فاعلية تدريس العلوم باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات (STEM PBL) في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

إعداد
د/ ناريمان جمعه إسماعيل إبراهيم مراد
استاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد
كلية التربية- جامعة الزقازيق
dr.gomaa.n@gmail.com

رقم الإيداع: ٢٤٣١٣ ISSN: 2536 – 914 E. ISSN: 2735-4245
المجلة معرفة علي دوريات بنك المعرفة المصرى، و Edu Search دار المنظومة

فاعلية تدريس العلوم باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات (PBL STEM) في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

د/ ناريمان جمعه إسماعيل إبراهيم مراد *

المستخلص:

هدف البحث للتحقق من فاعلية تدريس العلوم باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL) في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، ولتحقيق ذلك قامت الباحثة بإعداد (دليل للمعلم في وحدة الموارد الطبيعية على سطح الأرض) باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات– اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي – مقياس الاندماج الأكاديمي)، وبلغت عينة البحث (١٠٢) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، وتم تقسيمهم لمجموعتين تجريبية وضابطة، وبتطبيق أداتا البحث قبليا وبعديا على عينة البحث ، وبعد جمع البيانات وتحليلها تم التوصل الى عدة نتائج من أهمها، وجود فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدي لأداتي البحث (مهارات التفكير العملي التطبيقي – مقياس الاندماج الأكاديمي) لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية ولصالح التطبيق البعدي، كما أكدت النتائج أن حجم التأثير لاستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في تدريس الوحدة المختارة بكتاب العلوم للصف الخامس الابتدائي كان كبيرا في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي وأبعاد الاندماج الأكاديمي المحددة في البحث لدى تلاميذ المجموعة التجريبية، مما يؤكد فاعلية وحجم التأثير الكبير لمنحى ستيم القائم على المشروعات في تدريس العلوم. وفي ضوء ما توصل اليه البحث الحالي من نتائج أوصي بضرورة الاهتمام باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات(PBL STEM) في التدريس كونه أحد المداخل التدريسية الحديثة التي تسهم في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي وتحسن مستوي الاندماج الأكاديمي لدي المتعلمين.

الكلمات المفتاحية: منحى ستيم القائم على المشروعات (STEM PBL) - مهارات التفكير العملي التطبيقي - الاندماج الأكاديمي.

* استاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد - كلية التربية – جامعة الزقازيق.

The effectiveness of teaching science using the project-based STEM approach (PBL) in developing Applied practical thinking skills and academic engagement among primary school students

Dr. Nariman GomaaIsmail Ibrahim Murad*

Abstract

The aim of the research is to verify the effectiveness of teaching science using the project-based STEM approach (PBL) in developing applied practical thinking skills and academic integration among primary school students. To achieve this, the researcher prepared (a guide for the teacher in the Natural Resources Unit on Earth) using the STEM approach based on Projects - Testing Applied Practical Thinking Skills - Academic Integration Scale). The research sample amounted to (102) male and female students. They were divided into two groups, an experimental group and a control group, and by applying the pre- and post-research tools to the research sample, and after collecting and analyzing the data, several results were reached, the most important of which is the presence of a statistically significant difference at the significance level (0.01) between the average scores of students in the experimental and control groups in the post-application of the two research tools (applied practical thinking skills - academic engagement scale) in favor of the students in the experimental group and in favor of the post-application. The results also confirmed that the size of the effect of using the project-based STEAM approach in teaching the selected unit in the science book for the fifth grade Primary school was significant in developing applied practical thinking skills and the dimensions of academic Which confirms the effectiveness and significant impact of the project-based STEM approach in teaching science.

Key words:. Project-based STEM approach - Applied Practical Thinking Skills - Academic Engagement

* Lecturer of Chemistry Education and Curriculum**,** College of Education, Benha University.

المقدمة:

نعيش اليوم عصر رقمي يعلن عن تنوع المعرفة بحكم التطور الهائل للوسائل التكنولوجية، ولتبعات الانفجار المعرفي والثورة المعلوماتية؛ فنتج عنه تغيرا في جميع مجالات الحياة وخاصة في مجال التعلم، حيث تغيرت أهدافه ومجالاته وطرقه وأساليبه وظهرت مصطلحات ومسميات جديدة لطرق التعلم الحديث استجابة لرهانات الألفية الثالثة.

لذا أصبح لزاماً الاستفادة من الاتجاهات والتقنيات الحديثة لإعداد متعلمين قادرين على التعامل مع المعرفة واستخدامها في مواقف متغيرة والتفكير بطريقة عملية تطبيقية، فقد أصبحت مهمة تعليم العلوم وتنمية المهارات العلمية المختلفة وتوظيفها وربط المعارف الجديدة بما سبقها من الأهمية بمكان حتى تتحقق أهداف التربية العلمية في عصر المعلوماتية وبذلك يصبح التلميذ قادراً على المشاركة الفاعلة ومواجهة التحديات المعاصرة.

فأصبح من الضروري أن يتغير نمط التفكير داخل المؤسسات التعليمية من نمط التفكير التقليدي إلى نمط جديد يتناسب مع تلك المستجدات والمتغيرات.

والتفكير العملي يعد هدفًا ضروريًا من الأهداف التدريسية وينبغي تنميته لدى المتعلمين بمختلف المراحل الدراسية ليتمكنوا من وضع المفاهيم والأفكار النظرية موضع التنفيذ والتطبيق والتوظيف؛ فالتعامل والتكيف مع التطورات والمواقف الحياتية المحيطة وحل المشكلات في البيئة الفعلية اليومية أثناء الدراسة وخارجها كذلك (البيطار، ٢٠١٧).

والتفكير العملي هو التفكير التطبيقي أو التوظيفي للمعرفة، كما يعبر عن قدرة الطالب على المواءمة بين قدراته وحاجاته من ناحية، وبين متطلبات البيئة من ناحية أخرى خاصة البيئة الاجتماعية (زكريا وآخرون، ٢٠٢٠، ص. ١٠٥).

وقد أكد إبراهيم (٢٠١٩) على أهمية تنمية التفكير العملي التطبيقي لدى المتعلمين؛ إذ يساعدهم على تطبيق ما تعملوه واقعيًا، وبيئيًا، واجتماعيًا لما يواجهون من ظواهر ومشكلات، والقدرة على اتخاذ القرارات الحياتية المناسبة لواقعهم في ضوء مهاراتهم وخلفياتهم المعرفية، واطلاق خيالاتهم الاستشرافية حول المشكلات والظواهر المستقبلية، من خلال توظيف المعرفة في تفسيرها والتوصل لمؤثراتها والنتائج المترتبة عليها(ص.١٣٩).

فلا معنى لاكتساب المعرفة دون توظيفهًا عمليا لتحقيق النجاح في مواجهة مشكلات الحياة العملية، فكما يجب أن يكون المتعلم ناجحا أكاديميا فإنه ينبغي تنمية قدراته وطريقة تفكيره ليكون ناجحا في حياته العامة وفي مواقف الحياة المختلفة (الشريف، ٢٠٢٢، ص. ٤١٧).

وأنه ينبغي على المعلمين الربط بين ما يتم تدريسه في الفصل وبين مواقف الحياة الواقعية للطلاب وتشجيع الطلاب على إقامة روابط بين المعرفة التي يمتلكها وتطبيقها في الحياة عملياً؛ وهذا هو مغزى التفكير العملي التطبيقي Tari)

(&Rosana, 2019,p.2). ومن ثم ينصب الاهتمام بالتركيز على تنمية التفكير العملي التطبيقي ومهاراته في العملية التعليمية.

وحتى يتمكن التلاميذ من المشاركة في الأنشطة المتعلقة بمهارات التفكير العملي التطبيقي، لابد من وجود حافز ودافع قوي وحماس للمشاركة في المهام العلمية والعملية وهذا ما يطلق عليه الاندماج الأكاديمي.

ويعد اندماج الطالب في المدرسة مسألة مهمة في مختلف سنوات التعليم، فيلعب دوراً مهماً في جودة العملية التعليمية، ويساعد في تنمية نواتج التعلم المختلفة لدى المتعلمين، ويُمكنهم من تطبيق ما تعلموه في سياقات مختلفة، ومواقف جديدة تختلف عن مواقف التعلم. (عبد اللطيف، ٢٠٢١، ص.٥٦).

كما أن الاندماج الأكاديمي مؤشراً مهمًا يستخدم على نطاق واسع للأداء المدرسي والذي أثبت أهميته في الحياة المهنية للمتعلمين، فهو من المهارات الشخصية والمتغيرات التعليمية والأنشطة ومهامهما يعطينا صورة أكثر شمولية للطلاب وتعلمهم، وينظم الجوانب السلوكية والمعرفية والعاطفية للتعلم لدى الطلاب؛ لذا يجب على المعلمين وعلماء النفس المدرسي وصانعي السياسات وضعه في الاعتبار.(Feraco et al.,2023, p.110)

فيدفع الاندماج الأكاديمي الطلاب لزيادة المشاركة مع بعضهم البعض في أنشطة التعلم التي يمكن أن تؤثر على الأداء في ممارسة وتنفيذ تعلم المشروعات (Kristianto & Gandajaya, 2023)

ويُعد متغير الاندماج الأكاديمي من المتغيرات الوجدانية الهامة التي يجب أن توليها المؤسسات التعليمية اهتماماً كبيراً؛ لما له من تأثير على نتائج المتعلمين ليس فقط على التحصيل، بل ايضاً على التنمية الوجدانية والاجتماعية للمتعلمين. (مسيحة ،٢٠٢٢، ص.١١١)

وقد أوصت عدد من الدراسات بأهمية الاندماج الأكاديمي وتنميته (نصر، ٢٠١٩؛ عيلان وردام، ٢٠٢١؛ Amerstorfer & Freiin von Münster-Kistner, 2021؛ Kristianto & Gandajaya, 2023)

ولأن العلوم من الركائز الأساسية في اكساب الطلاب المهارات المختلفة وعلى رأسها التفكير والتصميم والتطبيق؛ لذا فإن التحدي الأكبر اليوم هو تدريس العلوم محتوى واستراتيجيات ومداخل وآليات، لأن أهم ما يناط بتعليم العلوم هو تعليم التفكير بمختلف مهاراته، وليس تلقي المعرفة، بل تحويلها الى ضابط للسلوك العلمي من خلال المهارات العلمية والأدائية العملية والعقلية كذلك (أبو عودة وأبو موسى، ٢٠٢١، ص.٢).

فيتوجب علينا إذن التفكير في كيفية نقل المتعلم من أنظمة التعليم المعتادة التي تعتمد على المعلم والكتاب كمصدر أساسي للمعرفة إلى أنظمة التعليم الحديثة التي تستخدم التكنولوجيا من أجل تنمية المهارات العقلية العملية لدى المتعلمين وفق مناحي تربوية جديدة تسهم في إعدادهم للاستجابة لرهانات الألفية الثالثة.

"وتمثل مبادرة تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM Education)أحد أهم قضايا الإصلاح التربوي في الفترة الراهنة للتعليم، والتكامل بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يسعى لإعداد جيل متنور في تلك المجالات وبما يسهم في تطبيق المعارف والممارسات المكتسبة لمواجهة التحديات التي تواجههم في حياتهم اليومية وسوق العمل. ويمثل التعلم القائم على المشروعات أحد الركائز الضرورية لتقديم تعليم (STEM) وتطبيقه عمليًا من خلال مشاريع يتبناها المتعلم يحاكي فيها ممارسات العلماء، وينمي مهاراته للقرن الحادي والعشرين." (زيد، ٢٠١٧).

إن منحى ستيم القائم على المشروعات (STEM-PBL) جدير بالتطبيق في المدارس؛ لأنه يجعل المدرسة أكثر نشاطاً وفاعلية للطالب، ويحسن التعلم طويل المدى، ويربط الطالب والمدرسة بالمجتمع المحلي، وينمي المهارات المختلفة، كما يتميز بالتنوع في المخرجات والتقويم ويعتمد على الأداء ونتاجات التعلم. (على، ٢٠٢٠)

فقد أكدت عدة دراسات على ضرورة تعميم التعلم بهذا المدخل في المراحل التعليمية المختلفة والاستفادة من تجارب دول العالم المتقدم التي طبقت هذا المدخل الجديد؛ كأحد أهم المداخل التدريسية التي تثري البيئات التعليمية بالمواد المحفزة للإبداع وبالمحتوى التكاملي الذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بحياة الطلاب وبمجالات سوق العمل ومتطلباته المتطورة الحديثة ؛ ومن خلاله يتم تعليم العلوم بتصميم المشروعات الابتكارية من جانب الطلاب بطريقة عملية بما ينمي مهارات التجريب والاكتشاف والتفكير خارج الصندوق؛ لذا يعد من أبرز الاتجاهات الإصلاحية بمجال التعليم.(عصر والغرقى، ٢٠١٥؛El Sayary et al.,2015 ؛عقل وأبو سكران، ٢٠٢٠؛ أبو عودة وأبو موسى ،٢٠٢١)

فالمنهج القائم على تعددية التخصصات وتطبيق المشروعات العملية التطبيقية ينمي التفكير النقدي والعملي ومهارات حل المشكلات والعمل الجماعي.

وهذا ما أشارت له غالبية الدول مؤخراً بالتأكيد على التكامل بطريقة المشروعات (STEM PBL)، خاصة في المدراس الابتدائية، وبإجراء أبحاث مستقبلية لتمديد فترة التدريس وتقييم التأثير طويل المدى للتعلم (Lu et al.,2022)

وقد أوصت نتائج عدة دراسات بضرورة النظر في مناهج العلوم بالمرحلة الابتدائية، بحيث تبنى في ضوء التعلم المبني على المشروعات، لما له من أثر بالغ في تطبيق العلوم ومعارفها في الحياة الواقعية، وفقًا لمتطلبات التعلم للقرن الحادي والعشرين بامتلاك تلاميذ المرحلة الابتدائية لمهارات القرن القادم؛ فهم سيعملون مستقبلاً في وظائف غير معروفة، لذا يجب تدريبهم على كفاءات ومواجهة تحديات الحاضر والمستقبل بتعليم ستيم القائم على المشروعات، فهو مزيجًا قويًا لتوفير فرص تعليمية جذابة وذات معنى وظيفي لهم.

(Chemerys et al.,2022؛ et al.,2022 Zayyinah؛ Ortiz-Laso, & Diego-Mantecón, 2022 ؛ ٢٠٢٣، جبر؛ Chistyakov et al.,2023)

ومما سبق يمكن القول أن منحى ستيم القائم على المشروعات (PBL STEM) تعليم فرضته العديد من الرؤي الراهنة والمستقبلية، لتحقيق تفعيل أنماط جديدة من التعلم والتفاعل التعليمي باستراتيجيات ومناحي تتيح إمكانية توظيف المعرفة العلمية بطرق مختلفة تلائم أنواع التعلم وابداعات المتعلم، الأمر الذي دعي الباحثة لمحاولة تجريب استخدام منحي ستيم القائم على المشروعات (PBL STEM) لتنمية التفكير العملي التطبيقي ومهاراته الهامة في الآونة الأخيرة بالإضافة الي تنمية الاندماج الأكاديمي لديهم.

مشكلة البحث:

تعكس الوثائق الرسمية في العديد من الأنظمة التعليمية أهمية دمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) والنظر في التعلم القائم على المشروعات (PBL) كوسيلة لدمج هذه التخصصات في الفصول الدراسية، كما أوصت دراسة سليمان وآخرون (Sulaiman et al.,2023) للدعوة لتصميم تعليم متكامل وهادف في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في شكل نهج متعدد التخصصات يركز على المنهج القائم على المشروعات PBL لما له من دور فعال في تحسين معتقدات الطلاب وزيادة اهتمامهم وفاعليتهم وجهدهم في أنشطة التعلم واندماجهم الأكاديمي.

من خلال ما سبق عرضه في المقدمة جاءت أهمية تطوير التعليم باستخدام مداخل واستراتيجيات حديثة تنمى مهارات تفكير مختلفة عن تلك المهارات الأساسية التي يتم تنميتها دوماً في المواقف التعليمية، وأن يتم تدريس العلوم وفقا لمنحي ستيم القائم على المشروعات (STEM PBL)، فقد دعت دراسة (Chemerys et al.,2022) الى الانخفاض الكبير في اهتمام الطلاب بتخصصات العلوم والرياضيات التي تشكل معرفتها أساس التقنيات الحديثة على مختلف المستويات والاتجاهات، لذا على المتخصصين التربويين مراجعة جذرية لبرامج التدريب المرتبطة مباشرة بإعداد التلاميذ منذ الصغر لأدوار جديدة في المجتمع، وإتقانها بالتقنيات والمعرفة والمهارات التي تلبي احتياجات مجتمع المعلومات في المستقبل.

وعلى جانب آخر أظهرت كثير من الدراسات التربوية أن للتفكير العملي التطبيقي ارتباط قوي بالأهداف التعليمية، ولكن لا يتم توظيف ذلك في المناهج التعليمية والسبب يرجع الي الطرائق التقليدية التي اعتاد عليها المعلمون في الشرح وتناول القضايا العلمية بالمحتوى الموجود أمامهم، ومن هذه الدراسات التي أكدت على أهمية تناول مهارات التفكير العملي التطبيقي ضمن المحتويات المختلفة دراسة (إبراهيم، ٢٠١٩)، ودراسة (أبو جادو والناطور، ٢٠١٦) التي أوصت نتائجها بضرورة ربط التعلم بالحياة العملية من خلال إجراء بعض التعديلات في

المناهج وطرائق التدريس، والتقييم، وضرورة جعل التعلم والتعليم وظيفياً، ودراسة (إبراهيم، ٢٠٢٢) التي أكدت على ضرورة تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي لدى المتعلمين وذلك بإنتاج المعارف المتضمنة بالمنهج الدراسي وتطويره بالصورة التي تساعدهم على التعلم من خلال أداء المهام والإجراءات العملية وممارسة الأنشطة العقلية التي تسهم في تطبيق المعرفة وظيفياً، كما أوصت نتائج دراسة بايسال وآخرون (Baysal et al,2022) بضرورة تقديم أنشطة عملية للطلاب لتنمية مهارات التفكير لديهم لزيادة مستوى التفكير العملي الابتكاري والعلمي، ولتفعيل ذلك ينبغي أن تدرس المناهج العلمية المتجددة ، للطلاب بطرق وتقنيات تدريس مختلفة عن ذي قبل.

الي جانب بعض الدراسات في البيئة الأجنبية التي أشارت الى ضعف مهارات التفكير العملي التطبيقي لدى المتعلمين في المراحل التعليمية المختلفة مثل: دراسة (Tari & Rosana, 2019) التي أشارت لضعف مهارات التفكير العملي والنقدي في ظل تحديات القرن الحادي والعشرين والتي تتطلب تعلم الطلاب بناء معارفهم الخاصة؛ بل والبحث عنها وتطبيقها في التعلم، ودراسة (Suciana & Sausan, 2023) التي أوضحت أنه لا تزال مهارات التفكير العليا ومنها التفكير التطبيقي لدى الطلاب منخفضة نسبيًا وتحتاج إلى تحسين، ودراسة (Wan et al., 2022)بأن أغلب ما يتلقاه التلاميذ في تعلمهم لمادة العلوم لا يدعم التفكير العملي التطبيقي، ودراسة (Baysal et al ,2022) التي دعت لإعادة هيكلة النظم التعليمية وتحديث وتطوير المناهج المنظمة في مهارات التفكير بإضافة مهارات عملية مبتكرة أو علمية خاصة عند دراسة مادة العلوم.

وعلى الجانب الآخر دعت دراسة (عبد اللطيف، ٢٠٢١) لأهمية تناول متغير الاندماج الأكاديمي؛ فقد توصل إلى وجود مشكلات شائعة لدى الطلاب في مواقف التعلم مثل (عزوفهم عن الدراسة، وعدم متابعة المعلمين أثناء الشرح، والتأخر في الحضور، وضعف مشاركاتهم في الأنشطة المنهجية واللامنهجية، وضعف التركيز مع المعلم، .....).

وعلى الرغم من أن دراسة (بوراس، ورويم، ٢٠٢٠) توصلت إلى وجود علاقة بين الاندماج والتحصيل، إلا أن هذه العلاقة كانت ضعيفة، وذلك نتيجة عدة عوامل منها، عدم رضا التلاميذ عن مناهج وطرق التدريس وعدم وجود بيئة مدرسية غير مشجعة وداعمة لتعلم التلاميذ، وكذلك معايشة التلاميذ لمشاعر الملل والغضب...

كذلك قامت الباحثة بعمل مقابلات مع مجموعة صغيرة من بعض معلمي مادة العلوم في إحدى المدارس التابعة لإدارة أبو حماد التعليمية في العام ٢٠٢٢-٢٠٢٣م، والذين أوضحوا أن مادة العلوم بالصف الخامس الابتدائي تحتوي على عدد من المشروعات العلمية التطبيقية لما يدرسه التلاميذ؛ مما يجعلها من أكثر المواد الدراسية الممتعة والتطبيقية للتلاميذ عند دراستها، ولكن بالرغم من ذلك إلا

إنهم أنفسهم كمعلمين لهذه المادة لا يقوموا بتدريسها بالطريقة العملية التكاملية في موضوعاتها، ولا يدرسوا تلك المشروعات بطريقة تطبيقية ولكن بصورة نظرية، ولم يقوموا يوماً ما بالجمع بين التعلم القائم على المشروعات ومنحى ستيم .

