2003).

- **الصورة الأولية للمقياس:** أُعِد مقياس شغف الفيزياء في صورته المبدئية بحيث تضمن (١٨) مفردة، وزعت على شــقي المقياس (الانســجامي، الاســتحواذي) بواقع (٩) مفردات إيجابية الصياغة لكل شق.
- **آراء الســادة المحكمين:** تم عرض مقياس شــغف الفيزياء في صــورته المبدئية على الســادة المحكمين لتعرف آرائهم حول: وضــوح الصــياغة، وارتباط المفردات بشــقي المقياس (الانسجامي، الاستحواذي)، ومناسبتها لطبيعة طالبات المرحلة الثانوية. وأشار سيادتهم بتشكيل بعض الكلمات لتيسير عملية قراءتها في سياقها الصحيح مثل (ولهي، ولعا، أؤديها)، كما نوه البعض إلى أن المفردة الثامنة بشغف الفيزياء الاستحواذي تتطلب تعديل صياغة لتصبح أكثر انتماء للبُعد. هذا وتم إجراء التعديلات التي أرشد إليها السادة المحكمين.

- **حساب الخصائص السيكومترية لمقياس شغف الفيزياء:** تم تطبيق المقياس بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) يوم الأربعاء الموافق ٢٣ مارس ٢٠٢٢م، وذلك على أفراد مجموعة حساب الخصائص السيكومترية البالغ قوامها (٢٩) طالبة بالصف الثاني الثانوي بمدرسة عابدين الثانوية بنات بإدارة عابدين التعليمية التابعة لمديرية التربية والتعليم بالقاهرة، وذلك لحساب ما يلي:
- **ثبات مقياس شغف الفيزياء:** حُسِب ثبات المقياس بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) بطريقة "ألفا كرونباخ"، وكانت قيمة معامل "ألفا" لشق شغف الفيزياء الانسجامي (٠,٩٤٨)، ولشغف الفيزياء الاستحواذي (٠,٩٣٦)، وكلاهما من القيم الجيدة، مما يدل أنهما ذات درجة ثبات مناسبة.

  وللتأكد من أن قيمة ثبات كل من شقي المقياس لن تزداد في حالة حذف أي من مفرداتهما، تم حساب معامل ألفا لثبات كل شق في حالة غياب كل مفردة على حدة من مفرداته، ووجد أن جميعها تقل عن قيمة معامل ثبات الشق. مما يُعني أن حذف أي مفردة لن يؤدي إلى رفع قيمة معامل الثبات.
- **الاتساق الداخلي:** تم حساب الاتساق الداخلي لشقي مقياس شغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي) من خلال مصفوفة معاملات الارتباط بين درجات طالبات مجموعة الخصائص السيكومترية لكل مفردة على حدة ودرجاتهن للمفردات الأخرى، وذلك بكل شق على حدة. ووجد أن "الاتساق الداخلي" الذي يُعبر عنه بـ"متوسط معاملات الارتباط بين المفردات ($\bar{ر}$)" كما بالجدول التالي، حيث بلغت قيمته لشغف الفيزياء الانسجامي (٠,٦٧٠)، وكان مدى قيم معاملات الارتباط بين مفرداته يتراوح من (٠,٤٢٣ : ٠,٩٣٣). بينما وصلت قيمته لشغف الفيزياء الاستحواذي (٠,٦١٨)، وتراوحت قيم معاملات الارتباط بين مفرداته من (٠,٣٨٦ : ٠,٩٠٥). وجميعها قيم دالة عند مستوى (٠,٠٥)، مما يدل على مقبولية الاتساق الداخلي لمفردات المقياس بشقيه.

جدول (٥) قيم متوسط معاملات الارتباط بين المفردات لمقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي)

البُعد	شغف الفيزياء	
	الانسجامي	الاستحواذي
متوسط معاملات الارتباط بين المفردات ($\bar{ر}$)	٠,٦٧٠	٠,٦١٨

كما تم حساب معاملات الارتباط بين درجات طالبات المجموعة في كل مفردة من مفردات كل شق ودرجاتهن الكلية عليه. وقد تراوحت معاملات الارتباط في شق شغف الفيزياء

الانسجامي من (٠,٧٢ : ٠,٩٤)، بينما تراوحت في شق شغف الفيزياء الاستحواذي من (٠,٧٤ : ٠,٩٠)، هذا وجميعها قيم دالة عند مستوى (٠,٠١)، مما يدل على صلاحية الاختبار للتطبيق.

- **تحديد الزمن المناسب للمقياس:** تبين أن متوسط زمن استجابة الطالبات على جميع مفردات مقياس شغف الفيزياء (٢٧) دقيقة، وعلى ذلك اعتبر الزمن المناسب للمقياس (٣٠) دقيقة.
- **مدى وضوح المعاني وتعليمات المقياس**: أعرب أفراد مجموعة الخصائص السيكومترية عن وضوح تعليمات ومفردات مقياس شغف الفيزياء، وبذلك أصبحت مفردات المقياس وتعليماته بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) مناسبة لمجتمع البحث.
- **الصورة النهائية لمقياس شغف الفيزياء:** تم إعداد مقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) في صورته النهائية بحيث تضمن (١٨) مفردة، بواقع تسع مفردات لكل شق، جميعها ذات صياغة إيجابية [ملحق رقم (٥)]. وبذلك تكون النهاية العظمى لكل شق (٢٧) درجة، والجدول التالي يوضح توصيف المقياس.

جدول رقم (٦) توصيف مقياس شغف الفيزياء لطالبات المرحلة الثانوية

أبعاد المقياس	أرقام العبارات	عدد المفردات	الوزن النسبي
شغف الفيزياء الانسجامي	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩	٩	٥٠٪
شغف الفيزياء الاستحواذي	١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨	٩	٥٠٪
عدد المفردات	١٨		١٠٠٪

رابعًا: التصميم التجريبي وإجراءات التجربة:

تمثل التصميم التجريبي للبحث في النوع "قبل التجريبي" من التصميمات البحثية للمنهج التجريبي، نظام المجموعة الواحدة ذات القياس القبلي البعدي. من خلال تطبيق اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ومقياس شغف الفيزياء بشقيه الانسجامي والاستحواذي قبليًا على المجموعة التجريبية، ثم التدريس لطالبات المجموعة التجريبية باستخدام نموذج "ADI"، تلى ذلك تطبيق أداتي القياس بعديًا، ومقارنة نتائج القياسين القبلي والبعدي، وكذلك مقارنة نتائج القياس البعدي بـ"متوسط فرضي"، ليُماثل مقارنة القياس البعدي كما بنظام المجموعتين المتكافئتين.

وبذلك يشتمل التصميم التجريبي المتغيرات التالية:

أ- **المتغير المستقل، وتمثل في:** تدريس المحتوى العلمي باستخدام نموذج "ADI".

ب- المتغيرات التابعة، وتمثلت في:

- مهارات التفكير عالي الرتبة، كما يقيسها الاختبار المُعد لذلك.

- شغف الفيزياء، كما يقيسها المقياس المُعد لذلك.

وفيما يلي إجراءات الدراسة التجريبية وفق هذا التصميم:

١. **اختيار مجموعة البحث:** تم اختيار مجموعة البحث من طالبات الصف الثاني الثانوي بمدرسة عابدين الثانوية بنات بإدارة عابدين التعليمية التابعة لمديرية التربية والتعليم بالقاهرة. ويرجع ذلك إلى أهمية هذا الصف الدراسي، حيث يُعد العام الأول الذي تلتحق فيه الطالبة بالشعبة العلمية، والعام الثاني الذي تدرس فيه مادة الفيزياء، وقد تحتاج الطالبة فيه لدراسة الفيزياء وفق مستويات التفكير العليا التي تتسق ونظام التقويم الجديد بالمرحلة الثانوية، إضافة لتضمنها موضوعات وظواهر فيزيائية ترتبط بواقعها الحياتي وتمثل جانب مهم من المكون المعرفي لعلم الفيزياء، وبذلك قد يتأثر خلاله تشكل الرغبة والشغف لدراسة الفيزياء، ويمكن تصحيح اتجاهه وتقويته أثناءه، ومن ثم قد يكون ذلك سببًا في تفضيلها دراسة الفيزياء واختيار مهنة مستقبلية ترتبط بها أو عزوفها عنها فيما بعد.

هذا وتكونت مجموعة البحث التجريبية من (٣٤) طالبة بالفصل الدراسي الأول للعام الدراسي (٢٠٢٣/٢٠٢٢م)، ووصف أعمار مجموعة البحث التجريبية يتضح بالجدول التالي:

جدول (٧) وصف أعمار مجموعة البحث (تم حساب العمر في ٢٠٢٢/١٠/١)

متوسط العمر بالشهر	الانحراف المعياري	المدى	
		أعلى عمر	أقل عمر
١٩٤,٩١	٢,٩٦	١٩٩,٩٢	١٨٩,٠٨

وتظهر النتائج أن متوسط أعمار طالبات مجموعة البحث بلغ (١٩٤,٩١) شهر، بمعدل (١٦عام و٢شهر و٢٧يوم) تقريبًا، وبانحراف معياري (٢,٨٦)، مما يُدل على تجانس طالبات المجموعة من حيث العمر الزمني.

