فاعلية برنامج مقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء ذوي مركز الضبط الداخلي والخارجي

د. إيمان عبدالكريم كامل نويجي
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد
كلية التربية – جامعة حلوان

المستخلص

هدف البحث الحالي إلى بناء برنامج في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي، وقياس فاعليته في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء ذوي مركز الضبط الداخلي والخارجي. تكونت عينة البحث من (٤٤) طالب/ معلم بالفرقة الرابعة شعبة الفيزياء بكلية التربية جامعة حلوان خلال الفصل الدراسي الأول للعام الجامعي ٢٠٢٢/ ٢٠٢٣. وللتحقق من صحة فروض البحث اتبع البحث المنهج التجريبي، واستخدمت الباحثة لهذا الغرض البرنامج المقترح، وأداتين هما: اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، ومقياس مركز الضبط. وأشارت نتائج البحث إلى وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الكسب الفعلي للطلاب المعلمين "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم تأثير كبير لبرنامج التغيرات المناخية القائم على التعلم التحويلي في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، ووجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الكسب الفعلي للطلاب المعلمين مجموعتي ذوي مركز الضبط الداخلي وذوي مركز الضبط الخارجي في اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لصالح ذوي مركز الضبط الداخلي.

كلمات مفتاحية: التغيرات المناخية، التعلم التحويلي، كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، معلمي الفيزياء، مركز الضبط الداخلي والخارجي.

The effectiveness of a proposed program on climate change based on transformative learning in developing competencies for achieving sustainable development among student teachers in the Physics Division with an internal and external locus of control

Abstract

The current research aimed to suggest a program in climate change based on transformative learning and to measure its effectiveness in developing competencies for achieving sustainable development among student teachers in the Physics Department who have an internal and external locus of control. The research sample consisted of (44) student/teachers in the fourth year, Physics Division, Faculty of Education, Helwan University, during the first semester of the academic year 2022/2023. To verify the validity of the research hypotheses, the research followed the experimental method. For this purpose the researcher used the proposed program and two tools: competencies for achieving sustainable development test, and locus of control scale. The results of the research indicated that there was a statistically significant difference at the level of (0.05) between the average scores of the actual gains of the student teachers “research sample” in the pre- and post-applications to test the competencies for achieving sustainable development in favor of the post-application. Also, there was a large effect for the climate change program based on transformative learning in developing competencies for achieving sustainable development. Moreover, the presence of a statistically significant difference at the level (0.05) between the average scores of actual gains for student teachers in the two groups with an internal locus of control and those with an external locus of control in the test of competencies for achieving sustainable development in favor of those with an internal locus of control.

Keywords: climate change, transformative learning, sustainability competencies, physics teachers, locus of control.

مقدمة (*):

لقد أصبح التعليم من أجل التنمية المستدامة Education for Sustainable Development (ESD) والتعلم من أجل الاستدامة Learning for Sustainability (LfS)أحد أكثر مجالات البحث انتشارًا منذ أن أعلنت الجمعية العامة للأمم المتحدة في قرارها ٢٥٤/٥٧ الفترة من ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٤ عقدًا للأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة، للتأكيد على الدور الحاسم للتعليم في التحرك نحو عالم أكثر استدامة (UNESCO, 2019). والتأكيد على أهمية دمج مبادئ وقيم وممارسات وكفاءات التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم والتعلم من خلال تطبيق نهج شمولي يُمكّن من تحويل ما يكتسبه الطلاب من معارف ومهارات وسلوكيات لتحقيق الاستدامة.

وقد انعكست هذه الرؤية للتعليم صراحةً في الهدف الرابع ٤.٧ من أهداف التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، والذي نص على أنه "بحلول عام ٢٠٣٠ يجب تمكين جميع المتعلمين من اكتساب المعرفة والمهارات اللازمة لتعزيز التنمية المستدامة" (UNESCO, 2017). وتم التأكيد على ذلك في العمل ذي الأولوية الثالثة لبرنامج العمل العالمي 2015–2019 (GAP) (UNESCO, 2014).

لذلك تدعو اليونسكو إلى إحداث تحول في أنظمة التعليم للسماح بالتغييرات الأساسية في التدريس والتعلم من أجل تسهيل دمج التعليم من أجل التنمية المستدامة خاصة في إعداد وتدريب المعلمين قبل وأثناء الخدمة. وإتاحة الفرص للطلاب المعلمين لاكتساب الكفاءات اللازمة لتحقيق التنمية المستدامة لتولي دورهم المستقبلي (UNESCO, 2018). الأمر الذي يتطلب إعادة النظر في برامج إعداد المعلمين وتطويرها بشكل منهجي ومستمر. وذلك لأن العملية التعليمية بإجراءاتها ومستوياتها المختلفة ليست منفصلة عن متطلبات الحياة الحديثة وتحدياتها.