ومما أكد هذا الأمر سؤال الباحثة لمجموعة من تلاميذ المرحلة الابتدائية بالصف الخامس الابتدائي من خلال مقابلة غير مقننة تمثلت فى مجموعة من الأسئلة المفتوحة•، والذين أكدوا على عدم معرفتهم بمصطلح ستيمSTEM وكيفية التكامل بين العلوم والمواد الأخرى، وكذلك لا يعرفون خطوات طريقة المشروع، ولا يتعاونون في الفصل لحل مشكلة علمية ما حول ما يدرسونه من موضوعات مادة العلوم وإنهم يدرسون ما بها من معلومات وظواهر علمية ومشروعات مكتوبة بطريقة نظرية من خلال شرح المعلم فقط مفتقدين في ذلك للجانب العملي التطبيقي لموضوعات ومشروعات هذه المادة ودون الاندماج خلالها أو فيما يدرسونه.

كما يأتي هذا البحث انسجاما مع التطورات العالمية الحالية وتماشياً مع ما تنادي به الاتجاهات الحديثة في ميدان التربية العلمية من تطبيق مداخل واستراتيجيات تدريسية حديثة، فجاءت فكرة البحث الحالي لتعليم العلوم من خلال منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL).

بناء على ما سبق تتلخص مشكلة البحث الحالي في: أنه أصبحت الطرق المعتادة في تدريس العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية غير صالحة لتقديم المحتوى العلمي لمادة العلوم وموضوعاتها بطريقة تطبيقية عملية، وغير جاذبة للتلاميذ ولا تساعد في اشراك التلاميذ في مواقف التعلم سواء بصورة جماعية أو فردية، مما أدى لضعف مهارات التفكير العملي التطبيقي وعدم اندماجهم كذلك في دراسة التلاميذ لمادة العلوم؛ مما جعله مبررًا دفع الباحثة لمحاولة تجريب منحي ستيم القائم على المشروعات (STEM PBL) لتنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي لديهم عند دراسة العلوم.

أسئلة البحث:

وللتصدي لمشكلة البحث الحالي تم وضع السؤال الرئيس التالي:

ما فاعلية تدريس العلوم باستخدام منحي ستيم القائم على المشروعات(PBL-STEM) في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية؟

ويتطلب ذلك الاجابة عن الأسئلة الفرعية التالية:

١- ما فاعلية تدريس العلوم باستخدام منحي ستيم القائم على المشروعات (STEM PBL) في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية؟

• ملحق (١) : الأسئلة المفتوحة الموجهة للتلاميذ حول مشكلة البحث.

٢- ما فاعلية تدريس العلوم باستخدام منحي ستيم القائم على المشروعات (STEM PBL) في تنمية الاندماج الأكاديمي لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

تقصي فاعلية تدريس العلوم باستخدام منحي ستيم القائم على المشروعات (STEM PBL) في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية.

أهمية البحث:

نبعت أهمية البحث الحالي في مدى الاستفادة منها من قبل الجهات التالية:

أ-بالنسبة للتلاميذ: مواكبة الاتجاهات الحديثة التي تنادي بضرورة تنمية مهارات تفكير عليا لديهم بمراحل تعليمهم المختلفة، باستخدام مداخل حديثة تُدمج مهارات التفكير العملي التطبيقي بالمحتوى الدراسي للمواد العملية كالعلوم، لمسايرة تغيرات البيئة المحيطة وتفسيرها وحل مشكلاتها بطريقة عملية وظيفية.

ب- محاولة إلقاء الضوء على بعد هام من الأبعاد الوجدانية المرتبطة بسلوكيات التلميذ التعليمية عند دراسة العلوم: وهو الاندماج الأكاديمي.

ج-بالنسبة للمعلمين: تغيير نمط التدريس المعتاد لشكل جديد يعتمد في مراحله على مهارات عليا مهمة للمتعلم وتقديم دليل معلم باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في العلوم يمكن للمعلمين استخدامه على وحدات أو مواد أخرى.

د- تقديم بعض الادوات التي قد تفيد في قياس متغيرات: مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي.

و-قد يمهد البحث الحالي لإجراء أبحاث أخرى في مهارات التفكير العملي التطبيقي ومنحى STEM PBLوالاندماج الأكاديمي في مختلف المراحل التعليمية.

فروض البحث:

سعى البحث الحالي للتحقق من صحة الفروض التالية:

١- يوجد فرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وفي أبعاده الفرعية بعديًا لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار مهارات

التفكير العملي التطبيقي ككل وفي أبعاده الفرعية بعديًا لصالح التطبيق البعدي.

٣- يوجد فرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس الاندماج الأكاديمي ككل وفي أبعاده الفرعية بعديًا لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٤- يوجد فرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس الاندماج الأكاديمي ككل وفي أبعاده الفرعية بعديًا لصالح التطبيق البعدي.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على:

١- عينة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بمدرسة العمارة الابتدائية بإدارة أبو حماد التعليمية بمحافظة الشرقية: إذ تتسم هذه المرحلة بنشاط التلاميذ وزيادة النمو العقلي والرغبة في التعلم وتقصى الحقائق واكتشاف الجديد والتفكير فيه وتطبيقه، كما إنها مرحلة تتشكل فيها رغبة التلميذ في التعلم ومشاركته في المواد العلمية وزيادة رغبته في دراستها ومواصلة ذلك فيما بعد من مراحل تعليمية.

٢-الاقتصار على مهارات التفكير العملي التطبيقي في (الملاحظة، الرسم، التفسير، توقع النتائج، توليد الاحتمالات)، وذلك لأنها تتناسب مع طبيعة البحث الحالي وطبيعة مجموعة البحث.

٣-الاقتصار على أبعاد الاندماج الأكاديمي (المعرفي- السلوكي- الوجداني- الاجتماعي)، وذلك لأنها تتناسب مع طبيعة البحث الحالي وطبيعة مجموعة البحث.

٤- الوحدة الثالثة(الموارد الطبيعية على سطح الأرض) بكتاب العلوم للصف الخامس الابتدائي بالفصل الدراسي الثاني، إذ يمكن تقديمها باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات، كما أنها غنية بالعديد من الظواهر الطبيعية والمفاهيم العلمية حول البيئة والمشكلات الحياتية الواقعية التي نعايشها وتحتوي على العديد من الأنشطة والمشروعات العلمية التي لا يدرسها التلاميذ تطبيقياً، كما أنها ستتيح الفرصة للمعلم لتقديم المحتوى وتنفيذ المشروعات بما يسهم في إعمال عقل المتعلمين وتستثير دافعيتهم للتفكير المطلوب تنميته والاندماج الأكاديمي كذلك.

٥-تم تطبيق البحث في الفترة الزمنية من الأحد ٢٠٢٣/٢/١٢ حتى الخميس٢٠٢٣/٣/١٦م في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٢-٢٠٢٣م.

منهج البحث:

استخدم البحث الحالي:

١- **المنهج الوصفي:** لمسح الدراسات والبحوث والأدبيات ذات الصلة بمتغيرات البحث (منحي ستيم القائم على المشروعات- مهارات التفكير العملي التطبيقي- الاندماج الأكاديمي)

٢- **المنهج التجريبي:** باستخدام التصميم شبه التجريبي ذو المجموعتين التجريبية والضابطة لاختبار صحة فروض البحث، ويشمل المتغيرات التالية:

- **المتغير المستقل:** منحي ستيم القائم على المشروعات
- **المتغيران التابعان:** مهارات التفكير العملي التطبيقي- الاندماج الأكاديمي.

مصطلحات البحث:

بعد الاطلاع على أدبيات البحث بما تضمنته من دلالات نظرية مرتبطة بمتغيرات البحث الحالي؛ **تم تحديد مصطلحات البحث إجرائيًا** على النحو التالي:

١- منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM - PBL)

نموذج تعليمي منظم ومتكامل يجمع بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات من خلال تنفيذ مشروع ما لتحقيق هدف تعليمي متكامل، يتم التركيز خلاله على الدور التفاعلي النشط للمتعلم والاهتمام بتنميته من جوانب متعددة تشمل النواحي الشخصية وقدرته على التفكير العملي التطبيقي مما يحقق الفهم المتكامل للظواهر والمفاهيم العلمية، واكتساب المعارف العلمية بطريقة تكاملية لتنفيذ مشروع مبسط لتفسير أو حل المشكلات الحياتية الواقعية داخل المدرسة وخارجها.

٢- مهارات التفكير العملي التطبيقي::Applied practical thinking skills

قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على توظيف وتطبيق المعارف العلمية التكاملية التي تعلمها بمادة العلوم بصورة عملية لمواجهة وحل المشكلات العلمية وتنفيذ المشروعات المختلفة من خلال مهارات (الملاحظة -الرسم- التفسير- توقع النتائج – توليد الاحتمالات)، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي المعد لذلك.

٣- الاندماج الأكاديمي:Academic Engagement :

مدى مشاركة وتركيز واهتمام تلاميذ الصف الخامس الابتدائي في أداء المهام والأنشطة التعليمية العملية المختلفة التطبيقية لتنفيذ مشروع مبسط أو التوصل لحل مشكلة معينة أثناء دراستهم لمادة العلوم وفقا لتعليم ستيم القائم على المشروعات، مما ينتج عنه مخرجات تعليمية متكاملة هادفة عالية المستوى، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في المقياس المعد لذلك في الأبعاد الأربعة للاندماج(المعرفي- السلوكي -الاجتماعي- الوجداني).

أدبيات البحث:

تم تناول المتغيرات التالية (منحي ستيم القائم على المشروعات، التفكير العملي التطبيقي، الاندماج الأكاديمي) مدمجاً بها الدراسات السابقة.

أولاً: منحى ستيم القائم على المشروعات (Project Based Learning - STEM)

١-مفهوم منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM - PBL):

عَرفه زيد (٢٠١٧) بأنه:" مدخل تعليمي لمجالات STEM ستيم يقوم على النظرية البنائية الاجتماعية متضمنا حل المشكلات، الدراسات البينية، أسئلة مفتوحة النهاية، أنشطة وممارسات يدوية، عمل وأنشطة جماعية تفاعلية".

بينما عَرفه عقل وأبو سكران (٢٠٢٠) بأنه: "منحى تعليمي يقوم على تحقيق التكامل بين عدة تخصصات من خلال الدمج بينها في بناء تعليمي واحد، بهدف تطوير مهارات حل المشكلات العلمية والحياتية من خلال انتاج مشروعات تعليمية إبداعية، وتأهيل الطلبة لسوق العمل"(ص٣٥).

في حين عرفه أبو عودة وأبو موسى (٢٠٢١) بأنه: " استراتيجية تعلم جماعية، ونشاط غرضي تصاحبه ممارسة عملية، ويجرى في محيط اجتماعي، كما أنه نشاط متنوع يقوم به الفرد بمفرده أو مع أفراد الجماعة بقصد تحقيق بعض الأهداف، خارج أوقات الحصة الدراسية أو داخلها بمتابعة واشراف من المعلم، وفق أهداف وضعت له مسبقاً عن طريق معلم المادة".(ص.٦).

وتناوله روشيمي وآخرون Rochim et al (2022,p. 72) كأسلوب تعليمي يحركه استفسار الطلاب وبتوجيه المعلم لتطبيق المشروعات في أحد موضوعات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أو بطريقة متعددة التخصصات لإنشاء المشروعات من قبل الطلاب ومشاركتها مع أقرانهم، مما يتيح فهمًا أكبر وأعمق للموضوعات، وزيادة التحفيز للتعلم، من خلال تحدى الطلاب بمهام حقيقية في سياقات العالم الحقيقي لتطوير واستخدام معرفتهم بمواضيع مختلفة.

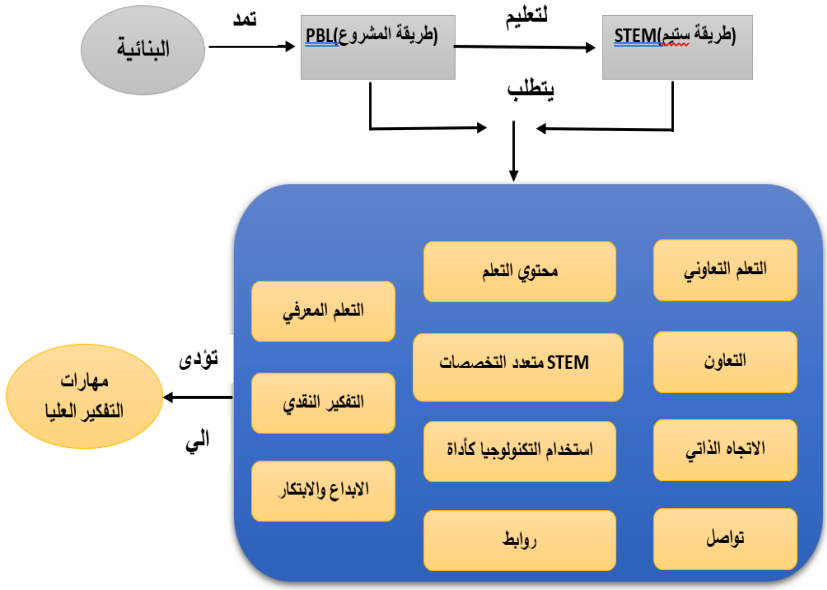
وعرفه لو وآخرون Lu et al (2022) بأنه: طريقة تدريس مصممة لتشجيع الطلاب لتنفيذ المهام ولممارسة العمل في الحياة الواقعية متضمنا منهجًا ديناميكيًا للفصل الدراسي، مؤكدا على التعلم طويل المدى ومتعدد التخصصات ومركزا على الطالب، معتمدا كنوع للتعلم على نظرية بياجيه وديوي حول البنائية (P.2557).

كما تناوله زينه وآخرون Zayyinah et al (2022) بأنه : نموذج تعليمي يشترك فيه الطلاب بصورة نشطة فاعلة في أنشطة التعلم لاستكمال مشروع واحد أو عدة مشاريع وثيقة الصلة بالحياة اليومية لحل المشكلات الواقعية بإعطائهم المزيد من الوقت لتنفيذ المشروعات بشكل فردي أو جماعي من خلال قدرتهم على تطبيق معارفهم وتطوير مهارات التفكير المختلفة والمهارات العملية لديهم عن

طريق دمج التخصصات المختلفة في تطبيق المفاهيم في شكل مهام المشروع مما يحسن مهارات القرن الحادي والعشرين المتعددة لديهم(p.252).

ويمكن دمج تطبيق نموذج التعلم القائم على المشروعات (PBL) في أنشطة التعلم مع منحى(STEM)، وذلك لأن نموذج PBL له أوجه تشابه مع منحى STEM، إذ يمكن تطبيق الموضوعات في STEM بأنشطة التعلم من خلال نموذج PBL، ومن خلال هذا التكامل، يمكن تحسين مهارات التفكير النقدي لدى الطلاب، بل وتحسين الأمور العلمية الأخرى وشخصية الطلاب. (Suciana & Sausan, 2023, p.134)

والشكل التالي يوضح العلاقة بين منحى ستيم وطريقة المشروع:



شكل (١): العلاقة بين منحى ستيم STEM وطريقة المشروع PBl(El Sayary et al., 2015,p.360)

٢-خطوات التدريس بمنحى ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL):

أوضح زيد (٢٠١٧) الخطوات التالية لاستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL) في التدريس كما يلي:

(٢-١)- التوجه: يقوم المعلم مع الطلاب بمناقشة مجموعة من الموضوعات.

(٢-٢)- تحديد وتعريف المشروع: يكتب الطالب الأسئلة المحتملة للتقصي والبحث عن الموضوع لتحديده...، فعند الإجابة بنعم يكمل للمرحلة ٣ أما عند وجود لا يعدل الفكرة.

(٢-٣) -التخطيط للمشروع: (تحديد عدد الطلاب - المنتجات التي تدل على التعلم – وضع إطار لتقويم ما الذي وكيف يتعلمه الطالب).

(٢-٤) -تطبيق المشروع :يقوم على الممارسة العملية، استخدام الأدوات، استخدام التقنية لجمع وتسجيل البيانات.

(٢-٥)-توثيق وعمل التقارير حول نتائج المشروع.

(٢-٦) -تقويم التعلم من خلال المشروع. عادة ما يكون التقييم تكوينيًا ومستمرًا، ويقدم المعلمون التغذية الراجعة والتوجيه خلال المشروع، فالتقييمات النهائية تخذ شكل العروض التقديمية أو المنتجات التي توضح تعلم الطالب وإتقانه لأهداف التعلم.

في حين حدد كل من(روشيمي وآخرون؛ وأدرياواتي وآخرون) الخطوات العملية في تعلم ستيم القائم على المشروعات STEM-PBL في الخطوات التالية: (Rochim et al, 2022, p.216؛Adriyawati et al.,2020. p.1866-1869)

لتطبيق تكامل STEM-PBL في فصل العلوم اتباع خمس خطوات، هي:

المرحلة الأولى: التأمل / التفكير (Reflection): يقوم المعلم بجذب انتباه الطلاب وتحفيزهم للتأمل في المشكلة والتفكير فيها لتعريفهم بالموضوع أو بالمشكلة وتحديدها بطرح عدد من الأسئلة الأساسية التي تتعلق بحياة الطلاب اليومية، والبدء فورًا في التفكير والبحث، كما يتم هنا الربط بين ما هو معروف وما يجب أن يتعلمه الطلاب.

ب) المرحلة الثانية: البحث (research): يتم إعطاء الطلاب أنشطة في شكل مهام مع مناقشتهم في المواد التعليمية المتعددة لدعم أنشطة المشروع التي سيتم تنفيذها، ودور المعلم هنا توجيه الطلاب لأخذ مصادر المعلومات الصحيحة وذات الصلة والتي تتضمن الحقائق والمفاهيم والنظريات العلمية المتعلقة بالمشروع.

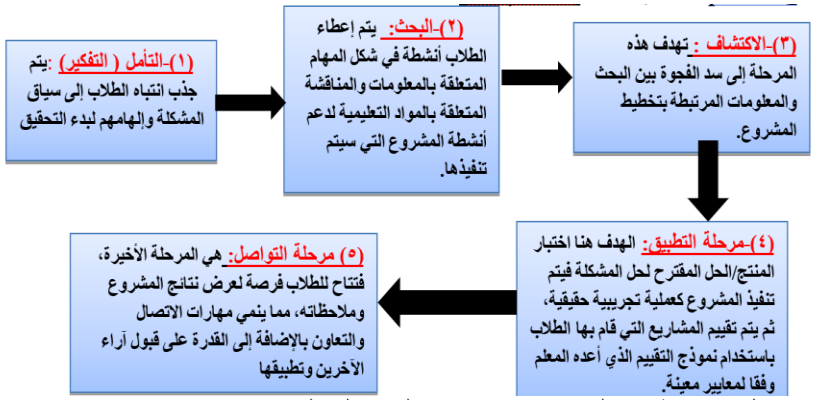
ج) المرحلة الثالثة: الاكتشاف (Discovery) : تهدف لسد الفجوة بين البحث والمعلومات المرتبطة بتخطيط المشروع، وعلى الطلاب تطبيق المعرفة حول العلوم بشكل إبداعي، فيتم تقسيم الطلاب إلى مجموعات تعاونية صغيرة لتقديم حلول للمشكلات، والمعلم هنا يسهل للطلاب معرفة المزيد من المعلومات بتقديم مواد إثرائية لمساعدتهم في تخطى الصعوبات واكتمال الإجراء التجريبي لتنفيذ المشروع الذي حددوه والتفكير فيه بشكل أكبر، تمهيدا لحل المشكلة.

د) التطبيق (Apply): هنا يتم اختبار المنتج/الحل المقترح للمشكلات، سيقوم الطالب باختبار الحل/ المشروع بموجب شروط محددة مسبقاً وتطبيقها لتحسين الخطوة السابقة، فيتعلم الطلاب الربط بين تخصصات STEM، وهنا يتم تنفيذ المشروع كعملية تجريبية حقيقية، ويتم تقييم المشروعات التي قام بها الطلاب باستخدام نموذج التقييم الذي أعده المعلم وفقا لمعايير معينة.

هـ) المرحلة الخامسة: التواصل(communication) : هي المرحلة النهائية المهمة في التعلم، إذ تتاح الفرصة للطلاب لعرض نتائج المشروع وملاحظاته أو

الحل، وهي خطوة مهمة جدا لتطوير مهارات الاتصال والتعاون بالإضافة إلى القدرة على قبول آراء الآخرين وتطبيقها، وذلك من خلال العرض التقديمي للطلاب في كل مجموعة حول المشروع الذي قاموا به.

