مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

فاعليَّة نموذج تدريس الكيمياء القائم على التَّصميم الهندسي في تنمية المُمارَسات الهندسية لدى طالبات الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي

إعداد

نوره بنت علي القرني
مرشَّحة دكتوراه في المناهج وطُرق تدريس العلوم، جامعة الملك سعود

أ. د. سعيد بن محمد الشمراني
أستاذ المناهج وتعليم العلوم، جامعة الملك سعود

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

المستخلص:

هدفُ البحث الكشفُ عن فاعليَّة توظيف نموذجٍ لتدريس الكيمياء وَفْق التَّصميم الهندسي في تنمية المُمارَسات الهندسية لدى طالبات الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي في وحدة الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية، ولتحقيق الهدف اتُّبع البحثُ النَّوعي، وتكوَّنت عيّنةُ البحث المُختارة قصديًّا من ١٥ طالبةً في الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي «مسار علوم الحاسب والهندسة» في إحدى المدارس الأهلية في مدينة الرِّياض. وشَمِلت أدواتُ البحث سُلَّمَ تقدير المُمارَسات الهندسية والمُقابَلات الجماعية للطَّالبات، ومُقابَلةَ المُعلِّمة.

وخلَصت النَّتائجُ إلى أنَّ مُمارَسةَ تحديد المشكلات، والمُشارَكةَ في الحُجَج، والحصولَ على المعلومات وتقويمها وتوصيلها لدى جميع المجموعات جاءت بمستوى «مُتقن». كما جاءت مُمارَسةُ تطوير النَّماذج واستخدامها وتصميم الحلول لدى المجموعتَين (٢) و(٣) بمستوى «متقن»، ولدى المجموعة (١) بمستوى «مُتقدِّم». كما جاءت مُمارَسةُ تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها واستخدامُ الأساليب الرِّياضية وتحليلُ البيانات لدى المجموعاتِ الثَّلاثة بمستوى «مُتقدِّم» باستثناء مُمارَسة استخدام الرِّياضيَّات لدى المجموعة (١) بمستوى «مبتدئ». كما أظهرت النَّتائجُ أنَّ دراسةَ الوحدة وَفْقَ نموذج التَّدريس قد أسهم في تنمية أكثر المُمارَسات الهندسية باستثناء مُمارَسة استخدام الرِّياضيَّات. وقدَّم البحثُ عدَّةَ توصياتٍ ومُقترَحات؛ منها: دعمُ دليل المُعلِّم بتوجيهاتٍ حول كيفية تقييم دِقَّة جمع البيانات وتحسينها، وتوظيفِ الحسابات الرِّياضية في التَّصاميم الهندسية.

الكلمات المِفتاحية: *التَّصميم الهندسي، المُمارَسات الهندسية، نموذج تدريس الكيمياء، وحْدة الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية.*

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

Abstract:

The aim of this research is to reveal the effectiveness of employing a chemistry teaching model based on engineering design in developing engineering practices among second-year high school female students in the unit on energy and chemical changes. To achieve this objective, a qualitative research approach was adopted. The research sample, selected purposefully, consisted of 15 second-year high school students from the "Computer Science and Engineering Path" at a private school in Riyadh. The research tools included an Engineering Practices rating scale, group interviews with students, and an interview with the teacher.

The results indicated that the practices of problem identification, argumentation, obtaining, evaluating, and communicating information were at a "proficient" level for all groups. The practices of model development and usage, as well as solution design, were at a "proficient" level for groups (2) and (3) and at an "advanced" level for group (1). Additionally, the practices of planning and conducting investigations and using mathematical methods and data analysis were at an "advanced" level for all three groups, except for the practice of using mathematics in group (1), which was at a "beginner" level. The findings also showed that studying the unit according to the teaching model contributed to the development of most engineering practices, except for the practice of using mathematics .The research provided several recommendations and suggestions, including enhancing the teacher's guide with directions on how to assess and improve the accuracy of data collection, and incorporating mathematical calculations into engineering designs.

Keywords: *Engineering Design, Engineering Practices, Chemistry Teaching Model, Energy and Chemical Changes Unit .*

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

المقدمة:

تُسهم مناهجُ الكيمياء في تنمية فَهم المتعلِّمين للمشكلات العلمية والإسهام في حلِّها من خلال تركيزها على تنمية المُمارسات العلمية والهندسية لدى المتعلِّمين، بجانب اهتمامِ مجال الكيمياء بدراسة تركيب الموادِّ وخصائصها وتفاعُلاتها؛ الأمرُ الذي ربطه بالكثير من المجالات المُهمَّة في حياتنا؛ كالتَّصنيع والزِّراعة والكهرباء، والصِّحَّةِ والبيئة والإشعاعِ، والأغذيةِ وغيرِها.

ويبرز الاهتمام العالمي بدمج التصميم الهندسي في تعليم العلوم من خلال تضمينه في عناوين (٥٤٩) مقالة أو بحثًا منشورًا خلال الأعوام (٢٠٠٠ – ٢٠١٨) (Li, et al., 2020). كما تدعَم كلٌّ من معايير مجال تعلم العلوم الصَّادرة عن هيئة تقويم التَّعليم والتَّدريب (٢٠١٩)، والجيل القادم من معايير العلوم Next Generation Science Standards (NGSS) الصادرة من المؤسَّسة الوطنية للبحث National Research Council (NRC, 2012) على تنمية الممارسات العلمية والهندسية بشكل متكامل مع الأفكار الرئيسة والمفاهيم المشتركة والقضايا المشتركة؛ لتحفيز قدرة متعلمي العلوم على الابتكار وحل المشكلات (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠١٩؛ NRC, 2012). إن التركيز على تكامل تعلم الممارسات الهندسية مع العناصر الأخرى في بنية المعايير ممَّا ميزه عن تضمينه في الجهود الإصلاحية السابقة تحت مسمى «التصميم التقني»، كمعايير التربية العلمية الوطنية National Science Education Standards (NSES) الصادرة من المجلس الوطني للبحوث (NRC)، والمحكات المرجعية للثقافة العلمية Benchmarks For Science Literacy الصادرة من الجمعية الأمريكية لتقدُّم العلوم American Association For The Advancement of Science (AAAS) (Purzer & Quintana-Cifuentes, 2019).

ويُعدُّ التَّصميمُ الهندسي النَّشاطَ المركزي للهندسة أو ممارستها التَّخصُّصية (Purzer & Quintana-Cifuentes, 2019)، وهو عمليةٌ تَكرارية لحلِّ المشكلات تستند على مفاهيمِ العلوم والرِّياضيَّات (NAE & NRC, 2014)، ويشمل البحثَ

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

والتَّصميم، وبناءَ المنتج وتقويمَه، وفيه يُقوم التَّصميم الهندسي بحسَب المعايير والقيود؛ فالمعاييرُ هي الخصائصُ المرغوبة في التَّصميم الهندسي؛ مثل: كِفايته وجماله الفني والأمن والسَّلامة، أمَّا القيودُ فهي التي تركِّز على قوانينِ الطَّبيعة، والمواردِ والظُّروف (Barroso et al., 2013).

وبالرغم من تضمين معايير تعليم العلوم للممارسات الهندسية كمكون رئيس، إلا أن هناك قصور في تضمين طبيعة الهندسة أو طبيعة دمجها في تعليم العلوم (Barak et al., 2022)، وبالمثل لمعايير تعلم العلوم الوطنية التي اقتصرت على تضمين طبيعة العلم. فطبيعة مجالين أو أكثر بعد دمجهما قد تختلف عن طبيعة أي مجال منهم بمفرده (Ortiz-Revilla et al., 2020)، كما أن فهم المعلمين لطبيعة ذلك ينعكس على تصميم الدروس أو ممارساتهم التدريسية (Barak et al., 2022). إضافة إلى أنه بالرغم من الاهتمام البحثي بدمج التصميم الهندسي في تعليم العلوم، بجانب صياغة توقعات الأداء للممارسات الهندسية في المعايير، إلا أن تدريسه يشكل تحديًا للمعلمين (NRC, 2012)، لضعف معرفتهم الهندسية ومعرفتهم بتدريسها (Crismond & Adams, 2012; NRC, 2012)، وضعف اهتمام المعايير بتضمين طبيعة الهندسة ودمجها في تعليم العلوم (Barak et al., 2022)، بجانب تحدي ترجمتها في كتب العلوم باعتبارها موردًا مهمًا في توجيه أداء المعلم (NRC, 2012). وعليه فإنَّ دمج التصميم الهندسي في تعليم العلوم يتطلب تصميمًا وتطويرًا يراعي وجهات النظر التربوية والمعرفية والمنهجية حول دمجهما، والمتمثلة أولًا في القوة التربوية لتوظيف الهندسة في تعليم العلوم؛ لمساعدتها في جعل المفاهيم العلمية المجردة أكثر واقعية، وثانيًا في التعددية المعرفية؛ لاستناد الهندسة على العلوم الطبيعية في حججها وممارساتها بجانب تخصصات أخرى، وثالثًا في المرونة المنهجية للتصميم الهندسي؛ لمساهمته في تطوير قدرة المتعلمين على حل مشكلات متنوعة (Purzer & Quintana-Cifuentes, 2019).

وتختلف آليَّاتُ دمج التَّصميم الهندسي في تعليم العلوم وَفقًا لخُصوصيَّة الموضوع الدِّراسي (NAE & NRC, 2014)، والمشكلةِ المُستهدف تصميمُ حلولها، وخصائصِ بيئة التَّعلُّم ومواردها، كما يتأثَّر تعدُّدُ نماذج دمجه في تعليم العلوم بتنوُّع نماذج التَّصميم

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

الهندسي (Osgood & Johnston, 2022)؛ وهي النَّماذجُ التي تُبرِز طبيعة الهندسة المتمثِّلة في مُرونتِها المنهجية للوصول إلى التَّصميم الأنسب، وتكيُّفِها وفقًا للموارد المتاحة (Kelley et al., 2021; Purzer & Quintana-Cifuentes, 2019). إنَّ الاهتمامَ بتطوير نماذج تدريس العلوم وَفْق التَّصميم الهندسي يُسهم في إفادةِ المُعلِّمين حول مبادئ دمج التَّصميم الهندسي في تدريس العلوم وكيفية توظيفه، ومُقارَنةِ مُمارساتهم على أساسها. وقد أشارت دراسةُ جاو وآخرين (Gao et al., 2020) إلى أنَّ ضَعف الاتِّساق بين ممارسات التَّدريس والتَّقويم التي لوحظت في الأبحاث المرتبطة بدمج تعليم العلوم والهندسة كان نتيجةً لتقصيرها في وصف الاستراتيجيات المستخدمة في الدَّمج.

وقد قدَّمت الدِّراساتُ نماذجَ تدريسيةً لدمج تعليم العلوم والهندسة (الجلال، ٢٠١٨؛ Brand et al., 2017؛ Karabiyik et al., 2022). ويُلحظ تركيزُها على مناقشة طبيعة الهندسة في مقدِّمة مراحل النَّماذج لأنَّ فَهمها يدعم ممارساتِهم الهندسيةَ (الجلال، ٢٠١٨؛ Emami et al., 2011؛ Karabiyik et al., 2022). كما يبرُز فيها اختلافُ مواضعِ دمج التَّصميم الهندسي، وتَفاوُتُها ما بين دمجه سِياقًا للتَّعلُّم طَوالَ الوحدة أو في بدايةِ الوحدة لتأطير تحدِّي التَّصميم والانتهاء به، أو اقتصارِ دمج الهندسة في المشروع النِّهائي للوحْدة. وقد أظهرت نتائجُ دراسة كروتي وآخرين (Crotty et al., 2017) أنَّ الفَهمَ الهندسي يكون أعلى لدى المتعلِّمين عند دمج الهندسة سِياقًا للتَّعلُّم طَوال الوحدة مُقارَنةً بنتائج دمجه في المشروع النِّهائي، كما ظهر فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا بين الفَهم الهندسي القَبْلي والبَعْدي للمتعلِّمين الذي دُرِّسوا وَفْق نموذج (تأطيرِ تحدِّي التَّصميم في بداية الوحدة، فالتَّركيزِ على المشاركة في الأنشطة العلمية، ثمّ الانتهاءِ بإكمال التَّحدِّي). إنَّ دمجَ الهندسة سِياقًا لتعلُّم العلوم طَوال الوحدة يناسب مفهومَ التَّعلُّم القائمَ على المشروعات الذي تدعمه نظريةُ التَّعلُّم البِنائي (Han et al., 2015; Larmer, 2014)، كما أنَّ تقديمَ تدريس المشكلة الهندسية على المشكلة العلمية له تأثيرٌ إيجابيٌّ في نواتج التَّعلُّم (Raghavan et al., 1991, as cited in Cunningham & Carlsen, 2014).

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

ووفقًا لنتائج المراجعة المنهجية لتقييمات نتائج التعلم في الأبحاث المرتبطة بدمج تعليم العلوم والهندسة، فقد جاء تركيزها على تقييم مجال المعرفة أحادية التخصص والجوانب الوجدانية بشكل أكبر من المعرفة أو الممارسات متعددة التخصصات، كما أنه بالرغم من تطوير أنشطة تعليمية قائمة على التصميم الهندسي، إلا أن عددًا قليلاً من الدراسات قيمت ممارسات التصميم الهندسي (Gao et al., 2020)؛ بالرغم من تمثيلها كعنصر رئيس في معايير تعليم العلوم (NRC, 2012). وقد تبرز تحديات تقييم الممارسات الهندسية في ارتباطها بمشاركة المتعلمين في عدة عمليات وقرارات خلال مراحل التصميم، وفي مجموعات تعاونية ممَّا يتطلب جهدًا ووقتًا أطول في التقييم (Gao et al., 2020; Karabiyik et al., 2022; Osgood & Johnston, 2022).

