International Journal of Learning Management Systems

http://dx.doi.org/10.21608/IJLMS.2023.283121

A Chemistry Program Based on the Theory of Cognitive Flexibility and Its Effectiveness in Developing Creative Problem-Solving Skills Using Robots Among Stem School Students

Hossam E. M. Mazen[1], *Badriya M. M. Hassanein*[2], *Doaa A. A. Suleiman*[3*]

[1] Professor of Curriculum and Science Education Technology - Faculty of Education - Sohag University.
[2] Professor of Curriculum and Science Education Technology - Faculty of Education - Sohag University.
[3] Senior chemistry teacher at the School of Excellence in Science and Technology in Qena.

Received: 22 July. 2023, Revised: 12 Aug. 2023, Accepted: 22 Aug. 2023.
Published online: 1 Sep. 2023.

Abstract: The aim of the current research is to develop a chemistry program based on the theory of cognitive flexibility and measure its effectiveness in developing creative problem-solving skills using robots among STEM school students. A sample of 34 male and female students represented the experimental group. To achieve this goal, problem-solving skills were tested using robots to determine the impact of the proposed program on developing creative problem-solving skills using robots. Then, the proposed program was implemented on the research sample, consisting of 34 male and female students from the second year of STEM School for the Gifted in Luxor. They represented the experimental group. Statistical analysis was conducted using SPSS software, and the results indicated the effectiveness of the chemistry program based on the theory of cognitive flexibility in developing creative problem-solving skills using robots among STEM school students. Based on these results, the researcher recommended the necessity of designing more academic programs for students excelling in science and technology, to incorporate robots into the educational process.

Keywords: cognitive flexibility theory, Creative Problem Solving with robot, robot, STEM.

*Corresponding author e-mail: dodaly10@gmail.com

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

برنامج في الكيمياء قائم على نظرية المرونة المعرفية وفاعليته في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب مدارس STEM

بحث مستل من رسالة مقدمة للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في التربية تخصص مناهج وطرق تدريس العلوم

حسام الدين محمد مازن[1] , بدرية محمد محمد حسانين[2] , دعاء عبد المنعم علي سليمان[3].

[1] أستاذ المناهج وتكنولوجيا تعليم العلوم- كلية التربية- جامعة سوهاج hosam1951@hotmail.com .

[2] أستاذ المناهج وتكنولوجيا تعليم العلوم- كلية التربية- جامعة سوهاج badria.mohamed@yahoo.com .

[3] معلم أول كيمياء بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بقنا. dodaly10@gmail.com

المستخلص : هدف البحث الحالي إلى إعداد برنامج في الكيمياء قائم على نظرية المرونة المعرفية وقياس مدى فاعليته في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب مدارس STEM،لدى عينة قوامها(34) طالبًا وطالبة، مثلت المجموعة التجريبية، ولتحقيق هذا الهدف تم اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت ، لتحديد أثر البرنامج المقترح في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت ، ثم تطبيق البرنامج المقترح على عينة البحث وهم من طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر STEM، وعددهم (34) طالب وطالبة، مثلت المجموعة التجريبية، ثم إجراء المعالجة الإحصائية ببرنامج SPSS وتوصلت النتائج إلى فاعلية برنامج الكيمياء القائم على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب مدارس STEM، وبناء على هذه النتائج ، أوصت الباحثة بضرورة تصميم المزيد من البرامج الأكاديمية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، لتوظيف الروبوت في العملية التعليمية.

الكلمات المفتاحية: نظرية المرونة المعرفية، مهارات الحل الإبداعي للمشكلات، الروبوت ، طلاب STEM.

1 مقدمة

يُعد الاهتمام بتربية المتفوقين يعد من أهم السبل للنهوض بالمجتمع، حيث إن العناية بالطاقات البشرية هي الأساس لصنع التقدم والحضارة، ونمو العلم، والمعرفة الإنسانية. ويعد التعليم أهم وسيلة من وسائل التنمية البشرية، لذا تهتم الدول المتقدمة برعاية طلابها المتفوقين عن طريق إعداد البرامج والمناهج الدراسية التي تسعى إلى تنمية مواهبهم وقدراتهم، وتعمل على زيادة استثمارها حاضر ومستقبلاً.

وفي إطار الاهتمام بالطلاب المتفوقين كان هناك اهتمام وتوجه عالمي بإنشاء مدارس "STEM" Science, Technology, Engineering, Mathematics وهو اختصار لأربعة مجالات معرفية هي: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وقد اهتم المسؤولون في وزارة التربية والتعليم بمصر برعاية الطلاب المتفوقين في مجالات العلوم والتكنولوجيا للاستفادة بما لديهم من قدرات واستعدادات وتحرير طاقتهم الإبداعية وذلك بإنشاء مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا القائمة على غرار المدارس العالمية، بلغ عددها (19) مدرسة على مستوى الجمهورية حتى عام 2020م وتعد مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا نظاماً تعليمياً يمارس فيه الطالب التعلم بطريقة عملية عن طريق التجارب والاعتماد على البحث العلمي.

والدراسة بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بمصر تقوم على العمل التعاوني في مجموعات صغيرة، وذلك من خلال تحديد مشكلة مجتمعية توظف لحلها جميع المواد الأكاديمية، ويقدم الطلاب في نهاية العام مشروعاً لحل تلك المشكلة، حيث يمثل الطالب محور العملية التعليمية ويقتصر دور المعلم على التوجيه والإرشاد، كما تكون الدراسة باللغة الإنجليزية. وتتبنى تلك المدارس التقييم المستمر من خلال بطاقات الملاحظة، وملفات الإنجاز وتقييم المشروعات (عقيل محمود، 2015). وتشير تفيدة سيد (2015) أن تصميم مناهج STEM يعتمد على التمركز حول الخبرة المفاهيمية المتكاملة، والتمركز حول المشكلات، والتحري، والتطبيق الكلف للأنشطة العملية، والتمركز حول الخبرة المحددة عن طريق الذات، والبحث التجريبي المعملي في ثنائيات وفرق، والتقويم متعدد الأبعاد والمستند على الأداء، والتركيز على التفكير العلمي، والإبداعي، والناقد.

مما سبق يتضح أهمية مدخل STEM في أنه يوظف المعرفة في الحياة ويوضح الروابط المعرفية بين المواد الأكاديمية، ويعزز الاستقصاء والتحري لاستيعاب المفاهيم بصورة عميقة ومتكاملة، الأمر الذي يتطلب إعداد برامج مبتكرة قائمة على مدخل STEM تسعى لتنمية مهارات الطلاب المختلفة والتي تساهم في إيجاد جيل مبدع مسلح بمهارات القرن الواحد والعشرون.

ويعتبر الحل الإبداعي للمشكلة من المداخل المعاصرة التي تتيح للمتعلم استثمار طاقاته وإمكانياته العقلية لتحديد المشكلة التي تواجهه، وإيجاد الحلول الملائمة لها والوصول إلى أفضل النتائج الممكنة والتوافق مع بيئته، لذا فدراسة الإبداع تمكن الفرد من إتاحة فرصة كبيرة للتعامل مع المشكلات التي تواجهه بطريقة مبتكرة. وترجع أهمية الحل الإبداعي للمشكلات في أنه يساعد على توليد واكتشاف مشكلات أخرى، وإيجاد معرفة جديدة حيث إن الإبداع يتميز بوجود إنتاج جديد، بينما حل المشكلات بالطريقة العادية يتوقف عن الوصول إلى الحل، كما أن الحل الإبداعي للمشكلة يتطلب البحث وتوقع مشكلات مستقبلية والعمل على حلها، بينما حل المشكلة بالطريقة العادية يتطلب حلولاً غير معروفة، ولكن تم التوصل إليها من قبل الآخرين (أشرف محمد، وابتسام أحمد، 2007).

ويعد راند سبيرو Rand Spiro أستاذ علم النفس التربوي وتكنولوجيا المعلومات بجامعة (ميتشجن الأمريكية) رائد نظرية المرونة المعرفية، حيث تعد نظرية المرونة المعرفية من أقوى نظريات تصميم التعليم العادي أي داخل الفصول الدراسية، أو عبر الإنترنت حيث تسعى هذه النظرية إلى تمكين المتعلمين من الفهم العميق للمادة العلمية عن طريق مجموعة من المبادئ التي تشكل جوهر هذه النظرية (حلمي محمد ، 2014)

ويرى كل من Cheng & Kozallka (2016) أن نظرية المرونة المعرفية تهدف إلى التفكير المرن أثناء أنشطة التعلم، كما توفر لمصممي التعليم إطار لتطوير بيئة التعلم، والسيناريوهات التي تمكن الطلاب للمشاركة بشكل أكثر فاعلية في أنشطة التعلم، وتطوير الفهم العميق للطلاب بربط المفاهيم المجردة، وإعادة ترتيبها، وإنشاء صلات بينها. مما يتطلب من المتعلمين التفكير بشكل شامل ومتكامل لتلك المفاهيم، الأمر الذي يدعم مهارات التفكير العليا في حل المشكلات والتي تعد من أهم أهداف تدريس مادة الكيمياء.

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

ويتميز تدريس الكيمياء بارتباطه بإجراء الأنشطة العملية، أو التجارب المعملية حيث يعتبر معمل الكيمياء جزءاً لا يتجزأ من تدريس الكيمياء. وتسهم الأنشطة المعملية في تحقيق أهداف تدريسية متعددة منها: تنمية المهارات العملية، إضافة إلى مهارات عمليات العلم وتكوين المفاهيم العلمية وإثارة وتنمية الميول والاتجاهات العلمية وتنمية التفكير العلمي والإبداعي والقدرة على حل المشكلات العلمية، وإكساب التلاميذ الاتجاهات والميول العلمية وتذوق العلم وتقدير جهود العلماء، كما أنها تساعد المتعلمين متى اكتسبوها على التعلم الذاتي. (عايش محمود، 2008).

وتشير مراجعة أدبيات مجال المهارات العلمية إلى اهتمام كثير من الدراسات والبحوث بتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات دراسة ميسون عبد المجيد (2015) حيث هدفت الدراسة إلى تقصي أثر برنامج تدريبي مستند إلى عادات العقل لكوستا Costa في تطوير مهارات الحل الإبداعي للمشكلة وتوصلت الدراسة إلى فاعلية البرنامج في تطوير مهارات الحل الإبداعي للمشكلة لدى طالبات مرحلة المراهقة، كما توصلت دراسة هبه الله عدلي (2015) إلى فاعلية استخدام المبادئ الإبداعية لنظرية تريز في تنمية التحصيل المعرفي ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

ويستدل من العرض السابق على أهمية تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية لدى الطلاب بصفة عامة وطلاب مدارس STEM بصفة خاصة وذلك وفقا لطبيعة نظام تعلمهم القائم على العمل وإنجاز المشروعات وحل المشكلات، من أجل تكوين جيل من العلماء المبدعين القادرين على إيجاد حلول مبتكرة للتحديات الكبرى التي تواجه مصر، وذلك عن طريق برامج مبتكرة في الكيمياء قائمة على التكامل بين الكيمياء ومجالات المعرفة الأخرى.

وقد أثمرت الابتكارات في مجال تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، ومجال تكنولوجيا المعلومات، والاتصال بالحاسوب، والعلوم ذات الصلة إلى ظهور عديد من التطبيقات المتطورة مثل تكنولوجيا الروبوت Robot Technology والذي أدى إلى إحداث طفرة هائلة في كافة المجالات.

ويعد استخدام الروبوت في العملية التعليمية ضرورة ملحاً في العصر الحالي، فقد يسهم الروبوت في استخدام نمط جديد من التعلم الفعال في مواقف التعلم الحقيقية داخل الفصول الدراسية أو المختبرات.

ويضيف كل من جمال خالد (2015)، وهاشم سعيد (2015)، (Rusk, et al., 2008) أن تصميم روبوت في بيئة التعلم قد يؤدي إلى تنمية عديد من المهارات منها: مهارات البحث العلمي، والبرمجة، وتركيب القطع بطريقة مستحدثة، ومهارات توصيل الدوائر الإلكترونية، ومهارات القياسات الكيميائية، بالإضافة إلى مهارات القرن الحادي والعشرين مثل التواصل، والتخطيط، والعمل الجماعي.

وقد أوصت بعض الدراسات بضرورة نشر ثقافة الروبوت في جميع المراحل الدراسية، خاصة في نظام STEM وتضمين أنشطة تصميم الروبوت في المنهج الدراسي وربط الروبوت بمادة الكيمياء ؛ مثل دراسة (وفاء خليفة ،2015؛ Chaomin et al., 2017).

وقد قدما كل من (Karagiorgou & Spahos, 2016) مشروع الروبوت في الكيمياء " Chemobot: Chemistry with robot" في المسابقة النهائية للتعليم الملهم كأفضل مشروع للتعليم الملهم والذي عقد في اليونان 2016 حيث هدف المشروع إلى التوصيل بين الكيمياء والروبوت "Chembot" في صورة أنشطة تسمي Chembot Activity مثل تصميم روبوت يقيس العلاقة بين الرقم الهيدروجيني (PH) والتغير في درجة الحرارة وطبق المشروع على طلاب المرحلة الثانوية وتوصل المشروع إلى أهمية ربط الروبوت بالأنشطة الكيميائية.

وفي ضوء ما سبق يتضح أهمية إعداد البرامج التعليمية التي تدعم نظام STEM في مصر والتي تقدم الأنشطة العملية، والتكنولوجيا المبتكرة والمهام التعليمية والتي تتطلب من المتعلم ممارسات التفكير النقدي، والاستقصاء، والبحث العلمي للوصول إلى حل المشكلات التي تواجه مصر بطريقة إبداعية. وعلى الرغم من العديد من الإصلاحات في السياسات التعليمية في تعليم STEM والطموحات لدى القائمين على هذا التعليم (مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بمصر) إلا إن هذه الإصلاحات تواجه بعض العثرات نتيجة لوجود عدد من المشكلات والمتمثلة في ندرة البرامج الأكاديمية الجديدة التي تهدف إلى تحسين أداء المعلمين والمتعلمين وتشجع المتعلمين على الإبداع والابتكار بالإضافة إلى عدم وجود استراتيجيات واضحة(طويلة-قصيرة) الأمد للتعامل مع طلاب مدارس STEM. (عقيل محمود ، 2015؛ Khadri,2016)

وقد هدفت دراسة أشرف محمود أحمد (2017) إلى تحديد البرامج الداعمة لمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في أمريكا وأستراليا والاستفادة منها في مصر(دراسة مقارنة)، وتوصلت الدراسة أنه من أهم عوامل نجاح نظام STEM في أمريكا وأستراليا هو دعم النظام بحزمة من البرامج التعليمية المختلفة.

وأوصت دراسة (Bagiya,2016) بضرورة تطبيق برامج تعليمية تُدعم باستراتيجيات وأنشطة تفاعلية تحقق التكامل بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والهندسة وترضي طموحات الطلاب في عصر التكنولوجيا، كما توصلت دراسة (Mosley et al.,2016) إلى ضرورة إعداد برامج تدعم تكنولوجيا الروبوت وتربطه بالمواد الأكاديمية مثل الكيمياء لزيادة اتجاه الطلاب نحو نظام STEM.

وأشارت دراسة Sithole et al. (2017) إلى افتقار بعض خريجي مدارس STEM إلي مهارات الحل الإبداعي للمشكلات والتفكير المنطقي وتقديم الأدلة؛ الأمر الذي أدى إلى تغيير تخصصات بعض الطلاب والتحاقهم ببعض الوظائف التي لا تتناسب مع منظومة STEM. لذا أكدت الدراسة على أهمية تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات، والتفكير المنطقي، والتفكير العلمي، وتقديم الأدلة والاستنتاجات لدى طلاب STEM.

وللتعرف على مستوى أداء طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر للمهارات العملية، أجرت الباحثة دراسة استطلاعية تم خلالها تطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات مكون من (10) أسئلة على (15) طالب وطالبة من مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر "غير عينة الدراسة" وقد أسفرت نتائج الدراسة الاستطلاعية عن حصول الطلاب على (3.8) درجة من (10) في اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت.

تحديد مشكلة البحث:

إن ما سبق عرضه يؤكد على وجود مشكلة في ضعف مستوى أداء الطلاب لمهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت ؛ ولذا حاول البحث الحالي علاج هذه المشكلة عن طريق إعداد برنامج مقترح في الكيمياء قائم على نظرية المرونة المعرفية وتقصي فاعليته في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات، باستخدام الروبوت، لدى طلاب مدارس STEM.وتثير مشكلة البحث التساؤلات الأتية:

أسئلة البحث:

1- ما خطوات برنامج قائم على نظرية المرونة المعرفية لطلاب مدارس STEM؟

2- ما فاعلية البرنامج القائم على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب مدارس STEM؟

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

فرض البحث:

1- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوي (0.05) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث قبل دراسة البرنامج وبعده في اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت، وذلك لصالح التطبيق البعدي.

أهداف البحث:

1- إعداد برنامج مقترح في الكيمياء قائم على نظرية المرونة المعرفية لطلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا.

2- تحديد مدى فاعلية البرنامج المقترح في الكيمياء القائم على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب مدارس STEM.

أهمية البحث:

1- قد يفيد هذا البحث مصممي المناهج والبرامج بوزارة التربية والتعليم باستخدام نظرية المرونة المعرفية في التخطيط لبعض المناهج المتكاملة لطلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا.

2- قد يفيد هذا البحث معلمي الكيمياء بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في إعداد الأنشطة المتكاملة في منهج الكيمياء، وتزويدهم ببرنامج متكامل يساعدهم في توجيه الطلاب أثناء تنفيذ المشروعات.

3- إدماج الروبوت في دروس الكيمياء، وتحقيق التكامل بين مواد STEMلحل المشكلات بطريقة إبداعية؛ قد يفيد في شعور الطلاب بالثقة أثناء تعلم الكيمياء.

4- قدم هذا البحث برنامجاً متكاملاً، واختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات والتي قد يستفيد منها الباحثين الذين يبحثون في نظام تعليم STEM .

حدود البحث:

اقتصر البحث على الحدود التالية:

1- مجموعة مقصودة من طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر في العام الدراسي 2021/2020م.

2- محتوى البرنامج المقترح تضمن مخرجي تعلم: الأول جودة المياه، والثاني تلوث المياه.

3- المشروعات المتضمنة فى البرنامج: مشروع تصميم روبوت لقياس جودة الماء نهاية مخرج التعلم الأول، ومشروع تصميم روبوت لمعالجة تلوث الماء نهاية مخرج التعلم الثاني.

4- استراتيجيات التدريس المستخدمة والقائمة على نظام تعليم STEM: التعلم القائم على المشروعات، والتجارب المعملية.

5- الأدوات التكنولوجية المستخدمة: لوحة التحكم (آردوينو)، وأجهزة استشعار sensors، ودوائر إلكترونية وبرمجيات لتصميم روبوت لحل مشكلة كيميائية.

6- مهارات الحل الإبداعي للمشكلات وشملت ثلاث مهارات رئيسة: فهم المشكلة وتحديدها، اقتراح الحلول، واستخدام الروبوت والتوصل إلى حل المشكلة.

مواد وأدوات البحث

قامت الباحثة بإعداد مواد وأدوات البحث التالية:

1- مواد البحث:

أ- برنامج مقترح في الكيمياء قائم على نظرية المرونة المعرفية، وقدم للطالب في صورتين ورقية، وإلكترونية.

ب- دليل المعلم وقدم في صورة إلكترونية.

2- أدوات البحث:

اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلة باستخدام الروبوت.

منهج البحث والتصميم التجريبي

تم استخدام المنهج التجريبي لمناسبته لطبيعة البحث الحالي، والتصميم التجريبي ذا المجموعة الواحدة والذي يعتمد على القياسين القبلي والبعدي لمتغيرات البحث وهي:

المتغير المستقل: برنامج مقترح في الكيمياء قائم على نظرية المرونة المعرفية.