وسوف تلتزم الباحثة بتطبيق هذه الخطوات لتنفيذ منحى ستيم القائم على المشروعات لتدريس موضوعات وحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) بكتاب العلوم بالصف الخامس الابتدائي موضع اهتمام البحث الحالي، وتتلخص تلك الخطوات الخمس في الشكل التالي:



شكل (٢) خطوات التدريس بمنحى ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL)
(Adriyawati et al.,2020. p.1865)

بينما توجد ٥ مراحل أخرى للتعلم بمنحى ستيم القائم على المشروعات ذكرها كلا من (Hanif et al,2019. p. 51-53 ؛Lu et al,2022) والتي يمكن اعتمادها للمعلم وهي مرحلة (الاعداد -التنفيذ- العرض- التقييم – التصحيح) ، وعند اجراء تعلم (STEM PBL) ، يُقسم الفصل إلى خمس مجموعات تتكون كل منها من خمسة طلاب لإنشاء المشروع.

و تتحدد أنواع المشروعات(STEM PBL) عند تطبيقها بمنحى ستيم :
من خلال تحديد نواتج التعلم الي ما يلي: (زيد،٢٠١٧)

- مشاريع حل المشكلات :تصمم لتعليم حل المشكلات ومهارات التفكير الناقد.
- مشاريع المهارات والعمليات : تصمم لاكتساب المهارات العلمية وعمليات العلم.
- مشاريع التصميم والهندسة: لاكتساب الممارسات العلمية والهندسية.
- مشاريع المحتوى : تصمم من أجل تعلم المفاهيم المحددة في المحتوى والمعارف والقوانين.

٣- أمور يجب مراعاتها لتحقيق فاعلية استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL) في التدريس: ذكر عقل وأبو سكران (٢٠٢٠) أنه يجب أن:

- تتضمن الدروس والأنشطة مواقف تتطلب حلول إبداعية متعددة حتى يستفيد المتعلمون من أخطائهم، وتصوب أفكارهم نحو اكتشاف الحلول وتصميمها.
- تراعي الأنشطة المستخدمة تعريف المشكلة وإجراء البحوث وتطوير أفكار متعددة للحلول وانشاء نماذج أولية ثم اختبارها وتقييمها وإعادة تصميمها.
- تُشرك الدروس والأنشطة التلاميذ في أعمال جماعية منتجة، وتجعلهم يعملون ضمن فريق واحد مما يسهم في زيادة قدراتهم التفكيرية ومهاراتهم الأدائية بشكل أكثر اثراء من العمل الفردي (ص.٣٩).

وفي هذا الصدد، لتكون الدروس فعالة تماماً، حددا هاوراي وأورتيز لاسو، وديبغو مانتيكون عدد من المبادئ والمعايير الأساسية التي يجب اتباعها في تعلم ستيم القائم على المشروعات: (Ortiz-Laso, & Diego-Mantecón, 2022؛ Hawari,2020)، هي:

أ-مشكلة أو سؤال صعب: يجب البدء بالأسئلة الصعبة المفتوحة والمتعددة الأغراض والتي تتطلب الكثير من الحلول، من خلال تصميم وتنفيذ مشروع، ليصبح التعلم أكثر عمقًا ووظيفيًا لدى المتعلمين.

ب-التكامل العميق للمحتوى العلمي بين التخصصات المختلفة (البينية): يجب أن تعمق معرفة الطلاب بالمواد الأساسية في دروس PBL من خلال التوافق مع المعايير الأكاديمية للتكامل بين التخصصات البينية (العلوم، الرياضة، التكنولوجيا، الهندسة)، فالمفاهيم والمهارات يجب أن تُدرس ضمن موضوع مشترك بين التخصصات للحصول على عمق المعرفة وتطبيقها عمليًا.

ج- دور الطالب: يجب أن يكون قادرًا على الممارسة واتخاذ القرارات حول كيفية حل المشكلة موضع الحل أو السؤال الصعب.

د-التحقق والتقصي المستمر: الاستقصاء هو صميم جميع دروس PBL الفعالة، فيتم استخدام المشكلات أو الأسئلة الصعبة لبدء تحقيق تصميم لحل المشكلة أو الإجابة على السؤال، فيبدأ المشروع بسؤال الطلاب، "ماذا نعرف؟" و "ما الذي نحتاج إلى معرفته؟"

هـ التأمل: تتيح هذه الخطوة للطلاب استخدام مهارات التفكير النقدي والابتكار إما للمضي قدمًا في خطتهم أو إجراء التعديلات اللازمة.

كما حدد أوبن Ubben (2019) المعايير التي سيتوافق معها المشروع في تعليم ستيم وتقييمها فيما يلي:

- تحديد موضوع المشروع- وتحديد السؤال الرئيسي.
- تخطيط وإنشاء التقييم (التقييمات).
- تحديد الجمهور الذي سيعرض عليه الطلاب مشاريعهم ونتائجهم النهائية.
- تقديم ملخص المشروع.
- التعرف على مهارات القرن الحادي والعشرين وتقييمها ببساطة.
- تحديد مدة المشروع والجدول الزمني للأنشطة.

- تحديد أهداف الدرس اليومية ضمن نطاق مدة المشروع.

٤-خصائص ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL) في التدريس:

أوضح زيد (٢٠١٧) أنه يتم من خلال STEM-PBL دمج مبادئ التصميم الهندسي في فصول غنية بالمشروعات، تكون فيه المهام غير محددة، ويعتمد على نواتج التعلم – يكون فيه التعلم جماعي تعاوني - والمعلم ميسر ويتضمن أنشطة تعاونية مع تحديات ذاتية من خلال اعتماده على: المعايير بدل الأهداف- والمشكلات الحقيقية.

- أن يكون النجاح بالأداء بدل الدرجات، والطالب هو من يدير وقته ونجاحه- وتوفر الوقت الكافي لدى الطلاب لبناء سياقاتهم الخاصة في التعلم.
- طريقة فعالة لتوصيل وتقييم المنتجات من خلال التعلم الاجتماعي.
- احتياجه لوقت أطول من الدروس التقليدية للبحث وصياغة الأسئلة والنقاش وإعداد التقارير والعروض، وبناء المنتجات.

كذلك أضاف علي (٢٠٢١) للخصائص السابقة للمنحى: أنه يعتمد على المعايير ومنها معايير العلوم الجيل القادم NGSS أو المعايير الأساسية المشتركة للرياضيات CCSSM .

بينما وضع تشيستياكوف وآخرون (Chistyakov et al., 2023,p.2)خمس سمات أساسية للنهج القائم على المشروعات لتعلم العلوم هي:

- إثبات الصلة بحياة الطلاب من خلال الاستكشاف وطرح الأسئلة للتحقيقات.
- إشراك الطلاب في ممارسات العلوم والهندسة مثل استنتاج المقترحات والفروض، وتحليل البيانات، وبناء النماذج.
- التعاون مع الأقران والمعلمين وأفراد المجتمع لإيجاد الحلول للمشكلات العلمية أو الأسئلة موضع التحقق والبحث.
- استخدام وتطبيق أدوات التكنولوجيا لتعلم العلوم.
- إنشاء المنتجات اليدوية (المشروعات) لإظهار ما تعلمه الطلاب.

إن فهم العلاقة المتبادلة بين مبادئ التعلم القائم على المشروعات (PBL) يحدد بوضوح الشروط المطلوبة لتعلم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) بشكل فعال، وهذا ما أكدته دراسة أوبن Ubben (2019) أنه يمكن استخدام التعلم القائم على المشروعات في أي فصل تعليمي؛ فهناك تكامل لاستراتيجيات التعلم القائم على المشروع والتخصصات البينية بـستيم مع بعضها البعض، مما يتيح للطلاب وضع الافتراضات واستكشاف الفرص المتعددة لتغيير أو التغلب على المشكلات العلمية أو الواقعية، وخلاله يفكر الطلاب بشكل نقدي واستكشافي لحل السؤال الرئيسي.

٥- أهمية استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL) في تدريس العلوم:

تأتي أهمية استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في المدارس، كونه يجب تغيير طريقة تدريس العلوم المعتادة؛ ليتمكن المتعلمين خلاله من اكتساب معرفة أعمق عن طريق الاستكشاف النشط لتحديات ومشاكل العالم الحقيقي؛ بالانغماس في المعرفة العلمية وتعلم الموضوعات بطريقة تطبيقية جديدة قائمة على التكامل بين التخصصات واستخدام خطوات المشروع، فيكتسبوا مهارات القرن الحادي والعشرين والتواصل الاجتماعي، والدافعية والحافز للتعلم، بالإضافة لشعور المعلم بالإثارة والرضا في الموقف التدريسي بمساعدة طلابه على التعلم، والاحتفاظ بالمعلومات لفترة أطول، والبقاء مشاركين ومتحمسين.

لذا؛ فتعلم ستيم القائم على المشروعات:

- ينمي مهارات النجاح ومهارات القرن ٢١ في المراحل التعليمية المختلفة وفرص العمل.
- يجعل الطالب ينفذ المشروع ويُقَيم نفسه ذاتيًا ويستخلص النتائج، ويحول فشله لمحاولة أخرى من النجاح. (زيد،٢٠١٧)

إن استخدام ستيم القائم على المشروعات STEM-PBL من التوجهات الواعدة في تعليم العلوم، فعملية التعلم القائمة عليه مهمة للغاية؛ إذ يقدم فرصة للطالب لفهم الظواهر والعالم الحقيقي من حوله ويدعم ربط المحتوى بالمجالات والتخصصات البينية، ويُمَكنهم من اكتساب مهارات التفكير العلمي والابتكاري وحل المشكلات والتواصل الفعال والتشارك مع زملائه والتدريب على الأداء العملي التطبيقي لما تعلمه، ويتميز بالتنوع في المخرجات والتقويم ويعتمد على الأداء ونتاجات التعلم؛ كما يجعل الطلاب يمرون خلاله بمراحل التفكير والبحث والاكتشاف والتطبيق لمشروع عملي، فيتعلم الطلاب بشكل أفضل عندما يكتمل حل المشكلات الواقعية بنقل المعلومات في بيئة تعليمية تطبيقية، وهذا هو الهدف من دمج التعلم القائم على المشروعات (PBL) في تعليم العلوم(et al.,2021, p.2 Kurniati؛علي، ٢٠٢٠؛ Hawari,2020؛ Laboy-Rush,2015)

وفي هذا الصدد أكدت العديد من الدراسات على أهمية استخدام منحى STEM-PBL في التدريس:

ومنها دراسة(Hanif et al, 2019) التي أكدت أن الطلاب يتعلمون بشكل أفضل إذا شاركوا في نشاط تعليمي مفيد من خلال منحىSTEM-PBL ، فخلاله انخرط الطلاب في التعلم الهادف بتطبيق مهارات الاستكشاف والفضول العلمي والخيال والتحدي من خلال دراسة مفاهيم (الكثافة والطفو والسوائل والحرارة، نقل الطاقة الحرارية، الضوء والبصريات) لدى عينة من تلاميذ المرحلة الإعدادية.

ودراسة عقل وأبو سكران (٢٠٢٠) التي أوصت نتائجها من خلال تطوير نموذج تعليمي قائم على أنشطة STEM لإنتاج المشروعات التعليمية الابداعية

بضرورة استخدام منحى STEM-PBL ، مع التأكيد على ضرورة توفير بيئات تعليمية غنية بالمواد والأدوات التي تتيح الفرصة للتلاميذ في جميع المراحل التعليمية للقيام بالتجريب والابتكار وتصميم المشروعات التعليمية الإبداعية في الواقع كذلك.

في حين توصل بحث كورنياتي وآخرون (Kurniati et al.,2021) إلى فاعلية الوحدة الإلكترونية المطورة باستخدام (STEM PBL) لتحسين مهارات التفكير النقدي والدافعية للتعلم لدى عينة عددها ٣٠٨ من الطلاب في مادة ديناميكية سائلة، بمقاطعة لامبونج بإندونيسيا، مما ساعد في إنتاج تعلم هادف للطلاب من خلال التكامل المنهجي للمعرفة والمفاهيم والمهارات، وتمكنهم من حل المشكلات، كما أصبحوا مبتكرين ومخترعين، ومدركين للتكنولوجيا وتطبيقها في تنفيذ المشروعات.

وهذا ما أكدته نتائج دراسة لو وآخرون(Lu et al,2022,p.2554) بأهمية منحىSTEM-PBL، لأنه يركز على المتعلمين وتفاعلهم مع المجتمع، واستجابتهم للتحديات والمشكلات التي يواجهونها، من خلال البحث واكتساب المعرفة والمهارات، وتطبيقهم للمعرفة الجديدة والمضي قدمًا في التفكير؛ كما إنه يتيح للمعلمين توجيه الطلاب لاستيعاب المعرفة المهنية المحدثة باستمرار والتكيف مع المجتمع سريع التغير، بممارسة المتعلمين للتكنولوجيا الجديدة؛ وتطبيق عملية التعلم لمشاريع التكنولوجيا متعددة التخصصات.

وفي جانب أهمية استخدام المنحى في المدارس الابتدائية جاءت عدة دراسات مؤكدة ذلك: فأظهرت نتائج بحث أدرياواتي وآخرون (Adriyawati et al., 2020) فاعلية منحى ستيم القائم على المشروعات في فصل العلوم في تطوير الثقافة العلمية، وخصائص العلم، ومهارات التفكير العليا، والجانب العاطفي لدى عينة من (٣٠) تلميذًا بالصف الرابع الابتدائي بمدرسة بإندونيسيا، من خلال تطبيق المقابلات والملاحظات واختبار المعرفة العلمية، وبتصميم نموذج مصغر لمولد كهربائي كمشروع STEM حول موضوع تعلم الطاقة البديلة، كما أوصت دراسة أبو عودة وأبو موسى (٢٠٢١) باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في تصميم التدريس في المواد والمراحل التعليمية المختلفة، ودراسة تأثيره في الربط بين المعرفة والممارسة والتطبيق واستهداف المراحل الأساسية الدنيا من العملية التعليمية، وأكدت دراسة زينة وآخرون Zayyinah et al (2022)على أهمية تنفيذ تعلم ستيم القائم على المشروعات لأنه يُقدر عمل واستقلالية التلاميذ، وتعلمهم بالممارسة والتطبيق العملي لمعلوماتهم في حل المشكلات الواقعية، مما ينمي مهارات التفكير والأداء العملي لديهم، بل وزادت دافعيتهم واندماجهم للتعلم خلاله.

فمن المهم لتلاميذ المدارس الابتدائية تعلم العلوم بتطبيق منحى STEM-PBL، لأنه يعتمد على التعلم من خلال الأنشطة المعقدة، فيمنحهم حرية

الاستكشاف والتخطيط لأنشطة التعلم، وتنفيذ المشروعات التعاونية، وينتج في نهاية الموقف التعليمي منتج فعلي لما تعلموه؛ مما يجعل التعلم أكثر ملاءمة وذو معنى ووظيفي للطلاب (Chistyakov et al., 2023,p.2)لذا يجب التركيز على تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بالمشروعات على جميع المستويات في المدارس وبالأخص في المدارس الابتدائية؛ إذ إنه يعزز كفاءة وقدرة التلاميذ في تطبيق المعرفة متعددة التخصصات لحل المشكلات، فذلك التكامل أمرًا ضروريًا لهم لتعزيز مهاراتهم العملية ومعارفهم التطبيقية، والدوافع التحفيزية لتعلم العلوم، وللانخراط في مواقف التعلم.

(Manitta Darmawansah et al.,2023. p.1; Wan et al., 2022)

ومما سبق يتضح أن منحى ستيم القائم على المشروعات أحد الركائز الفاعلة لتقديم تعليم أكثر جدوى يعمل على سد الفجوة بين الحل النظري للمشكلة والتطبيق العملي للمعرفة المكتسبة من مختلف التخصصات عند العمل في المشروع يساهم في استيعاب المعرفة وظيفيًا، بناء على الخبرة العملية والبحث النظري معاً، فيصبح المتعلم أكثر قدرة على تطبيق المعرفة عمليًا من خلال مشاريع يحاكي فيها ممارسات العلماء، وينمي مهاراته لحياة المستقبل؛ ويكتسب اتجاهات إيجابية مختلفة مثل المشاركة الفعالة والمسؤولية والاهتمام بالآخرين والبيئة(الجانب العاطفي).

٧-أهداف استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM - PBL):

يهدف الإصلاح الجديد لتعليم العلوم وفقا STEM - PBL إلى إعداد المتعلمين لمهن المستقبل ومهارات القرن الواحد والعشرين، فتتمثل أهدافه في ربط مشكلات العالم الحقيقي بالمحتوى الذي يتم تدريسه، كما أنها تزيد من اهتمام الطلاب وتحفيزهم لدراسة المواد البينية، بالإضافة لإكسابهم مهارات حل المشكلات والتفكير النقدي والتعاون وإدارة الفريق والتعلم الموجه ذاتيًا والتواصل والإبداع والابتكار والتطبيق والتفكير التحليلي، فضلاً عن الاتصال بالعالم الحقيقي. (El Sayary et al.,2015 ,p. 357)

فالتعلم القائم على المشروعات المتكاملة في STEM له أهداف خاصة تميزه عن غيره من أنواع التعلم الأخرى، حددها زينة وآخرون (Zayyinah et al 2022,p.256)، فيساعد الطلاب على أن:

- يدمجوا مفاهيم التخصصات البينية في تنفيذ المشروع بشكل تعاوني.
- انتاج منتجًا في نهاية المشروع.
- يتدربوا على إيجاد حلول للمشكلات في البيئة المحيطة، ومنحهم الحرية في عملية التعلم فيتمحور التعلم حول الطالب.
- يحصلوا فيه على معرفة أعمق بالتقصي والاستكشاف النشط لتحديات العالم الحقيقي.

- يناقشوا المواد التعليمية بمزيد من التفصيل لإنتاج منتج كحل للمشكلات في المواد التعليمية، واستخلاص الاستنتاجات المتعلقة بالتطبيق المهم في الحياة الواقعية.

وأكد ذلك دراسة (Ortiz-Laso, & Diego-Mantecón, 2022) أن التعليم القائم على المشروعات في STEM يهدف لتحقيق نمو إيجابي في تحصيل الطلاب في الرياضيات والعلوم، ويزيد من اندماجهم ودافعيتهم نحو تعلم العلوم، بالإضافة لاكتسابهم مهارات التعلم مدى الحياة، ومهارات الاتصال ومهارات العمل الجماعي.

٨- دور المعلم في تطبيق منحي ستيم القائم على المشروعات STEM-PBL:

يستخدم المعلمون الفعالون منحى STEM PBL لتحقيق الإبداع بدلا من جعل الطلاب مستمعون في الحصة، ويتمثل دوره في تزويد الطلاب بفرص لتطبيق معارفهم ومهاراتهم لإنشاء حلول للمشكلات ذات صلة بالتعلم متعدد التخصصات من خلال عمليات التفكير العملي التطبيقي والبحث العلمي، فالمعلم يوجه عملية بناء المعرفة وتطبيقها لدى الطلاب وتطوير قدراتهم بتعزيز مشاركتهم، وزيادة تشجيعهم على المثابرة والتعلم من أخطائهم وتحويل الفشل لديهم لوسيلة لتطوير المهارات والمعارف، مثل التعاون والانتقاد والتحليل، التفكير الابداعي، والتوجيه الذاتي لمسار التعلم الخاص بهم. (Manitta et al.,2023)، **<u>مما يوجب على المعلم اتباع الآتي عند التخطيط لهذا التعلم:</u>**

- ركز على مهارات العمل التعاوني، وربط المحتوى بمفاهيم العالم الحقيقي، وحل المشكلات، والتفكير النقدي.
- اجعل أصوات الطلاب مركزية بمنحهم فرصة للتعبير عن آرائهم واتخاذ الخيارات خلال ذلك التعلم.
- إشراك الطلاب وتحفيزهم بكتابة أسئلة البداية المثيرة للاهتمام ليتحمسوا للبحث عن المعلومات وإيجاد الحلول.
- اسمح لطلابك بأخذ زمام المبادرة، والقدرة على اتخاذ القرار، لاكتساب مهارات القيادة.
- تأكد أن الطلاب يفكرون باستخدام التأملات، والتسجيل والإبلاغ عن نتائجهم وتقدمهم، مما يزيد من مهارات ما وراء المعرفة والتحليل.
- استخدم نماذج تقييم مفتوحة وفقًا للمهارات التي يتم تدريسها أثناء المشروعات الفردية؛ للتأكد أن الطلاب حققوا مكاسب التعلم المطلوبة أم لا. (Hawari,2020 ؛Chemerys et al., 2022, p. 6)

وأوصت نتائج دراسة السياري وآخرون(El Sayary et al.,2015) بالتطوير المهني للمعلمين لتدريس العلوم بمنحى STEM PBl، حتى يمكنهم تصميم تجارب التعلم التي توجه الطلاب لتحديد وتعلم المعرفة والمهارات اللازمة، وأن يتدربوا على كيفية دمج التفكير العملي في ممارساتهم التعليمية مع طلابهم.

كما أكد أدريواتي وآخرون.(Adriyawati et al.,2020, p.1864) على أن للمعلم دور هام في تنفيذ منحى STEAM-PBL، من خلال إشرافه على عملية إعداد المشروع للتأكد أن كل طالب يشارك بنشاط في تنفيذ أنشطة المشروع، وتوفير الفرص للطلاب لتطوير معارفهم العلمية، كما يصبح المعلمون قادرون على الابتكار في تنظيم التعلم الإبداعي مما يجعل المتعلمون أكثر دافعية وحماس للتعلم.

