مركز أ.د/ أحمد المنشاوى
للنشر العلمى والتميز البحثى
(مجلة كلية التربية)
=======

تصور مقترح لاستخدام فلسفة العلم في تطوير علوم الاستدامة وأثره على عقلية النمو وتصويب أنماط الفهم الخطأ وتنمية أخلاقيات الاستدامة لدي الطالب المعلم

إعـــــــداد

أ.م. د/ سماح أحمد حسين محمد

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد
كلية التربية– جامعة أسيوط

samahheussein@gmail.com

﴿المجلد الأربعون– العدد الحادى عشر– جزء رابع– نوفمبر ٢٠٢٤م ﴾
عدد خاص بالمؤتمر العلمى الدولى التاسع (دور التعليم العربى فى تحقيق أهداف التنمية المستدامة)
http://www.aun.edu.eg/faculty_education/arabic

ملخص البحث:

هدف البحث الحالي إلي تحسين عقلية النمو وتصويب أنماط الفهم الخاطئ لبعض جوانب المعرفة العلمية المتعلقة بالعلم وفلسفته والاستدامة ولطبيعة العلاقة بينهما، وتنمية أخلاقيات الاستدامة لدي طلاب الفرقة الرابعة بكلية التربية شعبة الفيزياء وعددهم ٤٠ طالباً وطالبة، وطلاب STEM الفرقة الثالثة(كيمياء وبيولوجي ورياضيات) وعددهم ٤٠ طالباً وطالبة ، وتقصي الفروق بين أداء طلاب البرنامج العام(شعبة فيزياء) وطلاب STEM، وذلك من خلال تقديم تصور مقترح لدور فلسفة العلم بالنسبة للعلوم المختلفة ولعلم الاستدامة باعتباره نهج متعدد التخصصات، وتمثلت أدوات البحث في مقياس عقلية النمو، واختبار تصويب الفهم الخطأ، واختبار أخلاقيات الاستدامة، وتم استخدام المنهج التجريبي ذو تصميم المجموعة الواحدة، وجاءت نتائج البحث لتؤكد علي وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات الطلاب المعلمين في التطبيقين القبلي والبعدي لكل من مقياس عقلية النمو، واختبار تصويب الفهم الخطأ واختبار أخلاقيات الاستدامة لصالح التطبيق البعدي حيث بلغت قيمة "ت" للفرقة الثالثة STEM(٤٧,٨٩)،(٥٧,١٢)، (٣٢,٤٧) علي الترتيب، وللفرقة الرابعة(٦١,٢٣)، (٤٠,٢٦)، (٦٤,٧٦)علي الترتيب وجميعها قيم دالة عند مستوي(٠,٠٥)، كما جاءت الفروق في الأداء علي مقياس عقلية النمو وأخلاقيات الاستدامة وبعض جوانب اختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ لصالح طلابSTEM ، مما يدل علي فاعلية التصور المقترح في تنمية متغيرات البحث لدي العينة، وهو ما أكدته قيم حجم الأثر (η2)المرتفعة، ولهذا يوصي البحث الحالي بتبني أنشطة وعمليات فلسفة العلم في تطوير منهجية علوم الاستدامة.

الكلمات المفتاحية: فلسفة العلم، علوم الاستدامة، عقلية النمو، أنماط الفهم الخطأ، أخلاقيات الاستدامة

A proposed perception for using the philosophy of science in developing sustainability sciences and its impact on the growth mindset, correcting misconceptions patterns, and developing sustainability ethics among student teachers

Researcher name: Samah Ahmed Heussein Mohamed

Researcher Job: associate professor of science teaching methods.

Email: samahheussein@gmail.com

Abstract:

The research aimed to improve the developing mindset and correct the patterns of misconceptions of some aspects of scientific knowledge related to science, its philosophy, sustainability and the nature of the relationship between them, and to develop the ethics of sustainability among the fourth-year students of the Faculty of Education(Physics),40 male and female students, and the third-year STEM students (Chemistry, Biology and Mathematics), 40 male and female students, Investigating the differences between the performance of students in the general program (Physics Department) and STEM students by presenting a proposed perception for the role of the philosophy of science in relation to the various sciences and sustainability science as a multidisciplinary approach. The research tools were represented by the developing mindset scale, the misconception correction test, and the sustainability ethics test. The experimental method with a single-group design was used, and the research results came to confirm the existence of statistically significant differences between the average scores of student teachers in the pre- and post-applications of each of the developing mindset scale, the misconception correction test and the sustainability ethics test in favor of the post-application, as the value of "T" for the third-year STEM reached (47.89), (57.12), (32.47) respectively, and for the fourth-year (61.23),

(40.26). (64,76) respectively, and all of them are significant values at the level (0.05), Differences in performance on the growth mindset scale, sustainability ethics, and some aspects of the misconception correction test were in favor of STEM students, which indicates the effectiveness of the proposed concept in developing the research variables in the sample, which was confirmed by the high effect size values. Therefore, the current research recommends adopting the activities and processes of the philosophy of science in developing the sustainability science methodology.

Key words: philosophy of science, Sustainable sciences, Growth Mindset, misconception patterns, Ethics of sustainable

مقدمة:

في ظل التحديات البيئية والاجتماعية والاقتصادية المتزايدة التي يواجهها العالم اليوم، أصبحت الاستدامة مطلبًا ضروريًا كركيزة أساسية للوجود الاجتماعي ونمطاً في نسيج البشرية المعاصرة لضمان بقاء الأجيال الحالية والمستقبلية في بيئة صحية ومستقرة، لما تنطوي عليه من تغييرات جوهرية في كيفية ارتباط البشر ببعضهم البعض وبالطبيعة، ولا يمكن تحقيق هذه الاستدامة بمعزل عن التعليم الذي يشكل وعي وسلوكيات الأفراد من أجل الحفاظ على موارد البيئة الطبيعية، وتعزيز العدالة الاجتماعية، وتحقيق النمو الاقتصادي المستدام، هذا التعليم الذي ينبغي أن يكون تعليمًا لا يركز فقط علي نقل المعرفة العلمية بمعزل عن أخلاقيات بنائها واكتسابها وتطبيقها، بل أيضاً على تعميق فهمها بتحليلها وتصويب الفهم الخاطئ لها .

ومن منطلق أن كل تنمية تحتاج للفلسفة التي تتناول بالنهج العلمي التحليلي مقولات الحداثة والتفسيرات الدينية، وحق الإنسان في التقدم، فنجد أن ثورات الفيزياء والرياضيات والعلوم البيولوجية والكيميائية وما أعقبها من ثورة الاتصالات وغيرها، قد أحدثت تغييرات جذرية في أبستمولوجيا العلم فتداخلت الذات الإنسانية العارفة الواعية في معادلة الطبيعة مما أدي إلي ميلاد معرفة علمية جديدة تتسم بالدينامية والتجديد الدائم، فتحول اهتمام فلسفة العلم من البحث في بنية العلم، في دقة ويقين وموضوعية الحقائق والنظريات العلمية والمنهج العلمي المتبع في الوصول لهذه الحقائق وبالمعايير والقواعد العقلانية التي تميز بين العلم واللاعلم وبين العلم والأنماط المعرفية الأخرى، أي من دراسة التركيب المنطقي للمعرفة العلمية إلي دراسة العلم في نموه وتفاعله مع عوامل ونشاطات معرفية وإنسانية، ومع بنيات حضارية واجتماعية وإنسانية مثل التاريخ والأكسيولوجيا(الأخلاق)، والدين والثقافة، هذا التحول طرح إشكاليات تتعلق بعلاقة العلم بالمعارف الأخرى، فالمعرفة الإنسانية كغيرها من المعارف تشكلت ضمن مسيرة تاريخية وحضارية تضمنت الكثير من الفروض والميتافيزيقية والملامح الإيدلوجية والدينية التي هي صميم الفكر الإنساني، وفي هذا يقول فيرابند" ليست هناك حجة قطعية نهائية تثبت أفضلية المعرفة العلمية وامتيازها علي الأشكال الأخرى للمعرفة الإنسانية، فما يجعل تفوق العلم عن باقي المجالات المعرفية الأخرى أمراً بديهياً، مبعثه خطأ فادح يتمثل في أننا نفاضل بين العلم، وبين غيره من المجالات علي أساس معايير العلم ذاته كالموضوعية والصدق واليقين والمنهج العلمي"(فيرابند ، ٢٠٠٠، ١٢١)[١].

[١] تم التوثيق وفقاً لنظام APA7 (اسم العائلة، سنة النشر، رقم الصفحة)

فلسفة العلم تجادل وتهتم بإشكاليات العلم فهي تحلل منهج ومنطق العلم وخصائص المعرفة العلمية وشروطها وكيفية تقدمها وعوامل هذا التقدم، فهي تضطلع بمهمة تهيئة العقل لتقبل ديناميات عصر جديد في العلم من خلال اعداد العقل اعداداً علميا بإمداده بالآليات المنهجية والمعرفية النقدية والتصويبية لمعالجة أي خلل وإزالة المعوقات والوقوف أمام التحديات التي تعوق عمليات التنمية في الواقع، فغياب المعرفة العلمية والقدرة التحليلية النقدية التصويبية يعوق أي تقدم(قطب ، ٢٠٠٢، ٢١٣)

ومن سبل التنمية ظهر علم الاستدامة كمجال بحثي جديد متعدد التخصصات يهدف إلى فهم تفاعل العمليات العالمية مع الخصائص البيئية والاجتماعية لأماكن وقطاعات معينة، وكيف يؤثر هذا التفاعل على "احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية مع تقليل الفقر بشكل كبير والحفاظ على أنظمة دعم الحياة على كوكب الأرض (Kates et al., 2001)، فعلم الاستدامة يتضمن العلوم الآتية: (أحمد ، ٢٠٢٠، ٦)

- **العلوم:** علم الأحياء، وعلوم الأرض، وعلوم البيئة، والتغير البيئي العالمي، الكيمياء الخضراء، والبرمجة العصبية، علم البحار والمحيطات، وعلم الفيزياء.
- **الهندسة والتصميم:** المحاكاة الحيوية والتصميم والتصنيع، التصميم البيئي، وتصميم المجتمعات المستدامة.
- **التعليم:** محو الأمية المناخية، محو الأمية البيئية، التربية البيئية، التفكير التصميمي، دراسات المستقبل والتقويم الشامل، ومحو الأمية الجغرافية، والألعاب التعليمية، التعلم الاجتماعي العاطفي، وأنظمة التفكير.
- **العلوم الاجتماعية والإنسانيات:** الإبداع والفنون، وعلم النفس البيئي، والتاريخ البيئي والفلسفة وعلم النفس الاجتماعي.

وقضايا البيئية مثل كفاءة موارد الطاقة البديلة، أو استدامة ممارسات التعدين ليست مجرد ممارسات علمية وإنما أيضاً ذات طبيعة أخلاقية، ولا نقصد بـ "الأخلاق" هنا مراجعة الأخلاقيات للدراسات البحثية، ولا القواعد التي تحكم الأخلاقيات المهنية، بل دراسة المبادئ المعيارية للعمل البشري (Gensler, 1998) لتحديد ما هو جيد، وما هو صحيح، وما يجب علينا القيام به، وهذه الأسئلة يتناولها علم الاستدامة أيضاً، فهو يدرس كيف يمكن أن تكون نتيجة علمية معينة "مفيدة" للاستدامة البيئية؛ وما إذا كان "ينبغي" تحويلها إلى سياسة؛ وما إذا كان ذلك هو "الصحيح" القيام به، وهذا يظهر أن علم الاستدامة هو أخلاق، لأن عمليات اتخاذ القرار التي لا تستند إلى التفكير الأخلاقي والأحكام المعيارية القائمة على القيم قد تعني وجود "فجوة فلسفية" واسعة بين النتائج العلمية والسياسات الاجتماعية (Joaquin& Biana,2020).

فالتحدي للعلماء وصناع السياسات هو دمج الأخلاق في عمليات اتخاذ القرار التي ستترجم النتائج العلمية إلى سياسات اجتماعية ذات صلة، بمعني "التفكير ليس فقط في القيم التي تشكل أساس ممارستهم ولكن أيضاً محاولة إيجاد طرق جديدة للعمل مع الاستدامة" (Johnsen, 2020)على الرغم من أن هذا النوع من الدمج قد تم تسميته مؤخراً بـ "الابتكار المسؤول (Pesch et al., 2020)، فإن رؤيته الأساسية قد تم التأكيد عليها بالفعل من قبل فلاسفة العلوم، وبالتالي يجب ألا تقتصر علوم الاستدامة في تعددية تخصصها علي العلوم الطبيعية والاجتماعية والسياسية فقط بل يجب إضافة الفلسفة بشكل عام والأخلاق بشكل خاص، فكثير من المشكلات المزعجة في علم الاستدامة ترجع للممارسات غير الأخلاقية(Chiu et.al, 2020)، (Joaquin& Biana,2020)

وهنا تأتي الفلسفة لتحرك في الاتجاه السليم والطريق الصحيح بدون أخطاء وتجاوزات أو عشوائية أو ذاتية أو اسراف، من خلال تهيئة العقل لتقبل ديناميات التغير، أي تنمية العقلية العلمية ورسم سبل التفكير العلمي لها الذي يجعل العقل في حالة ابداع دائم (عبد الله ، ٢٠٢٤، ١)، فعقلية النمو Growth Mindset في مقابل العقلية الثابتة Fixed Mindset أحد أهم العناصر التي تؤثر علي شخصية الفرد وإمكاناته، حيث يثق المتعلم ذو عقلية النمو أن قدراته قابلة للتغيير وذكائه مرن يتحسن بمرور الوقت، ويميل المتعلمون ذو عقلية النمو إلي التعلم بشكل أفضل، فهم يخضعون لسيطرة تعلمهم ولا يشعرون بإحباط في مواجهة الفشل، ويعتبرون الإخفاقات جزء من التعلم، وهو ما يزيد من ثقتهم بأنفسهم، وبما يدرسونه من معرفة (Barger et al., 2022,1)

فلسفة العلم أداة قوية في تحليلها للبناء العلمي القائم إلى عناصره وأسسه ونقد هذه الأسس لنبذ ما لا ضرورة له وتقويم الحقيقة العلمية فى نطاق حقائق المعرفة الإنسانية "(عبد القادر، ١٩٩٩، ١٩٠)، نظراً لما تقدمه من أدوات منهجية ومنطقية لتحليل الأفكار والمفاهيم الأساسية والثوابت في كل علم ومنها الاستدامة، واستخراج مبادئه وفحص مناهج العلماء والباحثين ومشكلات العلم والقيم التي تحكم سير العلم والعلماء، وتعزز القدرة على التفكير النقدي والأخلاقي؛ من كونها حركة نقدية ذاتية يقوم بها العلماء أنفسهم للبناء الداخلي لهذا العلم بغية تقويمه فهي تدرس: لغة العلم، والوظائف الأساسية للعلم، والنتاج الفكري لكبار فلاسفة العلم وعلماء المناهج(قاسم، ٢٠٠٣، ٥٣)، وبذلك تسهم في تصحيح الفهم الخاطئ للمعرفة العلمية بربطها بالخبرة العملية، مما يمكن الطالب المعلم من تطبيق هذه المفاهيم بفعالية في حياته المهنية والتعليمية، ومن ثم تعزيز الفهم الصحيح والشامل الأكثر عمقاً ونقدية لمفاهيم الاستدامة، ليكونوا أكثر قدرة على التعامل مع التحديات المعقدة التي تفرضها متطلبات الاستدامة في العصر الحديث، هنا يؤكد جليز(٢٠٠٧، ١٢)، أن عدم التمكن الكافي من المعرفة بالموضوع والاستخدام غير الدقيق للمصطلحات يؤدي الي الفهم الخطأ(Yip, Din. (1998).