مصطلحات البحث:

اقتصر البحث الحالي على ايراد التعريفات الإجرائية التالية:

1- البرنامج المقترح: A suggested Program

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

يعرف إجرائياً بأنه مخطط تعليمي قائم على نظرية المرونة المعرفية يتضمن مجموعة من الإجراءات، والأنشطة والمشروعات الكيميائية، وتكنولوجيا التعليم، وأساليب تقويم والتي تعتمد على التكامل والدمج بين التخصصات الأربعة: الكيمياء والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية باستخدام الروبوت لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا.

2- نظرية المرونة المعرفية: Cognitive Flexibility Theory

عرف حلمي محمد (2015) نظرية المرونة المعرفية بأنها "نظرية بنائية منظوميه لتصميم بيئات التعلم التقليدية، وبيئات التعلم القائمة على الكمبيوتر بهدف تمكين المتعلمين من التطبيق المرن والأفضل لمعارفهم، وإنتاج البنيات المعرفية المرنة المفتوحة، كذلك تمكينهم من الاستجابة الإبداعية التكيفية للمواقف المختلفة".

1- مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت: Creative Problem Solving Skills with robot.

وتعرف إجرائياً في البحث الحالي على أنها: مجموعة من الخطوات التي يتبعها طالب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر؛ من أجل التوصل إلى حلول إبداعية للمشكلات الكيميائية، وهي: فهم المشكلة وتحديدها، اقتراح الحلول، واستخدام الروبوت للتوصل إلى حل المشكلة. وذلك عبر تصميم نموذج للروبوت قادر على حل مشكلة كيميائية. وتقاس باختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية باستخدام الروبوت

2- الروبوت: The Robot

ويعرف إجرائياً بأنه: تقنية تقوم بمهمة محددة بشكل منتظم وقابل للبرمجة، تم تصميمها من قبل طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر، حيث تتم برمجته بواسطة الحاسوب ويستطيع استشعار بيئة العمل المحيطة به والتفاعل معها من خلال حساسات Sensors، كما أن الروبوت قادرا على اتخاذ قرارات وإظهار سلوك يدل على الذكاء لحل المشكلة الكيميائية دون تدخل العنصر البشري.

الإطار النظري للبحث:

أولاً: مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM

أ- نشأة مدارس STEM وأهميتها:

في إطار الاهتمام العالمي بإعداد خريج متنور علميا وتكنولوجياً قادراً على حل ما يواجهه من مشكلات ولديه اتجاهات إيجابية نحو ما يتعلمه كان هناك اهتمام وتوجه عالمي يسمي "" Science, Technology, Engineering, Mathematics STEM"" وهو اختصار لأربعة علوم معرفية (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) وتتطلب هذه العلوم التكامل والدمج في تعلمها كما أن هذه العلوم تتطلب تجهيز بيئات تعليمية حقيقية وواقعية تساعد الطلاب على الاستمتاع بالأنشطة والمشروعات العلمية (إبراهيم عبدالله وبارعة بهجت ،2015).

لذا كان من الضروري تصميم البرامج التعليمية التي تلبي احتياجات هؤلاء الفئة من الطلاب وتلبي احتياجاتهم وقدراتهم، وتنمي مهاراتهم العملية، من خلال بيئة تعلم ثرية تجذب الطلاب ليتمكنوا من تقديم حلول ابداعية للمشاكل والتحديات التي تواجه جمهورية مصر العربية.

كما أشارت دراسة (Bagiya,2016) أنه من المتوقع بحلول عام2022 سيكون هناك حاجة ماسة إلى حوالي 2.5 ملبون عامل إضافي لديهم مهارات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM على مستوى العالم، على الرغم من وجود نقص حوالي40000 من خريجي STEM في السنة، وأوصت الدراسة لسد ذلك العجز بضرورة تطبيق استراتيجيات وأنشطة تفاعلية في مجال العلوم والتكنولوجيا تحقق طموحات الطلاب في عصر التكنولوجيا.

ب- أهم البرامج الداعمة لنظام STEM:

وقد هدفت دراسة أشرف محمود (2017) إلى التعرف على البرامج الداعمة لمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في أمريكا واستراليا والاستفادة منها في مصر (دراسة مقارنة)، وتوصلت الدراسة أنه من أهم عوامل نجاح نظام STEM في أمريكا واستراليا هو دعم النظام بحزمة من البرامج التعليمة المختلفة أهمها: برامج تسعى لتنمية مهارات الطلاب الملحقين بنظام STEM وتطوير قدراتهم المختلفة، وإجراء البحث العلمي تحت إشراف أعضاء هيئة التدريس، بالإضافة إلي برامج تدعم تكنولوجيا التعليم والاتصالات والروبوت وتنمي التحصيل الأكاديمي، وتشجيع المعلمين على تصميم برامج تدمج محتوي STEM عبر التخصصات وتعزز التعلم الفعال وتزيد من فرص الابتكار، كما توصلت الدراسة إلى وجود بعض المشكلات التي قد تؤثر على نظام STEM في مصر وتتمثل في:

- لا توجد مناهج محددة وإنما فقط مخرجات تعلم، والاعتماد على التعلم الذاتي وهذا أدى إلى قلق الطلاب وأولياء الأمور من المستقبل.
- ضعف التخطيط لهذا النوع من التعليم في المدارس الابتدائية والإعدادية أدى إلى صعوبة تكيف بعض الطلاب مع هذه النوعية من المدارس.
- معظم البرامج والدورات المقدمة لدعم STEM قاصرة على المعلم وعدم وجود برامج إضافية لتنمية الطلاب في مهاراتهم المختلفة.

وأوصت الدراسة إلى ضرورة دعم نظام "STEM" بالبرامج المختلفة كما في النظام الأمريكي والأسترالي لتنمية مهارات الطلاب.

جـ- أسس تعليم STEM.

يشير الأدب التربوي إلى أن أسس تعليم STEM تشمل الآتي:

1- التواصل: Communication

يسعى تعليم STEM إلى تحقيق التواصل من خلال:(Tsupros et al., 2009)

- تنمية قدرة الطلاب على توصيل أفكارهم للآخرين بطرق متنوعة.
- تدريب الطلاب على التعلم والعمل بشكل تعاوني لأنه أفضل إعداد للمهن المستقبلية.

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

- تحقيق الترابط بين المدرسة والمجتمع وسوق العمل.

2- التكامل بين فروع العلم :Integration

يسعى تعليم STEM إلى تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في إطار متكامل عن طريق تزويد الطلاب بالأنشطة التي تظهر وتوضح التكامل بين تلك التخصصات؛ مما يساعد على خلق مسارات وفرص لتزويد الطلاب بخبرات تعليمية ومهنية ذات جودة عالية في هذه التخصصات، وهذا بدوره يؤهلهم إلى وظائف أفضل في المستقبل(National Academy of Education (NAD, 2009 .

3- توظيف الاستقصاء العلمي لإنتاج تصميم تكنولوجي:

يسعى النظام التعليمي في STEM إلى نقل الاهتمام من المادة الدراسية إلى المتعلم وحاجاته واستعداداته واهتماماته؛ حتى لا يكون المحتوى مجرد مجموعة من الحقائق والمفاهيم والتعميمات والمبادئ، التي ينبغي على المعلم تدريسها وعلى المتعلم تحصيلها، وذلك من خلال توفير مجموعة الأنشطة والممارسات القائمة على الاستقصاء؛ حيث يتم من خلالها اكتساب معارف، وخبرات إضافية للمهارات العلمية والعقلية، وتوظيفها في إنتاج منتجات تكنولوجية تلبي احتياجات ورغبة الأشخاص، مما يسهم في تكوين الاتجاهات العلمية وإشباع الميول العلمية(Mosley et al 2016) .

4- توظيف التحدي والمنافسة الجماعية:

يسعى تعليم STEM إلى التركيز على إثارة التحدي من أجل الإبداع والابتكار لذا فهو يمثل مشروع التعليم للقرن الحادي والعشرين، حيث يقوم على أساس تصميم نموذج مشروع لحل مشكلة ما، على أن يكون لهذا التصميم أساس علمي محدد كنظرية علمية أو مبدأ علمي ومعارف أساسية، حيث ينطلق منها الطالب لحل التحدي لتحقيق الهدف المنشود على أن يتم العمل في إطار مجموعات صغيرة تشجع المنافسة بين المجموعات(Carter, 2013) .

وتشير الباحثة أن الدراسة بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بمصر تقوم على استخدام طرائق تدريس متعددة أهمها استراتيجية التعلم القائم على المشروعات: كما يتم دراسة وحدات مواد العلوم والرياضيات والتكنولوجيا STEM بشكل تكاملي قائم على البحث والاستقصاء من خلال العمل في مجموعات صغيرة، علاوة على التعلم الإلكتروني، وذلك من خلال تحديد مشكلة من التحديات الكبرى التي تواجه جمهورية مصر العربية، والتي توظف من أجلها جميع المواد المختلفة لحل تلك المشكلة المجتمعية، كما أن الدراسة باللغة الإنجليزية لمواد العلوم والرياضيات والهندسة. كما تتبنى تلك المدارس فلسفة التقييم المستمر من خلال بطاقة الملاحظة لأداء الطلاب، وملفات الإنجاز، وقياس مهارات التعلم، وتقيم المشروعات.

(3) مستويات التكامل في STEM :

يعتمد نظام الدراسة في مدارس STEM في الأساس على التكامل بين موضوعات العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، والرياضيات، وترى الباحثة أن التحدي الأكبر لدى معلم الكيمياء في مدارس STEMهو تحديد مستويات التكامل بين الكيمياء وباقي مواد STEM وتوضيحها للطلاب في كل حصة دراسية ،الأمر الذي قد يؤدي إلى توصل الطلاب بنفسهم إلى تحديد مستويات التكامل بين مواد STEM .

ويذكر محمد علي (2017) أن هناك طرق لتكامل الموضوعات التعليمية بمدارس "STEM كما يلي:

- **طريقة التنسيق**: وفيها يعرض محتوى مادة دراسية بالتزامن عند الحاجة مع مادة دراسية أخرى.
- **طريقة التكميل:** يتم فيها عرض محتوى مادة دراسية لاستكمال محتوى تعليمي أساسي في مادة دراسية أخرى.
- **طريقة الربط:** وفيها يتم ربط موضوع محوري أو عمليات متشابهة بين مادتين دراسيتين؛ وذلك ليفهم المتعلم أوجه التشابه والاختلاف بينهما.
- **طريقة الاتصال:** وفيها يستخدم المعلم أحد التخصصات كطريقة للوصول لموضوعات أخرى من المنهج المقرر على الطالب.
- **طريقة الدمج:** في هذه الطريقة يتم تنفيذ مشروعات أو موضوعات محورية أو إجراءات تتطلب دمج تخصصين أو أكثر.

وبعد اختيار طريقة التكامل بين الموضوعات يجب على المعلم تحديد مستوى التكامل في STEM ويقصد بمستوى التكامل العمق الذي يتبعه المعلم في دمج الموضوعات لتحقيق الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى المتعلمين.

ويرى كل من Vasquez et al. (2013) أن هناك ثلاثة مستويات للتكامل تم توضيحها بجدول (1):

جدول 1: مستويات التكامل بين المفاهيم في STEM

مستويات التكامل	شكل التكامل	خصائص التكامل
الأول	المتعدد التخصصات Multidisciplinary	المفاهيم والمها ارت منفصلة في كل تخصص؛ ولكنها ضمن موضوع محوري مشترك بين التخصصات.
الثاني	البين تخصصي Interdisciplinary	ترتبط المفاهيم والمهارات من تخصصين أو أكثر، لتكوّن مفاهيم ومهارات مفتاحية بين التخصصات.
الثالث	العبر تخصصي Transdisciplinary	تطبق المفاهيم ,والمهارات المتعلمة من تخصصين أو أكثر، على مشروعات ومشكلة واقعية؛ لتشكيل خبرة التعلم.

د- مشروعات الكابستون بمدارس STEM والهدف منها:

يعرفها القاموس التربوي The Glossary of Education Reform (2014) "بأنها مهمة معقدة تتطلب مهارات أكاديمية وخبرة فكرية "وكلمة كابستون تعني حجر الزاوية بالنسبة للفن المعماري والذي يشير إلى اكتمال البناء، كذلك فإن مشروع الكابستون يمثل حجز الزاوية واكتمال برنامج التعلم.

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

ويرى Kim &wright(2019) أن خبرة الكابستون خبرة تجريبية تتضمن بحوث فعل تقوم خلالها فرق العمل من الطلاب لحل مشكلة من التحديات الكبرى التي تواجه مصر، حيث تتطلب مشروعات STEM للكابستون STEM Capstone أسس ومعايير ومهارات أهمها: إظهار المرونة في التفكير والتفكير الناقد، والحل الإبداعي للمشكلات واستخدام التكنولوجيا في التفكير والتواصل مع فرق العمل.

من العرض السابق تتضح أهمية مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في أنها مدارس تسعي لخلق جيل مبدع يتسلح بمهارات القرن الواحد والعشرين قادرا على حل مواجهة التحديات الكبرى التي تواجهها جمهورية مصر العربية وحلها بطريقة إبداعية، حيث يتم دراسة المفاهيم العلمية بطريقة تكاملية لتحقيق الفهم العميق للمفهوم، وتنفيذ التجارب المعملية للتوصل إلى حل المشكلات، وذلك من خلال بيئة تعلم ثرية قائمة على التعلم بالمشروعات، يكون فيها المتعلم هو محور العملية التعليمية، يتم فيها التكامل بين الكيمياء والمواد العلمية لتحقيق الفهم العميق للمفهوم الكيميائي، وهناك العديد من النظريات الفلسفية التي تدعم نظام STEM ومن أهم هذه النظريات نظرية المرونة المعرفية.

ثانياً: نظرية المرونة المعرفية:Cognitive Flexibility theory

أ- مفهوم نظرية المرونة المعرفية:

يعرفها Lowrey & Kim, (2009, 54) بأنها نظرية بنائية في التعليم والتعلم تؤكد على ضرورة تقديم المعارف للمتعلمين من زوايا متعددة، ومناظير عقلية مختلفة، وبطرق مختلفة من خلال استخدام الأمثلة العملية المختلفة، واكتساب المعرفة في سياقها.

كما أشار حلمي الفيل (2015) أن نظرية المرونة المعرفة نظرية بنائية منظوميه لتصميم بيئات التعلم التقليدية، وبيئات التعلم القائمة على الكمبيوتر بهدف تمكين المتعلمين من التطبيق المرن والأفضل لمعارفهم، وإنتاج البنيات المعرفية المرنة المفتوحة، كذلك تمكينهم من الاستجابة الابداعية التكيفية للمواقف المختلفة.

ويري كل من Cheng & Kozallka (2016) أن نظرية المرونة المعرفية تهدف إلى التفكير المرن أثناء أنشطة التعلم، كما توفر للمصمم التعليم إطار لتطوير بيئة التعلم، والسيناريوهات التي تمكن الطلاب للمشاركة بشكل أكثر فاعلية في أنشطة التعلم، وتطوير الفهم العميق للطلاب عن طريق ربط المفاهيم المجردة، وإعادة ترتيبها، وإنشاء صلات بينها مما يتطلب من المتعلمين التفكير بشكل متكامل وشامل لتلك المفاهيم، الأمر الذي يدعم مهارات المتعلمين.

ج- مبادئ نظرية المرونة المعرفية :(Spiro et al., 2003؛ حلمي محمد ،2015).

1- تجنب التبسيط الزائد:Avoids over simplifying

حيث يقصد بهذا المبدأ التأكد على التعقد المفاهيمي، والتداخل المفاهيمي، والتأكيد على الترابط والتشابك بين المفاهيم، بدلا من المعالجة الخطية للمشكلات التي تواجههم، وذلك لتحقيق الفهم العميق المادة التعلم.

2- التأكيد على التعليم القائم على الحالة: Emphasizes Case Based Instruction.

ويقصد بهذا المبدأ ضرورة أن يعتمد التعليم على تقديم حالات وأمثلة متعددة عند تقديم المحتوى، حيث إن هذا التنوع يدعم لدى المتعلمين الأسس المفاهيمية Conceptual Bases لبناء المعرفة، وتنمية خبرات المتعلمين لتطبيق معرفتهم في سياقات ومواقف جديدة.

3- تقديم المحتوى بطرق متعددة: Provides Multiple Representation of Content

يقصد بهذا المبدأ ضرورة تقديم المحتوى بطرق متعددة، وإتاحة الفرصة للمتعلمين لتقديم كل منهم ما فهمه بطريقته الخاصة، وبتفسيرات ورؤى متنوعة، الأمر الذي يثري بيئة التعلم، ويراعي أساليب وأنماط التعلم لدي المتعلمين ويمكنهم من التطبيق المرن لمعارفهم ومهاراتهم.

4- التأكيد على بنية المعرفة وليس نقلها:Emphasizes Knowledge construction not transmission

ويقصد بهذا المبدأ ضرورة مساعدة المتعلمين على بناء تمثيلاتهم المعرفية المعقدة لكي يصبحوا قادرين على استخدامها في المواقف الجديدة، وتكيفها حسب المواقف.

5- دعم المعرفة المعتمدة على السياق: Support context Dependent knowledge

ويقصد بهذا المبدأ ضرورة تقديم المعرفة للمتعلمين من واقع حياتهم التي يعيشونها وبخبرات حقيقية يمرون بها وهو ما يطلق عليه (التعلم الخبري)؛ لأن هذا من شأنه أن يساعد على حدوث عملية التعلم، ونقل معارف المتعلمين إلى مواقف جديدة.

6- دعم التعقيد في المعرفة "الترابط""Support Complexity "Interconnectedness

يقصد بهذا المبدأ ضرورة البعد عن إكساب المتعلمين معارف مجزأة Compartmentalized بعيدة عن سياقها، بل ضرورة تقديمها مترابطة ومتكاملة، مع توضيح التشابك والترابط المعرفي والتكامل بين المفاهيم، الأمر الذي يمكن المتعلمين من التعامل مع تعقيدات العالم الخارجي.

د- أهم الاستراتيجيات التدريسية القائمة على نظرية المرونة المعرفية:

يشيرا كل من Cheng & Kazallka(2016) إلى أن نظرية المرونة المعرفية تقترح أن التعلم العميق للمتعلمين يتطلب تطبيق إستراتيجيات تدريسية تعمل على انخراط الطلاب في المحتوى التعليمي، وتدعم مهارات التفكير العليا، كما أن مصادر التعلم يجب أن تقدم بطرق متعددة، تتسم بالمرونة. ومن أهم هذه الاستراتيجيات:

استراتيجية التعلم القائم علي المشروعات العلمية في نظام STEM:

يعرفها Dilekli (2020) بأنها" استراتيجية تعلم مرتكزة على أداء الطالب في مهمات تعلمية مع أقرانه، تعتمد على التكامل بين التخصصات، وفق خطوات مدروسة تبدأ بالتخطيط، مرورا بالتنفيذ وإنتهاءاً بالتقويم" وهي تعد كمدخل لزيادة دافعية المتعلمين وتنمية مهاراتهم المختلفة.

أ-خصائص تعلم STEM القائم على المشاريع STEM PBL:

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

حددت سمر لاشين (2009) خصائص تعلم STEM القائم على المشروعات العلمية، كما يلي:

- دمج مبادئ التصميم الهندسي والتكنولوجيا والرياضيات والعلوم بالمشروعات.
- يعتمد على نواتج التعلم - التعلم جماعي وتعاوني - والمعلم ميسرو يتضمن أنشطة تعاونية مع تحديات ذاتية.
- يعتمد على المعايير ومنها معايير العلوم للجيل القادم NGSS أو المعايير الأساسية المشتركة للرياضيات CCSSM.
- النجاح يكون بالأداء بدل الدرجات.
- يدعم العروض الجماهيرية للمشروعات والطالب هو من يدير وقته.

