مجلة الآداب
للدراسات النفسية والتربوية

OPEN ACCESS
تاريخ الاستلام: 10/ 01/ 2026م
تاريخ القبـول: 27/ 02/ 2026م

تصور مقترح يستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة

د. رشدان بن حميد بن مسعود المطرفي*
Rmatrafi@taibahu.edu.sa

أ. زهور بنت جمعه العوفي*
madena_flowers@hotmail.com

الملخص

هدف البحث إلى تقديم تصور مقترح يستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة، ولتحقيق الهدف تم الكشف عن واقع توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم، واستخدام المنهج المختلط للإجابة عن أسئلة البحث، وجمعت البيانات باستبانة من قبل (208) معلمًا ومشرفا للعلوم ،ومقابلة شبه منظمة مع (16) معلماً ، واستخدمت مجموعة من الأساليب الإحصائية منها: اختبار (ت) للمجموعات غير المرتبطة، اختبار كروسكال واليز، اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه واختبار شيفيه؛ لتحليل البيانات، و أظهرت نتائج البحث توظيف عالٍ لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة بالرغم من ارتفاع التحديات في ذلك، كما أظهرت عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية من وجهة نظر أفراد العينة تُعزى لمتغيرات: (النوع، المؤهل العلمي، نوع التعليم، مرحلة التدريس) في توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة، وفي ضوء النتائج تم وضع تصور مقترح يستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة.

الكلمات المفتاحية: الثورة الصناعية الرابعة -تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة – معلمو ومشرفو العلوم-تصور مقترح.

---

* أستاذ مناهج وطرق تدريس العلوم المشارك، قسم المناهج وطرق التدريس. كلية التربية، جامعة طيبة، المملكة العربية السعودية.

**المحاضر في مناهج وطريق تدريس العلوم ، إدارة التعليم، وزارة التعليم بمنطقة المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية

للاقتباس: المطرفي، رشدان بن حميد بن مسعود ؛ العوفي، زهور بنت جمعه. (2026). تصور مقترح يستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة ، *مجلة الآداب للدراسات النفسية والتربوية*، 8(1)، 270-323.

© نُشر هذا البحث وفقًا لشروط الرخصة Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)، التي تسمح بنسخ البحث وتوزيعه ونقله بأي شكل من الأشكال، كما تسمح بتكييف البحث أو تحويله أو الإضافة إليه لأي غرض كان، بما في ذلك الأغراض التجارية، شريطة نسبة العمل إلى صاحبه مع بيان أي تعديلات أُجريت عليه.

(EISSN): 2708-5775 ISSN: 2707-5788
DOI: https://doi.org/10.53285/v985859

OPEN ACCESS
Received: 10-01-2026
Accepted: 27-02-2026

مجلة الآداب
للدراسات النفسية والتربوية

Developing a Proposed Framework for Enhancing the Integration of Fourth Industrial Revolution Applications in Science Education: Insights from Current Educational Practice

Dr. Rashdan Hamid Masoud Almatrafi [*]
rmatrafi@taibahu.edu.sa

Zuhor Juma'ah Aloufi **
madena_flowers@hotmail.com

Abstract:

The study aimed to propose a framework based on applications of the Fourth Industrial Revolution to enhance the skills required for their integration in science education in light of current practice. To achieve this objective, the study examined the current status of integrating Fourth Industrial Revolution applications in science education from the perspectives of science teachers and supervisors. The mixed methods approach was employed. Data were collected using a questionnaire administered to (208) science teachers and supervisors and a semi-structured interview with (16) teachers. The data were analyzed using several statistical techniques, including the independent samples t-test, the Kruskal–Wallis test, one-way analysis of variance (ANOVA), and the Scheffé test. The results indicated a high level of integration of Fourth Industrial Revolution applications despite exisiting notable challenges. The findings also showed no statistically significant differences in participants' responses attributable to the variables of gender, educational qualification, type of education, or teaching stage. Based on these findings, a proposed framework grounded in Fourth Industrial Revolution applications was developed to enhance the skills required for their effective integration in science education in accordance with current educational practice.

Keywords: Fourth Industrial Revolution; Fourth Industrial Revolution Applications; Science Teachers and Supervisors; Proposed Framework

[*] Associate Professor of Curriculum and Instruction – Science Education, Department of Curriculum and Instruction. College of Education, Taibah University, Kingdom of Saudi Arabia.

** Lecturer in Curriculum and Instruction of Science, Education Administration, Ministry of Education, Al-Madinah Region, Kingdom of Saudi Arabia..

Cite this article as:: Banat, Somaia Ratib Abdelrahman. & **Al- Maqableh, Mohammad Qasem**. (2026). **Organizational Agility among Public Secondary School Principals in Jerash Governorate from the Teachers Perspective**. *Journal of Arts for Psychological & Educational Studies 8*(1) 270-323

© This material is published under the license of Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), which allows the user to copy and redistribute the material in any medium or format. It also allows adapting, transforming or adding to the material for any purpose, even commercially, as long as such modifications are highlighted and the material is credited to its author.

(EISSN): 2708-5775 ISSN: 2707-5788
DOI: https://doi.org/10.53285/v985859

مقدمة :

شهد العالم ثورة تقنية حديثة من خلال اندماج البيانات الضخمة، والإنترنت وخوارزميات التفكير الإصطناعي، وبعض التقنيات التكنولوجية منتجاً ما سمي بالثورة الصناعية الرابعة مما أثر على مختلف القطاعات الاقتصادية، والسياسية ،والاجتماعية والتعليمية، وأصبح التعليم أمام تحدٍ واضح في عملية التأقلم مع التطور الحاصل وكيفية توظيفه في خدمة عملية التعليم، والتعلم، بالتفاعل معه والاستفادة منه في إنتاج خريجين ذوي مهارات تتماشى مع متطلبات سوق العمل، وذلك يدعو للتفكير في تطوير أساليب وطرق التعليم، وتوظيف تقنيات الثورة الصناعية الرابعة لتحسين دور المعلم والمتعلم في عمليات التعليم ،والتعلم، وخلق بيئة تعليمية محورها المتعلم (James, 2020). وتعليم العلوم الطبيعية باتساع دائرتها في نماء، وتطور متواصل سيما في هذا العصر المليء بممكنات الابتكار، والاختراع ، وهذا يتطلب من مختصي تعليم العلوم تنمية مهاراتهم وقدراتهم بشكل مستمر لتوظيف التقنيات الحديثة، والتطبيقات الذكية في العملية التعليمية بما يتوافق مع خصائص المجتمع، والمتعلمين، وحاجاتهم المستقبلية.

و تنبهت مراكز البحث ،والاستشارات في الوطن العربي إلى ضرورة الاستفادة من تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في العملية التعليمية فعقدت المؤتمرات، والندوات للخروج بجملة من التوصيات الداعمة لضرورة تطوير العملية التعليمة لمواكبة الثورة الصناعية الرابعة، ومنها توصيات "منتدى أسبار الدولي" المؤكد على ضرورة التحديث الجذري لنظام التعليم بمختلف مراحله؛ من أجل بناء جيل قادر على استيعاب الثورة الصناعية الرابعة، والانخراط فيها فعلياً، والمؤتمر الدولي للثورة الصناعية الرابعة وأثرها على التعليم المنعقد في سلطنة عمان (2019) الذي أوصى بصناعة استراتيجيات لمواكبة النظام التعليمي لتوجهات الثورة الصناعية الرابعة، وذلك بتطوير عناصر المنظومة التعليمية، وبرامج إعداد المعلمين بما يتناسب مع متطلبات الثورة الصناعية الرابعة، بينما أوصى المؤتمر الدولي الثامن تحت عنوان: "التربية، وتحديات الثورة الصناعية الرابعة" على أهمية المعلم وإعداده من أجل التعامل الأمثل مع معطيات المستقبل(المطرفي، 2025، 63؛ العلمي، 2017). وفي تدريب المعلمين نصت توصيات المؤتمر على: "توجيه العاملين في الحقل التربوي على التنمية الذاتية المستدامة بما يؤهلهم لمواكبة العمل بتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة"، واكدت الدراسات التربوية الحديثة الباحثة في مجال التعليم والثورة الصناعية الرابعة في مجمل نتائجها وتوصياتها على توصيات المؤتمرات المجال في نفسه، ولعل ذلك يعود لما لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة من تأثير واضح، ومؤكد على مجالات الحياة قاطبة، مما خلق توجه عام لدى المهتمين بالعملية التعليمية على تدريب المعلمين على تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لتفعيلها في العملية التعليمية. إذ أوصت دراسة الراسبية (2021) على ضرورة توفير منصات الكترونية تهدف إلى بناء، وتنمية قدرات المعلمين وتنمية أدائهم التدريسي بما يتلاءم، ومتطلبات الثورة الصناعية الرابعة. ودعت دراسة عبود

و آخرين (2022) إلى ضرورة تأهيل المعلمين بما يواكب التقنيات التي فرضتها الثورة الصناعية الرابعة. وأوصت دراسة رجب (2022) بضرورة تطوير برامج التنمية المهنية للمعلمين أثناء الخدمة بما ينسجم مع متطلبات الثورة الصناعية الرابعة من حيث المحتوى العلمي، وطرق التنفيذ، والتقويم بما يناسب أدوار المعلم في عصر الثورة الصناعية الرابعة، وفي دراسة غنيم (2021) جاء من متطلبات التصور المقترح لتفعيل أدوار المعلم في ضوء متطلبات الثورة الصناعية الرابعة وضع خريطة تدريبية تمكنه من التفاعل مع منجزات الثورة الصناعية الرابعة، واستخدام أبعادها المختلفة بفاعلية في العملية التعليمية، وإنشاء منصات تعليمية تدريبية للمعلمين لتقديم الدورات التدريبية لهم، وفي دراسة المشايخية والصيعرية (2022) جاءت توصية إنشاء مراكز مختصة لتدريب المعلمين على مهارات الثورة الصناعية الرابعة من أهم التوصيات، ودعت دراسة البلشي وآخرين (2024) إلى تمكين المعلمين من متطلبات الثورة الصناعية الرابعة، وتفعيلها في العملية التعليمية عن طريق توفير برامج تدريب مهنية باستخدام منصات تكنولوجية، وقد أوصت كثير من الدراسات والبحوث بتوفير برامج تدريبية مستمرة، ومحدثة لتطوير مهارات المعلمين في استخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة مثل الذكاء الاصطناعي، والواقع المعزز، والواقع الافتراضي (الجزار ولاشين،2024؛ زهران، 2024) في مرحلة الخدمة ،أما في مرحلة الإعداد فإن من أهدافها إعداد معلم رقمي يعمل على توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في التعليم وبخاصة الذكاء الاصطناعي من خلال استحداث برامج جديدة، ومنح دراسية، وعقد شراكات مع شركات التقنية لتدريب المعلمين على تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة (البلشي وآخرون، 2024) .

وفيما يخص معلم العلوم فقد دعت دراسة مرسي (2023) إلى ضرورة تنمية مهارات معلم العلوم الرقمية لمواكبة عصر الثورة الصناعية الرابعة، في ظل تدني مستوى الوعي بتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي كأحد مكونات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم قبل الخدمة لدى طالبات كلية العلوم، وأوصت دراسة علي وآخرين (2024) بتطوير برامج إعداد المعلمين بما يتماشى مع تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة وأن تتبنى وزارة التعليم خططًا تنموية شاملة تهدف إلى تصميم البرامج التدريبية، والمنصات التعليمية لخدمة العملية التعليمية بما يلائم متطلبات الثورة الصناعية الرابعة.

بل دعت بعض الدراسات إلى تبني تدريس تطبيقات الثورة الصناعية في مقررات العلوم مثل دراسة مهدي وآخرين (2024)، الهادفة لبناء منهج مقترح في الفيزياء للمرحلة الثانوية في ضوء مستحدثات الثورة الصناعية الرابعة، وقد توصلت الدراسة إلى إعداد قائمة بمستحدثات الثورة الصناعية الرابعة التي تتناسب مع طبيعة منهج الفيزياء المقترح.

فالحاجة ماسة ليكون تعليم العلوم مواكباً،وملبياً لمتطلبات الثورة الصناعية الرابعة؛ من أجل تنمية قدرات المتعلمين، ومهاراتهم الإبداعية، والفكرية لتحقيق حاجاتهم وتنمية قدراتهم في التعامل مع

تحديات العصر والتقنية، فتعليم العلوم حري به أن يتناسب مع متطلبات العصر لبناء مواطن مُنافس عالمي يسعى جاهداً نحو تحقيق التقدم والريادة في مختلف المجالات، بل إنه يعد المتعلمين للحياة المستقبلية، وهذا يتطلب أن يتم تنمية المعلمين في مجال تطبيقات الثورة الصناعة الرابعة لينعكس ذلك على المتعلمين من خلال العملية التعليمية، ومن ثم ينعكس ذلك على واقع الحياة اليومية لهم.

مشكلة البحث وتساؤلاته:

تأسيساً على ماسبق؛ فمناهج العلوم من أهم الركائز في تنمية المجتمع وتطوره، فهي تسهم بكفاءة في إعداد المتعلمين للمستقبل من خلال تزويدهم بالمعارف ،والمهارات، والاتجاهات من خلال المفاهيم العلمية، أو الأنشطة، أو التجارب، أو توليد المعارف والتطبيقات، والتقنيات المختلفة المعتمدة على الحقائق، والقوانين، والنظريات العلمية التي تكون محتوى مادة العلوم، كما إن التطوير، والتحسين المستمر في مناهج العلوم، تتطلب من المعلمين دعم الاستقصاء العلمي، والبحث التجريبي، وتوفير تحديات للمتعلمين قائمة على التفكير التصميمي، والابتكار، وحل المشكلات من خلال الممارسة المباشرة للمشاريع العلمية، وإدارتها وفق مهارات التخطيط، والتنفيذ مستثمرين العمل الجماعي التعاوني، وهذا مما يستدعي من تعليم العلوم التأكيد على أدواره المهمة في تعزيز مهارات التفكير الناقد، والتفكير المنظومي القائم على دعم العلاقات داخل النظام العلمي والبيئي، الذي يغرس لدى المتعلم الوعي الإيجابي لكيفية تعلمه وتقييم أدائه ليكون بذلك متعلماً مدى الحياة، وقادراً على التعامل مع التحديات المستقبلية.(السبيعي والشهري، 2024؛ العتيبي والشهري، 2022، وتنادي الثورة الصناعية الرابعة بتنمية المجتمع، وخلق اقتصاد حيوي مستدام مع الحفاظ على البيئة وتنميتها، لذلك "فإن تضمين مهارات الثورة الصناعية الرابعة، ومتطلباتها في مناهج العلوم أمر مهم للغاية" (المطيري وسبحي،2025، 6-7) أمام هذه التحديات القائمة على واقع الثورة الصناعية الرابعة، فلابد أن يكون لتعليم العلوم وأدوار المعلمين وممارساتهم الأثر الفاعل في تمكين المتعلمين منها "يجب عقد العديد من الدورات التدريبية للمعلمين لمواجهة متطلبات الثورة الصناعية الرابعة، ويجب أن يكون ذلك هدفاً رئيساً من البرامج التدريبية أو تطوير المناهج الدراسية" (مرسي، 2023).

إلا أن البرامج التدريبية قد تبنى على أنماط معينة تهمل حاجات المعلمين الواقعية،والمستقبلية التي تفرضها المتغيرات التقنية مما يحد من كفاءتها، وفاعليتها. وفي ضوء ما سبق، تتحدد مشكلة البحث في الحاجة إلى بناء تصور مقترح يستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة، في ضوء تشخيص واقع التوظيف الفعلي لهذه التطبيقات، بما يسهم في تطوير الممارسات التدريسية، ومواكبة متطلبات التعليم في عصر الثورة الصناعية الرابعة. من هنا تتبلور مشكلة البحث الحالي في السؤال الرئيس الآتي:

ما التصور المقترح المستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة ؟.

وينبثق من هذا السؤال الأسئلة الفرعية الآتية:

1. ما أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم؟
2. ما مستوى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم؟
3. ما التحديات التي تواجه معلمي ومشرفي العلوم في توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم؟
4. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات استجابات عينة البحث نحو توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة تعزى لمتغيرات (النوع، والمؤهل العلمي، وسنوات الخبرة، والدور الوظيفي، ومرحلة التدريس)؟
5. ما الإحتياجات التدريبية اللازمة لإثراء مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم لدى معلمي العلوم في ضوء الممارسة ؟
6. ما التصور المقترح المستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة ؟

أهداف البحث:

يهدف هذه البحث إلى تحقيق ما يأتي:

1. الكشف عن أهمية استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم بالتعليم العام.
2. الكشف عن مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم بالتعليم العام بالمملكة العربية السعودية.
3. تحديد أهم التحديات التي تحول دون توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم.
4. تحديد الاحتياجات التدريبية اللازمة لتنمية مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم لدى معلمي العلوم.
5. تحديد أهم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة التي تسهم في تنمية المهارات التي يحتاجها معلمو العلوم لتوظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم.

6. تقديم تصور مقترح لإثراء مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم لدى معلمي العلوم في ضوء نتائج البحث.