ورغم الدور الكبير لفلسفة العلم الذي في تهيئة وتنمية العقلية العلمية، وتصويب أنماط الفهم الخطأ؛ إلا أنها تظل غائبة إلي حد كبير بين جمهور القراء العاديين والمثقفين والباحثين داخل مؤسساتنا العلمية فضلاً عن غيابها عن المناهج التربوية في نظامنا التعليمي بمراحله المختلفة، فالحاجة ملحة فلسفة العلم لتنمية العقل وبيان صلاحياته تنميه علمية تمكنه من سد الفجوة التي تفصلنا عن ميدان العلم وتطبيقاته المختلفة، بما تقدمه من مراجعة دائمة لتاريخ العلم ومراحل تطوره، لتظهر أن العلم الغربي هو حلقة ضمن سلسلة طويلة أبدعها جوهر العقل الانساني علي مر العصور، ومن فهي تصحح لمنطق سيطرة وهيمنة الغرب علي العلم وانجازاته وأن الدول النامية هي سوقاً لرواج بضائعهم الاستهلاكية، أي أنها تتصدي للتشويه الأيدلوجي الذي يتغافل عن دور العلم العربي في تطور العلم علي مدار تاريخ العلم، مع عدم المبالغة في تمجيد دورهم (قطب، ٢٠٠٢، ٢١٦)، (بوصالحيح، ٢٠٢٠، ٣٠٣)

ومن ثم وفي هذا السياق، يعتبر تصحيح الفهم الخاطئ بتحسين عقلية النمو أحد الأهداف الرئيسية لتطبيق فلسفة العلم، فعلوم الاستدامة غالباً ما تكون مصحوبة بتصورات غير دقيقة حول الأسباب والآثار يصاحبها مشكلات أخلاقية، وهو ما يؤكد الحاجة إلى تحليل نقدي وعميق لهذه العلوم بأبعادها الأبستمولوجية والقيمية والاجتماعية، وهو ما سعي إليه البحث الحالي.

مشكلة البحث:

انطلق إحساس الباحثة بالمشكلة من خلال النقاط التالية:

١. واقع تدريس مقرر فلسفة العلم لطلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM(كيمياء وبيولوجي ورياضيات)، (والذي تقوم الباحثة بتدريسه) هذا الواقع كشف الكثير من أنماط الفهم الخطأ يتمثل في التعميم المفرط والخلط بين المفاهيم والتفسيرات الخاطئة حول: الفلسفة في علاقتها بالعلم، ومفهوم العلم نفسه وبنيته المعرفية، وعملياته، وتاريخ العلم وتطوره، وأساليب العلماء في دراستهم للظواهر الطبيعية المحيطة ومنها تغير المناخ واستدامة الموارد البيئية، ولم يصل الأمر إلي هذا الحد وحسب بل امتد التداخل والخلط في المفاهيم لدي الطلاب إلي علاقة التكنولوجيا بالعلم ودورها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وهو ما دفع الباحثة إلي ضرورة وضع تصور يدمج مبادئ فلسفة العلم (الشك النقدي، النظرية والتجربة، والتحليل الاستقرائي) في تطوير علوم الاستدامة.

٢. الاطلاع علي الدراسات السابقة التي تناولت فلسفة العلم في علاقتها بالاستدامة، والتي أكدت أن أدوار المنظمات العلمية الدولية والإقليمية بدأت مع علم الاستدامة الذي كان موجوداً بالفعل في الهواء وفي المطبوعات ولكنه كان بحاجة إلى تأطير نظري ومنهجي يتجاوز موضوعات البحث الفردي(Kates, 2011)، وكذلك الدراسات السابقة التي تناولت

أخلاقيات الاستدامة مثل: Ab Wahab ,Abumoghli(2024) ,(2021) Mastura, (Shevchenko et al., 2016) والتي أكدت أن العلاقة بين الأخلاق والاستدامة، على الرغم من أهميتها، لم تحظَ بالاهتمام الكافي، كما أوضحت أن اهمال العملية التعليمية للبعد الأخلاقي للاستدامة، ودراسات كل من: الأشقر(٢٠١٧)، (2017).Karpudewan et al، رضا(٢٠١٨) أوصت جميعها علي أهمية رصد الفهم الخطأ للمفاهيم وتصويبه لخطورة دوره في إعاقة التعلم اللاحق.

٣. الدراسة الاستكشافية بتطبيق اختبار قصير مكون (٢٠) مفردة من نمط الاختيار من متعدد لرصد أنماط من الفهم الخطأ، والمقابلات الشخصية التي اتضح منها وجود بعض جوانب القصور في عقلية النمو وتمتع البعض منهم بالعقلية الثابتة، وعن أخلاقيات الاستدامة؛ وتشير النتائج إلي بعض الفهم الخطأ والخلط في المفاهيم لدي الطلاب المعلمين وانخفاض مستوي أخلاقيات الاستدامة لديهم.

ومن ثم تمثلت مشكلة البحث الحالي في وجود بعض أنماط الفهم الخطأ لدي الطلاب المعلمين للمفاهيم المرتبطة بالعلم وفلسفته، وعلوم الاستدامة، وانخفاض مستوي أخلاقيات الاستدامة، ويسعي البحث الحالي: إلى استخدام تصور مقترح لفلسفة العلم في تطوير منهجية علوم الاستدامة في محاولة للتصدي لهذه المشكلة.

مصطلحات البحث:

التصور المقترح اجرائياً: هو إطار فكري يتضمن المعالجة النقدية الاستقرائية والتحليل المفاهيمي والقيمي والاجتماعي التي تمارسها فلسفة العلم لبنية وعمليات وخصائص ومناهج وتاريخ وأخلاقيات علوم الاستدامة في علاقتها بالمجتمع.

فلسفة العلم: اجرائياً: هي دراسة نقدية تحليلية للغة ووظائف وبنية ومفاهيم وقضايا علوم الاستدامة من النواحي الأبستمولوجية (إمكانية المعرفة- وأدوات المعرفة ومصدرها – وطبيعة العلاقة بين الباحث وموضوع بحثه)، والأنطولوجية(المترتبات الفلسفية علي المفاهيم العلمية ذات الصلة بالاستدامة) والأكسيولوجية(البعد القيمي لعلم الاستدامة)، والسوسيولوجية(البعد الاجتماعي لعلم الاستدامة).

علوم الاستدامة:

هي مجال متعدد التخصصات يرتبط بعلاقة طبيعية مع الأبستمولوجيا(المعرفة)، وفلسفة المعرفة والفلسفة التحليلية، وبعلاقة وجودية بممارسات التحول الاجتماعي، يسعي إلى إيجاد حلول عملية لتعزيز التنمية المستدامة، يدرس كيفية الحفاظ على توازن طويل الأجل بين النمو الاقتصادي، وحماية البيئة، والعدالة الاجتماعية، ويتضمن ذلك مجالات مثل الطاقة المتجددة،

الحفاظ على التنوع البيولوجي، إدارة الموارد الطبيعية، والتخطيط الحضري المستدام(Ludovic,2020,69)،(Nagatsu, et al.2020, 1808)

عقلية النمو: اجرائياً: ايمان الطالب المعلم بمرونة ذكائه وقدراته وإمكانية تطويرها وتغيير أفكاره وتصوراته الخطأ بمرور الوقت من خلال العمل الجاد والمثابرة وبذل الجهد، وتقبل النقد من أجل التطوير والتحسين، والتعامل مع الإخفاقات علي أنها بداية لتعلم جديد، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب المعلم في المقياس المعد لذلك.

الفهم الخطأ اجرائياً: هو التصورات الذهنية والأفكار الموجودة في البنية المعرفية للطلاب المعلمين عن العلم وفلسفته، وتاريخه، ولغته، وتطبيقاته، وعلوم الاستدامة والعلاقة المتبادلة بينهما، سواء بالنقص في التعريف أو التفسير المغاير، أو الخلط في المفاهيم، أو التعميمات المفرطة، والتي تتعارض مع التصورات العلمية المقبولة التي يقرها العلماء والمتخصصون، وتقاس بدرجات الطلاب المعلمين في اختبار تشخيص أنماط الفهم الخطأ.

أخلاقيات الاستدامة: اجرائياً: إدراك وممارسة الطلاب المعلم لمجموعة من المبادئ المعيارية لمظاهر السلوك المتمثلة في القيم الإنسانية من التعاطف والرحمة والشعور بالولاء وتدعيم المساواة ونبذ العنف، وسعة الأفق، والالتزام بالمنهجية العلمية، وتقبل الآخر واحترامه، لإظهار المسئولية البيئية الفردية والجماعية في المحافظة علي الموارد وترشيد الاستهلاك وعدم الاسراف، ووضع معايير الاجراء الصحيح، وتعظيم النتائج من أجل الرفاهية، والعدالة الاجتماعية، التي تعمل جميعها كموجهات لسلوكهم نحو تحقيق الاستدامة، وتقاس بدرجة الطالب المعلم علي الاختبار المعد لهذا الغرض.

أسئلة البحث:

سعي البحث الحالي للإجابة عن الأسئلة التالية:

١. ما هو التصور المقترح لاستخدام فلسفة العلم في تطوير علوم الاستدامة؟

٢. ما أثر التصور المقترح في تحسين عقلية النمو لدى الطالب المعلم؟

٣. ما أثر التصور المقترح في تصويب أنماط الفهم الخاطئ لدى الطالب المعلم؟

٤. ما أثر التصور المقترح في تنمية أخلاقيات الاستدامة لدى الطالب المعلم؟

أهداف البحث:

سعي البحث الحالي إلى تحقيق الأهداف التالية:

١) تحسين عقلية النمو لدى الطالب المعلم بكلية التربية جامعة أسيوط.
٢) تصويب الفهم الخطأ لمفاهيم العلم والاستدامة لدى الطالب المعلم بكلية التربية جامعة أسيوط.
٣) تنمية أخلاقيات الاستدامة لدى الطالب المعلم بكلية التربية جامعة أسيوط.
٤) تطوير علوم الاستدامة من خلال فلسفة العلم.
٥) تقصي الفروق بين أداء طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM

أهمية البحث:

قد يسهم البحث الحالي في:

- تقديم تصوراً مقترحاً لفلسفة العلم في تناولها لمنهجية علوم الاستدامة، كآلية مختلفة قد يستفيد منها القائمين على العملية التعليمية من معلمين ومعدي ومطوري المناهج في تضمين مفاهيم وحقائق الاستدامة في سياق الدروس والمناهج الدراسية المختلفة.
- افادة الطلاب المعلمين من خلال تحسين عقليتهم النامية في تحسين أدائهم الأكاديمي، وزيادة ثقتهم بقدراتهم وإمكاناتهم التدريسية.
- مساعدة مخططي ومطوري برامج اعداد المعلم بكليات التربية علي تحسين جودة التعليم في مجال الاستدامة في سياق مقررات البرنامج.
- تطوير فهم أعمق لمفاهيم الاستدامة وأخلاقياتها لدى الطلاب المعلمين باعتبارهم معلموا المستقبل.

حدود البحث:

اقتصر البحث علي:

- الفرقة الرابعة شعبة فيزياء وعددهم (٤٠) طالباً، الفرقة الثالثة STEM شعب: الكيمياء والفيزياء والبيولوجي وعددهم (٤٠) طالباً الفصل الدراسي الثاني ٢٠٢٤م، بكلية التربية- جامعة أسيوط.
- مجالات فلسفة العلم لتطوير علوم الاستدامة: القضايا الأبستمولوجية(بنية المعرفة)- البعد السيسيولوجي الاجتماعي– البعد الأنطولوجي– البعد الأكسيولوجي(القيمي)

- **الاقتصار علي أبعاد عقلية النمو المتمثلة في**: المثابرة- الكفاءة الذاتية- التوجه نحو تحقيق الهدف بإتقان- الوعي بعمل القدرة العقلية.
- تصويب أنماط الفهم الخطأ المتمثل في النقص في التعريف، الافراط في التعميم، والتفسيرات المغايرة، والتداخل بين المفاهيم حول: فلسفة العلم ومجالاتها- والطريقة العلمية- العلم واللاعلم (العلوم الزائفة)- النظرية العلمية-علم الاستدامة وبنيته وخصائصه وممارسته الاجتماعية والبيئية والاقتصادية.
- أخلاقيات الاستدامة: السلوكيات المتعلقة بـالعدالة الاجتماعية، وتقبل الاخر، والمحافظة على الموارد، والمنهجية العلمية، وسعة الأفق، وتعظيم النتائج، ومبادئ الاجراء الصحيح، وبعض القيم الأساسية: التعاطف والولاء والمساواة.

منهج البحث:

لتحقيق أهداف البحث تم اتباع المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل الأدبيات ذات الصلة بمشكلة الدراسة، وإعداد التصور المقترح وإعداد أدوات الدراسة وتفسير ومناقشة النتائج، والمنهج الاستقرائي في استقراء بعض وجهات النظر الفلسفية في الاستدامة وأخلاقياتها، والمنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة لقياس أثر التصور المقترح في تحسين عقلية النمو وتصويب الفهم الخطأ وتنمية أخلاقيات الاستدامة لدي مجموعتي البحث.

مود وأدوات البحث:

قامت الباحثة بإعداد مواد وأدوات البحث التالية:

*التصور المقترح لاستخدام فلسفة العلم في تطوير علوم الاستدامة

*دليل لتدريس التصور المقترح *مقياس عقلية النمو

*اختبار تصويب الفهم الخطأ *اختبار أخلاقيات الاستدامة

فروض البحث:

سعي البحث الحالي للتحقق من صحة الفروض التالية:

١)يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء ومتوسطي درجات طلاب الفرقة الثالثة STEM (مجموعة البحث)في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس عقلية النمو ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي.

٢)يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي.

٣) يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي.

٤)يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لمقياس عقلية النمو لصالح طلاب STEM.

٥)يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لاختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ لصالح طلاب STEM.

٦)يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة لصالح طلاب STEM.

إجراءات البحث:

تم اتباع الإجراءات التالية:

أولاً: الإطار النظري للبحث:

المحور الأول: فلسفة العلم وعلوم الاستدامة وأخلاقياتها

فلسفة العلم هي الخلفية النظرية والمبادئ العامة التي تنطلق منها النظريات والقوانين والمنجزات العلمية، فهي العقل الذي يقبع خلف منجزات العلوم(أومنيس، ٢٠٠٨)، ويرى "كارل همبل " أن فلسفة العلم تسعى لتوضيح المعانى للمصطلحات العلمية والجمل وكذلك البنية المنطقية للنظريات العلمية فهي تتعلق بالأوجه المنطقية النسقية للنظريات ، ومن ثم فالأوجه السيكولوجية والاجتماعية كأساس بشرى هي غير مناسبة لفلسفة العلم " (طلبة ، ٢٠٠٨، ٣٠) "

وهي: حركة نقدية ذاتية يقوم بها العلماء للبناء الداخلي لهذا العلم بغية تقويمه وهذا يتطلب الاطلاع على تاريخ الفلسفة والعلم معاً، وامتلاك رصيد كبير من المعرفة العلمية، ودراسة نتائج تطبيقات نظريات العلم المعاصر، أي أن فيلسوف العلم يدرس: لغة العلم، والوظائف الأساسية للعلم، نظريات الاحتمال وتطور النظر فيها، ويتناول موضوعات مثل العلاقة بين الملاحظات وبناء النظرية العلمية، والتمييز بين تعميمات الحياة والقانون العلمي، إلخ، ومن ثم **تهدف فلسفة العلم إلي:** (قاسم،٢٠٠٣، ٤٧-٥٣)،(محمد، ٢٠٠٧)، (Regt,) (Henk,2009

١. جعل العلوم وحدة واحدة، بدراسة البناء المنهجي للعلم باستخدام التفكير العلمي المنطقي.

٢. حل مشاكل كل من العلم والفلسفة والربط بين القضايا التي يتناولها كل منهما.