وترى الباحثة أن التعلم القائم على المشروعات العلمية بنظام STEM يجعل المدرسة أكثر نشاطا وفاعلية للطالب، ويحسن التعلم الذي يبقى لفترة طويلة، ويربط الطالب والمدرسة بالمجتمع المحلي، وينمي مهارات النجاح لما بعد الثانوية العامة، كما يتميز بالتنوع في المخرجات والتقويم ويعتمد على الأداء ونتاجات التعلم، وتغيير طريقة التدريس في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا، والمختلفة كلياً عن الفصل التقليدي.

ب -خطوات تنفيذ التعلم القائم على المشروعات بنظام STEM:

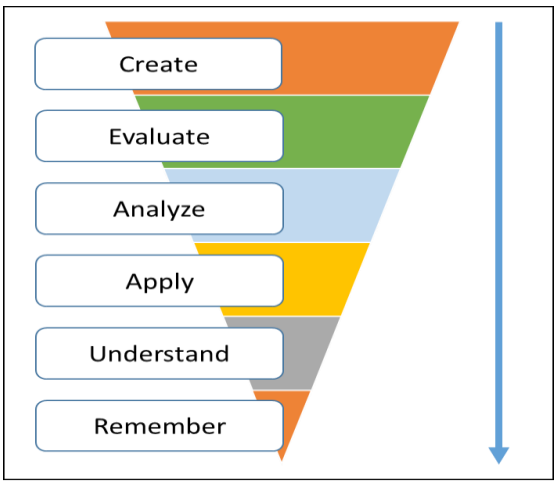
بعد الاطلاع على دراسة Davis et al. (2014) ، وهاشمية الراوي وعايش محمود(2016) يمكن تحديد الخطوات الرئيسة لتنفيذ مشروع بنظام STEM على النحو التالي:

- تحديد المشروع واختيار نوع المشروع المناسب، فهناك مشاريع بنائية لتصميم التجارب والبحث العلمي، أو لحل المشكلات، أو مشاريع ترفيهية، أو تعلم بعض المهارات العملية، أو تكوين اتجاهات إيجابية لاكتساب الممارسات العلمية وتنمية الاستيعاب المفاهيمي والتفكير الإبداعي، وعلى الطالب طرح الأسئلة بصياغة جيدة وتحديد المشكلة.
- التخطيط الجيد للمشروع بوضع خطة مفصلة لتطبيق المشروع وربط الأنشطة والمهارات والتجارب بمنحى ستيم STEM وتوضيح المنحى المتكامل وتوزيع الأدوار على الطلبة وتحديد المدة الزمنية لتسليم المشروع و مصادر المعلومات ومصادر التمويل.
- تنفيذ المشروع: ويكون المعلم موجها ومرشداً وميسراً ومساعداً للطالب بينما الطالب هو محور العملية التعليمية ويلعب دور الباحث والمخطط والمصمم والمحلل والمقيم والمناقش وعليه الاكتشاف والاستقصاء وحل المشكلات ونقل المشروع من الجانب النظري إلى الواقع العملي الملموس بإشراف المعلم.
- كتابة التقرير النهائي وتوثيق ما تم عمله وعرض النتائج، ويجب أن يشتمل التقرير النهائي على اسم المشروع والهدف منه والمدة الزمنية وتكامل جوانب منحى STEM وإجراءات المشروع وبطاقات التقويم وأهم التوصيات والمقترحات.
- تقويم المشروع: ويمكن هنا استخدام التقويم الذاتي وتقويم واقعي يستند إلى معايير محددة، ومعايير اكتساب المتعلمين للمعرفة والمهارة وللاتجاهات والذكاءات المتعددة.

ج- الأهداف التعليمية في نظام التعلم القائم على المشروعات بنظام STEM:

يؤثر التعلم القائم على المشروعات العلمية على الأهداف التعليمية حيث لابد من مراعاة تأثير انخراط المتعلمين في المشروعات العلمية على تنمية مهارات المستويات العليا، أنه لم تعد الأولوية لقضاء معظم وقت الحصة في التذكر والفهم وتخصيص وقت صغير لمهارات التفكير العليا كما هو الحال في الفصول التقليدية، حيث إنه عند تطبيق استراتيجية التعلم القائم على المشروعات سيستثمر وقت الحصة في الأنشطة العملية ومهارات التفكير العليا.

وأوضح Perkins (2016) أنه من الممكن قلب هرم بلوم نفسه للأهداف التعليمية. أي أنه في نظام التعلم القائم على المشروعات العلمية، ستبدأ عملية التعليم بمستويات أعلى (إنشاء) ثم "تنزل" إلى المستويات الأساسية كما يتضح من الشكل التالي.

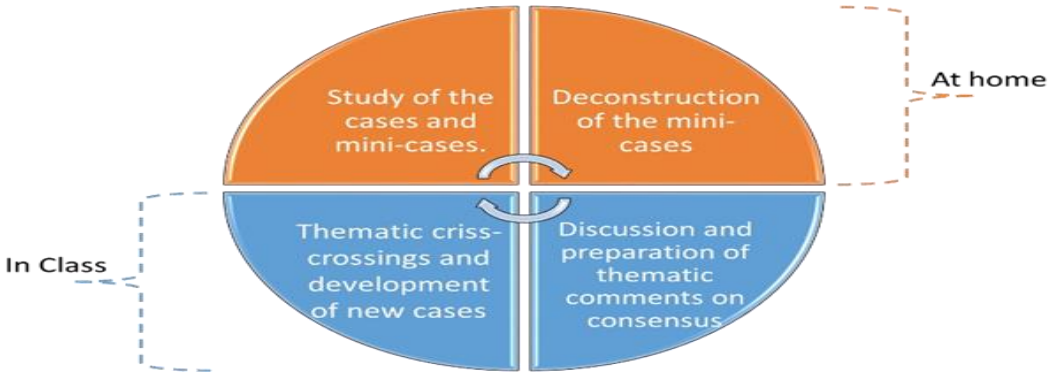


شكل 1: تصنيف بلوم منقح ومقلوب بناءاً على Prkins (2016)

د- دمج التكنولوجيا بالتعلم القائم على المشروعات:

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

قدم كل من Malik and Zhu (2022) مقترحاً لتطبيق التعلم القائم على المشروعات خلال جائحة الكورونا Covid-19؛ حيث أكدا على ضرورة دمج التكنولوجيا والمنصات التعليمية لتغطية معظم جوانب التعلم بشكل فعال. و يتم عرض المفاهيم بطريقة مرنة ومتعددة الأبعاد مترابطة متكاملة، تسعى إلى دور أكبر للطلاب في فهم التكامل وتشابك العلاقات بين المفاهيم المتعددة وتقديمها في سياق، والتي تسترشد بنظرية المرونة المعرفية بشكل أساسي في سياق التعليم عن بعد، أو وجها لوجه داخل الفصل الدراسي؛ حيث تم تقسيم عملية التعلم القائمة على المشروعات العلمية في الأنشطة خارج الفصل الدراسي (عبر الإنترنت) وفي الفصل الدراسي (وجهاً لوجه) الموضحة بشكل (2) :



شكل 2: التعلم القائم للمشروعات داخل وخارج الفصل الدراسي.

يتضح من الشكل السابق أنه عند دمج التكنولوجيا ببيئة التعلم القائم على المشروعات في ضوء نظرية المرونة المعرفية، من الممكن أن تقسم إلى:

1- التعلم عن بعد، ويتضمن خطوتين:

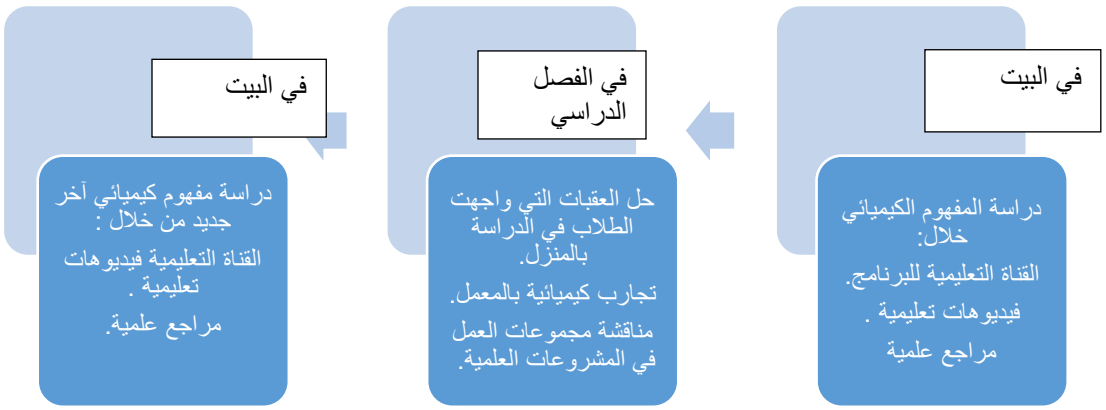
الخطوة الأولى: الاطلاع على الحالات والحالات الصغرى ويقصد بها تحديد المفاهيم والمبادئ ونظريات العلماء.

الخطوة الثانية: تطبيق أنشطة مختلفة من خلال بيئة تعلم افتراضية ينشئها المعلم؛ لتحقيق الفهم العميق للمفهوم، وتسهيل التواصل بين المتعلمين بعضهم البعض وبين المتعلمين والمعلم، وعلى المعلم في هذه المرحلة تسجيل كل تعليقات وأراء، وتساؤلات المتعلمين؛ حيث إن تسجيل وتعليقات وآراء الطلاب هام جداً في هذه المرحلة، حيث إنها تساعد المعلم في تحديد الصعوبات والتخطيط الجيد لمراحل المشروع.

2- التعلم وجهاً لوجه، ويتضمن خطوتين:

الخطوة الأولى: يتم فيها مناقشة التعليقات والصعوبات التي واجهت الطلاب في التعلم عن بعد.

الخطوة الثانية: عبور التخصصات، وإدراك التشابك والتكامل بين المفاهيم، وإيجاد تطبيقات جديدة للمفهوم، من خلال تنفيذ المشروعات العلمية والتي تركز على مهارات التفكير العليا كالتحليل والتقويم. ويوضح شكل (3) سير الأنشطة التعليمية في التعلم القائم على المشروعات بنظامSTEM



شكل 3: سير الأنشطة التعليمية في التعلم القائم على المشروعات بنظامSTEM "تصور الباحثة"

يتضح من شكل (5) أنه عند دمج المنصات التعليمية بنظام التعلم القائم على المشروعات سيتم إنجاز وتغطية جوانب المشروع؛ حيث إنه في المنزل سيتمكن المتعلم من دراسة المفهوم الجديد من خلال القناة التعليمية أو الروابط التعليمية الموثقة، أو الفيديوهات التي أعدها المعلم، وتعزز حصول المتعلم على المعلومات بشكل صحيح. وبالتالي سيصبح الفصل الدراسي مكاناً للأنشطة التي يحتاج فيها المتعلم إلى تطبيق المعرفة، وتعزيز النشاط التعاوني، وتنفيذ المشروعات العلمية.

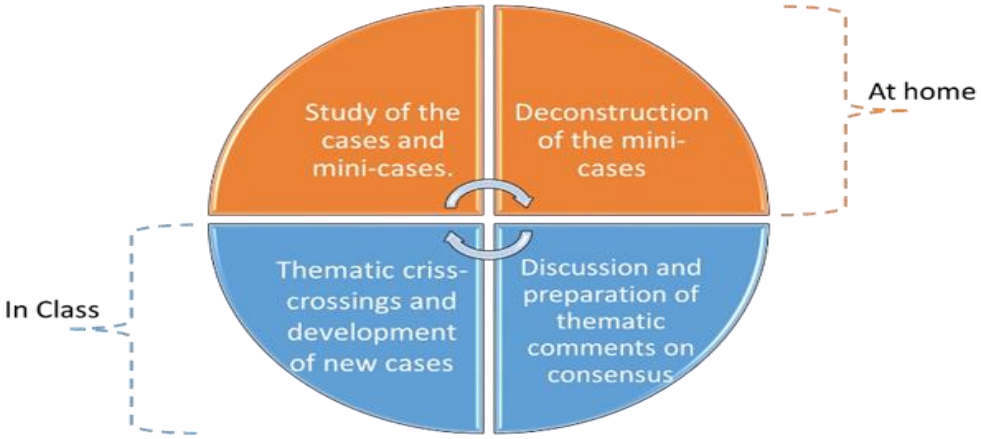
ومن العرض السابق يتضح أهمية إستراتيجية التعلم بالمشروعات العلمية بنظام STEM في تنمية المهارات العليا للطلاب. ومن هنا ترى الباحثة أنه عند تدريس مفهوم الرابطة الأيونية والرابطة التساهمية كمثال، من الممكن البدء بنشاط معملي عن قدرة المركبات الأيونية على توصيل الكهرباء ومن هذا النشاط يتم تحليل النتائج ثم تصنيع المركبات طبقاً لقدرتها على التوصيل الكهربي ثم يختم الدرس بتقديم مفهوم الرابطة الأيونية، والرابطة التساهمية. وبذلك تم التركيز

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

على مهارات التفكير العليا ببيئة الفصول المعكوسة القائمة على نظرية المرونة المعرفية، حيث إن التركيز على مستويات التعلم المتقدمة من أهم مبادئ نظرية المرونة المعرفية.

د- دمج التكنولوجيا بالتعلم القائم على المشروعات:

قدم كل من Malik and Zhu (2022) مقترحاً لتطبيق التعلم القائم على المشروعات خلال جائحة الكورونا Covid-19؛ حيث أكدا على ضرورة دمج التكنولوجيا والمنصات التعليمية لتغطية معظم جوانب التعلم بشكل فعال. و يتم عرض المفاهيم بطريقة مرنة ومتعددة الأبعاد مترابطة متكاملة، تسعى إلى دور أكبر للطلاب في فهم التكامل وتشابك العلاقات بين المفاهيم المتعددة وتقديمها في سياق، والتي تسترشد بنظرية المرونة المعرفية بشكل أساسي في سياق التعليم عن بعد، أو وجها لوجه داخل الفصل الدراسي؛ حيث تم تقسيم عملية التعلم القائمة على المشروعات العلمية في الأنشطة خارج الفصل الدراسي (عبر الإنترنت) وفي الفصل الدراسي (وجهاً لوجه) الموضحة بشكل (4) :



شكل 4: التعلم القائم للمشروعات داخل وخارج الفصل الدراسي.

يتضح من الشكل السابق أنه عند دمج التكنولوجيا ببيئة التعلم القائم على المشروعات في ضوء نظرية المرونة المعرفية، من الممكن أن تقسم إلى:

3- التعلم عن بعد، ويتضمن خطوتين:

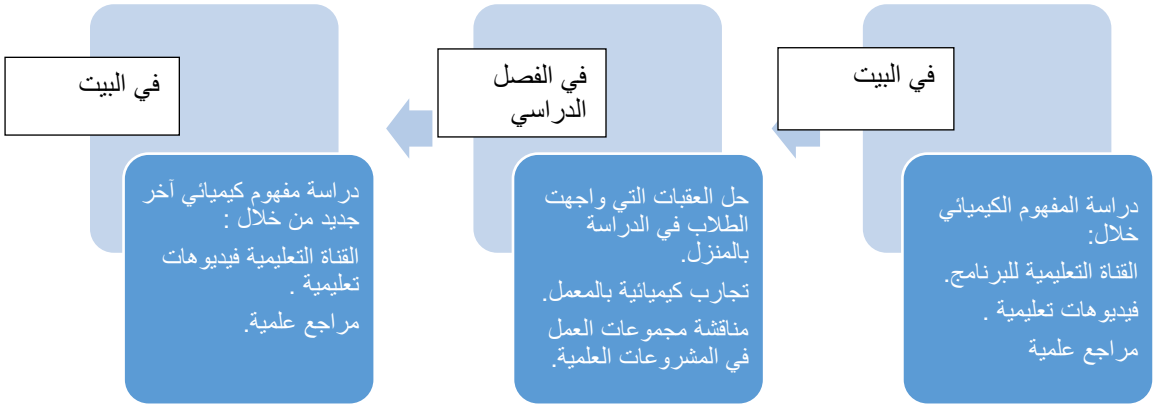
الخطوة الأولى: الاطلاع على الحالات والحالات الصغرى ويقصد بها تحديد المفاهيم والمبادئ ونظريات العلماء.

الخطوة الثانية: تطبيق أنشطة مختلفة من خلال بيئة تعلم افتراضية ينشئها المعلم؛ لتحقيق الفهم العميق للمفهوم، وتسهيل التواصل بين المتعلمين بعضهم البعض وبين المتعلمين والمعلم، وعلى المعلم في هذه المرحلة تسجيل كل تعليقات وأراء، وتساؤلات المتعلمين؛ حيث إن تسجيل وتعليقات وآراء الطلاب هام جداً في هذه المرحلة، حيث إنها تساعد المعلم في تحديد الصعوبات والتخطيط الجيد لمراحل المشروع.

4- التعلم وجهاً لوجه، ويتضمن خطوتين:

الخطوة الأولى: يتم فيها مناقشة التعليقات والصعوبات التي واجهت الطلاب في التعلم عن بعد.

الخطوة الثانية: عبور التخصصات، وإدراك التشابك والتكامل بين المفاهيم، وإيجاد تطبيقات جديدة للمفهوم، من خلال تنفيذ المشروعات العلمية والتي تركز على مهارات التفكير العليا كالتحليل والتقويم. ويوضح شكل (5) سير الأنشطة التعليمية في التعلم القائم على المشروعات بنظامSTEM



شكل 5: سير الأنشطة التعليمية في التعلم القائم على المشروعات بنظامSTEM "تصور الباحثة"

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

يتضح من شكل (5) أنه عند دمج المنصات التعليمية بنظام التعلم القائم على المشروعات سيتم إنجاز وتغطية جوانب المشروع؛ حيث إنه في المنزل سيتمكن المتعلم من دراسة المفهوم الجديد من خلال القناة التعليمية أو الروابط التعليمية الموثقة، أو الفيديوهات التي أعدها المعلم، وتعزز حصول المتعلم على المعلومات بشكل صحيح. وبالتالي سيصبح الفصل الدراسي مكاناً للأنشطة التي يحتاج فيها المتعلم إلى تطبيق المعرفة، وتعزيز النشاط التعاوني، وتنفيذ المشروعات العلمية.

وهدفت دراسة حلمي محمد (2013) إلى تصميم مقرر إلكتروني قائم على مبادئ نظرية المرونة المعرفية ودراسة أثره في تنمية الذكاء المنظومي وخفض العبء المعرفي لدى طلاب كلية التربية النوعية جامعة الإسكندرية، وتوصلت الدراسة إلى وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لقدرات الذكاء المنظومي لصالح طالبات المجموعة التجريبية، وأوصت الدراسة بتقصي أثر نظرية المرونة المعرفية على بعض المتغيرات التعليمية.

كما هدفت دراسة Erarslan et al. (2021) إلى تقصي فاعلية بيئة تعلم افتراضية قائمة على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات حل المشكلات، وتم تطبيقها على عينة من طلاب الجامعة بدولتي روسيا وإيران أثناء جائحة كورنا Covid- 19 في ربيع 2021.

وتوصلت الدراسة إلى فاعلية بيئة التعلم الافتراضية القائمة على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات حل المشكلات، كما أكدت الدراسة بأن نظرية المرونة المعرفية قادرة على تلبية المتطلبات المعرفية للمشهد التعليمي المتغير كلياً أثناء جائحة كورونا؛ حيث أصبحت تصميم بيئات تعليمية قائمة على نظرية المرونة المعرفية أمراً ضرورياً للتكيف مع هذه المتغيرات.