ومما سبق فالمعلم في مواقف تعليم العلوم وفقا لمنحى STEM PBL يجب عليه توجيه الطلاب لاكتساب وتطبيق المعرفة متعددة التخصصات وتوظيفها، وتعزيز قدرتهم على حل المشكلات بطريقة مرنة ومبتكرة، من خلال تنفيذ مشاريع بحثية أو تصميم عمل مبتكر بتطبيق مبادئ ستيم في تنفيذ المشروعات.

ثانياً: التفكير العملي التطبيقي:Applied practical thinking

ينطلق التفكير العملي من المبادئ الأساسية لنظرية الذكاء الناجح لسترنبرجSternberg ، التي تقوم على ثلاثة أنواع من الذكاء أو التفكير من ضمنها الذكاء العملي والذي يعتبر التفكير العملي التطبيقي من أهم مؤشراته، إذ لابد أن تتضمن العملية التعليمية على التفكير العملي التطبيقي، فقدرة الطالب على استخدام مهاراته التحليلية والإبداعية والعملية تمكنه من ترميز المعرفة بطرق متنوعة وتنظيمها بطريقة عملية مما يمكنه من سهولة الوصول إليها واسترجاعها وقت الحاجة إليها لمواجهة مشكلاته الحياتية والمواقف المختلفة اليومية.(Sternberg, 2011).

بالإضافة لما أوضحه دي بونو(١٩٩٧) كون التفكير عمليًا ينطلق من قدرة الفرد على استخدام كم المعارف والأفكار الأساسية التي تعلمها بصورة مباشرة أو غير مباشرة لفهم وتحليل وتفسير مواقف جديدة غير مألوفة إلي أن تصبح مواقف أخرى مألوفة يستطيع حينها تطبيق معرفته وتوظيفها عملياً بالتأثير فيها (ص.١٦).

(١) - مفهوم التفكير العملي التطبيقي:

عرفه دي بونو (١٩٩٧) بـــ: "اتخاذ الإجراءات العملية هو الغرض الأساسي لعملية التفكير وليس مجرد تجميع معارف قدر المستطاع، بل التوصل لمعرفة تخبرك ماذا تعمل في الخطوة التالية، ويعني ذلك تحويل الأفكار إلى الممارسة، والتطبيق العملي لما تم تعلمه"(ص. ٤٦).

بينما عرفه الهيلات (٢٠١٥) بأنه: "قدرة الفرد على التحقق مما هو صحيح أو خاطئ في ضوء الخبرة الشخصية المباشرة، مع اهتمامه بحدوث الأشياء بطريقة تدريجية، والتركيز على تكوين الاستراتيجيات والإجراءات لإتمام عمل ما"(ص.٤١).

كما عرفه البيطار (٢٠١٧) بأنه: " مجموعة من القدرات تستخدم لتحقيق أهداف الفرد في الحياة ضمن السياق الثقافي الاجتماعي من خلال التكيف مع البيئة واختيارها وتشكيلها"(ص.٢٢).

في حين عرفه زكريا وآخرون (٢٠٢٠) بـــ: "مدى قدرة الطالب على تحويل الفكرة النظرية الى فكرة عملية، ومدى إمكانية قدرة الطالب على التطبيق والتوظيف من خلال المعارف والخبرات الضمنية وامكانية تحويلها الى خبرات وظيفية "(ص. ١٢٤).

وتناوله كذلك (إبراهيم، ٢٠١٩): بأنه" نشاط عقلي موجه وهادف يمارس من خلاله التلاميذ توظيف المعرفة في اتخاذ القرارات في المواقف الحياتية، واختيار البيئة المناسبة، وتشكيل الواقع، وتحديد مشكلاته، واقتراح حلول لها، وتحديد متطلبات تطبيق الحلول في الواقع، وتخيل السيناريوهات الواقعية في حالة حل المشكلة أو استمرارها" (ص.١٤٧).

وكذلك هو: المهارات العملية التي يزيد إتقانها من قدرة وكفاءة الطالب في القيام بأي نوع من أنشطة تعلم العلوم التي يشاركون فيها عند ملاحظة الأشياء والمواد والتعامل مع الأجهزة لزيادة المعرفة وفهم المفاهيم الموضوعية مع خطوات اجرائية لحل مشكلة علمية ما يتم اقتراحها، ومن هذه المهارات: إجراء المعايرة، قراءة الذبذبات(Reiss & Abrahams, 2015 ,p.40) .

كما أنه يشير: للمهارات اللازمة لإكمال المهام المتعلقة بالمجال النفسي والحركي والعمل المخبري(Tari & Rosana, 2019).

(٢)- مهارات التفكير العملي التطبيقي:

لقد اختلف المربون والمعنيون بتنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي حول أنواع المهارات الفرعية التي تندرج تحت هذا النوع من التفكير كما يلي:

حدد فيتي وتورس Vitti & Torres (2006, p. 3) في كتابهم مهارات التفكير العملي التطبيقي في(ملاحظة الصفات -وقياس الكميات -الترتيب والتصنيف - والاستنتاج والتنبؤ والتجريب والتواصل)، كما وضعا لكل مهارة من تلك المهارات عدد من المؤشرات العملية الأدائية التي تساعد الطلبة في اكتسابها وتعلمها.

بينما اقتصر على ثلاث مهارات رئيسية في بحث ابراهامس وآخرون Abrahams et al (2013, p.17) هي:

- الأداء والملاحظة: قدرة الطلاب على إجراء تجربة باستخدام أجهزة ومواد وتقنيات مألوفة بأمان ومنهجية وإجراء الملاحظات والقياسات.
- التحليل: قدرة الطلاب على معالجة النتائج وتحديد مصدر الخطأ والتعليق عليه واستخلاص النتائج ....
- التخطيط: قدرة الطلاب على تحليل مشكلة عملية ووضع الإجراء المناسب .

وتناولته دراسة (Reiss & Abrahams, 2015) عند تعلم العلوم في مهارات(الفهم الإجرائي للمفاهيم العلمية- المهارات الإجرائية والتنفيذية- المهارات

العملية العامة المتمثلة في (الملاحظة، والقياس، والتصنيف، والتخطيط، والتنبؤ، والتجريب، والاتصال).

بينما حدد إبراهيم (٢٠١٩) سبع مهارات للتفكير العملي التطبيقي هي:

- مهارة توظيف المعرفة في اتخاذ القرارات في المواقف الحياتية: باستخدام حصيلة المتعلم المعرفية ومهاراته المكتسبة في اتخاذ القرارات تجاه المواقف الحياتية.
- مهارة اختيار البيئة المناسبة: باستخدام حصيلة المتعلم المعرفية ومهاراته المكتسبة في القدرة على اختيار البيئة المناسبة من حيث خصائصها ومكوناتها وطبيعتها.
- مهارة توظيف المعرفة في تشكيل الواقع: باستخدام حصيلة المتعلم المعرفية ومهاراته المكتسبة في إعادة تشكيل الواقع باقتراح واقع جديد يتغلب على معوقات ومشكلات الواقع الحالي.
- مهارة تحديد مشكلة واقعية: باستخدام المعارف المتعلمة والمهارات المكتسبة في تحديد المشكلات المختلفة.
- مهارة توظيف المعرفة في اقتراح حلول للمشكلة الواقعية: بتوظيف المعارف المتعلمة والمهارات المكتسبة في وضع حلول للمشكلات المختلفة التي يواجهها.
- مهارة تحديد متطلبات تطبيق حل المشكلة في الواقع: بتحديد الخطوات الإجرائية المطلوبة لتطبيق الحلول المقترحة للمشكلة في الواقع.
- مهارة تخيل السيناريوهات الواقعية في حالة حل المشكلة أو استمرارها: بوضع تصور أو تخيل أو توقع للسيناريوهات المحتملة في حال حل المشكلة أو استمرارها في الواقع (ص.١٥٥).

وتناول تاري وروشانا Tari & Rosana (2019,p. 5) أربع مهارات رئيسية للتفكير العملي التطبيقي وهي:

- المهارات الإجرائية والتنفيذية: كالتعرف والتعامل مع الأدوات والأجهزة والمواد الكيميائية بعناية- إجراء التجربة بكفاءة ودقة معقولة.
- مهارات الملاحظة: قراءة البيانات ومكونات التفاعل الكيميائي بشكل صحيح -ملاحظة تغير لون التجربة، والتفاصيل وتحديد الأجزاء المطلوبة بدقة.
- مهارات الرسم: الرسوم البيانية والمخططات وعمل الجداول.
- مهارات التفسير: كتفسير الملاحظات والنتائج بشكل صحيح- صياغة التنبؤات الصحيحة -اعداد التقارير.

بينما حددها إبراهيم (٢٠٢٢) في أربع مهارات للتفكير العملي الجغرافي هي مهارات (دراسة القرارات الحياتية، فهم الظواهر والقضايا الجغرافية المعاصرة، حل مشكلات العالم الحقيقي، القدرة على وضع خطة استراتيجية للعمل).

وبمراجعة الأدبيات والدراسات التربوية التي اهتمت بالتفكير العملي التطبيقي يمكن تحديد مهارات التفكير العملي التطبيقي بما يتناسب وطبيعة مادة العلوم وطبيعة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي في البحث الحالي في خمس مهارات رئيسية هي:

- **مهارة الملاحظة**: قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على المشاهدة الدقيقة للأحداث والأشياء والظواهر العلمية باستخدام حاسة واحدة أو أكثر، مثل قراءة البيانات وملاحظة التفاصيل وتحديد الأجزاء المطلوبة بدقة وبشكل صحيح.
- **مهارة الرسم:** قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على تحويل المعلومات والمعارف العلمية والتعبير عنها في صورة أشكال ورسوم ومخططات مثل الرسوم البيانية والمخططات وعمل الجداول.
- مهارة التفسير: قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على تفسير المواقف الغامضة أو المشكلات العلمية باستخدام معارفهم ومعلوماتهم التي تعلموها مثل تفسير الملاحظات والنتائج بشكل صحيح- وضع خطة مناسبة- صياغة التنبؤات الصحيحة -اعداد التقارير
- **مهارة توقع النتائج**: قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على التنبؤ بالنتائج المتوقع حدوثها مستقبلًا من خلال توظيف خبراتهم ومعلوماتهم ومعارفهم العلمية السابقة حول قضية أو ظاهرة أو مشكلة علمية لتوقع حدوث شيء أو فكرة معينة أو استنتاج ما.
- **مهارة توليد الاحتمالات**: قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي للتوصل للبدائل المناسبة والاحتمالات المتوقعة والخيارات الممكنة وأخذها بالاعتبار في التوصل للاستنتاجات أو حل المشكلات في ضوء المعلومات والأفكار السابقة لديهم بحيث يتم صياغتها في شكل جديد غير مألوف له ومختلف عما سبق.

(٣) - أهمية التفكير العملي التطبيقي ودراسة العلوم:

للتفكير العملي التطبيقي أهمية كبيرة لارتباطه وعلاقته بحل المشكلات، وأوضح (إبراهيم، ٢٠١٩) أهميته كونه يتعامل مع واقع وبيئة المتعلم بارتباطه بمهارات الاستقصاء العلمي التي تساعد المتعلم على اكتشاف خصائص عالمه وظواهر ومشكلات بيئته وتفسيرها والتنبؤ بحلولها (ص. ١٤٠).

فالتفكير العملي هام للغاية كونه يُمكن الانسان من فهم وتفسير ما يدور حوله للقيام بردود أفعال مناسبة واجراء التغييرات المناسبة تجاهها (دي بونو، ١٩٩٧، ص. ١٢٩).

كما حدد تاري وروشانا Tari & Rosana (2019,p.4) أهمية تنمية التفكير العملي التطبيقي لدى الطلاب في تعلم العلوم، تتمثل فيما يلي:

- تنمية معرفتهم وفهمهم للعالم الطبيعي، وجذب انتباههم للتفكير فيه.

- تعلم كيفية استخدام الأدوات العلمية أو الإجراءات القياسية.
- تكوين وجهة نظرهم حول المنهج العلمي وطريقته في التفكير.

فمهارات التفكير العملي التطبيقي ليست أشياء يمكن أن تنمي بدون مساعدة، لكن تُنمي إذا قام الطلاب بعمل متعلق بالعمل المخبري والأدائي، سواء الأنشطة التجريبية أو أنشطة الملاحظة العقلية؛ مما يمكنهم ملاحظة وصياغة الفرضيات وتصميم وإجراء التجارب وجمع البيانات وتحليلها لاستنتاج النتائج وإعداد تقرير عنها(Tari & Rosana, 2019,p. 6)

لذا من المهم تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي لدى المتعلمين في مادة العلوم بالمراحل التعليمية المختلفة حتى يتمكنوا من حل المشكلات واتخاذ القرارات فهم سيكونون قادة المستقبل في الغد القريب (Azid & Md-Ali, 2020,p.1)؛ بقدرتهم على التفكير وتطبيقه لتحقيق التوافق مع متطلبات الثورة الصناعية الرابعة، كما إنه يسمح للطلاب باستعادة المعارف والمهارات المتكونة في أذهانهم بسرعة وتحقيق نتائج فعالة، فمن خلاله ستتاح لهم الفرصة لتجربة المواقف الصعبة وتنمية عقلية معاصرة للموقف التعليمي الراهن (Musaeva, 2022, p.56)

بالإضافة لتعزيز تعليم العلوم خلال هذا التفكير بالتركيز على العمليات العلمية وإتقان المهارات العملية بالاعتماد على التعلم النشط، ومنح المتعلمين المرونة في أدائهم لمجموعة واسعة من التجارب والاستقصاءات، مع تحليل وتفسير النظريات وتطبيق المفاهيم النظرية المكتسبة حتى يتمكن المتعلمون من تطوير المهارات اللازمة للقيام بعمل أو مهمة معينة .(Abrahams et al, 2013, p.17) .(Reiss & Abrahams, 2015 ,p.43)

(٤) - خصائص الأفراد ذوو التفكير العملي التطبيقي:

يتميز الفرد ذو التفكير العملي برؤيته لحدوث الأشياء بطريقة تدريجية، ويهتم بتكوين الاستراتيجيات والإجراءات لإتمام العمل، كما يتصف بالمرونة والتكيف (الهيلات، ٢٠١٥، ص.٤١)، وقد حُددت جوانب القوة والضعف لدى الشخص ذو التفكير العملي فيما يلي:(الهيلات،٢٠١٥، ص.٤٢)

جدول (١) *جوانب القوة والضعف لدى الشخص ذو التفكير العملي*

جوانب القوة	جوانب الضعف
القدرة العالية على تحمل الغموض	السرعة في موافقة آراء الآخرين
يُبرز المهارات القيادية	السرعة في الوصول للحل
يركز كثيرًا على الحل وبأقصر الطرق	يسعى لكسب منافع شخصية
حسي وعملي ويهتم بالتكتيكات والاستراتيجيات	الحلول الوسط أكثر ما يعنيه
يُعد الأفضل في المواقف التي تكثر فيها المواقف المعقدة	
ينصب اهتمامه على التجريب	

وأوضح بيسال Baysal et al (2022,p.413)أن الأشخاص ذوو التفكير العملي التطبيقي اجتماعيون ويتخذون الإجراءات العملية مع التحليل والتفسير

لإيجاد الحلول بوجهة نظر موضوعية والتكيف والتعامل مع المشكلات والبحث فيها والتواصل بفعالية ومشاركة المعلومات كونه فضوليًا ونشطًا وعمليًا، وتعتمد قدرة الأفراد لاكتساب هذه الخصائص على مهاراتهم العملية العلمية.

وفي هذا الصدد توجد عدد من الدراسات التي أكدت على أهمية تنمية التفكير العملي التطبيقي لدى المتعلمين في المراحل والتخصصات المختلفة، فتوصلت دراسة(ابراهيم، ٢٠١٩) لفاعلية استراتيجية مقترحة في ضوء نظرية ستيرنبيرج لتدريس الجغرافيا على تنمية التفكير العملي التطبيقي والاستقصاء العملي والوعي بالنفعية الجغرافية لدى عينة قوامها (٨٠) تلميذ وتلميذة بالصف السادس الابتدائي بمدرسة عمر بن الخطاب الابتدائية المشتركة بأسيوط، مستخدمًا لتحقيق هدفه(اختباران للتفكير العملي التطبيقي، وللاستقصاء العملي ومقياس للوعي بالنفعية الجغرافية)، كما أوصت نتائج دراسة (إبراهيم، ٢٠٢٢) بضرورة تنمية مهارات التفكير العملي لدى المتعلمين من خلال بناء بيئات تعليمية غنية بالممارسات والأنشطة الإجرائية العملية التي يوظف الطلبة خلالها المعرفة واقعيًا من خلال وحدة تعليمية مقترحة في الجغرافيا وفقًا لمصفوفة هيس للدقة المعرفية تم تطبيقها على عينة من طلبة الصف الأول الثانوي، كما هدف بحث (Baysal et al ,2022) لتنمية مهارات التفكير العملية المستخدمة في مقرر العلوم للصف السادس من المرحلة الاعدادية من خلال الأنشطة الرقمية، باستخدام ممارسات وإجراءات عملية من شأنها تنمية المهارات العملية العلمية والتفكير الابتكاري لدى الطلاب بفاعلية.

(٥) - تدريس العلوم وتنمية التفكير العملي التطبيقي:

أشار بيسال وآخرون Baysal et al (2022,p.412) أن تنمية مهارات التفكير العملي ذو صلة مباشرة بمادة العلوم، فهي مهارات أساسية تسهل تعلم العلوم؛ لأنها تسهل أداء العمليات العلمية ومهارات التفكير التطبيقي في تعلمها، وتجعل الطلاب نشيطين، قادرين على اتخاذ القرارات، وتزيد من استدامة المعرفة بتطبيقها، وتوفر لهم طرق وأساليب البحث العلمي ليحتلوا مكانًا مهمًا في الموقف التعليمي، وتطور الشعور بالمسؤولية في تعلمهم؛ لذا ينبغي الاهتمام بالأساليب والتقنيات المستخدمة في تعليم العلوم للطلاب لاكتساب هذه المهارات بشكل فعال.

كما أكدت دراسة (Tari & Rosana, 2019) أن مادة العلوم غنية بأنشطة التدريب العملي كأنشطة نموذجية ومهمة يجب تطبيقها في تعلم العلوم الطبيعية عامة، فيسهل فهمها ودراستها بشكل أفضل مما ينمي مهارات التفكير العملي.

وفي العلوم، يُعد التفكير العملي التطبيقي أساسي لجاذبية وفعالية تعليم العلوم وفي معالجة ومراقبة الأشياء والمواد الحقيقية لتنمية المهارات العملية التي ستكون مفيدة في التعليم العالي مستقبلًا أو مكان العمل؛ مما يحقق تعاون الطلاب بشكل فردي أو في مجموعات صغيرة، كعنصر مهم في ما يقومون به، على عكس الأشياء والمواد الافتراضية(Abrahams, et al, 2013).

وفي هذا الصدد أظهرت دراسة شناعة وأبو لبدة Shana& Abulibdeh (2020) أنه توجد علاقة وطيدة وقوية بين التفكير العملي التطبيقي وتعلم العلوم، كونه يدعم تنمية المهارات الأدائية والمعملية في المجالات العلمية المختلفة، ويسهل فهم المفاهيم والنظريات العلمية، ويحقق للطلاب مستوى أعمق من المعرفة من خلال اكتشاف الأشياء بأنفسهم؛ مما يعزز المواقف الإيجابية للطلاب ويزيد دافعيتهم لتعلم العلوم، كما يحسن مهارات الاتصال لديهم عند حل المشكلات العلمية؛ فيصبح المتعلمون أكثر تحفيزًا واهتمامًا بالعلوم باعتبارها مادة دراسية جذابة.

ومن ثم فمادة العلوم علم تطبيقي وليس مجرد نظريات وقواعد، مع الانخراط في عملية بناء المعرفة من خلال ممارسة العلم كتطبيق عملي.