٣. وضع العلماء على الطريق الصحيح والسليم في التفكير، من أجل بناء نظرية علمية كاستجابة للواقع الاجتماعي، مع تكوين منطقها بالحوار الجدلي الذاتي للعلوم والفلسفة.

٤. الرقابة على نتائج العلم الذي تعتبر مكتشفاته حاجة اجتماعية ملحة، وحماية المجتمع من الاستخدامات السيئة للعلم، مما يكفل تقدم المجتمع وتطوره.

٥. تناول العلم في كل جوانبه المختلفة، بهدف أن يصبح للعلم فاعلية إنسانية.

الاستدامة يختلف معناها من حقل لآخر، فإذا كانت تعني لأحد الحقول حماية النظم الإيكولوجية القائمة، فقد تعني لآخر تلبية الاحتياجات البشرية؛ ويتسبب البعد الأخلاقي لها في خلاف حول تحقيقها، ولحل هذا الخلاف ظهر «علم الاستدامة» في تقارير الأمم المتحدة كمجال بحثي يرجع تاريخه إلى أوائل تسعينيات القرن العشرين؛ ثم قدم رسمياً وطُوِّر بشكل أكبر في القمة العالمية للتنمية المستدامة في جوهانسبرج عام ٢٠٠٢؛ كعلم تكمن جذوره في الاقتصاد البيئي الذي يركز على التنظير التكاملي لعلاقات الإنسان بالطبيعة أو الاقتصاد بالبيئة، ومستوحى في المقام الأول من الاستخدام كالعلوم الزراعية والصحية، مع مكونات معرفية أساسية وتطبيقية هامة، مع الالتزام بنقل هذه المعرفة إلى العمل المجتمعي، وبصمة جغرافية ومؤسسية وتخصصية مختلفة تمامًا عن معظم العلوم، ومن هنا نجح في جذب عشرات الآلاف من الباحثين ومستخدمي المعرفة، فضلاً عن المعلمين والطلاب، في غضون ما يزيد قليلاً على عقدين من الزمان، حيث تبنت الأكاديميات العالمية للعلوم، ومبادرة العلوم والتكنولوجيا من أجل الاستدامة (ISTS)، والمجلس الدولي للعلوم (ICSU)، وأكاديمية العالم الثالث للعلوم في اليابان والسويد ونيجيريا وتايلاند وألمانيا وكندا وتشيلي والمكسيك؛ فكرة علم الاستدامة، وحددت أسئلته ومنهجياته الأساسية، وأطلقت علم الاستدامة في جميع أنحاء العالم (kates,2011)،((Takeuchi, 2006

علم الاستدامة نهج متعدد التخصصات يدمج بين المعارف في جميع المجالات بما فيها العلوم الاجتماعية والإنسانية، يتناول في المقام الأول كيف ينبغي للبشر استخدام كوكب الأرض، ويتجه نحو عمليات ديمقراطية تشاركية في انتاج المعرفة؛ وبوصفه مجالًا بحثياً يقود البرامج البحثية في مواجهة تحديات التنمية الكبرى، بتلبية احتياجات الأجيال الحالية والقادمة للحفاظ على نظم دعم الحياة، مع الحد من الجوع والفقر، وتحسين إمدادات المياه النقية، إلى جانب القيم الأصلية مثل تخفيف الضغوط بسبب التغير المناخي، والحفاظ على خدمات النظم البيئية، وحماية التنوع الحيوي، وتعزيز سلوكيات الأفراد الايجابية ، فمن المفيد للغاية أن نفكر في علم الاستدامة وفقاً للمشكلات التي يعالجها، وليس التخصصات التي يستعين بها في الحل، وبإعتباره ليس بحثاً "أساسياً" ولا بحثاً "تطبيقياً"، بل إنه مشروع يركز على "البحث الأساسي المستوحى من الاستخدام" use-inspired basic research (Clark, 2007,1737)، (علي، ٢٠١٩، ١٤-١٥)، (همام، ٢٠٢٢ ، ٢٨- ٣٠).

ومن منطلق تأكيد أجندة الأمم المتحدة ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة على الدور الأساسي الذي ينبغي أن يلعبه العلم في تنفيذ أهدافها السبعة عشر لإنتاج المعرفة ذات الصلة، وهنا تقترح فلورينا Flurina Schneider,et al. (2019) أن هذا يستلزم المشاركة التحليلية في المعايير والقيم من خلال أربع مهام هي: **أولاً:** كشف القيم الأخلاقية التي تنطوي عليها الاستدامة والتأمل النقدي فيها، بحيث تصبح موضوعاً تجريبياً ونظرياً لبحوث الاستدامة، **ثانياً**، لضمان ارتباط البحوث في النظم الاجتماعية والبيئية بقيم الاستدامة، ينبغي للباحثين أن يفكروا ويوضحوا قيم الاستدامة التي توجه أبحاثهم، **ثالثًا**: لإيجاد أرضية مشتركة حول ما تعنيه الاستدامة في مواقف محددة، فيجب التفكير المشترك وخلق رؤى جديدة بين العلماء ورجال المجتمع، **رابعًا:** يجب علي الباحثين في مجالات العلوم المختلفة توضيح القيم الأخلاقية والمعرفية لتخصصاتهم العلمية، كل هذا يساهم في بناء المعرفة العلمية حول الاستدامة بما فيها الجانب الأخلاقي ؛ الذي يمثل معتقدات ونوايا الأفراد حول ما هو صحيح وما هو خطأ، وتوجه مواقفهم وسلوكياتهم إما في الانخراط في الأنشطة المفيدة للبيئة، مثل الأنشطة الأخلاقية/البيئية المستدامة، أو تجنب الأنشطة الضارة بالبيئة (Ruiz-Palomino et al., 2019)، فالممارسات غير الأخلاقية تعوق الاستدامة مثل: أزمة الجشع واللامبالاة وعدم الاكتراث في مواقف المؤسسات والأفراد، والإفراط في الاستهلاك والإنتاج، وخلق أزمات القطاع المالي والصناعي، التي تقودها روايات النمو غير المحدود والرأسمالية التي تشكل الرأي العام والمعتقدات(Abumoghli, 2024).

ومن ثم فعلوم الاستدامة يتطلب توجهها العملي، وطموحاتها الانتقالية، ونواتها متعددة التخصصات وإلى ما وراء التخصصات، إعادة تنظيم كيفية بناء العلوم وعلاقتها بالممارسة، والأبعاد الأخلاقية التي توفر الأساس العقلاني والقيمي لتطبيق الاستدامة كإطار لتحسين عملية

اتخاذ القرار، مما يثير العديد من القضايا الفلسفية الجادة، التي طرح فلاسفة العلم حولها أسئلة عديدة كالمنهجية العلمية، وبنية العلم وتاريخه، والدور المناسب للعلم في المجتمع، والقضايا الأخلاقية والأبستمولوجيا التي تنشأ في الممارسة العلمية (Mitchell ,2009; Kitcher, 2009, Cartwright and Hardie,2012; Adler et al. 2018; Winsberg 2018 Turner,2019)، ففلاسفة العلم يتمتعون بمكانة فريدة تمكنهم من تطوير وتنمية علم الاستدامة سواء من منظور خارجي أو بالشراكة مع علماء الاستدامة، فالممارسة النقدية التي تمارسها فلسفة العلم من الممكن أن تعزز المزيد من المناقشات في علم الاستدامة، وهو ما قامت به المؤسسات الأكاديمية التالية: كلية الاستدامة في جامعة ولاية أريزونا بالولايات المتحدة، ومعهد هلسنكي Helsinki لعلم الاستدامة في جامعة هلسنكي بفنلندا، وجامعة بيردوpurdue بالولايات المتحدة؛ من خلال تعيين فلاسفة العلوم للتعاون مع علماء الاستدامة: (Davis et al. 2018; Nagatsu et al.2020,1807).

وبالتالي ومن منظور فلسفي نجد أن علم الاستدامة كعلم موجه نحو حل المشكلات وتقديم الحلول يركز علي المعرفة التي ينتجها وكعلم تطبيقي موجه ناحية العمل وكمشروع عابر للتخصصات يركز علي ديناميكيات وتفاعلات الأنظمة المعقدة، والقيود الأبستمولوجية التي تفرضها مثل هذه الأنظمة، ودور التغيير الاجتماعي، ودور علماء الاستدامة في تعزيز هذا التفاعل وتلك الديناميكية بتحقيق أهداف التنمية المستدامة بمشاركة المجتمعات والشركات والدول التي أصبحت تتطلع بما يعرف بالمسئولية الاجتماعية، بالتزامها بمجموعة من القواعد والأعراف والثقافات والمعتقدات التي تشكل سلوك الأفراد(Clark and Alicia, 2020)، حيث حدد ناجتسو وآخرون Nagatsu, et al ثلاثة مجالات بارزة للإثراء المعرفي بين فلاسفة العلوم وعلماء الاستدامة؛ يستطيع فيها فلاسفة العلم أن يبسروا التقدم النظري والمنهجي والأخلاقي في علم الاستدامة: (Laplane et al, 2019; Nagatsu, et al.,2020; Ludovic,2020)

١) **القضايا المعرفية:** أكد فلاسفة العلم أن جودة المعرفة العلمية لا تعتمد فقط علي العباقرة من الأفراد، ولكن أيضاً علي الظروف الاجتماعية التي يمارس فيها العلم، بدراسة الأبعاد الاجتماعية للمعرفة والممارسة العلمية، وعلي الطرق التي تؤثر بها التفاعلات بين الأفراد والجماعات علي موثوقية المعرفة المنتجة(Longino, 1990)، والبعد عن التجارب العشوائية، مع تقديم حجج ضد العلم الخالي من السياق والقيم، كالمثل العليا الخالية من التخصص التي يدافع عنها بعض مؤيدي التعددية التخصصية في علم الاستدامة (Mitchell,2009).

٢) **التحليل المفاهيمي:** تحليل المفاهيم مثل النظرية والنموذج والأدلة، وتلك المرتبطة بتخصصات معينة مثل الجينيات في البيولوجي، والتناظر في الفيزياء، والتفضيل في الاقتصاد وغيرها كلها من المهام المعتادة لفلسفة العلم، وبالمثل يستعين علماء الاستدامة بمفاهيم مجردة من تخصصات عديدة ويطورونها وينشرونها في سياقات جديدة مما يجعلها تحمل معاني مختلفة، فإن مفاهيم مثل: النظام الاجتماعي البيئي، والنظام التكيفي المعقد، والتنظيم الذاتي، والأنثروبوسين، وخدمات النظم الايكولوجية، علي سبيل المثال كلها مؤهلة للاستفادة من التحليل النقدي لفلسفة العلم.

٣) **الدوافع الأخلاقية:** أشار Rodriguez Madariaga في الوثيقة المذكورة لأكاديمية العلوم البابوية في الفاتيكان حول الاستدامة أن :"الأخلاق تتعلق بالتساؤل عن معنى كل نشاط من الناحية الإنسانية، وما لها من تأثير على الأفراد والمجتمع بشكل عام، أي أن الإنسانية و"إلغاء الإنسانية" هما المعيارين الأخلاقيين اللذان يعتمد عليهما أي عمل يجسد كرامة الإنسان وتضامنه، مع إدانة أي عمل يتعارض مع هذه الكرامة والتضامن، فالعادة الجيدة المتكررة تخلق فضيلة، والعادة السيئة المستمرة تخلق رذيلة "(García& Sanz, 2018) لتعزيز السلوك المستدام ينبغي أيضاً عدم التركيز علي الدافع الخارجي فقط كتقليل الضرائب، بل لابد من تحفيز الدافع الداخلي أيضاً كقدرة فطرية للبشر على تدوين المعايير، لفعل ما هو صحيح وتجنب ما هو خاطئ(Davis,et al., 2018)، ولهذا تؤكد ويك Weik وآخرون بأن علماء الاستدامة ينبغي أن يتسموا بالكفاءة المعيارية؛ وهي القدرة علي التحديد والتطبيق والتفاوض بشأن قيم ومبادئ وأهداف وغايات الاستدامة؛ هذه القدرة تمكن **أولاً** : من تقييم (عدم) استدامة الحالة الحالية و/أو المستقبلية للأنظمة الاجتماعية والبيئية، **وثانيًا:** من إنشاء ورسم رؤى استدامة لهذه الأنظمة بشكل جماعي، وتعتمد هذه القدرة على المعرفة المكتسبة بما في ذلك مفاهيم العدالة والمساواة والنزاهة الاجتماعية والبيئة والأخلاق" (Wiek, et al.,2011,209)، (Salovaara,et al,2019,906)

فالالتزامات القيمية والشعور الداخلي القوي بالعجلة لحل المشكلات البيئية الملحة هي الدافع الرئيسي لمعظم علماء الاستدامة، أي التمسك بأن القيم توجه القرارات بشأن أي مشاريع بحثية، وتؤثر على بعض الاستنتاجات العلمية، حيث تثير هذه القيم في العلم أسئلة جدلية حول الموضوعية العلمية (Nelson, Vucetich, 2012؛ Mitchell,2009)، إذن في علوم الاستدامة ينبغي أن تؤثر القيم الأخلاقية والعدالة على تفكير العلماء، وليست القيم المعرفية(القوة التفسيرية والدقة التجريبية) فقط خاصة عندما يتعلق الأمر باختبار الفرضيات، وهو ما يعرف بين فلاسفة العلم بـ**"حجة المخاطر الاستقرائية"**، والتي تتكون من: (١) اتخاذ قرار بشأن قبول أو رفض الفرضيات العلمية هو أحد الأهداف المركزية للاستنتاج العلمي؛ (٢) لهذا القرار تداعيات على العمل العملي، ولهذا يجب أن تعتمد قرارات القبول جزئيًا على أحكام القيم غير المعرفية حول تكاليف الخطأ؛ (٣) يمكن أن تؤثر القيم غير المعرفية بشكل شرعي على الاستنتاج العلمي (Douglas 2009؛ Steel 2015).

ومن ثم وفي ضوء كل ما تقدم يمكننا القول بأن فلسفة العلم يمكنها تطوير علم الاستدامة من خلال الانخراط بشكل أكبر في ممارساته الجديدة والمتطورة مثل أبحاث التصميم الذكي/التصميم التكنولوجي، والتجريب، والبحث الموجه نحو العمل مع الالتزامات الأخلاقية الصريحة، وتطوير الأدوات ذات الصلة بتناول **قضاياه المعرفية**: مثل تبرير صحة المعتقدات بالأدلة العلمية، المناهج البحثية المستخدمة، وتعدد التخصصات وإمكانية نقل المعرفة العابرة للتخصصات، والتكامل بين التخصصات، والسياسة العلمية بالإجابة عن سؤال: ماذا يحدث لعلوم الاستدامة نحو توحيد المنهجيات عندما تفقد الاستدامة جاذبيتها السياسية كمبدأ تنظيمي لسياسة العلوم؟ من أجل انتاج معرفة موثوقة معرفيًا مبنية على الاستدلال العلمي السليم وقابلة للاستخدام عمليًا، وليس مجرد تراكم لأطر نظريه، **والتحليل المفاهيمي:** الذي لا يقتصر فقط على توضيح وتنقيح التعريفات، بل يشمل أيضًا تطوير مفاهيم جديدة، ونقل المفاهيم "القديمة" إلى مجالات "جديدة" عبر الحدود التخصصية، ويتطلب ذلك معرفة بالتطور التاريخي للعلم، بالإضافة إلى الإلمام بالمعاني والاستخدامات والتطبيقات الحالية عبر مجموعة متنوعة من السياقات، وهو شكلاً من أشكال الجهد بين التخصصات(Robinson, 2019) لتحسين الفهم الأعمق للتحديات البيئية والاجتماعية، وتعزيز التكامل بين التخصصات المختلفة، وتطبيق المعرفة العلمية، بالإضافة إلى إنتاجها، ولأن علوم الاستدامة تتضمن ما يعرف **بالنهج الأخلاقي المتعدد** من القيم المعرفية وغير المعرفية، التي يتبناها كلا من: أصحاب المصلحة المعنيون، والعلماء والباحثون في الاستدامة، وصناع القرار في الميدان (Horcea et al,2019)، فهي بحاجة إلي فلسفة العلم بمنهجياتها الدقيقة للتفكير النقدي لدراسة القيم غير المعرفية، وأثرها علي اتخاذ القرار، والتأكد من أن التنوع القيمي لا يؤثر سلبًا على أهداف الاستدامة، من منطلق أن القدرة على التفاوض بدعم حوار مفتوح بين العلماء وصناع القرار وأصحاب المصلحة، لتسهيل فهم القيم والاعتراف بالاختلافات؛ ضروري لضمان النجاح في مواجهة التحديات البيئية والاجتماعية المعقدة.