ويتضح من العرض السابق أهمية نظرية المرونة المعرفية كنموذج نظري لتصميم بيئات التعلم، لتحرير الطاقات الإبداعية لدى المتعلمين ،وإعطاء حلول إبداعية للمواقف والمشاكل المعقدة وتدعيم مهارات القرن الواحد والعشرين.

ثالثاً: مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت:

أ ـ مفهوم الحل الإبداعي للمشكلات وأهميته:

يعتبر الحل الإبداعي للمشكلة من المداخل المعاصرة التي تتيح للمتعلم استثمار طاقاته وإمكانياته العقلية لتحديد المشكلة التي تواجهه وإيجاد الحلول الملائمة لها والوصول إلى أفضل النتائج الممكنة والتوافق مع بيئته، لذا فدراسة الإبداع تمكن الفرد من إتاحة فرصة كبيرة للتعامل مع المشكلات التي تواجهه بطريقة مبتكرة.

عرف van-guddy (2005) الحل الإبداعي للمشكلات بأنه "عملية إنتاج الأفكار وصولاً إلى العديد من الأفكار الممكنة ، تتطلب التفكير التباعدي، بينما عملية الاقتراب من الأفكار وتحديد أفضل هذه الأفكار تتطلب التفكير التباعدي ".

وعرف مجدي عزيز (2009) الحل الإبداعي للمشكلات بأنه "الاستراتيجية التي تهدف إلى تحسين مستوى قدرات المتعلم الإبداعية عن طريق توجيه وإرشاد قدراته العقلية في الاتجاه الصحيح بما يحقق الهدف المرغوب".

وهناك من تناول هذا المفهوم من خلال التفكير التباعدي Divergent Thinking ويقصد به التفكير خارج حدود المجال الموجود فيه المشكلة ويتسم عادة بالإبداع، كما يتسم هذا النمط من التفكير بالمرونة واتساع أفق الفرد، ونظرته الشمولية، وتوظيفه لخبراته وممارساته توظيفاً جيداً بحيث تستطيع مواجهة المشكلة (سميرة البدري، 2005).

ويعتبر كل من التفكير التباعدي والتقاربي مهمين في إيجاد حل للتحديات الكبرى التي تواجه مصر، وهو ما يعرف بمشروع capstone في نظام STEM حيث يوجه التفكير التباعدي الطالب نحو إيجاد عدد كبير من الحلول المقترحة لحل المشكلة مما يقود إلى انكشاف حلول جديدة، بينما يوجه التفكير التقاربي نحو تحديد أكثر الحلول المقترحة ملائمة لحل المشكلة.

وترجع أهمية الحل الإبداعي للمشكلة في أنه يساعد على توليد واكتشاف مشكلات أخرى، وإيجاد معرفة جديدة، حيث إن الإبداع يتميز بوجود إنتاج جديد، بينما حل المشكلات بالطريقة العادية يتوقف عن الوصول إلى الحل، كما أن الحل الإبداعي للمشكلة يتطلب البحث وتوقع مشكلات مستقبلية والعمل على حلها، بينما حل المشكلة بالطريقة العادية يتطلب حلولاً غير معروفة، ولكن تم التوصل إليها من قبل الآخرين (أشرف محمد وابتسام أحمد، 2007).

كما أن مهارات تعليم العلوم مرتبط بالقدرة على إيجاد طرائق مبدعة وحلول غير مألوفة، وبذلك فإن توليد القدرات الإبداعية ورعايتها في حل المشكلات العلمية على قدر عال من الأهمية في تعلم العلوم لأن الإبداع في حل المشكلات ضروري لنجاح وتطور المستقل، لذا ينبغي تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات من خلال مناهج العلوم بصفة عامة ومناهج الكيمياء بصفة خاصة، فالمجتمع بأمس الحاجة إلى أفراد مبدعون قادرون على تقديم الحلول الإبداعية.

ويرى محمد أحمد وآخرون (2011) أن المشكلة التي تتطلب حلاً إبداعياً هي مشكلة تثير نوع من التحدي تجعل المتعلم يقبل على حلها ويهتم بها وهي مشكلات لها عدة حلول صحيحة كما أن لها عدة طرق للوصول إلى الحل كما أن لها ثلاث مكونات المعطيات (المعلومات أو الحقائق التي تصف الحالة موضوع المشكلة)، المطلوب (الوضع المرغوب تحقيقه)، العقبات (الصعوبات التي تعترض عملية الوصول إلى الحل)، كما أنها تتميز بأنها معقدة ومتداخلة العناصر وليس لها حل جاهز وتتطلب المزيد من التأمل والاستكشاف.

ب- مكونات وخطوات الحل الإبداعي للمشكلات:

وقد حددت صفاء الأعسر (2000) ثلاث مكونات رئيسة للحل الإبداعي للمشكلة وهي فهم المشكلة، وتوليد الأفكار والتخطيط للعمل والتنفيذ، فضلاً عن ست مراحل محددة للحل الابداعي للمشكلة وهي: إيجاد الموقف المشكل، وتحديد المشكلة، وإيجاد الأفكار والتوصل إلي الحل وقبول الحل).

ويتطلب والحل الإبداعي للمشكلات كل من التفكير التباعدي (Divergent Thinking) والتفكير التقاربي (Covergent Thinking)، فعملية توليد الأفكار للوصول إلى العديد من الأفكار الممكنة تتطلب التفكير التباعدي، بينما عملية الاقتراب من الأفكار وتحديد أفضل هذه الحلول تتطلب التفكير التقاربي (Van-Gundy, 2005).

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

ويرى كل من رضا مسعد، وليد السيد (2014) أن الحل الإبداعي للمشكلة يتميز بعدة قدرات أهمها الطلاقة والأصالة، والمرونة، ويقصد بالمرونة قدرة الفرد على تغير واجهته العقلية التي ينظر من خلالها إلى حل المشكلة. حيث إن المتعلم المبدع هو الذي يتصف بالمرونة الإبداعية ويكون قادراً على تغير حالته العقلية لتتناسب مع الموقف، واستخدام أكبر عدد من الفئات التي تنتمي إلى الموقف.

وقد أشار Howard et al.(2007) إلى أنه يمكن تقسيم عمليات الإبداع إلى أربع خطوات رئيسة وهي:

1- الإعداد: Preparation

تتعلق خطوة التحضير والأعداد بمدخلات المعلومات والمعرفة وهيكلة المشكلة وصنع المعنى، وهو ما يوازي تعريف أو توضيح المشكلة.

2- التحضين: Incubation

التحضين عملية معرفية، حيث تترك المعلومات لفترة ما مما يؤدي إلى الاستيعاب عبر الارتباط المناسب بين المدخلات وانتظار التحفيز حيث يتم تمثيل المعلمات إثارة الارتباطات المناسبة الإلهام.

3- الإضاءة: Illumination

وهذه المرحلة من العملية الإبداعية لا تحدث دائمًا، أو قد تحدث على الفور مثلها مثل فكرة واعدة قد تحققت، وعادة ما ترتبط بشعور من الإثارة للإنجاز في حل اللغز المنطقي، مشكلة حسابية أو فهم بنية المشكلة أو تقييمها.

4- التقييم: Validation

وهذا هو المكان الذي يتم فيه التحقق من الحل الناتج من مرحلة الإضاءة، مدى صحته وتقيم الحل المقترح، وعملية الإبداع جزء لا يتجزأ من عمليات التصميم الهندسي، حيث بدون عناصر التصميم الهندسي لا يوجد إمكانية للابتكار، حيث إن الابتكار هو مفتاح النجاح لأي مؤسسة لذا كانت حاجة السوق ماسة إلى التكامل بين عمليات الإبداع عمليات التصميم الهندسي.

ج- مستويات الحلول الإبداعية: Levels of Creative Solutions

يمكن تحديد مستويات الحلول الإبداعية (أيمن محمد،2003 ؛ حنان آل عامر،2009) على النحو التالي:

1- الحلول الظاهرية التقليدية: A Peent of Coveting Solutions

وتمثل الحلول في هذا المستوى نسبة 23% من الحلول التي تضمنها براءات الاختراع، والتحديات في هذا المستوى عبارة عن تحسينات في النظام العالمي، ولا يعبر عن تغيرات جوهرية.

2- التحسينات الثانوية: Minor Improvement

وهي تدل على تحسينات بارزة وذات أهمية على النظام الموجود، وتمثل نسبة 18% من الحلول التي تتضمنها براءات الاختراع وفي هذا النوع من المستوى يتم حل التناقض ضمن النظام القائم، ويمكن أن يتضمن هذا النوع من الحلول مئات الأفكار يتم الاختيار فيما بينها عن طريق المحاولة والخطأ.

3- المفاهيم الجديدة: New concepts

وفي هذا المستوى توجد الحلول في المجالات العلمية المختلفة وليس في مجال التكنولوجيا فقط، وتلقى نسبة الاختراعات الإبداعية في هذا المستوى 4% من مجموع براءات الاختراعات التي تمكن النشر من دراستها أو تحللها.

4- الاكتشاف: Discovery

تمثل الحلول الريادية في هذا النوع من الحلول أقل من 1%من براءات الاختراع التي تم دراستها ومراجعتها ويحدث هذا النوع من الحلول عندما يتم اكتشاف ظاهرة جديدة، ويتم توظيفها في حل المشكلات بطريقة إبداعية.

د- مهارات الحل الإبداعي للمشكلة: Creative solving problem skills

بعد الاطلاع على كثير من الدراسات ومن أهمها: (عبدالله محمد ،2005؛ جودت سعادة ،2010؛ حيدر عبدالكريم ،2017) يمكن تحديد مهارات الحل الإبداعي للمشكلات على النحو التالي:

1- تحديد المشكلة.
2- تحليل المشكلة.
3- وضع البدائل.
4- الوصول إلى الحل المناسب.
5- تطبيق الحل.

وتعد المهارات السابقة لحل المشكلات نقطة اتفاق بين معظم الدراسات والبحوث. وفيما يلي شرحا تفصيليا لهذه المهارات:

مهارة تحديد المشكلة:

تعتبر مهارة تحديد المشكلة من أهم مهارات حل المشكلات، وتعتبر هذه الخطوة من أهم خطوات حل المشكلات والتي تساعد كثيراً في الوصول إلى حل المشكلة، وإذا ما تهيأ الجو لإثارة المشكلة واحتلت مكانها في العقول فإن تحديدها يكون أسهل على المتعلمين.

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

خطوات مهارة تحديد المشكلة:

تتلخص خطوات مهارة حل المشكلة كما يلي:

1- شد الانتباه نحو المهام المناط بها المتعلم.
2- الإلمام بأن المسؤولية الشخصية مهمة وضرورية.
3- تنمية ودعم الاتجاهات الإيجابية نحو مفهوم تحمل المسؤولية وتحديد المشكلة.
4- تحديد الأغراض البعيدة المدى ذات العلاقة بتحديد المشكلة.
5- تحديد الأهداف الخاصة بمهارة تحديد المشكلة.
6- القيام بعملية الأنشطة التشاركية أو التعاونية للطلبة في الأعمال التي تشجع على تحمل المسؤولية.
7- التدرب على تنظيم الوقت وضبطه.

مهارة تحليل المشكلة:

بعد تحديد المشكلة تحديدا دقيقا يتوجب على الطلاب البدء في تحليل المشكلة من حيث: أسبابها ، العوامل المؤثرة فيها ، نتائجها وغيرها من التفسيرات التي تساعد في فهم المشكلة بشكل جيد والذي بدوره يساعدهم في وضع البدائل والفرضيات التي تؤدي إلى حل المشكلة، حيث يقوم الطالب بتجميع المعلومات حول المشكلة من مصادر مختلفة منها ، المصادر الإلكترونية والمكتبات وغيرها من المصادر المتاحة.

مهارة وضع البدائل (الفرضيات):

وهي مهارة وضع حلول ممكنة قد توصل إلى حل المشكلة المطروحة.

إرشادات للمتعلم عند صياغة الفرضيات كما يأتي:

1- يجب أن تحل الفرضية أو تساعد في حل المشكلة كما تم تحديدها.
2- كلما كان عدد الفرضيات الموضوعة أكثر كان ذلك أفضل.
3- يجب بذل مجهود كبير لصياغة فرضيات قابلة للاختبار.

مهارة الوصول إلى الحل الصحيح:

يمكن تعريف مهارة الوصول إلى الحلول النهائية على أنها: تلك المهارة التي يتم استخدامها من أجل تطبيق معلومات معطاة واستنتاجات مقدمة للوصول إلى الحل.

ومن أهم خطوات مهارة الوصول إلى الحلول:

1- جمع المعلومات الممكن جمعهاً عن موقف تعلمي أو سؤال معين أو مشكلة محددة.
2- ربط الخبرات أو المعارف السابقة لدى الطلبة بالمعلومات التي تم جمعها عن مشكلة ما.
3- تحديد فيما إذا كانت تلك الخبرات أو المعارف السابقة قابلة للتطبيق أم لا.
4- عمل استنتاجات في ضوء المعلومات المتوفرة.
5- استخدام مجمل المعلومات لإصدار حكم حول الموقف المطروح للنقاش أو الدراسة.
6- تطبيق خطوات التفكير الخاصة بمهارة الوصول للحل.
7- الحكم على فعالية هذه المهارة بعد تطبيقها أو تنفيذها.

مهارة تطبيق الحل:

يمكن تعريف مهارة التطبيق للحل أو للإجراءات على أنها "تلك المهارة التي تستخدم لفهم وتطبيق خطوات معقدة في ضوء عناصرها المتعددة.

ومن أهم خطوات تطبيق الحل:

1- تحديد أجزاء أو عناصر الموضوع أو القضية قيد الدراسة.
2- تحديد الخطوات المتتابعة الضرورية لاستكمال الموضوع.
3- كتابة الخطوات على الورق بشكل متتابع.
4- التدرب على الخطوات بشكل فردي من أجل إتمامها.

ولقد اهتمت بعض الدراسات بتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات، ومنها:

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

دراسة عبد الله مهدي (2014) والتي أثبتت فاعلية استخدام نماذج تدريسية في تنمية التحصيل ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات والاتجاه نحو مادة الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية.

ودراسة ميسون عبد الحميد (2015) والتي هدفت إلى تقصي أثر برنامج تدريبي مستند إلى عادات العقل لكوستا وكاليك في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلة، وتوصلت الدراسة إلى فاعلية البرنامج في تطوير مهارات الحل الإبداعي للمشكلة لدى طالبات مرحلة المراهقة.

وقد تبني مشروع STEM من عام 2000-2009 في بريطانيا برنامجاً لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية عن طريق إسناد بعض المشكلات الكيميائية للطلاب على أن يتم حلها في صورة أنشطة موزعة على فرق العمل وذلك لإتاحة الفرصة للطلاب لكي يكونوا مبدعين، وإبراز أن تعلم الكيمياء بطريقة إبداعية أهم من التوصل إلى الإجابة الصحيحة.

ه-الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت:

لقد أثمرت الابتكارات في مجال تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، ومجال تكنولوجيا المعلومات، والاتصال بالحاسوب، والعلوم ذات الصلة عن ظهور عديد من التطبيقات المتطورة مثل تكنولوجيا الروبوت Robot **Technology** والذي أدى إلى إحداث طفرة هائلة في كافة المجالات

1- مفهوم الروبوت التعليمي ومكوناته:

عرف Kally(2010) بأنه "جهاز يتفاعل مع محيطه، ويعمل بشكل مستقل". وعرفته بثينة الهباهبة (2010) بأنه "جهاز ميكانيكي يعمل وفقاً لبرنامج مسجل داخل العقل الإلكتروني الخاص به ويساعده في ذلك مكوناته المادية".

ويتكون الروبوت التعليمي من أربع مكونات أساسية، كما هو موضح في شكل (7) أشار إليها كل من: عبد الله محمد (2005)؛ (2012)Wagner وهي:

- **المكونات الميكانيكية**: ويقصد بها الهيكل الخارجي للروبوت.
- **المكونات الإليكترونية**: ويقصد بها المركبات، والحساساتSensors، والملتقطات، والعقل الإلكتروني، ولوحة التحكم، وغيرها من المكونات الأخرى.
- **المكونات البرمجية أو الحاسوبية**: يقصد بها البرامج الحاسوبية المستخدمة لكتابة الأوامر التي يقوم الروبوت بتنفيذها.

2-**أهمية دمج الروبوت في العملية التعليمية:**

أن استخدام الروبوت في العملية التعليمية أصبح ملحاً في العصر الحالي؛ حيث يحقق الروبوت التعليمي العديد من الفوائد التربوية والتي من أهمها، تطوير طرق وعمليات التفكير العليا وتنمية أنماط التعلم القائم على الفهم والإقناع، وأن تصميم الروبوت في بيئة التعلم له فوائد كثيرة مرجوة في العملية التعليمية تتضاءل أمامها الفوائد الأخرى التي أجريت على الآلاف من البحوث في البرامج والتطبيقات التفاعلية الافتراضية، والتي كانت تحاول استخدام تشكيلة متنوعة من المثيرات والوسائط التفاعلية وتسعى لاعتبار البعد الثالث (3D) في العملية التعليمية، حيث قد يسهم الروبوت في استخدام نمط جديد من التعلم الفعال في مواقف التعلم الحقيقية داخل الفصول الدراسية أو المختبرات (هاشم سعيد،2016؛ Sturm.,2013)

ويشير هاشم سعيد (2016) أن تصميم الروبوت في بيئة التعلم يدعم العمل التشاركي عن طريق التعلم القائم على المشروعات، حيث يساعد الروبوت الطلاب في التعلم عن طريق البحث والاكتشاف في إطار القيام بالمشروعات البحثية، وبذلك يسهم في استكشاف الطلاب لموضوعات المنهج.

وقد قدم كلاً من (Spahos & Karagiorgou ,2016) مشروع الروبوت في الكيمياء Chemobot chemistry with robot في المسابقة النهائية للتعليم الملهم كأفضل مشروع للتعليم الملهم والذي عقد قى اليونان 2016 حيث هدف المشروع الي التوصيل بين الكيمياء والروبوت "chembot" في صورة أنشطة تسمي chembot activity مثل تصميم روبوت يقيس العلاقة بين الرقم الهيدروجيني PH والتغير في درجة الحرارة وطبق المشروع على طلاب المرحلة الثانوية وتوصل المشروع الي أهمية ربط الروبوت بالأنشطة الكيميائية.

وترى الباحثة أن من متطلبات مشروع الروبوت الكيميائي CHEMBOT العمل في فريق للقيام بتصميمه، حيث يتم توزيع الأدوار بين الطلاب (قائد، مبرمج، مصمم، متابع.....) كما سيسمح للطلاب إلي ضرورة التكامل بين المواد الأكاديمية المختلفة وتطبيق قوانين العلوم والرياضيات والإلكترونيات مما قد يحقق مبادئ نظرية المرونة المعرفية، لتأكيد المقولة الشهيرة لأحد خبراء الروبوت أن الروبوت هو العلم الذي جمع كل العلوم، مما قد يتيح الفرصة للطلاب لتنمية مهاراتهم العملية.