٢- **تهيئة القائم بالتدريس لتطبيق تجربة البحث:** قبل البدء بإجراء تجربة البحث، تم تهيئة المعلم(٢) القائم بالتدريس لطالبات مجموعة البحث التجريبية، والذي يمتلك خبرة في مجال تدريس الفيزياء تزيد عن عشرين عامًا. وتم تعريفه بغرض إجراء البحث، وأهميته، وأسس ومراحل استخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" في تدريس موضوعات وحدة "الموجات"، ودور كل من القائم بالتدريس والطالبة أثناء عملية التعلم باستخدامه. كما تم تزويده بدليل المعلم وكراسة نشاط الطالبة التي أعدهما الباحث للاسترشاد بهما أثناء تنفيذ

(٢) أ. حسين سيد حسين معلم فيزياء بمدرسة عابدين الثانوية بنات بمديرية التربية والتعليم بالقاهرة.

تدريس موضوعات المحتوى العلمي. إضافة لتزويده بنسخ النماذج الرسومية التي يتطلبها تنفيذ مراحل نموذج "ADI". وتدريبه على كيفية مساعدة الطالبات على صياغة السؤال الفيزيائي التوجيهي بصورة تجعله يصلح للاختبار علميًا، وكذلك إعداد خطط الاستقصاء، وكيفية تدبير متطلباتها وتنفيذها، وتحليل البيانات، والاستفادة منها في التوصل لإجابة السؤال التوجيهي من خلال إنشاء حُجة علمية سليمة، وكتابة تقرير الاستقصاء. وكانت انطباعات المعلم جيدة، وأظهر الجدية لتطبيق تجربة البحث.

٣. **التطبيق القبلي لأداتي القياس ونتائجهما:** تم تطبيق اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ومقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) على طالبات مجموعة البحث قبل تدريس وحدة "الموجات"، وذلك يومي الأحد والإثنين (٢، ٣) أكتوبر ٢٠٢٢م، لتحديد مستوى الطالبات المبدئي قبل إجراء تجربة البحث. ويوضح الجدول التالي نتائج التطبيق:

جدول (٨) وصف نتائج التطبيق القبلي لأداتي القياس على مجموعة البحث (ن=٣٤)

أداة القياس	البُعد	م	الدرجة العظمى	نسبة المتوسط	ع
اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة	التحليل	١,٢١	٦	٢٠,١٧٪	٠,٦٩
	التقويم	١,١٥	٨	١٤,٣٨٪	٠,٨٢
	الإبداع	٠٠	١٢	٠,٠٪	٠٠
	الدرجة الكلية	٢,٤٧	٢٦	٩,٥٠٪	١,٣٥
مقياس شغف الفيزياء	شغف الفيزياء الانسجامي	١١,٥٠	٢٧	٤٢,٥٩٪	١,٣٨
	شغف الفيزياء الاستحواذي	١٠,٢٩	٢٧	٣٨,١١٪	١,٠٣

وتظهر النتائج انخفاض مستوى طالبات مجموعة البحث على أداتي القياس بما يتسق وكونه تطبيقًا قبليًا، إضافة لقيم الانحرافات المعيارية التي تدل على تقارب مستويات الطالبات وتجانسها وعدم وجود درجات متطرفة فيها. وبذلك تكون نتائج التطبيق القبلي جاهزة للمعالجة الإحصائية، وذلك بعد استكمال تجربة البحث وإجراء التطبيق البعدي، وتحديد قيمة المتوسط الفرضي.

٤. **تدريس المحتوى العلمي:** بعد إجراء القياس القبلي لأداتي البحث، تم التدريس الفعلي لموضوعات وحدة "الموجات" طبقًا للجدول التالي:

جدول(٩) تاريخ بدء التطبيق ونهايته وعدد الحصص الأسبوعية ومدة التجريب لوحدة "الموجات"

تاريخ بدء التطبيق	استراتيجية التدريس المتبعة	عدد الحصص الأسبوعية	مدة التجريب بالحصة	تاريخ انتهاء التطبيق
٢٠٢٢ / ١٠/٤	نموذج "ADI"	٣	٣٣	٢٠٢٢/١٢/٢٢

ويتضح من الجدول أنه تم تدريس وحدة "الموجات" لمجموعتي البحث لمدة (١١) أسبوع تقريبًا طبقًا للخطة الزمنية المقررة من قبل وزارة التربية والتعليم بواقع (٣٣) حصة دراسية. وتم التدريس لطالبات مجموعة البحث التجريبية باستخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ. وقد تابع الباحث تدريس موضوعات المحتوى العلمي لمجموعة البحث للتأكد من سلامة التطبيق.

ولوحظ أثناء تنفيذ تجربة البحث: تجاهل بعض مجموعات الطالبات في البداية استكمال خطة الاستقصاء، والاستعجال في تنفيذ الأنشطة دون تخطيط، وحرصت المجموعات على تصميم التخطيط بعدما وضح لهن أهميته. كما عبرت بعض الطالبات عن صعوبة إنشاء الحُجَّة المبدئية وكتابة تقرير الاستقصاء، وتلاشى هذا بعد توفير وقت لإيضاحهما وتقديم نماذج وأمثلة عليهما. وبالتقدم في تدريس موضوعات وحدة "الموجات" باستخدام نموذج "ADI" أظهرت الطالبات روح التعاون والمثابرة في عمل المجموعات والسعادة باستكمال بعض الأنشطة خارج الفصل الدراسي، والابتهاج بمشاهدة الأفلام التعليمية المرئية، وإجراء الأنشطة المعملية الواقعية والافتراضية بأنفسهن، والحماسة للانخراط في مناقشات جلسات المُحَاجَّة العلمية، كما أَبدين تقبلهن لتقييم مخرجات تعلمهن وتنقيحها بالاستفادة من التغذية الراجعة التصحيحية التي تَلَقَّيْنَهَا من أقرانهن. والاحتفاء بما توصلن إليه، والرغبة لبدء تحديد السؤال التوجيهي التالي للإنخراط في إجراءات إجابته. وأفصح أغلبهن عن الرغبة في استمرار التدريس لهن بهذا النموذج.

٥. **التطبيق البعدي لأداتي الدراسة:** بعد الانتهاء من تدريس وحدة "الموجات" لمجموعة البحث، أعيد تطبيق اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ومقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) يومي الإثنين والثلاثاء (٢٦، ٢٧) ديسمبر ٢٠٢٢م، وقد تم استخلاص وتدوين بيانات طالبات مجموعة البحث لتجهيزها للمعالجة الإحصائية.

خامسًا: المعالجة الإحصائية: لمعالجة البيانات التي جُمعت من تطبيق أداتي البحث إحصائيًا، تم ما يلي:

- **تحديد قيمة المتوسط الفرضي:** قبل البدء في معالجة البيانات، تم تقدير قيمة المتوسط الفرضي بـ(٧٥٪ من قيمة الدرجة العظمى) لأبعاد اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة وللمقياس ككل، وكذلك لشغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي)؛ وحددت هذه القيمة بناءً على آراء الخبراء

والمختصـــين في تدريس الفيزياء والتربية العلمية، وطبيعة مادة الفيزياء، ونظام تقييم وزارة التربية والتعليم للمرحلة الثانوية، ونتائج مادة الفيزياء لطالبات الصـف الثاني في ثلاث سـنوات سابقة بمدرسة مجموعة البحث الأساسية.

- **معالجة البيانات:** تم معالجة البيانات التي جمعت من تطبيق أداتي البحث باسـتخدام برنامج "SPSS". وتم حسـاب متوسـطات درجات الطالبات، والانحرافات المعيارية، ومتوسـطات الفروق بين الدرجات، والانحرافات المعيارية للفروق، وقيم (ت) لتحديد الدلالة الإحصائية.
- **حسـاب حجم الأثر:** تم حسـاب حجم الأثر المعروف بالدلالة العملية لنظام المجموعة الواحدة ذات القياس الواحد ليُقارن بمتوسـط فرضـي أو ذات القياس القبلي بعدي، باسـتخدام مؤشـر "كوهين" "Cohen's d"؛ من خلال المعادلتين المتكافئتين التاليتن: (d= مف/عف)، (d= ت/ √ن) حيث: [(مف) متوسـط الفروق بين الدرجات، (عف) الانحراف المعياري للفروق بين الدرجات، (ن) عدد العينة]. أنظر: (محمد حسين، ٢٠٢٢: ٢٤٠-٢٤١)، (Warner, 2020: 216; Lakens, 2013: 4).