أهمية البحث:

يمكن الاستفادة من نتائج البحث الحالي في النقاط الآتية:

- توجيه التربويين والقائمين على برامج إعداد المعلم الأخذ بالاعتبار متطلبات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم وإكساب المعلمين المفاهيم والمهارات المتعلقة بالثورة الصناعية الرابعة، وتدريبهم على تقنيات وبرامج وتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في العملية التعليمية.
- يمكن أن يستفيد من نتائج هذا البحث أكثر من جهة مثل الباحثين المهتمين والمسؤولين عن تطوير التعليم بشكل عام والمناهج الدراسية بشكل خاص، وكذلك المعلمين والمشرفين الذين قد يستفيدون من نتائج هذا البحث في تطوير مهاراتهم التدريسية في ضوء متطلبات الثورة الصناعية الرابعة .
- يمكن أن تساعد نتائج هذا البحث في لفت انتباه القائمين على تعليم العلوم بشأن التحديات التي تواجه تعليم العلوم في ضوء الثورة الصناعية الرابعة فتكون منطلقاً لهم لتعزيز الممارسات الإيجابية ذات الصلة.

حدود البحث:

اقتصر البحث على الحدود الآتية:

- الحدود الموضوعية: مقترح مستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة.
- الحدود البشرية والمكانية: معلمو ومشرفو العلوم في التعليم العام بمنطقة المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية.
- الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الثاني والثالث للعام الدراسي (1446هـ).

مصطلحات البحث:

- **تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة:**

تُعرف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة بأنها: "التطبيقات المرتبطة بالثورة الصناعية الرابعة التي يمكن لمعلم العلوم توظيفها في عملية التعليم وتعتمد على التطور غير المسبوق في التقنيات الحديثة وتشمل إنترنت الأشياء، الروبوتات، الذكاء الاصطناعي، حوسبة الكم والبيانات الضخمة، الحوسبة السحابية، الطباعة ثلاثية الأبعاد، الواقع المعزز"(القطيم، 2021، ص 49).

ويمكن تعريف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة إجرائياً بأنها: تلك الأدوات، والبرمجيات، والأنظمة الذكية المتقدمة ،والتقنيات الرقمية الناشئة مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الاشياء، والروبوتات، والواقع المعزز، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والحوسبة السحابية، والمحاكاة، والروبوتات الذكية، التي يوظفها معلمو العلوم في تعليم العلوم بالتعليم العام بمنطقة المدينة المنورة في المملكة العربية السعودية، التي يمكن الكشف عنها وتحديدها من خلال الإستبانة والمقابلة الشخصية معهم.

خلفية نظرية

الثورة الصناعية الرابعة

مفهوم الثورة الصناعية الرابعة.

ظهر مصطلح الثورة الصناعية الرابعة في المنتدى الاقتصادي العالمي، وعرفت بأنها: ثورة بنيت على الثورة الرقمية، وتتميز بسرعة انتشار الإنترنت على نطاق أكثر شمولية وذلك بوجود المستشعرات الصغيرة الأكثر قوة، والأقل تكلفة وتطورات الذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي بحيث أصبحت التقنيات أكثر تطورا، وتقدما مما أثر على المجتمعات والاقتصاد العالمي، ويظهر تأثيرها القوي من خلال الأتمتة والابتكار (Schwab,2016,P11-12). "هي فترة تاريخية حدثت خلالها تغيرات كبيرة على مستوى طريقة الإنتاج التي ساهمت تدريجياً في تحويل معظم بلدان العالم إلى مجتمعات صناعية بفضل التطور التكنولوجي الصاعد، وقد تميزت هذه الفترة باستخدام ابتكارات، وتقنيات جديدة تم توظيفها في عمليات الإنتاج "(عبدالله وآخرون، 2024). هذا من حيث الواقع الزمني أما من حيث الاتجاه فيمكن تعريفها بأنها: "الاتجاه إلى الاستخدام الكثيف للتكنولوجيا، والميكنة المتطورة في عمليات التصنيع وتفعيل "إنترنت الأشياء" و"الحوسبة السحابية" والروبوت للتحول إلى ما يسمى "المصنع الذكي"، وغيرها لتطوير الإنتاج، وزيادة كفاءته، ومرونته بشكل أسرع، والذي أحدث تغيرات كبيرة، وجذرية في هيكلية وطبيعة الإنتاج الصناعي، والاستهلاك، والتعلم والتوظيف إلى غير ذلك من مختلف مجالات الحياة، وذلك للاستفادة منها في النهوض بالتعليم الفني الصناعي"(عبدالله وآخرون،2023، 670). ويظهر من التعريف السابق وجود بعض التطبيقات للثروة الصناعية الرابعة، و علاقتها بالتحول في بعض مجالات الحياة، بينما يراها آخرون بأنها موجة تؤثر على كافة مناحي الحياة، فعرفت بأنها: "موجة من التحولات التي تؤدي إلى حدوث تغيير في كافة الأنظمة الاقتصادية، والاجتماعية، والتكنولوجية وغيرها، حيث تستند إلى العديد من الابتكارات التقنية ودمج العالم الحقيقي بالعالم الافتراضي" (شحاته وعبدالعزيز،2021، 169). وقد خصص تعريفها في المجال التعليمي بأنها: "الثورة الرابعة من الثورات الصناعية التي أثرت على التعليم وتضمنت مجموعة من المهارات أكدت على أهمية إكسابها للطلبة ليكونوا قادرين على مواكبة التغيرات التي أحدثتها في قطاع التعليم"(السليطينية ومي،2024،ص179).

خصائص الثورة الصناعية الر ابعة.

للثورة الصناعية الرابعة خصائص، وسمات تميزها عن غيرها من المراحل الصناعية السابقة، ومما يميزها عن سابقتها، السرعة ومستوى التعقيد، وتأثيرها الممتد لجميع مجالات الحياة،و تعددية النظام، إذ تعمل هذه الثورة على إحداث تغيير جذري في العلاقات المختلفة داخل المؤسسات والمنظمات والمجتمعات .

أولاً: الرقمنة: فهي تستخدم تطبيقات التحول الرقمي في كافة المجالات، إذ نقلت كافة الخدمات عبر تقنيات رقمية.

ثانياً: التفاعل بين التقنيات الناشئة: فالثورة الصناعية الرابعة تتميز بخاصية تكامل وتفاعل التقنيات ببعضها بعضًا.

ثالثاً: التغير الإبداعي: تفاعل التقنيات الجديدة مع بعضها، أدى إلى ظهور طرقٍ جديدة للإبداع في تقديم الخدمات التقنية، واتاحة طرقٍ جديدة للتواصل والتحكم، بفضل الذكاء الاصطناعي.

رابعاً: السرعة: أي السرعة في إمكانية تطوير الابتكارات ونشرها، فالتكنولوجيا الجديدة تولد تكنولوجيا أحدث، وأكثر قدرة، وكذلك القدرة على التواصل ونقل البيانات والاستجابة للأوامر، باستخدام الانترنت فائق السرعة والمحركات ذات القدرات العالية، والبيانات الضخمة.

خامساً: الاتساع والعمق: تتصف الثورة الصناعية الرابعة بالاتساع، والعمق باعتمادها على الرقمنة التي تجمع بين تقنيات متعددة في مجالات مختلفة تتكامل معاً لتؤدي إلى تحولات كبيرة، وشاملة في جميع مجالات الحياة.

سادساً: التأثيروالتعميم: تؤثر الثورة الصناعية الرابعة على مختلف المجالات، والقطاعات وتحدث تحولات، وتغييرات شاملة على المؤسسات المختلفة داخل المجتمعات.

سابعاً: التكنولوجيا التطبيقية: من خصائص الثورة الصناعية الرابعة وجود التكنولوجيا التطبيقية مثل الروبوتات والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، والواقع الإفتراضي.

ثامناً: خلق بيئات صناعية ذكية: إذ تعتمد التكنولوجيا الجديدة على تطوير الذكاء الاصطناعي في ظل وجود البيانات الضخمة المتاحة، وخوارزميات التفكير الاصطناعي، بحيث تصبح الآلات قادرة على اتخاذ قراراتها بصورة مستقلة، الذي من شأنه خلق بيئة جديدة ركيزتها الأساسية الذكاء الاصطناعي.

تاسعاً: التعلم الذاتي: من خصائص الثورة الصناعية الرابعة التحول من نظام تعلم معياري إلى نظام تعلم يعتمد على الحاجات الفردية المتنوعة لكل متعلم حسب خصائصه وقدراته وإمكانيته. Ningsih, (2019؛ الجندي وآخرون، 2021 ؛ النقبي وآخرون، 2023 ؛ المطيري وسبحي، 2025، ؛ زهران،2024،).

مميزات الثورة الصناعية الرابعة وتطبيقاتها المتعددة أحدثت ثورة غير مسبوقة في تعليم العلوم إذ استخدام البيانات الضخمة ،وسرعة الانترنت، والاستجابة والواقع المعزز، جعلت المفاهيم العلمية في صورة تناسب خصائص المتعلمين، وسرعة تعلمهم، وتقدم صور تحاكي الواقع للمفاهيم العلمية؛ مما يجعلها قريبة لتصور المتعلم، وبالرغم من ذلك فإن الواقع التعليمي يشهد قلة توظيف المهارات، والكفاءة التعليمية، والتكنولوجية في تقييم مستويات المتعلمين، و تحديد أولويات أنماط التعلم لديهم ،وقلة إرشاد المتعلمين إلى آليات التعامل مع التكنولوجيا الحديثة في عملية التعليم، والتعلم ،وضعف تنمية مهارات التعلم الإلكتروني، وتوظيفها في التعلم، وندرة المخصصات المالية لتصميم، وتطوير البرامج، ومقاومة بعض المعلمين للتغيير، وقلة البرامج التدريبية الرقمية التي توفرها المدرسة للمعلمين، وضعف امتلاكهم للمهارات اللازمة لاستخدام وسائل الاتصالات الإلكترونية المقترحة(عمر ، 2024). ولعل البرامج التدريبية للمعلمين أن تحدث معرفة يتبعها تغير في التوجه مما يضفي سلوكاً جديداً لدى المعلمين في استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في العملية التعليمية، وبناء قدراتهم لتمكنهم من مجاراة التحولات المتسارعة التي تتطلب معلماً رقمياً مبتكرًا قادراً على بناء نماذجه التدريسية الخاصة وفق تسارع متطلبات تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة .

فقد دلت الدراسات على وجود فاعلية للبرامج التدريبية الهادفة لتنمية مهارات التدريس الرقمي لدى معلمي العلوم باستخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة، واتجاهاتهم نحو استخدام التقنية في التدريس (مرسي ،2023).

تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعلم وتعليم المفاهيم العلمية في مقررات العلوم :

تتميز الثورة الصناعية الرابعة بدمج التقنية والبيانات الضخمة والتفكير الاصطناعي؛ مما يجعل تطبيقاتها الإلكترونية متعددة ومتجددة، ومن أهم التطبيقات المحورية التي تعتمد عليها الثورة الصناعية الرابعة ما يأتي:

إنترنت الأشياء:

ظهر هذا المصطلح عام (1999) إذ يتضمن شبكة من الأجهزة تتواصل فيما بينها دون تدخل بشري من خلال مستشعرات يمكن لها تلقي الأوامر، وتنفيذها، واتخاذ القرارات أي أنها شبكة مفتوحة لديها القدرة على التنظيم التلقائي، والمشاركة للبيانات، والموارد، والتصرف في مواجهة المواقف ، مثال ذلك تتبع البضائع في سلاسل التوريد وأيضا ارسال الطابعة إشعارات حين نفاذ حبرها (السويكت، 2022).

ويسهم إنترنت الأشياء في تعليم، وتعلم العلوم من خلال: تفعيله في المشاريع الطلابية في المجالات العلمية المختلفة، القائمة على حل المشكلات من خلال البرمجيات، والمستشعرات، تحسينه للإدارة الصفية، وإدارة الوقت إذ يمكن استخدام أجهزة مثل أليكسا Alexa لتحديد الوقت اللازم للأنشطة، واتباع

التنبيهات الصوتية المختلفة، توفير بيئة تفاعلية آمنة أثناء أداء التجارب المعملية مثل: المعامل الافتراضية، والواقع المعزز، تقديم نماذج محاكاة للظواهر الطبيعية والمكونات التي يصعب مشاهدتها نحو الأجزاء المتناهية الصغر أو بالغة الكبر (مهدي وأخرون، 2024).

البيانات الكبرى:

ظهرت البيانات الكبرى نتيجة تزايد حجم البيانات المدخلة من الشركات والمؤسسات التعليمية، والبحثية، وجميع المستخدمين للمحركات البحثية فأصبحت موردا للمعرفة، إضافة إلى القدرة العالية لأجهزة الحواسيب على المعالجة العالية للبيانات مثل: الأشكال، والصور ،والرسوم البيانية، ومقاطع الفيديو، ورسائل البريد الإلكتروني، والتغريدات والمنشورات، وصفحات الويب، ومعالجة النصوص، ونظم إدارة قواعد البيانات، والبحث فيها، ومقارنتها وخلق بينات تحليلية جديدة .(مصلحي، 2023النملة،2024)

ويمكن توظيف البيانات الكبرى في عملية تعليم العلوم وتعلمها من خلال ابتكار نماذج تعليمية، ومهام أدائية قائمة على قراءة، وتحليل البيانات الكبرى مثل: الإحصاءات حول المفاهيم العلمية، أو ظواهر بيئية مثل: التلوث، والاحتباس الحراري، أو عمليات تصنيع فيزيائي أو حتى تدريب المتعلمين على التعامل مع قواعد البيانات العالمية، وربط ذلك بمهارات حل المشكلات، والتفكير الناقد، والتفكير الإبداعي، إضافة إلى توفير معلومات وبيانات ضخمة وحديثة عن المفاهيم العلمية لمقررات العلوم.

الذكاء الاصطناعي:

بدأ تفعيل الذكاء الاصطناعي على أجهزة الحاسب لمحاكاة الذكاء البشري باستخدام الخوارزميات، ولغات البرمجة المختلفة، وأدى التسارع في تطويرها حتى الوصول للروبوتات ذات المشاعر التفاعلية لمحاكاة السلوك البشري في جميع عملياته العقلية والتفاعلية مثل: التعلم والتفكير وحل المشكلات وأنماط العمل والإدراك والاستنتاج المنطقي واكتساب الخبرات.

يهدف الذكاء الاصطناعي إلى جعل الأجهزة أكثر ذكاء وتمكينا في معالجة المعلومات، والتنبؤ بالنتائج بصورة أسرع، وأكثر دقة، و إنجاز المهام الصعبة، والدقيقة التي تشكل خطرا أثناء أدائها على الإنسان بصورة أقرب للعقل البشري في حل المشكلات، واختيار البدائل، مثال: تطوير مقترحات البحث على التطبيقات الإلكترونية المختلفة، وشات GPT وSiri وغيرها (مصلحي، 2023،)، (السويكت، 2022،).

ويمكن توظيف الذكاء الاصطناعي في تعليم، وتعلم العلوم، والاستفادة منه بطرق متعددة منها: تفعيل منصات التعلم الذكي: إذ تقدم مادة علمية، وأنشطة ذات مستويات، ومهارات تناسب كافة فئات المتعلمين، تحويل محتوى الكتب الدراسية إلى محتوى رقمي متاح لجميع المتعلمين مع دعمه بالوسائط المتعددة صوتية أو مرئية، التي توفر آليات ممارسة وتقييم لعملية التعلم. محاكاة التجارب العلمية، التي لا تتوفر الإمكانات المادية لتطبيقها في بيئة المدرسة باستخدام مواقع قائمة على تقنيات الذكاء الصناعي مثل:

PhETوLabsterوTinkercad.بناء خطط التعلم الإثرائية والعلاجية وفقاً لاحتياجات المتعلمين، متميزة بالدقة والاحترافية من خلال تحديد نقاط القوة والضعف واستنتاج أساليب التعلم المفضلة لديهم، تقويم أداء الطلاب والتنبؤ به، وذلك لقدرة الذكاء الاصطناعي في بناء الاختبارات المتعددة وتصميم بنوك بنوع الأسئلة، وتحليل بيانات العديد من أساليب التقويم ومن ثم التنبؤ بالحالات التي تحتاج لتدخل مباشر وعاجل، دعم الطلاب من خلال روبوتات التحدث والتعلم من خلال إجراء العديد من الحوارات الآمنة والمريحة بين الذكاء الاصطناعي والطلاب. تعزيز التواصل المجتمعي بين المدرسة والكوادر التعليمية، وأولياء الأمور ليكون المجتمع شريكا داعما لتعلم أبنائه. (القطيم، 2021، ؛ البلشي وآخرون، 2024).

إن الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته التوليدية والبيانات الضخمة تعمل كمرشد وموجه للمتعلمين، فهي تستجيب لمطالبهم في التزود بالمعرفة وتحاورهم للكشف عن احتياجاتهم التعليمية والتدريبية، وتنظم لهم الجدول الزمني وتقدم لهم حلولًا مختلفة لمشكلاتهم التعليمية التعلمية. بل ترسم لهم صورة مستقبلية تصورية لما يصبون إليه من تعلم أو تنمية مهنية.

الروبوتات:

الروبوتات آلات تقنية ذكية لديها القدرة على أداء وظائف معقدة ومهام تفصيلية دقيقة متعددة، تتمكن من خلالها من التكامل مع الإنسان وتيسير آداء المهام للأفراد باستخدام مستشعرات دقيقة تمكنها من الجمع السريع للبيانات وتحليلها، ومعالجتها ثم العمل والآداء، والإنجاز كأعمال التجميع والتصنيع، وبعض الأعمال الطبية والمنزلية، ويشهد العمل في مجال الروبوتات تطورا كبيرا متسارعا يشمل الربط السحابي بشبكات الإنترنت، والروبوتات الأخرى مما يحسن من الأداء ويطور الإنتاجية.