إجراءات البحث:

يمكن عرض إجراءات البحث كالآتي:

أولاً: إعداد مواد وأداة البحث:

(1) إعداد البرنامج المقترح القائم على نظرية المرونة المعرفية، ويتضمن:

1- فلسفة البرنامج:

تقوم فلسفة البرنامج المقترح فى الكيمياء لتنمية ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM على نظرية المرونة المعرفية ؛ حيث يتعرض الطلاب لبيئة تعلم ثرية تتم فيها ممارسة الأنشطة المتنوعة من تجارب كيميائية وتنفيذ مشروع هندسي باستخدام الروبوت لحل مشكلة ملحة تواجه مصر على غرار مشروعات الكابستون في مدارس STEM؛ الأمر الذي يصب في اكتساب الطلاب لمهارات القرن الواحد العشرين؛ ليصبحوا قادرين على التنافس في الاقتصاد السوق العالمي، حيث ترتكز مبادئ نظرية المرونة المعرفية علي مايلي:

أ- إحداث التكامل التام، والتشابك، وإدراك العلاقات بين التخصصات المختلفة في STEM حيث يطلب من المتعلم ربط المفهوم الكيميائي مع باقي تخصصات STEM مما يصب في تحقيق الفهم العميق للمفهوم.

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

ب- صنع المعلومة: حيث يصمم الطلاب مشرع هندسي ابتكاري باستخدام الروبوت في حل مشكلة كيميائية بطريقة إبداعية.

ج- تقديم المحتوى بطرق متعددة لتعزيز التطبيق المرن للمعرفة واستخدام التطبيقات التكنولوجية حيث إنها جزء لا يتجزأ من نظام STEM.

2- تحديد أسس بناء البرنامج المقترح:

قامت الباحثة بإعداد قائمة بالأسس التي تم في ضوئها إعداد البرنامج المقترح القائم على نظرية المرونة المعرفية لتدريس الكيمياء لطلاب الصف الثاني الثانوي بمدارسSTEM، وذلك على النحو التالي:

أ-**الهدف من القائمة**:

تحديد الأسس التي سيتم في ضوئها إعداد البرنامج المقترح فى الكيمياء لطلاب الصف الثاني الثانوي بمدارس STEM.

ب- مصادر اشتقاق القائمة:

تم اشتقاق القائمة في ضوء كل من:

- الكتابات والدراسات التي تناولت تصميم البرامج في ضوء نظرية المرونة المعرفية.
- خصائص طلاب الصف الثاني بمدراس المتفوقين في العلوم والتكنولوجياSTEM.
- الأساليب والاتجاهات التربوية الحديثة في تدريس الكيمياء.
- إستراتيجية التعلم القائم على المشروعات الملائمة للبرنامج.

ج- الصورة المبدئية للقائمة:

تم التوصل إلى قائمة مبدئية بالأسس التي يجب توافرها عند إعداد البرنامج القائم على نظرية المرونة المعرفية، وتتضمن: تحديد أهداف البرنامج، ومحتواه، وأنشطته، ووسائله، واستراتيجيات التدريس، ووسائل التقويم، وتنظيم العمل داخل حجرة الدراسة.

د-عرض القائمة على مجموعة من المحكمين:

بعد الانتهاء من إعداد القائمة في صورتها المبدئية تم وضعها في صورة استبانة عُرضت على مجموعة من المحكمين المتخصصين في تدريس العلوم لإبداء آرائهم حول:

- مدى ملاءمة الأسس المعيارية لخصائص طلاب الصف الثانوي بمدارس STEM
- مدى ملائمة الأسس المعيارية للاتجاهات التربوية الحديثة في إعداد برامج تدريس العلوم بصفة عامة وتدريس الكيمياء بصفة خاصة.
- مدى ملاءمة كل معيار للمحور الذي يندرج تحته.
- إضافة ما يرونه من محاور لم تذكر.

وبناءً على آراء المحكمين تم إعادة صياغة بعض العبارات وإضافة وحذف بعض العبارات.

ه- التوصل إلى الصورة النهائية لقائمة أسس بناء البرنامج المقترح:

بعد التعديل في ضوء آراء المحكمين تم التوصل إلى الصورة النهائية للقائمة والتي في ضوئها تم إعداد البرنامج المقترح.

3- تحديد خصائص الفئة المستهدفة:

وهم طلاب الصف الثاني الثانوي المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر STEM LUXOR.

- تتراوح نسب الذكاء الانحرافي لأفراد الفئة المستهدفة من(125 – 140) درجة.
- يتراوح العمر الزمنى لأفراد الفئة المستهدفة من 16-17سنة.
- تقارب المستوى الثقافي والاجتماعي والاقتصادي.
- يمتلكون مهارة التعامل مع جهاز الحاسوب وشبكة الإنترنت.

4- تحديد الأهداف العامة للبرنامج المقترح:

يهدف برنامج الكيمياء المقترح القائم على نظرية المرونة المعرفية إلى:

- إكساب الطلاب معلومات علمية متكاملة ومترابطة وبصورة وظيفية.
- تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى الطلاب.

5- تحديد محتوى البرنامج:

بعد مراجعة وتوصيف مقرر الكيمياء لطلاب الصف الثاني الثانوي المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM والاطلاع على توصيف مقررات الفيزياء، والأحياء، وعلوم الأرض، والرياضيات، والميكانيكا، والتكنولوجيا، وبعد إجراء عدة مقابلات مع معلمي الكيمياء بمدارس STEM وخبراء وموجهي مادة

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

الكيمياء وأفرع موادSTEM ، ودراسة تحدي الكابستون الخاص بالصف الثاني الثانوي بمدارس STEM استقر الرأي على اقتراح مخرجي تعلم وهما، مخرج تعلم الأول: جودة المياه، ومخرج تعلم ثاني: تلوث المياه، وذلك للأسباب التالية:

- يعتبر موضوع مخرجي التعلم من الموضوعات الهامة المرتبطة بحياة الطالب اليومية.
- قد يحتوي مخرجي التعلم على مفاهيم مجردة تحتاج التكامل مع المواد الأخرى لتحقيق الفهم العميق للمفهوم.
- موضوع مخرجي التعلم من الممكن أن يحتوي علي الأنشطة الثرية التي تحتاج إلى التكامل مع باقي مواد STEMوالتي تحتاج إلي الإبداع في التصميم، بالإضافة إلى العديد من التجارب المعملية التي والتي تضع الطالب في مشكلة كيميائية تستوجب حلها بطريقة إبداعية.

وقد روعي عند تصميم محتوى البرنامج تحقيق التكامل بين مجالات STEM، ولقد استخدمت الباحثة في البحث الحالي طرق التكامل الخمس (التنسيق، التكميل، الربط، الاتصال، الدمج)، فعند دراسة مفهوم الأملاح الذائبة في الماء مثلا بمخرج التعلم الأول بالبرنامج المقترح للصف الثاني الثانوي تم توضيح سبب وجود هذه الأملاح في الماء حسب ما تم دراسته في درس الصخور بمادة الجيولوجيا في مخرج التعلم الأول ، كما تم الاتصال بدرس الأملاح الذائبة في الماء TDSودرس درجة التوصيل الكهربي في الفيزياء بمخرج التعلم الثاني بالفصل الدراسي الأول للصف الثاني الثانوي بمدارس STEM ، كما تم الربط بين مفهوم قياس نسبة البكتريا في الماء BOD بمخرج التعلم الأول بالبرنامج المقترح ودرس الأمراض الناتجة من تلوث الماء في مادة البيولوجي في الفصل الدراسي الأول للصف الثاني الثانوي بمدارس STEM كما أتبعت الباحثة طريقة المزج في تنفيذ المشاريع الإبداعية باستخدام الروبوتRobot من خلال توظيف مفاهيم علوم الحاسب والميكانيكا والهندسة والفيزياء في تصميم روبوت قادراً على حل مشكلة كيميائية بطريقة إبداعية.

كما استخدمت الباحثة في البحث الحالي المستوي الثالث للتكامل (العبر تخصصي) لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية لدى طلاب الصف الثاني بمدارس STEM وذلك عن طريق تكليف الطلاب بتصميم مشروع روبوت ،والذي يتطلب عند تصميمه تطبيق ما تعلمه الطالب من مفاهيم علمية في الفيزياء، والميكانيكا، وعلوم الحاسب والكيمياء، والتكامل فيما بينها وربطها بالحياة الواقعية، مما قد يساعد على نقل خبراتهم التعليمية إلى أرض الواقع.

ويوضح الجدول التالي عنواني مخرجي التعلم والوصف العام لكل مخرج تعلم والمفاهيم الأساسية المتضمنة لمخرج التعلم.

جدول 2: مخرجي التعلم والوصف العام لمخرج التعلم والمفاهيم المتضمنة

مخرج التعلم	الوصف العام	المفاهيم المتضمنة	مشروع مخرج التعلم
الوحدة الأولى: معايير جودة المياه	وصف طبيعة الماء ومعايير جودة المياه	1- طبيعة المياه 2- الأملاح الذائبة في الماء 3- الأكسجين الذائب في الماء 4- عسر الماء.	تصميم روبوت لقياس جودة الماء
الوحدة الثانية: ملوثات المياه ومعالجتها	تحديد ملوثات الماء والأمراض الناتجة عنها، وكيفية معالجة تلوث الماء.	1. تلوث الماء. 2. معالجة تلوث الماء.	تصميم روبوت يعمل على معالجة دون تدخل عنصر بشري.

6- تحديد استراتيجيات التدريس المستخدمة بالبرنامج :

بيئة تعلم البرنامج مرتكزة على الفصول المنعكسة القائمة على نظرية المرنة المعرفية، حيث قامت الباحثة بتطبيق عدة استراتيجيات تراعي وجود الطالب في المدرسة أو دراسته عن بعد للمفاهيم الكيميائية، وهذه الاستراتيجيات هي:

- استراتيجية التعلم القائم على المشروعات.
- التجريب المعملي.
- الخرائط الذهنية.

7- تحديد الوسائط التعليمية:

مرت هذه المرحلة بأربع خطوات:

أ- تحليل التكنولوجيا المتوفرة:

قامت الباحثة بتحليل التكنولوجيات التي اختارتها من خلال الجدول التالي:

جدول 3: التكنولوجيات المستخدمة ببرنامج الكيمياء القائم على نظرية المرونة المعرفية

التكنولوجيات المستخدمة	سبب الاختيار
الكتاب الإلكتروني E-Book	-يقدم الكتاب التفاعلي المحوسب المعلومات بطريقة تشابه الواقع المحسوس المشاهد الذي يعيشه المتعلم حيث يتم تحويل المعلومات من الشكل المجرد النظري إلى الشكل الحي الواقعي. -سهولة إدراج وسائط متعددة (نص – صور – أصوات – مقاطع فيديو رسومات). -سهولة التنقل بين الصفحات بشكل غير خطى (تفرعي) من خلال الضغط على كلمة او صورة -إمكانية وضع الروابط لمواقع أخرى خارجة.
ميكروسوفت تيمز Microsoft Teams	تم اختيارها كمنصة تعليمية اجتماعية مجانية لتشارك الطلاب لما تقدمه من خدمات وهي: امتلاك الطلاب لحساب ميكروسوفت مما يمكن لهم الدخول على القناة عبر ميكروسوفت تيمز مباشرة. توفير أنواع متعددة من الأسئلة التي يمكن استخدامها في إنشاء الاختبارات الإلكترونية، مع التصحيح التلقائي لها وتوفير إمكانية إعطاء التغذية الراجعة. وجود جدول أعمال "تقويم (Calendar) لتحديد أوقات الامتحانات وتسليم الواجبات والمهام الأخرى..

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

التكنولوجيات المستخدمة	سبب الاختيار
	تقيم أعمال الطلاب والاطلاع على دراجاتهم وحلهم للمهمات من خلال سجل تقدم المتعلم. استخدام تطبيقات وبرامج تعليمية ومواقع مختلفة. إعطاء فرصة للطلبة المتفوقين المشاركة بفاعلية وإبداء أراءهم. إجراء المناقشات التّفاعلية «online discussions» حول الموضوعات المهمّة. امكانية تسجيل الاجتماعات لمشاهدتها بشكل غير متزامن.
دائرة أردوينو **محسسات sensors** **محسس الرقم الهيدروجينيPH Sensor** **لوح تجارب كبير 830** **نقطة Breadbordمصابيح LED** **أسلاك توصيل**	متطلبات تصميم روبوت يقيس جودة المياه والتحكم فيه.

ب- اختيار الوسائط التكنولوجية:

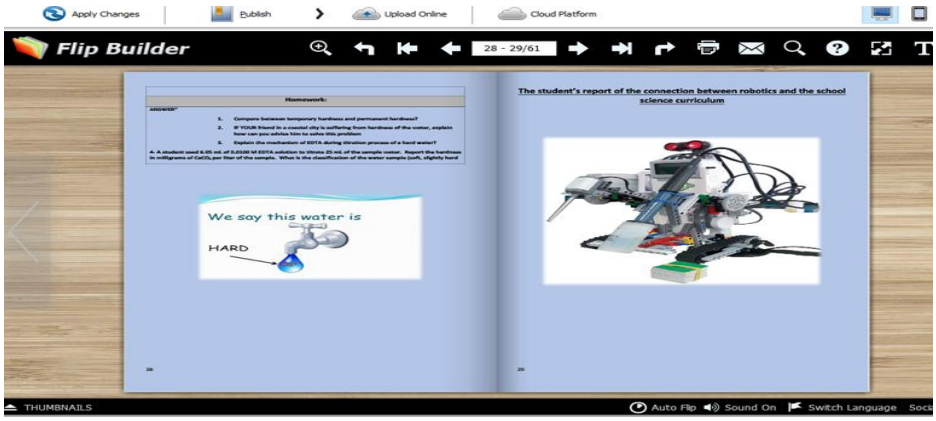
وفى هذه المرحلة تم تحديد الوسائط التكنولوجية المستخدمة في عملية التصميم التعليمي وهي:

- **الكتاب الإلكتروني:** حيث تم عرض الأنشطة من خلال الكتاب الإلكتروني، كما تم وضع روابط المواقع التعليمية مثل مواقع لمعامل افتراضية واختبارات تفاعلية.
- **إنشاء قناة تعليمية Chemistry with robotics** (عبر ميكروسوفت تيميز) الأمر الذي يسمح للطلاب بالمشاركة وإبداء الآراء والتعليقات.

جـ- إنتاج الوسائط التكنولوجية:

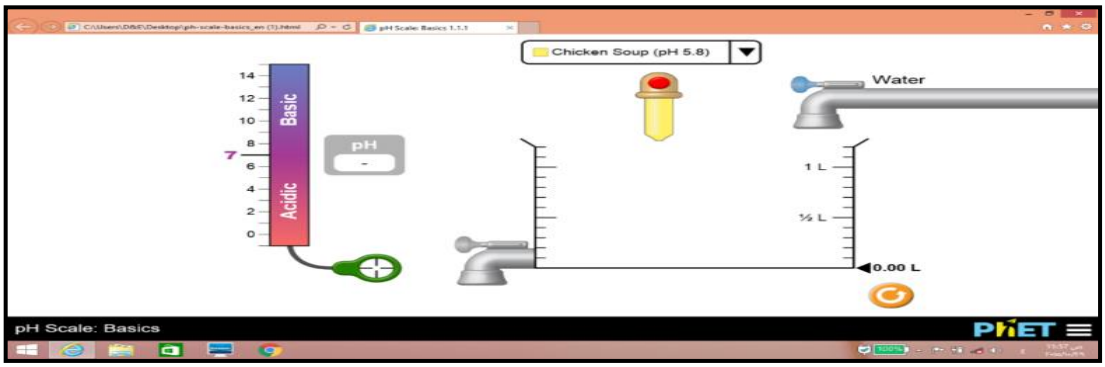
- إنتاج المقرر الإلكتروني الرسمي في صورة كتاب إلكتروني ببرنامج فليب بوك ميكر(Flipbookmaker4).
- **تحديد الروابط الخارجية للكتاب الإلكتروني:** تم تحديد روابط المواقع التعليمية مثل مواقع المعامل الافتراضية وبعض الفيديوهات الهامة.

ويوضح شكل (6) التالي صورة لإحدى صفحات الكتاب الإلكتروني:



شكل 6: صورة إحدى صفحات الكتاب الإلكتروني المستخدم بالبرنامج"إعداد الباحثة"

كما تم الاستعانة بروابط لمواقع خارجية مثل موقع phet الافتراضي وذلك لإجراء التجارب المعملية من خلال الضغط على رابط الموقع عبر الكتاب الإلكتروني، كما يتضح من الشكل التالي.



شكل 7: صورة لتجربة عملية عبر معمل Phet الافتراضي والمتاحة من خلال رابط عبر الكتاب الإلكتروني

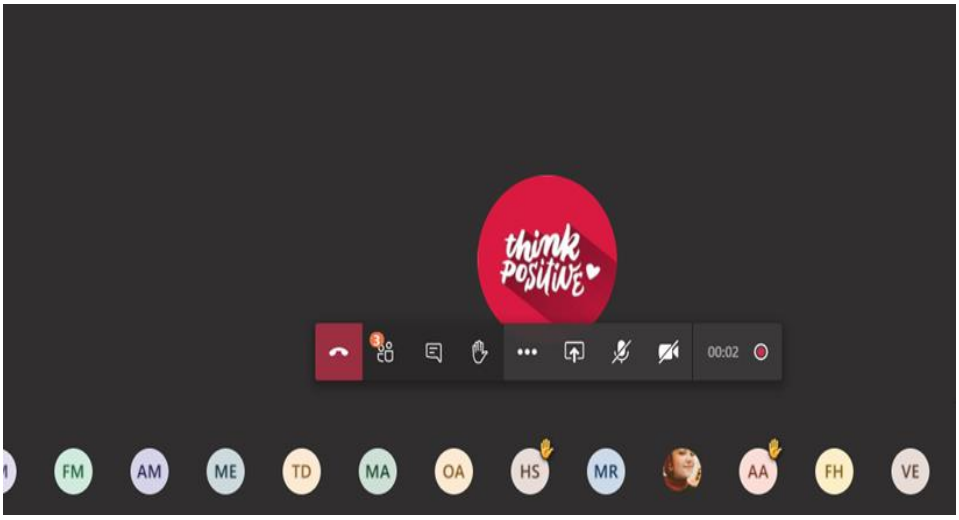
©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

وقد تم رفع الكتاب الإلكتروني على شبكة الإنترنت من خلال الرابط:

https://heyzine.com/flip-book/41435e6318.html

- إنشاء قناة chemistry with robotics عبر برنامج ميكروسوفت تيمز.

تم إنشاءchemistry with robotics عبر برنامج ميكروسوفت تيمز لعقد ورش عمل واجتماعات أون لاين وإجراء مناقشات مع الطلاب كما يتضح من الشكل (11) التالي:



شكل 8: صورة لقناة البرنامج (CHEMISTRY WITH ROBOTICS) عبر برنامج ميكروسوفت تيميز

د- **تطوير الروبوت التعليمي**:

- تحديد عناصر ومكونات الروبوت الأساسية البرمجيات المستخدمة لكتابة الأكواد، والمحسسات اللازمة لقياس جودة المياه.
- بناء الروبوت التعليمي وتوصيل دوائر الأردوينو بالمحسسات.
- عملية تقويم بنائي للروبوت وتعديله باستمرار.
- الإخراج النهائي للروبوت وقياس نتائج جودة المياه.

8-تحديد أدوات تقويم البرنامج:

وذلك للتأكد من مدى فاعلية البرنامج في تحقيق الأهداف التي بني من أجلها تم مراعاة أن تكون عملية التقويم مستمرة أثناء تقديم البرنامج وذلك باستخدام أساليب تقويم متعددة، وهي:

- **التقويم القبلي:** قبل تقديم الخبرات والمعلومات للمتعلمين، تم عرض أسئلة مفتوحة وجمع الاستجابات من الطلاب؛ ليتسنى للمعلم التعرف على خبرات المتعلمين السابقة ومن ثم البناء عليها سواء كان في بداية الوحدة الدراسية أو الحصة الدراسية.
- **التقويم التكويني (البنائي) Formative Evaluation** وتم من خلال ما يلي:

- **الاختبارات البنائية**: حيث قامت الباحثة بتصميم اختبارات إلكترونية متعددة عقب كل درس وكل وحدة عبر موقع كويززQuizez الذي يتيح تصميم اختبارات إلكترونية متنوعة مثل: أسئلة صواب وخطأ (True & False) واختيار من متعدد (Multichoice)، مزاوجة (Matching). بصورة شيقة في صورة ألعاب تحقق التنافس بين الطلاب.
- **التقويم المستمر:** للمهام التي يؤديها كل طالب ومناقشته داخل الفصل الدراسي أو معامل المدرسة أو من خلال الاختبارات الإلكترونية، وإعطائه درجة على كل مهمة تضاف لسجل تقدم الطالب.