سـادسًـا: عرض النتائج ومناقشـتها وتفسـيرها: فيما يلي عرض نتائج البحث التى تم التوصـل إليها، وذلك للإجابة عن أسئلة البحث، والتحقق من صحة فرضياته:

١- نتائج البحث المتعلقة بأسئلة البحث الإجرائية:

تمت الإجابة عن الأسـئلة الثلاثة الإجرائية للبحث (من السـؤال الأول إلى السـؤال الثالث) بإطاري البحث النظري والإجرائي. وتم التنويه عن إتمام الإجابة عن كل سـؤال منهم على حدة في الموضـع الذي استكملت فيه الإجابة عن السؤال، سـواء كان ذلك بالإطار النظري أو بالإطار الإجرائي للبحث.

٢- نتائج البحث التجريبية المتعلقة بمهارات التفكير عالي الرتبة:

للإجابة عن سـؤال البحث التجريبي الخامس، والذي نصـه "ما أثر اسـتخدام نموذج الاسـتقصـاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" في تدريس الفيزياء لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طالبات المرحلة الثانوية؟ وللإجابة عن هذا السـؤال اختبرت صـحة الفرضـية الأولى التي تنص على أنه "يوجد فرق دال إحصـائيًا عند مسـتوى (٠,٠٥) بين المتوسـط الفرضـي ومتوسـط درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصـالح التطبيق البعدي"، وصـحة الفرضـية الثانية التي تنص على أنه" يوجد فرق دال إحصـائيًا عند مسـتوى (٠,٠٥) بين متوسـطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصالح التطبيق البعدي".

وللإجابة عن سؤال البحث الخامس، واختبار صحة فرضيتيه الأولى والثانية؛ حُددت قيم المتوسطات الفرضية للدرجة الكلية للاختبار ولكل بُعد من أبعاده، وذلك وفقًا لما أشير إليه سابقًا في عنصر (خامسًا: المعالجة الإحصائية)، وحُسب متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ككل، ولكل بُعد من أبعاده، وتحديد دلالة الفروق بين المتوسطات الفرضية ومتوسطات التطبيق البعدي من ناحية، وبين متوسطات التطبيقين القبلي والبعدي من ناحية أخرى، وذلك باستخدام اختبار "ت"، إضافة لتعيين حجم الأثر "Cohen's d"، ويوضح هذه النتائج الجدولين التاليين.

جدول (١٠) متوسطات الدرجات (م) وانحرافاتها المعيارية (ع)، والمتوسطات الفرضية (٧٥٪ من الدرجة العظمى)، وقيم "ت" وحجم التأثير "d" لدلالة الفروق بين المتوسطات الفرضية ومتوسطات درجات المجموعة التجريبية فى القياس البعدى لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة (ن = ٣٤)

أبعاد الاختبار	الدرجة العظمى	م	(م) الفرضي	هف	ع=عف	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	حجم التأثير "d"	
التحليل	٦	٥,٣٢	٤,٥	٠,٨٢	٠,٧٣	٦,٦١	(٠,٠٥)	١,١٢	كبير
التقويم	٨	٦,٥٠	٦	٠,٥٠	١,١٩	٢,٤٦	(٠,٠٥)	٠,٤٢	متوسط
الإبداع	١٢	٨,٦٢	٩	٠,٣٨	١,١٣	١,٩٨	(٠,٠٥)	٠,٣٤	متوسط
الدرجة الكلية	٢٦	٢٠,٤٤	١٩,٥	٠,٩٤	٢,٤٠	٢,٢٩	(٠,٠٥)	٠,٣٩	متوسط

يتضح من نتائج جدول (١٠) أن قيم "ت" للفروق بين المتوسطات الفرضية ومتوسطات درجات طالبات مجموعة البحث لبُعدي "التحليل" و"التقويم" و"الدرجة الكلية للاختبار" دالة عند مستوى (٠,٠٥) لصالح التطبيق البعدي. بينما كانت قيمة "ت" للفرق بين المتوسط الفرضي ومتوسط درجات مجموعة الطالبات لبُعد "الإبداع" دالة عند مستوى (٠,٥) لصالح المتوسط الفرضي، مما يُعني أن متوسط درجات طالبات مجموعة البحث في بُعد "الإبداع" لم يصل لقيمة المتوسط الفرضي، حيث بلغ (٨,٦٢) بنسبة (٧١,٨٣٪). ويُشير هذا إلى أن قيم (ت) دالة عند (٠,٠٥) لصالح التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ككل ولبُعديه التحليل والتقويم فقط.

كما تَبَيَّنَ أيضًا من نتائج الجدول أن حجم تأثير المتغير المستقل (تدريس وحدة "الموجات" باستخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" "ADI") على المتغير التابع (مهارات التفكير عالي الرتبة) كبير لبُعد "التحليل" ومتوسط لبُعد "التقويم" وللاختبار ككل. ورغم أن حجم الأثر لبُعد الإبداع كان متوسط، إلا أنه لا يُمكن إرجاعه لتأثير المتغير المستقل، وذلك لأن الفرق الدال كان أثره في اتجاه الوسط الفرضي. ويعني هذا قبول الفرضية الأولى

جزئيًا كما ذكرت سابقًا، ولقبولها بشكل كامل يُمكن إعادة صياغتها كما يلي: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين المتوسطات الفرضية ومتوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ككل ولبُعديه (التحليل والتقويم فقط) لصالح التطبيق البعدي".

ومما يُعزز تلك النتائج، المقارنة بين القياسين القبلي والبعدي لطالبات المجموعة التجريبية على اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، كما يُبينها الجدول التالي:

جدول (١١) متوسطات الدرجات (م) وانحرافاتها المعيارية (ع)، ومتوسطات الفروق بين الدرجات(مف) وانحرافاتها المعيارية (عف)، وقيم "ت" وحجم التأثير "d" لدلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدى لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة (ن= ٣٤)

البُعد	القياس	الدرجة العظمى	م	مف	ع	عف	قيمة (ت)	الدلالة	حجم التأثير(d)	
التحليل	قبلي	٦	١,٢١	٤,١٢	٠,٦٩	٠,٦٨٦	٣٥,٠٠	عند (٠,٠١)	٦,٠٠	كبير
	بعدي		٥,٣٢		٠,٧٣					
التقويم	قبلي	٨	١,١٥	٥,٣٥	٠,٨٢	١,١٢	٢٧,٧٥	دالة عند (٠,٠١)	٤,٧٥	كبير
	بعدي		٦,٥٠		١,١٩					
الإبداع	قبلي	١٢	٠٠	٨,٦٢	٠٠	١,١٣	٤٤,٥٣	دالة عند (٠,٠١)	٧,٦٣	كبير
	بعدي		٨,٦٢		١,١٣					
الدرجة الكلية	قبلي	٢٦	٢,٤٧	١٧,٩٧	١,٣٥	١,٩٤٦	٥٣,٨٤	دالة عند (٠,٠١)	٩,٢٣	كبير
	بعدي		٢٠,٤٤		٢,٤٠					

ويظهر من نتائج جدول (١١) أن جميع قيم "ت" للفروق بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي دالة عند مستوى (٠,٠١) لصالح التطبيق البعدي، وذلك لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة "HOTS"، ولكل بُعد من أبعاده. وبالتأمل في قيمة المتوسط القبلي لدرجات مستوى "الإبداع" يلاحظ أنها تؤول للصفر؛ مما أدى إلى ارتفاع قيمة "ت" للفروق بين متوسطيه القبلي والبعدي. كما تأكد أيضًا من الجدول أن حجم تأثير المتغير المستقل (تدريس وحدة "الموجات" باستخدام نموذج "ADI") على المتغير التابع (مهارات التفكير عالي الرتبة) كبير للاختبار ككل، ولكل بُعد على حدة، وذلك في حالة المقارنة بالقياس القبلي. ويعني هذا قبول الفرضية الثانية وفقًا لما نصت عليه سابقًا.

وبذلك تُجيب النتائج المعروضة بالجدولين السابقين عن السؤال الخامس للبحث؛ بأن نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ" "ADI" كان ذا أثر دال في تنمية مهارتي "التحليل"

و"التقويم" من مهارات التفكير عالي الرتبة، في حين ساهم في تنمية منخفضة لم تصل لحد المتوسط الفرضي لمهارة "الإبداع" وذلك لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بمهارات التفكير عالي الرتبة:

من العرض السابق لنتائج السؤال التجريبي الخامس ونتائج الفرضية الأولى والثانية، نستنتج أن استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" "ADI" في تدريس وحدة "الموجات"، كان ذا أثر دال في تنمية مهارتي "التحليل" و"التقويم" من مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طالبات المجموعة التجريبية، في حين أدى إلى تنمية منخفضة لمهارة "الإبداع"، وفقًا لما ظهر عند مقارنة متوسط القياس البعدي بمتوسط فرضي بلغ (٧٥٪ من قيمة الدرجة العظمى)، مما دل على صحة فرضية البحث الأولى جزئيًا وقبول صحة الفرضية الثانية كما صيغت سابقًا.