(*) تم استخدام التوثيق طبق APA الإصدار السابع

كما ذكرت اليونسكو UNESCOأنه من الأهمية بمكان تعزيز كفاءات المعلمين لتحقيق التنمية المستدامة في برامج إعدادهم قبل الخدمة وتدريبهم أثناءها، ولا يزال هذا يمثل أولوية في "التعليم من أجل التنمية المستدامة بعد عام ٢٠١٩"، والذي أكد أن إعداد المعلمين بصفة عامة ومعلمي العلوم بصفة خاصة يجب أن يوفر المزيد من الفرص لتقوية قدراتهم كميسرين للتعلم الذي يؤدي إلى التحول المنشود (UNESCO, 2014).

في السياق ذاته حرصت وزارة التربية والتعليم بالتعاون مع وزارة البيئة وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) وبتمويل من مرفق البيئة العالمي (GEF)على تدريب المعلمين في ضوء رؤية مصر ٢٠٣٠ في مجال التعليم والتنمية المستدامة، وتقديم حقيبة تعليمية خاصة بالتغيرات المناخية كجزء من مشروع تعزيز القدرات الوطنية لتحسين المشاركة العامة في تنفيذ اتفاقيات ريو (CB3) في مايو ٢٠٢١.

واستنادًا إلى الافتراض القائل بأن التغيير المجتمعي نحو الاستدامة والحفاظ على البيئة لا يتطلب تقدمًا علميًا وتكنولوجيًا فحسب، بل يتطلب أيضًا تغييرًا اجتماعيًا وثقافيًا عميقًا. اقترح الباحثون نهجًا يجعل التعلم وسيلة تحويل المجتمع وتغييره، وهو التعلم التحويلي Transformational Learning الذي يُسهم في الاعتراف بأن التعلم والتغيير مرتبطان بالممارسة، ويُشير إلى أن التعلم يتضمن المكونات الإدراكية والاجتماعية والأخلاقية والعاطفية، والأهم من ذلك يؤكد على أن السياق الاجتماعي والعلاقات الاجتماعية وعناصر القوة متكاملة مع عملية التعلم (Boström, M., et. al. 2018) .

وفي هذا الإطار تدعم مبادئ وأفكار نظرية التعلم التحويلي التعلم الذي يؤدي إلى إحداث تغير في الأطر المرجعية التي تُشكِل لدى الفرد منظوره أو رؤيته للأشياء والتجارب التي يمر بها من زوايا متعددة وجديدة تساعده على الفهم بعمق بهدف إحداث تغير أكاديمي واجتماعي ونفسي(Maies Michelle, 2017) ، كما تستند

تلك النظرية إلى تحدي تفكير الطلاب من خلال النقد وطرح الأسئلة لفحص مدى صحة افتراضاتهم حول قضية ما أم خطأها(Mezirow, J., 2000) .

وإذا كان التعلم التحويلي قد يكون فعالاً في تعليم القضايا العلمية والبيئية والاجتماعية، إلا أنه يُتوقع أن تتأثر فعالية البرنامج المقترح في هذا البحث ببعض السمات الشخصية للطلاب المعلمين مثل مركز الضبط Locus of control، حيث يشير إلى اعتقاد الفرد بأنه يمتلك القدرة على التحكم في معظم جوانب حياته وأحداثه. ويتصف الطلاب ذوي مركز الضبط الداخلي باعتقادهم أن نجاحهم وفشلهم يعتمد بشكل كبير على مجهودهم الشخصي وقراراتهم، بينما يعتقد الطلاب ذوي المركز الخارجي أن الظروف المحيطة بهم والعوامل الخارجية لها تأثير أكبر في تحديد نجاحهم أو فشلهم بدلاً من قراراتهم أو مجهودهم الشخصي. ويكون الاختلاف بين الأفراد في درجة التحكم فكل طالب لديه نسبة من كل نوع وأشارت دراسة (Shepherd S., et al., 2006) أن مركز الضبط له دور فعال في التحصيل المعرفي والقدرة على حل المشكلات.