ويمكِن توظيفُ أساليبَ وأدواتِ تقييم كَمِّيَّةٍ ونَوعيةٍ للمُمارَسات الهندسية (Cunningham & Lachapelle, 2014)، وقد تضمَّن الجيلُ القادم من معايير العلوم (NGSS) سُلَّمًا تقديريًّا وصفيًّا للمُمارَسات الهندسية استندت عليه دراسةُ الغامدي (٢٠١٩) للتَّعرُّف على أداء المُمارَسات الهندسية لدى المُتعلِّمين الموهوبين ووَفْقَ ثلاثةِ مستويات إنجاز (مبتدئ، مُتقدِّم، مُتقِن)، بجانب توظيفها المُقابَلةَ للتَّعرُّف على مدى فَهمهم حولها. ويُعدُّ توظيفُ المُقابَلة الجماعية للمُتعلِّمين مُناسبًا لسياق مُشاركتهم التَّعاونية في التَّعلُّم والتَّصميم؛ إذ تتَّسم بإسهامها في إحداث التَّفاعُل بين آراء المُتعلِّمين ومشاعرهم ومُمارساتهم التي قد تصعُب معرفتُها من خلال الملاحظة (Koshy, ٢٠٠٥؛ العبد الكريم، ٢٠١٢)، كما يمكِن توظيفُها في مراحلَ مُتعدِّدةٍ من مشاركتهم في التَّصميم وعند عرضهم الصُّورةَ النِّهائية للمُنتَج؛ وعليه يتضمَّن تقويمهم البِنائيُّ جَودةَ مُنتَج التَّصميم النِّهائي جنبًا إلى جنب مع فَهم المُتعلِّمين؛ وذلك بالنِّقاش معهم حول المُنتَج ليوضِّحوا كيف تغيَّرت أفكارُهم ومُمارَساتُهم مع الأدلَّة والحُجَج، وما يرغبون في تطويره في مُنتجَهم (Capraro et al., 2013). ويشير جاو وآخرون (Gao et al., 2020) إلى أنَّ اقتصارَ بعض الدِّراسات على تقييم المُمارَسات الهندسية بناءً على المُنتج النِّهائي يُعَدُّ قُصورًا في عملية التَّقويم لإغفالها تقييم مُمارَسة المُراجعة وتحسين التَّصميم الهندسي. ومِن جانب آخَرَ يُعَدُّ تحفيزُ المُتعلِّمين إلى تسجيل تقاريرَ حول تصاميمهم الهندسية عند كلِّ مرحلة ممَّا يُعِين

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

المُعلِّمَ على تقييم مُمارَساتهم الهندسية (Capraro et al., 2013; Osgood & Johnston, 2022). وقد ركَّزت بعضُ الدِّراسات على تقييم المُمارَسات الهندسية من خلال تسجيل مُمارَسات التَّصميم التي نفَّذها المُتعلِّمون باستخدام برنامج (Energy3D)، وتدوينِهم للمُلاحَظات والتَّأمُّلات والقرارات في أثناء التَّصميم (Karabiyik et al., 2022; Purzer et al., 2015)، وكذلك توظيفُ أدواتٍ تلتقط وتُسجِّل أصواتَ المُتعلِّمين عند تَفاعُلهم (Karabiyik et al., 2022).

وقد أظهرت نتائجُ التَّحليل البَعْدي لأبحاث تعليم العلوم والتِّقنية والهندسة والرِّياضيَّات (STEM) في دُول آسيا أنَّ فاعليَّتَه في مهارات التَّفكير العُليا عاليةٌ، وأنَّها جاءت مُتوسِّطةً في التَّحصيل الدِّراسي ودافعيَّة التَّعلُّم (Wahono et al., 2020). كما أسهم دمجُ التَّصميم الهندسي في تدريس موضوعات الطَّاقة المُتجدِّدة في مُقرَّر الفيزياء في تحسين التَّفكير المنظومي لدى المُتعلِّمين في الصَّفِّ الحاديَ عشرَ في إندونيسيا (Abdurrahman et al., 2023)، وأسهم تدريسُ الإلكترونيات وَفْقَ مدخل العلوم والتِّقنية والهندسة والفنِّ والرِّياضيَّات (STEAM) في تنمية مهارات التَّفكير المنظومي لدى مُتعلِّمي المرحلة الجامعية في أوكرانيا (Yakymenko et al., 2020). كما أظهرت الأبحاثُ المرتبطة بمجال الكيمياء خاصَّةً نتائجَ إيجابيةً لدمج التَّصميم الهندسي في مُقرَّر الكيمياء في تنمية المُمارَسات العلمية والهندسية (إسماعيل، ٢٠١٨؛ الباز، ٢٠١٧)، والأفكارِ الرَّئيسة (إسماعيل، ٢٠١٨)، وفي تنمية المُيول المهنية والوعي بالمِهَن العلمية (إسماعيل، ٢٠١٧).

مشكلة البحث:

ركزت معايير مجال تعلم العلوم على تعزيز الممارسات العلمية والهندسية لدى المتعلمين لبناء معرفتهم العلمية وللمساهمة في إيجاد حلولٍ للمشكلات العلمية وقضايا الاستدامة التي تُمثل أولويةً في مناهج

التعليم العام (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠١٩). إلا أن حداثة تضمين الممارسات الهندسية بعدًا رئيسًا في معايير العلوم يشكل تحديًا لمعلمي الكيمياء في تنميتها لدى المتعلمين، إذ جاءت كفاءة معلمات الكيمياء الذاتية في تنمية الممارسات الهندسية

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

لدى الطالبات متوسطة (القرني والأحمد، ٢٠١٨)، أما مستوى ممارساتهن لتنمية الممارسات الهندسية فجاءت منخفضة (العجمي، ٢٠٢٠). كما أن من العوامل المؤثرة في الكفاءة الذاتية لمعلمات الكيمياء في تنمية الممارسات الهندسية هو ضعف تمثيل التصميم الهندسي في محتوى كتب الكيمياء (القرني والأحمد، ٢٠١٨)، إذ جاء بنسبة تتراوح ما بين (٤,٤٩٪ – ٧,٠٧٪) (صبري ونصار، ٢٠٢١).

وبناء على ما سبق ووفقًا لما أظهرته نتائج دراسة الأحمد وآخرون (٢٠٢٣) من أولوية عالية للبحث حول التصميم الهندسي في سياق تعليم العلوم، وحول ربط تعليم العلوم بالقضايا العلمية المجتمعية، وبالرغم من وجود دراسات سابقة محلية كدراسة الجلال (٢٠١٨) التي قدمت نموذجًا تدريسيًا للتصميم الهندسي في وحدات العلوم بالمرحلة المتوسطة، ودراسة الدوسري والشايع (٢٠٢٤) التي طورت نموذجًا تدريس الفيزياء وفق التصميم الهندسي الموجه بالجدل العلمي، إلا أنه لا توجد دراسة محلية قدمت نموذجًا لتدريس مجال الكيمياء وفق التصميم الهندسي، أو استهدفت عينتها متعلمي العلوم في مسار الهندسة، حيث إن مراعاة أهداف المنهج ومحتواه والسياقات ذات الصلة بالتعلم أمرًا حيويًا في تصميم نماذج التدريس (Makela et al., 2022; Kelley et al., 2021; NAE & NRC, 2014; Purzer & Quintana-Cifuentes, 2019). وعليه تبرز الحاجة إلى بناء نموذج تدريس الكيمياء القائم على التصميم الهندسي لتنمية الممارسات الهندسية لدى طالبات الصف الثاني ثانوي في مسار الهندسة.

سؤال البحث:

ما فاعليَّةُ نموذج تدريس الكيمياء القائم على التَّصميم الهندسي في تنمية الممارسات الهندسية لدى الطَّالبات في الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي؟

مصطلحات البحث:

النَّمُوذج التَّدريسي (Teaching Model): يُعرَّف بأنَّه تمثيلٌ أو مُخطَّط مُبسَّط لكيفيَّة التَّدريس والعَلاقات بين عناصره؛ كنواتجِ التَّعلُّم المستهدفة، وممارساتِ التَّدريس ومراحله، وطبيعةِ التَّفاعُلات الاجتماعية في بيئة التَّعلُّم، كلُّ ذلك استنادًا على نظريات

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

التَّعلُّم والسِّياقات ذات الصِّلة ببيئة التَّعلُّم والنِّظام التَّعليمي للإسهام في توجيه التَّدريس وتحسين نواتج التَّعلُّم (Bower & Vlachopoulos, 2018; Pateliya, 2013).

ويعرِّفه الباحثان نموذجَ تدريس الكيمياء القائمَ على التَّصميم الهندسي إجرائيًّا بتمثيلِ كيفية تدريس وحْدة «الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية» وَفْق التَّصميم الهندسي؛ وذلك من خلال وصف نواتجِ التَّعلُّم المستهدفة، والمُمارساتِ التَّدريسية، وطبيعةِ التَّفاعُلات الاجتماعية في بيئة التَّعلُّم؛ كلُّ ذلك استنادًا على نظرية التَّعلُّم البِنائية الاجتماعية والسِّياقات ذات الصِّلة ببيئة التَّعلُّم، وبما يسهم في توجيه التَّدريس لتنمية المُمارسات الهندسية والتَّفكير المنظومي لدى طالبات الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي.

الممارسات الهندسية (Engineering Practices): وتُعرفها وثائق معايير تعليم العلوم (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠١٩؛ NRC, 2012) بتحديد المشكلة، وتطوير النماذج واستخدامها، وتخطيط التحقيقات وتنفيذها، وتحليل البيانات وتفسيرها، واستخدام الرياضيات والتفكير الحسابي، وتصميم الحلول، والمشاركة في الجدل العلمي بالاعتماد على الأدلة، والحصول على المعلومات وتقويمها والتواصُل بها.

ويعرِّفه الباحثان إجرائيًا بممارسة طالبات الكيمياء لتحديد المشكلة، وتطوير النماذج واستخدامها، وتخطيط التحقيقات وتنفيذها، واستخدام الرياضيات وتحليل البيانات وتفسيرها، وتصميم الحلول، والمشاركة في الجدل العلمي بالاعتماد على الأدلة، والحصول على المعلومات وتقويمها والتواصُل بها من خلال ملاحظة المجموعات أثناء تدريسهن وحدة «الطاقة والتغيرات الكيميائية» وفق نموذج تدريس الكيمياء القائم على التصميم الهندسي وما يُعبرن حول ممارستها من خلال مقابلتهن.

منهج البحث:

يتَّبع هذا البحثُ في منهجيَّته البحث النوعي باستخدام تصميم دراسة الحالة، من خلال جمع البيانات الوصفية بأدوات ومصادر متعددة أثناء مشاركة طالبات الصف الثاني الثانوي في دراسة الوحدة وفق نموذج التدريس القائم على التصميم الهندسي، وفيه تم تقييم مستوى الممارسات الهندسية لدى طالبات من خلال ملاحظة أدائهن من المعلمة والباحثة

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

وما يُقدِمنَّ من تقارير للمشروع، كما تم إجراء المقابلات الجماعية للطالبات ومقابلة المعلمة للتعرف على فاعلية النموذج في تنمية الممارسات الهندسية لدى الطالبات.

سياق البحث:

أولًا: التدخل

يتضمَّن تطبيقَ نموذج تدريس الكيمياء وَفْق التَّصميم الهندسي على طالبات الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي، ويرتكز هذا النَّموذجُ على دمج التَّصميم الهندسي سِياقًا لتَعلُّم الأفكار الرَّئيسة العلمية والممارَسات العلمية والهندسية من بداية الوحدة حتى نهايتها. كما يركِّز النَّمُوذجُ على دعمِ التَّفكير حول طبيعة التَّصميم الهندسي دعمًا صريحًا وواضحًا من خلال طرحِ الأسئلة التي تعزِّز التَّأمُّلَ والتَّفكير حوله عند مُشاركة المتعلِّمين في الممارسات الهندسية؛ كتكراريَّة العمليات والمراجَعة والتقويم، وعَلاقتِها بالمفاهيمِ العلمية والرياضية، وتأثُّرِها بالسِّياق أو القيود البيئية والاجتماعية والاقتصادية، إضافةً إلى تركيزِه الصَّريح والواضح على تنمية التَّفكير المنظومي في مراحلِ التَّصميم الهندسي من خلال طرحِ الأسئلة المُعزِّزة التَّأمُّل والتَّفكير في العَلاقات بين الجانب العلمي والهندسي والسِّياقي وأصحابِ المصلحة المتنوِّعين، والتَّفكيرِ في البُعْد الزَّمني، والعملياتِ الدِّيناميكية. ويوضِّح الجدول (١) مراحل النَّمُوذج وأبرز إجراءاته.