المحور الثاني: عقلية النمو والفهم الخطأ

يعرف كل من الفيل (٢٠٢٠، ٦٤٥-٦٤٦)، كلارك وسوتر&Soutter Clark (2022,51) عقلية النمو بأنها تسليم الطالب بأن الذكاء مرن ويمكن تنميته أن بذل المزيد من الجهد والدأب والمثابرة يساعد على اكتساب المزيد من المهارات وتعلم أشياء جديدة، والتغلب على التحديات والعقبات، بينما يعرفها برجر وآخرون (2022,1).Barger et al بأنها الفهم العميق لكيفية عمل قدرة الفرد أثناء تعلمه.

صاغت Dweck (2000) النظرية الضمنية أو ما يعرف بـ"نظرية الذات" في وصف كيف أن المعتقدات التي لدينا عن أنفسنا والعالم لها تأثير كبير على دوافعنا للتعلم، وقدرتنا على التغلب على النكسات والتحديات، ووفقًا لهذه النظرية، يتفاعل أولئك الذين لديهم عقلية ثابتة بشكل

سيئ مع الفشل، وغالبًا ما يستسلمون تمامًا عند أول صعوبة، في حين يرى أولئك الذين لديهم عقلية النمو الفشل كجزء طبيعي من العمل نحو التحسين وسيرحبون بالتحدي كفرصة للتعلم، وأن الاستجابة الإيجابية للفشل لها تأثير علي زيادة النجاح الأكاديمي والإمكانات الفردية (Dweck, 2006,7) وعلى العكس من ذلك، فإن الأفراد الذين لديهم عقلية ثابتة يقدرون النتائج النهائية على تجربة التعلم نفسها ويجب تجنب الفشل، لأنه يُنظر إليهم على أنهم ليسوا أذكياء كما كانوا يعتقدون في الأصل (Dweck, 2017)، **هذا ويمكن تطوير عقلية النمو لدي المتعلمين من خلال:**

- إعادة صياغة الإخفاقات والنظر للتحديات على أنها فرص للتعلم.
- كتابات مناقشات وخطابات يمكن مناقشتها مع زملائهم ذوي العقلية الثابتة
- التخطيط لتحقيق الأهداف، مع دمج فرص الاقناع الذاتي.
- تقديم التغذية الراجعة ومكافأة الجهد بدلاً من النتائج **(سليمان**، ٢٠٢٣، ٨٧)
- خلق بيئة نفسية آمنه من خلال ممارسة التعاطف مع الذات (Kwan et al.,2022,11)، وتجنب لوم النفس على الأخطاء.
- الممارسة ومحاولة التقدم والاتقان بمرور الوقت مع الاعتراف بالخطأ والتغلب عليه، فتعزيز خبرة الاتقان يؤدي إلى التحسين الذاتي المستمر.
- ويمكن للمعلم تحسين عقلية النمو لطلابه من خلال مجموعة من الممارسات مثل إعادة المهام، والمدح والثناء، والتعزيز الإيجابي المستمر، والتركيز على جهود الطلاب(163, Patrick & Joshi 2019,)

ومن ثم يمكن تحسين عقلية النمو من خلال سياقات عديدة فعلى سبيل المثال، قامت إحدى الدراسات بتدريس عقلية النمو في سياق التعلم التعاوني (Laurian & Roman(2016)، وقامت دراسة أخرى بتدريس عقلية النمو في إطار أسلوب الاستقصاء وخاصة في الرياضيات(O'Brien, et al ,2015) واستخدمتها دراستان في سياق ورشة عمل للكتاب (Schrodt, 2015)، وشجعت دراسة أخرى ممارسة القراءة(Andersen & Nielsen,2016) وأوصت دراسة Jacovidis, et al.(2020) دراسة بتحسين المهارات التالية كمهارات مماثلة وضرورية للعقلية النامية مثل: الكفاءة الذاتية، والإسناد، والتوجه نحو الهدف، ومكان السيطرة، وفي إطار عقلية النمو، توفر الأخطاء فرصة للتعلم (Dweck,2006)، وأشار Fraser, D. (2017) إلى أن ارتكاب الأخطاء كان مجالاً يتطلب اهتمامًا مركّزًا لبعض الأطفال ويجب الترويج له بنشاط كجزء من النص الجديد الذي يستخدمه المعلمون.

ومن ثم إدراك الطالب أنه يمتلك أنماط الفهم الخطأ للمعرفة التي يدرسها كالفهم المغاير أو التفسير الخاطئ للمعرفة التي يتناولها، أو الخلط بين المفاهيم المتقاربة، والقصور في تطبيق المفهوم مواقف جديدة، والافراط في التعميمات(زيتون، ٢٠٠٧)، رضا(٢٠١٨)، عطيو وآخرون(٢٠٢٣)، والأطر البديلة، والمعتقدات البديهية، والمفاهيم القبلية، والتفكير العفوي، والمعتقدات الساذجة(Karpudewan et al., 2017,1)، هذا الادراك للنمط الخاطئ للفهم كنوع من الإخفاق في تناول العلم، وامكانية تصويبه يساعد ويعزز من تحسين عقلية النمو له من خلال توفير بيئة آمنة وغنية بالمعرفة يمكن من خلالها احداث التغير المفاهيمي المرغوب، حيث أكد زيتون وزيتون(٢٠٠٣، ٢١٩) أن من شروط إحداث التغير المفاهيمي لمن يملك أنماط فهم خاطئة:

- عدم رضا المتعلم عن منظومته المفاهيمية التي لم تستطع تفسير الظاهرة التي يدرسها.
- وضع التصور الجديد بحيث يستطيع ربطه في شبكة معلوماته السابقة، ومدي معقولية التصور لجديد وقناعة الفرد به، ومكانته التفسيرية بما يؤديه من تطبيقات مختلفة.
- كما أن بناء الخرائط المفاهيمية يوفر وسيلة سريعة لاستنباط كيفية ربط المتعلم للمفاهيم وتنظيمها معًا، على النقيض من التفاصيل التي تكشف عنها الاختبارات أو المقالات القصيرة الإجابة.

ومن منطلق أن فلسفة العلم ثير حالة من الجدال العلمي حول الاستدامة كما ذكرنا سابقاً، ومفاهيمها وكيف يمكن أن تحمل المفاهيم معاني مختلفة حسب السياق، فمثلاً قد يختلف معنى "القدرة التكيفية" عندما يستخدم في سياقات بيئية مقارنة بالاقتصاد، فهي بذلك توفر المجال الغني بالمفاهيم التي تتطلب التفكير بعمق وفاعلية وبمنهجية علمية بعيدة عن أن تعميمات غير مناسبة، كما أنها تبرر القيم الأخلاقية لعلماء الاستدامة وآلية تعددها، ومدي التداخل بينها وبين البعد الاجتماعي بدعم الحوار المفتوح بين العلماء والباحثين ومتخذي القرار والمجتمع، وتجنب النقاشات المستقطبة لمنع تضارب القيم، وتعزيز قيم الاستدامة، كل هذه المنهجية يمكنها أن تسهم في معالجة أي تصور بديل، أو خلط ، أو سوء فهم للمعرفة العلمية.

ثانياً: بناء التصور المقترح والاجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث:

أ) **فلسفة التصور المقترح:** تم بنائه في ضوء:

- منظومة التعليم الحديثة القائمة علي والتعددية التخصصية multidisciplinary، والتخصصات البينيةinterdisciplinary ، وتكامل المعرفة التي تتطلب معلم قادر علي تقديم المعرفة بصورة متكاملة، وتنمية المهارات الحياتية ومهارات التفكير العليا (النقدي، حل المشكلات، والاستنتاج العلمي)، وتحقيق متطلبات معايير العلوم للجيل القادم NGSS بإعداد جيل من العلماء الباحثين والمهندسين، ومن ثم فالطالب المعلم (الشعب العلمية) بحاجة ماسة إلي ممارسة مهارات الاستقراء والاستنباط والتحليل العميق للمعرفة المقدمة، أي ممارسة فلسفة العلم، هذا التحليل الذي قد يكشف له عن أنماط كثيرة للفهم الخطأ ومن ثم محاولة تصويبها، مما قد يغير من نمط أدائه العقلي ليصبح ذو عقلية نامية مما ينعكس بالأثر الايجابي علي أداء تلاميذه مستقبلاً.
- الأهداف الأممية للتنمية المستدامة، ورؤية مصر ٢٠٣٠، وكذلك توصيات الدراسات السابقة والمؤتمرات التي نادت جميعها بأهمية فهم الاستدامة وتطوير التعليم من أجلها.

ب) **الأهداف العامة للتصور المقترح:** تمثلت الأهداف في مساعدة الطلاب المعلمين على:

- إدراك العلاقة الوظيفية بين فلسفة العلم وعلوم الاستدامة.
- استيعاب المفاهيم الأساسية للاستدامة والتحديات البيئية، بما في ذلك التصورات الخاطئة.
- اكتساب الحقائق والمفاهيم ذات الصلة بعلوم الاستدامة وأبعادها الاجتماعية والأخلاقية.
- تحسين عقلية النمو له من خلال تدريبه على مرونة التفكير وتعدد المفاهيم ودلالتها.
- تصويب أنماط الفهم الخطأ لديه للمعرفة العلمية.
- تحديد مدى قدرة الطلاب على تطبيق مبادئ فلسفة العلم على مشكلات الاستدامة وحلها.
- ممارسة بعض أخلاقيات الاستدامة في التعامل مع الموارد البيئية.

ج) محتوي التصور المقترح (كتاب الطالب)[١] وتحكيمه:

في ضوء الأهداف العامة السابقة، ومن خلال مراجعة الأطر النظرية والدراسات والبحوث السابقة في مجال فلسفة العلم وعلوم الاستدامة وأخلاقياتها، تم التوصل لموضوعات التصور المقترح وعرضها على السادة المحكمين[٢] واجراء ما أوصوا به من تعديلات لتصبح الصورة النهائية وفقاً للجدول التالي:

[١] ملحق(٢) التصور المقترح(كتاب الطالب)

[٢] ملحق(١) قائمة بأسماء السادة المحكمين

جدول (١) موضوعات التصور المقترح

مجالات تطوير علم الاستدامة من منظور فلسفة العلم	المقترح
فلسفة العلم	المفهوم، والخصائص، والأهداف، الوظائف، والمجالات، قصص ودراسات حالة من تاريخ العلوم الطبيعية(الفيزياء والكيمياء والبيولوجي)
الجانب الأبستمولوجي (المعرفي) لعلم الاستدامة:	▪ النواحي الأبستمولوجية (المعرفة- وأدواتها ومصدرها – وعلاقتها بالعلوم الأخرى، والتعددية التخصيصية- تكامل التخصصات):عرض تفصيلي بالتحليل والنقد بالأدلة للغة ووظائف وبنية ومفاهيم وقضايا علوم الاستدامة، ودور العلوم الطبيعية في تحقيق أهدافها. ▪ مفاهيم الاستدامة مثل: التكيف، مسارات التكيف، نظام الأنثروبوسين، العمل الحدودي وعلاقته بصنع السياسات، الأصول الرأسمالية، الأنظمة التكيفية المعقدة CAS، والإنتاج المشترك لتشكيل المعرفة، والاضطرابات والمجهول المتكشف، الملاءمة ومنطقها، الحوكمة، والتنوع، اللامساواة، الإثارة الواعية، التغير المناخي، ونماذج المناخ الأنظمة البيئية، المرونة، الرفاهية، المساحات الآمنة، الاقتصاد المستدام، الاقتصاد الدائري، التوجه الأخضر والكيمياء الخضراء، والمحاكاة الحيوية، والتنوع البيولوجي، والدورات البيوجيوكيميائية والصناعات النظيفة....وغيرها ▪ توجهات بحوث الاستدامة ومناهجها ▪ تحليل تحديات الاستدامة المتمثلة في: الفهم الخاطئ :الصعوبة في فهم التوازن بين الأبعاد البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية للاستدامة. نقص التكامل بين التخصصات :عدم توافر نهج متكامل يربط بين المفاهيم العلمية المتنوعة المطلوبة لفهم الاستدامة. ضعف الأخلاقيات البيئية :غياب التركيز على الأبعاد الأخلاقية للاستدامة في المناهج التعليمية.
الجانب السيسيولوجي (البعد الاجتماعي) لعلم الاستدامة	• ويشمل التفسير الاجتماعي لتطور علم الاستدامة، وتطور تقبل المجتمع لها، وطبيعة العلاقة المتبادلة بينهما، والهشاشة الاجتماعية: احتمالية أن تفقد مجموعة فرعية معينة من السكان أو تفتقر إلى الوصول إلى الموارد التي تحتاجها لضمان رفاهيتها في مواجهة الاضطرابات. • الروابط بين الأنشطة المتنوعة في العمل والمنزل والمدرسة والمجتمع فالمهنيين والمواطنين والمستهلكين والأسر يمكنهم تعزيز الاستدامة في أماكنهم. • علاقة التغييرات البنيوية(الأنشطة الفردية المدعمة بروابط اجتماعية) بتفعيل الأنشطة المستدامة.
الجانب الأكسيولوجي (الأخلاقي) لعلم الاستدامة	✓ أخلاقيات العلم، ونظرية القيم في الفلسفة ويشمل كل أنواع القيم الأخلاقية وغير الأخلاقية لعلم الاستدامة مثل: المشاركة المجتمعية والمساواة والعدالة الاجتماعية، وحق تقرير المصير وقدرة الناس واحترام الكرامة الإنسانية وتقبل التنوع والاختلافات، واشباع الاحتياجات الإنسانية، المحافظة علي الموارد وترشيد استهلاكها، وتحقيق التوازن والتكامل والشمول في مشروعات التنمية بما لا يضر بمستقبل الأجيال القادمة. ✓ القيم الدينية والمعتقدات وتعاليم الدين، مع المعايير الدولية للأخلاق، كنموذج بديل مطلوب لتغيير مواقف الناس وسلوكهم نحو إدارة الطبيعة والموارد الطبيعية بشكل مستدام.
الجانب الأنطولوجي	* يتناول الجانب الوجودي للاستدامة؛ أي العلاقات بين الجهات التنفيذية والمؤسسات التي تؤثر بها الفروق في القوة على استقرار وتعزيز الأنظمة الحالية ومسارات التنمية المرتبطة بها، وكذلك علاقة نشأة الاستدامة وتاريخها بالاقتصاد البيئي. * المترتبات الفلسفية على التصورات العلمية ومفاهيم ومبادئ علم الاستدامة، بمعني الأسئلة التي تثار لدي بعض الفلاسفة حول مفاهيم وتعميمات علم الاستدامة.