مشكلة البحث:

نبعت مشكلة البحث من خلال:

أولًا: الدراسات والبحوث السابقة

أ. **في مجال التغيرات المناخية وكفاءات تحقيق التنمية المستدامة**

أشارت نتائج عديد من الدراسات العلمية ومنها دراسات (Evans, N. S., Stevenson, R. B., Lasen, M., Ferreira, J.-A., & Davis, J. , 2017)، و(Kalsoom, Q.; Khanam, A., 2017). و(Varela-Losada, M., Arias-Correa, A., & Vega-Marcote, P. , 2018)، و(Breslyn, W., & McGinnis, J. T. ,2019)، و(Hannah, A. L., & Rhubart, D. ,2020)، و(الغانم، تفيدة ٢٠٢٠)، و(Jeong, J. S., González-Gómez, D., Conde-Núñez, M. C., Sánchez-Cepeda, J., S., & Yllana-Prieto, F. ,2021)، و(Hogan, D., & O'Flaherty, J. ,2021)، و(Beach, Richard, 2022) و (Beach, Richard, 2023) إلى أهمية تضمين دراسة

التغيرات المناخية في برامج إعداد معلمي العلوم بصفة عامة ومعلمي الفيزياء بصفة خاصة، حيث يشهد العالم حالياً تحديات عالمية كبيرة في مجال التغيرات المناخية، ولذلك يحتاج المجتمع إلى معلمين مهرة ومدربين جيداً لتنمية وعي الطلاب وتمكينهم من التعامل مع تلك التحديات، هذا بالإضافة إلى الاهتمام المتزايد في العالم بالاستدامة والحفاظ على البيئة، ويُعد ذلك جزءاً من المسؤولية الاجتماعية للمعلمين في تنمية وعي الطلاب بأهمية الحفاظ على البيئة والتزامهم بالاستدامة. إلى جانب ذلك، أشارت عدد من هذه الدراسات إلى أن الطلاب المعلمين يفتقرون إلى كفاءات تحقيق التنمية المستدامة اللازمة لدمج التعليم من أجل التنمية المستدامة في عملهم التدريسي المستقبلي، وليس لديهم الإدراك الكافي للمشكلات التي تداهم البيئة حولهم، والتحديات الواجب عليهم مواجهتها ومعالجتها.

ثانيًا: في مجال التعلم التحويلي

أكدت عديد من الدراسات والبحوث كدراسات (Christie Michel, Cary. Michael, Robertson Ann & Grainger peter 2015) و (Magnus Boström, et al., 2017)، و (Fleming, Ted, 2018)، (Şahin, Mehmet & Dogantay, Hidayet, 2018)، و(آل ملوذ، حصة محمد عامر،٢٠١٩)، و (Yacek, Douglas, 2020)، و (Johnson, K. & Olanoff, D., 2020)، و(سعيد، هبة الله حلمي، ٢٠٢١)، و(Hosun Kang & Jasmine McBeath Nation, 2022) على أن التعلم التحويلي يمكن توظيفه بشكل جيد في تطوير أعضاء هيئة التدريس بالجامعة وبرامج إعداد الطلاب المعلمين، فضلاً عن أنه يساهم في تنمية مهارات التفكير العليا الذهنية والمعرفية والاستقلال الذاتي لدى هؤلاء الطلاب، وفي تطوير مهارات الطلاب المعلمين في تدريسهم ودعم ممارساتهم المهنية. وتحويل الطلاب لما تعلموه لتطوير معتقداتهم وسلوكياتهم في المدرسة والمجتمع الأوسع. كما أوضحت تلك الدراسات أن التعلم التحويلي يساعد في تحفيز الطلاب والمعلمين على التفاعل بشكل أفضل مع العلوم، ويزيد من متعة التعلم، وأن توظيفه بطريقة مناسبة

يساعد على تحقيق الأهداف المرجوة من التعلم، سواء كانت هذه الأهداف تتعلق بالتنمية الشخصية للطلاب أو بالتغيير المجتمعي.

ثالثًا: التقارير والمؤتمرات العالمية والإقليمية والمحلية

أكدت التقارير الصادرة عن هيئة اليونسكو ومنها تقرير تعليم المواطنة العالمية (٢٠١٥)، وتقرير أهداف التعليم من أجل التنمية المستدامة (٢٠١٧)، وتقرير التعليم من أجل أهداف التنمية المستدامة في خطة التعليم العالمي (٢٠٣٠)الصادر عام(٢٠١٩) والتقرير النهائي الصادر عن إدارة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (٢٠١٨)، على أن الجهود المبذولة لإعادة توجيه إعداد المعلمين نحو التعليم من أجل التنمية المستدامة لا تزال غير كافية؛ وبالتالي يلزم إجراء تحول تعليمي شامل من أجل إعداد المعلمين بصفة عامة، ومعلمي العلوم بصفة خاصة للتعامل مع تحديات الاستدامة وتمكينهم من تضمين التعليم من أجل التنمية المستدامة في ممارساتهم التعليمية بشكل فعال. وتمكينهم أيضاً من تدريس موضوعات التغيرات المناخية بشكل فعال وجذاب للطلاب. حيث يجب عليهم أن يكونوا متمكنين من كفاءات تحقيق التنمية المستدامة وحافزين لاكتساب طلابهم لها. لذلك، ينصب التركيز لتحقيق أهداف التعليم من أجل التنمية المستدامة على تدريب الطلاب المعلمين والحث على الجهود المبذولة لدمج كفاءات تحقيق التنمية المستدامة في برامج إعدادهم.