جدول1 : نموذج تدريس الكيمياء القائم على التَّصميم الهندسي

المرحلة	المراحل الفرعية والإجراءات
١- التهيئة للتحدي الهندسي	١. البحث حول المشكلة في سياقها الأوسع ووصفها من خلال: عرض سيناريو لمشكلةٍ ترتبط بقضايا التَّنمية المستدامة وموضوع الوحدة. توجيههم لعرض أفكارهم وما يعرفونه عن المشكلة. توجيههم إلى وصف المشكلة من خلال بناء مُخطَّط العَلاقات بين الجوانب العلمية والهندسية والسِّياقية (البيئية، والمجتمعية، والاقتصادية)، والتَّأثيرات الحالية والمستقبلية.
	٢. الرَّبط بين التَّحدِّي الهندسي وأهداف التَّنمية المستدامة. عرض فيديو تعريفي لأهداف التَّنمية المستدامة. تحفيزهم لإيجاد العَلاقات بين المشكلة وأهداف التَّنمية المستدامة.
	٣. تحديد أصحاب المصلحة ودَورهم في المشكلة أو حلِّها.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

	٤. تحديد المعايير والقيود. تحفيز تفكيرهم حول المعايير والقيود. وتجسير معرفتهم حولها من خلال توضيح المُعلِّمة لـ(٢-٣) منها، وتحديد بقيَّة المعايير والقيود لكلِّ مجموعة وَفْق ما يتَّفقون عليه مع المعلِّمة.
٢- التَّفكير في الحلول السَّابقة «دراسة الحالة».	١. بناء المفاهيم العلمية: أ. استكشاف المفاهيم العلمية وتبريرها. توجيه المتعلِّمين إلى تحديد ما يعرفونه حول المفاهيم العلمية المرتبطة بالحلول السَّابقة وما يرغبون في معرفته. طرح أسئلةٍ حول الحلول السَّابقة مرتبطةٍ باستكشاف المفاهيم العلمية الجديدة في الوحدة ومناقشتها. ب. التَّوسُّع في تطبيق المفاهيم العلمية من خلال ربطها بسياقات جديدة. تقديم أنشطةٍ داعمة ومسائلَ تدريبيةٍ في الكتاب تُحدِّدها المعلِّمة.
	٢. التَّفكير في طبيعة التَّصميم الهندسي للحلول السَّابقة. البحث حول منهجيَّات التَّصميم الهندسي وممارساته في الحلول السَّابقة. تعزيز تأمُّل المتعلِّمين حول المنهجية والممارسات الهندسية، (كتَكرارية العمليات والتَّقويم، وعلاقتها بالمفاهيم العلمية والرياضية، وتأثرها بالسِّياق والقيود البيئية والاجتماعية والاقتصادية). . التَّعرُّف على سِمات المصمِّم المبتدئ والخبير. توجيههم إلى تقويم سِمات المصمِّم الهندسي في الحالة الدِّراسية من خلال مقارنتها بسِمات المصمِّم المبتدئ والخبير.
	٣. تقييم الحلول السَّابقة للمشكلة. توجيه المتعلِّمين إلى عرض الإيجابيات والسَّلبيات في فكرة الحلِّ في الحالة الدِّراسية (وَفْقًا للعَلاقات بين الجوانب العلمية والهندسية والسِّياقية، وتأثير البُعد الزَّمني). توجيه المتعلِّمين بتكليفٍ فردي منزلي للبحث عن حلٍّ سابق وكتابةِ وصفٍ مُوجَز للمشكلة، وفكرة الحلِّ ومراحلها، والمعايير والقيود، وإيجابيَّات الحلِّ وسلبيَّاته.
٣- تطوير فكرة التَّصميم	١. العصف الذِّهني لحلِّ المشكلة. تحفيز المجموعات لعرض أفكارهم لحلول المشكلة في بيئةٍ وديَّة خالية من الانتقاد.
	٢. تقييم بدائل الحلول المقترحة. تحفيز ممارسة الجدل العلمي من خلال توجيه المجموعات إلى تقديم الحُجَج والأدلَّة عند تحديد (٢-٣) من الأفكار المقترحة وترتيبها وَفقًا للمعايير والقيود.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

	٣. بناء مخطَّط العَلاقات بين الجوانب العلمية والهندسية والسِّياقية والبُعد الزَّمني المرتبطة بفكرة التَّصميم المختارة.
٤- إنشاء التَّصميم وتقويمه	١. التخطيط لإنشاء نموذج التَّصميم. توجيههم إلى وضع خُطَّة لتنفيذ أفكارهم، (كتحديد احتياجات إنشاء نموذج التَّصميم ومتطلَّباتها وتسويغها، والمهامّ، وطبيعةِ النَّمُوذج «مادِّي، أو مُحاكاة حاسوبية»، وزمن التَّنفيذ.
	إنشاء نموذج التَّصميم. توجيههم إلى إنشاء نموذج التَّصميم «مادِّي، أو محاكاة حاسوبية». توجيههم إلى تسجيل وثائقَ كافيةٍ حول التَّصميم الهندسي عند كلِّ مرحلة.
	٣. اختبار نموذج التَّصميم وتقويمه توجيههم إلى ملاحظة عمليَّاتِه الدِّيناميكية عند تجريبه. تحفيز تأمُّلهم حول طبيعة التَّصميم الهندسي، وإفادتهم بطُرق المهندسين عند إعادة التَّصميم. تحفيز تفكيرهم وممارساتهم لتطوير التَّصميم، وتدوين أيِّ محاولةٍ للتَّحسين ووصفها وتسويغها وَفقًا للجوانب العلمية والهندسية والسِّياقية والبُعد الزَّمني.
٥- التواصل والتَّأمُّل حول التَّصميم.	١. عرض المجموعات للتَّصميم الهندسي (شفهيًّا، وكتابيًّا في نموذج التَّقرير) وتسويغه.
	٢. اقتراح أهدافٍ مستقبلية لتطوير تصميمٍ مستدام.

ثانيًا: المحتوى الدِّراسي

يتمثَّل موضوعُ الوحدة المستهدَف في تدريسها وَفْق النَّمُوذج في «الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية» بمُقرَّر الكيمياء (٢)، وقد اختيرت لأهميَّتها الموضوعية لأنَّ الطَّاقةَ إحدى المجالات الرَّئيسة المرتبطة بقضايا الاستدامة وإحدى الأوَّليَّات الوطنية في البحث العلمي. وتتمثَّل نواتجُ التَّعلُّم المستهدَفة فيما يلي:

- تحديد مشكلةٍ علمية وهندسية مرتبطة بمصادر الطَّاقة المتجدِّدة في المباني المدرسية ووصفها في سياقها الأوسع.
- بناء الأفكار والمفاهيم العلمية المرتبطة بالوحدة (الأفكار الرَّئيسة والأهداف المحدَّدة في الكتابة) عند دراسة الحلول السَّابقة للمشكلة وتطوير الحلول.
- تطوير نموذجٍ أو تصميمٍ هندسي يعتمد على مصادر الطَّاقة المتجدِّدة لحلِّ المشكلة.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

ثالثًا: سياق التَّحدِّي الهندسي

طُوِّر سيناريو يحفِّز مُشاركةَ الطَّالبات في التَّصميم من أجْل حلِّ المشكلات؛ وذلك من خلال ربطِه بموضوع الوحدة «الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية» وقضايا التَّنمية المستدامة المرتبطة ارتباطًا كبيرًا بالطَّاقة النظيفة. ويستند السِّيناريو على بياناتٍ مُتعدِّدة تتمثَّل في إحصائياتٍ حقيقية حول نِسَبِ الانبعاثات الكربونية واستهلاك الوقود في المملكة، وبياناتٍ افتراضية مرتبطة بالمشكلات التي تواجهها إحدى المدارس في خِدمات مبناها – كالإضاءة والتَّهوية ونحوها– عند اعتمادها على استخدام الطَّاقة الشَّمسية كالانقطاعات في الطَّاقة الكهربائية، بجانب وجود تلوُّثٍ الضَّباب الدُّخاني لقُربِ موقعها من منطقةٍ زراعية تحْوي مُخلَّفاتٍ زراعيةً. ويُسهم اعتمادُ السيناريو على عواملَ وأبعادٍ مُتعدِّدة للمشكلة في تعزيزِ النَّظرة الشمولية حولها وإتاحةِ الفرصة للمتعلِّمين لتطوير حلولٍ متنوِّعة؛ حيث نظرت بعضُ المجموعات في تطوير عوازلَ لحماية الألواح الشَّمسية من الضَّباب النَّاتج من المُخلَّفات الزِّراعية، وأخرى في تعزيز كِفاية الألواح الشَّمسية.

رابعًا: دراسة الحالة للحلول السَّابقة

ركَّزت مرحلةُ التَّفكير في الحلول السَّابقة على جانبَين:

الأول/ تقديم نشاطٍ يستهدف دراسةَ حالةٍ ترتبط بإحدى الحلول ذات العَلاقة بالمشكلة؛ وهي الاستفادةُ من المخلَّفات الزراعية في صناعة وقودٍ حيوي؛ وذلك من خلال عرضٍ مُلخَّص لدراسة حول «مُلاءمة بذور التَّمر – وَقُودًا حيويًّا صُلْبًا– لإنتاج الطَّاقة الحرارية في أجهزة التَّدفئة»، وتتضمَّن أوراقُ العمل الدَّاعمةُ لتطبيق النَّمُوذج أسئلةً تستهدف استكشافَ المفاهيم العلمية ذاتِ العَلاقة بالوحدة (كوصفِ نَوع الطَّاقة في أنوية التَّمر، والتَّغيُّراتِ في طاقتها الحرارية والعوامل التي تساعد في إنتاجها، وكمِّيةِ الحرارة المنطلقة ونَوع الاحتراق، وحرارةِ الاحتراق والتَّكوين القياسية لمُركَّب ثاني أكسيد الكربون والحسابات المرتبطة بها)، بجانب تعزيز تفكيرهم حول طبيعة التَّصميم الهندسي وتقويم الحلول الهندسية.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

الثَّاني: إتاحة الفرصة للبحث عن حلولٍ سابقة من خلال تكليفٍ فردي المتعلِّمين بكتابة وصفٍ مُوجَز في صفحةٍ واحدة يوضِّح المشكلةَ التي حدَّدتها الدِّراسةُ، وفكرةَ الحلِّ ومراحلها، والمعاييرَ والقيود، وإيجابيَّاتِ الحلِّ وسلبياتِه.

ثالثًا: التَّقويم

- **البِنائي:** طرحُ المعلِّمة أسئلةً لتحفيز مشاركة المتعلِّمين لبناء المفاهيم العلمية في الوحدة، ولتحفيزِ مشاركتهم في التَّصميم الهندسي والتَّفكير المنظومي، وتقويمِ الممارسات الهندسية باستخدام سُلَّم التَّقدير.
- **الأقران:** تقييم كلِّ مجموعةٍ لمشاريع المجموعات الأخرى وَفْق سُلَّمِ تقدير لتحديد الأداء والتَّصميم الأفضل.
- **الختامي:** تقويم التَّفكير المنظومي باستخدام الأسئلة المفتوحة حول مشكلةٍ علمية، وتقويمُ الممارسات الهندسية عند العرض النِّهائي للمشروع.

خامسًا: زمن التَّطبيق

طبَّقت المعلِّمةُ نموذجَ تدريس الكيمياء القائمَ على التَّصميم الهندسي لتدريس وحدة «الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية» خلال الفصل الدِّراسي الثَّاني من العام الدِّراسي (١٤٤٥هـ)، وتكوَّن من (١٥) حِصَّةً دراسيةً على النَّحو التَّالي:

- مرحلة التَّهيئة للتَّحدِّي الهندسي (حصَّةٌ دراسية واحدة).
- مرحلة التَّفكير في الحلول السَّابقة باستخدام «دراسة الحالة» (٥-٦ حِصَص).
- مرحلة تطوير فكرة التَّصميم (حصَّةٌ دراسية واحدة).
- إنشاء التَّصميم وتقويمه (٦ حصص، ٣ أساسية، ٣ داعمة).
- التَّواصُل والتَّأمُّل حول التَّصميم (حصَّةٌ دراسية واحدة).

رابعًا: المشاركون في البحث:

- **عيِّنة البحث:** طالبات الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي في مسار علوم الحاسب والهندسة وعددُهنَّ (١٥). وقد اختِرن بطريقةٍ قصدية من مجتمع البحث المتمثِّل في طالبات الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي في إحدى المدارس الأهلية التَّابعة لمكتب تعليم الرَّوضة

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

بالرياض؛ لأنَّ مسارَهم الدِّراسي هو الهندسةُ والحاسب؛ وهذا ممَّا قد يدعم قُدرتهنَّ على الرَّبط بين مَجالَي الهندسة والكيمياء؛ إذ سبق لهم تناولُ أساسيات الهندسة والهندسة الكهربائية والدَّوائر الرَّقمية ومُحاكاتُها في مقرَّر الهندسة في الفصل الدِّراسي الأول، وارتبطت مشاريعُهنَّ فيه بالحاسب وتوظيف المحاكاة، مع ضَعفِ ربطها بحلولٍ لمشكلاتٍ علمية مجتمعية.

- **المعلِّمة:** ويتمثَّل دَورُها في تدريس الوحدة وفق النَّمُوذج، وتتسم بأنها تمتلكَ خبرة ٥ سنوات في تدريس الكيمياء في المرحلة الثَّانوية، ومهتمَّةً بالتَّدريس وَفْق المشاريع، وحضرتْ ٦ دَوراتٍ (ساعتَين لكلِّ دَورة) في مجال تعليم STEM قدَّمتها المدرسةُ التي تعمل فيها خلال السَّنتَين الأخيرتَين.
- **الباحثان:** يتمثَّل دَورُ الباحثَين في بيان نموذج التَّدريس للمعلِّمة من خلال الاجتماع معها عبر مِنصَّةٍ افتراضية، وتزويدِها بدليل المعلِّمة، والتَّواصُلِ معهما والمتابَعة المستمرَّة لها من خلال حضور أحد الباحثَين للحِصَص الدِّراسية لتقديم التَّغذية الرَّاجعة حول تدريسها وَفْق النَّمُوذج.