د) **إعداد دليل المعلم لتدريس التصور المقترح: جاء الدليل**[1] ليتضمن طرائق التدريس والأنشطة المناسبة للتصور المقترح: التعلم التعاوني، خرائط المفاهيم، والاستقصاء، وحل المشكلات، والقصص العلمية، والنمذجة، والمحاكاة بالذكاء الاصطناعي..، والأنشطة التعليمية، مثل: قراءة مقالات علمية، ومشاهدة مقاطع فيديو، وكتابة الأوراق البحثية، وعمل التقارير العلمية، وكتابة السيناريوهات المستقبلية حول قضايا البيئة، واستخدام الأشكال التخطيطية، والعروض التقديمية، وكذلك الخطة الزمنية لتدريس موضوعات التصور المقترح وتحكميه.

ه) **أساليب تقويم التصور المقترح:** في التقويم البنائي تنوعت أدوات ووسائل التقويم: الاختبارات التحريرية والشفوية، وبطاقة الملاحظة، والمناقشات، ومقاييس التقدير، وفي التقويم الختامي تم استخدام مقياس عقلية النمو، واختبار تصويب الفهم الخطأ، واختبار أخلاقيات الاستدامة.

ثالثاً: إعداد مواد وأدوات البحث

١)اعداد مقياس عقلية النمو:

أ) **الهدف من المقياس:** يهدف المقياس إلى قياس عقلية النمو لدي الطلاب المعلمين بالفرقة الرابعة عام والفرقة الثالثة STEM، بقياس ايمانهم بمرونة الذكاء والقدرة والأفكار والمعلومات وإمكانية تطويرهم بمرور الوقت.

ب) **تحديد أبعاد المقياس**: بعد الاطلاع على الدراسات السابقة والتي تناولت عقلية النمو مثل: Bangert et al. (2016) ، Bostwick et al.,(2017) ،Blackwell et al., (2007)، الفيل(٢٠٢٠)، Jacovidis, et al.(2020)، Sheffler et al., (2022)، سليمان(٢٠٢٣)، تم تحديد أربعة أبعاد المقياس في البحث الحالي وهي: المثابرة، الكفاءة الذاتية، التركيز بدقة علي تحقيق الهدف بإتقان، الوعي بعمل قدرة الفرد العقلية أثناء تعلمه.

ج) **صياغة مفردات المقياس**: يشتمل المقياس في صورته الأولية ٦٠ مفردة متدرجة علي مقياس ليكرت الخماسي (أوافق بشدة، أوافق، محايد، لا أوافق، لا أوافق بشدة) بدرجات (٥، ٤، ٣، ٢، ١) علي الترتيب في حالة العبارات الموجبة، والعكس في حالة العبارات السالبة، تم عرض المقياس علي السادة المحكمين واجراء ما أوصوا به من تعديلات ليصبح المقياس مكون من ٥٠ عبارة لتصبح النهاية العظمي ٢٥٠ درجة والصغرى ٥٠.

[1] ملحق(٣) دليل المعلم

د) **حساب الخصائص السيكومترية للمقياس:** تم تطبيق المقياس استطلاعياً على (٥٠) طالباً وطالبة من الفرقة الرابعة (شعبة كيمياء) غير العينة الأساسية للبحث بالفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٢٣-٢٠٢٤، وذلك بهدف تحديد:

- **زمن المقياس:** بلغ متوسط أزمنة إجابات جميع الطلاب ٧٥ دقيقة
- **صدق المقياس**: تم حساب صدق الاتساق الداخلي وجاءت قيم معاملات الارتباط لكل فقرة ولكل بعد من أبعاده دالة **عند مستوي(٠,٠١)**[١]
- **ثبات المقياس**: تم استخدام معادلة McDonald's وبلغت قيمة معامل الارتباط للمقياس٠,٨٠٩، وهي قيمة مرتفعة تدل على ثبات المقياس، والتجزئة النصفية[٢] أيضاً جاءت قيمة معامل سبيرمان للمقياس ككل٠,٨٤١ لتدل علي ثبات المقياس.

ه) **الصورة النهائية للمقياس:** تكونت من (٥٠) عبارة وفقاً للجدول التالي:

جدول (٢) مواصفات مقياس عقلية النمو

أبعاد مقياس عقلية النمو	أرقام المفردات	عدد المفردات	الدرجة العظمي	الدرجة الصغرى
المثابرة	١-١٢	١٢	٦٠	١٢
التركيز بدقة علي تحقيق الهدف بإتقان	١٣-٢٤	١٢	٦٠	١٢
الكفاءة الذاتية	٢٥-٣٩	١٥	٧٥	١٥
الوعي بعمل القدرة العقلية أثناء التعلم	٤٠-٥٠	١١	٥٥	١١
المجموع	٥٠	٥٠	٢٥٠	٥٠

٢)اعداد اختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ: تم اعداد الاختبار وفقاً للخطوات التالية:

أ) **الهدف من الاختبار:** يهدف الاختبار إلى تحديد أنماط الفهم الخطأ لدي الطلاب المعلمين.

ب) **تحديد أبعاد الاختبار**: بعد الاطلاع على بعض البحوث والدراسات التي تناولت إعداد الاختبارات التشخيصية للفهم الخطأ للمفاهيم والمعرفة العلمية مثل دراسات: Yip, ، Din(1998)، سيد (٢٠٠٦)، Sanders& Makotsa(2016) ، رضا(٢٠١٨)، Wodaj & Belay(2021)،عمارة(٢٠٢٢)، تم تحديد أربعة أنماط للفهم الخطأ: الافراط في التعميم- التداخل بين المفاهيم- التفسير المغاير- النقص في التعريف.

[١] ملحق(٤) معاملات الاتساق الداخلي للمقياس ككل ولكل بعد من أبعاده علي حده

[٢] ملحق (٥) معاملات ماكدونالدز وسبيرمان لثبات مقياس عقلية النمو ككل ولكل بعد من أبعاده

ج) **صياغة مفردات الاختبار:** تكون الاختبار من(٤٠) مفردة نوع الاختيار من متعدد (ثنائي الشق) بحيث يتم رصد أنماط الفهم الخطأ من خلال الشق الأول والذي يتكون من: محتوي السؤال مع ثلاثة بدائل من بينها إجابة واحدة فقط صحيحة، والتعرف على تفسيرات الطلاب من خلال الشق الثاني؛ والذي يتكون من: ثلاثة بدائل تعبر عن سبب الاختيار من بينها سبب واحد صحيح وباقي الأسباب خطأ، يختار منها الطالب ما يعبر عن نمط فهمه الذي يراه صحيحاً، بحيث لا يأخذ الطالب درجة إلا في حالة: الإجابة صحيحة، والسبب صحيح، وصفر في غير ذلك، تم عرضه على السادة المحكمين واجراء ما أوصوا به من تعديلات ليصبح الاختبار مكون من (٣٥) سؤال، بمجموع درجات للاختبار ككل (٣٥) درجة.

د) **حساب الخصائص السيكومترية للاختبار:** تم تطبيق الاختبار استطلاعياً على (٥٠) طالباً وطالبة من الفرقة الرابعة (شعبة كيمياء) غير العينة الأساسية للبحث وذلك بهدف تحديد:

- ✓ **زمن الاختبار:** بلغ متوسط أزمنة إجابات جميع الطلاب ٦٠ دقيقة.
- ✓ **صدق الاختبار:** تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل فقرة للاختبار ودرجة الاختبار الكلية[١]، وجاءت القيم دالة عند مستوى دلالة ٠,٠١ مما يدل على الاتساق الداخلي للاختبار.
- ✓ **ثبات الاختبار**: تم استخدام معادلة McDonald's وبلغت قيمة معامل ثبات الاختبار ٠.٨١٠، وهي قيمة مرتفعة تدل على ثبات الاختبار، وكذلك طريقة إعادة تطبيق الاختبار[٢]، بلغت قيمة معامل بيرسون للاختبار ككل ٠,٨٥٢مما يدل الثبات المرتفع للاختبار.
- ✓ **معاملات السهولة والصعوبة والتمييز**[٣]: تم الإبقاء علي العبارات ذات معاملات السهولة والصعوبة المقبولة، وتبين أن الاختبار ذو قوة تمييزية مقبولة

ه) **الصورة النهائية للاختبار:** مكونة من (٣٥) سؤال ثنائي الشق موزعة وفقاً للجدول التالي:

جدول (٣) مواصفات اختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ

أبعاد الاختبار	أرقام العبارات	المجموع	الوزن النسبي
النقص في التعريف	١-٩	٩	%٢٥,٧
التفسير المغاير	١٠-١٦	٧	%٢٠
الخلط بين المفاهيم	١٧-٢٦	١٠	%٢٨,٥٧
الافراط في التعميم	٢٧- ٣٥	٩	%٢٥,٧
المجموع	٣٥	٣٥	%١٠٠

[١] ملحق(٦) معاملات الاتساق الداخلي لاختبار أنماط الفهم الخطأ

[٢] ملحق(٧) معاملات(بيرسون)بطريقة إعادة تطبيق الاختبار لثبات الاختبار ككل ولكل بعد من أبعاده

[٣] ملحق(٨) معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لاختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ.

٣)اعداد اختبار أخلاقيات الاستدامة:

أ) **تحديد الهدف من الاختبار:** قياس مدي التزام ووعي الطالب المعلم بأخلاقيات الاستدامة.

ب) **تحديد أبعاد الاختبار:** بعد الاطلاع على الدراسات والأدبيات السابقة مثل: دراسة عبد المالك وبوتياره(٢٠١٢)، García, eta.(2018) ، Kibert, et al.(2018) ، Joaquin, et al.(2020)، Ab Wahab(2021)، جنان(٢٠٢٢)، Abumoghli(2024) ، تم تحديد الأخلاقيات التالية كأبعاد للمقياس: العدالة الاجتماعية، تقبل واحترام الآخر، المسؤولية البيئية الفردية والجماعية، الالتزام بالمنهج العلمي ونبذ الجهل، سعة الأفق، وتعظيم النتائج من أجل الرفاهية، ومبادئ الاجراء الصحيح، مع الالتزام بالقيم الأساسية(التعاطف والولاء والمساواة، ونبذ العنف...).

ج)**صياغة مفردات الاختبار وطريقة تقدير الدرجات:** تم صياغة الاختبار بصورة أولية من(٥٠) فقرة كل منها يعبر عن قضية في المجال البيئي أو الاجتماعي أو الاقتصادي(مجالات الاستدامة)، يلي كل فقرة مجموعة من البدائل كل منها يمثل البعد الأخلاقي الملائم للقضية وهو متدرج في القوة بحيث يتم تصحيحه(٣-٢-١)، مع اهمال الفقرات المتروكة، أو التي يختار لها الطالب اجابتين، لتصبح الدرجة العظمي للاختبار(١٥٠)، والصغرى(٥٠ درجة)، وعرضه على السادة المحكمين واجراء ما أوصوا به من تعديلات.

د) **حساب الخصائص السيكومترية للاختبار:** تم تطبيق الاختبار استطلاعياً على (٥٠)طالباً وطالبة من الفرقة الرابعة (شعبة كيمياء)غير العينة الأساسية للبحث وذلك بهدف تحديد:

- ✓ **زمن الاختبار**: بلغ متوسط أزمنة إجابات جميع الطلاب ١٢٠ دقيقة
- ✓ **صدق الاختبار:** تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل فقرة من فقرات الاختبار ودرجة الاختبار الكلية وجاءت القيم[١] دالة عند مستوي(٠,٠١)لتؤكد الاتساق الداخلي للاختبار
- ✓ **ثبات الاختبار:** تم استخدام معادلة McDonald's وبلغت قيمة معامل ثبات الاختبار٠.٨١٩، وهي قيمة مرتفعة تدل على ثبات الاختبار، وكذلك التجزئة النصفية[٢] للاختبار ككل ٠,٨٧١مما يدل الثبات المرتفع للاختبار.

ه) **الصورة النهائية للاختبار:** جاء الاختبار في صورته النهائية(٥٠) مفردة موزعة على الأبعاد وفقاً لجدول المواصفات التالي:

---

[١] ملحق(٩) معاملات الاتساق الداخلي لاختبار أخلاقيات الاستدامة ككل ولكل فقرة من فقراته

[٢] ملحق(١٠) معاملات ماكدونالدز وسبيرمان لثبات اختبار أخلاقيات الاستدامة ككل ولكل بعد من ابعاده

جدول(٤) مواصفات اختبار أخلاقيات الاستدامة

أبعاد الاختبار	أرقام العبارات	المجموع	الوزن النسبي
العدالة الاجتماعية	١-٥	٦	%١٢
تقبل الآخر واحترامه	٦-١٠	٥	%١٠
المسؤولية البيئية الفردية والجماعية	١١-١٦	٦	%١٢
الالتزام بالمنهج العلمي ونبذ الجهل	١٧-٢١	٥	%١٠
سعة الأفق والانفتاح	٢٢-٢٦	٤	%٨
تعظيم النتائج من أجل الرفاهية	٢٧-٣٣	٧	%١٤
مبادئ الاجراء الصحيح	٣٤-٣٧	٤	%٨
بعض القيم الأساسية(التعاطف- الولاء- المساواة- نبذ العنف)	٣٨-٤٥	١٢	%٢٤
المجموع	٥٠	٥٠	%١٠٠

رابعاً: تنفيذ تجربة البحث: تم تنفيذ تجربة البحث وذلك في الفترة من ١٢/ ٢/ ٢٠٢٤- ٢٣/ ٥/ ٢٠٢٤ الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٢٤، بالتطبيق القبلي لأدوات البحث على كل من طلاب الفرق الرابعة شعبة فيزياء وطلاب الفرقة الثالثة STEM ، ثم تدريس التصور المقترح بموضوعاته المختلفة علي مدار الفصل الدراسي الثاني بأكمله ثم التطبيق البعدي للأدوات، ثم المعالجة الإحصائية لنتائج التطبيق.

خامساً: نتائج البحث:

١) **للتحقق من صحة الفرض الأول والذي ينص على أنه** " يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء ومتوسطي درجات طلاب الفرقة الثالثة STEM (مجموعة البحث) في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس عقلية النمو ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي"، **وللإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث تم** استخدام اختبار "ت"[١]، وجدولي (٥)، (٦) يوضحا ذلك.

جدول (٥) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة فيزياء في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عقلية النمو ككل وأبعاده الفرعية (ن= ٤٠)

[١] اختبار "ت" للعينات البارامترية للأزواج المرتبطة من خلال البرنامج الإحصائي Spss V23

الأبعاد	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig0.05	حجم الأثر (η2) (كبير)
المثابرة	قبلي	٢٥,٢٥	٨,١٤	٣٦,٥٩	دال	٠,٩٧٢
	بعدي	٥٠,٨٥	٦,٧٦			
التركيز بدقة على تحقيق الهدف بإتقان	قبلي	٢٤,٦٥	٩,٢٣	١٧,٦٦	دال	٠,٨٨٩
	بعدي	٥١,٨٨	٧,٢٩			
الكفاءة الذاتية	قبلي	٢٧,٩٣	٨,٧٥	٣٠,١٥	دال	٠,٩٥٩
	بعدي	٥٩,١٣	٨,٧٣			
الوعي بعمل القدرة العقلية أثناء التعلم	قبلي	٢١,٨٠	٦,٩٢	٣٨,٣٨	دال	٠,٩٧٤
	بعدي	٤٤,٧٥	٧,١٨			
الدرجة الكلية	قبلي	٩٩,٦٣	١٦,٤٥	٦١,٢٣	دال	٠,٩٩٠
	بعدي	٢٠٦,٦٠	١٧,٠٣			

يتضح من جدول (٥) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة الفيزياء في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عقلية النمو ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي حيث بلغت قيمة "ت " للمقياس ككل ٦١,٢٣ وهي دالة عند مستوى دلالة ٠,٠٥ .
- تراوح حجم الاثر لمقياس عقلية النمو ككل وأبعاده الفرعية بين ٠.٨٨٩ و٠.٩٩٠ وهي قيم **مرتفعة** تؤكد فاعلية التصور المقترح وأثره في تنمية عقلية النمو للطلاب.