وتماشياً مع ما تم ذكره أوصت عدد من المؤتمرات العالمية والإقليمية والمحلية بضرورة الاهتمام بقضايا التغيرات المناخية وزيادة الوعي بالتحديات البيئية المرتبطة بها والعمل على تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة ومنها: مؤتمر الأمم المتحدة للتغير المناخي (COP) الذي يتم عقده سنويًا وينظمه الإطار الاتفاقي للأمم المتحدة بشأن التغيرات المناخية (UNFCCC) حيث يجتمع فيه زعماء العالم وممثلون عن الحكومات لبحث التقدم المحرز في مكافحة التغيرات المناخية وتبني استراتيجيات

للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وتكييف الدول للتغيرات المناخية. والمؤتمر العالمي للمناخ والتنمية المستدامة (Global Conference on Climate Change and Sustainable Development) هدف هذا المؤتمر إلى تبادل المعرفة والخبرات بين الدول والمنظمات العالمية فيما يتعلق بالتغيرات المناخية والتنمية المستدامة. وتمت مناقشة القضايا ذات الصلة وتبني استراتيجيات عالمية للتحول إلى اقتصاد منخفض الكربون. قمة المناخ COP26: عقدت في عام ٢٠٢١ في غلاسكو، اسكتلندا، هدفت إلى تعزيز التزامات الدول والتوصل إلى اتفاقيات وتدابير جديدة للتصدي للتغير المناخي وتحقيق أهداف الاتفاقية البيئية للأمم المتحدة. وقمةCOP27 التي انعقدت في عام ٢٠٢٢ في شرم الشيخ والتي تميزت بالنقاشات والمفاوضات الهامة حول مجموعة من المواضيع المرتبطة بالتغيرات المناخية، بما في ذلك خفض الانبعاثات العالمية للغازات الدفيئة، وتعزيز التمويل لتكييف الدول النامية مع تأثيرات التغيرات المناخية، وتحقيق العدالة المناخية، وحماية الغابات والتنوع البيولوجي، وتشجيع الابتكار واعتماد تقنيات نظيفة ومستدامة.

وجدير بالذكر أن رؤية مصر ٢٠٣٠ تتضمن عديد من الأهداف والمبادرات المرتبطة بالاستدامة البيئية وتعزيز حماية البيئة والتنوع البيولوجي وإدارة الموارد الطبيعية بطرق مستدامة، وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة وتطوير قدرات الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، بالإضافة إلى التكيف مع التغير المناخي والتخفيف من أثاره بما في ذلك تحسين البنية التحتية المقاومة للمناخ وتنفيذ استراتيجيات التكيف في قطاعات مختلفة ومنها مجال التعليم.

رابعًا: الدراسة الاستطلاعية

قامت الباحثة بإجراء مقابلات شخصية مفتوحة وغير مقننة مع (٨٠) من الطلاب المعلمين بالشعب العلمية (كيمياء، فيزياء، بيولوجي) بالفرقة الرابعة، حيث تم سؤالهم عن قضايا مرتبطة بالتغيرات المناخية، ومفهوم التنمية المستدامة، وأبعادها والكفاءات المرتبطة بها، وهل يعدوا أنفسهم نماذج وقدوة للحياة المستدامة من خلال سلوكهم الشخصي؟ ومدى امتلاكهم للمعارف والمهارات التي تمكنهم من حل المشكلات التي تتعلق بتحديات وفرص التنمية المستدامة في العالم الحقيقي، وتوظيف كفاءات تحقيق التنمية المستدامة في سياقات مختلفة، وبفحص إجابات الطلاب المعلمين للمفاهيم المرتبطة بالتغيرات المناخية تبين الخلط بين المناخ والطقس، ووجود مفاهيم بديلة مثل أن التغيرات المناخية ناتجة عن ثقب في طبقة الأوزون. وأشارت نتائج المقابلة أيضاً إلى ضعف كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب معلمي الفيزياء بشكل أكبر من الطلاب معلمي الكيمياء والبيولوجي. وتعكس قلة الوعي نقصًا في التدريب والتعليم المستمر حول هذه القضايا وأهميتها.