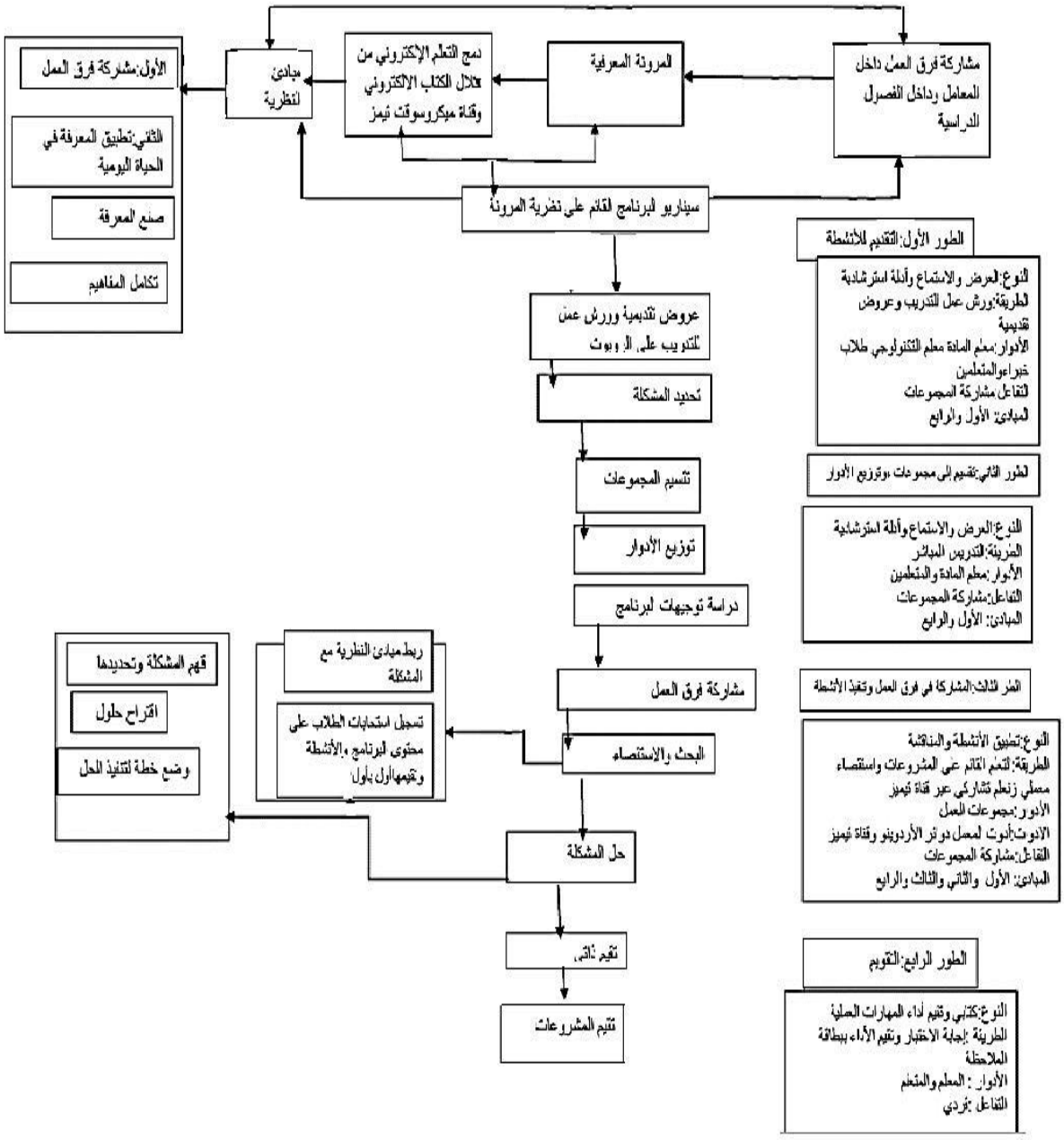
- **التقويم الختامي (النهائي) Summative Evaluation**: في نهاية كل مخرج تعلم ،تم عرض عدة صور من الاختبارات على الطلاب في صورة ورقية أو صورة إلكترونية عبر منصة Microsoft Forms تنوعت بين أسئلة اختر من متعدد، ومزاوجة ،ومقالية ؛للوقوف على مدى تحقق مخرج التعلم لأهدافه.

كما تضمن التقويم الختامي ملف الإنجاز البورتفليو: حيث يعكس ملف الإنجاز (البورتفليو) جهد مجموعات العمل في توثيق المشروع المطلب منهم في نهاية البرنامج وهو حل مشكلة كيميائية عبر تصميم الروبوت.

9- تحديد خطة السير في دروس البرنامج: (مجموعة متنوعة من التخطيطات، والأشكال، والمظاهر الخارجية للتصميم التعليمي.

لتوضيح مسار البرنامج قامت الباحثة بتصميم سيناريو مرتكز على مبادئ نظرية المرونة المعرفية كما هو موضح في شكل (9):

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.



شكل 9: سيناريو برنامج قائم على نظرية المرونة المعرفية "إعداد الباحثة"

يتضح من شكل (9) أن سيناريو البرنامج مقسم إلى أربعة أطوار، وهي : الطور الأول(التقديم للأنشطة) الطور الثاني(تقسيم مجموعات العمل وتوزيع الأدوار)، الطور الثالث(مشاركة فرق العمل وتوزيع الأنشطة)، الطور الرابع(التقويم). حيث يرتكز كل طور إلى مبدأ أو مبدأين من مبادئ نظرية المرونة المعرفية.

10- عرض البرنامج على مجموعة من المتخصصين:

تم عرض البرنامج المقترح على مجموعة من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس الكيمياء، وتكنولوجيا التعليم لتجريبه إلكترونياً على الموقع المخصص للبرنامج، حيث أكد 98% من المحكمين على مراعاة البرنامج لأسس وشروط البرنامج المحددة بقائمة أسس وشروط البرنامج القائم على نظرية المرونة المعرفية.

كذلك قامت الباحثة بإجراء التجربة الاستطلاعية للبرنامج على عينة قوامها (15) طالب وطالبة من طلاب الصف الثاني الثانوي المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر Luxor STEM وقد تم استبعاد هذه العينة من عينة البحث الأساسية، ويمكن تلخيص أهداف التجربة الاستطلاعية في الآتي:

- معرفة الصعوبات التي قد تقابل الباحثة أو أفراد المجموعة التجريبية أثناء تنفيذ التجربة الأساسية ومحاولة تفاديها ومعالجتها قدر الإمكان.

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

- التأكد من سلامة الأجهزة والمعدات المستخدمة قبل إجراء التجربة الأساسية.
- التحقق، وضوح الأنشطة والتعليمات في أوراق العمل التي ستقدم داخل الفصل الدراسي.
- التحقق من الروابط داخل الكتاب الإلكتروني.

وقد اتضح من التجربة الاستطلاعية ما يلي:

- وجود بعض الأخطاء الكتابية وقامت الباحثة بتصحيحها.
- تعديل الروابط التي لا تعمل داخل الكتاب الإلكتروني
- استبدال بعض دوائر الأردوينو والأسلاك التالفة.
- توفير بعض المواد الكيميائية الناقصة لإتمام الأنشطة المعملية.

11- الصورة النهائية للبرنامج المقترح:

في ضوء الخطوات السابقة وما قد تم الأخذ به من مقترحات السادة المحكمين وملاحظات التجربة الاستطلاعية أصبح البرنامج المقترح في صورته النهائية للتطبيق على تجربة البحث الأساسية من طلاب الصف الثاني الثانوي المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر STEM.

(2) كتيب الطالب:

تم إعداد كتيب الطالب للاسترشاد به خلال السير في دراسة مخرجي التعلم يوضح المفاهيم المتضمنة في كل مخرج تعلم والمهارات التي يجب اكتسابها بنهاية مخرج التعلم وأهداف كل درس والمهام وبيئة تنفيذ المهام والتقويم، بالإضافة لأوراق العمل المتضمنة لكل درس.

تم عرض كتيب الطالب على مجموعة من المحكمين وقد أبدوا بعض التعديلات وأخذت في الاعتبار، وأصبح كتيب الطالب في صورته النهائية.

(3) دليل المعلم:

تم إعداد دليل للمعلم للاسترشاد به في تنفيذ مخرجي تعلم البرنامج المقترح القائم على نظرية المرونة المعرفية: حيث تألف الدليل من جزئين رئيسين:

- **الإطار الفكري للدليل ويتضمن:**
- نظرية المرونة المعرفية. - طلاب المتفوقين في مدارس STEM.
- الروبوت التعليمي. - نموذج سامرSAMR.
- المتطلبات القبلية للبرنامج. - خطوات السير في البرنامج.
- الاستراتيجيات التدريسية المتضمنة في الدليل.
- **الإطار التنفيذي للدليل.**
- عناوين الدروس. - الأهداف العامة. - الوسائط التكنولوجية.
- كيفية السير في الدرس. - تقويم الدرس.

تم عرض الدليل على مجموعة من المحكمين في المناهج وطرق تدريس العلوم لإبداء آرائهم فيه، وقد أبدوا بعض الملاحظات، وفي ضوء آرائهم تم تعديل الدليل وأصبح في صورته النهائية.

وبانتهاء الباحثة من إعداد كل من البرنامج والدليل تكون بذلك قد أجابت عن السؤال الأول من أسئلة البحث، والذي نص على:

ما خطوات إعداد برنامج مقترح في الكيمياء قائم على نظرية المرونة المعرفية لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر؟

(4) إعداد أداة البحث:

إعداد اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية باستخدام الروبوت:

لإعداد اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لطلاب الصف الثاني الثانوي للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM، قامت الباحثة بالخطوات التالية:

أ- الهدف من الاختبار:

يهدف الاختبار إلى قياس مستوى مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية باستخدام الروبوت لدى طلاب الصف الثاني الثانوي المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM.

ب- مهارات الحل الإبداعي للمشكلات:

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

استندت الباحثة على الإطار المعرفي الذي تم إعداده وبعض آراء السادة المحكمين في تحديد المهارات الرئيسة والفرعية للحل الإبداعي للمشكلات، حيث إن الحل الإبداعي للمشكلة يكامل بين التفكير التباعدي Divergent Thinking والتفكير التقاربي Thinking Convergent ، حيث يبدأ بتفكير تباعدي ينصب على توليد أكبر عدد ممكن من الأفكار، والتفكير في احتمالات متنوعة وغير عادية، من خلال إستراتيجية العصف الذهني Storming Brain ، ثم تفكير تقاربي ينصب على تحليل هذه البدائل وتقييمها وتطويرها عن طريق استعراض الأفكار التي تم توليدها، وعمل المقارنة فيما بينها، واختيار الأفكار الخلاقة، واستبعاد الأفكار غير المشجعة من أجل التوصل إلى حكم صائب وقرار ذي فاعلية (صفاء الأعسر، ٢٠٠٠؛ Van-Gundy, 2005) هذا بالإضافة إلى الاستفادة من التكنولوجيا الحديثة والمتمثلة في استخدام الروبوت في التوصل إلى حل المشكلات بطريقة إبداعية، وبناء على ذلك حددت الباحثة مهارات حل المشكلة بطريقة إبداعية في الآتي:

1- فهم المشكلة وتحديدها: ويندرج تحت هذه المهارة الرئيسة مهارتان فرعيتان: وهما تحديد المشكلة، وجمع المعلومات عن المشكلة.

2- **اقتراح الحلول**: ويندرج تحت هذه المهارة الرئيسة مهارتان فرعيتان وهما: توليد الحلول للمشكلة، وتقييم الحلول.

3- **استخدام الروبوت والتوصل إلى الحل**: ويندرج تحت هذه المهارة الرئيسة ثلاث مهارات فرعية وهي: بناء الروبوت، اختبار الروبوت، جمع القياسات والتوصل إلى الحل.

ج- الصورة الأولية للاختبار:

في ضوء ما سبق تم إعداد الصورة الأولية للاختبار، بحيث يشمل الاختبار على (25) مفردة، في صورة خمس مشكلات كيميائية، حيث تتطلب كل مشكلة خطوات محددة لحل المشكلة.

د- وضع تعليمات الاختبار:

بعد صياغة أسئلة الاختبار قامت الباحثة بصياغة تعليمات الاختبار، وقد روعي عند صياغتها ما يلي:

- أن تكون التعليمات بلغة سهلة وواضحة ومباشرة.
- أن تكون قصيرة ومناسبة لمستوى الطلاب.
- أن توضح ضرورة الإجابة على كل مشكلة.
- تضمنت بعض التوجيهات والإرشادات التي تمثلت في عدد ونوع الأسئلة التي يشملها الاختبار.
- تضمن الزمن المحدد للإجابة عن الاختبار.

ه- تقدير درجات التصحيح:

تم تصحيح الاختبار وفقاً للمعايير الأتية:

- إعطاء الدرجة (صفر) لكل مفردة أخطأ فيها الطالب أو تركها بدون إجابة.
- إعطاء الدرجة (إثنين) لكل مفردة أجاب عنها الطالب إجابة صحيحة كلياً.

وبذلك تصبح الدرجة العظمي للاختبار (50) درجة حيث تم إعداد نموذج إجابة للاختيار يوضح كيفية الإجابة على كل مفردة.

ه- صدق المحكمين:

وذلك بعرض اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في صورته الأولية على مجموعة على من المحكمين والخبراء في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم وتكنولوجيا التعليم وموجهي الكيمياء ومدرسي الكيمياء، لإبداء رأيهم فيما يلي:

- الدقة العلمية والصياغة اللغوية لمفردات الاختبار.
- انتماء المفردة لمستويات المهارة.
- مدى ملائمة الاختبار لمستوى الطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجياً.

وذلك مع وضع مساحة للمحكمين لإبداء آرائهم لإثراء وتنقيح الاختبار، وقد أجمع (98%) من المحكمين على انتماء المفردات لمستويات المهارة والدقة العلمية والصياغة اللغوية ومناسبة الاختبار لمستوى الطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، كما أبدوا بعض التعديلات في الاختبار والتي تمثلت في تعديل الصياغة اللغوية لبعض الأسئلة وإعادة ترتيبها، ولم يتم حذف أي سؤال من أسئلة الاختبار.

وقد تم بالفعل إجراء هذه التعديلات في ضوء أراء السادة المحكمين، وبذلك أصبح العدد الكلى(5) مشكلات رئيسة مقسمة ل (25) مفردة، وعليه أصبح الاختبار جاهز للتطبيق الاستطلاعي.

و- التطبيق الاستطلاعي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت:

استهدف التطبيق الاستطلاعي للاختبار التعرف على مدى قابلية الاختبار للتطبيق على طلاب الصف الثاني الثانوي المتفوقين في العلوم والتكنولوجياSTEM، حيث تم تطبيق الاختبار استطلاعياً على عينة قوامها (15) من طلاب الصف الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر وقد تم استبعاد هذه العينة من عينة البحث الأساسية.

وقد أسفرت نتائج التطبيق الاستطلاعي عن التالي:

1- زمن تطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية:

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

تم حساب الزمن اللازم لتطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية، بعد رصد الزمن الذي استغرقه أول طالب وآخر طالب في الإجابة على أسئلة الاختبار، فكان متوسط زمن الاختبار(60) دقيقة.

2- **حساب معامل الاتساق الداخلي:** تم حساب معامل ارتباط بيرسون بين درجات الطلاب في كل مفردة والدرجة الكلية لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية كما يوضحها الجدول التالي:

جدول 4: معامل ارتباط كل مفردة مع الدرجة الكلية للاختبار

رقم المفردة	معامل الارتباط
1	**0.835
2	**0.835
3	**0.665
4	**0.716
5	**0.697
6	**0.895
7	**0.895
8	**0.899
9	**0.604
10	**0.835
11	**0.885
12	**0.697
13	**0.835
14	**0.650
15	**0.888
16	**0.878
17	**0.630
18	**0.630
19	**0.835
20	**0.835
21	**0.636
22	**0.719
23	**0.636
24	**0.835
25	**0.835

كما تم حساب معامل ارتباط بيرسون بين درجات الطلاب في كل مهارة رئيسة والدرجة الكلية لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية كما يوضحها الجدول التالي:

جدول 5: معامل ارتباط درجة كل مستوى لمستويات الاختبار مع الدرجة الكلية للاختبار

مستويات الاختبار	**معامل الارتباط**
فهم المشكلة وتحديدها	**0.802
اقتراح الحلول	**0.613
استخدام الروبوت والتوصل الى حل المشكلة	**0.910

يتضح من جدول (10) أن قيم معامل ارتباط بيرسون بين كل مفردة والدرجة الكلية للاختبار تراوحت بين(0.60إلى0.97) وجميعها دالة إحصائياً في مستوى يتراوح من(0.05 إلى 0.01)، كما يتضح من جدول رقم (11) أن قيم معامل ارتباط بيرسون بين درجة كل مهارة أساسية والدرجة الكلية للاختبار تراوحت بين (0.61) إلى (0.91) وجميعها دالة إحصائياً في مستوى يتراوح من (0.05) إلى (0.01)) مما يدل على أن الاختبار على درجة عالية من الاتساق الداخلي ومما يحقق صدق الاختبار.

3-ثبات الاختبار:

تم التحقق من ثبات الاختبار عن طريق:

- **حساب معامل ألفا كرونباخ Cronbach's Alpha:**

تم حساب معامل ألفاكرونباخ لكل بعد وللاختبار ككل باستخدام برنامج SPSS v21، وتم توضيح النتائج في الجدول التالي:

جدول 6: قيم معاملات ثبات اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات وأبعاده

المهارات	**معاملات الثبات**
فهم المشكلة وتحيدها	0.71
اقتراح الحلول	0.86
استخدام الروبوت والتوصل إلى حل المشكلة	0.74

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

يتضح من جدول (6) أن قيم معاملات الثبات مقبولة إحصائياً مما يدل على ثبات الاختبار.

و- الصورة النهائية لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات:

بعد التأكد من صدق الاختبار وثباته أصبح الاختبار في صورته النهائية. وجاهز للتطبيق على مجموعة البحث، وتكون الاختبار في صورته النهائية من (25) مفردة تم توضيحها من خلال جدول المواصفات الخاص بالاختبار التالي والذي يوضح عدد ورقم المفردات لكل مستوي.

جدول 7: جدول مواصفات اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات

المهارة الرئيسة	المهارة الفرعية	ارقام المفردات
فهم المشكلة وتحديدها	تحديد المشكلة	16،11،1
	جمع المعلومات عن المشكلة	17،12،6،2
اقتراح الحلول	توليد الحلول	21،18،13،3
	تقيم الحلول	22،19،14،4
استخدام الروبوت والتوصل إلى الحل	بناء الروبوت	25،15،7
	اختبار الروبوت	23،8،5
	جمع القياسات والتوصل إلى الحل	24،20،10،9

ثانياً: الإجراءات التجريبية للبحث:

اشتملت هذه المرحلة على عدة خطوات، وهي:

(1) تحديد الهدف من تجربة البحث: تهدف تجربة البحث الحالي إلى معرفة فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء قائم على نظرية المرونة المعرفية في:

- تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب الصف الثاني الثانوي المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM.