جدول (٦) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عقلية النمو ككل وأبعاده الفرعية (ن= ٤٠)

الأبعاد	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig0.05	حجم الأثر(η2)
المثابرة	قبلي	٢٣.١٣	٧.٢٢	١٩,٣٧	دال	٠,٩٠٦
	بعدي	٥٢.٠٣	٥.٤٥			
التركيز بدقة على تحقيق الهدف بإتقان	قبلي	٢٣.٣٥	٦.١٥	٣٤,٤٥	دال	٠,٩٦٨
	بعدي	٥٢.٣٠	٥.٢٨			
الكفاءة الذاتية	قبلي	٢٥.٩٨	٧.١٦	٣٨,٨٩	دال	٠,٩٧٥
	بعدي	٦٤.١٣	٧.٦١			
الوعي بعمل القدرة العقلية أثناء التعلم	قبلي	٢٤.٤٣	٦.٥٢	١٦.٢٧	دال	٠,٨٧٢
	بعدي	٤٦.٩٨	٥.٢٣			
الدرجة الكلية	قبلي	٩٦.٨٨	١٤.٠٣	٤٧.٨٩	دال	٠,٩٨٣
	بعدي	٢١٥.٤٣	١١.٧٣			

يتضح من جدول (٦) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عقلية النمو ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي، حيث بلغت قيمة "ت" للمقياس ككل٤٧,٨٩ وذلك عند مستوى دلالة ٠,٠٥

- تراوح حجم الاثر لمقياس عقلية النمو ككل وأبعاده الفرعية بين ٠,٨٧٢ و٠,٩٨٣ **وهي قيم كبيرة** تؤكد فاعلية التصور المقترح وأثره في تنمية عقلية النمو للطلاب.

تفسير النتائج المتعلقة بمقياس عقلية النمو:

- يمكن تفسير هذه النتائج بأن استخدام فلسفة العلم بمبادئها المتمثلة في التحليل والنقد العميق للمعرفة العلمية، وتاريخ العلم بما فيه من حالات تميز واخفاق للعلم وللفكر الإنساني، وكيفية تطهيرها للعلم من الفروض والنظريات الميتافيزيقية، وكيفية موازنتها بين التفسير العقلي والخبرة الحسية، وفهم الصعوبات والمعاناة التي واجهها العلماء في احداث التطورات العلمية، كل هذا قد ساهم في مزيد من اعمال العقل الذي مكنهم من الوعي بطرق تفكيرهم، وكيفية عمل العقل، وآلية الاتقان، أي تحسين عقلية النمو لدي الطالب المعلم.
- حداثة الموضوعات والمفاهيم التي يتضمنها علم الاستدامة ومدي ارتباطها بالواقع الحالي، واستراتيجيات التدريس المستخدمة لتقديم التصور المقترح من تعلم تعاوني وحل مشكلات وبعض تطبيقات المحاكاة الالكترونية، وغيرها، والأنشطة الكتابية والقرائية، والعروض التقديمية المصاحبة في تدريس التصور المقترح كلها ساهمت في تحسين عقلية النمو.
- تتفق هذه النتيجة مع دراسات كل من: الفيل(٢٠٢٠)؛ Mesler et al.,(2021); Nalipay et al., (2021); Sheffler et al,(2022); Stohlmann, (2022); سليمان(٢٠٢٣).

٢) **للتحقق من صحة الفرض الثاني والذي ينص على أنه** " يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي"، **وللإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث**، تم استخدام اختبار "ت"، وجدولي (٧)، (٨) يوضحا ذلك.

جدول (٧) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة فيزياء في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار تصويب الفهم الخطأ (ن= ٤٠)

الأبعاد	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig.05	حجم الأثر (η2) كبير
النقص في التعريف	قبلي	٢.٩٠	١.٧٤	١٨.٣٢	دال	٠.٨٩٦
	بعدي	٧.٥٣	١.٠٦			
التفسير المغاير	قبلي	٢.٦٨	١.٢٩	١٩.٤٦	دال	٠.٩٠٧
	بعدي	٦.٠٨	٠.٨٩			
الخلط بين المفاهيم	قبلي	٤.١٣	١.١١	٣٣.٣٩	دال	٠.٩٦٦
	بعدي	٨.٧٣	١.١٣			
الافراط في التعميم	قبلي	٣.٦٠	١.٣٧	٢٠.٩٩	دال	٠.٩١٩
	بعدي	٧.٦٨	١.٠٠			
الدرجة الكلية	قبلي	١٣.٣٠	٢.٩٣	٤٠.٢٦	دال	٠.٩٧٧
	بعدي	٣٠.٠٠	٢.١٢			

يتضح من جدول (٧) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب شعبة الفيزياء في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار تصويب الفهم الخطأ لصالح التطبيق البعدي، حيث بلغت قيمة "ت" للاختبار ككل ٤٠,٢٦ وهي دالة عند مستوى ٠,٠٥.
- تراوح حجم الاثر لاختبار تصويب الفهم الخطأ ككل وأبعاده الفرعية بين ٠,٨٩٦ و٠,٩٧٧ وهي **قيم كبيرة** تؤكد فاعلية التصور المقترح في تصويب أنماط الفهم الخطأ لدي مجموعة البحث.

جدول (٨) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار تصويب الفهم الخطأ (ن= ٤٠)

الأبعاد	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig.05	حجم الأثر (η2) كبير
النقص في التعريف	قبلي	٢.٨٥	٠.٨٩	٤٢.٣٢	دال	٠.٩٧٩
	بعدي	٨.٠٠	٠.٩١			
التفسير المغاير	قبلي	٢.٧٣	١.٠٤	٣٣.٩٧	دال	٠.٩٦٧
	بعدي	٦.٥٥	٠.٧٨			
الخلط بين المفاهيم	قبلي	٣.٢٥	١.٣٢	٣٦.١٣	دال	٠.٩٧١
	بعدي	٨.٣٣	١.٢٣			
الافراط في التعميم	قبلي	٣.٠٣	١.٣٥	٢٧.٧٤	دال	٠.٩٥٢
	بعدي	٧.٦٥	١.٢٧			
الدرجة الكلية	قبلي	١١.٨٥	٢.٤٤	٥٧.١٢	دال	٠.٩٨٨
	بعدي	٣٠.٥٣	٢.٤٠			

يتضح من جدول (٨) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات **طلاب الفرقة الثالثة STEM** في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار تصويب الفهم الخطأ لصالح التطبيق البعدي، حيث بلغت قيمة "ت" للاختبار ككل ٥٧,١٢ وهي دالة عند مستوى ٠,٠٥.
- تراوح حجم الاثر لاختبار تصويب الفهم الخطأ ككل وأبعاده الفرعية بين ٠,٩٥٢ و ٠,٩٨٨ وهي **قيم مرتفعة** تؤكد فاعلية التصور المقترح في تصويب أنماط الفهم الخطأ لدي مجموعة البحث.

تفسير النتائج المتعلقة باختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ:

- فلسفة العلم في نقدها للعلوم ومنها علوم الاستدامة؛ تتناول أنماط الفهم الخطأ للمعرفة العلمية علي مدار تاريخ العلم لمصطلحات الفلوجستون والأثير والتوالد الذاتي، والعلوم الزائفة وغيرها كلها وفرت معايير للحكم عن نوع المعرفة والمعرفة من حيث الخلط في المفاهيم أو الافراط في التعميمات، والتفسيرات الخاطئة القائمة علي الحدس والتخمين، كما توفر فلسفة العلم فرصة للتدريب علي كيفية الاقناع العلمي أي الفهم المبني علي الأدلة العلمية المنطقية التي يجمع العلماء علي صحتها، كلها ساهمت في تحسين نمط الفهم الصحيح وقللت من أنماط الفهم الخطأ لمجموعة البحث.
- اعتماد التصور المقترح على تطبيق الوسائل التكنولوجية الحديثة في التعلم مثل بيئات التعلم الرقمية وبرامج المحاكاة، واستراتيجيات التدريس الحديثة، والأنشطة المصاحبة من قراءة مقالات علمية، وكتابة التقارير المدعومة بالرسوم التخطيط؛ قد ساهم في تعديل الفهم الخطأ.
- هذه النتيجة تتفق مع دراسة(Galvin et al. (2015، دراسة ملكاوي(٢٠١٦)، koc&Yager,(2016)، ودراسة Sert Cibik(2017) ، رضا(٢٠١٨)، Karpudewan, et al.(2017) ،ودراسة عمارة(٢٠٢٢).

٣) **للتحقق من صحة الفرض الثالث الذي ينص على أنه** " يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي"، **وللإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث،** تم استخدام اختبار "ت"، وجدولي(٩)، (١٠) يوضحا ذلك

جدول (٩) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة فيزياء في التطبيقين القبلي والبعدي القبلي والبعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة (ن= ٤٠)

الأبعاد	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig.05	حجم الأثر (η2) كبير
العدالة الاجتماعية	قبلي	٧.٩٨	١.٨٩	٣١.٥٥	دال	٠.٩٦٢
	بعدي	١٥.٠٣	١.٨٥			
تقبل الآخر	قبلي	٦.٦٥	١.٧٠	٢٠.٥٤	دال	٠.٩١٥
	بعدي	١١.٨٨	٢.٦٧			
المسئولية البيئية	قبلي	٧.٩٨	١.٨٩	١٦.٣٠	دال	٠.٨٧٢
	بعدي	١٥.٠٣	١.٨٥			
الالتزام بالمنهج العلمي	قبلي	٥.٨٨	١.٢٨	٢٣.٦٨	دال	٠.٩٣٥
	بعدي	١١.٩٠	١.٧٨			
سعة الأفق	قبلي	٥.١٨	١.٤١	٢٢.٣٤	دال	٠.٩٢٨
	بعدي	٩.٦٣	١.٨٥			
تعظيم النتائج للرفاهية	قبلي	١١.٣٣	٢.٢٣	٢٥.٩٠	دال	٠.٩٤٥
	بعدي	١٨.٦٥	١.٦٤			
مبادئ الاجراء الصحيح	قبلي	٥.١٣	١.٢٦	٢٥.٥٩	دال	٠.٩٤٤
	بعدي	١٠.٣٠	١.٤٢			
القيم الأساسية	قبلي	١٩.٢٣	٤.٩٨	٢٣.٣٧	دال	٠.٩٣٣
	بعدي	٢٩.٠٠	٤.٦٠			
الدرجة الكلية	قبلي	٦٩.٣٣	٦.٦٣	٦٤.٧٦	دال	٠.٩٩١
	بعدي	١٢١.٤٠	٨.٠٨			

يتضح من جدول (٩) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب شعبة الفيزياء في التطبيقين القبلي والبعدي القبلي والبعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة لصالح التطبيق البعدي، حيث بلغت قيمة "ت" ٦٤,٧٦ وهي دالة عند مستوى دلالة ٠,٠٥

- تراوح حجم الاثر لاختبار أخلاقيات الاستدامة ككل وأبعاده الفرعية بين ٠,٨٧٢و ٠,٩٩١ وهي **قيم كبيرة** تؤكد فاعلية التصور المقترح في تنمية أخلاقيات الاستدامة لدي مجموعة البحث.

جدول (١٠) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيقين القبلي والبعدي القبلي والبعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة (ن= ٤٠)

الأبعاد	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig.05	حجم الأثر (η2) كبير
العدالة الاجتماعية	قبلي	٩.٥٠	٢.٠٦	٢٤.١٤	دال	٠.٩٣٧
	بعدي	١٥.٦٠	٢.٤٩			
تقبل الآخر	قبلي	٨.٠٥	١.٦٨	٢٨.٤٧	دال	٠.٩٥٤
	بعدي	١٣.٤٠	١.٦٥			
المسئولية البيئية	قبلي	٩.٣٣	٢.٥٥	٢٠.٩٣	دال	٠.٩١٨
	بعدي	١٥.٥٠	٢.٣٢			
الالتزام بالمنهج العلمي	قبلي	٧.٩٣	١.٦٩	٣١.٦٥	دال	٠.٩٦٣
	بعدي	١٣.٧٣	١.٥٤			
سعة الأفق	قبلي	٦.٧٨	١.٦٩	٢٢.٠٩	دال	٠.٩٢٦
	بعدي	١١.٤٣	١.١٧			
تعظيم النتائج للرفاهية	قبلي	١٢.١٠	٣.٣٧	٩.٠٦	دال	٠.٦٧٨
	بعدي	٢١.٤٣	٥.٤٧			
مبادئ الاجراء الصحيح	قبلي	٦.٦٣	١.٦٧	٢٢.٧٨	دال	٠.٩٣٠
	بعدي	١١.٣٣	٠.٨٩			
القيم الأساسية	قبلي	١٧.٧٥	٣.٦٠	٢٥.٣٨	دال	٠.٩٤٣
	بعدي	٣٠.٧٨	٣.٣٩			
الدرجة الكلية	قبلي	٧٨.٠٥	٦.٣٢	٣٢.٤٧	دال	٠.٩٦٤
	بعدي	١٣٣.١٨	٨.٥١			

يتضح من جدول (١٠) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيقين القبلي والبعدي القبلي والبعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة لصالح التطبيق البعدي، حيث بلغت قيمة" ت" ٣٢,٤٧ وهي دالة عند مستوى دلالة ٠,٠٥

- تراوح حجم الاثر لاختبار أخلاقيات الاستدامة ككل وأبعاده الفرعية بين ٠,٦٧٨ ٠,٩٦٤ وهي قيم كبيرة تؤكد فاعلية التصور المقترح في تنمية أخلاقيات الاستدامة لدي مجموعة البحث.

تفسير النتائج المتعلقة باختبار أخلاقيات الاستدامة:

- من مهام فلسفة العلم أيضاً التحليل الأخلاقي لقيم العلم والعلماء، والتحليل للبعد الاجتماعي للعلم، تلك القيم المتعلقة بسلوك العلماء أو بسلوك المجتمع تجاه تطبيقات ومنجزات العلم، أو بسلوكيات تطبيق نتائج العلم نفسه، وهو ما ساهم في الوعي بعمق للقيم الأساسية والقيم المعرفية وغير المعرفية سواء للعلم عامة أو للاستدامة على وجه الخصوص.

- القصص العلمية ودراسات الحالة التي قدمت في سياق التصور المقترح قد ساهمت في فهم طبيعة أخلاقيات العلم، وتنمية أخلاقيات المثابرة والتعاطف والمسؤولية البيئة، وتقبل الآخر
- كما أن نهج الاستدامة متعدد التخصصات لا يقتصر على العلوم الاجتماعية والطبيعية فقط، بل يتضمن الأخلاق والفلسفة معاً، فبعض "المشاكل المعقدة" في علم الاستدامة موجودة بسبب المشكلات المعقدة وغير الأخلاقية، وهو ما تصدت له فلسفة العلم في هذا البحث، بالتحليل من خلال تحديد أهميه التعاطف مع قضايا البيئة ومشكلاتها ودوره في حلها، ومعايير السلوكيات البيئية الإيجابية، وأهمية تحقيق العدالة والفرق بينها وبين المساواة في توزيع الموارد من أجل تعظيم رفاهية الشعوب والمجتمعات التي تسعي اليها الاستدامة، كل هذا انعكس علي سلوكيات الطلاب والذي ترجم إلي نتائج إيجابية علي اختبار أخلاقيات الاستدامة.
- تتوافق هذه النتيجة مع دراسة عبد المالك وبوتياره(٢٠١٢)، García, eta.(2018) ، Joaquin& Biana,2020، ودراسة Chiu et al., 2020 ، Kibert, et al.(2018)

٤) **للتحقق من صحة الفرض الرابع والذي ينص** على أنه " يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لمقياس عقلية النمو لصالح طلاب STEM"، تم استخدام اختبار "ت" وجدول (١١) يوضح ذلك.