ويمكن لمعلم العلوم تفعيل تطبيقات الروبوتات في العملية التعليمية داخل الفصول الدراسية، فتوظيف الروبوتات في تعليم العلوم يضفي عليها الكثير من الإثارة، والتحفيز، ويخلق أجواء تفاعلية ما بين المادة العلمية والتطبيقات التجريبية لها ولعل في استخدام روبوتات مثل mBot أو LEGO EV3 أو Arduino يوفر تجارب تفاعلية تحسن وتطور من تطبيق المفاهيم العلمية بصورة تفاعلية. (رشوان، 2023، ؛أبو دهب، 2022،).

ويمكن في المستقبل القريب ظهور الروبوت المعلم القرين فهو يصحب المتعلم، ويتحدث معه، ويجري حوارات ومناقشات، وتجارب مشتركة، ويعرض له الأفلام العلمية ويبسط له المفاهيم العلمية المعقدة باستخدام الواقع المعزز.

تكنولوجيا سلاسل الكتل (Block chain):

سلاسل الكتل هي قواعد للبيانات تتميز بقدرتها في إدارة عدد غير نهائي من البيانات، تحوي سجلًا إلكترونيًا يسجل جميع المعاملات، والصفقات وتقوم بإدارتها بشكل يضمن سلامة هذه التعاملات وأمنها و

كل كتلة تحتوي على معلومات ترتبط وتشير إلى الكتلة السابقة لها (مصلحي، 2023)، وهي أداة قوية تلعب دوراً مهمًا لتحسين تعليم العلوم، ويمكن لهذه التقنية أن تُعزز الأمان، والشفافية، والثقة في النظم التعليمية، كما يمكنها أن تقدم طرقًا جديدة لإدارة البيانات العلمية، وتسجيلها، وتوفير منصات آمنة لمشاركة البحوث، وتوفير تعليم مخصص (آمال، 2021).

ويمكن أن تستخدم تكنولوجيا سلاسل الكتل في تتبع الممارسات التعلمية التعليمية لكل من المتعلمين، والمعلمين لبيان مسيرتهم في التعلم، والنمو المهني من خلال الأعمال التي يقومون بها سواء داخل المدرسة، أم خارجها، وبخاصة في حالات التعلم والنمو المهني الذاتي من خلال البيانات متاحة المصدر على الشبكة العنكبوتية، التي لا تستطيع مؤسسات التعليم، أو التدريب توثيقها .

الحوسبة السحابية:

هي تكنولوجيا تعمل على نقل مساحة التخزين، والمعالجة إلى جهاز الحاسب الآلي المركزي الخادم بحيث يمكن الوصول إليه من خلال شبكة الإنترنت من أي مكان وفي أي وقت، ومن أمثلتها خدمات البريد الإلكتروني والملفات السحابية مثل Drop box و Google drive.(مصلحي، 2023 ؛أبو دهب، 2022).ويمكن استخدامها في العلملية التعليمية في: تحرير المستندات، تخزين الملفات ومشاركتها، إنشاء الفصول الافتراضية، عمل الاختبارات الإلكترونية (مرسي، 2023)

هذه التطبيقات تساعد معلمي العلوم، والمشرفين لتنظيم أعمالهم ،إنشاء ملفات إنجاز المتعلمين مما يدعم عملية تعلمهم وتقويمهم، وكذلك من الممكن الإفادة منها في عرض محتوى تعليمي داعم للكتاب المدرسي ومتنوع في مادته العلمية، وإدارة المحتوى العلمي، وإجراء العديد من الاختبارات، والاستبانات الإلكترونية عبر تطبيق google Forms. والتواصل بين المكونات التعليمية البشرية بيسر وسهولة. ويمكن استخدامها في تصميم، وهندسة برامج تعليمية بهدف إكساب المتعلمين للمفاهيم العلمية وحل المشكلات، وتنمية المهارات الرقمية لدى المعلمين والمشرفين. (قريقع، 2014؛ حسونة وآخرون، 2016؛ عطية، 2025؛ السفاسفة ، 2016) .

وبالرغم من ذلك فإن هناك ضعفًا شديدًا لدى معلمي العلوم في استخدام تطبيقات الحوسبة السحابية في تدريس العلوم (الشطيطي، 2017)؛ لذلك نادت العديد من الدراسات بتدريب المعلمين على استخدام الحوسبة السحابية في التعليم بالرغم من اختلاف أهدافها؛ وتوجهاتها، ومنها : دراسة عطية (2025) الهادفة إلى قياس فعالية بيئة تدريب قائمة على الحوسبة السحابية في تنمية المهارات الرقمية لدى معلمي العلوم الشرعية، و وجدت فاعلية للبيئة التدريبية.

الطباعة ثلاثية الأبعاد:

عملية تقنية تصميمية إنتاجية تبدأ من التصميم وتنتهي بالنموذج، ويستفاد منها في تعليم وتعلم العلوم بتجسيد المفاهيم، والمشاريع البحثية (القطيم، 2021).

الواقع المعزز:

تقنية تدمج العناصر الافتراضية مع المكونات المادية مما ينتج عنه واقعاً مختلطاً يساعد الفرد على التفاعل مع المحتوى الرقمي من أمثلة ذلك: نظارات الرؤية الافتراضية والفيديوهات والأشكال ثلاثية الأبعاد (السويكت، 2022).

وتعليم العلوم يعد مجالًا متناميًا للتكنولوجيا، وتعزيزها، إذ يعتمد على المخرجات السمعية، والمرئية ودمجها مع الواقع من خلال استخدام النظارات، والخوذات للوصول إلى تأثيرات بصرية في العالم الحقيقي، من أهم صورها الكتب المدمجة المعتمدة على عرض تحسينات صوتية مرئية للكتاب، وذلك يسهم في تطبيق بيئات تعلم افتراضية عالية الجودة متطورة تدعم حل المشكلات، والتفكير النقدي، ومهارات التواصل، والاتصال، والأساليب المبتكرة في التعليم.

تعليم العلوم في ضوء مبادئ الثورة الصناعية الرابعة:

إن الثورة الصناعية الرابعة رسمت الكثير من المعالم في حياة اليوم، فباتت التكنولوجيا بصورها المختلفة محاور اتصال، ومعرفة لابد من اتقان القدر الأكبر من مهاراتها والقدرة على التعامل المرن، والتفاعل السريع مع تغيراتها المختلفة، والمتلاحقة فكان السعي نحو كيفية إكساب المتعلمين مهارات المستقبل، ومهارات التفكير العلمي، والتفكير الناقد، والإبداع ،والابتكار، ومهارات الاتصال، والتواصل، والمرونة المعرفية، والمهارات الشخصية المبنية على الذكاء العاطفي، وإدارة المعرفة، والأفراد، وإصدار الأحكام، واتخاذ القرارات (النقبي وآخرون، 2023).

إن تعليم العلوم يعمل على تطوير مهارات المتعلمين في مختلف جوانب الحياة، وإعدادهم لاحتياجات المستقبل لأن مناهج العلوم تقوم غالباً على الأنشطة العملية، والتجارب العلمية، والاستقصاءات بأنواعها المختلفة، التي تتطلب مهارات حل المشكلات، والإبداع، وتوليد الأفكار الجديدة، مما يسهم في إكساب المتعلمين المعارف، والخبرات والمهارات التي تتطلبها الثورة الصناعية الرابعة، التي هي كذلك جزء لا يتجزأ من مناهج العلوم، وأهداف تدريسه (السليطينية ومي، 2024).

ومن مبررات تمكين معلم العلوم من تقنيات الثورة الصناعية الرابعة: تغير غايات، وأهداف التعليم من إنشاء المواطن الصالح إلى إنشاء المواطن المنتج، أصبح معلم العلوم موجه، وميسر، وصانع المواقف التعليمية التعلمية، ظهور أنماط تعليمية معاصرة، منها: التعلم مدى الحياة، والتعلم الإلكتروني، والتعلم للتمكين والإبداع، والتعلم لتحقيق جودة الحياة، وسيادة تقنيات التعليم وحوسبة التعليم والواقع المعزز

والتعليم الإلكتروني، والمعامل الإفتراضية، كثرة المصادر المتعددة للمعرفة، وظهور طرق واستراتيجيات التدريس تمركزت على المتعلم وجعله منتجاً للمعرفة مثل: تعليم الأقران، والتعلم التعاوني، والتعلم النشط، والواقع المعزز ،والفصل المقلوب، مما جدد من مهام ومهارات المعلم ومهامه المنوطة به(المطرفي، 2025، ؛ مرسي، 2023، ؛ الدهشان و محمود، 2021).

العلاقة بين تعليم العلوم والثورة الصناعية الرابعة:

تلعب العلاقة بين تعليم العلوم، والثورة الصناعية الرابعة دوراً حيوياً في تحسين الإنتاجية من خلال: استخدام المبادئ العلمية، والقوانين الفيزيائية، والكيميائية في تصميم، وتطوير الروبوتات، والطائرات بدون طيار، وتوجيه استخدامات الذكاء الاصطناعي في التقنيات العلمية ،واستخدام قوانين الطاقة، وحفظها في تحسين تقنيات الطاقة المستدامة ،وتطوير التقنيات الدوائية، ودعم الاكتشافات الطبية، والهندسة الحيوية، ودراسات زراعة الأنسجة، والأعضاء وما يصاحب ذلك من تطوير الأجهزة الطبية، وتحسين الإنتاجية الصناعية بزيادة كفاءة الآلات، والتوجه نحو الاختراع في الإنتاج،وتطوير التعليم الإلكتروني واستراتيجيات التدريس القائمة على تقنيات الواقع الافتراضي، والواقع المعزز لربط المفاهيم المجردة مع الواقع (مهدي وآخرون، 2024).

إن العلوم تلعب دوراً حيوياً في تحسين التكنولوجيا في ضوء الثورة الصناعية الرابعة كما تعد من الأدوات الأساسية التي يمكن الاستفادة منها في تحسين جودة الحياة، والعمل في العالم الحديث.

منهجية البحث وإجراءاته

منهج البحث

تم استخدام المنهج المختلط الذي يجمع بين المنهج الكمي المعتمد على التكميم الرقمي في التعامل مع البيانات وتحليلها، والمنهج النوعي الذي يبحث في التعمق في دراسة الظاهرة من خلال التعامل مع العبارات والألفاظ، وتحليلها تحليلا نوعيا ،تم استخدام المنهج الوصفي المسحي لجمع البيانات باستخدام الاستبانة، والمنهج النوعي في المقابلة شبه المنظمة لمجموعة التركيز.

مجتمع وعينة البحث:

مجتمع البحث معلمو ومشرفو مادة العلوم بمنطقة المدينة المنورة، فقد تمَّ إرسال الاستبانة لهم عن طريق إدارة التعليم بمنطقة المدينة المنورة، ووصل عدد الاستبانات القابلة للتحليل بعد تلقيها من مجتمع البحث (208) من معلمي ومشرفي مادة العلوم بمنطقة المدينة المنورة، (34) من الذكور، و(174) من الإناث (188) ، يُدرس (55) منهم في المرحلة الابتدائية، و(27) في المرحلة المتوسطة، و(106) في المرحلة الثانوية، و(20) مشرفاً ومشرفة لمادة العلوم ، يحمل (163) منهم درجة البكالوريوس التربوي، و(14) بكالوريوس غير

تربوي، و(26) درجة الماجستير ، و(5) درجة الدكتوراه، وتم اختيار مجموعة التركيز من معلمي العلوم بالطريقة العشوائية لعدد (16) معلما من معلمي العلوم.

أدوات البحث:

تم تصميم أداتي بحث هما: استبانة للإجابة عن الأسئلة الفرعية الأربعة الأولى، والمقابلة شبه المنظمة للمجموعات المركزة للإجابة عن الأسئلة الفرعية الخامس والسادس .

أداة البحث الأولى الاستبانة (بناؤها وضبطها).

تم الاستعانة بالأدب التربوي في تصميم الاستبانة، تكونت من قسمين:

القسم الأول: البيانات الأولية لأفراد العينة: (النوع، المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، نوع التعليم، الدور الوظيفي، مرحلة التدريس، التخصص).

القسم الثاني: المحاور الرئيسية: المحور الأول: أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم، المحور الثاني: مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم، والمحور الثالث: تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة، وقد تم العمل على بناء الاستبانة وفقاً للخطوات الآتية:

- **تحديد الهدف من الاستبانة**: هدفت الاستبانة إلى الكشف عن واقع توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم.
- **آلية بناء الاستبانة**: تم الاطلاع على الدراسات والأدبيات السابقة التي تناولت موضوع البحث والاستفادة من أدواتها بتحديد العبارات الأكثر ملاءمة، التي تتناول هذا الواقع في مختلف جوانبه، وكذلك العبارات التي تسهم في إظهار الجوانب الواقعية لمدى توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم والوقوف على متطلبات توظيفها على نحو إيجابي، مثل دراسة (الدهشان ومحمود، 2021؛ القطيم،2021؛ العتيبي والشهري،2022؛ البلشي وآخرين ، 2024؛ الجزار ولاشين، 2024).
- **تصميم الصورة الأولية للاستبانة**: تكونت الاستبانة في صورتها الأولية من(30) عبارة موزعة على ثلاثة محاور هي: المحور الأول: يتضمن (9) عبارات، والمحور الثاني: يتضمن (11) عبارة، والمحور الثالث: يتضمن (10) عبارات.
- **طريقة التصحيح ومعيار الحكم على قيم المتوسطات.**

تم استخدام مقياس (ليكرت الخماسي) لتحديد درجة الموافقة، بحيث تعطى الدرجة (5) للاستجابة موافق بدرجة عالية جدًا، الدرجة (4) للاستجابة موافق بدرجة عالية، الدرجة (3)

للاستجابة موافق، الدرجة (2) للاستجابة غير موافق بدرجة عالية، الدرجة (1) للاستجابة غير موافق إطلاقًا. وتم الاعتماد على المحك الآتي عند الحكم على قيم المتوسطات:

- إذا كان المتوسط (من1.00- 1.80) يكون الحكم بدرجة ضعيفة جداً.
- إذا كان المتوسط (أكبر من 1.80- 2.60) يكون الحكم بدرجة ضعيفة.
- إذا كان المتوسط (أكبر من 2.60- 3.40) يكون الحكم بدرجة متوسطة.
- إذا كان المتوسط (أكبر من 3.40- 4.20) يكون الحكم بدرجة عالية.
- إذا كان المتوسط (أكبر من 4.20- 5.00) يكون الحكم بدرجة عالية جدًا.

صدق وثبات أداتي البحث :

أولاً/ الاستبانة:

الصدق الظاهري :

عرضت الصورة الأولية من الاستبانة على (10) من المحكمين من أعضاء هيئة التدريس تخصص مناهج وطرق تدريس العلوم، ومشرفي العلوم. بهدف استطلاع آرائهم حول مدى وضوح الصياغة اللغوية، والدقة العلمية للعبارات، ومدى انتمائها للمحور الذي تمثله، وتعديل أو إضافة أو حذف ما يرونه مناسبًا، وتم التعديل في ضوء توجهات السادة المحكمين.

ثبات الاستبانة :

تم التأكد من الثبات من خلال استخدام معامل ألفا-كرو نباخ (α) لحساب ثبات محاور الاستبانة ودرجتها الكلية، وجاءت النتائج كما يوضح الجدول الآتي:

جدول (1)

نتائج ثبات الاستبانة بطريقة ألفا كرو نباخ (ن= 24)

محاور الاستبانة	عدد العبارات	معامل الثبات (α)
المحور الأول: أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم.	9	**0.923**
المحور الثاني: مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة.	11	**0.947**
المحور الثالث: تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة.	10	**0.908**
الدرجة الكلية للاستبانة	**30**	**0.922**

يتبين من الجدول (1) أن معاملات الثبات بطريقة "ألفا كرو نباخ" بلغت على الترتيب: (0.923)؛ (0.947)؛ (0.908)، كما بلغ معامل الثبات العام للاستبانة (0.922)، وتؤكد هذه القيم على أن الاستبانة تتمتع بدرجة مرتفعة من الثبات.

ثانياً: صدق وثبات المقابلات شبه المنظمة (الموثوقية والاعتمادية) :

تم عرض أسئلة المقابلة على (4) من أعضاء هيئة التدريس تخصص مناهج وطرق تدريس العلوم لديهم اهتمام بالبحث النوعي؛ للتأكد مع اتساقها مع أسئلة البحث، ووضوحها،مما يعزز موثوقيتها، وجربت على (5) من معلمي العلوم يدرسون في مرحلة الماجستير – في مقرر عند الباحث- وأعيدت بعد ما يقارب (15) يوما، فجاءت الإجابات متقاربة. وعرضت ملخصات الإجابات على المشاركين للتحقق من صدق التفسيرات، مما يعزز اعتماديتها.

أساليب المعالجة الاحصائية.

تم الاستعانة ببرنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية ($SPSS_{v28}$) في إجراء المعالجات الإحصائية الآتية:

- التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والأوزان النسبية لوصف وجهة نظر أفراد العينة على عبارات الاستبانة.
- اختبار "ت للمجموعات غير المرتبطة" (Independent Samples T.test)، للتعرف على دلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة تبعًا لمتغيري: (الجنس، الدور الوظيفي).
- اختبار "كروسكال واليز" (Kruskal-Wallis Test)، للتعرف على دلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة تبعًا لمتغيري: (المؤهل العلمي، نوع التعليم).
- اختبار "تحليل التباين أحادي الاتجاه" (ANOVA)، للتعرف على دلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة تبعًا لمتغيرات: (سنوات الخبرة، مرحلة التدريس).
- اختبار "شيفيه" (Sheffe) لتحديد مصدر الفروق الدالة بعد إجراء اختبار تحليل التباين الأحادي.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson's coefficient)، للتحقق من صدق الاستبانة بطريقة الاتساق الداخلي.

عرض نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها

عرض نتائج السؤال الأول ومناقشتها:

ينص السؤال الأول على: "ما أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم؟".