وقد تُعْزَى هذه النتيجة إلى نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" "ADI"، بما يستند إليه من أسس تُشجع على الاكتشاف وتوليد الأفكار ومواجهة المهام العلمية الحقيقية والواقعية، والاهتمام بالاستقصاء والمُحَاجَّة كممارسات علمية تقوم على البناء الشخصي والسياق الاجتماعي للمعرفة. إضافة لمراحل النموذج التي قد تدفع الطالبات منذ بدايات مرحلته الأولى للتفكر وإجراء النقاش فيما يُعرض عليهن عن الظاهرة الفيزيائية المُراد دراستها، ومشاركتهن في صوغ سؤال فيزيائي توجيهي يصلح للاختبار بشكل علمي، ودراستهن للأفكار المحورية التخصصية في مجموعات تعاونية وتمييز ما يُفيدهن منها واستخلاصه للمساعدة في إجابة السؤال العلمي.

علاوة على مشاركتهن في إعداد خطط استقصاء لجمع المعلومات المطلوبة لاستكمال الإجابات والحلول، وتنفيذ تلك الخطط بشكل تعاوني، واستيعاب ما يجمعنه من بيانات وتحليله وتبويبه. ومحاولتهن لتوظيفه في صوغ إجابة مقترحة للسؤال في صورة حجة علمية منضبطة، تتضمن الادعاء مُدعمًا بأدلة إثباته وتبريرات اختيار تلك الأدلة، ومشاركة تلك الحجج بمناقشتها وتقييمها لتأكيد صحتها أو تفنيد أدلتها ودحضها، وتمرُّس طالبات المجموعات على تلقف التغذية الراجعة والملاحظات المفيدة الواردة من تقييم زملائهن لتنقيح الحجج وتطويرها. إلى جانب توجههن للمُحاجة الكتابية من خلال كتابة تقارير فردية لمشاركة ما قمن به وما توصلن إليه مع مجموعاتهن، وإجرائهن لتقييم موضوعي لتلك التقارير دون التأثر بمُعديها في إطار تقييم مزدوج التعمية. زيادة على ما يُتاح لهن من فرص للتفكير ومشاركة ما تَعْلَمْنَهُ وكيف تَعْلَمْنَهُ، وكيف يمكن استخدامه لفهم ظواهر فيزيائية أو مشكلات علمية أخرى ذات صلة. وقد يُمَكِّن هذا الطالبة من تمييز الأفكار التخصصية المحورية والمعلومات والبيانات العلمية وتنظيمها وإعادة بنائها،

ومراجعة الخبرات المكتسبه ومخرجات التعلم والحكم عليها. ومن ثم قد يكون كل ذلك أسهم في تحسين مهارتي "التحليل"، "التقويم" لدى طالبات المجموعة التجريبية.

أما بالنسبة لبُعد "الإبداع" الذي كانت تنميته منخفضة ولم يصل لحد المتوسط الفرضي (٧٥٪ من الدرجة العظمى)، فقد يرجع ذلك لنوعية مفردات تقييم هذا المستوى الإنشائية ذات الإجابات المفتوحة، التي لم تعتاد الطالبات عليها وكُنَّ في احتياج للتدرب عليها أكثر، إضافة لما يتطلبه الإبداع من عمليات التوليد والتصميم والإنتاج والتي قد تحتاج أنشطة استقصائية أكثر ووقتًا أطول للتمرس عليها.

هذا واتفقت هذه النتائج في جزئها الدال مع نتائج دراسة كل من: (Suganda, Parno, Sunaryono, Latifah & Yuliati, 2023; Putri & Admoko, 2022; Atqiya, Yuliati & Diantoro, 2021; Suliyanah, Fadillah & Deta, 2020)، والتي أثبتت كلا منها كفاءة استخدام نموذج "ADI" في تحسين المتغيرات التابعة التي تبنتها في تعليم الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية. كما اتفقت مع نتائج دراسة كل من: (Martawijaya, Rahmadhanningsih, Swandi, Hasyim & Sujiono, 2023; Silitonga, Panjaitan & Supriyati, 2020)، ودراسة "إيهاب مختار" (٢٠١٩)، التي توصلت كل منها لتنمية تلك المهارات من خلال الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية باستخدام المتغير المستقل الذي تبنته. في حين اختلفت مع نتائج دراسة "Putranta et al." (2021)؛ التي أظهرت مساهمة منخفضة لاستخدام المتغير المستقل في تدريس الفيزياء لتحسين هذه المهارات لدى طلاب المرحلة الثانوية، (هذا وتتفق نتيجة هذه الدراسة الأخيرة مع جزء النتائج المتعلق بالتنمية المنخفضة لمستوى "الإبداع").

٣- نتائج البحث المتعلقة بشغف الفيزياء:

للإجابة عن سؤال البحث السادس، والذي نصه "ما أثر استخدام نموذج الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ "ADI" في تنمية شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) لدى طالبات المرحلة الثانوية؟ وللإجابة عن هذا السؤال اختبرت صحة الفرضية الثالثة التي تنص على أنه "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين المتوسط الفرضي ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) لصالح التطبيق البعدي". وصحة الفرضية الرابعة التي تنص على أنه "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس شغف الفيزياء بشقيه (الانسجامي، الاستحواذي) لصالح التطبيق

البعدي". وللإجابة عن سؤال البحث سالف الذكر، واختبار صحة فرضيتيه الثالثة والرابعة، تم حساب متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لشقي مقياس شغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي)، وتحديد دلالة الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار "ت"، وحجم الأثر "d"، ويوضح هذه النتائج الجدولين التاليين.

جدول (١٢) متوسطات الدرجات (م) وانحرفاتها المعيارية (ع)، والمتوسطات الفرضية (٧٥٪ من الدرجة العظمى)، وقيم "ت" وحجم التأثير "d" لدلالة الفروق بين المتوسطات الفرضية ومتوسطات درجات المجموعة التجريبية في القياس البعدى لشقي مقياس شغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي) (ن = ٣٤)

أبعاد المقياس	الدرجة العظمى	م	(م) الفرضي	هف	ع=عف	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	حجم التأثير "d"	
شغف الفيزياء الانسجامي	٢٧	٢٠,٧٤	٢٠,٢٥	٠,٤٨٥	١,١٩	٢,٣٨١	(٠,٠٥)	٠,٤١	متوسط
شغف الفيزياء الاستحواذي	٢٧	١٣,١٨	٢٠,٢٥	٧,٠٧	١,٣٦	٣٠,٣٥	(٠,٠١)	٥,٢	كبير

اتضح من نتائج الجدول السابق أن قيم "ت" للفروق بين المتوسطات الفرضية ومتوسطات درجات طالبات مجموعة البحث لشغف الفيزياء الانسجامي دالة عند مستوى (٠,٠٥) لصالح التطبيق البعدي عند درجات حرية (٣٣). بينما كانت قيمة "ت" للفرق بين المتوسط الفرضي ومتوسط درجات مجموعة الطالبات لشغف الفيزياء الاستحواذي دالة عند مستوى (٠,٠١) لصالح المتوسط الفرضي، مما يُعني أن متوسط درجات طالبات مجموعة البحث لشق شغف الفيزياء الاستحواذي لم تصل لقيمة المتوسط الفرضي، حيث بلغ (١٣,١٨) بنسبة (٤٨,٨١٪). ويُشير هذا إلى أن متوسط درجات الطالبات في شق شغف الفيزياء الاستحواذي لم يتعدى الـ (٥٠٪)، وكان بعيدًا عن القيمة المحددة للمتوسط الفرضي.

كما اتضح أيضًا من نتائج الجدول أن حجم تأثير المتغير المستقل (تدريس وحدة "الموجات" باستخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" "ADI") على المتغير التابع (شغف الفيزياء) متوسط لشق شغف الفيزياء الانسجامي فقط. ورغم أن حجم الأثر لشق شغف الفيزياء الاستحواذي كان كبير، إلا أنه لا يُمكن إرجاعه لتأثير المتغير المستقل، وذلك لأن الفرق الدال كان أثره في اتجاه الوسط الفرضي. ويعني هذا قبول الفرضية الثالثة جزئيًا كما ذكرت سابقًا، ولقبولها بشكل كامل يُمكن إعادة صياغتها كالتالي: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين المتوسط الفرضي ومتوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمقياس شغف الفيزياء (الانسجامي فقط) لصالح التطبيق البعدي".