جدول (١١) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لمقياس عقلية النمو (ن= ٤٠)

الأبعاد	الفرقة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig0.05
المثابرة	رابعة فيزياء	٥٠.٨٥	٦.٧٦	٠.٨٤٨	غير دال
	ثالثة STEM	٥٢.٠٣	٥.٤٥		
التركيز بدقة على تحقيق الهدف بإتقان	رابعة فيزياء	٥١.٨٨	٧.٢٩	٠.٢٩١	غير دال
	ثالثة STEM	٥٢.٣٠	٥.٢٨		
الكفاءة الذاتية	رابعة فيزياء	٥٩.١٣	٨.٧٣	٢.٦٩	دال
	ثالثة STEM	٦٤.١٣	٧.٦١		
الوعي بعمل القدرة العقلية أثناء التعلم	رابعة فيزياء	٤٤.٧٥	٧.١٨	١.٥٨	دال
	ثالثة STEM	٤٦.٩٨	٥.٢٣		
الدرجة الكلية	رابعة فيزياء	٢٠٦.٦٠	١٧.٠٣	٢.٧٠	دال
	ثالثة STEM	٢١٥.٤٣	١١.٧٣		

يتضح من جدول (١١) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لمجموع مقياس عقلية النمو لصالح التطبيق البعدي لطلاب STEM، حيث جاءت قيمة "ت" للمقياس ككل ٢,٧ وهي دالة عند مستوى دلالة ٠,٠٥

تفسير النتائج:

- لمقياس عقلية النمو: يتفق كل من طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء مع طلاب الفرقة الثالثة STEM (كيمياء ورياضيات وبيولوجي) في بعدي المثابرة والتركيز علي الهدف، وقد يرجع ذلك إلي طبيعة التخصص وهو التخصص العلمي، حيث طبيعة المعرفة المجردة التي تتطلب بدورها الجهد والمثابرة والتركيز علي الهدف، ولكن مجمل المقياس لصالح طلاب الفرقة الثالثة STEM الذين يمارسون دور(LA)learning assistant لزملائهم الأصغر منهم سناً(طلاب الفرقة الأولي والثانية) وفيه يمارسون دور الميسر والمسهل لمهام التعلم والأنشطة التعليمية والتي سبق لهم وأن تعلموها هم بالفعل هذا الدور يجعلهم يمارسون أدوار عديدة تمكنهم من دمج طلاب المستوي الأقل(الأول والثاني) معهم في أنشطة التعلم وتقبل النصح منهم، والتغلب علي كثير من مشاعر الرفض والمقاومة التي أبداها طلاب المستوي الأقل لهم مما أكسبهم عادة الثبات علي الهدف، والشعور بالمسئولية، والمرونة في التفكير والثقة بالقدرة علي النجاح والمثابرة والوعي بقدراتهم العقلية بل والوعي بقدرات من حولهم، بالإضافة إلي دراستهم لمقرر Capstone وهو بطبيعة مبني علي قيامهم بحل أحد مشكلات المجتمع المصري فيما يعرف بالتحديات الكبرى وفيها يمارس خطوات البحث العلمي والتصميم الهندسي معاً علي مدار الأربع سنوات، فطبيعة المقررات التي يدرسونها والقائمة علي التكامل وحل المشروعات ودور مساعد التعلم؛ ساهمت بدورها في تحسين عقلية النمو لديهم بصورة أكبر من طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء الذين لا يدرسون مثل هذه المقررات ولا يمارسون هذه المهام رغم الفارق الزمني بينهم، وتتفق هذه النتيجة مع دراسات كل من: دراسة Martin& Davidyan(2021) ، Jacovidis, et al.(2020) ، Sheffler et al., (2022)، ودراسة سليمان(٢٠٢٣)، ودراسة Goodridge(2024)

٥) **للتحقق من صحة الفرض الخامس والذي ينص علي أنه " يوجد** فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لاختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ لصالح طلاب STEM"، تم استخدام اختبار "ت" وجدول (١٢) يوضح ذلك.

جدول (١٢) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات الفرقة الرابعة فيزياء، والفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لاختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ (ن= ٤٠)

الأبعاد	الفرقة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig.05
النقص في التعريف	رابعة فيزياء	٧.٥٣	١.٠٦	٢,١٥	دال
	ثالثة STEM	٨.٠٠	٠.٩١		
التفسير المغاير	رابعة فيزياء	٦.٠٨	٠.٨٩	٢,٥٣	دال
	ثالثة STEM	٦.٥٥	٠.٧٨		
الخلط بين المفاهيم	رابعة فيزياء	٨.٧٣	١.١٣	١,٥١	غير دال
	ثالثة STEM	٨.٣٣	١.٢٣		
الافراط في التعميم	رابعة فيزياء	٧.٦٨	١.٠٠	٠,٠٩٨	غير دال
	ثالثة STEM	٧.٦٥	١.٢٧		
الدرجة الكلية	رابعة فيزياء	٣٠.٠٠	٢.١٢	١,٠٣	غير دال
	ثالثة STEM	٣٠.٥٣	٢.٤٠		

يتضح من جدول (١٢) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لبعض أبعاد اختبار تصويب الفهم الخطأ وهي النقص في التعريف والتفسير المغاير وذلك عند مستوى دلالة ٠,٠٥ لصالح التطبيق البعدي لطلاب STEM، ولكن لا توجد فروق دالة في مجمل الاختبار ككل بين طلاب الفرقة الرابعة والفرقة الثالثة، ومن ثم ورغم ذلك لا يمكن رفض الفرض بجملته نظراً لوجود فروق في بعض أبعاده.

تفسير النتائج المتعلقة:

- علي اختبار تصويب أنماط الفهم الخطأ: لا توجد فروق دالة بين أداء طلاب الفرقة الثالثة STEM، وطلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء إلا في بعدي نقص التعريف والتفسير المغاير، فيمكن تفسير ذلك بأن طلاب الفرقة الثالثة STEM متعطشين للمعرفة العلمية وتصحيح التفسيرات والتعريفات العلمية نظراً لطبيعة لائحة طلاب STEM والتي تخلو من تعدد وتنوع المقررات التخصصية الأكاديمية في الكيمياء والبيولوجي والرياضيات فالمعرفة التخصصية سطحية وبسيطة يغلب عليها الطابع العملي في صورة عروض ومشروعات، إذا ما قورنت بتلك المقدمة لطلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء والذي يدرس العديد من أفرع الفيزياء ما بين فيزياء خواص المادة والكهربية والمغناطيسية والجامد والنسبية العامة والخاصة وميكانيكيا الكم والثيرموديناميك، والبلازما ...وغيرها من أفرع المعرفة التخصصية، أما عن الافراط في التعميمات والخلط في المفاهيم فلا توجد فروق وهذا قد

يكون بسبب طبيعة العلم وفلسفته وعدم دراستهم لهذا النهج النقدي التحليلي من قبل مما كون لديهم مفاهيم خاطئة عن العلم والعلماء وفلسفة العلم، كما أن اشتراك الفرقتين في التخصص العلمي حيث دراسة الكثير من المفاهيم العلمية التي تتسم بالتجريد وصعوبة الإدراك بالحواس، خصوصا اذا تم تجسيدها وتدريسها بطريقة خاطئة تؤدي الي تكون نمط الفهم الخاطئ لدي المتعلم، وهنا يتساوى الدارس بغض النظر عن تخصصه.

- كما أن حداثة الاستدامة كعلم وتنوع ومشروعاتها وتشعب موضوعاتها وتعدد وتداخل التخصصات التي تتناولها قد ساهم في الخلط في المفاهيم والافراط في التعميم لدي للجميع بصورة عجز التخصص ونمط التعلم عن احداث فروق واضحة فيها، الفرقتين، وتتفق هذه النتيجة مع دراسات كل من: دراسات: ، Yip, Din(1998)، سيد (٢٠٠٦)، Sanders& Wodaj & Belay(2021) ،Makotsa(2016)

٦) **للتحقق من صحة الفرض السادس والذي ينص على أنه"** يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة لصالح طلاب STEM **"** تم استخدام اختبار "ت" وجدول (١٣) يوضح ذلك.

جدول (١٣) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب الفرقة الرابعة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لاختبار أخلاقيات الاستدامة (ن= ٤٠)

الأبعاد	الفرقة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig.05
العدالة الاجتماعية	رابعة فيزياء	١٥.٠٣	١.٨٥	١,١٤	غير دال
	ثالثة STEM	١٥.٦٠	٢.٤٩		
تقبل الآخر	رابعة فيزياء	١١.٨٨	٢.٦٧	٣,٠٢	دال
	ثالثة STEM	١٣.٤٠	١.٦٥		
المسئولية البيئية	رابعة فيزياء	١٥.٠٣	١.٨٥	٠,٩٨٩	غير دال
	ثالثة STEM	١٥.٥٠	٢.٣٢		
الالتزام بالمنهج العلمي	رابعة فيزياء	١١.٩٠	١.٧٨	٤,٨٥	دال
	ثالثة STEM	١٣.٧٣	١.٥٤		
سعة الأفق	رابعة فيزياء	٩.٦٣	١.٨٥	٥,١٣	دال
	ثالثة STEM	١١.٤٣	١.١٧		
تعظيم النتائج للرفاهية	رابعة فيزياء	١٨.٦٥	١.٦٤	٣,٠٤	دال
	ثالثة STEM	٢١.٤٣	٥.٤٧		
مبادئ الاجراء الصحيح	رابعة فيزياء	١٠.٣٠	١.٤٢	٣,٨٤	دال
	ثالثة STEM	١١.٣٣	٠.٨٩		
القيم الأساسية	رابعة فيزياء	٢٩.٠٠	٤.٦٠	١,٩٤	غير دال
	ثالثة STEM	٣٠.٧٨	٣.٣٩		
الدرجة الكلية	رابعة فيزياء	١٢١.٤٠	٨.٠٨	٦,٢٧	دال
	ثالثة STEM	١٣٣.١٨	٨.٥١		

يتضح من جدول (١٣) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء، وطلاب الفرقة الثالثة STEM في التطبيق البعدي لمعظم أبعاد اختبار لاختبار أخلاقيات الاستدامة، حيث بلغت قيمة "ت" للاختبار ككل ٦,٢٧ وهي دالة عند مستوى دلالة ٠.٠٥ لصالح التطبيق البعدي لطلاب STEM.

تفسير النتائج:

- بالنسبة لاختبار أخلاقيات الاستدامة: توجد فروق دالة لصالح طلاب الفرقة الثالثة STEM ويمكن تفسير ذلك بطبيعة الدراسة العملية التي يتميز بها برنامج اعداد معلم STEM حيث حل المشكلات الحالية(التحديات المصرية الكبرى) ومنها مشكلات البيئة والتغير المناخي والتلوث والصحة والتغذية واللياقة البدنية(لديهم بالفعل مقررات تحمل هذه المسميات) والزراعة وغيرها، بالإضافة لدراستهم لموضوعات عديدة مرتبطة بالاستدامة وهو ما ساهم بدوره في تحسن أدائهم علي مقياس أخلاقيات الاستدامة لصالح طلاب STEM، ولا توجد فروق بينهم في القيم الأساسية والمسئولية البيئية والعدالة الاجتماعية بين الفرقتين، حيث يمكن تفسير ذلك بأن القيم الأساسية هي ثوابت ومعايير أخلاقية يتعلمها الفرد من الدين والأسرة وبالتالي نكاد نشترك فيها جميعاً، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة جريسات(٢٠٠٥)، ودراسة الزعبي وآخرون (٢٠٠٨)، ودراسة جنان(٢٠٢٢)، ودراسة Abumoghli(2024).

سادساً: توصيات البحث:

يوصي البحث الحالي بما يلي:

- تدريب معلمي العلوم قبل وأثناء الخدمة على فهم بنية وأخلاقيات الاستدامة وآلية تدريسها في سياق مقررات العلوم.
- يمكن الاسترشاد بالتصور المقترح في كيفية استخدام فلسفة العلم في تحليل العلوم الحديثة.
- دعم الأبحاث المشتركة بين المتخصصين في فلسفة العلم والعلماء العاملين في مجالات الاستدامة.
- إدخال مقررات في فلسفة العلم ضمن برامج تعليم الاستدامة لتأهيل الطلاب للتفكير النقدي.
- تدريب الطلاب والمعلمين علي التعلم والتدريس وفقاً لمنحي وفلسفة STEM لما له من أثر ايجاب علي تحسين عقلية النمو و تجنب التفسيرات الخاطئة واكتساب أخلاقيات الاستدامة.

سابعاً: مقترحات البحث

١) برنامج تدريبي لمعلمي العلوم علي كيفية استخدام فلسفة العلم في تدريس العلوم لتنمية الفهم العميق والتفكير الاستدلالي لدي طلابهم

٢) برنامج مقترح في علوم الاستدامة قائم علي تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتنمية أخلاقيات الاستدامة والقدرة علي اتخاذ القرار لدي الطالب المعلم.

٣) تصور مقترح لدمج مفاهيم الاستدامة في العلوم المتكاملة وأثره في تنمية الفهم العميق والوعي بالتعددية التخصصية والأخلاقية لدي طلاب الصف الأول الثانوي

ثامناً: المراجع:

أولاً: المراجع العربية

أحمد، عصام محمد سيد(٢٠٢٠). فاعلية وحدة في العلوم متضمنة لأبعاد التعليم للتنمية المستدامة في تنمية التفكير المستدام والمسئولية البيئية لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة كلية التربية*، جامعة بنها، ٣٢(١٢٤)، أكتوبر، ١- ٦٢.

الأشقر، سماح فاروق المرسي(٢٠١٧). استخدام نموذج ستيبانز في تصحيح التصورات البديلة لبعض المفاهيم العلمية وتنمية الاتجاه نحو العمل الجماعي لدي تلاميذ الصف السادس الابتدائي، *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٠(٧)، ٥١- ٩٢.

بوصالحيح، حمدان(٢٠٢٠). بنية العلم من منظور فلسفة العلم ما بعد الوضعية، *مجلة دراسات إنسانية واجتماعية*، جامعة وهرات، ٩(٣)، ٢٩٣- ٣٠٤.

جريسات، رندا عيسي(٢٠٠٥)." التفكير الأخلاقي في مجال الأخلاقيات الحيوية لدي طلبة المرحلة الثانوية في مدارس عمان وطلبة الجامعة الأردنية"، رسالة دكتوراه، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، عمان، الأردن.

جليز، دونالد(٢٠٠٧). *فلسفة العلم في القرن العشرين*، ترجمة حسين علي، القاهرة.

جنان، عقبة(٢٠٢٢). التنمية المستدامة وسؤال الأخلاق: رؤية مقاصدية، مجلة أريد الدولية للعلوم الإنسانية والاجتماعية،٤(٧)، ١٩٦-٢٠٩.

رضا، حنان رجاء عبد السلام(٢٠١٨). نموذج مقترح لاستخدام الواقع المعزز في تصويب الفهم الخطأ للمفاهيم العلمية لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية، *مجلة كلية التربية*، جامعة المنوفية، ٣٣(٤)، ١١٤- ١٥٩.

الزعبي، طلال والسلامات، محمد خيرت وحسنين، خولة(٢٠٠٨). المبادئ الأخلاقية التي يستند إليها طلبة كلية الطب في الجامعة الأردنية في اصدار حكمهم علي القضايا الأخلاقية، ومدي تأثرها بكل من الجنس والمستوي الدراسي ومستوي فهمهم لطبيعة العلم، *مجلة جامعة النجاح للأبحاث*، ٢٢(٤)،١١٩١-١٢١٥.

زيتون، حسن حسين وزيتون، كمال عبد الحميد(٢٠٠٣). *التعلم والتدريس من منظور البنائية*، القاهرة، عالم الكتب.