تأسيسا على ما تقدم؛ تحددت مشكلة البحث الحالي في قصور برامج إعداد معلم الفيزياء في تضمين دراسة التغيرات المناخية، وضعف كفاءات تحقيق التنمية المستدامة؛ وللتصدي لهذه المشكلة حاول هذا البحث تصميم برنامج مقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي وقياس فاعليته في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء ذوي مركز الضبط (الداخلي/ الخارجي). وخاصة أنه وعلى حد علم الباحثة – حتى الآن – توجد دراسات عربية قليلة اهتمت بقضايا التغيرات المناخية ودمج كفاءات تحقيق التنمية المستدامة في إعداد معلمي الفيزياء.

أسئلة البحث:

حاول البحث الإجابة عن السؤال الرئيس التالي :

ما فاعلية برنامج مقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء ذوي مركز الضبط (الداخلي / الخارجي)؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما كفاءات تحقيق التنمية المستدامة المراد تنميتها لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء؟
٢. ما فاعلية البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء؟
٣. ما فاعلية البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي عند اعتبار التأثير الأساسي الناتج عن اختلاف مركز الضبط (الداخلي/ الخارجي) في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء؟

هدف البحث:

هدف البحث الحالي إلى بناء برنامج في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي للطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء وقياس فاعليته في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لديهم. بالإضافة إلى قياس فاعليته عند اعتبار التأثير الأساسي الناتج عن اختلاف مركز الضبط (الداخلي/ الخارجي).

أهمية البحث:

استمد هذا البحث أهميته مما يلي:

١. ينسجم البحث الحالي مع التوجهات الحديثة وتوصيات الدراسات العربية والاقليمية والعالمية التي تنادي بضرورة تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى معلمي العلوم.

٢. قد يُوجه أنظار واضعي ومخططي ومطوري برامج إعداد معلم العلوم بصفة عامة ومعلمي الفيزياء بصفة خاصة لضرورة تضمين التغيرات المناخية والكفاءات المرتبطة بها للتخفيف من أثارها أو التكيف معها في تعليم وتدريب معلمي العلوم قبل وأثناء الخدمة.

٣. قد يُوجه أنظار القائمين على تدريب المعلمين إلى نظرية التعلم التحويلي التي تعتمد على أن المعلم يحتاج إلى تحويل مفاهيمه وتجاربه السابقة من خلال عملية تفكير ناقد وتحليل لإدراكه المشكلات والتحديات، وتطوير تفكيره ومعتقداته السابقة بما يتلاءم مع المعرفة الجديدة والتجارب الحديثة.

٤. قد يفيد تعليم الطلاب المعلمين عن التغيرات المناخية في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

٥. قد يوجه نظر الباحثين إلى إجراء بحوث ودراسات مستقبلية تتعلق ببناء وتصميم برامج تربوية تستهدف تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين.

حدود البحث:

تمثلت حدود البحث الحالية فيما يلي:

١. **من حيث العينة:** اقتصر تطبيق البحث على عينة من طلاب الفرقة الرابعة شعبة الفيزياء بكلية التربية جامعة حلوان وبلغ قوامها (٤٤) طالب/ معلم، تم اختيارها بطريقة عشوائية.

٢. **من حيث المحتوى:** اقتصر برنامج التغيرات المناخية على سبع موضوعات رئيسة هي: التغيرات المناخية كظاهرة علمية، النظام المناخي، مستقبل المناخ، تأثيرات التغيرات المناخية، التخفيف من أثار التغيرات المناخية، التكيف مع أثار التغيرات المناخية، استدامة البيئة.

٣. **من حيث كفاءات تحقيق التنمية المستدامة:** اقتصر البحث الحالي على ثمانِ كفاءات رئيسة، هي: كفاءة التفكير المنظومي، الكفاءة الاستباقية، الكفاءة المعيارية، الكفاءة الاستراتيجية، الكفاءة الشخصية/ التعاونية، الكفاءة الشخصية الداخلية، كفاءة التنفيذ، كفاءة التكامل.

٤. **من حيث المجال الزمني:** تم تنفيذ تجربة البحث في الفصل الدراسي الأول للعام الجامعي ٢٠٢٢/٢٠٢٣.

فروض البحث:

١. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الكسب الفعلي للطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الكسب الفعلي للطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء في المجموعتين التجريبيتين الأولى (ذوي مركز الضبط الداخلي) والثانية (ذوي مركز الضبط الخارجي) في اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة

٣. أداتا البحث:

- أداة قياس، وهي: اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة (إعداد الباحثة).
- أداة تصنيف، وهي: مقياس مركز الضبط (إعداد الباحثة).