ومما يُعزز تلك النتائج، المقارنة بين القياسين القبلي والبعدي لطالبات المجموعة التجريبية على مقياس شغف الفيزياء، كما يُبينها الجدول التالي:

جدول (١٣) متوسطات الدرجات (م) وانحرافاتها المعيارية (ع)، ومتوسطات الفروق بين الدرجات(هف) وانحرافاتها المعيارية (عف)، وقيم "ت" وحجم التأثير "d" لدرجات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدى لمقياس شغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي) (ن = ٣٤)

البُعد	القياس	الدرجة العظمى	م	هف	ع	عف	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	حجم التأثير (d) = هف/عف	
شغف الفيزياء الانسجامي	قبلي	٢٧	١١,٥٠	٩,٢٤	١,٣٨	١,٣٢٧	٤٠,٥٧	عند (٠,٠١)	٦,٩٥	كبير
	بعدي		٢٠,٧٤		١,١٩					
شغف الفيزياء الاستحواذي	قبلي	٢٧	١٠,٢٩	٢,٨٨	١,٠٣	١,٠٩	١٥,٣٥٦	دالة عند (٠,٠١)	٢,٦٣	كبير
	بعدي		١٣,١٨		١,٣٦					

ويظهر من نتائج الجدول أن جميع قيم "ت" للفروق بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي دالة عند مستوى (٠,٠١) لصالح التطبيق البعدي، وذلك لشقي مقياس شغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي). كما تأكد أيضًا من الجدول أن حجم تأثير المتغير المستقل (تدريس وحدة "الموجات" باستخدام نموذج "ADI") على المتغير التابع (شغف الفيزياء الانسجامي والاستحواذي) كبير لكل شق على حدة. ويعني هذا قبول الفرضية الرابعة وفقًا لما نصت عليه سابقًا.

كما تُجيب النتائج المعروضة آنفًا عن السؤال السادس للبحث؛ بأن نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" "ADI" كان ذا أثر دال في تنمية شغف الفيزياء الانسجامي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، في حين ساهم في تنمية منخفضة لشغف الفيزياء الاستحواذي لديهن، حيث لم يصل متوسط درجات الطالبات عليه لحد المتوسط الفرضي وكانت قيمته بعيدة عنه.

مناقشة وتفسير نتائج البحث المتعلقة بشغف الفيزياء:

من العرض السابق لنتائج السؤال التجريبي السادس ونتائج الفرضية الثالثة والرابعة، نستنتج أن استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" "ADI" في تدريس وحدة "الموجات"، كان ذا أثر دال في تنمية شغف الفيزياء الانسجامي لدى طالبات المجموعة التجريبية، في حين أدى إلى تنمية منخفضة لشغف الفيزياء الاستحواذي، وفقًا لما ظهر عند

مقارنة متوسط القياس البعدي بمتوسط فرضي بلغ (٧٥٪ من قيمة الدرجة العظمى)، مما دل على صحة فرضية البحث الثالثة جزئيًا وقبول صحة الفرضية الرابعة كما صيغت سابقًا.

وقد تعود هذه النتيجة إلى نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّة" "ADI"، بما يستند إليه من أسس ترجع إلى الفلسفة التقدمية في التربية ونظريات التعلم الاجتماعي، والتي تولي اهتمام ببناء خبرة التعلم من خلال الطالبة نفسها بانخراطها في أنشطة دراسية تعاونية تراعي اهتماماتها واحتياجاتها، وتشجعها على الاكتشاف وتوليد الأفكار ومواجهة المهام العلمية الحقيقية والواقعية بما يجعل تعلمها ذات مغزى بالنسبة لها. وقيامها بالاستقصاء والمُحَاجَّة كممارسات علمية تقوم على البناء الشخصي والسياق الاجتماعي للمعرفة، وإضفاء بيئة تعلم تعاونية وديمقراطية آمنة وخالية من الوعيد والتهديد.

إضافة لما يتوافر بمراحل استخدام نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء من صور علمية شائقة، وبطاقات معرفة، وعروض تقديمية، وروابط أفلام تعليمية مرئية، وتجارب افتراضية. وكذلك بعض النماذج الرسومية الجذابة التي قد تساعد الطالبات في إعداد خطط الاستقصاء تعاونيًا، واستخلاص البيانات الناتجة من تنفيذها، وتنظيمها وتحليلها، وإنشاء الحُجَّة المبدئية، وكتابة تقرير الاستقصاء، وتقييمه بموضوعية. علاوة على جلسات المناقشات التأملية التي تشجعهن على التبصر والتأمل في أدائهن بمجموعاتهن لاستجلاء نقاط القوة والضعف، وتحفزهن لاقتراح طُرُق لجعلها أفضل في المشاركات اللاحقة. وإدراكهن لقيمة تكامل المعرفة والإفادة من المجالات الدراسية الأخرى.

وقد يخلق هذا لدى الطالبة عاطفة إيجابية قوية ومتفجرة تجاه تعلم الفيزياء، بحيث تصبح دراسة موضوعاتها مفضلة لها، وتدرك قيمتها، وتُكرس من أجل تعلمها الوقت والجهد على أساس منتظم، وتندمج إيجابيًا مع زميلاتها في إنجاز مهامها والإجابة عن أسئلتها العلمية وحل إشكالاتها، وقد يصل بها لتعتبرها جزءًا من هويتها الشخصية، وذلك دون أن تطغى على أنشطتها الحياتية أو الدراسية الأخرى. ومن ثم قد يكون كل ذلك أسهم في تحسين شغف الفيزياء الانسجامي لدى طالبات المجموعة التجريبية.

أما بالنسبة لشغف الفيزياء الاستحواذي الذي كان تحسنه منخفض ولم يصل لحد المتوسط الفرضي (٧٥٪ من الدرجة العظمى)، فقد يرجع ذلك لكون إجابة بعض الأسئلة التوجيهية، وتصميم وتنفيذ أنشطة الاستقصاء، وكتابة الحُجج العلمية والتقارير، قد يتطلب بيانات ومعارف من مجالات دراسية أخرى غير الفيزياء، مما يجعل الطالبة تدرك أهمية المقررات الدراسية الأخرى وتكامل المعرفة. إضافة لطبيعة مراحل نموذج "ADI" التي تقدم الموضوعات

الفيزيائية من خلال أنشطة تعاونية في غلاف زمني ينضوي على أكثر من حصة دراسية، مما قد يساعد الطالبة على تحديد وقت بداية النشاط وانتهائه توافقيًا مع أقرانها، والالتزام بالمهام المنوطة بها في المجموعة دون أن تكون أسيرة لشغفها في دراسة جزئية فيزيائية معينة دون غيرها. ومن ثم قد يكون هذا أسهم في تعزيز شغف الفيزياء المتناغم مع الأنشطة الدراسية والحياتية الأخرى على حساب شغف الفيزياء الاستحواذي حول موضوعات الفيزياء فقط.

هذا ولم يتم العثور في حدود اطلاع الباحث على دراسات تناولت استخدام نموذج "ADI" وشغف الفيزياء أو شغف أي من المواد الدراسية الأخرى ليتم مقارنة نتائجها بنتائج هذا البحث.

أهم النتائج التجريبية التي أسفر عنها البحث: نستخلص مما سبق أن استخدام نموذج "ADI" في تدريس الفيزياء، كان ذا أثر دال في تنمية:

- مهارتي "التحليل" و"التقويم" من مهارات التفكير عالي الرتبة، بينما كانت مساهمته منخفضة في تنمية مهارة (الإبداع) وذلك لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.
- شغف الفيزياء الانسجامي، في حين كانت مساهمته منخفضة في تحسين شغف الفيزياء الاستحواذي وذلك لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

توصيات البحث: في ضوء نتائج البحث يمكن تقديم التوصيات التالية:

- تدريب معلمي الفيزياء أثناء الخدمة على استخدام نموذج "ADI" في تدريس مقررات الفيزياء بمرحلة التعليم الثانوي.
- تدريب معلمي الفيزياء أثناء الخدمة على صياغة الأسئلة التوجيهية والحجج العلمية، وتخطيط وتنفيذ الأنشطة الاستقصائية، وكيفية توظيفها في تدريس موضوعات الفيزياء لتحقيق الأهداف التعليمية المرجوة.
- تضمين نموذج "ADI" بمقرر طرق تدريس الفيزياء بكليات التربية، وتدريب طالب الفيزياء المعلم على استخدامه في تدريس الفيزياء.
- تشجيع طالب الفيزياء المعلم على إجراء "بحوث فعل" حول استخدام نموذج "ADI" في تدريس مقرر الفيزياء بمرحلة التعليم الثانوي لتحقيق بعض الأهداف المرجوة.
- تصميم بعض الأنشطة التعليمية بمقررات الفيزياء بالمرحلة الثانوية وفق مراحل نموذج "ADI".
- الاهتمام بتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة من خلال الفيزياء وكذلك شغف الفيزياء بشقه الانسجامي لدى طلاب وطالبات المرحلة الثانوية.