ثالثاً: الاندماج الأكاديمي:Academic Engagement

١- مفهوم الاندماج الأكاديمي

تتعدد مسميات العلماء لمصطلح الاندماج الأكاديمي، مثل مشاركة الطلاب، والمشاركة المدرسية، والمشاركة الطلابية في المدرسة، والمشاركة الأكاديمية، والمشاركة في الفصل، والمشاركة في العمل المدرسي، بالإضافة إلى الاندماج الأكاديمي، ووُجد أن هناك تباين في عدد المكونات الفرعية للاندماج الأكاديمي، وبالتالي تعددت تعريفات الباحثين له، وعامة فمصطلح الاندماج الأكاديمي: يمثل بنية متعددة الأوجه تتضمن أفكار الطلاب ومعتقداتهم وعواطفهم وسلوكياتهم فيما يتعلق بالمدرسة. (Christenson et al, 2012, p.564)

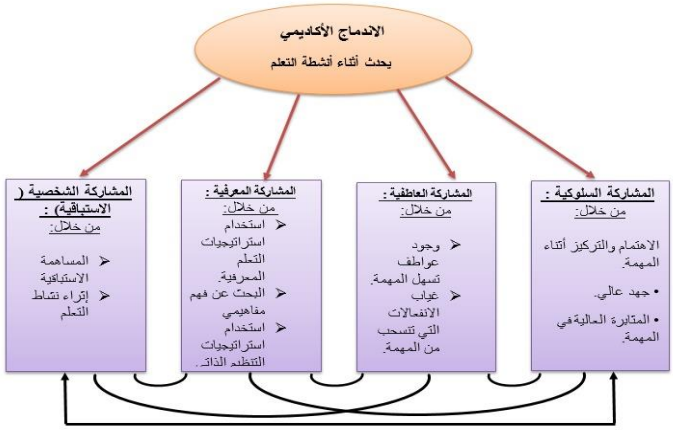
ويُعنى به:" مدى مشاركة الطالب سلوكيًا من خلال إتمام المهام الأكاديمية والأنشطة التعليمية المختلفة وفقا للضوابط المطلوبة، ووجدانيًا من خلال قوة علاقاته مع المعلمين والأقران والبيئة المدرسية، ومعرفياً من خلال توظيفه لإستراتيجيات معرفية وما وراء معرفية ومثابرته من أجل التعلم، في المكونات التالية (الاندماج السلوكي، والاندماج الوجداني، والوجداني المعرفي)" (عبد اللطيف، ٢٠٢١، ص. ٥٧).

وهناك من اعتبر مفهوم الاندماج الأكاديمي من المتغيرات المعرفية ذات الطبيعة الدافعية وذات التأثير المباشر على التحصيل الدراسي، بأنه" القدر المبذول من الوقت والطاقة الجسمية والنفسية من قبل التلميذ والموجهة نحو عملية التعلم، حيث يشمل تفاعلاته النشطة والبناءة، مثل المشاركة داخل القسم، وبذل الجهد، وفهم المعارف وتقييمها، والشعور بالانتماء والاهتمام وغيرها، وذلك من أجل تحسين مستواه الدراسي. (بوراس، ورويم، ٢٠٢٠، ص. ٤٦٧)

وعلى المستوى الجامعي يُعرف بـــ: " تفاعل الطالب الجامعي مع أعضاء هيئة التدريس عن طريق المناقشة الفعالة والمستمرة في كل ما يخص المنهج الدراسي وتفاعل الطالب أيضا مع زملائه عن طريق العمل في مشروعات جماعية وتناقل الخبرات والمعارف، فأن مشاركة الطالب واندماجه داخل القاعة يؤدي إلي

تحسين مستواه الدراسي والثقافي وتحقيق أهدافه المستقبلية."(أحمد،٢٠٢٢، ص. ١٦٢).

وعَرفه النجار (٢٠١٩) بأنه" درجة مشاركة الطالب وانخراطه بفاعلية وحماس في العملية التعليمية داخل القاعات الدراسية وخارجها والتفاعل مع عناصر البيئة التعليمية لإنجاز المهام المختلفة وتحقيق أهداف التعلم بنجاح، ويتضمن ثلاثة جوانب أو أبعاد هي: الاندماج المعرفي ويشير إلى الاستعداد والتهيؤ العقلي والانتباه لدى الطالب لبذل الجهد اللازم لإتقان المعارف والمهارات الصعبة لأداء المهام الأكاديمية، الاندماج السلوكي ويشير إلى مشاركة الطالب في الأنشطة المرتبطة بالجامعة والدراسات العليا والتي تتضمن الأنشطة الأكاديمية والاجتماعية والمهام التعليمية والبحثية ، الاندماج الوجداني ويشير إلى المشاعر والاستجابات وردود الأفعال الايجابية كالفخر والسعادة والانتماء تجاه عناصر البيئة التعليمية والاحترام في التعامل مع الأساتذة والزملاء" (ص. ٩٩)



الشكل (٣) يوضح حدوث الاندماج الأكاديمي من خلال أربعة جوانب مترابطة لمشاركة الطلاب أثناء نشاط التعلم (Christenson et al, 2012,p.151)

٢-أبعاد الاندماج الأكاديمي(مكوناته):

أختلف التربويون في تحديد أبعاد الاندماج الأكاديمي، إذ تباين العلماء في عدد المكونات الفرعية له، فهناك من اقترح نموذجًا ثنائي الأبعاد للاندماج يتضمن السلوك (مثل المشاركة والجهد والسلوك الإيجابي) والعاطفة (مثل الاهتمام والانتماء والقيمة والمشاعر الإيجابية)،وفي الآونة الأخيرة، حدد آخرون نموذجًا ثلاثي الأبعاد للاندماج يشمل السلوك والعاطفة والبعد المعرفي(أي التنظيم الذاتي والاستثمار في التعلم واستخدام الإستراتيجية). (Christenson et al, 2012, p.564).

لذا توجد العديد من نماذج الاندماج الأكاديمي تناولت المكونات المعرفية والسلوكية والوجدانية، ومنها بحث (Amerstorfer & Freiin von Münster-Kistner, 2021) الذي تناول مكونات الاندماج الأكاديمي فيما يلي:

- المشاركة المعرفية: وتشمل جميع أنشطة التفكير المتعلقة بالمشاركة في المهام الأكاديمية، كالحصول على المعلومات ومعالجتها وتخزينها..
- المشاركة ما وراء المعرفية: سلوك الطلاب لإدارة أفعالهم المعرفية والتفكير فيها، ويشمل التخطيط على المدى القصير والطويل، تنسيق مهام التعلم؛ وتقييم تقدم التعلم ونتائجه.
- المشاركة العاطفية: ما يفعله الطلاب لتنظيم عواطفهم وإظهار التعاطف تجاه الآخرين، ولتعامل مع الملل والفضول، والحفاظ على الاهتمام والتحفيز....
- المشاركة الاجتماعية: الأشكال المختلفة من التفاعل مع الطلاب وزملائهم والمعلمين؛ وتنمية العلاقات الداعمة مع الأفراد؛ المساهمة في الجهود الجماعية.
- المشاركة في المهام: طريقة تعامل الطلاب مع المواد التعليمية بصورة وظيفية، وتتأثر بشدة باهتمامات الفرد ودوافعه، كالمرونة والتحمل، وممارسة المهارات الأكاديمية مع تحديد الأهداف التي يمكن الحصول عليها والمكافآت المحتملة.
- المشاركة التواصلية: ما يفعله الطلاب للتواصل بشكل فعال مع الآخرين كتابًة وتحدثًا، ويشمل أنشطة الاستقبال كالاستماع ومراقبة لغة الجسد والإيماءات وتعبيرات الوجه، والأنشطة الإنتاجية (كبناء وتقديم الحجج؛ ودحض حجج الآخرين؛ والموافقة والرفض)، ويلعب الصبر والاحترام أدوارًا مهمة هنا.

واعتمد كل من (نصر ،٢٠١٩؛ والشربيني ،٢٠٢١) قياس أربعة أبعاد للاندماج الأكاديمي هي اندماج (معرفي، سلوكي، اجتماعي، عاطفي) لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية الابتدائي عند دراستهم لمادة العلوم والدراسات الاجتماعية.

بينما حدد عبد اللطيف (٢٠٢١، ص. ٥٨) ثلاثة أبعاد للاندماج الأكاديمي هي: الاندماج السلوكي:" مواظبة الطالب على حضور المدرسة، والتزامه باللوائح والتعليمات المدرسية، وإتمامه للمهام الدراسية بإيجابية وتركيز، ومشاركته في الأنشطة الصفية واللاصفية والمجتمعية"، الاندماج الوجداني :" شعور الطالب بالارتباط الوجداني بالمدرسة والمعلمين والأنشطة المقدمة، وشعورهم بالانتماء والمتعة، والتشجيع داخل بيئة التعلم".

- الاندماج المعرفي: "توظيف الطالب لإستراتيجيات معرفية وما وراء معرفية تساعده في إنجاز مهامه الدراسية بإتقان، ومثابرته في تحدى الصعاب، وربط التعلم بخبراته وطموحاته المستقبلية".

وقد اعتمد مسيحة (٢٠٢٢، ص. ١١٤) على أربعة أبعاد لقياس الاندماج الأكاديمي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي بمادة الفيزياء (اندماج معرفي: يتمثل في قدرة المتعلمين على تنظيم الذات وتقييم التعلم وتحديد الأهداف والمنفعة من وراء المادة المتعلمة ،اندماج سلوكي: وهو حرص الطالب على المشاركة في الأنشطة العلمية المتعلقة بالفيزياء الطبية الحيوية ،اندماج عاطفي: وهو حرص المتعلمين على الدراسة المستقبلية للفيزياء الطبية بشكل أكثر تخصصا، اندماج فكرى: وهو قدرة المتعلمين على استغلال تطبيقات الفيزياء وبحوثها العلمية في حل المشكلات المجتمعية أو الشخصية ...)

بينما اقتصرت دراسة عيلان وردام(٢٠٢١)على بُعد المشاركة الأكاديمية فقط لقياس الاندماج الأكاديمي لدى عينة قوامها(٥٦٥) طالب وطالبة بشعبة التاريخ بكلية التربية جامعة واسط، متمثلة في(مشاركة الطالب بالأنشطة الأكاديمية – المشاركة الأكاديمية للطالب مع زملائه- المشاركة الأكاديمية بين الطالب وأعضاء هيئة التدريس)، وتوصلت أن الطلبة شاركوا في الأنشطة الدراسية وساهموا بفاعلية في المنظمات الطلابية، وتفاعلوا كثيرًا مع زملائهم وأعضاء هيئة التدريس، مما يشير للمستوى العالي للاندماج الأكاديمي لديهم.

في حين اعتمدت دراسة أحمد(٢٠٢٢) على أربعة أبعاد للاندماج هي(الاندماج في المهارات، الاندماج الوجداني، اندماج المشاركة ،الاندماج في الأداء)

وباستقراء الدراسات السابقة اعتمدت الباحثة أربعة أبعاد للاندماج الأكاديمي في البحث الحالي هي: الاندماج (المعرفي- السلوكي- الوجداني- الاجتماعي)، **وتم تعريفها اجرائيًا كما يلي:**

أ. **الاندماج المعرفي:** قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على الحرص والمشاركة في الأنشطة الأكاديمية للحصول على المعلومات ومعالجتها وتخزينها؛ وفهمها وتفسيرها وطرح الأسئلة والمشاركة في المناقشات العلمية البينية في التعلم.

ب. **الاندماج السلوكي:** قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على الحرص والمشاركة في الأنشطة والمشاريع العلمية لمادة العلوم سواء بشكل فردي أو جماعي للتوصل لتنفيذها وتعلمها بتقدير واهتمام.

ج. **الاندماج الوجداني:** قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على الحرص والمشاركة لفهم أفكار وآراء الآخرين حول الموضوعات العلمية وتطبيقاتها التي يدرسها بمادة العلوم وإظهار التعاطف تجاه الآخرين، والتعامل مع الملل والفضول؛ الحفاظ على الاهتمام والتحفيز.

د. **الاندماج الاجتماعي:** قدرة تلاميذ الصف الخامس الابتدائي على التفاعل الإيجابي بأشكال مختلفة مع زملائه وأساتذته ومناقشتهم في كل ما يدور بذهنه، لفهم كل ما يتم تعلمه من موضوعات ومشاريع مختلفة في مادة العلوم؛ وتنمية العلاقات الداعمة مع الأفراد؛ والمساهمة في الجهود الجماعية.

ومما سبق يمكن اعتبار الاندماج الأكاديمي بنية متعددة الأبعاد فمكوناته ليست منفصلة عن بعضها البعض، نظرًا لوجود الكثير من التداخل، إذ تتشابك المكونات بشكل وثيق وتتأثر بمعارف الطلاب وقدراتهم ومهاراتهم.

٣- قياس الاندماج الأكاديمي:

نظرًا لأن الاندماج الأكاديمي مفهوم متعدد الأبعاد؛ فعلى المعلم تقييمه عند طلابه من خلال الأنشطة "المنظمة" و"الغير منظمة" المصممة لتوجيه عملية صنع القرار التعليمي، فتشمل التقييمات المنظمة الأنشطة التي تم التخطيط لها والهادفة مثل(الاختبارات التي يعدها المعلم بالقلم والورقة، والاختبارات الموحدة، والأنشطة القائمة على الأداء، والواجبات المنزلية، وجلسات الأسئلة والأجوبة بين المعلم والطالب)، بينما التقييمات "التلقائية" غير المخطط لها تحدث تلقائيا في بيئة الفصل الدراسي وتساعد المعلم في الحكم على مستوى تطور الطالب الفردي، والمعلمون بذلك يستخدمون الأنشطة المخططة وغير المخططة كبيانات لتوجيه عملية التدريس.(Christenson et al, 2012, p.460)

وفي هذا الصدد استخدمتا دراستا (نصر، ٢٠١٩؛ مسيحة ،٢٠٢٢) المقاييس كأداة لقياس الاندماج الأكاديمي لدى المتعلمين، وذلك لصلاحيته، مناسبته للمرحلة التعليمية لعينة دراستهم وللأعداد الكبيرة للتلاميذ في الفصول، وتوفير وقت القياس. وهو الأداة التي ستستخدمها الباحثة لهذا الغرض في البحث الحالي كذلك.

٤ – منحى ستيم القائم على المشروعات والاندماج الأكاديمي في تعلم العلوم:

إن تعلم ستيم القائم على المشروعات، نهج تعليمي مناسب بشكل خاص لتعليم العلوم، إذ يُشرك الطلاب في عمليات حل المشكلات الحقيقية ويعزز التنظيم الذاتي لهم والعمل الجماعي، كما يجذبهم إلى أنشطة تفكير متنوعة مثل تحليل المفاهيم، واستنتاج المعنى، وينطوي على التفاعل الاجتماعي مع الزملاء والمعلم، في شكل تبادل الخبرات والمعرفة والآراء، لذا فإن هذا التعلم يتطلب المشاركة الأكاديمية والتفاعل المكثف مع الأقران، كما إنه يغير العلاقات بين الطلاب والمعلمين مقارنة بأساليب التدريس التقليدية.

وهذا ما أكدته دراسة (Amerstorfer & Freiin von Münster-Kistner, 2021) أن تعلم ستيم وفقا للمشروعات يُنظر إليه من قبل الطلاب بأنه منهجية تدريس ممتعة؛ بتوفر بيئة تعليمية مريحة يستمتعون فيها بالمشاركة في أنشطة حقيقية وذات معنى تؤدي إلى مكاسب تعليمية مستدامة، ويعزز العلاقات الإيجابية بين الطلاب والمعلمين.

كما أثبتت نتائج دراسة سليمان وآخرون (Sulaiman et al.,2023) أن تنفيذ وحدة الفيزياء المدمجة باستخدام STEM-PBL لطلاب المجموعة التجريبية أدت لتحسين الاهتمام الشخصي لديهم وفهمهم بشكل فعال، وعززت دافعيتهم لتعلم الفيزياء ورفعت مستوى الاندماج الأكاديمي لديهم عن طلاب المجموعة الضابطة الذين درسوا بالطريقة التقليدية.

وأظهرت نتائج بحث كراجيك (Krajcik et al.,2023) أن الطلاب الذين تلقوا المعارف المتعددة باستخدام STEM-PBL حصلوا على درجات أعلى في اختبار العلوم، ومستويات أعلى في التأمل الذاتي والتعاون عند المشاركة في الأنشطة العلمية؛ مما رفع من مستوى التعلم الأكاديمي والاجتماعي والعاطفي لطلاب الصف الثالث في ٤٦ مدرسة في ميشيغان تضم ٢٣٧١ طالبًا.

كذلك تبين فاعلية استخدام التعلم القائم على المشروعات عبر الإنترنت في دراسة كريستيانتو وغانداجايا (Kristianto & Gandajaya, 2023) من حيث مشاركة الطلاب الإيجابية خلال لقاءات CLOS، فجعلهم متفاعلون في ممارسة المشروعات بتنفيذ الأنشطة المختلفة في المجموعات الصغيرة مع بعضهم البعض ومع المحاضرين في لقاءات CLOS؛ مما زاد من اندماجهم الأكاديمي .

٥- دور معلم العلوم في تنمية الاندماج الأكاديمي:

يبدو أن أسلوب تواصل المعلم يعد عاملاً رئيسيًا في خلق بيئة تعليمية يحب الطلاب المشاركة فيها في النشاط الأكاديمي (Amerstorfer & Freiin von Münster-Kistner, 2021):

لذا فعلى معلمي العلوم خلق بيئة تعليمية تعزز المشاركة الأكاديمية وتشجع التعلم المستدام كمجموعة وبصورة فردية، ويرحبون بالتنوع، ويكونوا مرنون لتبادل المعلومات والتواصل مع طلابهم، وأن يضعوا جهود طلابهم موضع تقدير؛ فهم أكفاء وفعالون في حل المشكلات، مما يعزز الثقة بالنفس والمشاركة الأكاديمية لدى طلابهم، ويسهل الاحترام المتبادل والثقة فيما بينهم.

كما ينبغي على المعلمين تبني ممارسات تعليمية محفزة وأن يقدموا الدعم الاجتماعي والعاطفي للطلاب وأقرانهم. (Christenson et al, 2012, p.403)

٦-خصائص الطلاب ذوو الاندماج الأكاديمي:

يتسم الطلاب ذوو المستويات المرتفعة من الاندماج بأن لديهم فرصة أكبر للتفوق والنجاح والحصول على درجات مرتفعة في الاختبارات التحصيلية عن أقرانهم ذو الاندماج الأكاديمي المنخفض (أحمد، ٢٠٢٢، ص. ١٦٣).

وأوضح البديوي (٢٠٢١، ص.١٩٥) أن الطلاب المندمجين معرفيًا ومهاريًا وانفعاليًا ينجحون في نقل الخبرة وتعميمها وتطبيقها بصورة أسرع من غيرهم، ويكون لديهم استعداد للتفكير ولإتقان المهارات بصفة مستمرة، إذ يركزون من خلاله على المعارف والمهارات والانفعالات المطلوبة.

كما أن الطلاب الذين يندمجون أكاديميًا، من خلال الاهتمام وإكمال الواجبات المنزلية والقدوم للفصل الدراسي متحمسين للمشاركة في أنشطة المناهج الأكاديمية، يحققون مستويات أعلى من أقرانهم الأقل انخراطًا أكاديميًا؛ فتصبح العلاقة قوية بين إنجازات الطلاب وقدرتهم على تجاهل المشتتات، عند أداء المهام،

والتصرف بشكل هادف في الموقف التعليمي (Christenson et al,2012,p.108؛ عبد اللطيف ،٢٠٢١)

٧-أهمية الاندماج الأكاديمي في تعلم العلوم:

يركز الباحثون والمعلمون وصانعو السياسات بشكل متزايد على مشاركة الطلاب الأكاديمية باعتبارها المفتاح لمعالجة مشاكل: انخفاض التحصيل، وارتفاع مستويات ملل الطلاب، والاغتراب، وارتفاع معدلات التسرب.

لذا يجب التركيز المنهجي على الاندماج الأكاديمي للطلاب باعتباره مؤشرًا فعالًا وهامًا في عملية التعلم في المدرسة مما يوفر رؤية واضحة للمدارس لقياس مدى نجاحها في تنشيط طاقة الطلاب واهتماماتهم في الكشف عن أهم دوافع التلاميذ التي تسهم في استمرارهم في التعلم أو تسربهم منه، (Christenson et al, 2012, p.585؛ بوراس، ورويم، ٢٠٢٠)

فيعد الاندماج الأكاديمي من المفاهيم ذات الطبيعة الدافعية، والتي لها تأثير على تحصيل التلاميذ واتجاهاتهم نحو التعلم؛ ولأهمية الاندماج الأكاديمي، توجد عدد من الدراسات العربية والأجنبية التي تؤكد على أهمية تنميته لدى المتعلمين، كدراسة (نصر، ٢٠١٩) التي أوصت بالاهتمام بتنمية الاندماج الأكاديمي لدى عينه قوامها (٦٥) تلميذ بالصف الخامس الابتدائي في العلوم؛ لما له من دور في التغلب على العديد من المشكلات التعليمية كصعوبة المادة والملل والتسرب من حصص العلوم وانخفاض الدافعية وعدم الثقة بالنفس لدى جميع المتعلمين، وقد استنتجت دراسة عيلان وردام(٢٠٢١) أنه كلما زادت مشاركة الطالب اجتماعيًا وأكاديميًا ؛ فإنه تزيد مشاركتهم في التعليم، واستثمارهم الوقت والجهد التعليمي بشكل تفاعلي مع أقرانهم ومعلميهم، مما يدل على وجود مستوى عالي من الاندماج الأكاديمي لدى الطلاب.

وترى الباحثة أن تنمية الاندماج الأكاديمي للمتعلمين جانبًا مهمًا وحيويًا في تعلم العلوم، وذلك بتوفير بيئة دراسية مشجعة وداعمة للتعلم؛ تجعله أكثر ثقة بقدراته ومهاراته الأخرى وبإمكانية الوصول لتحقيق هدفه.