منهج البحث:

تم استخدام المنهج الوصفي في تحليل ودراسة البحوث والدراسات السابقة وإعداد الإطار النظري للبحث والبرنامج المقترح وأداتي البحث، ولتوضيح كيفية تدريس البرنامج المقترح وتحليل النتائج وتفسيرها. كما تم استخدام المنهج التجريبي لاختبار فاعلية البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي في تنمية

كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء ذوي مركز الضبط (الداخلي/الخارجي)، بالإضافة إلى قياس فاعليته عند اعتبار التأثير الأساسي الناتج عن اختلاف مركز الضبط (الداخلي/ الخارجي)، وللتحقق من صحة فرضي البحث تجريبياً.

التصميم التجريبي:

تناول هذا الجزء متغيرات هذا البحث، ونوع التصميم التجريبي كما يلي:

متغيرات البحث:

متغير مستقل تجريبي وهو: البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي.

متغير مستقل تصنيفي وهو: مركز الضبط وله مستويان وهما: داخلي وخارجي.

متغير تابع وهو: كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

نوع التصميم التجريبي:

تم استخدام التصميم التجريبي المعروف باسم "تصميم العامل الواحد" Single–Factor Design حيث إن المتغير المستقل التجريبي هو(البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي)، والمتغير المستقل التصنيفي هو (مركز الضبط)، وتم تطبيق الأداة التي تقيس المتغير التابع (كفاءات تحقيق التنمية المستدامة) قبل تنفيذ التجربة وبعدها على طلاب المجموعتين التجريبيتين "عينة البحث".

إجراءات البحث:

سار البحث للإجابة عن أسئلته والتحقق من صحة فروضه وفقًا للخطوات والإجراءات التالية:

١. الاطلاع على الوثيقة القومية لمعايير تقويم واعتماد كليات التربية بمصر الصادرة من الهيئة القومية لجودة التعليم والاعتماد وخاصة معايير محتوى برنامج إعداد معلمي الفيزياء.
٢. إعداد قائمة بكفاءات تحقيق التنمية المستدامة الواجب تنميتها لدى الطلاب معلمي الفيزياء من خلال تحليل الأدبيات والدراسات السابقة ومعايير إعداد معلم الفيزياء وعرضها على مجموعة من الخبراء المتخصصين وإجراء التعديلات اللازمة في ضوء أراءهم.
٣. تحليل ودراسة الأدبيات والبحوث والدراسات السابقة في: التغيرات المناخية، والتعلم التحويلي.
٤. إعداد قائمة بالموضوعات الي ينبغي أن يتضمنها البرنامج المقترح في التغيرات المناخية لتنمية كفاءات التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء، وعرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين وإجراء التعديلات اللازمة في ضوء أراءهم.
٥. بناء البرنامج المقترح في التغيرات المناخية القائم على التعلم التحويلي وعرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين وإجراء التعديلات المناسبة في ضوء أراءهم.
٦. إعداد أداتا البحث والتي تمثلت في اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، ومقياس مركز الضبط.
٧. اختيار عينة البحث عشوائياً من طلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء كلية التربية جامعة حلوان.
٨. تطبيق أداتا البحث (اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، مقياس مركز الضبط) قبليا على الطلاب/ المعلمين عينة البحث، ثم تقسيمهم طبقًا لدرجاتهم

في مقياس مركز الضبط إلى مجموعتين تجريبيتين (طلاب معلمين ذوي مركز تحكم داخلي، طلاب معلمين ذوي مركز تحكم خارجي).

٩. التدريس للمجموعتين التجريبيتين: قامت الباحثة بتنفيذ البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي باستخدام دليل المعلم، كما تم توزيع أوراق عمل على الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء "عينة البحث"، وتم التدريس للمجموعتين التجريبيتين بطريقة المجموعات المتكاملة.

١٠. تطبيق اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة بعديا على مجموعتي البحث.

١١. تفريغ البيانات وإجراء المعالجة الإحصائية.

١٢. عرض النتائج، وتحليلها، وتفسيرها، ومناقشتها.

١٣. تقديم التوصيات والمقترحات في ضوء النتائج.

مصطلحات البحث:

التغيرات المناخية

هو التغير الكامل في معدلات معظم العناصر المناخية على سطح الأرض، خلال فترات طويلة المدى، ولا يشترط فيه الثبات لمدة طويلة، ويعزى معظم التغيرات المناخية إلى نشاطات بشرية.