زيتون، كمال عبد الحميد(٢٠٠٣). *تدريس العلوم من منظور البنائية*، الإسكندرية، المكتب العلمي للكمبيوتر للنشر والتوزيع.

سليمان، فوقية رجب عبد العزيز(٢٠٢٣). برنامج تدريبي قائم على نموذج مساعد التعلم LA لتنمية الممارسات التأملية وتحسين عقلية النمو لدي طلاب الشعب العلمية بكلية التربية STEM، *مجلة التربية العلمية*، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٢٦(٤)، ٥٣-١١٩.

سيد، عصام محمد عبد القادر (٢٠٠٦). فاعلية استخدام خرائط المفاهيم في تصويب أنماط الفهم الخطأ للمفاهيم الفيزيائية وتنمية المهارات الحياتية للطلاب المعاقين سمعياً بالمرحلة الثانوية الفنية، *رسالة ماجستير*، كلية التربية بنين بالقاهرة، جامعة الأزهر، مصر.

طلبة، محمد فايز أنور(٢٠٠٨). فلسفة العلم بين نويراث وهمبل، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة طنطا.

عبد القادر، ماهر(١٩٩٩)*فلسفة العلوم رؤية عربية- المدخل النظري*، الإسكندرية: منشأة المعارف.

عبد الله، ليث حمدي (٢٠٢٤). فلسفة التنمية المستدامة، جامعة الموصل، كلية التربية الأساسية، https://www.researchgate.net/publication/

عبد المالك، بضياف وبوتياره، عنتر(٢٠١٢). دور البعد الأخلاقي في تعزيز مقومات التنمية المستدامة، الملتقي الدولي حول مقومات تحقيق التنمية المستدامة في الاقتصاد الإسلامي، جامعة قالمة، ٢٤٠- ٢٥٤.

عطيو، محمد نجيب مصطفي وحسن، ثناء محمد و مرسي، أشرف عبد اللطيف وقشطة، آية خليل ابراهيم(٢٠٢٣). فاعلية برنامج قائم علي تقنية الواقع المعزز في تصويب أنماط الفهم الخطأ للمفاهيم البيولوجية، وتنمية مهارات الثقافة البصرية لدي طالبات العاشر الأساسي بفلسطين، *مجلة كلية التربية*، جامعة العريش، ١١(٣٤)، ١-٣٨.

علي، اسراء(٢٠١٩). نحو عالم مستدام، *مجلة كوكب العلم عين علي العلوم*، مكتبة الإسكندرية، مركز القبة السماوية العلمي، ١٢(٣)، ١٤-١٥.

عمارة، محمد طه فهمي(٢٠٢٢). استراتيجية تصويب أنماط الفهم الخطأ عبر البيئة الرقمية في البيولوجي، *مجلة التربية*، كلية التربية، جامعة الأزهر، ٣(١٩٤)، ٤١١-٤٥٣

فيرابند، باولوا(٢٠٠٠). *العلم في مجتمع حر*، ط١، مصر: المجلس الأعلى للثقافة.

الفيل، حلمي محمد حلمي(٢٠٢٠). فعالية نموذج التعلم القائم علي التحدي في تحسين عقلية الإنماء والرشاقة المعرفية لدي طلاب كلية التربية النوعية جامعة الإسكندرية، *المجلة التربوية بجامعة سوهاج*، (٧٨)، أكتوبر، ٦٢٩-٧٠٤.

قاسم، محمد محمد(٢٠٠٣). *المدخل إلي فلسفة العلوم*، الإسكندرية، دار المعرفة الجامعية

قطب، خالد أحمد(٢٠٠٢). دور فلسفة العلم في توظيف المعرفة العلمية في سياستنا التربوية، *المؤتمر العلمي الرابع- التربية ومستقبل التنمية البشرية في الوطن العربي علي ضوء تحديات القرن الحادي والعشرين*، كلية التربية بالفيوم، ١(٤)، ٢١٢-٢١٧.

الكبيسي، عبد المجيد حميد(٢٠١٤). *النظم والمنظومية رؤي تربوية*، عمان: دار الإعصار العلمي ومكتبة المجتمع العربي للطباعة والنشر والتوزيع.

كون، توماس(١٩٩٢). *بنية الثورات العلمية*، الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

محمد، بدوي عبد الفتاح(٢٠٠٧). *فلسفة العلوم*، القاهرة: دار قباء.

ملكاوي، آمال رضا حسن.(٢٠١٦). أثر استخدام المحاكاة الحاسوبية في تعديل التصورات الفيزيائية البديلة المتعلقة بالحركة الدورية لدي طلبة الصف الحادي عشر في سلطنة عمان، *مجلة الدراسات التربوية والنفسية*، ١٠(٢)، ٣١٨-٣٣٨.

المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة، الإيسيسكو(٢٠٠٢). العالم الإسلامي والتنمية المستدامة، الخصوصيات والتحديات والالتزامات.

همام، محمد حامد زكي(٢٠٢٢). الاستدامة وفضيلة الانسجام مع الطبيعة، *مجلة كلية الآداب*، جامعة جنوب الوادي، قنا، (٥٦)، ١٣- ٧٥.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Ab Wahab, Mastura (2021). Is an unsustainability environmentally unethical? Ethics orientation, environmental sustainability engagement and performance, Journal of Cleaner Production, 294,126240

Abumoghli, Iyad (2024). The Role of Religions, Values, Ethics, and Spiritual Responsibility in Environmental Governance and Achieving the Sustainable Development Ada, Religion and Development, 2(3), 485-495.

Adler C, Hirsch Hadorn G, Breu T, Wiesmann U, Pohl C (2018) Conceptualizing the transfer of knowledge across cases in transdisciplinary research. Sustain Sci 13(1),179–190

Andersen, S. C., & Nielsen, H. S. (2016). Reading intervention with a growth mindset approach improves children's skills. PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 113(43), 12111–12113. https://doi.org/10.1073/pnas.

Barger, M., Xiong, Y., & Ferster, A. (2022). Identifying False Growth Mindsets in Adults and Implications for Mathematics Motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 70, 1-16.

Bostwick, K. C. P., Collie, R. J., Martin, A. J., & Durksen, T. L. (2017). Students' growth mindsets, goals, and academic outcomes in mathematics. *Zeitschrift für Psychologie, 225*(2), 107–116. https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000287

Cartwright N, Hardie J (2012) Evidence-based policy: a practical guide to doing it better. Oxford University Press, Oxford

Chiu, A.S.F., Aviso, K.B., Tan, R.R., 2020. On general principles at the sustainability science-policy interface. Resour. Conserv. Recycl. 158, 104828. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.

Clark William C(2007). Sustainability Science: A room of its own, 104 (6) 1737-1738, https://doi.org/10.1073/pnas.0611291104

Clark, William C., and Alicia G. Harley. (2020).“An Integrative Framework for Sustainability Science.” In Sustainability Science: A Guide for Researchers, Retrieved from https://www.sustainabilityscience.org

Davis T, Hennes EP, Raymond L (2018) Cultural evolution of normative motivations for sustainable behaviour. Nat Sustain 1(5),218–224

Douglas, H. E. (2009). *Science, Policy, and the Value-Free Ideal*. University of Pittsburgh Press. https://doi.org/10.2307/j.ctt6wrc78.

Dweck, C. S. (2000). Self-theories: Their role in motivation, personality and development. Taylor Francis.

Dweck, C. S. (2006). Mindset: How you can fulfil your potential. Robinson.

Flurina Schneider, Andreas Kläy, Anne B Zimmermann, Tobias Buser, Micah Ingalls, Peter Messerli(2019). How can science support the 2030 Agenda for Sustainable Development? Four tasks to tackle the normative dimension of sustainability, Sustainability science, Springer Japan, 14, 1593-1604.

Fraser, D. (2017). An exploration of the application and implementation of growth mindset principles within a primary school. *British Journal of Educational Psychology*, 88(4), 645–658.

García ,José Luis Sánchez& Sanz Juan María Díez (2018). Climate change, ethics and sustainability: An innovative approach, *Journal of Innovation & Knowledge*,3(2), 70-75.

Goodridge, Abigail E.(2024). Evaluating the Effects of a Combined Math Achievement and Growth Mindset Intervention , *PhD*, Northeastern University, Boston, Massachusetts.

Horcea-Milcu, AI., Abson, D.J., Apetrei, C.I. et al.(2019) Values in transformational sustainability science: four perspectives for change. *Sustain Sci* **14**, 1425–1437, https://doi.org/10.1007/s11625-019-00656-1.

Jacovidis, Jessica N; Anderson, Ross C; Beach, Paul T; Chadwick, Kristine L(2020). Growth Mindset Thinking and Beliefs in Teaching and Learning, policy paper: growth mindset in education, www.inflexion.org.

Joaquin, Jeremiah Joven B.& Biana, Hazel T.(2020). Sustainability science is ethics: Bridging the philosophical gap between science and policy, Resources, Conservation & Recycling, 160(104929),

https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104929.

Johnsen, C.G., 2020. Sustainability beyond instrumentality: Towards an immanent ethics of organizational environmentalism. J. Bus. Ethics. https://doi.org/10.1007/s10551-019-04411-5.

Karpudewan, Mageswary; Md. Zain Ahmad Nurulazam and Chandrasegaran,(2017). Overcoming Students' Misconceptions in Science Strategies and Perspectives from Malaysia, Springer Nature Singapore Pte Ltd, ISBN 978-981-10-3437-4 (eBook)

Kates, R.W., 2011. What kind of a science is sustainability science. Proc. Natl. Acad. Sci.108 (49), 19449-19450. https://doi.org/10.1073/pnas.1116097108.

Kibert, Charles J; Thiele, Leslie; Peterson, Anna; Monroe, Martha (2018). The Ethics of Sustainability, Portal Rio.

Kwan, L., Hung, Y., & Lam, L. (2022). How Can We Reap Learning Benefits for Individuals with Growth and Fixed Mindsets?: Understanding Self-Reflection and Self-Compassion as the Psychological Pathways to Maximize Positive Learning Outcomes. In Frontiers in Education, 7, 1-15. Frontiers.

Laplane L, Mantovani P, Adolphs R, Chang H, Mantovani A, McFallNgai M, Rovelli C, Sober E, Pradeu T (2019) Opinion: why science needs philosophy. PNAS 116(10):3948–3952

Laurian-Fitzgerald, S., & Roman, A. F. (2016). The effect of teaching cooperative learning skills on developing young students' growth mindset. Educatia Plus, 14(3), 68–83. https://www.ceeol.com/

Longino HE (1990) Science as social knowledge: values and objectivity in scientific inquiry. Princeton University Press, Princeton

Ludovic Cocogne.(2020). Sustainability science and philosophy: avenues for cross-fertilization, International and European Relations Directorate, IRD, Marseille, France, 68-73.

Martin, M., & Davidyan, A. (2021). Implementing an Undergraduate Learning Assistant Program Tailored for Remote, Instruction. *Journal of microbiology & biology education*, 22(1), 1-3.

Mesler, R., Corbin, C., & Martin, B. (2021).Teacher mindset is associated with development of students' growth mindset. *Journal of applied developmental psychology*, 76, 1-10.

Mitchell SD (2009) Un simple truths: science, complexity, and policy. University of Chicago Press, Chicago

Nagatsu, M., Davis, T., DesRoches, C. T., Koskinen, I., MacLeod, M., Stojanovic, M., & Thorén, H. (2020). Philosophy of science for sustainability science. *Sustainability Science*, *15*(6), 1807-1817. https://doi.org/10.1007/s11625-020-00832-8

Nalipay, M., King, R., Mordeno, I., Chai, C., & Jong, M. (2021). Teachers with a growth mindset are motivated and engaged: the relationships among mindsets, motivation, and engagement in teaching. *Social Psychology of Education*, 24, 1663-1684.

Nelson M, Vucetich J (2012) Sustainability science: ethical foundations and emerging challenges. Nat Educ Know, l3(10),12

O'Brien, M., Fielding-Wells, J., Makar, K., & Hillman, J. (2015). How Inquiry pedagogy enables teachers to facilitate growth mindsets in mathematics classrooms. *Mathematics Education Research Group of Australasi*a, Adelaide, Australia. https://files.eric.ed.gov/fulltext

Patrick, Susan Kemper Patrick & Joshi, Ela(2019). "Set in Stone" or "Willing to Grow"? Teacher sensemaking during a growth mindset initiative, *Teaching and Teacher Education*, 83, 156 – 167, https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.04.009

Pesch, U., Huijts, N.M.A., Bombaerts, G., Doorn, N., Hunka, A., (2020). Creating 'Local Publics': Responsibility and involvement in decision-making on technologies with local impacts. *Sci Eng Ethics*. https://doi.org/10.1007/s11948-020-00199-0.

Reget, Henk (2009).Second Conference of the European Philosophy of Science Association, *Journal of Philosophy of Science*,40(2),379-382, Available at: www.web.ebscohost.com.

Rienzo, C., Rolfe, H., & Wilkinson, D. (2015) Changing mindsets. Education Endowment Foundation. https://eric.ed.gov/?id=ED581132

Robinson, S. (2019). Conceptual modelling for simulation: Progress and grand challenges. *Journal of Simulation*, *14*(1), 1–20.

Ruiz-Palomino P, Bañón-Gomis A, Linuesa Langreo J. Impacts of peers' unethical behavior on employees' ethical intention: Moderated mediation by Machiavellian orientation. *Business Ethics*, 28: 185–205. https://doi.org/10.1111/beer.12210.

Salovaara, Janne J; Soini, Katriina; Pietikäinen, Janna(2019). Sustainability science in education: analysis of master's programmes curricula, Sustainability Science,15, 901–915, https://doi.org/10.1007/s11625-019-00745-1

Sanders, M., & Makotsa, D. (2016). The possible influence of curriculum statements and textbooks on misconceptions: The case of evolution. Education as Change, 20(1), 1-23

Schrodt, K. (2015). The relationship among mindset instruction, kindergarteners' performance, and motivation in writer's workshop [Unpublished doctoral thesis, Middle Tennessee State University]. http://jewlscholar.mtsu.edu/handle/mtsu/444

Schwartz, S.H. (1994). "Are There Universal Aspects in the Structure and Contents of Human Values?" *Journal of Social* , 50 (4),21

Sert Cibik,A.(2017).Determining science teacher candidates academic knowledge and misconceptions about electric current, *educational sciences: theory& practice*,(17), 1061-1090.

Sheffler, P., Kürüm, E., Sheen, A., Ditta, A., Ferguson, L., Bravo, D., Rebok, G., Strickland-Hughes, C. & Wu, R. (2022). Growth Mindset Predicts Cognitive Gains in an Older Adult Multi-Skill Learning Intervention. *The International Journal of Aging and Human Development*, 0(0), 1-26.

Shevchenko, A., Lévesque, M. and Pagell, M. (2016), Why Firms Delay Reaching True Sustainability. *Jour. of Manage. Stud*., 53, 911-935. https://doi.org/10.1111/joms.12199

Steel, Daniel.(2015). Acceptance, values, and probability, Studies in History and Philosophy of Science Part A,53, 81-88, https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2015.05.010.

Stohlmann, M. (2022). Growth Mindset in K-8 STEM Education: A Review of the Literature since 2007. *Journal of Pedagogical Research*, 6(2), 149-163.

Wiek, A., Withycombe, L. & Redman, C.L.(2011) Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustain Sci* **6**, 203–218, https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6.

Winsberg E (2018) Philosophy and Climate Science. Cambridge University Press, Cambridge. https ://doi.org/10.1017/97811 08164 290.

Wodaj, H., & Belay, S. (2021). Effects of 7E Instructional Model with Metacognitive Scaffolding on Students' Conceptual Understanding in Biology. *Journal of Education in Science Environment and Healt*h, 7(1), 26-43.

Yip, Din. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. International *Journal of Science Education*,20, 461-477.