الإجراءات المنهجية للبحث:

يتناول هذا الجزء إجراءات إعداد مواد وأدوات البحث، والدراسة الميدانية، والتي سارت وفق عدة خطوات كالاتي:

أولا: إعداد دليل المعلم وسجل الأنشطة:

تم إعداد الدليل وسجل الأنشطة للاسترشاد به عند تدريس وحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) بمادة العلوم للصف الخامس الابتدائي وفق منحى ستيم القائم على المشروعات، **وقد مر اعداد الدليل بالخطوات التالية:**

أ. الاطلاع على بعض الأدبيات والبحوث السابقة التي تناولت منحى ستيم القائم على المشروعات للاستفادة منها في إعداد دليل المعلم الحالي وسجل الأنشطة.

ب. تحديد الهدف من الدليل: هدف الدليل لمساعدة معلم العلوم في تدريس محتوى دروس وحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) وفق منحى ستيم القائم على المشروعات.
ج. (كتابة مقدمة الدليل: تشمل الهدف من إعداده، ونبذة عن منحى ستيم القائم على المشروعات وأهميته وخطوات استخدامه في عملية التعلم.
د. توضيح دور المعلم والمتعلم: تم تقديم مجموعة إرشادات للمعلم تساعده أثناء التدريس وفقاً لمنحى ستيم القائم على المشروعات، وأيضاً تحديد دور المتعلم.
ه. تحديد الأهداف العامة والإجرائية لوحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض).
و. تقديم جدول زمني لتدريس: وحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) المكونة من مفهومين: (التفاعلات بين الغلاف الحيوي والغلاف المائي- الماء كأهم الموارد الطبيعية على سطح الأرض) والتي تم صياغتها باستخدام المنحى؛ في صورة مشروعات، للاسترشاد بها أثناء التدريس لكل من المعلم والتلاميذ.
ز. مخطط تدريس الوحدة المختارة وفقا لمنحى ستيم القائم على المشروعات.
ح. الأنشطة المصاحبة لموضوعات الوحدة والمتضمنة بمخطط المشروعات التي سيتم تدريسها بالمنحى.
ط. عرض الدليل بصورته الأولية على مجموعة من المحكمين[٢]؛ لإبداء آرائهم، وتم عمل التعديلات اللازمة ليصبح الدليل صالحا للاستخدام في صورته النهائية[٣].

ثانيا: اعداد اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي:

تم اتباع الخطوات التالية لإعداد الاختبار:

١. تحديد الهدف من الاختبار: هدف الاختبار لتنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي وذلك من خلال اجابتهم على مفرداته.
٢. أبعاد(مهارات) الاختبار: تمثلت في خمس مهارات رئيسية لعمل الاختبار وهي (الملاحظة – الرسم- التفسير- توقع النتائج – توليد الاحتمالات) كما تم ايضاحها في جزء أدبيات البحث والدراسات السابقة التي تناولت هذا المتغير.
٣. صياغة مفردات الاختبار: تم صياغة المفردات في خمس أقسام؛ القسم الأول: مهارة الملاحظة في صورة اختيار من متعدد حيث تتضمن كل

[٢] ملحق (٢): قائمة السادة المحكمين.
[٣] ملحق (٣): دليل المعلم في صورته النهائية.

مفردة موقف معين يليه أربعة بدائل ويطلب من التلميذ اختيار أحد هذه البدائل طبقًا للهدف من المهارة التي تحتوى على المفردة، أما القسم الثاني: مهارة الرسم في صورة أسئلة مفتوحة تتطلب من التلميذ التعبير عن مجموعة من المعلومات والأفكار العلمية التي درسها بالرسم، القسم الثالث: مهارة التفسير في صورة أسئلة مفتوحة حول كتابة التفسير العلمي الصحيح للمواقف والعبارات المتضمنة بالمهارة، القسم الرابع: مهارة توقع النتائج في صورة أسئلة مفتوحة حول كتابة التلميذ النتائج المتوقع حدوثها كتطبيق عملي لعدد من المعلومات العلمية التي درسها، القسم الخامس: مهارة توليد الاحتمالات في صورة اختيار من متعدد حيث تتضمن كل مفردة موقف معين يليه أربعة بدائل ويطلب من التلميذ اختيار أحد هذه البدائل طبقا للهدف من المهارة التي تحتوى علي المفردة .

٤. وضع تعليمات الاختبار: تم وضع تعليمات الاختبار التي تهدف لشرح فكرة الإجابة عن الاختبار في أبسط صورة ممكنة.

٥. التجريب الاستطلاعي للاختبار: تم تجريب الاختبار على مجموعة استطلاعية عددها (٧٠) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي من غير عينة البحث الأصلية، بمدرسة عمريط الابتدائية للتعليم الأساسي -مركز أبو حماد -محافظة الشرقية، وذلك بغرض:

أ- حساب الصدق:

تم حساب صدق الاختبار بإتباع الطرق التالية:

- **صدق المحتوى**: تم عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين للتحقق من مدى ملائمة الاختبار لتلاميذ الصف الخامس الابتدائي، وملائمة كل مفردة للمهارة التي تقيسها، وسلامة المفردات، مدى تغطية المفردات لمهارات التفكير العملي التطبيقي المحددة، ووضوح تعليمات الاختبار ودقتها، السلامة العلمية لمفردات الاختبار، والتأكد من أن الاختبار يقيس بالفعل ما وضع لقياسه، وتم اجراء الملاحظات والتعديلات اللازمة عند إعداد الصورة النهائية للاختبار.
- **صدق الأبعاد الفرعية للاختبار (الاتساق الداخلي):** تم حساب صدق الأبعاد الفرعية لاختبار التفكير العملي التطبيقي باستخدام برنامج (SPSS Ver,25) ، عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجة المهارة الفرعية والدرجة الكلية للاختبار في حالة حذف درجة المفردة من الدرجة الكلية للاختبار كما بجدول (٢):

جدول (٢) معامل الارتباط لكل مفردة من مفردات الاختبار بالاختبار ككل (ن=٧٠)

المهارات	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للاختبار	مستوى الدلالة
الملاحظة	٠,٩١٨**	دالة عند (٠,٠١)

المهارات	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للاختبار	مستوى الدلالة
الرسم	**٠,٨٢٤	دالة عند (٠,٠١)
التفسير	**٠,٨٧٠	دالة عند (٠,٠١)
توقع النتائج	** ٠,٨١٣	دالة عند (٠,٠١)
توليد الاحتمالات	**٠,٩٢٠	دالة عند (٠,٠١)

**: يتضح من جدول (٢) السابق أن جميع معاملات الارتباط للمفردات دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على أن مفردات الاختبار على درجة عالية من الثبات والصدق، وبذلك يكون الاختبار صالحًا للاستخدام.

ب- حساب ثبات الاختبار: تم حساب الثبات باستخدام معادلة" ألفا- كرونباخ ببرنامج SPSS.ver.25 وقد بلغ (٠,٩٠٦٪) الأمر الذي يدل على أن للاختبار درجة عالية من الثبات مما يزيد من موثوقية استخدامه في التطبيق للغرض الذي أُعد من أجله.

٦. **زمن الاختبار**: تم حساب الزمن اللازم للإجابة على مفردات الاختبار، وبلغ الزمن (٤٠) دقيقة، وبإضافة (٥) دقائق لقراءة التعليمات أصبح زمن الاختبار (٤٥) دقيقة، وتم الالتزام به عند تطبيق الاختبار قبليًا وبعديًا على مجموعتي البحث الضابطة والتجريبية.

٧. **الصورة النهائية للاختبار**[٤]**:** بلغ عدد المفردات (٣١ مفردة) وتم إعداد مفتاح لتصحيح الاختبار[٥] وذلك بعد تحديد درجاته، والجدول (٣) التالي يوضح توزيع مفردات اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي على مهاراته الخمس المحددة كما يلي:

جدول (٣) *توزيع مفردات اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي على مهاراته الخمس*

المهارة الرئيسية	رقم السؤال	عدد المفردات	الوزن النسبي
الملاحظة	١-٢-٣-٤-٥-٦	٦	٠,١٩
الرسم	٧-٨-٩-١٠	٤	٠,١٣
التفسير	١١-١٢-١٣-١٤-١٥-١٦	٦	٠,٢
توقع النتائج	١٧-١٨-١٩-٢٠-٢١	٥	٠,١٦
توليد الاحتمالات	٢٢-٢٣-٢٤-٢٥-٢٦-٢٧-٢٨-٢٩-٣٠-٣١	١٠	٠,٣٢
اجمالي المهارات	٥ مهارات رئيسية	٣١	١٠٠٪

ثالثا: إعداد مقياس الاندماج الأكاديمي:

تم اتباع الخطوات التالية لإعداد مقياس الاندماج الأكاديمي:

٣ ملحق (٤): الصورة النهائية لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي

٥ ملحق (٥): نموذج اجابة اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي (مفتاح التصحيح).

١- تحديد الهدف من المقياس: هدف لقياس مدى اندماج واشتراك تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بمهام التعلم داخل الفصل الدراسي، وذلك من خلال اجابتهم على عبارات المقياس.

٢- إعداد عبارات المقياس في صورتها الأولية:

أ- أبعاد المقياس: تمثلت في أربعة أبعاد: (الاندماج المعرفي- الاندماج السلوكي- الاندماج الوجداني – الاندماج الاجتماعي).

ب- صياغة مفردات المقياس: اشتمل المقياس في صورته الأولية على (٤٣) عبارة موجبة وسالبة موزعة على الأبعاد الأربعة المحددة بشكل غير متساوٍ وبواقع ٣١ عبارة موجبة و١٢عبارة سالبة، وكان نمط الاستجابة عليها ذا تدريج ثلاثي على طريقة ليكرت(موافق- غير متأكد - غير موافق)، وقد أخذ في الحسبان محكات صياغة العبارات الجيدة في مقاييس الاندماج الأكاديمي، يجاب عليها من خلال ثلاثة بدائل تقابلها ثلاثة أوزان والمتمثلة في الدرجات (٣، ٢، ١) للعبارات الموجبة وتُعكس إلى (١، ٢، ٣) للعبارات السالبة.

ج- صياغة تعليمات المقياس: تمت صياغة عدد من التعليمات ليسترشد بها التلاميذ عند الإجابة على عبارات المقياس.

٣- عرض المقياس على مجموعة من المحكمين ثم مراجعته وتعديله: وذلك لإبداء رأيهم حول مدى ارتباط كل عبارة بالبعد الذي تندرج تحته، ومدى الصحة العلمية لعبارات المقياس، ومدى دقة الصياغة اللغوية للعبارات، وتم مراعاة ملاحظات السادة المحكمين وتنفيذها عند اعداد الصورة النهائية للمقياس.

٤- نظام التصحيح وتقدير الدرجات: يتبع هذا المقياس طريقة تدرج الدرجات من (١) إلى (٣)، حيث أعطيت العبارات الموجبة (الموافقة على مستوى الاندماج) ثلاث درجات، وتعطى درجتان في حالة عدم التأكد، وتعطي العبارة درجة واحدة في حالة عدم الموافقة، والعكس بالنسبة للعبارات السالبة، وطبقاً لهذا النظام تكون أقصى درجة يمكن أن يحصل عليها التلميذ في المقياس ككل (١٢٩)، وتكون أقل درجة (٤٣).

٥- التجربة الاستطلاعية للمقياس: للتأكد من صلاحية المقياس للتطبيق، فتم تجريبه على عينة استطلاعية (وهي غير عينة البحث الأصلية) قوامها (٧٠) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، للعام الدراسي ٢٠٢٢-٢٠٢٣م وذلك بهدف تحديد ما يلي:

أ-زمن المقياس: تم حساب الزمن المناسب للإجابة على المقياس، وبلغ (٣٥) دقيقة، وتم الالتزام به عند التطبيقين القبلي والبعدي على مجموعتي البحث.

ب-حساب الصدق: تم حساب صدق المقياس من خلال: **صدق الأبعاد الفرعية للمقياس (الاتساق الداخلي):** تم حساب صدق عبارات المقياس باستخدام برنامج SPSS. Ver. 25 عن طريق حساب معامل الارتباط (Corrected item-total correlation) بين درجة العبارة والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه في حالة

حذف درجة العبارة من الدرجة الكلية للبعد باعتبار أن بقية عبارات البعد محكاً للعبارة، كما يتضح بجدول (٤) التالي:

جدول (٤) معامل الارتباط لكل عبارة من عبارات المقياس بالمقياس ككل (الاتساق الداخلي)

البعد الأول الاندماج المعرفي		البعد الثاني الاندماج السلوكي		البعد الثالث الاندماج الوجداني		البعد الرابع الاندماج الاجتماعي	
م	معامل الارتباط	م	معامل الارتباط	م	معامل الارتباط	م	معامل الارتباط
١	**٠,٣٦٤	٩	*٠,٢٩١	٢٠	**٠,٣٨٠	٣٢	**٠,٥٥٦
٢	**٠,٤٥٧	١٠	*٠,٢٥٩	٢١	**٠,٣١٩	٣٣	**٠,٣٦١
٣	**٠,٤٦٢	١١	**٠,٣٧٠	٢٢	**٠,٣٣٢	٣٤	**٠,٤٦٥
٤	**٠,٥٥١	١٢	*٠,٢٥٨	٢٣	**٠,٣٣٢	٣٥	**٠,٥٠١
٥	*٠,٢٨٣	١٣	**٠,٣٧٨	٢٤	**٠,٣٧١	٣٦	**٠,٣٦٦
٦	**٠,٣٩٨	١٤	**٠,٥٤٣	٢٥	**٠,٣١٠	٣٧	**٠,٤٦٧
٧	**٠,٤٢٣	١٥	**٠,٤٢٢	٢٦	**٠,٤٠١	٣٨	**٠,٤٥٨
٨	**٠,٤٥٣	١٦	**٠,٣٩٦	٢٧	**٠,٣١٤	٣٩	**٠,٣٨٦
		١٧	**٠,٤١٣	٢٨	*٠,٢٩٥	٤٠	**٠,٤٦٦
		١٨	*٠,٢٩١	٢٩	**٠,٣٦٥	٤١	**٠,٤٢٥
		١٩	**٠,٣٦٠	٣٠	**٠,٣٧٥	٤٢	**٠,٥٣٨
				٣١	**٠,٣٦٥	٤٣	**٠,٣٢٩

** دال عند مستوى (٠,٠١)، بينما * دال عند مستوى (٠,٠٥)

يتضح من جدول (٤) أن قيم معاملات الارتباط (ر) الجدولية دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) وكذلك مستوى (٠,٠٥)مما يدل على أن المقياس متسق بدرجة عالية.

ج-حساب ثبات المقياس: تم حساب الثبات باستخدام معادلة "ألفا – كرونباخ" ببرنامج (SPSS Ver,25) وقد بلغ (**٠,٨٥٣**) الأمر الذي يدل على أن المقياس على درجة كبيرة من الثبات، مما يزيد من موثوقية استخدامه في التطبيق للغرض الذي أُعد من أجله.

د- ثبات الأبعاد والثبات الكلي لمقياس الاندماج الأكاديمي:

جدول (٥) معاملات ثبات الأبعاد والثبات الكلي لمقياس الاندماج الأكاديمي

أبعاد مقياس الاندماج الأكاديمي	معامل الثبات بطريقة ألفا كرونباخ	الاتساق الداخلي (معامل الارتباط)
الاندماج المعرفي	.٦٩١	**.٧٥٣
الاندماج السلوكي	.٦٤٣	**.٧٩٤
الاندماج الوجداني	.٥٨٢	**.٨٢١
الاندماج الاجتماعي	.٧٧٩	**.٨١٩
الثبات الكلي للمقياس	.٨٧٣	

** دال عند مستوى ٠,٠١، ويتضح من الجدول السابق أن معاملات الثبات عالية مما يدل على ثبات المقياس وأبعاده.

المقياس في صورته النهائية[٦]: مروراً بالخطوات السابقة، أصبح المقياس مكوناً من (٤٣) عبارة تقيس الاندماج الأكاديمي كما هو موضح بجدول (٦) التالي:

جدول (٦) *توزيع مفردات مقياس الاندماج الأكاديمي على الأبعاد الأربعة*

أبعاد مقياس الاندماج الأكاديمي	عدد المفردات	أرقام المفردات
١. الاندماج المعرفي	٨	١-٢-٣-٤-٥-٦-٧-٨
٢. الاندماج السلوكي	١١	٩-١٠-١١- ١٢ -١٣-١٤-١٥-١٦-١٧-١٨-١٩
٣. الاندماج الوجداني	١٢	٢-٢١-٢٢-٢٣-٢٤-٢٥-٢٦-٢٧-٢٨-٢٩-٣٠-٣١
٤. الاندماج الاجتماعي	١١	٣-٣٣-٣٤-٣٥-٣٦-٣٧-٣٨-٣٩-٤٠-٤١-٤٢-٤٣

ثالثاً: تنفيذ تجربة البحث: وقد تطلب ذلك القيام بعدة إجراءات تمثلت فيما يلي:

١-**تحديد الهدف من التجربة:** هدفت تجربة البحث للتعرف على فاعلية تدريس العلوم باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات(STEM PBL)في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

٢-**تحديد التصميم شبه التجريبي للبحث:** اقتضت طبيعة البحث الحالي تقسيم عينة البحث لمجموعتين: الأولي (تجريبية) تدرس الوحدة الثالثة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) من كتاب العلوم للصف الخامس الابتدائي باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات، والثانية (ضابطة) تدرس نفس الوحدة المحددة بالطريقة المعتادة، وتم تطبيق أدوات البحث (اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي – مقياس الاندماج الأكاديمي)، على المجموعتين قبلياً وبعدياً.

٣-**تحديد مجموعة البحث:** وهي عينة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بمدرسة العمارة للتعليم الأساسي بمركز أبو حماد- محافظة الشرقية، الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٢-٢٠٢٣، وتم تقسيمها لمجموعتين: مجموعة ضابطة عددها (٥١) تلميذ وتلميذة، ومجموعة تجريبية عددها (٥١) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، وقد تم ضبط كافة العوامل التي قد تؤثر في متغيرات البحث ثم تم تنفيذ التجربة.

٤-**التطبيق القبلي لأدوات البحث:** تم تطبيق أدوات البحث (اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي– مقياس الاندماج الأكاديمي) قبلياً على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة مع تعريفهم بالغرض من تلك الأدوات وكيفية الإجابة عنها، مع مراعاة الزمن المخصص لكل أداة بحثية، وذلك يوم الأحد الموافق ١٢/ ٢/ ٢٠٢٣، ثم تصحيحهم ورصد نتائجهم، وتحليلها احصائيًا وتبين تكافؤ المجموعتين الضابطة والتجريبية بالنسبة لأدوات البحث في التطبيق القبلي، والجداول التالية توضح ذلك:

[٦] ملحق (٦) الصورة النهائية لمقياس الاندماج الأكاديمي.

جدول (٧) *نتائج اختبار (ت) لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية – الضابطة) في التطبيق القبلي لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وأبعاده الفرعية كلا على حده، درجات الحرية= (١٠٠)، ن١=ن٢= ٥١*

مهارات التفكير العملي التطبيقي	المجموعات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى* الدلالة
مهارة الملاحظة	التجريبية	٤,٩٠٢	٢,٤٩٢	٠,٨٩٥	٠,٣٧٣
	الضابطة	٤,٩٠٢	٢,١٣٨		
مهارة الرسم	التجريبية	١,٦٢٨	١,١١٢	٠,٧٤٦	٠,٤٥٧
	الضابطة	١,٤٧١	١,٠٠٧		
مهارة التفسير	التجريبية	١,٠١٩	٠,٧٠٦	٠,١٢٩	٠,٨٩٨
	الضابطة	١,٠٣٩	٠,٨٢٣		
مهارة توقع النتائج	التجريبية	٠,٧٦٥	٠,٦١٩	٠,٧٨٩	٠,٤٢٧
	الضابطة	٠,٦٦٧	٠,٦٢١		
مهارة توليد الاحتمالات	التجريبية	١,٣٩٢	٠,٨٧٣	١,٤٣٤	٠,١٥٥
	الضابطة	١,١١٨	١,٠٥١		
الدرجة الكلية لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي	التجريبية	٩,٧٠٦	٣,٢٣٢	١,٤٩٥	٠,١٣٨
	الضابطة	٨,٧٨٤	٢,٩٨٨		

*: قيمة (ت) في الجدول السابق غير دالة احصائياً.

جدول (٨) *نتائج اختبار (ت) لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية – الضابطة) فى التطبيق القبلي لمقياس الاندماج الأكاديمي ككل وأبعاده الفرعية كلا على حده، درجات الحرية= (١٠٠)، ن١=ن٢= ٥١*

الأبعاد	المجموعة التجريبية		المجموعة الضابطة		قيمة ت	مستوى الدلالة*
	م١	ع١	م٢	ع٢		
الاندماج المعرفي	٩,١٣٧	٣,٧٨٤	٨,٦٢٨	٣,١٣٠	٠,٧٤١	٠,٤٦٠
الاندماج السلوكي	١١,٤٣١	٢,٨٥١	١٠,٦٨٦	٤,١٠١	١,٠٦٥	٠,٢٨٩
الاندماج الوجداني	١١,٤٣١	٢,٦٩٣	١٠,٨٨٢	٣,٦٠٤	٠,٨٧٢	٠,٣٨٦
الاندماج الاجتماعي	١١,٦٠٨	٣,١٩٤	١١,٣٥٣	٣,٢٣٦	٠,٤٠٠	٠,٦٩٠
المقياس ككل	٤٣,٦٠٨	٥,٦٠٤	٤١,٥٤٩	٦,٩٢٩	١,٦٥٠	٠,١٠٢

*: قيمة (ت) في الجدول السابق غير دالة احصائياً.