وللإجابة عن السؤال الأول، تم حساب المتوسط الكلي لوجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم على المحور الأول من الاستبانة، المتعلق بتقدير درجة أهمية استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم، وجاءت النتائج الإجمالية كما يعرض الجدول الآتي:

جدول (2):

النتائج المتعلقة بتقدير أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابع في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم (ن=208)

العبارات	التكرارات والنسب	درجة الموافقة					المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	درجة الأهمية	الترتيب
		موافق بدرجة عالية جدًا	موافق بدرجة عالية	موافق	غير موافق بدرجة عالية	غير موافق إطلاقا					
تُسهم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في التصميم الجيد للممارسات التدريسية في تعليم العلوم.	ت	70	96	41	1	0	4.13	0.73	%82.6	عالية	4
	%	33.7	46.2	19.7	0.5	0.0					
تُسهم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في دعم تطبيق المداخل التدريسية الحديثة في تعليم العلوم مثل (منحى STEM ومدخل NGSS، والتعلم القائم على التفكير	ت	76	82	48	1	1	4.11	0.81	%82.2	عالية	5
	%	36.5	39.4	23.1	0.5	0.5					
تُوفر تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم مثل (الذكاء الاصطناعي و انترنت الأشياء والطابعات ثلاثية الأبعاد والروبوتات والبوتات الذكية) تنويع مصادر التعلم وتقديم تجارب تعليمية أكثر تفاعلية و ابتكارا.	ت	99	71	37	1	0	4.29	0.77	%85.8	عالية جدًا	1
	%	47.6	34.1	17.8	0.5	0.0					
تُعزز تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم	ت	82	81	43	1	1	4.16	0.80	%83.3	عالية	2

(EISSN): 2708-5775 ISSN: 2707-5788

العلوم؛ تنمية المهارات التعليمية والتعلمية لدى الطلاب (مهارات التفكير الناقد، والذاتي والاتصال)	%	39.4	38.9	20.7	0.5	0.5					
يدعم توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ تعزيز مهارات التعلم المنظم ذاتيا لدى الطلاب.	ت	71	78	58	0	1	4.05	0.80	%81.1	عالية	7
	%	34.1	37.5	27.9	0.0	0.5					
يدعم توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ تجويد مخرجات تعليم العلوم.	ت	74	77	54	0	3	4.07	0.82	%81.3	عالية	6
	%	35.6	37.0	26.0	0.0	1.4					
يساعد توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم على تقويم الطلاب بما يُراعي الفروق الفردية بينهم و اقتراح البرامج المناسبة لكل فئة.	ت	64	78	57	1	8	3.94	0.88	%78.8	عالية	9
	%	30.8	37.5	27.4	0.5	3.8					
يسهل توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم، أداء المهام الوظيفية وتجويد إدارة الوقت.	ت	70	66	66	1	5	3.96	0.89	%79.1	عالية	8
	%	33.7	31.7	31.7	0.5	2.4					
تُعزز تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ ربط مفاهيم العلوم بالمواقف الحياتية اليومية للطلاب من خلال التجارب وبيئات التعلم التفاعلية والمحاكاة وحل المشكلات بواقعية.	ت	85	71	49	1	2	4.14	0.84	%82.8	عالية	3
	%	40.9	34.1	23.6	0.5	1.0					
4.09	0.82	%81.9	عالية								

يتضح من الجدول (2) أن المتوسط الحسابي العام للمحور الأول: "أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم" بلغ (4.09) وبوزن نسبي بلغ (81.9%)، وهي قيم تؤكد على أن توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة ذات أهمية عالية في تعليم العلوم، وذلك من وجهة نظر أفراد العينة من معلمي، ومشرفي العلوم.

وقد تراوحت متوسطات وجهات نظر أفراد عينة البحث حول تقدير أهمية استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم ما بين (3.94-4.29) وبأوزان نسبية تراوحت ما بين (78.8%-85.8%)؛ إذ احتلت العبارة (3): "تُوفر تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم مثل: (الذكاء الاصطناعي، وانترنت الأشياء، والطابعات ثلاثية الأبعاد، والروبوتات الذكية ...) تنويع مصادر التعلم وتقديم تجارب تعليمية أكثر تفاعلية وابتكارا" المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (4.29) وبوزن نسبي (85.8%) وبدرجة (عالية جدًا)، تلتها العبارة (4): "تُعزز تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ تنمية المهارات التعليمية والتعلمية لدى الطلاب (مهارات التفكير الناقد، والذاتي والاتصال...)" في المرتبة الثانية بمتوسط حسابي (4.16) وبوزن نسبي (83.3%) وبدرجة (عالية)، وجاءت العبارة (9): "تُعزز تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ ربط مفاهيم العلوم بالمواقف الحياتية اليومية للطلاب من خلال التجارب وبيئات التعلم التفاعلية والمحاكاة وحل المشكلات بواقعية" في المرتبة الثالثة بمتوسط حسابي (4.14) وبوزن نسبي (82.8%) وبدرجة (عالية).

وحصلت العبارة (5): "يدعم توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ تعزيز مهارات التعلم المنظم ذاتيا لدى الطلاب" على المرتبة السابعة بمتوسط حسابي (4.05) وبوزن نسبي (81.1%) وبدرجة (عالية)، بينما حصلت العبارة (8): "يسهل توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ أداء المهام الوظيفية وتجويد إدارة الوقت" على المرتبة الثامنة -قبل الأخيرة- بمتوسط حسابي (3.96) وبوزن نسبي (79.1%) وبدرجة (عالية)، بينما شغلت العبارة (7): "يساعد توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ على تقويم الطلاب بما يُراعي الفروق الفردية بينهم واقتراح البرامج المناسبة لكل فئة" المرتبة التاسعة -والأخيرة- بمتوسط حسابي (3.94) وبوزن نسبي (78.8%) وبدرجة (عالية). وذلك من وجهة نظر أفراد العينة. من النتائج يلاحظ أن معلمي، ومشرفي العلوم يرون إن توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة ذا أهمية عالية في تعليم العلوم، ولعل ذلك يعود إلى الوعي المتزايد لدى معلمي العلوم بقدرة تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة على توفير ممكنات تقنية تخلق بيئات تفاعلية تجعل تعليم العلوم أكثر رحابة ومتعة، كما تأتي هذه الأهمية استجابة لضرورة تكيف معلمي، ومشرفي العلوم مع احتياجات الجيل الرقمي ومواكبة الكيفية التي تكون أكثر توافقا مع أنماط تعلمهم والأقرب لعالمهم الرقمي، وقد يكون عائدًا إلى ضرورة مسايرة ومواكبة السياسات التعليمية القائمة على تبني التحول

الرقمي، وهو ما يعكس اهتمام، وحرص معلمي العلوم على تحديث مهاراتهم العلمية، والتقنية من خلال التطوير المهني الذاتي. وهذا يؤكد على أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم، في سبيل تطوير أداء تعليمي أكثر تفاعلية، وابتكار وذي جاذبية لدى المتعلمين تخلق لديهم تعلماً أثره دائم، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة مرسي (2023) التي اعتمدت على استخدام مجموعة من تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم كتقنية الواقع المعزز وبرامج المحاكاة والواقع الافتراضي وهذه التطبيقات أسهمت في تبسيط المفاهيم المجردة التي يصعب إدراكها في موضوعات العلوم وهذا مما يعزز من أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم.

كما أن هذه النتيجة تتوافق مع نتائج دراسة صميلي (2023) التي أظهرت الدور الذي تلعبه تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الممارسات التعليمية في تعليم العلوم من حيث تطوير أداء المعلمين أو تهيئة بيئة تدريسية آمنة داعمة ومحفزة على تعليم العلوم، إذ إن الذكاء الاصطناعي ما هو إلا أحد تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة.

عرض نتائج السؤال الثاني ومناقشتها:

ينص السؤال الثاني على: "ما مستوى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم؟".

وللإجابة عن السؤال الثاني، تم حساب المتوسط الكلي لوجهة نظر أفراد العينة من معلمي ومشرفي العلوم على المحور الثاني من الاستبانة، المتعلق بتقدير مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم، وجاءت النتائج الإجمالية كما يعرض الجدول الآتي:

جدول (3)

النتائج المتعلقة بتقدير مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم (ن=208)

م	العبارات	التكرارات والنسب	درجة الموافقة					المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	درجة التوظيف	الترتيب
			موافق بدرجة عالية جدًا	موافق بدرجة عالية	موافق	غير موافق بدرجة عالية	غير موافق إطلاقا					
10	يوظف معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	ت	37	61	98	11	1	3.59	0.86	71.7%	عالية	7
		%	17.8	29.3	47.1	5.3	0.5					

	لتطـوير ممارسـاتهم التدريسـية اليوميـة في تعليم العلوم.										
11	يسـتخدم معلمـو العلوم تطبيقات الثورة الصـناعية الرابعـة في تنفيـذ المـدخل التدريسي المناسب مثل (STEM، STS، ومدخل NGSS ...) فـي تعلـيم العلوم.	ت	34	66	89	16	3	3.54	0.91	70.8%	9
		%	16.3	31.7	42.8	7.7	1.4				عالية
12	يوظف معلمـو العلـوم تطبيقـات الثـورة الصـناعية الرابعـة في تنفيـذ الـدروس باسـتخدام الـتعلم التفـاعلي والمشـاركة النشـطة مـن الطـلاب في الموقـف التعليمي اثناء تعليم العلوم.	ت	41	75	88	4	0	3.74	0.79	74.7%	2
		%	19.7	36.1	42.3	1.9	0.0				عالية
13	يسـتخدم معلمـو العلوم تطبيقات الثورة الصـناعية الرابعـة في تعليم العلوم لتبسيط المفـاهيم العلميـة المعقدة للطلاب بتوفير تجارب وبيئات تفاعلية تعليمية.	ت	45	81	77	5	0	3.80	0.80	76.0%	1
		%	21.6	38.9	37.0	2.4	0.0				عالية
14	يعمـل معلمـو العلـوم علـى اسـتخدام تطبيقـات الثـورة الصـناعية الرابعـة	ت	41	65	88	12	2	3.63	0.90	72.6%	5
		%	19.7	31.3	42.3	5.8	1.0				عالية

	لبناء بيئة افتراضية تدريسية نشطة تدعم تعليم العلوم.											
15	يستخدم معلمو العلوم مصادر وأدوات التعلم القائمة على تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة المناسبة لدعم تعليم العلوم مثل (الروبوتات التعليمية، البوتات الذكية، المعامل الافتراضية ...).	ت	42	59	86	20	1	3.58	0.93	71.6%	عالية	8
		%	20.2	28.4	41.3	9.6	0.5					
16	يستخدم معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لتعزيز مشاركة الطلاب في مجتمعات التعلم الطلابية والأنشطة العلمية داخل الفصل وخارجه وفقا للفروق الفردية بينهم في تعليم العلوم.	ت	38	67	91	10	2	3.62	0.87	72.4%	عالية	6
		%	18.3	32.2	43.8	4.8	1.0					
17	يوظف معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لدعم مهارات (التفكير وحل المشكلات ومهارات القرن الحادي والعشرين) في تعليم العلوم.	ت	47	65	87	9	0	3.72	0.86	74.4%	عالية	3
		%	22.6	31.3	41.8	4.3	0.0					
18	يوظف معلمو العلوم	ت	46	62	92	7	1	3.70	0.87	73.9%	عالية	4

	تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لتقديم أنشطة وبرامج اثرائية توسع المعرفة العلمية للطلاب وتحفزهم نحو الاستكشاف والتجريب.	%	22.1	29.8	44.2	3.4	0.5			
19	يستخدم معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في التقويم البديل للطلاب.	ت	37	57	95	15	4	3.52	0.93	70.4%	عالية	10
		%	17.8	27.4	45.7	7.2	1.9					
20	يستخدم معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم في التفاعل مع أولياء الأمور والمجتمع المهني	ت	37	54	93	22	2	3.49	0.94	69.8%	عالية	11
		%	17.8	26.0	44.7	10.6	1.0					
المتوسط الحسابي العام للمحور الثاني								3.63	0.88	72.6%	عالية	

يتبين من الجدول (3) أن المتوسط الحسابي العام للمحور الثاني: "مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة" بلغ (3.63) وبوزن نسبي بلغ (72.6%)، وهي قيم تؤكد على **أن تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة توظف بدرجة عالية في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي، ومشرفي العلوم**، وذلك من وجهة نظر أفراد العينة من معلمي ومشرفي العلوم.

وقد تراوحت متوسطات وجهات نظر أفراد عينة البحث حول تقدير مدى توظيف معلمي ومشرفي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم ما بين (3.49-3.80) وبأوزان نسبية تراوحت ما بين (69.8%-76.0%)؛ إذ احتلت العبارة (13): "يستخدم معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم لتبسيط المفاهيم العلمية المعقدة للطلاب بتوفير تجارب وبيئات تفاعلية تعليمية" المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (3.80) وبوزن نسبي (76.0%) وبدرجة (عالية)، تلتها العبارة (12): "يوظف معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تنفيذ الدروس باستخدام التعلم التفاعلي والمشاركة النشطة

من الطلاب في الموقف التعليمي اثناء تعليم العلوم" في المرتبة الثانية بمتوسط حسابي (3.74) وبوزن نسبي (74.7%) وبدرجة (عالية)، وجاءت العبارة (17): "يوظف معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لدعم مهارات (التفكير وحل المشكلات ومهارات القرن الحادي والعشرين) في تعليم العلوم" في المرتبة الثالثة بمتوسط حسابي (3.72) وبوزن نسبي (74.4%) وبدرجة (عالية).

وحصلت العبارة (11): "يستخدم معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تنفيذ المدخل التدريسي المناسب مثل (STEM، STS، ومدخل NGSS ...) في تعليم العلوم" على المرتبة التاسعة بمتوسط حسابي (3.54) وبوزن نسبي (70.8%) وبدرجة (عالية)، بينما حصلت العبارة (19): "يستخدم معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في التقويم البديل للطلاب" على المرتبة العاشرة -قبل الأخيرة- بمتوسط حسابي (3.52) بوزن نسبي (70.4%) وبدرجة (عالية)، بينما شغلت العبارة (20): "يستخدم معلمو العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم في التفاعل مع أولياء الأمور والمجتمع المهني" المرتبة الحادية عشرة -والأخيرة- بمتوسط حسابي (3.49) وبوزن نسبي (69.8%) وبدرجة (عالية). وذلك من وجهة نظر أفراد العينة من معلمي ومشرفي العلوم.

إذ تنوع توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في ممارساتهم التعليمية فتارة تُوظف في تبسيط المفاهيم العلمية المعقدة، وأخرى في الدروس التفاعلية والمشاركات النشطة مما يدعم مهارات القرن الحادي والعشرين بصورة عالية، وبذلك يُظهر معلمو العلوم ملامح توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة بصورة بارزة في تعليمهم للعلوم ما بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي أو البوتات التعليمية أو الروبوتات والحوسبة السحابية والواقع الافتراضي وحتى المنصات التعليمية الإلكترونية والطابعات ثلاثية الأبعاد.

ولعل ذلك مرجعه التجارب التعليمية الناجحة التي صنعت توجهات ايجابية تسهم في تحسين نواتج التعلم ورفع التحصيل الدراسي للمتعلمين، التي تُعد مطلبًا مهما لكل معلم، إضافة لذلك تدل هذه النتائج على إدراك معلمي العلوم الدور الفاعل الذي يقدمه توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات المستقبل لدى المتعلمين بصورة عامة.

كما تُظهر النتائج أن توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تنفيذ المداخل التدريسية الحديثة في تعليم العلوم والاستناد إليها في التقويم البديل للطلاب وفي التفاعل مع أولياء الأمور، والمجتمع المهني عامة تعد الأقل ترتيبا وفق المتوسط الحسابي لعبارات المحور، ولعل ذلك يعود إلى محدودية تنفيذ المداخل التدريسية مثل: (STEM وSTS وNGSS...) كون هذه المداخل تحتاج إلى تأهيل متقدم لمعلمي العلوم يتطلب امكانات مادية ،وزمنية وكوادر بشرية مؤهلة أكاديميًا.

أما التفاعل مع أولياء الأمور والمجتمع المهني؛ فربما يعود ذلك إلى أن مهارات التعامل الرقمي، والتعامل مع تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة القائمة على البيانات الكبرى، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والحوسبة السحابية ليست على المستوى نفسه لدى جميع أولياء الأمور، كذلك محدودية منصات التواصل الاجتماعي الرسمية التي تتيح مشاركة تقارير الأداء التعليمي للأبناء بيسر، وسهولة وفي ذات الوقت تكون بدرجة عالية من الأمن الرقمي والخصوصية الاجتماعية.

تتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة علي (2023) التي أشارت إلى الدور الكبير الذي تقوم به تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تعزيز كفاءة التعليم، كما أنها تتوافق، ودراسة القطيم (2021) التي أشارت إلى أن هناك موافقة عالية على أن تكون الاحتياجات التدريبية لمعلمي العلوم لجميع المجالات في ضوء تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة، كما تتفق هذه النتائج جزئياً مع ما توصلت له دراسة علي (2024) التي أشارت إلى أن المعلمين يستخدمون أساليب تقويم لقياس المعارف، والمهارات، والقيم في ضوء مبادئ الثورة الصناعية الرابعة كما يصممون أنشطة تعليمية تراعي الفروق الفردية بين الطلاب أثناء استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة بدرجة متوسطة.

عرض نتائج السؤال الثالث ومناقشتها:

ينص السؤال الثالث على: "ما التحديات التي تواجه معلمي العلوم ومشرفي العلوم في توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة ؟".