(2) اختيار المدرسة التي تم تطبيق تجربة البحث فيها: تم اختيار مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر STEM Luxor"محل عمل الباحثة"، وهي إحدى مدارس STEM بجمهورية مصر العربية والتي يتم فيها تطبيق نظام STEM والتي تدعم التكامل بين أفرع العلوم والمختلفة، وتطبيق التعلم القائم على المشروعات العلمية.

(3) اختيار مجموعة البحث: واختيرت بالطريقة المقصودة من طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم التكنولوجيا بالأقصر STEM Luxor حيث بلغ عدد طلاب الفصل الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم التكنولوجيا بالأقصر للعام الدراسي 2021/2020 (49) طالباً.

تم اختيار فصلي 11B, 11D ليمثلا مجموعة البحث الأساسية، وفصل 11A ليمثل المجموعة الاستطلاعية، حيث كان يتم التناوب بينهما في الحضور لتقليل كثافة الطلاب بسبب جائحة كورونا، وبهذا تكونت مجموعة البحث الأساسية من 34 طالبا طالبة (15 طالباً، و19 طالبة).

(4) متغيرات البحث: تم تحديد متغيرات البحث على النحو التالي:

- **المتغير المستقل**: برنامج مقترح في الكيمياء القائم نظرية المرونة المعرفية.
- **المتغيرات التابعة**: وتتمثل في مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت؛ حيث يتم قياس التغير الحادث في هذه المتغيرات نتيجة تأثير المتغير المستقل.

(5) التصميم التجريبي للبحث: اعتمد البحث الحالي على تصميم المجموعة الواحدة والتي تدرس من خلال البرنامج المقترح القائم على نظرية المرونة المعرفية.

ثالثاً: الاستعدادات لإجراء تجربة البحث:

1- الحصول على الموافقات الرسمية للتطبيق.

2- توفير الإمكانيات اللازمة للتجربة على النحو التالي:

- توفير جهاز لاب توب مع كل طالب وطالبة بمجموعة البحث.
- توفير شبكة الإنترنت.
- تحميل الكتاب الإلكتروني بامتداد exe لتشغيله حتى في انقطاع شبكة الإنترنت.
- إنشاء قناة البرنامج عبر منصة ميكروسوفت تيميز التعليمة ، وتم تسمية القناة باسم"Chemistry with Robotics" ويوضح شكل(13) واجهة قناة Chemistry with Robotics عبر منصة ميكروسوفت تيميز.
- رفع الكتاب الإلكتروني على قناة البرنامج عبر منصة ميكروسوفت تيميز"Chemistry with Robotics" ودعمها بكل مصادر التعلم.
- توافر الأدوات والمواد الكيميائية اللازمة لإتمام الأنشطة المعملية بمعمل الكيمياء بالمدرسة.
- توافر الأدوات والمواد اللازمة لإتمام الأنشطة التكاملية بمعمل (الأحياء، والفيزياء، والجيولوجيا، والميكانيكا)
- توافر الأجهزة والمعدات اللازمة لصناعة الهيكل الخارجي للروبوت وبعض القطع بجسم الروبوت وذلك بمعمل الفابلاب بالمدرسة.

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

- توافر الأجزاء المادية اللازمة لتصميم الروبوت(لوحة التحكم "الأردوينو" ومحرك، وجهاز استشعارPH Sensor، TDS sensor

3- **تهيئة العناصر البشرية:**

- توضيح فكرة البحث وأهدافه لمعلم الكيمياء بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصرSTEM Luxor.
- تدريب معلم الكيمياء بالمدرسة على كيفية التعامل مع البرنامج وما يتضمنه من أنشطة تتم دراستها داخل الفصول أو معامل المدرسة أو من خلال الفصول الافتراضية عبر برنامج Microsoft Teams.
- مقابلة الطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا الصف الثاني الثانوي STEM Luxor فصلي (11B,11D) والتي تمثل مجموعة البحث.
- تحديد فكرة البرنامج لطلاب مجموعة البحث.
- شرح الهدف العام للبرنامج للطلاب.
- تدريب الطلاب على كيفية تصميم الروبوت من خلال ورشة عمل تضم مدرس التكنولوجيا ومهندس معمل الفابلاب وبعض طلاب الصف الثالث الثانوي المتمكنين من دوائر الأردوينو.

تدريب طلاب المجموعة التجريبية بمعمل الفابلاب بالمدرسة على مكونات الروبوت الأساسية.

- قامت الباحثة بتحديد كيفية مشاركة الطلاب في تصميم روبوت لحل مشكلة كيميائية، تم حصرها في ثماني مراحل:

المرحلة الأولى: إجراءات محاضرات تدريبية للطلاب تتم بالمدرسة أو أونلاين عبر قناة البرنامج Chemistry with Roboticsعبر ميكروسوفت تميز.يتم فيها تدريب الطلاب على ماهية الروبوت، خطوات برمجة الروبوت، توصيل دائرة الأردوينو والتحكم فيها، أجهزة الاستشعار Sensors وأنواعها خاصة في مجال الكيمياء، وعرض أمثلة وحلول سابقة على توظيف الروبوت لحل مشكلة كيميائية، تم التدريب بمعمل الروبوت في المدرسة بمساعدة مدرس الحاسب الآلي، ومهندس معمل الفابلاب، وبعض الطلاب من الصف الثالث الثانوي الحاصلين على دورات في برمجة الروبوت والمشاركين في عدة مسابقات في الروبوت.

المرحلة الثانية: عرض مشكلة كيميائية محددة على الطلاب، وهي ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة في الماءTDS، وعدم صلاحية الماء لاستخدامه في الشرب أو الصناعة، أو الزراعة، ومطالبة فرق العمل بحل المشكلة عن طريق تصميم روبوت قادراً على حل المشكلة الكيميائية بطريقة عملية.

المرحلة الثالثة: أجرت فرق العمل عدة تجارب كيميائية بمعمل الكيمياء بالمدرسة، للتعرف على مفهوم TDS ولأول مرة يجري الطلاب تجربة عملية على أساس الحاجة إلى المعرفة، كما تعرفوا على مفاهيم مرتبطة بمفهوم TDS في الجيولوجيا والفيزياء.

المرحلة الرابعة: إجراء مناقشات مع فرق العمل من قبل مدرسي STEM بالمدرسة لتوضيح كيفية توظيف مفاهيم "الكيمياء، والفيزياء، والجيولوجيا، والرياضيات، والميكانيكا لتصميم روبوت قادراً على حل مشكلة ارتفاع نسبة TDS في الماء. كما تم الاستعانة بمدرس الحاسب الآلي وتكنولوجيا المعلومات بالمدرسة لتوضيح أجهزة الاستشعار التي يمكن توظيفها لقياس نسبة TDS في الماء، وكيفية برمجة دائرة الأردوينو.

المرحلة الخامسة: قيام فرق العمل بتنفيذ المشروع باتباع خطوات التصميم.

المرحلة السادسة: تقدم فرق العمل نماذج الروبوت التي تم تصميمها، وتطورها لحل المشكلة الكيميائية، والبدء في التجريب.

المرحلة السابعة: تقوم كل مجموعة بإجراء سلسلة من التجارب على نموذج الروبوت، ثم تقوم بجمع البيانات وتحليل النتائج، حيث يتم توظيف المفاهيم الرياضية من تمثيل البيانات على في شكل بياني.

المرحلة الثامنة: كتابة تقرير يسجل فيه خطوات حل المشكلة، كما يتم ذكر المفاهيم من مواد STEMالتي تم توظيفها وتحقيق التكامل فيما بينها لحل المشكلة الكيميائية عمليا كما يلي: مفاهيم رياضية للوظيفة الخطية، والرسم البياني، والمنحدر، بالإضافة إلى مفاهيم الكيمياء، مثل الأملاح الصلبة الذائبة في الماء، عسر الماء، الرقم الهيدروجيني، الأكسجين الذائب في الماء وتلوث الماء.

رابعاً: تنفيذ تجربة البحث:

تم تنفيذ تجربة البحث وفقاً للمراحل التالية:

1- **تطبيق أدوات البحث قبلياً**:

حيث تم تطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت "بشكل فردي"، على طلاب مجموعة البحث قبلياً ،و وتم التصحيح ورصد الدرجات ومعالجتها إحصائياً.

2- تدريس البرنامج المقترح:

بدأ تدريس مخرجي التعلم (جودة المياه وتلوث المياه) لمجموعة البحث الفترة 2020/10/27م إلى 2020/12/17م بواقع فترتين أسبوعياً زمن الفترة الواحدة ساعة ونصف وفقاً للجدول المدرسي، على أن يتيح المعلم الفرصة للطلاب لتنفيذ بعض المهام في المنزل باستخدام برنامج ميكروسوفت تيمز كما هو مبين بالجدول التالي:

جدول 8: التوزيع الزمني لتطبيق تجربة البحث

2020/11/30- 10/27	ناتج التعلم الأول: (معايير جودة مياه الشرب) وصف ناتج التعلم الأول: وصف طبيعة الماء ومعايير جودة المياه

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

	يتناول ناتج التعلم الأول المفاهيم الأساسية التالية: الدرس الأول: طبيعة المياه الدرس الثاني: الأملاح الذائبة في الماء الدرس الثالث: الأكسجين الذائب في الماء الدرس الرابع: عسر الماء المشروع: تصميم روبوت لقياس جودة الماء.
2020/12/17 – 12/1	ناتج التعلم الثاني:(معالجة مياه الشرب) وصف ناتج التعلم الثاني: وصف تلوث المياه، وعمليات معالجة المياه. الدرس الأول: تلوث المياه. الدرس الثاني: عمليات معالجة المياه. الدرس الثالث: الأمراض الناجمة عن تلوث المياه. المشروع: تصميم روبوت لمعالجة عسر الماء.

3- **تطبيق أدوات البحث بعدياً**: بعد انتهاء تدريس مخرجي التعلم تم تطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات بتاريخ 2020/12/21بشكل فردي، وتم جمع البيانات تمهيداً للمعالجة الإحصائية باستخدام برنامج SPSS (v.21)الإحصائي.

نتائج البحث وتحليلها وتفسيرها

يمكن عرض نتائج البحث ومناقشتها من خلال الإجابة عن سؤالي البحث الثاني على النحو التالي:

(1) بالنسبة للإجابة عن سؤال البحث الثاني والذي نص على:

ما فاعلية البرنامج المقترح في الكيمياء القائم على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت لدى طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بالأقصر؟

تمت الإجابة عن السؤال الثالث من خلال: اختبار صحة الفرض الثاني، والذي نص على:

يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث قبل دراسة البرنامج وبعده في اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت، وذلك لصالح التطبيق البعدي.

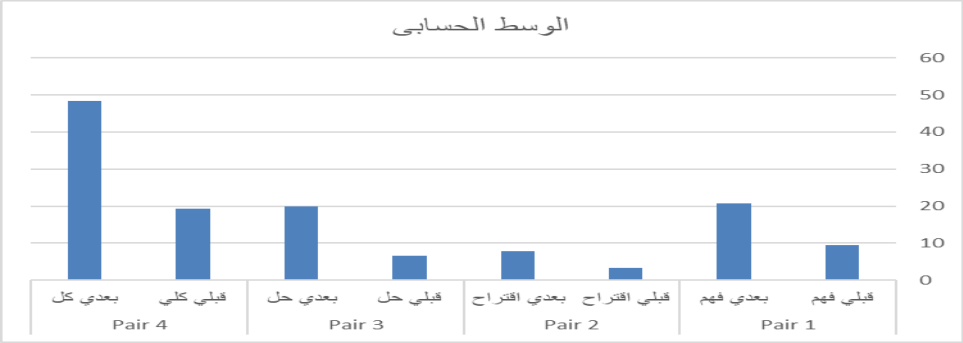
ولاختبار صحة هذا الفرض تم حساب قيمة ت للفرق بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت ومستوياته، كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول 9: قيمة ت للفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات

المهارة	المجموعة التجريبية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت T	درجات الحريةdf	مستوى الدلالةSig
فهم المشكلة وتحيدها	قبلي	9.4412	0.95952	50.146	33	0.01
	بعدي	20.7059	0.83591			
اقتراح الحلول	قبلي	3.3529	0.59708	42.476	33	0.01
	بعدي	7.7941	0.41043			
استخدام الروبوت والتوصل لحل المشكلة	قبلي	6.5294	1.35788	49.453	33	0.01
	بعدي	19.8529	0.60904			
الدرجة الكلية	قبلي	19.3235	1.34211	96.469	33	0.01
	بعدي	48.3529	1.7763			

يتضح من الجدول السابق أن هناك فرقاً دال إحصائياً عند مستوى (0.01) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية باستخدام الروبوت ومستوياته لصالح التطبيق البعدي مما يدل على قبول الفرض الثاني.

ويوضح شكل (24) مقارنة بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية باستخدام الروبوت.



شكل 10: الفرق بين متوسطي درجات مجموعة البحث (قبلي-بعدي) في اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلة ومستوياته.

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

ولحساب حجم تأثير البرنامج القائم على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية باستخدام الروبوت؛ وذلك للتأكد من قوة تأثير البرنامج القائم على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت، تم حساب قيمة Cohen's D في ضوء دلالة الفروق اختبارات، وتم حساب قيمة d للكشف عن درجة التأثير حيث إن:

حيث إن: قيمة "ت" لدلالة متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت.

ولقد تطلب ذلك حساب قيمة "ت" لدلالة متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار مهارات الحل الإبداعى للمشكلات يوضح جدول (10) قيمة "ت" وحجم الأثر: d=T/N

جدول 10: قيم (T) وقيم (d) المقابلة ومقدار حجم التأثير بالنسبة لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية وجميع مستوياته N=34

المهارة	المجموعة التجريبية	قيمة t	قيمة d	حجم التأثير
فهم المشكلة وتحيدها	قبلي	50.146-	7.57	مرتفع
	بعدي			
اقتراح حلول	قبلي	42.276-	7.53	مرتفع
	بعدي			
استخدام الروبوت والتوصل لحل المشكلة.	قبلي	49.453-	8.75	مرتفع
	بعدي			
الدرجة الكلية	قبلي	96.769-	17.26	مرتفع
	بعدي			

يتضح من الجدول السابق أن قيم حجم تأثير العامل المستقل (البرنامج القائم على نظرية المرونة المعرفية) في العامل التابع (مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية وأبعادها الأربعة) جميعها ≤**(0.8)** وهذا يدل على أن حجم تأثير البرنامج على تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية ومستوياتها مرتفع.

وللتأكد من فاعلية البرنامج بالنسبة لاختبار الحل الإبداعي للمشكلات ككل وكل بعد من أبعاده، تم استخدام معادلة الكسب المعدل "لبليك" الذي يتطلب معرفة متوسطي طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار والدرجة النهائية.

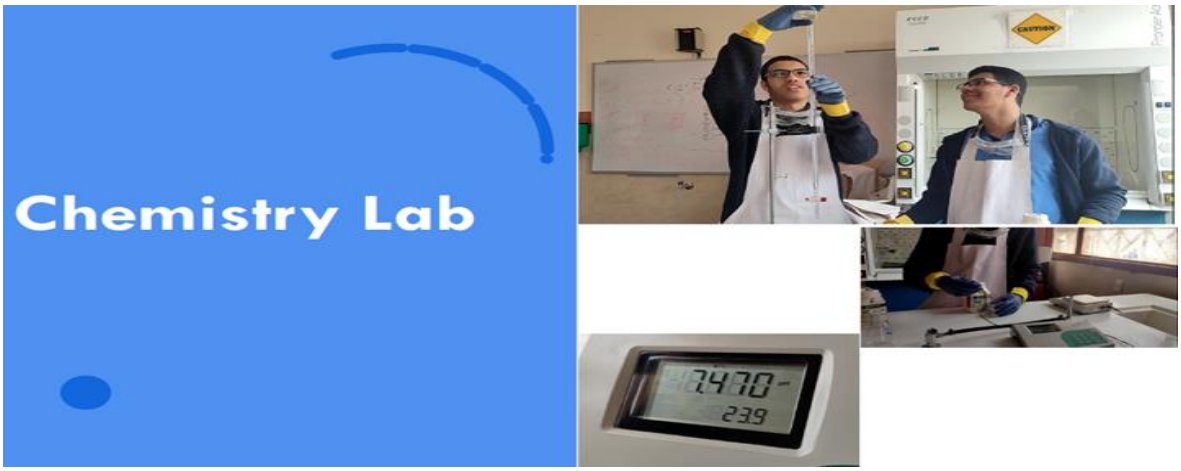
جدول 11: نسبة الكسب المعدل لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية بالنسبة لطلاب المجموعة التجريبية

المتغير التابع	متوسط التطبيق القبلي	متوسط التطبيق البعدي	الدرجة العظمى	نسبة الكسب	الدلالة
فهم المشكلة وتحديها	9.4412	20.7059	22	1.41	فعال
اقتراح حلول	3.3529	7.7941	8	1.13	فعال
استخدام الروبوت والتوصل لحل المشكلة	6.5294	19.8529	20	1.64	فعال
الدرجة الكلية	19.3235	48.3529	10	1.53	فعال

يتضح من الجدول السابق أن قيم نسبة الكسب المعدل لبليك بالنسبة لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات وأبعاده تقع في المدى الذي حدده بليك من (1-2) كما أنها أكبر من الحد الفاصل (2.1) مما يدل على أن البرنامج ذو فاعلية تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لطلاب المجموعة التجريبية.

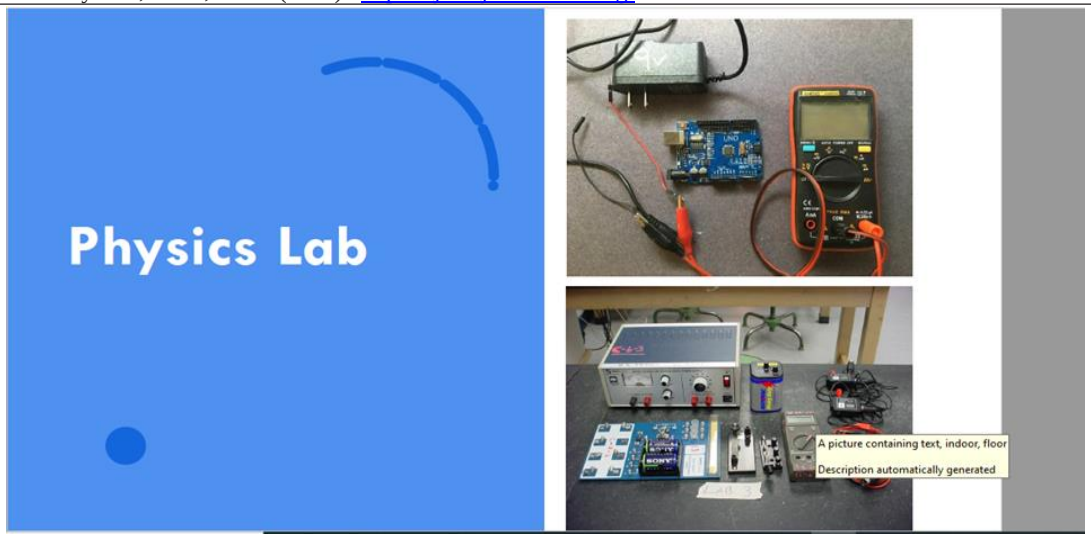
وقد تعزى هذه النتيجة إلى:

- استخدام برنامج الكيمياء القائم على نظرية المرونة المعرفية والتي تدعم التعقيد والتشابك المفاهيمي، ساهم بشكل كبير في دراسة الطلاب للمفهوم الكيميائي بشكل تكاملي متشابك" غير مبسط" حيث تم الربط بين المفهوم الكيميائي وباقي المواد المختلفة "الفيزياء، الجيولوجيا، الأحياء، والرياضيات، والتكنولوجيا؛ الأمر الذي صب في تحقيق الفهم العميق للمفهوم وحل المشكلات الكيميائية بطريقة دقيقة وإبداعية، وانعكس هذا في اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلة الكيميائية، كما يتضح في الأشكال التالية:

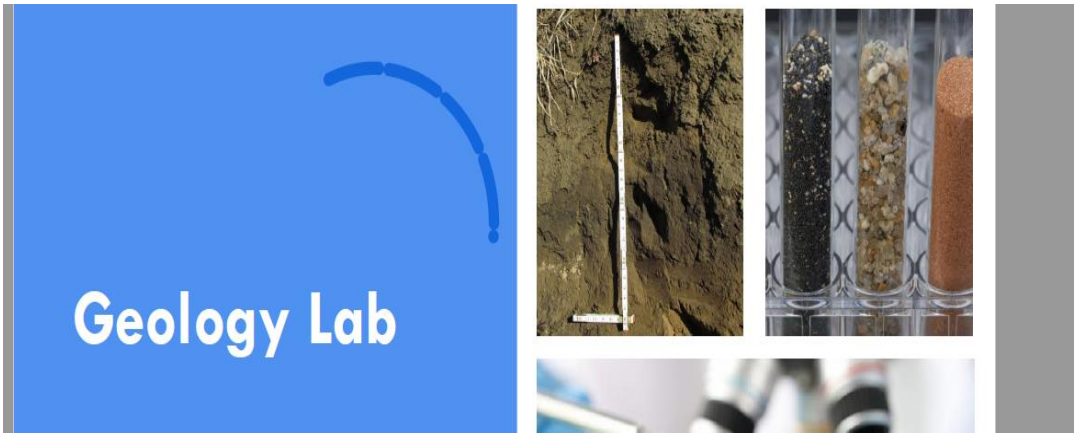


شكل 11: قياس كمية الأملاح الذائبة في الماء TDS بمعمل الكيمياء

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.