أدوات البحث:

أولًا: الأدوات الخاصة بجمع البيانات حول مستوى الممارسات الهندسية لدى الطالبات

١. **سُلَّم التَّقديرِ اللَّفظي للمُمارَسات الهندسية:** تَبنَّى البحثُ النُّسخةَ المُترجَمة لسُلَّم تقدير المُمارَسات الهندسية الذي أصدره الجيلُ القادم من معايير العلوم (NGSS) وقدَّمته دراسةُ الغامدي (٢٠١٩)، ويتكوَّن مِن معاييرِ أداءٍ تَتمثَّل في المُمارَسات الهندسية، ويصف كلٌّ منها مُؤشِّراتِ أداء لكلِّ معيار ضمن ثلاثة مستويات إنجاز (مبتدئ، مُتقدِّم، مُتقِن) كما يوضِّحه الجدولُ (٢)، وقد وظَّفته المُعلِّمةُ والباحثة في أثناء دراسة الطَّالبات للوحدة من خلال ملاحظتهن وما يُقدِمنَّ في تقرير المشروع، وعند عرضِ المجموعات النِّهائية لمشاريع الوحدة للتَّعرُّف على مستوى المُمارَسات الهندسية لدى الطَّالبات عند دراستهنَّ للوحدة وَفْقَ نموذج التَّدريس القائم على التَّصميم الهندسي.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

جدول ٢: سلم تقدير الممارسات الهندسية

الممارسة الهندسية	مؤشرات الإنجاز		
	مبتدئ	متقدم	متقن
تحديد المشكلات	-فهم مشكلة التصميم من خلال السياق الذي ظهرت فيه والتعبير عنها لفظيا وكتابيا.	-فهم مشكلة التصميم من خلال السياق الذي ظهرت فيه والتعبير عنها لفظيا وكتابيا. -معرفة بعض القيود المفروضة على المشكلة. -استخدم بعض المعرفة العلمية لتضييق دائرة الحلول الممكنة.	-فهم مشكلة التصميم من خلال السياق الذي ظهرت فيه والتعبير عنها لفظيا وكتابيا. -تقديم وصف واضح للمشكلة. -معرفة العديد من المعايير والقيود وفهم العلاقات بينها. -استخدم المعرفة العلمية للتعبير عن الخلفية العلمية للمشكلة.
تطوير واستخدام النماذج	-بناء نموذج واحد أو متغير في النظام من النموذج الأولي.	-تحديد المتغيرات الممكنة عند تعديل بناء النموذج الأولي ووصف التغير الحاصل.	-إنشاء نموذج أكثر دقة في ضوء متغيرات متعددة يمكن من خلاله وصف المدخلات والمخرجات للنموذج الأولي وفهم ما يحدث عند اجراء التعديلات على المتغيرات المختلفة.
تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات	-طرح سؤال عام حول المشكلة او النموذج. -جمع بيانات أولية حول مشكلة التصميم أو التغيرات في أداء النموذج في ظل شرط واحد على الأقل.	-طرح عدة أسئلة محددة حول المشكلة او النموذج. جمع بيانات أكثر دقة عن مشكلة التصميم أو أداء النموذج الأولي في ظل أكثر من شرط واحد. -استخدام تجربة واحدة على الأقل.	-طرح عدة أسئلة محددة حول المشكلة او النموذج. جمع بيانات دقيقة عن مشكلة التصميم، أو أداء النموذج الأولي في إطار مجموعة من الشروط. -تقييم دقة طريقة (طرق) جمع البيانات. -تحسين دقة طرق جمع البيانات. -استخدام أكثر من تجربة.
تحليل وتفسير البيانات	-سرد لبعض البيانات التي تم جمعها حول مشكلة التصميم أو أداء النموذج الأولي. -تحليل وشرح البيانات بشكل مبسط.	-سرد لبعض البيانات التي تم جمعها حول مشكلة التصميم أو أداء النموذج الأولي. -تحليل لبيانات أداء النموذج من خلال الشرح باستخدام أدوات، او تقنيات، أو نماذج، أو رسومات بيانية. -وضع قيود محددة لتحليل البيانات مثل خطأ القياس، وطريقة اختيار العينة وحجمها. -تصنيف للبيانات. -استنتاج واحد على الأقل.	-سرد لبعض البيانات التي تم جمعها حول مشكلة التصميم أو أداء النموذج الأولي. -تحليل لبيانات أداء النموذج من خلال الشرح باستخدام أدوات، او تقنيات، أو نماذج، أو رسومات بيانية. -وضع قيود محددة لتحليل البيانات مثل خطأ القياس، وطريقة اختيار العينة وحجمها. -تصنيف للبيانات في مجموعات بناء على خصائص أكثر تعقيدا. -إيجاد العلاقات بين التفسيرات

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

			والوصول الى استنتاجات معقدة.
استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	-استخدام محدود للأرقام والمفاهيم أو الأساليب الرياضية المناسبة (على سبيل المثال، النسب، المعدل النسبة المئوية، العمليات الأساسية الجبر) ذات الصلة بالمشكلات الهندسية. -استخدام لبعض الأدوات الرقمية والرياضية.	-استخدام للأرقام والمفاهيم أو الأساليب الرياضية المناسبة (على سبيل المثال، النسب، المعدل، النسبة المئوية، العمليات الأساسية، الجبر) ذات الصلة بالمشكلات الهندسية. -استخدام لبعض الأدوات الرقمية والرياضية. -المقارنة بين نتائج الطرق المستخدمة.	-استخدام موسع للأرقام والمفاهيم أو الأساليب الرياضية المناسبة (على سبيل المثال، النسب، المعدل، النسبة المئوية، العمليات الأساسية، الجبر) ذات الصلة بالمشكلات الهندسية. -استخدام لبعض الأدوات الرقمية والرياضية. -مقارنة الحلول المقترحة لمشكلة تصميم هندسي ما. إنشاء خوارزميات (سلسلة من الخطوات المرتبة) لحل مشكلة ما.
تصميم الحلول	-تصميم حل مبدئي بدون معايير محددة وواضحة. المشاركة في عملية التصميم لبناء وتنفيذ حل.	-تصميم حل يلبي معايير وقيود محددة وواضحة. -تطبيق بعض الأفكار أو المبادئ العلمية على تصميم وبناء الحل. -اختبار تصميم، أو أداة، أو عملية، أو نظام.	-تصميم حل يلبي معايير وقيود محددة وواضحة. -تطبيق بعض الأفكار أو المبادئ العلمية على تصميم وبناء الحل. -اختبار تصميم، أو أداة، أو عملية، أو نظام. -تحسين أداء التصميم باستخدام بعض ما يلي: تحديد المعايير حسب الأولوية، إجراء عمليات المقايضة والاختبار والمراجعة وإعادة الاختبار.
الانخراط في الحجج من الأدلة	-وصف فكرة تصميم واحدة على الأقل.	-وصف وتقييم ما لا يقل عن (٢) من حلول التصميم المختلفة.	-وصف وتقييم أكثر من (٢-٣) من حلول التصميم المختلفة على أساس معايير تصميم تم الاتفاق عليها.
الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها	-وصف الحل كتابة أو من خلال العروض التقديمية الشفوية.	-وصف الحل باستخدام بعض المعلومات العلمية والتقنية كتابة أو من خلال العروض التقديمية المرئية الشفوية.	-وصف الحل باستخدام معلومات علمية وتقنية واضحة ودقيقة كتابة أو من خلال العروض التقديمية المرئية الشفوية. وتقديم تطبيقات حقيقة للحل.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

أ. صِدْق سُلَّم التَّقدير اللَّفظي للمُمارَسات الهندسية وثباته: تُؤكِّد مِن صِدق سُلَّم التَّقدير الظَّاهري وصِدق المحتوى في دراسة الغامدي (٢٠١٩) عن طريق عَرضِه على مجموعة من الخبراء في المناهج وطُرق التَّدريس. وممَّا يَدعَم ثباتَ نتائجه إشراكُ مُلاحِظٍ آخَرَ «مُعلِّمةِ الكيمياء» حيث اجتمع المُعلِّمُ معها لمُناقشة التَّقييم النِّهائي للمُمارَسات، ومِن ثمَّ حُسبت نسبةُ الاتِّفاق بين الباحثة والمُعلِّم باستخدام مُعادَلة هولستي (Holisti)، وقد أظهرت نتيجتُها مُعدَّلَ ثبات مرتفعًا بلغ (٩٨%) (طعيمة، ٢٠٠٤).

٢. **المقابلات شبه المُنظَّمة:** وُظِّفت المُقابَلاتُ الجماعية شِبهُ المُنظَّمة للطَّالبات للتَّعرُّف على تَصوُّراتهنَّ حول نُموِّ مُمارَساتهن الهندسية بعد دراستهنَّ للوحدة وَفْق النَّموذج، كما أُجريتْ مُقابَلةٌ بَعْدية للمُعلِّمة للتَّعرُّف على تَصوُّراتها حول نموِّ المُمارسات الهندسية لدى طالباتها.

أ. تحليل البيانات: وُظِّف التَّحليلُ الطبولوجي للبيانات النَّوعية، والذي تُحدَّد فيه المجالاتُ الرَّئيسة للتَّحليل سلفًا؛ والمُتمثِّلة في المُمارسات الهندسية الثَّمانية، ثمَّ حُدِّدت المُدخَلاتُ المرتبطة بها ودُعمت بأدلَّةٍ أو أمثلة، ثمَّ صِيغ الاستنتاجُ (العبد الكريم، ٢٠١٢).

ب. معايير جَودة المُقابَلة: ممَّا يعزِّز مصداقيةَ نتائج المُقابَلة التَّأكُّدُ من استعداد الطَّالبات ورغبتهنَّ في الاستجابة؛ وذلك للحصول على بياناتٍ صادقة وثريَّة، وتدعيمِ النَّتائج بأدلَّةٍ كافية من استجابات الطَّالبات، إضافةً إلى أنَّ جمع وجهاتِ نظرٍ مُتعدِّدةِ المَصادر من المُعلِّمة والطَّالبات للإجابة عن السُّؤال نفسه ممَّا يعزِّز مصداقيةَ نتائج المقابلة (American Psychological Association, 2019).

الاعتبارات الأخلاقية:

حصل الباحثان على المُوافَقات الرَّسمية على إجراء البحث، وتضمَّنت موافقةَ اللَّجنة الدَّائمة لأخلاقيَّات البحوث الإنسانية والاجتماعية بجامعة الملك سعود، ورقمُه (KSU-HE-23-1068)، وخطابَ تسهيل مَهمَّة البحث من اللَّجنة الدَّائمة إلى إدارة التَّخطيط والتطوير بالإدارة العامَّة للتَّعليم بمنطقة الرياض برقم (4/67/151796). كما وُضِّحت أهدافُ البحث وإجراءاته للطَّالبات، وزُوِّدن بخطاب موافقة وليِّ الأمر على مشاركتهن في البحث، وأُكِّد لهنَّ سِريَّةُ المعلومات وأنَّ جمعَها لغرض البحث العلمي.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

نتائج البحث ومناقشتها:

الإجابة عن سؤال البحث: «ما فاعليَّةُ نموذج تدريس الكيمياء القائم على التَّصميم الهندسي في تنمية المُمارَسات الهندسية لدى طالبات الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي»؟

للتَّعرُّف على فاعليَّة نموذج تدريس الكيمياء القائم على التَّصميم الهندسي في تنمية المُمارَسات الهندسية لدى الطَّالبات ستُعرَض مبدئيًّا نتائجُ تقويم مستوى كلِّ مُمارَسةٍ هندسية لدى المجموعات الثَّلاثة عند مُلاحَظة أدائهن، ويتبعها عرضُ نتائج المُقابَلة الجماعية للطَّالبات ومُقابَلة المُعلِّمة للتَّعرُّف على آرائهنَّ حول نُموِّ المُمارَسات الهندسية لدى الطَّالبات بعد دراسة الوحدة وَفْقَ نموذج التَّدريس.

- **تحديد المشكلات:**

قدَّمت المجموعاتُ الثَّلاثة للطَّالبات وصفًا للمشكلة من خلال السِّياق الذي ظهرت فيه؛ وكان ذلك بإبراز المشكلة الهندسية وعَلاقتها بالجوانب البيئية والاجتماعية والاقتصادية؛ فحدَّدت المجموعةُ (٣) المشكلةَ الهندسية بـ: «تقطعات الطاقة الشمسية بسبب انخفاض امتصاص الضوء نتيجة تهشم الألواح الشمسية بالغبار والمخلفات الزراعية ...»، وحدَّدتها المجموعةُ (٢) بـ «محاولة إيجاد طاقة بديلة لحل مشكلة تقطعات الطاقة الشمسية بسبب الرياح والغبار ...»، وحدَّدتها المجموعةُ (١) بـ «نتيجة المخلفات الزراعية والضباب الدخاني سبب خلل في ضعف كفاءة تخزين الالواح الشمسية...».

كما أوضحن عَلاقةَ المشكلة بالجوانب البيئية والاجتماعية والاقتصادية، حيث ظهرت التَّأثيراتُ الماضية للمشكلة لدى جميع المجموعات من خلال ربطها بالجانبَين البيئي والاجتماعي؛ كالإشارةِ إلى تأثير التَّلوُّث والمُخلَّفات الزِّراعية، وسُوءِ إدارة النُّفايات الزِّراعية، وظهرت التَّأثيراتُ الحالية والمستقبلية للمشكلة من خلال إشارة المجموعة (١) إلى أنَّ: «والذي اثر [تقصد التقطعات] على البيئة والمنطقة التعليمية بانقطاعات في الكهرباء مستمرة تؤدي الى ضعف انتاج التحصيل العلمي والاجتماعي والذي يؤثر سلبي على الاقتصاد»، وكذلك من خلال قَولِ المجموعة (٢): «وبسبب انخفاض المستوى التعليمي في المدرسة وما يصير فيه انسيابية في العمل، والرجوع للطاقة التي تسبب تلوث في الجو»

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

كما أبرزت كلُّ مجموعة عِدَّةَ معاييرَ وقُيود قبل تحديد فكرة الحلِّ، وتُغطِّي الجوانبَ التِّقنية والسِّياقية، وعلى الرغم من دعمهم في بعض المعايير والقيود فإنَّهم أظهروا اختلافاتٍ بحسَب فكرة حلولهم، مثل تركيز المجموعة (١) في معيارها على تحسين كِفاية تخزين الألْواح الشَّمسية، وتركيز المجموعة (٢) على توظيف طاقةٍ بديلة، وتركيز المجموعة (٣) على توظيف موادَّ عازلةٍ لحماية الألواح الشَّمسية. كما أدركت جميعُ المجموعات وجودَ بعض القيود خلال تنفيذ المشروع وضمَّنوها تقريرَ المشروع؛ فأشارت طالبات المجموعةُ (٢) إلى وجود قيودٍ مادِّية: «ما قدرنا نجيب مستشعر أكبر لأنه كان أغلى»، وقيودٍ تقنية: «عدم توفر دعامات أقوى ومستشعرات أكثر كفاءة» وقيودٍ بيئية: «وجودنا في المدرسة ما قدرنا نصلح نموذج في المدرسة لأننا نحتاج نموذج أكبر عشان المساحات ما تكفي»، كما أشارت المجموعة (١) إلى قيود بيئية «كمية الاشعة الشمسية في مكان تنفيذ التجربة»، قيودٍ تقنية وزمنية واقتصادية «تكلفة النظام الجديد والحاجة إلى تقنيات متقدمة، وقيود زمن تنفيذ المشروع». وعليه جاءت ممارسةُ تحديد المشكلات لدى المجموعات بمستوى متقن (الدرجة: ٣).