وللإجابة عن السؤال الثالث، تم حساب المتوسط الكلي لوجهة نظر أفراد العينة من معلمي ومشرفي العلوم على المحور الثالث من الاستبانة، وجاءت النتائج الإجمالية كما يعرض الجدول الآتي:

جدول (4)

النتائج المتعلقة بتقدير تحديات توظيف معلمي العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم (ن=208)

م	العبارات	التكرارات والنسب	درجة الموافقة					المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	درجة التحديات	الترتيب
			موافق بدرجة عالية جدًا	موافق بدرجة عالية	موافق	غير موافق بدرجة عالية	غير موافق إطلاقا					
21	عدم كفاية الخدمات الإلكترونية	ت	84	38	80	6	0	3.96	0.95	79.2%	عالية	7
		%	40.4	18.3	38.5	2.9	0.0					

										والتكنولوجية والرقمية المتوافقة مع تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في المدارس على الرغم من وجود استراتيجيات التحول الرقمي والتعليم عن بعد.	
22	قلة الوعي لدى مزودي الخدمات في المدارس بتوفير الاحتياجات التقنية للمدارس من شبكات اتصال وأجهزة حاسوب وروبوتات ومستشعرات ذكية وطابعات ثلاثية الأبعاد تدعم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لتعليم العلوم.	ت	91	42	70	5	0	4.05	0.93	81.1%	3
		%	43.8	20.2	33.7	2.4	0.0				عالية
23	ارتفاع تكلفة التقنيات الداعمة لاستخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم.	ت	93	43	66	6	0	4.07	0.94	81.4%	2
		%	44.7	20.7	31.7	2.9	0.0				عالية
24	صعوبة دمج تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	ت	57	47	81	22	1	3.66	1.01	73.2%	10
		%	27.4	22.6	38.9	10.6	0.5				عالية

	في مقـررات العلـوم الحاليـة، كونهـا لـم تحدث بعد.										
25	ضـــعف مهـــارات بعض معلمي العلوم فـي التعامـــل مـــع تطبيقـــات الثـــورة الصـــناعية الرابعـــة في تعليم العلوم.	ت	63	52	79	13	1	3.78	0.97	75.7%	8
		%	30.3	25.0	38.0	6.3	0.5				عالية
26	قلـــة تـــوفير فـــرص حقيقيـــة لمعلمـــي العلوم للتدريب على توظيـف تطبيقـات الثـــورة الصـــناعية الرابعـــة في تعلـيم العلوم.	ت	81	51	72	4	0	4.00	0.90	80.1%	5
		%	38.9	24.5	34.6	1.9	0.0				عالية
27	غياب برامج التوعية بطبيعـة تطبيقـات الثـــورة الصـــناعية الرابعـــة وتقنياتهـــا وكيفيـــة الاســـتفادة منها في تعليم العلوم.	ت	80	57	64	7	0	4.01	0.91	80.2%	4
		%	38.5	27.4	30.8	3.4	0.0				عالية
28	قلـة الـدعم الإداري والمؤسســـي الـــذي يسـهم ويسـهل تبني تطبيقـــات الثـــورة الصـــناعية الرابعـــة في تعليم العلوم.	ت	79	50	74	3	2	3.97	0.94	79.3%	6
		%	38.0	24.0	35.6	1.4	1.0				عالية
29	زيـــــادة الأعبـــــاء التدريسـية والمهـام الوظيفيـــة لمعلمـي ومشـرفي العلوم التي	ت	107	38	58	5	0	4.19	0.93	83.8%	1
		%	51.4	18.3	27.9	2.4	0.0				عالية

	تحـــــــــول دون استخدام تطبيقات الثـــورة الصـــناعية الرابعـــة فـي تعلـيم العلوم.										
30	يُعـــد الوصـــول للمـــوارد الرقميـــة وتكنولوجيـــــــا تطبيقـــات الثـــورة الصـــناعية الرابعـــة فـي تعلـيم العلـــوم محدودا.	ت	65	42	78	22	1	3.71	1.04	74.2%	9
		%	31.3	20.2	37.5	10.6	0.5				عالية
المتوسط الحسابي العام للمحور الثالث								3.94	0.95	78.8%	عالية

يتضح من الجدول (4) أن المتوسط الحسابي العام للمحور الثالث: "تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة" بلغ (3.94) وبوزن نسبي بلغ (78.8%)، وهي قيم تؤكد على **أن معلمي العلوم يواجهون تحديات كبيرة في توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم**، وذلك من وجهة نظر أفراد العينة من معلمي ومشرفي العلوم.

وقد تراوحت متوسطات وجهات نظر أفراد عينة البحث حول تقدير تحديات توظيف معلمي العلوم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم ما بين (3.66-4.19) وبأوزان نسبية تراوحت ما بين (73.2%-83.8%)؛ إذ احتلت العبارة (29): "زيادة الأعباء التدريسية والمهام الوظيفية لمعلمي العلوم التي تحول دون استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم" المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (4.19) وبوزن نسبي (83.8%) وبدرجة (عالية)، تلتها العبارة (23): "ارتفاع تكلفة التقنيات الداعمة لاستخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم" في المرتبة الثانية بمتوسط حسابي (4.07) وبوزن نسبي (81.4%) وبدرجة (عالية)، وجاءت العبارة (22): "قلة الوعي لدى مزودي الخدمات في المدارس بتوفير الاحتياجات التقنية للمدارس من شبكات اتصال وأجهزة حاسوب وروبوتات ومستشعرات ذكية وطابعات ثلاثية الأبعاد تدعم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لتعليم العلوم" في المرتبة الثالثة بمتوسط حسابي (4.05) وبوزن نسبي (81.1%) وبدرجة (عالية).

وحصلت العبارة (25): "ضعف مهارات بعض معلمي العلوم في التعامل مع تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم" على المرتبة الثامنة بمتوسط حسابي (3.78) وبوزن نسبي (75.7%)

وبدرجة (عالية)، بينما حصلت العبارة (30): "يُعد الوصول للموارد الرقمية وتكنولوجيا تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم محدودا" على المرتبة التاسعة -قبل الأخيرة- بمتوسط حسابي (3.71) وبوزن نسبي (74.2%) وبدرجة (عالية)، بينما شغلت العبارة (24): "صعوبة دمج تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في مقررات العلوم الحالية، كونها لم تحدث بعد" المرتبة العاشرة -والأخيرة- بمتوسط حسابي (3.66) وبوزن نسبي (73.2%) وبدرجة (عالية). من وجهة نظر أفراد العينة من معلمي، ومشرفي العلوم. إن من أبرز التحديات التي تقف دون توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم بدرجة عالية جدا هو زيادة الأعباء التدريسية، والمهام الوظيفية، كذلك ارتفاع تكلفة التقنيات الداعمة لتوظيف هذه التطبيقات، وأيضا قلة الوعي لدى مزودي الخدمات في المدارس بأهمية توفير الاحتياجات التقنية الداعمة لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة وفي المقابل تتوفر لدى معلمي العلوم مهارات التعامل مع تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة بدرجة عالية؛ ولعل توفر تلك المهارات تعلل النتائج المتعارضة في ظاهرها، فهناك توظيف عالٍ لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة بالرغم من كثرة التحديات، يضاف لذلك التوجه لدى معلمي العلوم بأهمية الاستخدام، وشيوع نمط التعلم الذاتي بين معلمي العلوم، وكذلك ما يلمسه المعلمون من أثر استخدام التطبيقات في الأداء الصفي للطلاب، ومتعة التعلم ، وهذه النتيجة تتفق مع توصيات دراسة مهدي (2024) بناء على نتائجها التي منها: ضرورة مسايرة مجالات التطور العالمي في الثورة الصناعية الرابعة مثل: إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، كما أوصت بزيادة المخصصات المالية للتعليم قبل الجامعي لمواكبة متطلبات الثورة الصناعية الرابعة، كما تتفق هذه النتيجة مع دراسة المشايخية والصيعرية (2022) في أن المهام المتعددة تقف عائقًا أمام المعلمة في توظيف تقنيات الواقع المعزز داخل الغرفة الصفية وأن التحديات المتعلقة بالظروف المادية والتقنية تعوق بدرجة مرتفعة جداً توظيف تقنية الواقع المعزز في البيئة التعليمية باعتبار أن الواقع المعزز أحد تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

كما تتفق هذه النتيجة مع ما ذكره الأبيض (Al-Abyadh,2025) من أن الاعتماد المتزايد على التقنيات الرقمية وتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة قد يُولّد نوعًا من "الضغط التكنولوجي" لدى كلٍّ من المعلمين والطلاب. وهذا يُفسّر ظهور التحديات المرتبطة بزيادة أعباء التدريس ومسؤوليات العمل كأحد أبرز العقبات التي حُدّدت في هذه الدراسة. لذا، من الضروري تحفيزهم على الاستخدام الفعّال للتكنولوجيا في تعليم العلوم.

عرض نتائج السؤال الرابع ومناقشتها:

ينص السؤال الرابع على: "هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين وجهة نظر أفراد العينة على أداة البحث تُعزى لمتغيرات: (الجنس، المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، نوع التعليم، الدور الوظيفي، مرحلة التدريس(ابتدائي، متوسط ، ثانوي)؟".

وللإجابة عن السؤال الرابع، تم استخدام اختبار "ت للمجموعات غير المرتبطة" (Independent Samples T.test)، للتعرف على دلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة تبعًا لمتغيري: (الجنس، الدور الوظيفي) وذلك لتحقق شروط استخدام الاختبار، و اختبار "كروسكال واليز" (Kruskal-Wallis Test)، للتعرف على دلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة تبعًا لمتغيري: (المؤهل العلمي، نوع التعليم)؛ وذلك لصغر حجم عينة بعض المؤهلات مثل: (الدكتوراه) خمسة معالم (أفراد) فقط، وأخيرًا تم استخدام اختبار "تحليل التباين أحادي الاتجاه" (ANOVA)، للتعرف على دلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة تبعًا لمتغيرات: (سنوات الخبرة، مرحلة التدريس). وجاءت النتائج على النحو الآتي:

نتائج الفروق تُعزى لمتغير النوع.

جدول (5)

نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة على أداة البحث تبعًا لمتغير(الجنس)

محاور الاستبانة	الجنس	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة "ت"	قيمة الدلالة	الدلالة الإحصائية
المحور الأول: أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم	ذكر	34	37.15	6.17	206	0.309	0.758	غير دالة إحصائيًا
	أنثى	174	36.79	6.10				
المحور الثاني: مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	ذكر	34	38.79	7.71	206	0.882	0.379	غير دالة إحصائيًا
	أنثى	174	40.14	8.21				
المحور الثالث: تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	ذكر	34	38.74	6.99	206	0.575	0.566	غير دالة إحصائيًا
	أنثى	174	39.54	7.56				

يتبين من الجدول (5) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين وجهة نظر أفراد العينة حول (تقدير أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم ومدى توظيفها وتحديات التوظيف) تبعًا لمتغير (الجنس).

ولعل هذه النتيجة تعزى إلى أن كلا النوعين (ذكر- أنثى) لديهم مستوى الوعي والتقدير نفسه تجاه توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم، كما تعد سياسات التحول الرقمي في التعليم توجها عاما تنادي به السياسات التعليمية والمناهج التربوية بشكل متكافئ لكلا النوعين، كما أن التدريب الموجه للمعلمين والمعلمات هو ذاته من حيث الجودة، والكفاءة، والمادة العلمية، ومستوى التقديم.

نتائج الفروق تُعزى لمتغير المؤهل العلمي

جدول (6)

نتائج اختبار "كروسكال واليز" لدلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة على أداة البحث تبعًا لمتغير (المؤهل العلمي)

محاور الإستبانة	المؤهل العلمي	التكرارات	متوسط الرتب	درجات الحرية	قيمة "كا2"	قيمة الدلالة	الدلالة الإحصائية
المحور الأول: أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم	بكالوريوس تربوي	163	103.01	3	2.771	0.428	غير دالة إحصائيًا
	بكالوريوس غير تربوي	14	107.46				
	ماجستير	26	103.90				
	دكتوراه	5	148.00				
المحور الثاني: مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	بكالوريوس تربوي	163	104.93	3	0.841	0.840	غير دالة إحصائيًا
	بكالوريوس غير تربوي	14	114.11				
	ماجستير	26	96.42				
	دكتوراه	5	105.60				
المحور الثالث: تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	بكالوريوس تربوي	163	106.15	3	0.948	0.814	غير دالة إحصائيًا
	بكالوريوس غير تربوي	14	90.39				
	ماجستير	26	101.87				
	دكتوراه	5	104.00				

يتضح من الجدول (6) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين وجهة نظر أفراد العينة حول (تقدير أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم ومدى توظيفها وتحديات التوظيف) تبعًا لمتغير (المؤهل العلمي).

ولعل ذلك يرجع إلى إتاحة فرص تدريب وتطوير مهني متماثلة لكافة معلمي العلوم بغض النظر عن مستواهم الأكاديمي، أو درجتهم العلمية، كما أن كثيرا من تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة تمتاز بالمرونة وسهولة الاستخدام وبالتالي تمنح تطبيقا أكثر فاعلية بين كافة المعلمين.

نتائج الفروق تُعزى لمتغير سنوات الخبرة.

جدول (7)

نتائج اختبار "تحليل التباين" لدلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة على أداة البحث تبعًا لمتغير (سنوات الخبرة)

محاور الاستبانة	سنوات الخبرة	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة "ف"	قيمة الدلالة	الدلالة الإحصائية
المحور الأول: أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم	بين المجموعات	21.347	2	10.673	0.285	0.752	غير دالة إحصائيًا
	داخل المجموعات	7677.033	205	37.449			
	التباين الكلى	7698.380	207				
المحور الثاني: مستوى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	بين المجموعات	875.059	2	437.529	7.014	0.001	دالة عند 0.05
	داخل المجموعات	12788.552	205	62.383			
	التباين الكلى	13663.611	207				
المحور الثالث: تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	بين المجموعات	175.854	2	87.927	1.590	0.206	غير دالة إحصائيًا
	داخل المجموعات	11336.410	205	55.300			
	التباين الكلى	11512.264	207				

يتبين من الجدول (7) النتائج الآتية:

- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين وجهة نظر أفراد العينة حول تقدير أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم وتحديات التوظيف تبعًا لمتغير (سنوات الخبرة).

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين وجهة نظر أفراد العينة حول تقدير مستوى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة تبعًا لمتغير (سنوات الخبرة).

ولتحديد مصدر الفروق الدالة بين متوسطات وجهات نظر أفراد العينة حول تحديد مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة تبعًا لمتغير (سنوات الخبرة)، تم استخدام اختبار "شيفيه للمقارنات البعدية" (Sheffe) للمقارنة بين كل مجموعتين على حدة، وجاءت النتائج كما يوضح الجدول الآتي:

جدول (8)

نتائج اختبار "شيفيه" (Sheffe) للكشف عن مصدر الفروق ذات الدلالة بين وجهة نظر أفراد العينة تبعًا لمتغير سنوات الخبرة

محاور الاستبانة	سنوات الخبرة	المتوسط الحسابي	أقل من 5 سنوات	من 5 الى 15 سنة	أكثر من 15 سنة
المحور الثاني: مستوى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	أقل من 5 سنوات	41.88	-	-	-
	من 5 الى 15 سنة	41.43	0.457	-	-
	أكثر من 15 سنة	37.41	*4.474	*4.017	-

* دالة عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$)

يتضح من الجدول (8) أن الفروق الدالة بين متوسطات وجهات نظر أفراد العينة حول تحديد مستوى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة تبعًا لمتغير (سنوات الخبرة)، كانت لصالح أفراد العينة ذوي سنوات الخبرة (أقل من 5 سنوات)، ثم لصالح ذوي سنوات الخبرة (من 5 الى 15 سنة).

ولعل ذلك يعود إلى أن برامج تأهيل المعلم الجديدة أصبحت منذ البداية تعتمد على دمج التقنية بمتطلبات العملية التعليمية الحديثة، في كافة الممارسات التدريسية المتطورة، كما أنه في حال كان معلمو العلوم حديثي التخرج فلابد أن يكون تأهيلهم الأكاديمي قائما على استعداد فكري، وتوجه تقني متمرس في التعامل مع تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة، مع الأخذ في الاعتبار سعي معلمي العلوم الجدد نحو التميز المهني، وإثبات حرفية الأداء في السنوات الأولى من تعيينهم ، ومن جانب آخر عادة ما يكون هناك نوع من التحفظ، والمقاومة تجاه تغيير الأساليب التدريسية لدى معلمي العلوم الأكثر خبرة تجنبًا للفشل أو بسبب الإرهاق المهني وقلة فرص التدريب التقني المحترف.

نتائج الفروق تُعزى لمتغير نوع التعليم.