التعلم التحويلي

هو عملية استكشافية لإعادة هيكلة أطر الإشارة، والمعاني، والقيم، والمعتقدات، والمواقف، ويركز على تحليل عملية التعلم ومساعدة الأفراد على تحويل معتقداتهم السابقة لتكون أكثر توافقاً مع المعرفة والتجارب الجديدة(Mezirow, 1997, 5) .

البرنامج المقترح في التغيرات المناخية القائم على التعلم التحويلي يُعرف اجرائيا بأنه:

مخطط عام لموضوعات التغيرات المناخية والذي تم تدريسها لطلاب الفرقة الرابعة شعبة فيزياء بكلية التربية من خلال مبادئ ومراحل وخطوات التعلم التحويلي بهدف

تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب معلمي الفيزياء ذوي مركز الضبط (الداخلي/ الخارجي).

كفاءات تحقيق التنمية المستدامة

هي مجمل المعارف والمهارات بالإضافة إلى الاستعداد التحفيزي والإرادة الاجتماعية ذات الصلة التي تمكن من أداء المهام بنجاح وحل المشكلات التي تتعلق بتحديات وفرص التنمية المستدامة في العالم الحقيقي، وتحقيق التنمية المستدامة في سياقات مختلفة. وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب معلم الفيزياء في الاختبار المُعد لذلك.

مركز الضبط

يصف كيفية إدراك الفرد لسيطرته على حياته والعوامل التي يعتقد أنها تتحكم في مصيره أو سلوكه واستجاباته للمواقف والتحديات.

مركز الضبط الداخلي:

يشير إلى الاعتقاد الشخصي للفرد بأنه يمتلك السيطرة والتأثير على مصيره وقراراته وأحداث حياته. ويعتقد أنه قادر على التحكم في مصيره من خلال جهده الشخصي وقراراته. وأن تحقيق النجاح أو تجنب الفشل يعتمد على مدى كفاءته ومهاراته.

مركز الضبط الخارجي:

يرتبط بالاعتقاد بأن العوامل الخارجية والظروف تتحكم في حياة الفرد وقراراته. ويميل إلى اعتبار الأمور الخارجية والحظ أو الظروف أسباب رئيسية لنجاحه أو فشله، ويشعر بعدم القدرة على التحكم الكامل في مصيره.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

في ضوء طبيعة البحث الحالي وأهدافه، فيما يلي تعرض الباحثة للإطار النظري والدراسات السابقة في المحاور التالية:

أولاً: التغيرات المناخية

أ. ماهية التغيرات المناخية والعوامل المؤثرة فيها وتأثيراتها

يشير تغير المناخ إلى التغيرات طويلة المدى في درجات الحرارة وأنماط الطقس ويمكن أن تكون مثل هذه التحولات طبيعية بسبب التغيرات في نشاط الشمس أو الانفجارات البركانية الكبيرة، ولكن منذ القرن التاسع عشر تُعد الأنشطة البشرية هي المحرك الرئيسي لتغير المناخ (National Academy of Sciences & The Royal Society, 2020)

وقد توصل العلماء أن تغير المناخ في الآونة الأخيرة ناجم إلى حد كبير عن الأنشطة البشرية من خلال فهم الفيزياء الأساسية، ومقارنة الملاحظات مع النماذج، وأخذ بصمات الأنماط التفصيلية لتغير المناخ الناجم عن التأثيرات البشرية والطبيعية المختلفة. ومنذ منتصف القرن التاسع عشر عرف العلماء أن ثاني أكسيد الكربون هو أحد الغازات الدفيئة الرئيسية ذات الأهمية لتوازن الطاقة على الأرض. وتظهر القياسات المباشرة لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وفي الهواء المحصور في الجليد أن ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي زاد بأكثر من ٤٠٪ من عام ١٨٠٠ إلى عام ٢٠١٩. وتكشف قياسات نظائر الكربون المختلفة أن هذه الزيادة ترجع إلى الأنشطة البشرية. وتتزايد أيضًا الغازات الدفيئة الأخرى (خاصة الميثان وأكسيد النيتروز) نتيجة للأنشطة البشرية.(Malhi Y, et al., 2020)

ولقد أدت الأنشطة البشرية، وفي المقام الأول حرق الوقود الأحفوري (مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي)، وإزالة الغابات، والعمليات الصناعية، والزراعة، إلى إطلاق الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي. وهذه الغازات بما في ذلك ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والميثان (CH_4)، وأكسيد النيتروز (N_2O)، تحبس الحرارة من الشمس، مما يؤدي إلى تأثير الاحتباس الحراري الذي يُعد هو المحرك الرئيسي لتغير المناخ. كما أظهر مناخ الأرض تقلبًا طبيعيًا بسبب عدة عوامل منها الانفجارات البركانية

والتقلبات الشمسية وأنماط دوران المحيطات. ومع ذلك، فإن المعدل الحالي وحجم التغيير يتجاوزان بكثير التغيرات الطبيعية.