مقترحات البحث: في ضوء نتائج البحث الحالية يمكن اقتراح إجراء الأبحاث التالية:

- دراسة أثر استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ" "ADI" لتنمية مهارات المُحَاجَّة العلمية الشفهية والكتابية لدى طالبات المرحلة الثانوية.
- دراسة أثر استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمُحَاجَّةِ" "ADI" لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لـ"روبرت مارزانو" لدى طالبات المرحلة الثانوية.
- دراسة لبناء مقياس لمهارات التفكير عالي الرتبة من خلال الفيزياء لطلاب وطالبات المرحلة الثانوية يتسق مع متطلبات المسابقتين الدوليتين "PISA" و"TIMS"
- دراسة مستوى شغف الفيزياء (الانسجامي، الاستحواذي) لدى طلاب وطالبات المرحلة الثانوية بالشعبة العلمية ومدارس "STEM".

مراجـــع البحث

إبراهيم سلمان المصري (٢٠٢٢). الذكاء الروحي وعلاقته بالشغف الأكاديمي لدى طلبة جامعة الخليل. **مجلة جامعة الملك عبد العزيز للآداب والعلوم الإنسانية**، مج٣٠(ع٢)، ص٣٥٧-٣٨٥.

أحمد الحوامدة (٢٠١٩). **استراتيجيات التعامل مع صعوبات التعلم**. عمان: دار ابن النفيس للنشر والتوزيع.

أحمد عمر أحمد محمد (٢٠١٧). استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس الأحياء لتنمية مهارات التفكير الناقد وحب الاستطلاع العلمي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي. **مجلة البحث في التربية وعلم النفس**، بكلية التربية جامعة المنيا، مج٣٢(ع٤)، ص٢٥٦-٣٢٩.

أسماء زكي محمد صالح (٢٠٢٣). أثر وحدة مقترحة في الدراسات الاجتماعية قائمة على نماذج من التراث الثقافي المصري في تنمية مهارات التعايش مع الآخر والشغف الأكاديمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. **مجلة كلية التربية جامعة بني سويف**، مج٢٠ (ع١١٦)، ص١٢٣-١٩٤.

آيه فاخر حسين (٢٠٢٣). التعليم الإلكتروني وعلاقته بالشغف الدراسي لدى طلبة المرحلة المتوسطة. **مجلة البحوث التربوية والنفسية بجامعة بغداد**، مج٢٠(ع٧٦)، ص٥٤٥-٥٧٢.

إيهاب أحمد محمد مختار (٢٠١٩). فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري

ومهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية. **المجلة المصرية للتربية العلمية**، مج٢٢ (ع١١)، ص ٥٩ – ١١٧.

"جوان وينـك" و"لي آن جي. بتني" (٢٠١١). **منظور فيجوتسـكي (A Vision of Vygotsky): تتبع تطبيقي تاريخي-اجتماعي لعمليات التعلم والنمو الإنسـاني**. ترجمة: ناصر بن محمد علي الحمادي. ط٢. الرياض: العبيكان للنشر.

جون لوغران (٢٠٢٢). **ما يفعله المعلمون الخبراء "تعزيز المعرفة المهنية لممارسـتها في الفصول"**. ترجمة: محمد معوض سيد. الرياض: العبيكان للنشر والتوزيع.

دعاء سعيد محمود إسماعيل (٢٠٢٠). فاعلية استخدام مدخل تفكير النظم Thinking System في تعليم الكيمياء لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدي طلاب شـعبة الكيمياء في كليات التربية. **مجلة البحث العلمي في التربية**، ع٢١(ج١٥)، ص٣٢٢-٣٥٥.

رعد مهدي رزوقي ونبيل رفيق محمد (٢٠١٨). **سلسلة التفكير وأنماطه (٣)**. لبنان. بيروت: دار الكتب العلمية.

رفيقة حسـين عبده ثابت (٢٠٢١). أثر برنامج متعدد الوسـائط في اكتسـاب المعرفة الكيميائية ومهارات التفكير عالي الرتبة. **مجلة العلوم التربوية والدراسـات الإنسـانية بجامعة تعز فرع التربة**، (ع١٤)، ص١-٢٧.

رنا فهد الزهراني (٢٠٢٢). الشـغف وعلاقته بالسـلوك الاسـتكشـافي لدى عينة من الطلاب الموهبين بالمرحلتين المتوسـطة والثانوية بجدة. **المجلة العربية لعلوم الإعاقة والموهبة**، (ع٢٣)، ص١٣٥-١٦٩.

روبرت مارزانو وجون كيندال (٢٠١٣). **التصـنيف الجديد للأهداف التعليمية**. ترجمة: فايز مراد مينا، وعبد المسيح سمعان عبد المسيح. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

رياض سـليمان السـيد طه (٢٠٢٠). الاندماج الأكاديمي وعلاقته بالشـغف الأكاديمي والتفاؤل والرجاء لدى طلاب الجامعة: دراسـة في نمذجة العلاقات. **مجلة كلية التربية في العلوم النفسية بجامعة عين شمس**، مج٤٤(ع٣)، ص٢٩١-٣٧٢.

زيد سـليمان العدوان وأحمد عيسـى داود (٢٠١٦). **النظرية البنائية الاجتماعية وتطبيقاتها في التدريس**. دبي: مركز ديبونو لتعليم التفكير.

سـحر محمد يوسـف عز الدين (٢٠١٨). اسـتخدام نموذج الاسـتقصـاء المُوجَّه بالجدل Argument-Driven Inquiry (ADI) لتنمية الاستدلال العلمي وفعالية الذات

الأكاديمية في الكيمياء لدى طالبات المرحلة الثانوية بالسعودية. **مجلة كلية التربية جامعة بنها**، مج٢٩(ع١١٤)، ص٤٧-٩٨.

سعيد بن حسين آل محي وفهد بن سليمان الشايع (٢٠٢١). نموذج مقترح لتدريس الكيمياء قائم على الاستقصاء المعزز بالجدل. **المجلة السعودية للعلوم التربوية**، (ع٧)، ص٤١-٦٥.

عدنان يوسف العتوم، وعبد الناصر ذياب الجراح، وموفق بشارة (٢٠٠٩). **تنمية مهارات التفكير "نماذج نظرية وتطبيقات عملية"**.ط٢. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

عصام محمد عبد القادر سيد (٢٠٢٠). **رؤية بحثية فى تنمية التفكير الإبداعى**. الإسكندرية: دار التعليم الجامعي.

فتحي عبد الرحمن الضبع (٢٠٢١). النموذج الثنائي للشغف الأكاديمي لدى طلبة برنامج الماجستير في التربية الخاصة بجامعة الملك خالد في ضوء بعض المتغيرات الديموجرافية. **المجلة العربية لعلوم الإعاقة والموهبة**، (ع١٦)، ص٩٧-١٢٢.

لورين أندرسون وديفيد كرازوول (٢٠٠٦). **مراجعة تصنيف بلوم للأهداف التعليمية**. ترجمة: فايز مراد مينا. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

ماثيو ليبمان (١٩٩٨). **المدرسة وتربية الفكر**. ترجمة: إبراهيم يحي الشهابي. دمشق: مطابع وزارة الثقافة السورية.

محمد حسين سعيد حسين (٢٠٢٢). الدلالة العملية ضرورة حتمية في البحوث النفسية والتربوية: مؤشر "كوهين" لحالات اختبار "ت". **مجلة دراسات نفسية، رابطة الاخصائيين النفسيين المصرية (رأنم)**، مج٣٢ (ع٢)، ص٢٣٥-٢٤٦.

هبة عادل السيد راضي (٢٠٢٠). استخدام التعلم القائم على الاستبطان في تدريس مادة الأحياء لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة ومتعة التعلم لدى طلبة المرحلة الثانوية. **مجلة كلية التربية بالمنصورة**، ج٣(ع١١١)، ص١٢٤٤-١٢٧٧.

Anderson, L. & Krathwohl, D. (2001). **A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom' Taxonomy of Educational objectives**. New York: longman.

Aprilia, A., Qadar, R. & Efwinda, S. (2023). Using Revised Bloom's Taxonomy to Evaluate the Cognitive Levels of Questions in

Indonesian High School Physics Textbooks. **International Journal of "STEM" Education for Sustainability**, V3(N1), P195-211.

Arafah, K., Amin, B., Sari, S. & Hakim, A. (2021). The Development of Higher Order-Thinking Skills (HOTS) Instrument Assessment in Physics Study. **Journal of Physics: Conference Series**, V1899, P1-8. Retrieved from: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1899/1/012140/pdf

Atqiya, N., Yuliati, L. & Diantoro, M. (2021). Argument-Driven Inquiry for STEM Education in Physics: Changes in Students' Scientific Reasoning Patterns. **The 4th International Conference on Mathematics and Science Education (Icomse)** "**Innovative Research in Science and Mathematics Education in The Disruptive Era",** 25–26 August, Malang, Indonesia, V2330(N1). Retrieved from: https://doi.org/10.1063/5.0043636

Balakrishnan, M., Nadarajah G., Vellasamy, S., Gnanam, E. & George W. (2016). Enhancement of Higher Order Thinking Skills among Teacher Trainers by Fun Game Learning Approach. **International Journal of Educational and Pedagogical Sciences**, V10(N12), P3954-3958.