جدول (9)

نتائج اختبار "كروسكال واليز" لدلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة على أداة البحث تبعًا لمتغير (نوع التعليم)

محاور الاستبانة	نوع التعليم	التكرارات	متوسط الرتب	درجات الحرية	قيمة "كا2"	قيمة الدلالة	الدلالة الإحصائية
المحور الأول: أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم	حكومي	190	105.84	2	1.535	0.464	غير دالة إحصائيًا
	أهلي	9	99.72				
	هيئات ومنظمات حكومية	9	81.00				
المحور الثاني: مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	حكومي	190	105.14	2	3.128	0.092	غير دالة إحصائيًا
	أهلي	9	121.72				
	هيئات ومنظمات حكومية	9	73.78				
المحور الثالث: تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	حكومي	190	106.32	2	4.773	0.814	غير دالة إحصائيًا
	أهلي	9	108.72				
	هيئات ومنظمات حكومية	9	61.83				

يتبين من الجدول (9) النتائج الآتية:

- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين وجهة نظر أفراد العينة حول تقدير أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم ومستوى التوظيف وتحديات التوظيف تبعًا لمتغير (نوع التعليم). ولعل ذلك يعود إلى أهمية موضوع البحث في الوقت المعاصر ، ولتجانس العينة في التخصص و توحيد المقررات بين المدارس الحكومية والأهلية، كما أن لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة أثرًا على كافة مناحي الحياة ومنها مجال التعليم، وهذه النتيجة تبين أثر الثورات العلمية، والتقنية في توجه وسلوك المجتمعات، ومنها المجتمع التعليمي . كما تبين تركيز التحديات وهذا التركيز يقدم توصية محددة للقائمين على العملية التعليمية بضرورة تذليل التحديات لاتفاق مجتمع البحث حولها.

نتائج الفروق تبعًا لمتغير الدور الوظيفي:

جدول (10)

نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة على أداة البحث تبعًا لمتغير (الدور الوظيفي)

محاور الاستبانة	الدور الوظيفي	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة "ت"	قيمة الدلالة	الدلالة الإحصائية
المحور الأول: أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم	معلم / ة علوم	188	36.48	6.09	206	2.741	0.007	دالة عند 0.05
	مشرف / ة علوم	20	40.35	5.07				
المحور الثاني: مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	معلم / ة علوم	188	40.25	7.99	206	1.815	0.071	غير دالة إحصائيًا
	مشرف / ة علوم	20	36.80	8.88				
المحور الثالث: تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	معلم / ة علوم	188	39.49	7.56	24.81	0.575	0.570	غير دالة إحصائيًا
	مشرف / ة علوم	20	38.60	6.50				

يتضح من الجدول (10) النتائج الآتية:

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين وجهة أفراد العينة حول تقدير أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم تبعًا لمتغير (الدور الوظيفي)، وكانت الفروق لصالح (مشرف / ة علوم).
- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين وجهة نظر أفراد العينة حول تقدير مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة وتحديات التوظيف تبعًا لمتغير (الدور الوظيفي).

ولعل هذه النتيجة تُعزى إلى أن مشرفي العلوم يمتلكون خبرات ميدانية واسعة بسبب اطلاعهم على تجارب متنوعة من بيئات صفية مختلفة وأداءات متفاوتة المستوى تصقل خبراتهم وتمنحهم نظرة أكثر شمولية تجمع ما بين طبيعة أدوارهم الإشرافية وما بين السعي إلى تحقيق أهداف التعلم، كما أن مشرفي

العلوم أكثر تعرضا للبرامج التدريبية المتقدمة التي تتناول تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة مما يعزز لديهم الإيمان بأهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم.

نتائج الفروق تُعزي لمتغير مرحلة التدريس (ابتدائي، متوسط ثانوي)

جدول (11)

نتائج اختبار "تحليل التباين" لدلالة الفروق بين وجهة نظر أفراد العينة على أداة البحث تبعًا لمتغير مرحلة التدريس (ابتدائي، متوسط ثانوي)

محاور الاستبانة	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة "ف"	قيمة الدلالة	الدلالة الإحصائية
المحور الأول: أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم	بين المجموعات	173.305	2	86.652	2.369	0.096	غير دالة إحصائيًا
	داخل المجموعات	6765.610	185	36.571			
	التباين الكلي	6938.915	187				
المحور الثاني: مستوى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	بين المجموعات	213.985	2	106.992	1.687	0.188	غير دالة إحصائيًا
	داخل المجموعات	11735.265	185	63.434			
	التباين الكلي	11949.250	187				
المحور الثالث: تحديات توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة	بين المجموعات	20.410	2	10.205	0.177	0.838	غير دالة إحصائيًا
	داخل المجموعات	10674.584	185	57.700			
	التباين الكلي	10694.995	187				

يتبين من الجدول (11) النتائج الآتية:

- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين وجهة نظر أفراد العينة حول (تقدير أهمية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم ومدى توظيفها وتحديات التوظيف) تبعًا لمتغير مرحلة التدريس (ابتدائي، متوسط، ثانوي).

يعود ذلك إلى أن مرحلة التدريس لا تشكل فرقا في مستوى وعي معلمي العلوم بأهمية توظيف تطبيق تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم؛ ولعل ذلك يعود إلى بنية العلم في مقررات العلوم، فهي بنية مشتركة في جميع المقررات، وفي جميع المراحل الدراسية، إضافة إلى أن مقررات العلوم تحوي مفاهيم مجردة تحتاج إلى تطبيقات تقربها لذهن الطلاب، وتتمحور حول الكون والطبيعة والإنسان، بمكوناتها

المختلفة التي لايدركها العقل بسهولة بسبب التعقيد مثل: حركة الالكترونات، أو التناهي في الصغر، مثل: الفيروسات، أو التناهي في الحجم مثل: المجرات، فتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة تعمل على جعل المفاهيم العلمية قريبة من فهم وإدراك الطلاب، كما يعود ذلك إلى ملاحظة المعلمين توجه الطلاب نحو التطبيقات الذكية، واستخدامها، وجعل تعلم العلوم أكثر متعة ؛ وهذا حافز لتنمية ثقافة التمكين الإيجابي لاستخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لدى الطلاب من خلال تمكين معلمي العلوم من إثراء مهاراتهم في استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة.

عرض نتائج السؤال الخامس ومناقشتها:

ينص السؤال الخامس على: "ما الاحتياجات التدريبية اللازمة لتنمية مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم لدى معلمي العلوم في ضوء الممارسة ؟

للإجابة عن هذا السؤال استخدم البحث أسلوب بحثي نوعي يسمى: المقابلة شبه المنظمة للمجموعات المركزة مع (16) معلماً للعلوم، لما تمتاز به من مرونة، وقدرة على استكشاف خبرات المفحوصين بعمق، وقد صيغت مجموعة من الأسئلة المفتوحة، منها: سؤال تمهيدي لكسر الجليد وبناء السياق العلمي، ونصه" ما رأيك في استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تدريس العلوم؟، وسؤالين للبحث، وهما: كيف تصف خبرتك الحالية في استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في ممارساتك التدريسية؟، ما المهمات التي تشعر بأنك بحاجة لاستخدام تطبيقات الثورة الصناعية في أدائها؟، وتم عمل مقابلات حضورية جماعية أو فردية، وتسجيل إجابات المشاركين ، وتم تحليلها باتباع منهجية التحليل الموضوعي، وفق مراحل ثلاث هي: الترميز المفتوح؛ لتحديد المعاني والرموز الأولية، والترميز المحوري، لتصنيف المعاني والرموز، الترميز الانتقائي؛ لاستخلاص المهمات التي يرغب المشاركون الاستفادة من تطبيقات الثورة الصناعية في أدائها، ومستوى استخدامهم للتطبيقات. وتبين من خلال تحليل استجابتهم؛ وجود صنفين من المعلمين، هما: المعلمون الذين يستخدمون تطبيقات الثورة الصناعية في التعليم بشكل منتظم، أو شبه منتظم ويمكن تصنيفهم (الممارسون) وهم بحاجة لاستخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة التي تساعدهم في أداء المهام الآتية: تصميم التقويم البديل مثل ملفات الإنجاز، وكيفية تصحيحها وتقديم التغذية الراجعة في ضوئها، بناء مجتمعات التعلم، وإدارتها، ومتابعتها، وتحديد القيمة التفاعلية لأعضاء المجتمع التعلمي، تطوير الممارسات التدريسية داخل الفصول، تبسيط المفاهيم المعقدة والمركبة، بخاصة في مقررات الفيزياء والكيمياء بخاصة في المرحلة الثانوية. استخدام وتعريب المعامل الافتراضية وتعزيزها بالعديد من التجارب. تنفيذ مداخل التدريس المختلفة لتدريس مقررات العلوم، تصميم دروس إثرائية وبخاصة للطلاب متدني التحصيل الدراسي، تنمية مهارات التعلم المستمر، والتعلم المنظم ذاتيا، إدارة

الصف، تنفيذ المهام الإدارية الموكلة لهم. وكيفية استخدام التطبيقات في الاتصال التام مع أولياء أمور الطلاب.

وهذه النتيجة تتفق مع نتيجة البحث في السؤال الثاني الذي يبحث في مدى توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم مع وجود اختلاف في الترتيب حسب الأهمية؛ وكذلك مع نتائج السؤال الثالث للبحث الذي يجيب عن التحديات التي تواجه معلمي العلوم في عدم استخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة وبخاصة تحدي كثرة الأعباء الإدارية الملقاة على عاتق معلمي العلوم، وذلك يعود لطبيعة المقابلة إذ يتم فيها الانطلاق الحر للمعاني، والكلمات.

أما الصنف الثاني فهم: المعلمون نادرو وقليلو الاستخدام لتطبيقات الثورة الصناعية في تعليم العلوم، ويمكن تسميتهم (المتطلعون) فإنهم بحاجة لاستخدام تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في: تبسيط المفاهيم المجردة، ربط المفاهيم العلمية للعلوم في الحياة اليومية للطالب، تنوع مصادر المعرفة لدروس العلوم، تصميم أنشطة تفاعلية أساسية للدرس داخل القاعات وتصميم أنشطة إثرائية خارج قاعات البحث، تصميم أدوات قياس، دعم مهارات التفكير بأشكاله المختلفة، كذلك حل المشكلات. وتتفق نتيجة هذا السؤال مع نتائج البحث خصوصًا في السؤال الثاني من حيث توظيف معلمي العلوم لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم، إذ تتوافق احتياجات معلمي العلوم نادري وقليلي الاستخدام لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة مع أكثر الاستخدامات التي ذكرها معلمو العلوم في البحث مع اختلاف الترتيب السردي.

عرض نتائج السؤال السادس ومناقشتها:

ينص السؤال السادس على: "ما التصور المقترح المستند إلى تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لإثراء مهارات توظيفها في تعليم العلوم في ضوء واقع الممارسة ؟

للإجابة عن السؤال تم اقتراح عدد من المبادئ للبرنامج التدريبي وهي كالآتي:

اولاً: مبادئ البرنامج التدريبي المقترح:

البرنامج التدريبي المقترح يقوم على عدد من المبادئ العلمية كالآتي:

1. الغرض من التدريب: ويتحدد بتحديد المهمة التي يحتاجها معلم العلوم في ممارسته التدريسية، ومن ثم يختار التطبيق المناسب حسب بعض المعايير المختارة.
2. استمرارية المهمة: كلما كانت المهمة مستمرة مع المعلم كان التدريب ذو أولوية قصوى.
3. التعلم الذاتي: يقوم البرنامج التدريبي على أسس ومبادئ التعلم الذاتي من خلال مصادر المعرفة المتاحة للجميع، فيستطيع المتدرب تحديد التطبيق المختار للتدرب عليه والبحث في مصادر المعرفة

المفتوحة عن كيفية استخدامه ومن ثم التدرب عليه وتطبيقه في تدريس العلوم، فلا توجد قاعات تدريب وجدول تدريب للكل ومدرب بالصورة التقليدية.

ثانياً: معايير اختيار التطبيق التعليمي المناسب:

يتم تحديد التطبيق المختار التدريب عليه بناءً على مجموعة من المعايير، منها:

1. الحاجة الملحة للتطبيق: إذ يتدرب المعلم على التطبيق الذي يحتاجه بصورة ضرورية ملحة في العملية التدريسية، فكلما كانت الحاجة للتطبيق أكثر إلحاحاً كان التطبيق مقدما على غيره.
2. التعلم الذاتي: كل تطبيق له شرح في التقنيات التعليمية الحديثة ومصادر المعرفة المفتوحة، كذلك يسير التدريب حسب قدرات المعلم.
3. التعددية في الاستخدام: كلما كان للتطبيق استخدمات متعددة في الممارسات التدريسية التي يقوم بها المعلم كان ذو أولوية أكثر من غيره من التطبيقات.
4. سهولة الاستخدام: سهولة الاستخدام وبساطته تجعل التطبيق أكثر استخداماً.
5. توافق التطبيق لأسس المناهج في المرحلة التعليمية: لكل برنامج أسس (فلسفي، اجتماعي، معرفي، نفسي) .
6. المجانية: بعض التطبيقات ذات تكلفة مادية عالية، قد ترهق المعلم مع وجود تطبيقات مجانية.

ثالثاً: محتوى البرنامج التدريبي المقترح من تطبيقات الثورة الصناعية الر ابعة:

في ضوء الإجابة عن أسئلة البحث تم تصنيف معلمي العلوم إلى فئتين (الممارسون لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، والمتطلعون لممارسة تطبيقات الذكاء الاصطناعي) وبذلك أقترح مجموعتين من التطبيقات، حسب حاجات كل فئة، بمراجعة مجموعة من الأدبيات المختصة مثل: شلتوت (2023)؛ الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي(2024)؛ البلشي وآخرين(2024)؛ الجزار ولاشين (2024)؛ عبد العزيز وصميده (2024)؛ عائشة (2025) بهدف تحديد أهم التطبيقات المستخدمة لأداء المهام وذلك بحصر التطبيقات، ومهامها بترميز كل مهمة، وذكر التطبيق المناسب لها ولذلك قد يخدم التطبيق أكثر من مهمة، ثم بيان شرح مجمل لكيفية خدمة التطبيق للمهمة، والقيود المحتملة، ومدى ملاءمة التطبيقات لكل مرحلة دراسية.

أولاً: أهم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة المقترحة للبرنامج التدريبي المقترح لتنمية مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم للمعلمين الممارسين في ضوء واقع الممارسة ؟

جدول (12)

أهم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة المقترحة للبرنامج التدريبي المقترح لتنمية مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم للمعلمين الممارسين في ضوء واقع الممارسة.

المهمة	التطبيقات	كيف يخدم كل تطبيق)شرح علمي مفصّل)	القيود المحتملة	الملاءمة
التقويم البديل	Google Forms – Microsoft Forms – Quizizz – Socrative – Edpuzzle-Otus	جمع أدلة أداء واقعية من خلال مهام عملية ومشروعات وفيديو تفاعلي مما يعزز قياس مهارات التفكير العلمي واكتساب المعرفة بطرق حديثة	شبكة اتصال قوية وتدريب	جميع المراحل
التغذية الراجعة	Classkick – Kaizena – Edpuzzle Feedback – Google Classroom Comments- Formative+AI	تقديم تغذية راجعة فورية متعددة الوسائط تساعد المتعلم على فهم أخطائه وتطوير أدائه من خلال التوجيه المستمر المستند إلى البيانات	شبكة اتصال قوية وتدريب	جميع المراحل
بناء مجتمعات التعلم	Microsoft Teams – Google Classroom – Edmodo – Slack	التعاون العلمي بين الطلاب والمعلمين عبر النقاش وتبادل الموارد، مما يدعم بناء مجتمع تعلم نشط	يحتاج بعضها إلى إدارة تقنية	جميع المراحل
تطوير الممارسات التدريسية	Teaching Channel – Coursera – Khan Academy for Educators – Edpuzzle Analytics	توفر موارد مهنية تحليلية وتطبيقية تساعد المعلم على تحسين ممارساته من خلال التعلم المستمر ومتابعة بيانات أداء الطلاب	بعض المحتوى مدفوع	معلمون
تبسيط المفاهيم العلمية	PhET – Explain Everything – Nearpod 3D – BioDigital Human	تستخدم محاكاة ونماذج بصرية لتبسيط المفاهيم المجردة وتحويلها إلى خبرات محسوسة تساعد الطالب على بناء تصور علمي سليم	قد تكون باللغة الإنجليزية	جميع المراحل
المعامل الافتراضية	Labster – PhET – PraxiLabs – Gizmos	تتيح بيئة مخبرية آمنة تركز على الاستقصاء العلمي ومهارات التحكم بالمتغيرات وتكرار التجارب دون مخاطر	بعضها مدفوع	متوسط و ثانوي
مداخل	STEMscopes – Discovery	تساعد على تطبيق	تحتاج اشتراكاً	جميع المراحل

التدريس الحديثة	Education – Mystery Science – Tinkercad	استراتيجيات STEM وNGSS من خلال أنشطة استقصائية ونماذج تصميم ونشاطات مرتبطة بظواهر علمية		
تصميم الدروس الإثرائية	Nearpod – Pear Deck – Canva for Education – Wakelet-Loom	تمكن المعلم من بناء محتوى تفاعلي بصري يوسع خبرات الطالب ويعزز التعلم العميق عبر مصادر متنوعة.	يحتاج بعضها مهارة تشغيل	جميع المراحل
تنمية التعلم المستمر	Khan Academy – Coursera – Udemy – LinkedIn Learning	تتيح منصات التعلم الذاتي تعزيز مهارات الطالب والمعلم عبر محتوى علمي مستمر ودروس متقدمة	بعض المحتوى مدفوع	متوسط
المهام الإدارية	Google Workspace – Microsoft 365 – Notion – Trello- Gradescpe	تسهم في تنظيم الملفات إعداد الجداول، إدارة الوقت والمشاريع، مما يرفع كفاءة الأداء المهني للمعلم	تحتاج خبرة أو رخصة	المعلمون
التواصل مع أولياء الأمور	ClassDojo Messaging – Remind – Schoology – WhatsApp Business Education- Bloomz	تسهل التواصل الفعّال عبر رسائل منظمة وتقارير دورية، مما يعزز الشراكة التعليمية بين المدرسة والأسرة	يحتاج مشاركة ولي الأمر	جميع المراحل