ومن خلال مُقابَلة المُعلِّمة أشارت إلى وجود تأثيرٍ إيجابيٍّ لدراستهنَّ الوحدةَ وَفْق نموذج التَّدريس في تحديد المشكلة لدى الطَّالبات من خلال تطوُّرهنَّ في الرَّبط مع الجوانب السِّياقية. كما أوضحت المُقابَلاتُ الجماعية للطَّالبات نُموَّ مُمارستهن في تحديد المشكلة فأشارت جميعُ المجموعات إلى تطوُّر تفكيرهنَّ في جميع جوانب المشكلة والعَلاقات بينها. وممَّا يمثِّل ذلك:

(م١، ط١): «بصراحة اول شي التفكير، صرنا نعرف نحدد مشكلة، نفكر بشكل أوسع؛ يعني بالبداية ممكن إننا أخذنا وقت صراحة يعني طول اليوم كنا نحاول نحلل الورق ونفكر بس مع الوقت هذا الموضوع صار سهل»، ثمَّ قالت (م١، ط٢): «لاحظت يعني إحنا من زمان عندنا تفكير هندسي بس لاحظت إنه صار أوسع بشكل كبير مره صرنا نفكر في الجوانب كلها يعني بشكل أوسع قبل كنا نركز على جانب واحد أو جانبين الحين صرنا نركز على جميع الجوانب»، ثمَّ أضافت (م١، ط٣): «يعني فهم العالم الخارجي إن أي عامل واحد في المشكلة يغير عوامل مرة كثيرة فساعدنا كثير بطريقة حلوة لدراسة

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

الكيمياء والهندسة وبنفس الوقت للعالم الخارجي»، ثمَّ علَّقت (م١، ط١) بتأثيرها في تفكيرها في الحياة اليومية: «هو حتى صار حتى في الحياة العادية اللي احنا نعيشها كل يوم مع الأهل مع الأصحاب ومع أنفسنا أنا صرت أفكر في الجوانب كلها»

كما أوضحوا أنَّ سيناريو المشكلة ودراسة الحالة للحلول السَّابقة قد ساعدتهم في التَّفكير حول أبعاد المشكلة وتحديدها. وممَّا يمثِّل ذلك ما أشارت به طالبات المجموعتان (٣) و(٢):

(م٣، ط١): «في البداية يعني واجهنا صعوبات أنه كيف نفكر لكن القصص والحلول اللي كنا ناخذها خلتنا يعني نفتح عقلنا على أشياء ما كنا نعرفها كنا ناخذ أو نشوف المشكلة من وجهات نظر مختلفة غير التفكير اللي إحنا تعلمناه ... ».

كما قالت المجموعة الثانية:

(م٢، ط٢): «يعني لما أخذنا الأمثلة اللي حليناها احنا طلعنا مشكلتنا من الأمثلة هذي وحددنا مشكلة وطلعنا الفكرة أحس مرة ساعدتنا إحنا بداية ما كنا نعرف أصلا كيف نطلع المشكلة»، وأضافت (م٢، ط٣): «القصة يعني كانت فيها تفاصيل دقيقة فيها كثير، بعد ما قرأنا المشكلة طلعت واضحة أنها تقطع في الألواح الشمسية وإيش يعني هي طبيعتها والأشياء اللي تأثر فيها، ... لأن صدق يوم قرينا القصة مرتين بدينا نكتشف المشكلة بدينا يعني نحددها»، ثمَّ أضافت (م٢، ط٤): «وزي ما ربطنا قبل يعني كيف يؤثر هذا على الاقتصاد كيف يؤثر على البيئة يمكن من هذه الأشياء ساعدنا نقدر نحدد المشكلة».

كما أشارت إحدى طالبات المجموعة الثالثة (م٣، ط٤): «القصص اللي أخذناها والحلول اللي سووها سواء قصة المدرسة أو أنوية التمر علمتني كيف أعرف أو أحدد المشكلة بالضبط».

- **تطوير واستخدام النماذج:**

أسهمت المجموعاتُ الثَّلاثة في بناء نموذج لفكرة الحلِّ، ووصفِ المُدخلات والمُخرجات للنَّموذج الأوَّلي، وفَهِم ما يحدُث عند اجراء التَّعديلات، وظهر إنشاءُ النَّموذج لتمثيل فكرة الحلِّ تمثيلًا أكثر دقَّةً لدى المجموعتَين (٢) و(٣) اللَّتَين قدَّمتا نماذجَ ماديةً مقارنةً بتوظيف النَّماذج الافتراضية لدى المجموعة (١) من حيث وصفُ التَّغيُّرات

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

الحاصلة؛ حيث أنشأت المجموعةُ (٢) نموذجًا ماديًّا لتحويل الطَّاقة الحركيَّة للطُّلَّاب – باستخدام مستشعرات كهروضغطية– إلى طاقة كهربائية، أمَّا المجموعةُ (٣) فحاولت إنشاءَ نموذجٍ افتراضي باستخدام D٣ في برنامج كلاسيرا، لكنَّها لم تصفْ أيَّ تغيُّراتٍ حاصلةٍ، ثمَّ أنشأت نموذجًا ماديًّا يتكوَّن من مادَّةٍ عازلة للألواح الشَّمسية، في حين أنشأت المجموعةُ (١) نموذجًا افتراضيًّا باستخدام برنامج المُحاكاة «تينكركاد» لتمثيل كيفيَّة تحسين كِفاية تخزين الألْواح الشَّمسية من خلال دمج بطَّاريَّتَين بدلًا من واحدة. وعليه جاءت مُمارَسة النَّماذج وتطويرها واستخدامها لدى المجموعتين (٢) و(٣) بمستوى مُتقِن (الدرجة: ٣)، ولدى المجموعة (١) بمستوى مُتقدِّم (الدرجة: ٢).

وفي المُقابَلة النِّهائية للمجموعات أوضحوا تأثيرَ دراستهنَّ للوحدة وَفْق نموذج التَّدريس على تنمية ممارسة تطوير النَّماذج واستخدامها؛ إذ أشارت المجموعاتُ إلى تطوُّر مُمارستهنَّ، وأبرزت دَورُ النَّماذج في بناء الحلول وتحسينها، وممَّا يمثِّل ذلك ما أشارت إليه المجموعةُ الثَّانية:

(م٢، ط١): «أكيد لأن بنينا النموذج حقنا ثلاث مرات تقريبا فساعدنا بأشياء كثير نعرف شلون نتعاون مع الفريق ونجتمع على نقطة معينة كيف يعني نقعد نطور في النموذج ونختبره لما نوصل للمرحلة اللي كنا باحثين عنها»، وأضافت (م٢، ط٤): «أول مرة صراحة نسوي يعني مشروع زي كذا إنه نقعد نبني ونسوي نموذج ونعدل عليه، ما قد سوينا شيء زي كذا بالعادة إحنا نجيب الأجهزة وتكون جاهزة على طول، يعني أول مرة حنا يعني نسوي مشروع من عندنا».

إضافةً إلى ما أوضحتْه إحدى طالبات المجموعةُ الثَّالثة (م٣، ط٢) بقَولها: «بناء النماذج تعتبر زي الاختبار هل فكرتك اللي أنت كنتي بانية عليها وكل شيء أنت ماشية صح هل ابحاثك صارت صح، وكلما حصلنا عيوب عدلنا التصميم».

كما أشارت المجموعةُ الأولى إلى مفهوم النماذج ودَورها في تحديد الحلِّ المناسب على النَّحو التَّالي:

(م١، ط٢): «النماذج تكون شكلين يا شيء ملموس مادي أو الكتروني مثل اللي احنا سويناه وتساعدنا في أكثر من شي أنك تشوفين الشكل إنك تجربين قبل تطبيق الواقع، إحنا

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

مثلا نشتغل على دائرة كهربائية فكان صعب وخطير نجربها في الواقع إحنا ما عندنا خبرة وأجهزة وتوفر الفلوس يعني بناء النماذج الأولية يعتبر تجربة». وأضافت (م١، ط٣): «أول شي فكرنا بحل مرة صعب ما استوعبنا صعوبة الشي إلا لما حاولنا نجربه بالمحاكاة بس لما تعمقنا فيه كان تطبيقها صعب وبعد استشارة عرفنا أنه يحتاج جهد وبرامج كثيرة فاخترنا الفكرة الثانية لأن واقعية أكثر». وأضافت (م١، ط٤): «في مشروعنا اتفقنا إنه مو لازم أول نموذج يكون الصح إننا نجرب أكثر النموذج بعدين نختار الصح».

- **تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات:**

شاركت كلُّ مجموعة في البحث عن الحلول السُّابقة وتحديد فكرة الحلِّ بقَدْر مُلاءمتها للمعايير والقيود؛ ثمَّ في اختبار نماذجها من خلال تمثيلها مادِّيًّا في المجموعتَين (٢) و(٣) أو افتراضيًّا في المجموعة (١)، كما جُمعت البيانات والأدلَّة التي تصف العَلاقاتِ المُشاهَدةَ باستخدام الأساليب الرِّياضية؛ وذلك لتقويم أداء النَّموذج، ووُظِّفت أكثرُ مِن مُحاوَلة لبناء التَّصميم أو تحسينه لدى المجموعة (٢) من خلال إشارتهم إلى ما يلي: «تم توصيل الاسلاك على التوازي بدلاً من التوالي مما سبب ضعف في أداء المستشعرات، وبسبب ذلك لم تنتج طاقة»، و«ضعف الطاقة الناتجة وتم حل المشكلة بوضع دعامات تزيد تركيز الضغط على المستشعرات». كما ظهرت مُحاوَلاتُ المجموعة (٣) في إنشاء طبقةٍ مِن مادَّة نانَويَّة وتحسين توزيعها على اللَّوح الشَّمسي لاختبار حمايتها من الدَّقائق الصَّغيرة كالدَّقيق. وعلى الرَّغم مِن بيانِ أنَّ مُحاوَلاتِ المهندسين لتحسين حلولهم الهندسية قد تَتضمَّن توظيف فكرة تصميمٍ جديدة فإنَّ المجموعةَ (١) استغرقتْ وقتًا في مُحاوَلة تمثيل فكرتها الأُولى للحلِّ، لكنَّها لم تُستكمل ولم تُختبر، واقتصروا على تمثيل فكرة تحسين كِفاية تخزين الأَلْواح الشَّمسية باستخدام المُحاكاة واختبارها مرَّةً واحدةً. ومِن جانبٍ آخَرَ لم تُشارك جميعُ المجموعات في تقويم دِقَّة طريقة جمع البيانات أو تحسينها. وعليه جاءت مُمارَسةُ تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها لدى المجموعات الثَّلاثة بمستوًى مُتقدِّم (الدرجة: ٢).

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

وفي المُقابَلة النِّهائية للمجموعات أوضحن تأثيرَ دراستهنَّ للوحدة وَفْقَ نموذج التَّدريس على تنمية مُمارَسة تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها. وممَّا يمثِّل ذلك ما أشارت به طالبات المجموعة الثالثة:

(م٣، ط٢): «قبل كنت ماخذه عن الهندسة أو الحلول الهندسية فكرة ثانيه غير الأشياء اللي أنا تعلمتها اللي وضحت لي وش الهندسة صدق، كنت أشوفها أبسط، كنت أحسب الهندسة حرفيا الأشياء نركبها ونصلح أشياء ما توقعت أن يبي لها حل مشكلات وتخطيط صرت أعرف احدد المشكلة وكيف نختار الفكرة حسب البيئة والقيود وكيف أننا ننظم عمل المشروع ونوزع المهمات»، وأضافت (م٣، ط١) «ممكن أول أحل المشكلة اللي مو مطلوبة مني أساسا ... ، هذه أول مرة

أمسك مشروع أول مرة أعرف كيف اخطط له وش أسوي وش ما أسوي، كذا يعني أول مرة أنظم مشروع».

كما أوضحت المجموعاتُ تطوُّرَ مُمارَستهنَّ في اختبار نموذج التَّصميم وتحسينه. وممَّا يمثِّل ذلك ما أشارت به طالبات المجموعة الثانية:

(م٢، ط٤): «أول مرة صراحة نسوي يعني مشروع زي كذا إنه نقعد نبني ونسوي نموذج ونعدل عليه، ما قد سوينا شيء زي كذا بالعادة احنا نجيب الأجهزة وتكون جاهزة على طول، يعني أول مرة حنا يعني نسوي مشروع من عندنا». وأضافت (م٢، ط٢): «صرنا حريصين اننا نجرب كثير لأن بعد ما تجربين تشوفين ايش العيوب ايش اللي يحتاجها يعني كيف يتطور أكثر، يعني حنا أول ما بنينا نموذج ما كان في قزاز ولا كان في دعامات ولا كان في مستشعر كبير ودقيق، احنا يوم بدينا نجرب اكتشفنا إننا نبغى جهاز فولت وإننا نحتاج قزازة، وبعد ما حطينا هذه كلها اكتشفنا إننا نحتاج دعامات، ولما اختبرنا اكتشفنا ان لازم نزود الدعامات حتى تعطي قوة ...».