Barak, M. (2017). Science Teacher Education in the Twenty-First Century: A Pedagogical Framework for Technology-Integrated Social Constructivism. **Research in Science Education**, V47(N2), P283–303. Retrieved from: https://doi.org/10.1007/s11165-015-9501-y

Barrie, M. (2021). **An Examination of the Use of Argument Driven Inquiry Strategies to Support Argumentative Writing in the Middle School Science Classroom**. Master Thesis, Goucher College. Retrieved from: https://mdsoar.org/bitstream/handle/11603/21968/Barrie%20Michele%20Action%20Research%20Paper%20FINAL%20%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Brookhart, Susan (2010). **How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom**. Alexandria, Virginia USA: ASCD.

Callahan, R., Sampson, V. & Rivale, S. (2019). **Activating Bilingual English Language Learners' Strengths in Science: The Pedagogy of Argument Driven Inquiry (ADI)** .In: L. C. de Oliveira et al. (eds.), Teaching the Content Areas to English Language Learners in Secondary Schools, English Language Education. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG.

Carbonneau, N., Vallerand, R., Fernet, C. & Guay, F. (2008). The Role of Passion for Teaching in Intrapersonal and Interpersonal Outcomes. **Journal of Educational Psychology**, V100(N4), P 977–987.

Chichekian, T. & Vallerand, R. (2022). Passion for Science and The Pursuit of Scientific Studies: The Mediating Role of Rigid and Flexible Persistence and Activity Involvement. **Journal of Learning and Individual Differences**, V93, P1-13. Retrieved from: https://www.lrcs.uqam.ca/wp-content/uploads/2022/01/Chichekian-2022.pdf

Christou, Theodore (2012**). Progressive Education: Revisioning and Reframing Ontario's Public Schools, 1919-1942**. Canada: University of Toronto Press.

Crocker, L. & Algina, J. (2008). Introduction to Classical and Modern Test Theory. Ohio, USA: Cengage Learning

Demircioglu, T. & Ucar, S. (2015). Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction. **Educational Sciences: Theory & Practice**, V15(N1), P267–283.

Dina, R., Zainuddin & Pada, A. (2022). Implementation of Argument-Driven Inquiry Learning Model to Enhance Student's Science Process Skills and Self-Efficacy. **JIPF "Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika"**,V7(N1), P9-17.

Eager, M. & Luca, B. (2022). An Experiment to Develop Scientific Passion in Secondary School Students Through E-Learning Models. **Journal of Positive School Psychology**, V6(N1), P1-12.

Fakhriyah, F., Rusilowati, A., Wiyanto, W. & Susilaningsih, E. (2021). Argument-Driven Inquiry Learning Model: A Systematic Review. **International Journal of Research in Education and Science (IJRES)**, V7(N3), P767-784. Retrieved from: https://doi.org/10.46328/ijres.2001

Fredricks, J., Alfeld, C. & Eccles, J. (2010). Developing and Fostering Passion in Academic and Nonacademic Domains. **Gifted Child Quarterly**, V54(N1), P18-30.

Grooms, J. (2011). **Using Argument-Driven Inquiry to Enhance Students' Argument Sophistication when Supporting a Stance in the Context of Socioscientific Issues**. Doctoral dissertation, The Florida State University, College Of Education. Retrieved from: https://www.proquest.com/docview/907550681

Grooms, J., Enderle, P., & Sampson V. (2015). Coordinating Scientific Argumentation and The Next Generation Science Standards through Argument Driven Inquiry. **Science Educator**, V24(N1), P45-50.

Grooms, J., Enderle, P., Hutner, T., Murphy, A. & Sampson V. (2016). **Argument-Driven Inquiry in Physical Science : Lab Investigations for Grades 6-8.** Arlington, Virginia: NSTA Press.

Heong, Y., Othman W., Yunos J., Kiong T., Hassan R. & Mohamad M. (2011). The Level of Marzano Higher Order Thinking Skills among Technical Education Students. International Journal of Social Science and Humanity, V1(N2), P121-125.

Hutner, T., Sampson, V., LaMee, A., FitzPatrick, D., Batson, A. & Aguilar, J. (2020)**. Argument-Driven Inquiry in Physics, Volume 2: Electricity and Magnetism Lab Investigations for Grades 9–12**. Arlington, Virginia: NSTA Press.

Irvine, J. (2017). A Comparison of Revised Bloom and Marzano's New Taxonomy of Learning. **Research in Higher Education Journal**, V33(N8), P1-16. Retrieved from: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1161486.pdf

Istiyono, E., Brams, W., Setiawan, R. & Megawati, I. (2020). Developing of Computerized Adaptive Testing to Measure Physics Higher Order Thinking Skills of Senior High School Students and its Feasibility of Use. **European Journal of Educational Research**, V9(N1), P91-101.

Johansson, Evelina (2020). The Assessment of Higher-order Thinking Skills in Online EFL Courses: A Quantitative Content

Analysis. **Nordic Journal of English Studies**, V19(N1), p224-256.

Kusuma, M., Rosidin, U., Abdurrahman & Suyatna, A. (2017). The Development of Higher Order Thinking Skill (Hots) Instrument Assessment in Physics Study. **Journal of Research & Method in Education**, V7(N1), P26-32.

Lakens, Daniël (2013). Calculating and Reporting Effect Sizes to Facilitate Cumulative Science: A Practical Primer for T-Tests and ANOVAs. **Frontiers in Psychology**, V4, (Article 863), P1-12. Retrieved from: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2013.00863/full

Lipman, Matthew (1995). Moral Education Higher-Order Thinking and Philosophy for Children. **Early Child Development and Care**, V107(N1), P61-70. Retrieved from: DOI: 10.1080/0300443951070108

Marsh, H., Vallerand, R., Lafrenière, M., Parker, P., Morin, A., Carbonneau, N., Jowett, S., Bureau, J., Fernet, C., Guay, F., Abduljabbar, A. & Paquet, Y. (2013). Passion: Does One Scale Fit All? Construct Validity of Two-Factor Passion Scale and Psychometric Invariance Over Different Activities and Languages. **Psychological Assessment**, V25(N3), P796-809

Martawijaya, M., Rahmadhanningsih, S., Swandi, A., Hasyim, M. & Sujiono, E. (2023). The Effect of Applying The Ethno-Stem-Project-Based Learning Model on Students' Higher-Order Thinking Skill and Misconception of Physics Topics Related to Lake Tempe, Indonesia. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**, V12(N1), P1-13.

Marzano, R. & Kendall, J. (2007). **The New Taxonomy of Educational Objectives**. Second Edition. California: Corwin Press.

Misykah, Z. & Adiansha, A. (2018). Effective Teaching for Increase Higher-Order Thinking Skills (Hots) in Education of Elementary School. **International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia**, V3, P658-664.

Nadarajan, K., Abdullah, A., Alhassora, N., Ibrahim1, N., Surif, J., Ali, D., Zaid, N. & Hamzah, M. (2023). The Effectiveness of a Technology-Based Isometrical Transformation Flipped Classroom Learning Strategy in Improving Students' Higher Order Thinking Skills. **IEEE Access**, V11, P4155- 4172. Retrieved from: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3230860

Narayanan, S. & Adithan, M. (2015). Analysis of Question Papers in Engineering Courses With Respect to HOTS (Higher Order Thinking Skills). **American Journal of Engineering Educatio,**V6(N1), P1-10. Retrieved from: https://clutejournals.com/index.php/AJEE/article/download/9247/9303/35531

Oliver, Mary & Venville, G. (2011). An Exploratory Case Study of Olympiad Students' Attitudes towards and Passion for Science. **International Journal of Science Education**, V33(N16), P2295-2322. DOI: Retrieved from: https://doi.org/10.1080/09500693.2010.550654

Olivia, F. & Gordon, R. (2013). **Developing the Curriculum**. Boston, M: Pearson.