ويلاحظ من الجدولين (٧)، (٨) السابقين أنه: لا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لكل من اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ومقياس الاندماج الأكاديمي مما يدل على تكافؤ تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة.

٥- **تنفيذ التجربة:** بتدريس وحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) في العلوم لتلاميذ المجموعة التجريبية باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات والتي تم توضيحها في دليل المعلم، وتدريس نفس الوحدة لتلاميذ المجموعة الضابطة بالطريقة المعتادة، وقد تم التدريس لمجموعتي البحث لمدة (٤ أسابيع/ ١٢ حصة) في الفترة من الأحد ١٢ /٢ / ٢٠٢٣وحتى الخميس ٢٠٢٣/٣/١٦م.

٦-**التطبيق البعدي لأدوات البحث:** بعد الانتهاء من تدريس الوحدة المحددة مسبقًا على المجموعتين التجريبية والضابطة تم تطبيق الأدوات بعدياً وذلك يوم الخميس ٢٠٢٣/٣/١٦، على مجموعتي البحث، وتم رصد الدرجات ومعالجتها احصائيًا لاستخراج النتائج وتفسيرها.

نتائج البحث:

<u>للتحقق من صحة الفرضين الأول والثاني اللذان ينصان على:</u>

١- يوجد فرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وفي مهاراته الفرعية بعديًا لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وفي مهاراته الفرعية بعديًا لصالح التطبيق البعدي.

<u>قامت الباحثة:</u>تم حساب متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وفي أبعاده الفرعية، وحساب الانحراف المعياري وقيمة (ت) وقيمة η2 وحجم التأثير (d)، ويتضح ذلك بجدول (٩) التالي:

جدول (٩) *قيمة (ت) وحجم وقوة التأثير لدلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعتين (التجريبية – الضابطة) في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وفي مهاراته الفرعية كل على حده، df= 100*

مهارات التفكير العملي التطبيقي	المجموعات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت) **ودلالتها	مربع إيتا2η	حجم التأثيرd	التفسير
مهارة الملاحظة	التجريبية	١٤,٣٥٩	٢,٠٥٣	١٧,٧٩٢	٠,٧٥٩	٣,٥٥٨	كبير جدا
	الضابطة	٧,١١٨	١,٨٨٣				
مهارة الرسم	التجريبية	٦,٥٦٩	٠,٩٦٤	٢١,٣٨٩	٠,٨٥١	٤,٢٧٨	كبير جدا
	الضابطة	٢,٨٦٣	٠,٧٧٥				
مهارة التفسير	التجريبية	٥,٠٠٠	٠,٧٧٥	١٩,٧٦٠	٠,٧٩٦	٣,٩٥٢	كبير جدا
	الضابطة	٢,٢١٦	٠,٦٤٢				
مهارة توقع النتائج	التجريبية	٤,١٩٦	٠,٦٦٤	١٦,٧٥٧	٠,٧٣٧	٣,٣٥١	كبير جدا
	الضابطة	٢,٠١٩	٠,٦٤٨				
مهارة توليد الاحتمالات	التجريبية	٨,٣٥٣	١,١٩٧	١٣,٠٠٤	٠,٦٢٨	٢,٦٠١	كبير جدا
	الضابطة	٤,٨٦٣	١,٤٩٧				

مهارات التفكير العملي التطبيقي	المجموعات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت) **ودلالتها	مربع إيتا2η	حجم التأثيرd	التفسير
الدرجة الكلية لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي	التجريبية	٣٨,١٧٧	٢,٩٩٨	٣٣,٣٧٣	٠,٩١٨	٦,٦٧٥	كبير جدا
	الضابطة	١٩,٠٧٩	٢,٧٧٨				

** تعني أن القيمة دالة عند مستوى دلالة ٠,٠١

وباستقراء جدول (٩) يتضح وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية عن متوسطات درجات تلاميذ المجموعة الضابطة لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وفي مهاراته الفرعية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية، كما يتضح ارتفاع قيمة (η2) لمهارات اختبار التفكير العملي التطبيقي ككل ومهاراته الفرعية كل على حده، وأيضًا ارتفاع قيمة حجم التأثير (d) مما يدل على فاعلية استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية، مما يشير لقوة المعالجة التجريبية كذلك، وبذلك يتم قبول الفرض الأول.

كما قامت الباحثة: بحساب متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل ومهاراته الفرعية وحساب الانحراف المعياري وقيمة (ت) وقيمة η2 وحجم التأثير (d)، كما هو موضح بجدول (١٠) التالي:

جدول (١٠) *قيمة (ت) وحجم وقوة التأثير لدلالة الفروق بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي - البعدي) لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وفي مهاراته الفرعية كل على حده، df= 100*

مهارات التفكير العملي التطبيقي	التطبيق	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	قيمة (ت)	مربع إيتا2η	حجم التأثيرd	التفسير
الملاحظة	القبلى	٤,٩٠٢	٢,٤٩٢	١٩,٠٥٧	٠,٨٧٩	٥,٣٩٠	كبير جدا
	البعدى	١٤,٣٥٩	٢,٠٥٣				
الرسم	القبلى	١,٦٢٨	١,١١٣	٢٥,٣٥٨	٠,٩٢٨	٧,١٧٢	كبير جدا
	البعدى	٦,٥٦٩	٠,٩٦٤				
التفسير	القبلى	١,٠١٩	٠,٧٠٧	٢٧,٦١٥	٠,٩٣٨	٧,٨١١	كبير جدا
	البعدى	٥,٠٠	٠,٧٧٥				
مهارة توقع النتائج	القبلى	٠,٧٦٥	٠,٦١٩	٤٠,٢٧٥	٠,٩٧٠	١١,٣٩١	كبير جدا
	البعدى	٤,١٩٦	٠,٦٦٤				
مهارة توليد الاحتمالات	القبلى	١,٣٩٢	٠,٨٧٤	٣٣,٨٣٦	٠,٩٥٨	٩,٥٧٠	كبير جدا
	البعدى	٨,٣٥٣	١,١٩٧				
الدرجة الكلية لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي	القبلى	٩,٧٠٦	٣,٢٣٣	٥٠,١٢٤	٠,٩٨٠	١٤,١٧٧	كبير جدا
	البعدى	٣٨,١٧٧	٢,٩٩٨				

** تعني أن القيمة دالة عند مستوى دلالة ٠,٠١

وباستقراء جدول (١٠) يتضح وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل وفي مهاراته الفرعية لصالح التطبيق البعدي، كما يتضح ارتفاع قيمة ($\eta 2$) لمهارات اختبار التفكير العملي التطبيقي كل على حده وللاختبار ككل، وأيضًا ارتفاع قيمة (d) مما يدل على فاعلية استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية، مما يشير أيضًا إلى قوة المعالجة التجريبية، وبذلك يتم قبول الفرض الثاني.

- **للتحقق من فاعلية منحى ستيم القائم على المشروعات في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل ولكل مهارة فرعية لدى تلاميذ المجموعة التجريبية تم حساب الآتي:**

جدول (١١) *توضيح فاعلية منحى ستيم القائم على المشروعات في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل ولكل مهارة فرعية على حده بين التطبيقين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية.*

مهارات التفكير العملي التطبيقي	التطبيق	المتوسط الحسابي	النهاية العظمى	نسبة الكسب المعدلة لبلاك	تفسير الفاعلية
مهارة الملاحظة	القبلي	٤,٩٠٢	١٩	١,٢	كبيرة
	البعدي	١٤,٣٥٩			
مهارة الرسم	القبلي	١,٦٢٨	٨	١,٣٩٧	كبيرة
	البعدي	٦,٥٦٩			
مهارة التفسير	القبلي	١,٠١٩	٦	١,٤٤٩	كبيرة
	البعدي	٥,٠٠			
مهارة توقع النتائج	القبلي	٠,٧٦٥	٥	١,٤١٢	كبيرة
	البعدى	٤,١٩٦			
مهارة توليد الاحتمالات	القبلى	١,٣٩٢	١٠	١,٥٠٥	كبيرة
	البعدى	٨,٣٥٣			
الدرجة الكلية لاختبار مهارات التفكير العملي التطبيقي	القبلى	٩,٧٠٦	٤٨	١,٣٣٧	كبيرة
	البعدى	٣٨,١٧٧			

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

أن جميع قيم الكسب المعدلة ل بلاك MG Blake أكبر من القيمة (١,٢) وهي القيمة التي اقترحها بلاك لفاعلية البرنامج، مما يشير إلى أن **(منحى ستيم القائم على المشروعات)** فعَّال في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل ومهاراته الفرعية كل على حده لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

للتحقق من صحة الفرضين الثالث والرابع اللذان ينصان على:

٣- يوجد فرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس الاندماج الأكاديمي ككل وفي أبعاده الفرعية بعديا لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٤- يوجد فرق ذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس الاندماج الأكاديمي ككل وفي أبعاده الفرعية بعديا لصالح التطبيق البعدي.

قامت الباحثة: بحساب متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس الاندماج الأكاديمي وفي أبعاده الفرعية، وحساب الانحراف المعياري وقيمة (ت) وقيمة η2 وحجم التأثير (d)، كما هو موضح بجدول (١٢) التالي:

جدول (١٢) *قيمة (ت) وحجم وقوة التأثير لدلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعتين (التجريبية – الضابطة) في التطبيق البعدي لمقياس الاندماج الأكاديمي ككل و أبعاده الفرعية كل على حده، df= 100*

البيان / البعد	المجموعة الضابطة ن= ٥١ م١	ع١	المجموعة التجريبية ن= ٥١ م٢	ع٢	قيمة ت ودلالتها**	قيمة η^2	قيمة d	التفسير
الاندماج المعرفي	٢٠,٤٩٠	١,٩١٢	١٦,٠٥٩	٣,١٣٩	٨,٦٠٩	٠,٤٢٥	١,٧٢٢	كبير جدا
الاندماج السلوكي	٢٨,٨٠٤	٣,٠٤٦	١٩,٨٤٣	٢,٣٠١	١٦,٧٦٢	٠,٧٣٨	٣,٣٥٢	كبير جدا
الاندماج الوجداني	٣٠,٣٧٣	٢,٢٤٥	٢٠,٥٢٩	٢,٥٨٧	٢٠,٥٢٢	٠,٨٠٨	٤,١٠٤	كبير جدا
الاندماج الاجتماعي	٣١,١٥٧	٣,٠٩٣	٢١,٨٢٤	٣,٣٢٧	١٤,٦٧٠	٠,٦٨٣	٢,٩٣٤	كبير جدا
المقياس ككل	١١٠,٨٢٤	٥,٥٧١	٧٨,٢٥٥	٦,١٨٧	٢٧,٥٣٧	٠,٨٨٣	٥,٥٠٧	كبير جدا

** تعني أن القيمة دالة عند مستوى دلالة ٠,٠١

وباستقراء جدول (١٢) يتضح وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية عن متوسطات درجات تلاميذ المجموعة الضابطة لمقياس الاندماج الأكاديمي ككل وأبعاده الفرعية لصالح المجموعة التجريبية، كما يتضح ارتفاع قيمة (η2) لأبعاد المقياس كل على حده وللمقياس ككل، وأيضًا ارتفاع قيمة (d) مما يدل على فاعلية استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في تنمية الاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية مما يشير إلى قوة المعالجة التجريبية، وبذلك يتم قبول الفرض الثالث.

كما قامت الباحثة: بحساب متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاندماج الأكاديمي ككل وأبعاده الفرعية وحساب الانحراف المعياري وقيمة (ت) وقيمة η2 وحجم التأثير (d)، كما هو موضح بجدول (١٣) التالي:

جدول (١٣) *قيمة (ت) وحجم وقوة التأثير لدلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي – البعدي) لمقياس الاندماج الأكاديمي ككل وأبعاده الفرعية، df= 100*

البيان / البعد	التطبيق القبلي م١	التطبيق القبلي ع١	التطبيق البعدي م٢	التطبيق البعدي ع٢	قيمة ت ودلالتها**	قيمة η^2	قيمة d	التفسير
الاندماج المعرفي	٩,١٣٧	٣,٧٨٤	٢٠,٤٩٠	١,٩١٢	٢٥,٩٦١	٠,٩٣١	٧,٣٤٣	كبير جدا
الاندماج السلوكي	١١,٤٣١	٢,٨٥١	٢٨,٨٠٤	٣,٠٤٦	٣٤,٨٤٣	٠,٩٦٠	٩,٨٥٥	كبير جدا
الاندماج الوجداني	١١,٤٣١	٢,٦٩٣	٣٠,٣٧٣	٢,٢٤٥	٣٧,٣٢١	٠,٩٦٥	١٠,٥٥٦	كبير جدا
الاندماج الاجتماعي	١١,٦٠٨	٣,١٩٣	٣١,١٥٧	٣,٠٩٤	٣٨,١٢٠	٠,٩٦٧	١٠,٧٨٢	كبير جدا
المقياس ككل	٤٣,٦٠٨	٥,٦٠٤	١١٠,٨٢٤	٥,٧٥١	٦٨,٣٧٠	٠,٩٨٩	١٩,٣٣٨	كبير جدا

** تعني أن القيمة دالة عند مستوى دلالة ٠,٠١

وباستقراء جدول (١٣) يتضح وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاندماج الأكاديمي ككل وأبعاده الفرعية كل على حده، كما يتضح ارتفاع قيمة ($\eta 2$) لأبعاد المقياس كل على حده وللمقياس ككل، وأيضًا ارتفاع قيمة (d) ،مما يدل على فاعلية استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في تنمية أبعاد الاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية وهي قيم عالية تشير أيضًا إلى قوة المعالجة التجريبية، وبذلك يتم قبول الفرض الرابع.

- **للتحقق من فاعلية منحى ستيم القائم على المشروعات في تنمية الاندماج الأكاديمي ككل ولكل بعد فرعي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية تم حساب الآتي:**

جدول (١٤) *توضيح فاعلية منحى ستيم القائم على المشروعات في تنمية الاندماج الأكاديمي ككل ولأبعاده الفرعية على حده بين التطبيقين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية.*

البيان / البعد	التطبيق القبلي م١	التطبيق البعدي م٢	النهاية العظمى	نسبة الكسب المعدلة لبلاك	تفسير الفاعلية
الاندماج المعرفي	٩,١٣٧	٢٠,٤٩٠	٢٤	١,٢٣٧	كبيرة
الاندماج السلوكي	١١,٤٣١	٢٨,٨٠٤	٣٣	١,٣٣٢	كبيرة
الاندماج الوجداني	١١,٤٣١	٣٠,٣٧٣	٣٦	١,٢٩٧	كبيرة
الاندماج الاجتماعي	١١,٦٠٨	٣١,١٥٧	٣٦	١,٣٤٤	كبيرة
المقياس ككل	٤٣,٦٠٨	١١٠,٨٢٤	١٢٩	١,٣٠٨	كبيرة

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

أن جميع قيم الكسب المعدلة لبلاك MG Blake أكبر من القيمة (١,٢) وهى القيمة التي اقترحها بلاك لفاعلية البرنامج، مما يشير إلى أن (**منحى ستيم القائم على المشروعات)** فعَّال في تنمية جميع الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية لمقياس الاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

تفسير ومناقشة نتائج البحث وربطهما بالدراسات السابقة:

***ترجع الباحثة النتائج السابقة لمهارات التفكير العملي التطبيقي إلى أن :**

تدريس وحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات STEM PBL ساهم في تنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي ككل ومهاراته الفرعية لدى تلاميذ المجموعة التجريبية مما أظهر تفوقهم في نتائج الاختبار على تلاميذ المجموعة الضابطة، ويمكن تفسير ذلك بما يلي:

- أن تعلم العلوم وفقًا لمنحىSTEM PBL منح تلاميذ المجموعة التجريبية حرية الاستكشاف والتخطيط لأنشطة التعلم، وتنفيذ المشاريع التعاونية، والتوصل في نهاية الموقف التعليمي لمنتج فعلي أو لحل مشكلة علمية، وحفزهم على اكتشاف الجديد، كما أن التكامل بين STEM-PBL شجع التفكير العملي التطبيقي لدى التلاميذ في إيجادهم أفكار علمية عملية جديدة بالتفكير خارج الصندوق وإيجاد حلول إبداعية للمشكلات المتضمنة بموضوعات الوحدة موضع التطبيق، ويتفق هذا التفسير مع ما أكدت عليه دراسة (Hanif et al, 2019) أن تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) وفقا للمشروعات BPLيحسن جودة التعليم؛ إذ يدمج المحتويات والمهارات مع المشروعات البينية، ومن ثم يحسن مهارات التفكير من خلال التخصصات المتعددة في إعداد الطلاب للحياة المهنية، كما يمنح منحى STEM-PBL فرصة للطلاب لفهم مشاكل العالم الحقيقي بناءً على تلك الموضوعات متعددة التخصصات، ويسهم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين المهمة ومنها التفكير العملي التطبيقي، ويتفق هذا مع نتائج دراسة (Adriyawati et al.,2020) حول فاعلية استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات في تعلم تلاميذ المدارس الابتدائية موضوع مصادر الطاقة المتجددة.
- إن تعلم التلاميذ المحتوى العلمي من خلال المشاريع القائمة على STEM جعلهم مشاركون في التوصل لحل المشكلات المختلفة، بتطبيقهم للمعلومات والمعارف بصورة وظيفية ذات معنى من خلال التكامل متعدد التخصصات فلا يكون هناك حدود لتعلم المواد، مما سيقودهم لفهم أعمق ويزيد فضولهم للتعلم المتكامل بين التخصصات البينية، فيعزز مهارات التلاميذ في التفكير العملي التطبيقي، واتفق هذا التفسير مع نتائج دراسة (Wan et al,.2022) أنه أثناء التعلم بالمنحى، يتم تقديم مشكلات حقيقية للمتعلمين مرتبطة بمصادر متعددة للمعلومات، فهم بحاجة لتطبيق مهاراتهم في التفكير لمقارنة هذه المعلومات وربطها ببعضها، أملاً في إيجاد حلول إبداعية كاملة للمشكلة المطروحة.

- وهذا ما ارتكز عليه البحث الحالي : فتلاميذ المجموعة التجريبية يمرون خلال التعلم باستخدام هذا المنحى بمراحل التفكير والبحث والاكتشاف والتطبيق لمشروع عملي فتعلموا موضوعات وحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) بشكل أفضل عند تعلمهم حل المشكلات الواقعية مثل:(تصميم :ملصق لترشيد استهلاك المياه/ مخطط لحل مشكلة انخفاض معدل الماء الصالح للشرب - تنفيذ المشروع البيني (تحلية مياه البحر)- كيفية إعادة تدوير المياه) بنقل المعلومات في بيئة تعليمية تطبيقية، وهذا ما أكدته دراسة كلا من لاروي روش وهواري، وكرنياتي (Kurniati et al.,2021؛ Hawari,2020؛ Laboy-Rush,2015): بأهمية دمج تعلم STEM بالمشاريع (PBL) في تعليم العلوم، فيزيد من كفاءة التلاميذ لدراسة العلوم تطبيقيًا، ويعزز التجربة التعليمية بربط التلاميذ بمواد العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، مما ينمي مهاراتهم لصنع القرار والتفكير النقدي والعملي؛ ويحسن تطوير مهارات التعلم مدى الحياة لديهم بجعلهم عقليات تأملية وعملية لتطبيق ما تعلموه فعليًا.

واتفقت نتيجة البحث الحالي مع نتائج (Amerstorfer & Freiin von Münster-Kistner, 2021; Zayyinah et al, 2022) اللتان أكدتا على أهمية استخدام منحى STEM-BPL لاعتماده على مشروعات تتمحور حول المشكلات الواقعية، ويدعم التعلم بالممارسة والتطبيق العملي للمعلومات في حل تلك المشكلات وينمي مهارات التفكير التطبيقي والأداء العملي لديهم.

واتفقت نتائج البحث الحالي مع نتائج عدد من البحوث السابقة:

(Zayyinah et al,2022; Rochim et al.,2022; Chistyakov et al,2023)(على أهمية استخدام منحى ستيم التعلم القائم على المشروعات؛ إذ يجعل المتعلمين قادرين على تطبيق المهارات العلمية التطبيقية .