ومِن جانبٍ آخَرَ أظهرت مقابلةُ المُعلِّمة تأثير دراستهن للوحْدة وَفْق النَّموذج في ممارسة تخطيط الاستقصاء حيث قالت: «في البداية للأمانة يعني ما كان عندهم القدرة على التخطيط لحل المشكلة لكن مع الوقت صاروا هم اللي يرسمون المخطط ...»،

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

وأشارت إلى أنَّ دعمَ أنشطة المُتعلِّم في تنميتها كما يلي: «الأسئلة في أوراق العمل يسرت لهم كيف التخطيط النهائي للتصميم الهندسي بطريقة متكاملة تساعدهم في كل المراحل».

- **استخدام الرياضيات وتحليل وتفسير البيانات:**

استخدمت المجموعاتُ الثَّلاثة الأرقامَ والأساليب الرِّياضية ذاتَ الصِّلة بأداء النَّموذج وتحليل البيانات النَّاتجة عنها للمُقارنة بين نتائج الطُّرق المستخدمة وتطوير استنتاجٍ واحد. وظهر في المجموعة (١) عند حساب نتائج اختبار كِفاية تخزين اللَّوح؛ سواءٌ باستخدام بطَّاريةٍ واحدة أو بطَّاريَّتَين مُدمجَتَين، وبناءُ استنتاجٍ واحد يوضِّح الأثرَ الإيجابي للبطَّاريَّتَين المُدمجَتَين في رفعِ كَميَّة الكهرباء النَّاتجة. كما ظهر في المجموعة (٢) عند قياس إنتاج الطَّاقة الكهربائية تأثيرُ عدد الدِّعامات؛ إذ أوضحوا أنَّه: «زادت قِياساتُ الفولت لكَميَّة الكهرباء النَّاتجة في النَّموذج الثَّاني، وكان الفرقُ بين النَّموذج الأوَّلي والثَّاني ٢.٤ فولت»، وبناءُ استنتاجٍ واحد يوضِّح الأثرَ الإيجابي للتَّصميم في إنتاج الطَّاقة الكهربائية. كما ظهر ذلك في المجموعة (٣) عند قياس حماية استخدام طبقة المادَّة النَّانويَّة للَّوح الشَّمسي مِن الدَّقيق؛ إذ أشاروا إلى أنَّ «وزنَ اللَّوح قبل وضع الطَّبقة العازلة = ٥ جم، ووزنَ الدَّقيق = ٠,٢ جم، ووزنَ اللَّوح بعد نثر الدَّقيق= ٥,٠٩ جم، وكميَّةَ الدَّقيق المُلتصِق= ٠,٠٩» ثمَّ أَجْرَوُا الحساباتِ بعد وضع المادَّة العازلة لتحديد كَميَّة الدَّقيق العالق عليه.. «وزنُ

اللَّوح بعد وضع الطَّبقة العازلة = ٥,٠٧ جم، ووزنُ الدَّقيق = ٠.٢ جم، ووزنُ اللَّوح بعد نثر الدَّقيق= ٥,٠٢ جم، وكَميَّةُ الدَّقيق الملتصِق= ٠,٠٥، وكَميَّةُ الدَّقيق الملتصق بعد التَّوزيع الجيِّد للطَّبقة على اللَّوح = ٠,٠٤». وبناءُ استنتاجٍ واحد يوضِّح الأثرَ الإيجابي للطَّبقة النَّانويَّة على اللَّوح الشَّمسي في خفضِ كَميَّة الدَّقيق العالق عليها؛ وعليه جاء استخدامُ الأساليب الرِّياضية وتحليل البيانات لدى المجموعات بمستوى مُتقدِّمٍ (الدَّرجة: ٢) باستثناء مُمارَسة استخدام الرِّياضيَّات لدى المجموعة (١) التي جاءت بمستوى مبتدئ.

وخلال المُقابَلات الجماعيَّة أظهرت المجموعاتُ استخدامَهم للحسابات الرِّياضية في مشروعاتهم، لكنْ لم يُظهروا أيَّ استجابة تُبرِز تأثيرَ دراستهنَّ للوحدة وَفْق نموذج

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

التَّدريس على تقدُّم مُمارَستهم في استخدام الرِّياضيَّات في مشروعاتهم، كما أظهرت مُقابَلةُ المُعلِّمة وجودَ تَحدِّياتٍ أمام توظيف المجموعات للحسابات الرِّياضية على الرَّغم من توجيههم؛ وذلك لاعتيادهم على استخدام برامج المُحاكاة التي تقُوم بالحسابات الرِّياضية مُباشَرةً؛ لذا قالت المُعلِّمةُ: «بصراحة عندهم مقاومة لاستخدام العلاقات الرياضية وأنا أتوقع المشكلة اللي هو البرامج المحاكية تحسب لهم مباشرة ...، فلما هي تجي على أرض الواقع ما تعرف كيف تحسب عشان تطبقه وعلى أي أساس تم حسابها في البرنامج».

ومِن جانبٍ آخَرَ أظهرت المقابلاتُ الجماعية للطَّالبات تقدُّمَ مُمارَسة تحليل البيانات وتفسيرها من خلال إشارتِهن إلى ما يلي:

أ. تحليل الجوانب الفنية والسِّياقية وإيجاد الروابط بينها. وممَّا يمثِّل ذلك ما أشارت به طالبات المجموعة الأولى:

(م١، ط٢): «لاحظت يعني إحنا من زمان عندنا تفكير هندسي بس لاحظت أنه صار أوسع بشكل كبير مره صرنا نفكر في الجوانب كلها يعني بشكل أوسع قبل كنا نركز على جانب واحد أو جانبين الحين صرنا نركز على جميع الجوانب»، و(م١، ط٣): «يعني فهم العالم الخارجي أن أي عامل واحد في المشكلة يغير عوامل مرة كثيرة فساعدنا كثير بطريقة حلوة لدراسة الكيمياء والهندسة وبنفس الوقت للعالم الخارجي».

ب. تحليل بيانات أداء النَّموذج. وممَّا يمثِّل ذلك:

(م٢، ط٢): «صرنا حريصين إننا نجرب كثير، لأن بعد ما تجربين تشوفين إيش العيوب إيش اللي يحتاجها يعني كيف يتطور أكثر، يعني حنا أول ما بنينا نموذج ما كان في قزاز ولا كان في دعامات ولا كان في مستشعر كبير ودقيق، إحنا يوم بدينا نجرب اكتشفنا إننا نبغى جهاز فولت وإننا نحتاج قزازة، وبعد ما حطينا هذه كلها اكتشفنا إننا نحتاج دعامات، ولما اختبرنا اكتشفنا أن لازم نزود دعامات حتى تعطي قوة ...، صدق يعني كان المشروع كله تفاصيل لازم ندقق فيها حتى نطوره أكثر».

- **تصميم الحلول:**

قدَّمت المجموعتان (٢) و(٣) تصميمًا لحلِّ المشكلة يلبِّي المعايير والقيود المتَّفق عليها في المجموعة، مع الاستناد على بعض الأفكار أو المبادئ العلمية في تصميم الحلِّ

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

وبنائه؛ كمفاهيمِ الطَّاقة وتحوُّلاتها، وما يرتبط بانتقال الضَّوء والخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادَّة العازلة؛ منها ما أشارت إليه المجموعةُ (٣): «بسبب انخفاض امتصاص الضوء نتيجة تهشم الألواح الشمسية بالغبار والمخلفات الزراعية» و«مواد نانونية حجمها صغير وزيادة مساحة السطح وتقلل التصاق الغبار والملوثات وسهولة تنظيفها». كما المجموعةُ (٢) إلى التَّوصيل على التَّوالي والتَّوازي بما يلي: «تم توصيل الاسلاك على التوازي بدلا من التوالي مما سبب ضعف في أداء المستشعرات وبسبب ذلك لم تنتج طاقة»، إضافةً إلى خصائص الموادِّ الكهروضغطية لأنَّ «المواد الكهروضغطية تولد فرق جهد عند الضغط عليها».

ومن جانب تحسين أداء النماذج، أسهمت المجموعةُ (٣) في اختبار النَّموذج وتحسين أدائه بوضع الطَّبقة العازلة على اللَّوح الشَّمسي واختبار عزله للدَّقيق، ثمَّ مُحاوَلةِ تحسين طريقة توزيعها على اللَّوح الشَّمسي، أمَّا المجموعةُ (٢) فأسهمت في تحسين إنتاج الطَّاقة الكهربائية بناءً على زيادة كَميَّة الدِّعامات، في حين لم تُسهم المجموعةُ (١) في إجراء أيِّ تحسين على نموذجها. وعليه جاءت مُمارسةُ تصميم الحلول لدى المجموعات لدى مجموعتَي (٢) و(٣) بمستوى مُتقِن (الدرجة: ٣)، ولدى مجموعة (١) بمستوى مُتقدِّم (الدرجة: ٢).

وفي أثناء المُقابَلة النِّهائية للمجموعات أوضحت الطَّالباتُ تأثيرَ دراستهنَّ للوحدة وَفْقَ نموذج التَّدريس على تنمية ممارسة تصميم الحلول. وممَّا يمثِّل ذلك:

(م٣، ط١): «هذا المشروع كان عملي أكثر يعني كنا نشتغل أكثر وكنا نطور، المشاريع قبل يعني مثلا نسوي عرض نشرح عليه أو يكون يعني التصميم اللي عندنا يكون شيء بسيط مرة لكن هذه المرة اشتغلنا على مشروع عملي وتعلمنا فيه كيف نحدد المعايير والقيود وأن تصميمنا للحل متأثر فيها يعني استفدت أول مرة أطبق زي كذا مره عجبتني الفكرة».

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

كما أوضحت المُعلِّمةُ في خلال مُقابلتها وجودَ تأثيرٍ إيجابي لمُمارَسة تصميم الحلول وإجراءات تحسينها لدى الطَّالبات خاصَّةً «التَّصاميمَ الملموسة» كما يلي:

«في التصميم يعني الطالبات متعودين بعضهم على البرامج المحاكية وبعضهم متعودين على البحوث العادية لكن هنا بدأوا يعدلون ويطوروا من تصاميمهم إلين ما وصلوا في الأخير لإنجاز يعني حلو على مستواهم وعلى عمرهم وعلى تجربة أولى لهم أعتبرها شيء جميل ورائع».

- **الانخراط في الحُجَّة من الأدلَّة:**

شاركت المجموعاتُ الثَّلاثة في وصف أكثرَ من (٢-٣) مِن حلول التَّصميم وتقييمها على أساس المعايير والقيود المُتَّفَق عليها؛ فظهرت مُمارَسةُ الجدل العلمي في مرحلة تحديد فكرة الحلِّ بناءً على تبريراتهم لمُلاءمتها للمعايير والقيود، واستغرق تحديدُ الفكرة حصَّةً دراسيةً واحدةً لدى المجموعة (٢)، أمَّا المجموعتان (١) و(٣) فاستغرقتا حصَّتَين دراسيَّتين وهي أطولُ من المُدَّة المُحدَّدة للمرحلة؛ وذلك لتمسُّك أعضائها بأكثرَ من فكرةٍ واحدة؛ إذ أشارت المجموعةُ (١) إلى ثلاثة أفكار للحلِّ: «١- التخلص من المخلفات الزراعية واستعمالها كوقود للطاقة الشمسية، ٢- التخلص من المخلفات الزراعية وتحسين كفاءة تخزين الالواح الشمسية،٣- استعمال نظام هجين من الطاقة الشمسية والطاقة الحرارية من الرمال»، وبعد مُقارَنتها بالمعايير والقيود اخترن الفكرة (٢) و(٣) لاعتقادهنَّ إمكانيةَ تمثيلهما افتراضيًّا، وأَجرَين مُحاوَلاتٍ للبحث وتمثيل الفكرة (٣) افتراضيًّا، واستشرن مهندسةً كهربائيةً للاستفسار عن فكرة المشروع وكيفيَّة تمثيلها، حتَّى توصَّلت إلى ضَعف مُناسَبة تنفيذ الفكرة (٣)، وعلَّلن ذلك بما يلي:

«إن فكرة الطاقة الحرارية من الرمال مجالاتهم مختلفة عن الطاقة الشمسية فكلهم لهم تحدياتهم ولهم طريقة تصميم مختلفة للألواح والمحطات والتوليد، وصعوبة جمعهم في نظام واحد وفيها تحدي هندسي مرة كبير وتحتاج إلى عمل مكون من مهندسين طاقة متجددة، وأن سبب اختيار الفكرة ٢ لتحقيقها المعايير وسرعة التنفيذ من خلال المحاكاة».

أمَّا المجموعةُ (٣) فقدَّمت أربعةَ أفكار للحلِّ، وبعد مُقارنتها بالمعايير والقيود تَوصَّلن إلى فكرتَين مُلائمتين، ثمَّ وُجِّهت عضواتُ المجموعة إلى التَّصويت على فكرة

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

واحدة، وأوضحن حُجَجهنَّ لاختيار العوازل الشَّمسية لكَونها الحلَّ الأنسب مُقارَنةً بتوظيف الطَّاقة الحرارية الجَوْفية على النَّحو التَّالي: «العوازل الشمسية سهلة التطبيق وغير مكلفة ويمكن تطبيقها على أرض الواقع، وفكرة الحرارة الجوفية صعب تطبيقها في بيئة المدرسة وتحتاج برامج هندسية حديثة»، كما برزتْ مُشاركةٌ كلِّ مجموعة في بناء الحُجَج الدَّاعمة لفكرة تصميمها من خلال بناء الاستنتاجات وتقديم الأدلَّة التَّجريبية عند اختبار النَّماذج. وعليه جاءت مُمارسةُ المشاركة في الحُجَج بناءً على الأدلَّة لدى المجموعات بمستوى مُتقِن (الدرجة: ٣).