Palmer, R. (2021) A passion for physics. **Advances in Physics: X**, V6(N1). Retrieved from: https://www.doi.org/10.1080/23746149.2021.1933881

Parimaladevi & Ahmad, Anuar (2019). The implementation of Higher-Level Thinking Skills (HOTS) in History Education. **Global Conferences Series: Social Sciences, Education and Humanities (GCSSSEH)**, V2, P216-220. Retrieved from: DOI: https://doi.org/10.32698/GCS.01100

Perez, Della (2022). **Social Foundations of K-12 Education.** Retrieved from: https://kstatelibraries.pressbooks.pub/dellaperezproject/chapter/chapter-5-progressivism/

Pratama, G. & Retnawati, H. (2018). Urgency of Higher Order Thinking Skills (HOTS) Content Analysis in Mathematics Textbook. **Journal Of Physics: Conference Series**. Retrieved from: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012147

Property of Argument-Driven Inquiry, LLC. (2021a). **The "ADI" Investigation Model.** Retrieved from: https://www.argumentdriveninquiry.com/the-adi-model/the-adi-investigation-7-stage-model

Property of Argument-Driven Inquiry, LLC. (2021b). **Bighorn Sheep and Wolves in Nevada.** Retrieved from: https://9159866.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/9159866/Website%20Downloads/High%20School%20Science%20Example%20-%20Big%20Horn%20Sheep%20and%20Wolves%20in%20Nevada%20(updated).pdf

Putranta, H., Supahar, Setiyatna, H., Choiriyah, S., Dwandaru, W., Widodo & Warsono (2021). The Effect of Smartphone Usage Intensity on High School Students' Higher Order Thinking Skills in Physics Learning. **Journal of Turkish Science Education**, V18(N3), P421-438.

Putri, R. & Admoko, S. (2022). Development of Student Worksheets Based on Argument-Driven Inquiry Learning Model to Improve Students' Critical Thinking Skills. Prisma Sains: **Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram**, V10(N3), P510-521. Retrieved from: https://doi.org/10.33394/j-ps.v10i3.5277

Ramadhan, S., Mardapi, D., Prasetyo, K. & Utomo, B. (2019). The development of an instrument to measure the higher order thinking skill in physics. **European Journal of Educational Research**, V8(N3), P743-751. Retrieved from: https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.3.743

Ramadhan, S., Sunarto, Mardapi, D. & Prasetyo, Z. (2020). Higher Order Thinking Skill in Physics; A Sistimatical Review. **International Journal of Advanced Science and Technology**, V29(N5), P5102 – 5112.

Risna, Hasan, M. & Supriatno (2020). Implementation Of Guided Inquiry Learning Oriented To Green Chemistry To Enhance Students' Higher-Order Thinking Skills. **Journal of Physics**: Conf. Series V1460. P1-7.

Robinson, Daniel & Schraw, Gregory (2011). **Assessment of Higher Order Thinking Skills**. North Carolina: Information Age Publishing.

Ross, L. (2019). **Using an Argument Driven Inquiry Model to Develop Scientific Proficiency in the Middle School Classroom**. Doctoral Dissertation. University of South Carolina. Retrieved from: https://scholarcommons.sc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6463&context=etd

Saido, G., Siraj, S., Nordin, A. & Al-Amedy, O. (2015). Higher Order Thinking Skills Among Secondary School Students In Science Learning. **The Malaysian Online Journal of Educational Science**, V3(N3), P13-20.

Sampson, V. & Walker, J. (2012) Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Students Write to Learn by Learning to Write in Chemistry. **International Journal of Science Education**, V34(N10), P1443-1485. Retrieved from: https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667581

Sampson, V., Hutner, T, Patrick, D., LaMee, A. & Grooms, J. (2017). **Argument-Driven Inquiry in Physics, Volume 1: Mechanics Lab Investigations for Grades 9–12**. Arlington, Virginia: NSTA Press.

Sampson, V., Murphy, A., Lipscomb, K., & Hutner, T. (2018) **Argument-Driven inquiry in Earth and Space Science**. Arlington, Virginia; NSTA Press.

Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J. & Witte, S. (2013). Writing to Learn by Learning to Write During the School Science Laboratory: Helping Middle and High School Students Develop Argumentative Writing Skills as They Learn Core Ideas. **Science Education**, V97(N5), p643–670.

Sampson, V., Grooms, J. & Walker, J. (2009). Argument-Driven Inquiry: A way to Promote Learning during Laboratory Activities. **The Science Teacher**, V76(N7), P42-47.

Sampson, V., Grooms, J. & Walker, J. (2010). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. **Science Education**, V95(N2), P217-257.

Silitonga, H., Panjaitan, M. & Supriyati, Y. (2020). Problem Solving Based Physics Learning Strategy to Enhance Students' Higher Order Thinking Skills. **Journal of Physics: Conference Series**, V1567, P1-4. Retrieved from: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1567/4/042104/pdf

Songsil, W., Pongsophon, P., Boonsoong, B. & Clarke, A. (2019). Developing Scientific Argumentation Strategies Using Revised Argument-Driven Inquiry (Radi) in Science Classrooms in Thailand. **Asia-Pacific Science Education**, V5(N7), P1-22. Retrieved from: https://doi.org/10.1186/s41029-019-0035-x

Suganda, T., Parno, P., Sunaryono, S., Latifah, E. & Yuliati, L. (2023). Improving Students' Critical Thinking Ability Through Model Argument Driven Inquiry (ADI) Integrated STEM. **AIP Conference "The 5th International Conference on Mathematics and Science Education (ICoMSE): Science and Mathematics Education Research: Current Challenges and Opportunities**", 3–4 August 2021 Malang, Indonesia, V2569 (N1). Retrieved from: https://doi.org/10.1063/5.0112514

Suliyanah, Fadillah, R. & Deta, U. (2020). The Process of Developing Students' Scientific Argumentation Skill Using Argument-Driven Inquiry (ADI) Model in Senior High School on The Topic of Elasticity. **Journal of Physics: Conf. Series,** V1491(N012046), P1-5. Retrieved from: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1491/1/012046

Suprapto, E., Saryanto; Sumiharsono, R. & Ramadhan, S. (2020). The Analysis of Instrument Quality to Measure The Students' Higher Order Thinking Skill in Physics Learning. **Journal of Turkish Science Education**, V17(N4), P 520-527.

Tilchin, Oleg. & Raiyn, J. (2015). Computer-Mediated Assessment of Higher-Order Thinking Development. **International Journal of Higher Education**, V4(N1), P225-231.

Vallerand, R. & Verner-Filion, J. (2013). Making People's Life Most Worth Living: On the Importance of Passion for Positive Psychology, **Terapia Psicologica**, V31(N1), P35-48

Vallerand, R. (2008). On the Psychology of Passion: In Search of What Makes People's Lives Most Worth Living. **Canadian Psychology**, V49(N1), P1-13.

Vallerand, R. (2012). The Role of Passion in Sustainable Psychological Well-Being. **Psychology of Well-Being**. V 2, Article number (1), P1-12. Retrieved from: https://doi.org/10.1186/2211-1522-2-1

Vallerand, R. (2015). **The Psychology of Passion "A Dualistic Model"**. New York: Oxford University Press.

Vallerand, R., Blanchard, C., Mageau, G., Koester, R, Ratelle, C., Léonard, M., Gagne´, M. & Marsolais, J. (2003). Les Passions

de L'Âme: on Obsessive and Harmonious Passion. **Journal of Personality and Social Psychology**, V85, P756-767.

Vallerand, R., Paquette, V. & Richard, C. (2022). The Role of Passion in Psychological and Cardiovascular Responses: Extending the Field of Passion and Positive Psychology in New Directions. **Frontiers in Psychology**, V12. Retrieved from: https://www.doi.org/10.3389/fpsyg.2021.744629

Vallerand, R., Salvy, S., Mageau, G., Elliot, A., Denis, P., Grouzet, F. & Blanchard, C. (2007). On the Role of Passion in Performance. **Journal of Personality**, V75(N3), P505-533.

Vygotsky, L. (2020). **Educational Psychology**. Translated by: Robert Silverman. Florida: CRC Press.

Walker, J. & Sampson, V. (2013) Learning to Argue And Arguing to Learn: Argument-Driven Inquiry As A Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn how to Construct Arguments and Engage in Argumentation During A Laboratory Course. **Journal of Research in Science Teaching**, V50(N5), P561–596.

Walker, J., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B. & Zimmerman, C. (2012). Argument-Driven Inquiry in Undergraduate Chemistry Labs: The Impact on Students' Conceptual Understanding, Argument Skills, and Attitudes toward Science. **Journal of College Science Teaching**, V41(N4), P82-89.

Walker, J., Sampson, V., Southerland, S. & Enderle, P. (2016). Using Laboratory to Engage All Students in Science Practices. **Chemistry Education Research and Practice**, (N4), P1098-1113. Retrieved from:

https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2016/rp/c6rp00093b

Warner, Rebecca (2020). **Applied Statistics I "Basic Bivariate Techniques"**. California: SAGE Publications.

Zhao, H., Liu, X. & Qi, C. (2021) "Want to Learn" and "Can Learn": Influence of Academic Passion on College Students' Academic Engagement. **Frontiers in Psychology**, V12, P1-9. Retrieved from: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.697822

Zhao, Y., St-Louis; A. & Vallerand, R. (2015). On the Validation of The Passion Scale in Chinese. **Psychology of Well-Being**, V5(N3), P1-11.

Zohar, Anat (2023). **Scaling-up Higher Order Thinking "Demonstrating A Paradigm for Deep Educational Change"**. Switzerland AG: Springer.