ثانياً: أهم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة المقترحة للبرنامج التدريبي المقترح لتنمية مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم للمعلمين المتطلعين في ضوء الممارسة؟

جدول (13)

أهم تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة المقترحة للبرنامج التدريبي المقترح لتنمية مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم للمعلمين المتطلعين في ضوء واقع الممارسة ؟

المهمة	التطبيقات	كيف يخدم كل تطبيق (شرح علمي مفصّل)	القيود المحتملة	الملاءمة
تبسيط المفاهيم العلمية المجرّدة	PhET – Explain Everything – Nearpod 3D – BioDigital Human	تحويل المفاهيم المجردة إلى نماذج ومحاكاة بصرية تفاعلية، مما يسهل على المتعلم بناء التصور العلمي الصحيح، ويعزز الفهم العميق من خلال التمثيل الحركي والمرئي	تتطلب اتصال إنترنت قوي وبعض الأدوات متاحة باللغة الإنجليزية فقط وقد يحتاج المعلم إلى مهارة تقنية	جميع المراحل
ربط	Discovery Education – Mystery	تقدم سياقات واقعية مرتبطة	بعض المصادر باللغة	

المفاهيم العلمية بحياة الطلاب اليومية	Science – YouTube EDU – TED-Ed	بالحياة اليومية، مما يساعد الطلاب على إدراك تطبيقات المفاهيم العلمية في مواقف حياتية ويعزز دافعيتهم نحو التعلم	الإنجليزية مع ضرورة عدم الإفراط في استخدام الفيديو
تنويع مصادر المعرفة	Khan Academy – Coursera – National Geographic Learning – Britannica School	توفر مصادر متنوعة تسمح بالتعلم الذاتي، مع تقديم محتوى موثوق في صورة نصوص، فيديوهات، ومحاكاة علمية	بعض المصادر مدفوعة أو باللغة الإنجليزية وتتطلب مهارات بحث رقمية
تصميم أنشطة تفاعلية	Nearpod – Pear Deck – Quizizz – Wordwall – Genially-Classcraft	تمكن المعلم من إنشاء أنشطة تفاعلية تعزز المشاركة الصفية، وتدعم مهارات التفكير، وتجمع ردود الطلاب فورياً مما يسهم في التعلم النشط	بعض الخصائص متاحة في النسخة المدفوعة، وقد يحدث بطء في الأجهزة الضعيفة
تصميم أنشطة إثرائية	Canva for Education – Wakelet – Padlet – Educreations	تقديم محتوى بصري غني ومسارات تعلم متقدمة للطلاب المتميزين، مما يعزز التعمق العلمي ويوسع قاعدة المعرفة	تحتاج بعض الأدوات إلى مهارة تصميم، وبعضها يتطلب حسابات خاصة
تصميم أدوات قياس	Google Forms – Microsoft Forms – Socrative – Edulastic	أدوات لقياس أداء الطلاب باستخدام اختبارات تشخيصية وبنائية وختامية، مع تحليلات تساعد على اتخاذ قرارات تدريسية دقيقة	قد تتطلب خبرة في تصميم الأسئلة، وبعض الأدوات تقيد الميزات في النسخة المجانية
دعم مهارات التفكير وحل المشكلات	Tinkercad – Gizmos – Labster – Classkick Tynker	تعزز مهارات الاستقصاء والنمذجة وحل المشكلات من خلال تجارب افتراضية وأنشطة تعتمد على التفكير الناقد والإبداعي	بعض الأدوات معقدة للمبتدئين وبعضها مدفوع ويحتاج وقتًا أطول للتطبيق

ثالثاً: تحديات التصور المقترح :بالرغم من أن تقنيات الثورة الصناعية الرابعة تحد من التحديات التدريبية مثل: اللغة، والوقت المستغرق في التدريب، والمكان والبعد الجغرافي، وسهولة الاستخدام، إلا أن هناك بعض التحديات المتعلقة بالتطبيقات أو بالعملية التعليمية، منها:

1. اللغة : قد تكون اللغة الإنجليزية عائق عند بعض المعلمين.
2. التكلفة المالية: بعض التطبيقات تتطلب كلفة مالية كرسوم اشتراك.

3. كثرة الأعباء التعليمية للمعلم : تحد من توفر الوقت للتدريب.

رابعاً :معززات التغلب على تحديات البرنامج التدريبي المقترح :

بالرغم من وجود بعض التحديات المتعلقة بالتدريب، واختيار التطبيق إلا أن هناك معززات تدعو إلى ضرورة التدريب والتطبيق لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في العملية التعليمية، منها:

1. سهولة الاستخدام: تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة بخاصة التعليمية برمجت لسهولة استخدامها لكافة المعنيين بالتعليم (المعلم / المتعلم / ولي أمر الطالب). لأنها بنيت على فلسفة التعلم الذاتي.
2. المجانية: هناك العديد من التطبيقات لكل مهمة من مهمات التعلم والتعليم، فإذا وجد تطبيق يحتاج رسوم اشتراك فهناك تطبيقات لا تحتاج رسوم اشتراك، كما أن لكل تطبيق عدة إصدارات وبعضها يعرض بالمجان.
3. التسهيل على المعلم: تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة تم إيجادها لتسهيل الحياة، فهي تؤدي مجموعة من الوظائف بسرعة وجودة، وإتقان، وبذلك تقلل الجهد على المعلم، وتحفظ وقته، وجهده.
4. مرعاة خصائص المتعلمين وقدراتهم: تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة تراعي خصائص المتعلمين النمائية، وبذلك تكون مشوقة للمتعلمين، وتعمل بناء على قدراتهم وإمكانياتهم.
5. مرعاتها للفروق الفردية: التطبيقات تستطيع بناء شخصية تخيلية عن المستخدم وتبرمج مخرجاتها بناء على فهمها لكل مستخدم .

توصيات البحث:

في ضوء النتائج التي توصل إليها البحث، تم إيراد عدد من التوصيات منها:

1. التأكيد على توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم، في كافة المراحل الدراسية.
2. وضع الآليات الملائمة لخفض تأثير تحديات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم، مثل: تقليل النصاب التدريسي لمعلمي العلوم، ليكون التركيز أعلى على دعم الممارسات الإيجابية نحو توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تعليم العلوم.
3. تكثيف برامج التدريب في أثناء الخدمة على تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لمعلمي العلوم في مختلف المراحل والمستويات، خاصة البرامج التدريبية ذات المستوى المتقدم، والتأهيل الأكاديمي في المداخل التدريسية الحديثة.

4. تجريب البرنامج المقترح للكشف عن مدى فاعليته في إكساب معلمي العلوم مهارات توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تدريس العلوم .
5. تصميم نماذج تدريب مبتكرة تقوم على كيفية توظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في تحسين أداء المهام الوظيفية للمعلمين وتنمية مهارات تجويد إدارة الوقت بفاعلية.

مقترحات البحث:

1. عمل دراسة تتبعية للكشف عن حاجة معلمي العلوم للجديد من تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة ؛ نتيجة التطور الطبيعي في خصائص الطلاب، والمجتمع، والتقنية.
2. عمل دراسة لتحديد احتياجات الطلاب لتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة لتعلم المفاهيم العلمية لمقررات العلوم.
3. عمل دراسة مستقبلية عن أثر تطبيقات الثورة الصناعية على المحتوى العلمي لمقررات العلوم في جميع المراحل الدراسية.

قائمة المراجع

اولاً: المصادروالمراجع العربية .

أبو دهب، إيمان وفقي أحمد. (2022). تقييم منهج الفيزياء للصف الأول ثانوي في ضوء معايير الثورة الصناعية الرابعة، *مجلة كلية التربية أسيوط*، *38* (12) 393-442.

آمال، مرزوق .(2021) .تقنية البلوكتشين وتطبيقاتها الاقتصادية .*مجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية1(5)*.319–302 .

البلشي، محمد محمد، والجويلي،مها، وغنيم، رانيا (2024). تصور تصور مقترح لتوظيف تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في التعليم قبل الجامعي :الذكاء الاصطناعي نموذجًا .*مجلة كلية التربية، جامعة دمياط*، (90)*39*، 1، 521–484.

الجزار، نجفة قطب، ولاشين، شهيرة، صلاح.(2024). تصور مقترح لكفايات المعلم يلبي متطلبات الثورة الصناعية الخامسة. *مجلة كلية التربية*، جامعة المنوفية، *عدد خاص (4)2024*، 70-29 .

الجندي، هبة سمير؛ شحاتة، صفاء أحمد؛ عبدالعزيز، أحمد محمد؛ والموجي، مروة محمد .(2021) . الثورة الصناعية الرابعة ومتطلبات تحقيقها في الجامعات المصرية .*مجلة كلية التربية –جامعة عين شمس*،*45* (3) ، 203–163.

حسونة، أسماعيل.(2016). أثر التدريب الإلكتروني القائم على الحوسبة في اكتساب مهاراتها وقابلية استخدامها لدى طلبة كلية التربية في جامعة الأقصى، *المجلة الفلسطينية للتعليم المفتوح*.*5* (10)، 201-165.

الدهشان، جمال علي خليل؛ ومحمود، هناء فرغلي علي .(2021). رؤية مقترحة لتطوير برامج التنمية المهنية للمعلمين في ضوء متطلبات الثورة الصناعية الرابعة. *مجلة كلية التربية*، *37*(11)، 136–1.

الراسبية، أمينة بنت راشد. (2021). آليات تطوير التعليم والتعلم في سلطنة عمان وفق متطلبات الثورة الصناعية الرابعة. *مجلة الأندلس للعلوم الإنسانية والاجتماعية*، 309-334، *45*.

رجب، ميرفت رشاد محمد. (2022). *الدور الجديد للمعلم في ضوء تحديات الثورة الصناعية الرابعة ومطالبها التعليمية*. (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة الإسكندرية.

رشوان، إيمان محمد أحمد .(2023). فعالية وحدة مقترحة في الاقتصاد المنزلي قائمة على تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات حل المشكلات المعقدة لدى طالبات الصف الأول ثانوي. *مجلة كلية التربية*، (2)*38*، 550–503.

زهران، فواز محمد أمين. (2024). برنامج مقترح لتنمية جدارات التدريس الرقمي لدى الطالبات معلمات اللغة العربية وفقاً لمتطلبات الثورة الصناعية الرابعة، *مجلة بحوث في تدريس اللغات، ع 27* -569 483،.

السبيعي، محمد بن عجاب هايف، والشهري، سعد بن ظافر بن غرم. (2024). درجة تضمين متطلبات الثورة الصناعية الرابعة في محتوى الكيمياء للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية. *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية، مج 48*، ع3، 15-56.

السفاسفة، جيهان هاشم إبراهيم . (2016) . *أثر برنامج تعليمي قائم على الحوسبة السحابية في إكتساب المفاهيم العلمية وتنمية مهارات حل المشكلات في مادة العلوم لدى طلبة الصف الثاني الأساسي* (رسالة دكتوراه غير منشورة. الجامعة الإردنية، عمان.

السليطينية، عائشة؛ ومي، محمد .(2024). مستوى تضمين مهارات الثورة الصناعية الرابعة في مناهج العلوم للصفوف (1-4) من وجهة نظر المعلمات في سلطنة عمان. *مجلة العلوم التربوية* الجامعة الإردنية، *(2)*51، 175-189.

السويكت، أحمد بن عبد الله علي .(2022). متطلبات تنمية مهارات الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب المرحلة الثانوية من وجهة نظر الخبراء. *مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية*، 21، 511–85.

شحاتة،، صفاء أحمد محمد؛ وعبدالعزيز، أحمد محمد .(2021). الثورة الصناعية الرابعة ومتطلبات تحقيقها في الجامعات المصرية. *مجلة كلية التربية*، (3)45، 202–163.

الشطيطي، فهد بن ضبعان.(2017) . واقع استخدام تطبيقات السحابية في تدريس مقرر العلوم. *الثقافة والتنمية*، (113)، 170-105.

صميلي، يحيى أدريس عبده،(2023) . دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تطوير أداء معلمي العلوم للمرحلة الثانوية في محافظة صامطة. مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية،(15),195-232 .

شلتوت، محمد شوقي .(2023) .*تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم* .الرياض.

عايشة،سارية عبد الرحمن . (2025) .*تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم* ، دار ابهار للتوزيع والنشر، الإمارات العربية المتحدة.

عبد العزيز، سلوى محمد عمار، وصميدة، أميرة محمود محمد.(2024). برنامج تدريبي قائم على تطبيقات الثورة الصناعية الخامسة لتنمية الكفايات الرقمية ومهارات إدارة المعرفة المهنية وتقدير القيمة الوظيفية لمعلمي التاريخ وعلم النفس بالمرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية، جامعة المنوفية، (3)*، ج 2 ، 527-682 .

عبدالله، نادر سمير قرني، بلال، إلهام عبد الحميد فرج، و عبد الخالق، سماح إبراهيم عوض الله. (2024) . برنامج تنمية مهنية مقترح قائم على متطلبات الثورة الصناعية الرابعة لتنمية الكفاءات التقنية لإخصائي الإعلام التربوي بالمرحلة الثانوية. *المجلة الدولية للمناهج والتربية والتكنولوجيا، (25)*، 111-167.

عبدالله، هاشم وأحمد، سهام وعبد الجواد، مروة (2023). الثورة الصناعية الرابعة وتأثيرها على التعليم. *مجلة كلية التربية جامعة بني سويف، ج3*، 665 - 669.

عبود، محمد جابر، أحمد، سهام يسن، ومحمد، حنان أحمد الروبي. (2022) تطوير المدرسة الثانوية في ضوء الثورة الصناعية الرابعة. *مجلة كلية التربية، مج 19* ، (115) ، 57-84.

العتيبي، عفراء محمد، والشهري، سعد بن ظافر بن غرم (2022). درجة توافر مهارات المستقبل في ضوء متطلبات الثورة الصناعية الرابعة لدى معلمي ومعلمات الفيزياء من وجهة نظر المشرفين والمشرفات بمحافضة جدة. *مجلة كلية التربية بالاسماعلية، (52)*، 164-192.

عطية،، أشرف أحمد أمين .(2025) .فعالية بيئة تدريب قائمة على الحوسبة السحابية في تنمية المهارات الرقمية لدى معلمي العلوم الشرعية بالأزهر الشريف .*مجلة القراءة والمعرفة*، (283(*25*، –105 166.

علي، الزهراء؛ رضوان، عبد الرحمن؛ وإبراهيم، آمال .(2024) .دور معلمة المدارس الرسمية للغات في تعزيز المواطنة العالمية لدى طلابهن في ضوء الثورة الصناعية الرابعة .المجلة التربوية، *كلية التربية بالغردقة، جامعة جنوب الوادي* 593–538) 2 (7.

عمر، منى عرفة .(2024) .متطلبات نشر الثقافة الرقمية لمعلمي التعليم الثانوي العام في ضوء الثورة الصناعية الرابعة .*المجلة التربوية، كلية التربية، جامعة سوهاج*، (2)*122*، 511–467.

غنيم، إبراهيم السيد عيسى .(2021) .تصور مقترح لتفعيل أدوار معلمة التعليم الأساسي بمصر في ضوء متطلبات الثورة الصناعية الرابعة .*مجلة البحث العلمي في التربية*، (9)*22*، 55–1.

قريقع، محمد زهير (2014) . *فاعلية برنامج تدريبي لتوظيف تطبيقات الحوسبة السحابية في تنمية المهارات الالكترونية التعليمية لدى معلمي التكنولوجيا*. (رسالة ماجستير غير منشورة) الجامعة الإسلامية، غزة.

القطيم، أسماء بنت محمد بن عبدالله .(2021) .الاحتياجات التدريبية لمعلمي ومعلمات العلوم في ضوء تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة .*مجلة جامعة الجوف للعلوم التربوية*، (1)*7*، 76–45.

مرسي، سمر محمد عبدالحميد .(2023) .فاعلية برنامج تدريبي مقترح في ضوء تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التدريس الرقمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة واتجاهاتهم نحو استخدامها، *دراسات عربية في علم النفس*، 456–358، *145*.

المشايخية، باسمة ناصر محمد، الصيعرية، مشاعل عوض. (2022).تنمية المناهج التعليمية بسلطنة عمان في ضوء مهارات الثورة الصناعية الرابعة، *مجلة العلوم التربوية والنفسية. مج 6*، (50) ، 1- 16.

مصلحي، حسين .(2023) .*التحول الرقمي :الإطار المستقبلي لنظم وتكنولوجيا المعلومات* .رؤية للطباعة والتجهيز الفني، القاهرة، مصر.

المطرفي، رشدان .(2025) .تصور مقترح لتمكين معلم العلوم من تفعيل تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تدريس مقررات العلوم من خلال التنمية المهنية الذاتية المحوكمة باستخدام المقررات الإلكترونية مفتوحة المصدر، *مجلة البحث العلمي في التربية*، (2)*26*، 134 –60.

المطيري، أسماء عبد الله مطلع، وسبجي، نسرين بنت حسين أحمد . (2025) . بنت حسين أحمد . (2025). مدى الوعي بمتطلبات الثورة الصناعية الرابعة لدى طالبات كلية العلوم بجامعة جدة، *المجلة العربية للعلوم التربوية والنفسية*، *(5)* . 52-1.

مهدي، محمد السيد عبدالله؛ عبدالله، عزة شديد محمد؛ والدفراوي، نرمين محمد حمدي .(2024) .*منهج مقترح في الفيزياء للمرحلة الثانوية في ضوء مستحدثات الثورة الصناعية الرابعة*) رسالة دكتوراه غير منشورة .(جامعة الإسكندرية .