وفي أثناء المُقابلة النِّهائية للمجموعات أوضحنَ تأثيرَ دراستهنَّ للوحدة وَفْق نموذج التَّدريس على تنمية ممارسة بناء الحُجَج وَفْقَ الأدلَّة. وممَّا يمثِّل ذلك ما أشارت به المجموعةُ الأولى بقَولها:

(م١، ط١): «كنا كثير نتناقش في الحل لما نقتنع فيه خصوصا أنا و(ط٤) لأنه أنا ما كنت مستوعبة من صعوبة فكرتي كانت صعبة هي كانت تحاول تقنعني وانا متمسكة فيها أنها مرة ابداعية، كانت تصير مناقشات إلى ان استوعبت»، وبعد سؤالهن عن كيفيَّة الوصول للقرار النِّهائي قالت (م١، ط٢): «نجرب يعني خلاص متمسكة بقرار جربي افتحي اللابتوب وسوي 3D ما تقدرين وتتورطين»، وأضافت (م١، ط٣): «حتى (ط١) وضحت لها ليش الفكرة صعبة من أكثر من جانب وضحت لها الأسباب»، وأضافت (م١، ط١): «الطاقة الحرارية يبغالها محطات يبغالها شغل مره كثير ما نقدر نطبقها مرة صعب علينا وحتى لما نبحث يقولون إنها تحدي هندسي، صعبة على فرق العمل فأحنا خصوصا عندنا وقت وقيود».

كما أشارت المجموعة الثالثة (م٣، ط٣): «احنا تكاثرت علينا الحلول يعني كان في أكثر من دراسة حلول ...، بس كنا نقول لازم مبررات أنه هذه الفكرة تنفع وأنه هذه الفكرة ما تنفع ونشوف تتفق الأفكار مع المعايير والقيود يعني كنا نتجادل على قولتهم كثير لما نوصل لحل نتفق عليه كلنا».

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

- **الحصول على المعلومات وتقييمها والتواصل بها:**

شاركت كلُّ مجموعة في التَّواصُل بالمعلومات حول المشكلة وحلِّها من خلال توضيح أفكارهم وأسبابها لأعضاء المجموعة الواحدة؛ سواءٌ عند تحديد المشكلة أو تقييم الأفكار المقترَحة للحلِّ بناءً على المعايير والقيود أو عند تقويم أداء النَّموذج وتفسيره؛ إذ شارك أكثرُ الطَّالبات في البحث عن الحلول السَّابقة وتقديم تلخيصٍ كتابي للمشكلة وفكرة الحلِّ، والمعاييرِ والقيود، والإيجابيات والسَّلبيات، ثمَّ عُرضت أمام زميلاتهنَّ في الصَّفِّ. وظهر تواصُلُهنَّ مع الخبراء كتَواصُل المجموعة (٢) مع مُعلِّمة الفيزياء لدعمهنَّ في كيفية تركيب عناصر النَّموذج، وتواصُلِ المجموعة (١) مع مهندسةٍ كهربائية للاستفسار عن فكرة المشروع وكيفيَّة تمثيلها.

كما أسهمت كلُّ مجموعة في كتابةِ تقرير المشروع الخاصِّ بها، والمُشارَكةِ في العرض التقديمي لمشروعهن أمام المُعلِّمة والباحثة وزميلاتها وتبريرها من الجانب العلمي والهندسي والسِّياقي، وقدَّمن مقترحاتٍ لتحسين تصاميمهنَّ؛ إذ أشارت المجموعة (٢) إلى «تحسين التصميم من خلال دعامات أقوى ومستشعرات أكثر كفاءة»، وأشارت مجموعة (٣) إلى «تجريب مواد ندمجها مع الطبقة النانوية تحسن من كفاءته، وتجريب مواد اخرى غير الدقيق وحساب كفاءة الطبقة النانوية العازلة». ومِن جانبٍ آخَرَ شاركت كلُّ مجموعة في تقويم مشاريع المجموعات الأخرى خلال العرض النِّهائي وَفْقَ سُلَّم تقديرٍ لأداء التَّصميم الهندسي. وعليه جاءت ممارسةُ الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها لدى المجموعات بمستوى مُتقِن (الدرجة: ٣).

وفي أثناء المُقابلة النِّهائية للمجموعات أوضحن تأثيرَ دراستهنَّ للوحدة وَفْق نموذج التَّدريس على تنمية الحصول على المعلومات وتقويمها والتَّواصُل بها، وقد ظهرتْ من خلال إشارتهنَّ إلى ما يلي:

أولًا: تحليلهنَّ للسِّيناريو أو الحلول السَّابقة؛ إذ أشارت المجموعةُ الأولى بما يلي: (م١، ط١): «يعني بالبداية ممكن إننا أخذنا وقت صراحة يعني طول اليوم كنا نحاول نحلل الورق ونفكر بس مع الوقت هذا الموضوع صار سهل»، وأضافت (م١، ط٢): «لو درسنا مثل كذا مرة ثانية بيكون فيه سرعة بالحل وسرعة التفكير يعني خلاص عرفنا وش

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

المصادر اللي تفيدنا في البحث وكيف نصلح المشروع». كما أشارت المجموعةُ الثَّالثة (م٣، ط٢) إلى ما يلي: «أول شيء ما كانوا يوضحون بشكل مباشر أن هذه هي المشكلة كانت حرفيًا بين السطور متوزية، لكن اللي ساعدنا نحدد المشكلة أننا نلاحظ أنهم يقولون ولكن حصل كذا أو لكن نسبة الأشياء كذا ونحاول نرسم علاقات المشكلة الهندسية ومشكلات البيئة والمجتمع والاقتصادية».

ثانيًا: إشارتُهنَّ إلى تَطوُّر مُمارسة البحث عن المعلومات في المصادر الخارجية؛ يستوي في ذلك المصادر الإلكترونية أو الخبراء الخارجيّون أو مُعلِّمات المدرسة. وممَّا يمثِّل ذلك ما أشارت به (م١، ط١) بقَولها: «أغلبنا كان يعني قاعد يبحث ويدور في مجاله، احنا هندسة وحاسب احنا نتعلم لغات البرمجة ويعني حتى عندنا اشياء علمية المفروض اننا ندرسها مستقبلا بس المشروع خلانا من الحين نأخذ خلفية عنها».

وممَّا يَدعم النَّتيجةَ السَّابقة ما أشارت إليه المُعلِّمةُ في خلال مقابلتها من تَطوُّر ممارسة الطَّالبات لاستخلاص المعلومات، وأوضحت ما يلي:

«أوراق العمل كلها تعتمد على الاستقصاء يعني على البحث وأن الطالبة بنفسها تعتمد على إخراج المعلومة، وهم متعودين على أن المعلم يرمي سؤال في نهاية الحصة سؤال تحدي ويصير يجاوب عليه الطالب في بداية الحصة القادمة، يعني يكون عنده فترة زمنية في البحث، فحاليا لا صارت ورقة العمل مكونة من عدة أسئلة، وأخذوا فيها الطالبات وقت للأمانة خاصة في الحصتين الأولى وبعدها صارت الطالبة فاهمة أصلا كيف تقرأ ورقة العمل وتبحث عن المعلومة».

ثالثًا: أوضحت المجموعاتُ إلى قُدرتهنَّ على عرض مشاريعهن بثقة؛ لاستيعابهنَّ لها ولكَونهنَّ أنجزنها بأنفُسهنَّ؛ وممَّا يمثل ذلك:

(م٢، ط٣): «لما نعرض العرض قبل كنا بس نقرأ الكلام يعني ما كان في شرح ما كنا فاهمين المشروع لدرجة إن احنا نقدر نشرحه براحة بس هالمره صدق مو لازم أطالع بالعرض يوم يعني شرحنا للمشرفات حتى ما طالعت بالعرض شرحت بنفسي حسيت انا عندي ثقة إني أشرح هذا المشروع لأني صدق فاهمته واشتغلت عليه».

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

(م٣، ط١): «توني أعرف أو توني أكتشف أنه عندي قدرة التحدث إني أقدر أتكلم بدون ما شوي أخاف بسبب إني حتى لو تكلمت أحس عادي، وهذه أول مرة أمسك مشروع أول مرة أعرف كيف اخطط له وش أسوي وش ما أسوي كذا يعني أول مرة أنظم مشروع. يعني الحمد لله عادي اتكلم لاني عارفة المشروع وفهمته لي تقريبا شهر وأنا أدرسه وخلاص أي أحد يسألني رح اتكلم لا إرادي».

وممَّا يَدعَم النَّتيجةَ السَّابقة ما أشارت إليه المُعلِّمةُ في خلال مقابلتها بقَولها: «في الأخير أنجزوا وعجبني أن في طالبات ما كانوا يعني متحدثات أو يطلعون يتكلمون أو يشرحون وشفتهم أمامي يتكلمون يشرحون».

كما أشارت المجموعاتُ إلى تَطوُّرهنَّ في التَّعبير عن آرائهن:

(م٢، ط٢): «علمتني الأوراق أني أتفلسف يعني أقول كلام كثير وأقدر أعبر وكيف يعني أمشي خطوة خطوة واتكلم في تفاصيل كل شيء، يعني قبل كنت أختصر وما أفكر بكل الجوانب».

(م١، ط٣): «الحلو في الأوراق أنها تعطي الشخص مجال يتكلم لأنه مو على وقت محدود، تكتب كل اللي رأيك الشخصي يعني ما فيه قيود معينة لازم تكتب بهالطريقة».

(م١، ط٢) «الأسلوب ومصطلحاتنا كانت مو كثير علمية بعد ما أدركنا الشغل اللي صلحناه صرنا نعرف نحدد كيف ان هاذي معايير قيود».

رابعًا: ركَّزت المجموعةُ الثَّانية على تَطوُّر مُمارَسة كتابة تقرير المشروع؛ إذ أشرن إلى ما يلي:

(م٢، ط١): «أنا أشوف أنها تجربة ممتازة يعني في النهاية عطتنا مهارات رح نستفيد منها بالجامعة ...، بتكلم عن التقرير لأن يعني هو الشيء اللي أحس أننا اشتغلنا عليه غير، بالعادة في المشاريع نكتب تقرير مرة بسيط يمكن بس أسماء المجموعة ووش جابوا، يعني ما نتبع فيه معايير معينة يعني كنت أكتب كذا تقرير عادي وأقل من عادي وأرسله خلاص بس يعني هالتجربة يعني طورت شلون نكتب تقرير فيه تفاصيل دقيقة ونوضح فيه كل شيء».

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

وإجمالًا لما سبق، جاءت نتائجُ مستوى ممارسة تحديد المشكلات والمُشاركة في الحجج بناءً على الأدلَّة، والحصولِ على المعلومات وتقويمها وتوصيلها لدى جميع المجموعات؛ جاءت بمستوى مُتقِن. كما جاءت ممارسةُ تطوير النماذج واستخدامها وتصميمُ الحلول لدى المجموعتَين (٢) و(٣) بمستوى مُتقِن، ولدى المجموعة (١) بمستوى مُتقدِّم. كما جاءت ممارسةُ تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، واستخدامِ الرِّياضيَّات وتحليل البيانات لدى المجموعات بمستوى مُتقدِّم، باستثناء مُمارَسة استخدام الرِّياضيَّات لدى المجموعة (١) التي جاءت بمستوى مبتدئ. كما أظهرت مقابلةُ المجموعات أنَّ دراسةَ الوحدة وَفْق نموذج التَّدريس قد أسهمت في تنمية ممارستهنَّ لتحديد المشكلة، وتطويرِ النَّماذج واستخدامها، وتحليلِ البيانات وتفسيرها، والمشاركةِ في الحُجَج بناءً على الأدلَّة وتصميم الحلول، في حين لم تُظهر تأثيرًا واضحًا في ممارسة استخدام الرِّياضيَّات.

مناقشة النَّتائجُ:

أظهرت النَّتائجُ تأثيرًا إيجابيًّا لنموذج التَّدريس في تفكير طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي في جميع جوانب المشكلة والعَلاقات بينها، وفي مشاركتهنَّ في الحُجَج والحصول على المعلومات وتقييمها والتَّواصُل بها؛ إذ جاءت ممارستُهنَّ لها بمستوى مُتقِن؛ ويمكِن عزوُ ذلك إلى تركيز نموذج التَّدريس في معظم مراحله على تعزيز الرَّبط بين الجوانب الهندسية والعلمية والسِّياقية، إضافة إلى ما أشارت إليه الطَّالباتُ في خلال مقابلاتهن من أنَّ الأنشطةَ عزَّزت من الكتابة والتَّعبير عن الآراء حول المشكلة، والحلولِ السَّابقة ومشروعهم، وكذلك إشارتُهنَّ إلى أنَّ سيناريوهاتِ المشكلات والحلولَ السَّابقة قد عزَّزت من التَّفكير حول جوانب المشكلات والرَّبط بينها. وتتَّفق هذه النَّتيجةُ مع دراسة الغامدي (٢٠١٩) التي جاءت فيها ممارسةُ تحديد المشكلة، والمشاركةِ في الحُجَج، والحصولِ على المعلومات وتقويمها والتواصل بها لدى الطُّلَّاب الموهوبين في الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي؛ جاء كلُّ ذلك بمستوى مُتقِن عند الْتحاقهم ببرنامجٍ إثرائي قائم على STEM. كما تتَّفق مع نتائج دراسة ميلتون وآخرين (Melton et al., 2022) التي بيَّنت أنَّ مُتعلِّمي الصَّفّ العاشر في إحدى مدارس تايوان قدَّموا وجهاتِ نظرٍ متنوِّعةً «اقتصاديةً وسياسيةً واجتماعيةً وتقنيةً وعلميةً» عند تحديد المشكلات ووضعِ حلول لتلوُّث الهواء؛ وكان ذلك نتيجةً لمشاركتهم

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

في برنامجٍ يركِّز على تعليم STEM ونهج التَّفكير المنظومي. ومن جانب آخَرَ أشارت الطَّالباتُ إلى دَور سيناريوات المشكلات والحلول السَّابقة في تعزيز التَّفكير حول المشكلات، ويتَّفق هذا مع دراسة رحماواتي وآخَرين (Rahmawati et al., 2024) التي أظهرتْ أنَّ دمجَ القصص المُعضِلة في مشروع STEAM قد أسهم في تَحدِّي التَّفكير النَّقدي والإبداعي لدى الطُّلَّاب في إحدى المدارس الثَّانوية في إندونيسيا عند دراستهم لموضوع البترول في مُقرَّر الكيمياء.