كما ترجع الباحثة النتائج السابقة للاندماج الأكاديمي إلى أن :

تدريس وحدة (الموارد الطبيعية على سطح الأرض) باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات STEM PBL ساهم في تنمية الاندماج الأكاديمي ككل وأبعاده الفرعية كل على حده لدى تلاميذ المجموعة التجريبية وتفوقهم فيه على تلاميذ المجموعة الضابطة، ويمكن تفسير ذلك بما يلي:

- استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات جعل جميع التلاميذ يشاركون في الأنشطة المتضمنة بالمشروعات داخل مجموعات عمل؛ يتقاسمون فيها المسؤوليات التي تنطوي عليها عمليات التعلم؛ ويتناوبون الأدوار فيما بينهم؛ ويمارسون القيادة والمشاركة في المناقشات؛ فكل تلميذ عضو فعال في فريقه، كما أن تجسيد الأدوار المختلفة في ذلك التعلم يشجع الترابط بين أعضاء الفريق مما يزيد من المشاركة الأكاديمية للتلاميذ ويتفق هذا التفسير مع ما أوضحته نتائج دراسة Amerstorfer & Freiin von Münster-Kistner, 2021) أن الاهتمام بتعلم ستيم المبني على المشاريع يعزز المشاركة الأكاديمية، من خلال

الأدوار المتناوبة في هذا التعلم؛ مما يحفزهم للتعلم الجماعي، بزيادة المشاركة النشطة في الفصل، لتمكنهم من تقديم مشروعهم أو ورقة عملهم في الفصل الدراسي في الوقت المحدد.

- فالتعليم باستخدام منحى ستيم القائم على المشروعات فعالاً لتعزيز اندماج التلاميذ الأكاديمي، كونه مناسب بشكل خاص لتعليم العلوم، إذ يشرك الطلاب في حل المشكلات الحقيقية ويعزز العمل الجماعي، ويجذبهم إلى أنشطة تفكير عملية، وينطوي على التفاعل الاجتماعي مع الزملاء والمعلم، في شكل تبادل الخبرات والمعرفة والآراء، لذا فإن هذا التعلم يتطلب المشاركة الأكاديمية والتفاعل المكثف مع الأقران، كما إنه يغير العلاقة الأكاديمية بين الطلاب والمعلمين مقارنة بأساليب التدريس التقليدية، ويتفق هذا التفسير مع ما أوضحته نتائج دراسة عبد الفتاح (٢٠٢٢) من فاعلية الوحدة المعدة وفق مدخل STEAM في تنمية الاندماج في التعلم لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، حيث تفوقت المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الاندماج في التعلم بالنسبة للمقياس ككل ولكافة أبعاده، ومع ما أكدته دراسة Amerstorfer & Freiin von Münster-Kistner, 2021) أن تعلم ستيم وفقا للمشروعات منهجية تدريس ممتعة؛ يوفر بيئة تعليمية مريحة يستمتعون فيها بالمشاركة الإيجابية كعناصر فاعلة في أنشطة حقيقية وظيفية تؤدي إلى مكاسب تعليمية مستدامة، وتعزز العلاقات الإيجابية بين الطلاب والمعلمين، واتفقت نتائج البحث الحالي مع ما أشارت اليه نتائج بحث (Krajcik et al.,2023) أن الطلاب الذين تعلموا باستخدام STEM-PBL حصلوا على درجات أعلى في اختبار العلوم، واكتسبوا مستويات عليا من التعاون عند المشاركة في الأنشطة العلمية؛ مما رفع من مستوى التعلم الأكاديمي والاجتماعي والعاطفي لديهم.

-واتفقت نتائج البحث الحالي مع ما أوصت به دراسة كل من(عبد الفتاح، ٢٠٢٢؛ Kristianto & Gandajaya, 2023)بدمج تعلم ستيم القائم على المشروعات في الفصول التعليمية، وضرورة الاهتمام باندماج التلاميذ في التعلم وتحقيق المتعة لديهم وخاصة تلاميذ المرحلة الابتدائية، وذلك من خلال مشاركتهم في أنشطة ومشروعات تعليمية تكاملية، وذلك لإعداد جيل من المتعلمين متنورين علميًا وقادرين على التكيف مع مقتضيات العصر من قضايا ومشكلات.

التوصيات:

في ضوء ما توصل إليه البحث الحالي من نتائج، توصي الباحثة بما يلي:

١- ضرورة التطوير المهني للمعلمين بمختلف التخصصات لتدريبهم على ممارسة منحى STEM-PBL المتكامل في الفصل الدراسي.

٢- إقامة دورات وورش عمل لتدريب المعلمين على الممارسات الصحيحة لمهارات التفكير العملي التطبيقي ضمن تدريس المواد العلمية التخصصية.

٣- التأكيد على المنظومة المدرسية بأهمية الاندماج في حياة المتعلمين العلمية وذلك بتوفير بيئة دراسية مشجعة وداعمة للتعلم.

٤- التأكيد على زيادة عدد المهام والأنشطة في الحصص العلمية بما يحقق أهداف استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات وتنمية مهارات التفكير العملي التطبيقي والاندماج الأكاديمي لدى المتعلمين.

٥- تخصيص دعم وحوافز مادية ومعنوية للمشروعات المبتكرة من قبل المتعلمين بما يزيد من مرغوبية استخدام منحى ستيم بالمشروعات في تدريس المواد الدراسية المختلفة.

المقترحات:

في ضوء ما أشارت إليه نتائج البحث، تقترح الباحثة تطبيق البحوث التالية:

١- أثر استخدام منحى ستيم القائم على المشروعات (STEM PBL) في تدريس العلوم على تنمية مهارات إدارة المعرفة وتصويب الفهم الخطأ لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية.

٢- فاعلية برنامج تدريبي مقترح قائم على منحى ستيم بالمشروعات STEM (PBL) لتنمية مهارات التعلم الذاتي واليقظة العقلية لدى طلبة المرحلة الثانوية.

٣- تطوير برامج إعداد معلمي العلوم في ضوء منحى ستيم بالمشروعات (STEM PBL) لتنمية مهارات التدريس الرقمي والوعي التكنولوجي.

٤- فاعلية استخدام منحى ستيم بالمشروعات (STEM PBL) في تنمية مهارات التفكير البينى للطلبة المعلمين في كليات التربية.

مراجع البحث:

إبراهيم، جمال حسن السيد. (٢٠١٩). استخدام نظرية ستيرنبيرج Sternberg في تدريس الجغرافيا لتنمية التفكير العملي التطبيقي والاستقصاء العلمي والوعي بالنفعية الجغرافية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة كلية التربية، جامعة أسيوط*،٣٥(٩)، ١٣٦-١٨٦.

إبراهيم، لبنى نبيل عبدالحفيظ. (٢٠٢٢). فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في الجغرافيا وفقا لمصفوفة هيس للدقة المعرفية لتنمية القدرة على التفكير العملي الجغرافي وقوة السيطرة المعرفية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، ١٦(٢)، ٣٧١-٤٥١.

أبو جادو، محمود محمد علي، والناطور، ميادة محمد.(2016) . أثر برنامج تعليمي مستند إلى نظرية الذكاء الناجح في تنمية القدرات التحليلية والابداعية والعملية لدى الطلبة المتفوقين عقليا. *مجلة اتحاد الجامعات العربية للتربية وعلم النفس*، ١٤(١)، ١٣-٣٧.

أبوعودة، محمد فؤاد، وأبو موسى، أسماء حميد سالم. (٢٠٢١). أثر توظيف التعلم القائم على المشروع وفق المنحى التكاملي في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى

طالبات الصف التاسع الأساسي. *مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية*، ١٢(٣٣) ١ – ١٢.

البديوي، عفاف سعيد فرج.(٢٠٢١). فعالية برنامج تدريبي قائم على نظرية التعلم الخبراتي في الاندماج الأكاديمي والرشاقة المعرفية لدى طالبات جامعة للأزهر. *الجمعية المصرية للدراسات النفسية*، ٣١(١١٣)، ١٩٣-٢٦٢.

بوراس، هوارية ورويم، فائزة. (٢٠٢٠). الاندماج الدراسي وعلاقته بالتحصيل الدراسي لدى عينة من تلاميذ مرحلة التعليم الثانوي في ضوء بعض المتغيرات. *مجلة الباحث في العلوم الإنسانية والاجتماعية*، ١٢(٣)، ٤٦٣-٤٧٨.

البيطار، حمدي محمد محمد. (٢٠١٧). استخدام استراتيجية اليد المفكرة في تدريس مقرر الهيدروليكا لتنمية المفاهيم الهيدروليكية والتفكير العملي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي الصناعي. *مجلة كلية التربية - أسيوط*، ٣٣(٣)، ١-٦٦.

الجاسم، فاطمة احمد (٢٠١٠). *الذكاء الناجح والقدرات التحليلية والإبداعية*. المملكة الأردنية الهاشمية، *ديبونو* للطباعة والنشر والتوزيع.

أحمد، نورهان محمد التهامي. (٢٠٢٢). الفروق في الاندماج الأكاديمي والمرونة المعرفية ودافعية الإنجاز بين مرتفعي ومنخفضي التحصيل الدراسي من طالب كلية التربية بجامعة حلوان. *دراسات تربوية واجتماعية - كلية التربية - جامعة حلوان*، ٢٨(٢)، ١٥٢-٢٠٨.

جبر، إيمان علي حسن السيد. (٢٠٢٣). تطوير منهج العلوم في ضوء التعلم المبني على المشروعات لتنمية مهارات حل المشكلات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة بحوث التعليم والابتكار*، ٣(١١)، جزء١١، ٩٧-١٣١.

دي بونو، د.إدوارد. .(١٩٩٧). *التفكير العملي*. ترجمة؛ الجيوسي، خليل.أبو ظبي، منشورات المجمع الثقافي.

زكريا، مريم رياض، عبدالقادر، أمنية محمد إبراهيم، و البيطار، حمدي محمد محمد.(٢٠٢٠). استخدام إستراتيجية التلمذة المعرفية لتنمية التفكير العملي في الأشغال الفنية لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية، جامعة أسيوط*، ٣٦(٨)، ٩٩-١٤١.

زيد، عبد الله صالح غائب (٢٠١٧، ١٧ سبتمبر). تعليم ستيم القائم على المشروعات ((STEM Project Based Learning ، استرجعت بتاريخ٢٠مايو، ٢٠٢٣، من موقع منصة رواق https://www.rwaq.org/courses/stem2

الشربيني، داليا فوزي. (٢٠٢١). استخدام التعليم الترفيهي في تدريس الدراسات الاجتماعية لتنمية التحصيل والتوازن المعرفي والاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة كلية التربية، جامعة بورسعيد*، ٣٤، ٢١٥-٢٥٨.

الشريف، إيمان صلاح الدين حسين.(2022) . النموذج البنائي للعلاقات بين الذكاء العملي والتفكير الخلاق وحل المشكلات المستقبلية لدى الطلبة الموهوبين بالمرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية، جامعة سوهاج*، ٩٣، ٤١٣-٤٦٢.

طلبة، إيمان محمد السعيد، وعموش، علاء أحمد أمين محمد. (٢٠٢٢). فاعلية وحدة مطورة وفق مدخل التعلم القائم على المشروعات في تنمية مهارات التصميم

الهندسي والمهارات المهنية بمادة العلوم لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. *المجلة التربوية، كلية التربية، جامعة سوهاج*، ١٠٥، ٩٤٦-١٠١٤.

عبد الفتاح، سالي كمال إبراهيم. (٢٠٢٢). وحدة في العلوم معدة وفق مدخل STEAM لتنمية مهارات التفكير البيني والمستقبلي والاندماج في التعلم لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية. مجلة كلية التربية جامعة عين شمس، ٤٦، ١٦-٧٨.

عبد اللطيف، محمد سيد محمد. (٢٠٢١). فاعلية برنامج تدريبي قائم على مكونات الذكاء الأخلاقي في تنمية الاندماج الأكاديمي وخفض مستوى التنمر الالكتروني لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، ٥(٢٠)، ٥٢-٩١.

عصر، رضا مسعد السعيد، والغرقى، وسيم محمد عبده. (٢٠١٥ ، ٨-٩ أغسطس). *مدخل قائم على المشروعات الإبداعية لتطوير تعليم الرياضيات في STEM مصر والوطن العربي*. مؤتمر جمعية تربويات الرياضيات، المؤتمر العلمي السنوي الخامس عشر: تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين، ١٣٣ - ١٤٩.

عقل، مجدي سعيد، وأبو سكران، محمد نعيم. (٢٠٢٠). تطوير نموذج تعليمي قائم على أنشطة (STEAM) لإنتاج المشاريع التعليمية الإبداعية. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، ٢٨(٧)، ٣٢-٥٦.

علي، نجوى محمد محمد الشيخ.(٢٠٢٠، ٢أكتوبر). اتجاهات حديثة في التدريس: منحى ستيم STEAM القائم على المشاريع STEAMPBL. تعليم جديد.https://www.new-educ.com/منحى-ستيم-steam-القائم-على-المشاريع.

علي، نجوى محمد محمد الشيخ.(٢٠٢١، ٦ أغسطس). تعلم ستيم القائم على المشاريع STEAM PB، مدونة نجوى محمد محمد الشيخ علي، https://portal.arid.my/en/Posts/Details/، منصة أريد.

عيلان، رشا نعمه، وردام، يحي عبيد.(٢٠٢١). الاندماج الأكاديمي لدى طلبة قسم التاريخ. *المجلة الدولية للعلوم الإنسانية والاجتماعية*، ٢٠(٢٠)، ٩٤-١١٠.

ما هي أنواع الذكاء وعلاقتها بطرق التفكير. (٢٠٢٣، ١٢ مارس). في مدونة التدريبات العقلية، استرجعت بتاريخ ١٠مايو، ٢٠٢٣، من https://aqleeat.com/.

مسيحة، شيرى مجدي نصحى. (٢٠٢٢). وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل لتنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية .*مجلة كلية التربية في العلوم التربوية*، ٤٦(٣)، ٨١-١٤٨ .

النجار، حسني زكريا السيد. (٢٠١٩). اليقظة العقلية وعلاقتها بالحاجة إلى المعرفة والاندماج الأكاديمي لدى طلبة الدراسات العليا بكلية التربية. *مجلة كلية التربية ببنها*، ١٢٠، ٩٢-١٥٥.

نصر، ريحاب أحمد عبد العزيز. (٢٠١٩). استخدام التعليم الترفيهي في تدريس العلوم لتنمية التحصيل والاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٦(٢٢)، ٩٩-١٤٤.

الهيلات، مصطفى قسيم. (٢٠١٥). *مقياس هيرمان لأنماط التفكير*، المملكة الأردنية الهاشمية، مركز ديبونو لتعليم التفكير.

Abrahams, I., Reiss, M. J., & Sharpe, R. M. (2013). The assessment of practical work in school science. *Studies in Science Education*, *49*(2), 209-251.

Adriyawati, A., Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). Steam-project-based learning integration to improve elementary school students' scientific literacy on alternative energy learning. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(5), 1863-1873.

Amerstorfer, C. M., & Freiin von Münster-Kistner, C. (2021). Student perceptions of academic engagement and student-teacher relationships in problem-based learning. *Frontiers in psychology*, *12*, 4978.

Azid, N., & Md-Ali, R. (2020). The effect of the successful intelligence interactive module on Universiti Utara Malaysia students' analytical, creative and practical thinking skills. *South African Journal of Education*, *40*(3),1-11.

Baysal, E. A., Yörük, A. O., & Ocak, İ. (2022). Acquiring Scientific Process and Innovative Thinking Skills for Secondary School Sixth Grade Students through Digital Activities: An Action Research. *Journal of Science Learning*, *5*(3), 411-430.

Chemerys, H., Ponomarenko, O., Kardashov, V., & Briantsev, O. (2022, July). STEAM project-based learning for future designers. In *AIP Conference Proceedings*, 2453(1), AIP Publishing.

Chistyakov, A. A., Zhdanov, S. P., Avdeeva, E. L., Dyadichenko, E. A., Kunitsyna, M. L., & Yagudina, R. I. (2023). Exploring the characteristics and effectiveness of project-based learning for science and STEAM education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5), em2256.

Christenson, S., Reschly, A. L., & Wylie, C. (2012). *Handbook of research on student engagement* (Vol. 840). New York: Springer.

Darmawansah, D., Hwang, G. J., Chen, M. R. A., & Liang, J. C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: a systematic review from diverse angles based on

the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, *10*(1), 1-24.

El Sayary, A. M. A., Forawi, S. A., & Mansour, N. (2015). STEM education and problem-based learning. *In The Routledge international handbook of research on teaching thinking*, 357-368. Routledge.

Feraco, T., Resnati, D., Fregonese, D., Spoto, A., & Meneghetti, C. (2023). An integrated model of school students' academic achievement and life satisfaction. Linking soft skills, extracurricular activities, self-regulated learning, motivation, and emotions. *European Journal of Psychology of Education*, *38*(1), 109-130.

Hanif, S., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of science Learning*, 2(2), 50-57.

Hawari, A. D. M., & Noor, A. I. M. (2020). Project based learning pedagogical design in STEAM art education. *Asian Journal of University Education*, 16(3), 102-111.

Krajcik, J., Schneider, B., Miller, E. A., Chen, I. C., Bradford, L., Baker, Q., & Peek-Brown, D. (2023). Assessing the effect of project-based learning on science learning in elementary schools. *American Educational Research Journal*, *60*(1), 70-102.

Kristianto, H., & Gandajaya, L. (2023). Offline vs online problem-based learning: A case study of student engagement and learning outcomes. *Interactive Technology and Smart Education*, *20*(1), 106-121Kurniati, R. D., Andra, D., & Distrik, I. W. (2021, February). E-module development based on PBL integrated STEM assisted by social media to improve critical thinking skill: A preliminary study. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1796, No. 1, p. 012077). IOP Publishing.

Laboy-Rush, D.(2015). Integrated STEM Education through Project-Based Learning, *learning.com*, 12(4).

Lu, S. Y., Lo, C. C., & Syu, J. Y. (2022). Project-based learning oriented STEAM: The case of micro–bit paper-cutting

lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(5), 2553-2575.

Manitta, S., Kalantzis, S., Green, D., Ling, M., Smith, K., & Mansfield, J. (2023). PBL in STEM–enhancing learning and teaching, (teachermagazine.com).

Musaeva, D. M. (2022). DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL THINKING OF FUTURE SPECIALISTS IN THE EDUCATIONAL PROCESS. KRS, *Journal of Social Education*, 2(2), 56-61.

Ortiz-Laso, Z., & Diego-Mantecón, J. M. (2022).STEAM Project-based Learning. https://www.steamteach.unican.es/wp-content/uploads/2022/03/STEAMEducation_theoretical.pdf.

Reiss, M. J., & Abrahams, I. (2015). The assessment of practical skills. *School Science Review*, *357*, 40-44.

Rochim, R. A., Prabowo, P., Budiyanto, M., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2022, January). The Use of STEM-Integrated Project-based Learning Models to Improve Learning Outcomes of Junior High School Students. In *Eighth Southeast Asia Design Research (SEA-DR) & the Second Science, Technology, Education, Arts, Culture, and Humanity (STEACH) International Conference (SEADR-STEACH 2021)* , 211-218, Atlantis Press.

Shana, Z., & Abulibdeh, E. S. (2020). Science practical work and its impact on high students' academic achievement. *JOTSE*, *10*(2), 199-215.

Sternberg, R. (2011). Principles of teaching for successful intelligence. Educational Psychologist, 33(2), 65-72.

Sternberg, R. J. (2003). Teaching for successful intelligence: Principles, practices, and outcomes. *Educational and Child Psychology, 20*(2), 6–18.

Sternberg, R. J. (2006). The Rainbow Project: Enhancing the SAT through assessments of analytical, practical, and creative skills. *Intelligence*, 34 ,321–350.

Sternberg, R.J., & Grigorenko, E.L. (2002). The Theory of Successful Intelligence as a Basis for Gifted Education. *Gifted Child Quarterly, 46*, 265 - 277.

Suciana, D., & Sausan, I. (2023). A Meta-Analysis Study: The Effect of Problem Based Learning Integrated with STEM on

Learning Outcomes. *European Journal of Education and Pedagogy*, *4*(2), 133-138.

Sulaiman, F., Rosales, J. R., & Kyung, L. J. (2023). The Effectiveness of The Integrated Stem-Pbl Physics Module On Students' Interest, Sense-Making And Effort. *Journal of Baltic Science Education*, *22*(1), 113.

Tari, D. K., & Rosana, D. (2019, June). Contextual teaching and learning to develop critical thinking and practical skills. *Journal of Physics: Conference Series* ,1233(1) ,1-7, IOP Publishing.

Ubben, G. (2019). Using project-based learning to teach STEAM. *Converting STEM into STEAM Programs: Methods and Examples from and for Education*, 67-83.

Vitti, D., & Torres, A. (2006). Practicing science process skills at home: A handbook for parents. *National Science Teachers Association, May*.

Wan, Z. H., So, W. M. W., & Zhan, Y. (2022). Developing and validating a scale of STEM project-based learning experience. *Research in Science Education*, *52*(2), 599-615.

Zayyinah, Z., Erman, E., Supardi, Z. A., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2022, January). STEAM-integrated project-based learning models: Alternative to improve 21st century skills. *In Eighth Southeast Asia Design Research (SEA-DR) & the Second Science, Technology, Education, Arts, Culture, and Humanity (STEACH) International Conference (SEADR-STEACH 2021)* (pp. 251-258). Atlantis Press.