النقبي، راشد علي محمد الفحاح،رضوان، هنداوي محمد حافظ، دينا ماهر، ودربالة، ريم علي محمد. (2023). الثورة الصناعية الرابعة وأثرها على التعليمك في دولة الإمارات العربية المتحدة. *دراسات تربوية واجتماعية، مج 10* ، 88-44.

النملة، عبد العزيز بن عبد الرحمن. (2024) . أثر برنامج تدريبي مكثف قائم على منطلقات الثورة الصناعية الخامسة وتقنياتها لتطوير مهارات أعضاء هيئة التدريس الرقمية وتحسين اتجاهاتهم نحو التقنية. مجلة الدراسات التربوية والإنسانية. *كلية التربية، جامعة دمنهور ، مج (16)* ، (2)، 662-720.

الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي. (2024). *100 + أداة ذكاء اصطناعي لزيادة إنتاجية الأعمال*. الرياض.

Arabic References

Abū Dhahab, Īmān Wafqī Aḥmad. (2022). Taqyīm manhaj al-fīzyāʾ lil-ṣaff al-awwal al-thānawī fī ḍawʾ maʿāyīr al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah, Asyūṭ*, 38(12), 393–442.

Āmāl, Marzūq. (2021). Taqniyat al-blūktshīn wa-taṭbīqātuhā al-iqtiṣādīyah. *Majallat al-Sharq al-Awsaṭ lil-ʿUlūm al-Insānīyah wa-al-Thaqāfīyah*, 5(1), 302–319.

al-Balshī, Muḥammad Muḥammad; al-Juwaylī, Mahā; & Ghunaym, Rāniyā. (2024). Taṣawwur muqtarāḥ li-tawẓīf taṭbīqāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah fī al-taʿlīm qabla al-jāmiʿī: al-dhakāʾ al-iṣṭināʿī namūdhajan. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmiʿat Dumyāṭ*, 39(90), 484–521.

al-Jazzār, Najafah Quṭb; & Lāshīn, Shahīdah Ṣalāḥ. (2024). Taṣawwur muqtarāḥ li-kafāyāt al-muʿallim yulabbī mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-khāmisah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmiʿat al-Minūfīyah* (special issue 4), 29–70.

al-Jundī, Hibat Samīr; Shaḥātah, Ṣafāʾ Aḥmad; ʿAbd al-ʿAzīz, Aḥmad Muḥammad; & al-Mawjī, Marwah Muḥammad. (2021). al-Thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah wa-mutaṭallabāt taḥqīqihā fī al-jāmiʿāt al-miṣrīyah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah – Jāmiʿat ʿAyn Shams*, 45(3), 163–203.

Ḥasūnah, Ismāʿīl. (2016). Athar al-tadrīb al-iliktirūnī al-qāʾim ʿalā al-ḥawsabah fī iktisāb mahārātihā wa-qābilīyat istikhdāmihā ladá ṭālibāt Kullīyat al-Tarbiyah fī Jāmiʿat al-Aqṣā. *al-Majallah al-Filasṭīnīyah lil-Taʿlīm al-Maftūḥ*, 5(10), 165–201.

al-Dahshān, Jamāl ʿAlī Khalīl; & Maḥmūd, Hanāʾ Farghalī ʿAlī. (2021). Ruʾyah muqtarāḥah li-taṭwīr barāmij al-tanmiyah al-mihnīyah lil-muʿallimīn fī ḍawʾ mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah*, 37(11), 1–136.

al-Rāsibīyah, Amīnah bint Rāshid. (2021). Ālīyāt taṭwīr al-taʿlīm wa-al-taʿallum fī Salṭanat ʿUmān wafqa mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *Majallat al-Andalus lil-ʿUlūm al-Insānīyah wa-al-Ijtimāʿīyah*, 45, 309–334.

Rajab, Mīrfat Rashād Muḥammad. (2022). al-Dawr al-jadīd lil-muʿallim fī ḍawʾ taḥaddiyāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah wa-maṭālibihā al-taʿlīmīyah (Unpublished doctoral dissertation). Jāmiʿat al-Iskandarīyah.

Rashwān, Īmān Muḥammad Aḥmad. (2023). Faʿālīyat waḥdah muqtarāḥah fī al-iqtiṣād al-manzilī qāʾimah ʿalā taqniyāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah fī tanmiyat mahārāt ḥall al-mushkilāt al-muʿaqqadah ladá ṭālibāt al-ṣaff al-awwal al-thānawī. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah*, 38(2), 503–550.

Zahrān, Fawwāz Muḥammad Amīn. (2024). Barnāmaj muqtarāḥ li-tanmiyat jadarāt al-tadrīs al-raqmī ladá ṭālibāt muʿallimāt al-lughah al-ʿArabīyah wafqan li-mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *Buḥūth fī Tadrīs al-Lughāt*, 27, 483–569.

al-Subayʿī, Muḥammad ibn ʿAjjāb Hāyif; & al-Shahrī, Saʿd ibn Ẓāfir ibn Gharam. (2024). Darajat taḍmīn mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah fī muḥtawá al-kīmiyāʾ lil-marḥalah al-thānawīyah bi-al-Mamlakah al-ʿArabīyah al-Saʿūdīyah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah fī al-ʿUlūm al-Tarbawīyah*, 48(3), 15–56.

al-Safāsifah, Jīhān Hāshim Ibrāhīm. (2016). Athar barnāmaj taʿlīmī qāʾim ʿalā al-ḥawsabah al-saḥābīyah fī iktisāb al-mafāhīm al-ʿilmīyah wa-tanmiyat mahārāt ḥall al-mushkilāt fī māddat al-ʿulūm ladá ṭalabat al-ṣaff al-thānī al-asāsī (Unpublished doctoral dissertation). al-Jāmiʿah al-Urdunīyah, ʿAmmān.

al-Sulayṭīnīyah, ʿĀʾishah; & May, Muḥammad. (2024). Mustawá taḍmīn mahārāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah fī manāhij al-ʿulūm lil-ṣufūf (1–4) min wajhat naẓar al-muʿallimāt fī Salṭanat ʿUmān. *Majallat al-ʿUlūm al-Tarbawīyah, al-Jāmiʿah al-Urdunīyah*, 51(2), 175–189.

al-Suwaykit, Aḥmad ibn ʿAbd Allāh ʿAlī. (2022). Mutaṭallabāt tanmiyat mahārāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah ladá ṭullāb al-marḥalah al-thānawīyah min wajhat naẓar al-khubarāʾ. *Majallat al-ʿUlūm al-Tarbawīyah wa-al-Dirāsāt al-Insānīyah*, 21, 85–511.

Shaḥātah, Ṣafāʾ Aḥmad Muḥammad; & ʿAbd al-ʿAzīz, Aḥmad Muḥammad. (2021). al-Thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah wa-mutaṭallabāt taḥqīqihā fī al-jāmiʿāt al-miṣrīyah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah*, 45(3), 163–202.

al-Shuṭayṭī, Fahd ibn Ḍabʿān. (2017). Wāqiʿ istikhdām taṭbīqāt al-saḥābīyah fī tadrīs muqarrar al-ʿulūm. *al-Thaqāfah wa-al-Tanmiyah*, 113, 105–170.

Ṣumaylī, Yaḥyá Idrīs ʿAbduh. (2023). Dawr taṭbīqāt al-dhakāʾ al-iṣṭināʿī fī taṭwīr adāʾ muʿallimī al-ʿulūm lil-marḥalah al-thānawīyah fī Muḥāfaẓat Ṣāmiṭah. *Majallat Shabāb al-Bāḥithīn fī al-ʿUlūm al-Tarbawīyah*, 15, 195–232.

Shaltūt, Muḥammad Shawqī. (2023). *Taṭbīqāt al-dhakāʾ al-iṣṭināʿī fī al-taʿlīm*. al-Riyāḍ.

ʿĀʾishah, Sāriyah ʿAbd al-Raḥmān. (2025). *Taṭbīqāt al-dhakāʾ al-iṣṭināʿī fī al-taʿlīm*. Dār Ibhār lil-Tawzīʿ wa-al-Nashr, al-Imārāt al-ʿArabīyah al-Muttaḥidah.

ʿAbd al-ʿAzīz, Salwá Muḥammad ʿAmmār; & Ṣumaydah, Ahīrah Maḥmūd Muḥammad. (2024). Barnāmaj tadrībī qāʾim ʿalá taṭbīqāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-khāmisah li-tanmiyat al-kafāyāt al-raqmīyah wa-

mahārāt idārat al-maʿrifah al-mihnīyah wa-taqdīr al-qīmah al-waẓīfīyah li-muʿallimī al-tārīkh waʿilm al-nafs bi-al-marḥalah al-thānawīyah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmiʿat al-Minūfīyah*, 3(2), 527–682.

ʿAbd Allāh, Nādir Samīr Qarnī; Bilāl, Ilhām ʿAbd al-Ḥamīd Faraj; & ʿAbd al-Khāliq, Samāḥ Ibrāhīm ʿAwaḍ Allāh. (2024). Barnāmaj tanmiyah mihnīyah muqtarāḥ qāʾim ʿalá mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah li-tanmiyat al-kafāʾāt al-taqniyah li-ikhṣāʾī al-iʿlām al-tarbawī bi-al-marḥalah al-thānawīyah. *al-Majallah al-Duwalīyah lil-Manāhij wa-al-Tarbiyah wa-al-Tiknūlūjiyā*, 25, 111–167.

ʿAbd Allāh, Hāshim; Aḥmad, Suhām; & ʿAbd al-Jawād, Marwah. (2023). al-Thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah wataʾthīruhā ʿalá al-taʿlīm. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmiʿat Banī Suwayf*, 3, 665–669.

ʿAbbūd, Muḥammad Jābir; Aḥmad, Suhām Yāsīn; & Muḥammad, Ḥanān Aḥmad al-Rūbī. (2022). Taṭwīr almadrasah al-thānawīyah fī ḍawʾ al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah*, 19(115), 57–84.

al-ʿUtaybī, ʿAfrāʾ Muḥammad; & al-Shahrī, Saʿd ibn Ẓāfir ibn Gharam. (2022). Darajat tawāfur mahārāt almustaqbal fī ḍawʾ mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah ladá muʿallimī wa-muʿallimāt alfīzyāʾ min wajhat naẓar al-mushrifīn wa-al-mushrifāt bi-Muḥāfaẓat Jiddah. *Majallat Kullīyat al-Tarbiyah bi-al-Ismāʿīlīyah*, 52, 164–192.

ʿAṭīyah, Ashraf Aḥmad Amīn. (2025). Faʿālīyat bīʾah tadrīb qāʾimah ʿalá al-ḥawsabah al-saḥābīyah fī tanmiyat al-mahārāt al-raqmīyah ladá muʿallimī al-ʿulūm al-sharʿīyah bi-al-Azhar al-Sharīf. *Majallat al-Qirāʾah wa-al-Maʿrifah*, 25(283), 105–166.

ʿAlī, al-Zahrāʾ; Riḍwān, ʿAbd al-Raḥmān; & Ibrāhīm, Āmāl. (2024). Dawr muʿallimat al-madāris al-rasmīyah lillughāt fī taʿzīz al-muwāṭanah al-ʿālamīyah ladá ṭullābihinna fī ḍawʾ al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *al-Majallah al-Tarbawīyah, Kullīyat al-Tarbiyah bi-al-Ghurdqah, Jāmiʿat Janūb al-Wādī*, 7(2), 538–593.

ʿUmar, Munáʿ Arafah. (2024). Mutaṭallabāt nashr al-thaqāfah al-raqmīyah li-muʿallimī al-taʿlīm al-thānawī alʿāmm fī ḍawʾ al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *al-Majallah al-Tarbawīyah, Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmiʿat Sūhāj*, 122(2), 467–511.

Ghunaym, Ibrāhīm al-Sayyid ʿĪsá. (2021). Taṣawwur muqtarāḥ li-tafʿīl adwār muʿallimat al-taʿlīm al-asāsī bi-Miṣr fī ḍawʾ mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *Majallat al-Baḥth al-ʿilmī fī al-Tarbiyah*, 22(9), 1–55.

Qurayqiʿ, Muḥammad Zuhayr. (2014). Faʿālīyat barnāmaj tadrībī li-tawẓīf taṭbīqāt al-ḥawsabah al-saḥābīyah fī tanmiyat al-mahārāt al-iliktirūnīyah al-taʿlīmīyah ladá muʿallimī al-tiknūlūjiyā (Unpublished master's thesis). al-Jāmiʿah al-Islāmīyah, Ghazzah.

al-Quṭaym, Asmāʾ bint Muḥammad ibn ʿAbd Allāh. (2021). al-Iḥtiyājāt al-tadrībīyah li-muʿallimī wa-muʿallimāt al-ʿulūm fī ḍawʾ taṭbīqāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *Majallat Jāmiʿat al-Jawf lil-ʿUlūm al-Tarbawīyah*, 7(1), 45–76.

Mursī, Samar Muḥammad ʿAbd al-Ḥamīd. (2023). Faʿālīyat barnāmaj tadrībī muqtarāḥ fī ḍawʾ taqniyāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah fī tanmiyat mahārāt al-tadrīs al-raqmī ladá muʿallimī al-ʿulūm athnāʾ al-khidmah wa-ittijāhātihim naḥw istikhdāmihā. *Dirāsāt ʿArabīyah fī ʿIlm al-Nafs*, 145, 358–456.

al-Mashāykhīyah, Bāsimah Nāṣir Muḥammad; & al-Ṣayʿarīyah, Mashāʿil ʿAwaḍ. (2022). Tanmiyat al-manāhij al-taʿlīmīyah bi-Salṭanat ʿUmān fī ḍawʾ mahārāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah. *Majallat al-ʿUlūm al-Tarbawīyah wa-al-Nafsīyah*, 6(50), 1–16.

Maṣlaḥī, Ḥusayn. (2023). *al-Taḥawwul al-raqmī: al-iṭār al-mustaqbalī li-nuẓum wa-tiknūlūjiyā al-maʿlūmāt*. Ruʾyah lil-Ṭibāʿah wa-al-Tajhīz al-Fannī, al-Qāhirah, Miṣr.

al-Muṭrafī, Rashdān. (2025). Taṣawwur muqtarāḥ li-tamkīn muʿallim al-ʿulūm min tafʿīl taqniyāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah fī tadrīs muqarrarāt al-ʿulūm min khilāl al-tanmiyah al-mihnīyah al-dhātīyah al-muḥawkama bi-istikhdām al-muqarrarāt al-iliktirūnīyah al-maftūḥah al-maṣdar. *Majallat al-Baḥth al-ʿIlmī fī al-Tarbiyah*, 26(2), 60–134.

al-Muṭayrī, Asmāʾ ʿAbd Allāh Muṭliʿ; & Ṣubḥī, Nasrīn bint Ḥusayn Aḥmad. (2025). Madá al-waʿy bi-mutaṭallabāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah ladá ṭālibāt Kullīyat al-ʿUlūm bi-Jāmiʿat Jiddah. *al-Majallah al-ʿArabīyah lil-ʿUlūm al-Tarbawīyah wa-al-Nafsīyah*, 5, 1–52.

Mahdī, Muḥammad al-Sayyid ʿAbd Allāh; ʿAbd Allāh, ʿIzzah Shadīd Muḥammad; & al-Difrāwī, Narmīn Muḥammad Ḥamdī. (2024). Manhaj muqtarāḥ fī al-fīzyāʾ lil-marḥalah al-thānawīyah fī ḍawʾ mustaḥdathāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah (Unpublished doctoral dissertation). Jāmiʿat al-Iskandarīyah.

al-Naqbī, Rāshid ʿAlī Muḥammad al-Faḥāḥ; Riḍwān, Hindāwī Muḥammad Ḥāfiẓ; Dīnā Māhir; & Darbālah, Rīm ʿAlī Muḥammad. (2023). al-Thawrah al-ṣināʿīyah al-rābiʿah wa-atharuhā ʿalá al-taʿlīm fī Dawlat al-Imārāt al-ʿArabīyah al-Muttaḥidah. *Dirāsāt Tarbawīyah wa-Ijtimāʿīyah*, 10, 44–88.

al-Namlah, ʿAbd al-ʿAzīz ibn ʿAbd al-Raḥmān. (2024). Athar barnāmaj tadrībī mukaththaf qāʾim ʿalá munṭalaqāt al-thawrah al-ṣināʿīyah al-khāmisah wa-taqniyātihā li-taṭwīr mahārāt aʿḍāʾ hayʾat al-tadrīs al-raqmīyah wa-taḥsīn ittijāhātihim naḥw al-taqniyah. *Majallat al-Dirāsāt al-Tarbawīyah wa-al-Insānīyah, Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmiʿat Damanhūr*, 16(2), 662–720.

Al-Hayʾah as-Suʿūdiyah li-al-Bayānāt wa-al-Dhakāʾ al-Iṣṭināʿī. (2024). +100 Adāh Dhakāʾ Iṣṭināʿī li-ziyādat Intājīyat al-Aʿmāl. Riyāḍ.

ثانيا: المراجع الإنجليزية:

Al-Abyadh, M H A(2025).The influence of technostress and gratitude on university students' vitality: the roles of prosocial behaviours and psychological resilience," International Journal of Innovation and Learning, Inderscience Enterprises Ltd, vol. 37(2), pages 149-178. https://doi.org/10.1504/IJIL.2025.144197

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, Geneva.

-James ،F. (2020, June 2). *Everything You Need to Know About Education 4.0* Retrieved from https://www.qs.com: https://www.qs.com/everything- you-need-to-know-education-40/

-Ningsih, M, (2019): *Pengaruh Perkem bangan Revolusi Industri 4.0* Dalam Dunia Teknologi Di Indonesia