كما ظهر اختلافُ مستوى ثلاثة ممارساتٍ هندسية «تطوير النَّماذج واستخدامها، وتصميم الحلول، واستخدام الرِّياضيَّات» بين المجموعات، وظهر فيها التَّقدُّمُ لصالح المجموعتَين (٢) و(٣) مُقارَنةً بالمجموعة

(١) على الرَّغم مِن تميُّزهنَّ التَّحصيلي؛ وقد يُعزى ذلك إلى أنَّ تركيزَ المجموعة (١) على البحث حول برامج المحاكاة لتمثيل الفكرة أو اختبارها لم يساعدهم في دِقَّة تمثيل فكرتهنَّ، ولم تَدعَم أدواتُها إجراءاتِهنَّ في تحسين التَّصميم أو توظيف عددٍ من الحسابات الرِّياضية البسيطة أو المتقدِّمة.

ومن جانبٍ آخَرَ لم تظهر ممارسةُ تقييم دقَّة طرق جمع البيانات وتحسينها بوضوحٍ لدى جميع المجموعات، كما لم تُظهر استجاباتُهنَّ في المقابلات تأثيرَ النَّموذج على ممارسة استخدام الرِّياضيَّات، وقد يُعزى ذلك إلى اعتيادهنَّ على استخدام برامج المُحاكاة التي تقوم بالحسابات الرِّياضية مُباشَرةً كما أوضحت مُعلِّمتُهم، وأنَّ تحسينَ تلك الممارسات قد يتطلَّب المزيد من الوقت؛ إذْ إنَّ الممارساتِ الهندسيةَ عامَّةً تُستهدف تنميتُها في معايير مجال تَعلُّم العلوم الوطنية أو الجيل القادم لمعايير العلوم خلال فصولٍ دراسية مُتعدِّدة. وتختلف هذه النَّتيجةُ مع دراسة الغامدي (٢٠١٩) التي أظهرتْ مجيءَ ممارسة استخدام الرِّياضيَّات وتخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، وما تَتضمَّنه من تقييم دقَّة طُرق جمع البيانات وتحسينها، مجيءَ كلُّ ذلك بمستوى مُتقِن لدى الطُّلَّاب الموهوبين في الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي عند الْتحاقهم ببرنامجٍ إثرائي قائم على STEM، وقد يُعزى ذلك الاختلافُ إلى أنَّ البرنامجَ الإثرائي أنجز فيه الطُّلَّابُ ثلاثةَ مشاريعَ متتابعةٍ، وأنَّ ذلك قد

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
https://mkmgt.journals.ekb.eg
المجلد (٩٠) أكتوبر ٢٠٢٤م

يَدعَم تحسينَ تلك المُمارسات مُقارنةً بالدِّراسة الحالية التي أُنجز فيها مشروعٌ واحدٌ لكلِّ مجموعة عند دراستهنَّ للوحدة.

وعلى الرَّغم من النَّتائج التي توصَّل إليها البحثُ فإنَّ عليه قُيودًا تتمثَّل في صِغرِ حجم العيِّنة واختيارها قصديًّا، وأنَّ ذلك يَحُدُّ من تعميم النَّتائجُ؛ وعليه يُوصَى بتطبيق نموذج التَّدريس المقترَح على عيِّناتٍ أكبرَ من المُتعلِّمين في الصَّفّ الثَّاني الثَّانوي عند دراستهم لوحْدة الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية.

التَّوصيات:

- دعم الموارد الدَّاعمة للنَّموذج كدليل المُعلِّم بتوجيهاتٍ حول تقويم دقَّة جمع البيانات وتحسينها، وكيفيةِ توظيف الحسابات الرِّياضية في التَّصاميم الهندسية.
- توجيه المُعلِّمين والمعنيِّين بتطوير مناهج الكيمياء وموادِّها التَّعليمية إلى الاستفادة من نموذجِ التَّدريس المقترح، ومن دليلِ المُعلِّم، ومن أنشطةِ المُتعلِّم الخاصَّة بوحْدة الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية في كيمياء (٢).
- منح وقتٍ أطولَ للمُتعلِّمين في مراحل تطوير فكرة الحل وإنشاء التَّصميم وتقويمه.

المقترحات:

- إجراء دراسة لتقييم مُلاءمة برامج المُحاكاة والتَّصميم الهندسي لدراسة المشكلات ذات العلاقة بموضوع الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية.
- تقصِّي فاعلية نموذج تدريسْ وَفْق التَّصميم الهندسي في تنمية الممارسات الهندسية على عيِّناتٍ أكبرَ، وكذلك تَقصِّي أثره في تنمية عادات العقل الهندسية كالتَّفكير المنظومي، واتِّخاذ القرار.

مُقارنة فاعلية نموذج التَّدريس على الممارسات الهندسية لدى المتعلِّمين في مسار علوم الحاسب والهندسة والمتعلِّمين في المسار العامّ.

المراجع:

المراجع العربية:

- إسماعيل، حمدان (٢٠١٧). أثر أنشطة إثرائية في الكيمياء قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تنمية الوعي بالمهن العلمية والميول المهنية لطلاب المرحلة الثانوية ذوي استراتيجيات التعلم العميق والسطحي. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٠ (٢)، ١-٥٦.
- إسماعيل، دعاء (٢٠١٨). وحدة مقترحة في الكيمياء الحرارية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم NGSS لتنمية فهم الأفكار الأساسية وتطبيق الممارسات العلمية والهندسية لدى طلاب الصف الأول ثانوي. *مجلة كلية التربية بجامعة طنطا*، *٧١* (٣)، ٨٦-١٤٨.
- الباز، مروة (٢٠١٧). تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS وأثره في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب. *مجلة كلية التربية بجامعة بورسعيد*، (٢٢)، ١١٦١-١٢٠٦.
- الجلال، محمد (٢٠١٨). *بناء نموذج لتطوير وحدات العلوم للمرحلة المتوسطة وتدريسها وفق اتجاه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات* [رسالة دكتوراه غير منشورة]. جامعة الملك سعود.
- صبري، إسماعيل ونصار، محمود (٢٠٢١). تطوير منهج الكيمياء للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية في ضوء مدخل STEM. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، (١٣٩)، ٣٠٥-٣٦١.
- العبد الكريم، راشد (٢٠١٢). *البحث النوعي في التربية*. دار نشر جامعة الملك سعود.
- العجمي، نمشة (٢٠٢٠، ٥ مارس). *مستوى معرفة وتنفيذ معلمات الكيمياء بالمرحلة الثانوية للممارسات العلمية والهندسية*. المؤتمر التاسع عشر للجمعية السعودية للعلوم التربوية والنفسية: تعزيز الشخصية السعودية لمجتمع حيوي، جامعة الملك سعود.
- طعيمة، رشدي (٢٠٠٤). تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية. القاهرة: دار الفكر العربي.
- القرني، نوره والأحمد، نضال (٢٠١٨). الكفاءة الذاتية لمعلمات العلوم في المرحلة الثانوية للتدريس في ضوء توجُّه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. *المجلة التربوية الدولية المتخصصة*، ١١ (٧)، ١٥-٣٠.
- الأحمد، نضال والشمراني، سعيد والجبر، لولوة والمفتي، عبده والحربي، منى (٢٠٢٣). أولويات البحث في تعليم العلوم بالمملكة العربية السعودية من وجهة نظر المتخصصين. *مجلة الجامعة الإسلامية للعلوم التربوية والاجتماعية*، (١٦)، ١١-٦٠.
- هيئة تقويم التعليم والتدريب (٢٠١٩). وثيقة مجال تعلم العلوم الطبيعية. *هيئة تقويم التعليم والتدريب*. استرجع في ٤ ابريل ٢٠٢٢ من الرابط

https://etec.gov.sa/ar/productsandservices/NCSEE/Cevaluation/Pages/Standardsdocuments.aspx

المراجع الأجنبية:

- Barak, M., Ginzburg, T., & Erduran, S. (2022). Nature of engineering: a cognitive and epistemic account with implications for engineering education. *Science & Education.* https://doi.org/10.1007/s11191-022-00402-7
- Barroso, L., Morgan, j., & Moon, A. (2013). Engineering better projects. In R. Capraro, M. Capraro & J. Morgan (Eds.), *STEM project-based learning: an integrated science technology engineering and mathematics (STEM) approach* (PP. 29-40). Sense Publishers.
- Brand, B., Kasarda, M., & Williams, C. (2017). Inquiry by engineering design: applying the sixth E. *Technology and Engineering Teacher*, *77*(2), 22–26.
- Capraro, R., Capraro, M., Robert, M., & Sencer, C. (2013). Changing views on assessment for STEM project-based learning. In R. Capraro, M. Capraro & J. Morgan (Eds.), *STEM Project-based learning: An integrated science technology engineering and mathematics (STEM) approach* (PP. 109-118). Sense Publishers.
- Crismond, D., & Adams, R. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education, 101*(4), 738–797.
- Crotty, E., Guzey, S., Roehrig, G., Glancy, A., Ring-Whalen, E., & Moore, T. (2017). Approaches to Integrating Engineering in STEM Units & Student Achievement Gains.*Journal of Pre-College Engineering Education Research, 7*(2), 1-14.
- Cunningham, C., & Carlsen, W. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2),197-210.
- Cunningham, C., & Lachapelle, C. (2014). Designing engineering experiences to engage all students. In S. Purzer, J. Strobel & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (1-24). Purdue University Press.
- Emami, M. (2011). Teaching engineering design: a hybrid framework. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA)*. https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.3936
- Gao, X., Li, P., Shen, J., & Sun, H. (2020). Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education. *International Journal of STEM Education, 7*(24), 1-14.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M., & Capraro, R. (2015). In-Service teachers' implementation and understanding of STEM project based learning. Eurasia *Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11*(1), 63-76.

- Karabiyik, T., Magana, A.J., Parsons, P., & Seah, Y. (2022). Pedagogical approaches for eliciting students' design thinking strategies: tell-and-practice vs. contrasting cases. *International Journal of Technology and Design Education.* https://doi.org/10.1007/s10798-022-09757-y
- Kelley, T., Knowles, j., Han, J., & Trice, A. (2021). Integrated STEM models of implementation. *Journal of STEM Education, 22*(1). 34-45.
- Koshy, V. (2005). *Action Research for improving practice: A practical guide*. Paul Chapman Publishing.
- Larmer, J. (2014). Project-based learning vs. Problem-based learning vs. X-bl. http://www.edutopia.org/blog/pbl-vs-pbl-vs-xbl-john-larmer
- Li, Y., Wang, K., Xiao,Y., & Froyd, J. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education, 7*(11). *1-13.*
- Makela, T., Fenyvesi, K., Kankaanranta, M., Pnevmatikos, D., & Christodoulou, P. (2022). Co-designing a pedagogical framework and principles for a hybrid STEM learning environment design. *Education Tech Research Dev, 70*, 1329–1357.
- National Academy Of Engineering & National Research Council (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 science education practices, crosscutting concepts, and core ideas.* The National Academies Press.
- Ortiz-Revill, J., Adúriz-Bravo, A., & Greca, I. (2020), A framework for epistemological discussion on integrated STEM education. *Science & Education, 29*, 857–880.
- Osgood, L., Johnston, C. (2022). Assessing Design Ability through a Quantitative Analysis of the Design Process. *MDPI Journal of Sustainability*, *14*(17), 1-25.
- Pateliya, Y. (2013). An Introduction to Modern Models of Teaching. *International Journal for Research in Education*, *2*(2), 125-129.
- Purzer, P., & Quintana-Cifuentes, J. (2019). Integrating engineering in K-12 science education: spelling out the pedagogical, epistemological, and methodological arguments. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(13), 1-12.
- Purzer, S., Goldstein, M., Adams, R., Xie, C., & Nourian, S. (2015). An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations. *International Journal of STEM Education*, *2*(1).
- Wahono, B., Lin, P., & Chang, C. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7(36), 1-18.

- Yakymenko,Y., Poplavko, Y., & Lavrysh, Y. (2020). Steam as a factor of individual systems thinking development for students of electronics speciality. *Advanced Education*, 15, 4-11.
- Bower, M., & Vlachopoulos, P. (2018). A critical analysis of technology-enhanced learning design frameworks. *British Journal of Educational Technology,49*(6), 981–997.
- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A., & Mulyana, K. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Journal of* Heliyon, *9* (4), 1-12.
- Melton, J., Saiful, J., Shein, P. (2022). Interdisciplinary STEM program on authentic aerosol science research and students' systems thinking approach in problem-solving. *International Journal of Science Education, 44*(9), 1419-1439.
- Rahmawati, Y., Erdawati, E., Ridwan, A., Veronica, N., Hadiana, D. (2024). Developing Students' Chemical Literacy through the Integration of Dilemma Stories into a STEAM Project on Petroleum Topic. *Journal of Technology and Science Education*, *14*(2), 376-392.