شكل 12: التكامل بين مفهوم الأملاح الذائبة والتوصيل الكهربي بمعمل الفيزياء



شكل 13: التكامل بين مفهوم الأملاح الذائبة ومعمل الجيولوجيا

- تطبيق استراتيجية التعلم القائم على المشروعات العلمية وتنفيذ مشروع تصميم روبوت لقياس جودة المياه ومشروع تصميم روبوت لمعالجة تلوث المياه، أدى إلى اندماج الطلاب بصورة نشطة في التعلم وذلك لممارسة الطلاب لمهارات الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام الروبوت، ومن ثم نمت لديهم القدرة على فهم المشكلة وتحديدها، واقتراح الحلول واستخدام الروبوت والتوصل إلى الحل.
- تفعيل المنصة التعليمية أدى إلى الاستفادة من الوقت بشكل أفضل؛ خاصة أثناء جائحة كورونا وتطبيق التناوب في حضور الطلاب؛ الأمر الذي أدى إلى زيادة المناقشة التفاعل بين مجموعات العمل والمعلم سواء كان داخل المدرسة أو تعلم إلكتروني عبر قناة ميكروسوفت تيميز؛ الأمر الذي انعكس بشكل إيجابي على نتائج الاختبار.
- تدريب الطلاب من خلال ورشة عمل على كيفية كتابة الأكواد ببرنامج الأردوينو أو توصيل الأردوينو وتصميم الروبوت؛ أسهم بشكل كبير على فتح مدارك الطلاب على كيفية تقديم حلول إبداعية لمشكلات كيميائية أخرى باستخدام الروبوت دون تدخل عنصر بشري.
- توجه فرق العمل للبحث عن المعلومة بأنفسهم وكتابة خطوات البحث العلمي في ملف البورتفليو، ساهم في توسيع البينية المعرفية لدى الطلاب وإعادة استخدامها وتنظيمها الأمر الذي انعكس في زيادة قدرة المتعلم في فهم، وتحديدها وتوليد الأفكار.
- تنوع أساليب التقويم بين تقويم بنائي وتقويم مستمر وتقويم ملف الإنجاز البورتفليو؛ حيث يعكس ملف الإنجاز البورتفليو جهد مجموعات العمل في توثيق المشروع المطلب منهم في نهاية البرنامج وهو حل مشكلة كيميائية عبر تصميم الروبوت، والتقويم النهائي صب في ارتفاع معدل الدرجات لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية لصالح التطبيق البعدي.

وهذا يتفق مع دراسة Rahayuningsih et al. (2021) والتي هدفت إلى دراسة فاعلية تقنيات قائمة على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات حل المشكلات في مادة الرياضيات، وتوصلت الدراسة إلى فاعلية تقنيات قائمة على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات حل المشكلات في مادة الرياضيات.

كما تتفق مع نتائج Mohr et al. (2015) والتي توصلت إلى أن التعلم القائم على المشروعات بنظام STEM المشروعات، وإنتاج منتج ما لحل مشكلة واقعية، ينمي مهارة الحل الإبداعي للمشكلات لدى الطلاب وتنمي مهاراتهم المختلفة.

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

توصيات البحث

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج، توصي الباحثة بالآتي:

1- توظيف نظرية المرونة المعرفية في تصميم البرامج أو بيئات التعلم الإلكترونية لطلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM.وذلك لمساعدة المتعلمين في فهم تعقيدات المفاهيم، والترابط والتكامل فيما بينها في العديد من المجالات المختلفة والتي تستدعى بضرورة الترابط والتكامل بين المفاهيم، مما يصب في تحقيق التعلم ذي المعنى Meaningful learning

2- ضرورة تضمين برامج تدريبية بالأكاديمية المهنية للمعلمين لتدريب المعلمين على مهارات الحل الإبداعي للمشكلات حيث إنها من أهم مهارات القرن الواحد والعشرين.

3- عقد ورش عمل للمعلمين لتدريبهم على كيفية دمج الروبوت في العملية التعليمية، واستخدام الروبوت في حل المشاكل العلمية والتي من واقع حياة الطلاب بطريقة إبداعية.

4- الاهتمام بتوظيف استراتيجية التعلم القائم على المشروعات في ضوء نظرية المرونة المعرفية حتى يتمكن المتعلمين من دراسة المقررات إذا تم التعرض لطوارئ مثل جائحة كورونا، مما يزيد من جودة العملية التعليمية.

5- ضرورة اهتمام القائمون على تطوير وبناء المناهج بالإخذ بمدخل STEM في تصميم وبناء مناهج العلوم؛ من أجل تنمية مهارات القرن الواحد والعشرين للمتعلمين، وتحقيق أهداف التنمية المستدامة في التعليم.

البحوث المقترحة

في ضوء نتائج البحث وتوصياته يمكن اقتراح بعض البحوث، ومنها:

- فاعلية برامج أكاديمية أخرى قائمة على نظرية المرونة المعرفية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى طلاب مدارس STEM.
- تصميم برامج قائمة على نظرية المرونة المعرفية وقياس فاعليتها على متغيرات تابعة أخرى (المفاهيم الكيميائية -التفكير الابتكاري– التفكير الناقد– الذكاء الاجتماعي).
- فاعلية استراتيجية التعلم القائم على المشروعات لتصميم روبوت تعليمي في مادة الكيمياء، أو الفيزياء والرياضيات، وغيرها.

أولاً: المراجع العربية:

[1] إبراهيم عبد الله المحيسن و بارعة بهجت خجا. (2015). **التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات** STEM، مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول، مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية، 5-7 مايو.

[2] أشرف محمود أحمد. (2017). البرامج الداعمة لمدارس الثانوية للعلوم والتكنولوجيا STEM في كل من الولايات المتحدة وأستراليا وإمكانية الإفادة منها في مصر، **مجلة العلوم التربوية**، كلية التربية بقنا، (30)، 401-171.

[3] أشرف محمد شربت وابتسام أحمد محمد. (2007). **برنامج لتنمية السلوك الإبداعي لدى الأطفال الموهوبين**. الإسكندرية: مؤسسة حورس الدولية.

[4] أيمن محمد عامر. (2003). الحل الإبداعي للمشكلات بين الوعي والأسلوب. **المجلة المصرية للدراسات النفسية**، 13(41)،63-97.

[5] بثينة الهباهبة. (2010). مشروع الروبوت المدرسي. **مجلة التعليم الإلكتروني والتحديات** التربوية، مجلة نصف سنوية تصدر من مركز الملكة رانيا العبد الله لتكنولوجيا التعليم، المملكة الأرنية الهاشمية،2(1)،24-26.

[6] تفيدة سيد غانم.(2015). تحديث المقررات الدراسية العلمية في مناهج العلوم في ضوء العلوم التكنولوجية المعاصرة، **مجلة التربية،1**،

[7] جمال خالد الديل . (2015). هل هناك جدوى من مسابقات الروبوت. **مجلة الروبوت العربية**، 33-40.

[8] جودت سعادة. (2010). **أساليب تدريس الموهوبين والمتفوقين**(ط1). الأردن: دار ديبونو للطباعة والنشر والتوزيع.

[9] حلمي محمد الفيل. (2013). **تصميم مقرر إلكتروني قائم على نظرية المرونة المعرفية وتأثيره في تنمية الذكاء المنظومي وخفض العبء المعرفي لدى طلاب كلية التربية النوعية جامعة الإسكندرية**. رسالة دكتوراة، كلية التربية، جامعة الإسكندرية.

[10] حلمي محمد الفيل. (2015). **المقررات الإلكترونية المرنة معرفياً**. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

[11] حنان آل عامر. (2009). **نظرية الحل الإبداعي للمشكلات تريزTRIZ**. الأردن: دار ديبونو النشر والتوزيع.

[12] حيدر عبدالكريم الزهري. (2017).**الدماغ والتفكير أسس نظرية وإستراتيجيات تدريسية**.مركز ديبونولتعليم التفكير:عمان.

[13] رضا مسعد الجمال ووليد السيد خليفة (2014). فعالية برنامج في تحسين الحل الإبداعي للمشكلة والمفاهيم العلمية والاتجاه نحوها لدى أطفال الروضة ذوي صعوبات التنظيم الذات، **مجلة الطفولة والتربية**، 6 (20)، 389-399.

[14] سمر لاشين (2009). فاعلية نموذج التعلم القائم على المشروعات في تنمية مهارات التنظيم الذاتي والأداء الأكاديمي في الرياضيات، **مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس**، جامعة عين شمس، العدد 151. ص 135-167.

[15] سميرة البدري. (2005). **مصطلحات تربوية ونفسية**. عمان. دار الثقافة.

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

[16] شكري سيد محمد. (2002). تقويم المهارات العلمية، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، **مجلة البحوث**،(2)،616-635.

[17] صفاء الأعسر.(2000). الإبداع في حل المشكلات. الرياض. دار قباء للنشر والتوزيع.

[18] عايش محمود زيتون. (2008). **أساليب تدريس العلوم**. عمان. دار الشروق للنشر والتوزيع.

[19] عبد الله محمد خطابية. (2005). **تعليم العلوم للجميع**. الأردن. دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

[20] عبدالله مهدي عبدالحميد (2014). **فاعلية نماذج تدريسية في تنمية التحصيل ومهارات الحل الابداعي للمشكلات والاتجاه نحو مادة الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية**، رسالة دكتوراة، معهد الدراسات التربوية، جامعة القاهرة.

[21] عقيل محمود رفاعي. (2015). بطاقة الأداء المتوازن كمدخل لتقيم الأداء لمديري مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بجمهورية مصر العربية، **مجلة التربية**، جامعة الأزهر 162(1).337-445.

[22] محمد أحمد صلاح و عزيز عبد العزيز قنديل و العزب محمد زهران و حسن هاشم بلطيه. (2011). فاعلية وحدة قائمة على مبادئ نظرية "تريز TRIZ" في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طلاب المرحلة الإعدادية. **مجلة تربويات الرياضيات**، المجلد (14)، الجزء الأول، اكتوبر 2011.

[23] محمد على الجلال. (2017). **المبادئ الموجهة لتكامل العلم والتقنية والهندسة والرياضيات المملكة العربية السعودية.مركز التميز البحثي للعلوم والرياضيات**. حلقة نقاش(128). جامعة الملك سعود: الرياض.

[24] مجدي عزيز إبراهيم. (2009). **التفكير الرياضي وحل المشكلات**. القاهرة: عالم الكتب.

[25] ميسون عبد المجيد فياض (2015) **فاعلية برنامج تدريبي مستند إلى عادت العقل لكوستا وكاليك في تطوير حل المشكلات الإبداعي لدى طالبات مرحلة المراهقة**. رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، الأردن.

[26] هاشم سعيد الشرنوبي (2016). **التطبيقات التعليمية لتكنولوجيا الروبوت وتوظيفها في دعم الأدوار التربوية للمعلمين**، ورقية بحثية مقدمة لمؤتمر معلم العصر الرقمي من الفترة 24-26 أكتوبر، جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن، الرياض، المملكة العربية السعودية.

[27] هاشمية الراوي وعايش محمود زيتون. (2016).أثر إستراتيجية تدريسية مستندة على التعلم القائم على المشروعات في تنمية المفاهيم الكيميائية ومهارات التفكير العلمي لدى طلاب المرحلة الأساسية. **مجلة جامعة النجاح للعلوم الإنسانية**، 30(10)،1958-1984.

[28] هبه الله عدلي مختار. (2015). فاعلية استخدام المبادئ الإبداعية لنظرية تريزTriz في تنمية التحصيل المعرفي ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي. **مجلة التربية العلمية**، 6(8)، 176-207.

[29] وفاء خليفة العقيل. (2015). برامج الروبوت التعليمية وأثرها في تطوير أنماط مختلفة للتفكير وواقعية التعلم. **مجلة الروبوت العربية** (1)36-38.

ثانياً: المراجع الأجنبية

[30] Bagiya, Y. (2016) **A Study of Evaluation Methodologies and Impact of STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics**) Outreach Activities. Unpublished PhD Thesis. Coventry: Coventry University.

[31] Carter,V.(2013).**Defining characteristics of an integrated STEM curriculum in k12 education**, PhD ,university of Arkansas .

[32] Chaomin, L.(2017). Multi-lab driven learning method used for Robotics ROS Study© **American society for engineering education**. Retrieved: Jan,9,2018from:https://www.researchgate.net/publication/318245279_multi-lab-driven_learning

[33] Davis, Kim, Hurst, Jennifer, Hawkins, Susan, Winters, Neva (2014). **STEM Capstone Project Guide**, Summer Ventures IN SCIENCE AND MATHEMATICES, PP1:13

[34] Dilekli, Y. (2020). **Project-based learning. In Paradigm shifts in 21st Century teaching and learning,**24,55-68**.** https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3146-4.ch004

[35] Erarslan, A., Beliakova, I. E., & Kecherukova, M. (2021). **Shifting to Online Learning Through Cognitive Flexibility**. In C. Crawford (Ed.), Shifting to Online Learning Through Faculty Collaborative Support (pp. 82-102). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-6944-

[36] Howard, T J, Culley, S J and Dekoninck, E (2007). **Creativity in the engineering design process**, in 16th International Conference on Engineering Design, ICED 07, Paris. doi:10.1016/j.destud.2008.01.001

[37] Kaelly, J. (2010). **Lego Mind storm NXT-G Programing Guide**, 2E, USA: Paul Manning.

[38] Karagiorgou, A. & Spahos, M. (2016). Chembot: chemistry with robot. The European **Journal for Science teachers**. Retrieved Jan, 8, 2018 from: http://www.scienceinschool.org/content/chembot-chemistry-robots.

[39] Khadri ,A.(2016). Strategic Future Directions for Developing STEM Education in Higher Education in Egypt as a Driver of Innovation Economy,**Journal of Education and Practice**,8(7)127-145.

©2023 IJLMS
Fayoum University Cor.

[40] Kim B, Wright (2019). Improvement Science as A promising Alternative to Barriers in Improving STEM Teacher Quality through Professional Development, **A Journal of Education Strategies**, Issues and ideas, v92, p 1-18, Published online (8) a 2019.

[41] Lowrey, W. & Kim, K. (2009). Online news media and advanced learning: Atest of cognitive flexibility theory**, Journal of broadcasting & Electronic Media**. Vol.53, Issue4.

[42] Malik,K.Zhu,K.(2022). Do project-based learning, hands-on activities, and fipped teaching enhance student's learning of introductory theoretical computing classes? **Education and Information Technologies** https://doi.org/10.1007/s10639-022-11350-8

[43] Mohr, M. Cavalcanti, M.Blyman,K.(2015). Stem Education: Understanding the Changing Landscape.Retrieved Jan, 8, 2020 from https://www.researchgate.net/publication/294287197_Stem_Education_Understanding_the_Changing_Landscape

[44] Morrison J. (2006). T**IES STEM Education Monograph Series: Atributes of STEM Education**". Baltimore, MD:TIES, (2), 5.

[45] Mosley, P. Ardito, G. Scolin, L. (2016).Robotic cooperative learning promates student STEM interest .**American Journal of Engineering Education**, (7)2, 117-128.

[46] National Academy of Engineering and National Research Council (NAE). Engineering in K-12 Education;2009. Washington, DC: National Academic press.

[47] Perkins,D.(2016). **Using Project-Based Learning To Flip Bloom's Taxonomy For Deeperlearning**.Retrivedfrom: https://www.teachthought.com/education/quality-project-based-learning/

[48] Rusk, N. Resnick, M. Berg, R & Pezalla, M.(2008).New path ways into robotics strategies for broadening participation. **Journalof science education and technology**. from: http//www.springerlink.com/contenet/102587.

[49] Rahayuningsih,S .Sirajuddin,S. Nasrun,N.(2021). Cognitive flexibility: exploring students' problem-solving in elementary school mathematics learning**, Journal of Research and Advances in Mathematics Education**, v6 n1 p59-70 Jan 2021

[50] Sarmiento,B. (2018).**Developing a Disciplinary Identity through Writing in STEM Undergraduate Research Programs**. ProQuest LLC, Ph.D. Dissertation, University of California, Santa Barbara, ISSN: EISSN.

[51] Sithole, A., Edward, T., McCarthy, P., Davison, M. (2017). Student Attraction, Persistence and Retention in STEM Programs: Successes and Continuing Challenges. **Higher Education Studies**; Vol. 7, No. 1; 2017 . doi:10.5539/hes.v7n1p46

[52] .Spiro, R. J., Collins, B. P., Thota, J. J. & Feltovich, P. J. (2003). **Cognitive flexibility theory: Hypermedia for complex learning, adaptive knowledge application, and Experience Acceleration.** Educational Technology, 43(5), 5-10.

[53] Stehle, S.M., Peters-Burton, E.E.(2019) Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. IJ STEM Ed 6,https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1

[54] Sturm, J.(2013).**Approaches to probabilisticmodel learningfor mobile manipulation robots**.© Springer-Verlag Berlin Heidelberg.44-2

[55] The Glossary of Education Reform.(2014) . Retrieved5May,2020from: https://www.edglossary.org/?s=capstone

[56] Tsupros, N., R. Kohler, and J. Hallinen. (2009). **STEM education: A project to identify the missing components**, Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon, Pennsylvania.

[57] Van-Gundy, B. Arthur (2005): **101 Activities : For Teaching Creativity And Problem Solving** . San Francisco : Pfeiffer.

[58] Vasquez, J., Sneider, C. and Comer, M. (2013). **STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Portsmouth**, NH.: Heinemann.

[59] Wagner, T. (2012). **Creating innovators: The making of young people who will change the world.** New York: Simon and Shuster. doi/abs/10.1080/02783193.2013.795479

[60] Willcuts, M. (2009). **Scientist-teacher partnership as professional development: an action research study**, prepared for the U. S. department of energy, Washington state University.

© 2023 IJLMS
Fayoum University Cor.