وغني عن البيان أن للتغيرات المناخية تأثيرات عدة على كافة المجالات، ومنها (National Research Council, 2015) و (Malhi Y, et al., 2020) &Anttila-Hughes, J. K., 2016) (Oppenheimer, M.,:

١. ارتفاع درجات الحرارة العالمية مما يؤدي إلى موجات حارة أكثر شدة وتكرارًا، وتأثير سلبي على الزراعة وصحة الإنسان والتنوع الحيوي والنظم البيئية.
٢. ذوبان القمم الجليدية والأنهار الجليدية القطبية، مما يساهم في ارتفاع منسوب سطح البحر. والذي يؤدي بدوره إلى تآكل السواحل، وزيادة الفيضانات، وهجرة الأفراد، والمجتمعات.
٣. زيادة الظواهر الجوية المتطرفة من الأعاصير والجفاف والفيضانات وحرائق الغابات، مما يؤدي إلى تكاليف بشرية وبيئية واقتصادية كبيرة.
٤. امتصاص المحيطات معدلات متزايدة من غاز ثاني أكسيد الكربون، مما يسبب تحمض المحيطات. وما لذلك من أثر سلبي على الحياة البحرية، والشعاب المرجانية بصفة خاصة، كما سيؤدي تحمض المحيطات في العالم إلى تقليل الإمدادات الغذائية
٥. اضطراب النظام البيئي حيث تكافح الكائنات الحية من أجل التكيف مع التغيرات البيئية المتسارعة، مما يؤدي إلى فقدان الموائل والانقراض المحتمل.
٦. انعدام الأمن الغذائي حيث إن التغيرات في أنماط هطول الأمطار ودرجات الحرارة تؤثر في النظم الزراعية، مما يؤدي إلى قلة المحاصيل وزيادة المجاعات.

٧. تفاقم انتشار الأمراض خاصة في المناطق التي تتغير فيها درجات الحرارة ومعدلات الأمطار. وسوف تغزو الحشرات الحاملة للأمراض مناطق جديدة استجابة لتغير الأمطار ودرجات الحرارة.

٨. التفاوت الاجتماعي والاقتصادي بين السكان وخاصة في البلدان المنخفضة الدخل بشكل غير متناسب بتغير المناخ؛ مما يؤدي إلى زيادة عدم المساواة.

ب. دراسات اهتمت بدمج التغيرات المناخية في برامج إعداد المعلمين قبل الخدمة وتدريبهم أثناءها

من أهم هذه الدراسات ما يلي:

أكدت دراسة (Breslyn, W., & McGinnis, J. T. 2019) التي تقصت كيفية قيام معلمي العلوم بالمرحلة الابتدائية قبل الخدمة (PSTs) بتكييف المناهج الدراسية حول موضوع تغير المناخ ودمج ممارسة أنظمة التفكير الحسابي Computational Thinking Systems، وتم تحليل التغييرات في تفكيرهم في دورة أساليب تعليم العلوم. وأشارت النتائج إلى أن معلمي العلوم بالمرحلة الابتدائية قبل الخدمة (PSTs) قبل الالتحاق بالدورة كان لديهم فهم محدود للأنظمة المناخية، وغالبًا ما كانوا يخلطون بين الطقس والمناخ. وبعد الدورة توسع تفكيرهم ليشمل النظر في العلاقات بين ثاني أكسيد الكربون، والاحتباس الحراري، وذوبان الجليد، وارتفاع مستوى سطح البحر. علاوة على ذلك، تمكن الكثيرون منهم من وصف هذه الأنظمة في نشاط تعليمي مستقبلي للمتعلمين الصغار. وأوصى الباحثون بضرورة دمج موضوعات التعليم البيئي وخاصة تغير المناخ في برامج إعداد المعلمين.

بينما هدفت دراسة (تفيدة الغانم ٢٠٢٠) إلى استكشاف تدريب معلمي التعليم قبل الجامعي على تعليم المناخ في إطار المدرسة الشاملة ومبادرات التعليم البيئي. وعرضت للتغير المناخي والتنمية المستدامة والمدرسة الشاملة، إلى جانب بعض المبادرات الدولية في مجال تدريب المعلمين على تعليم المناخ، وتدريب المدارس

التابعة لليونسكو في إطار منهج المدرسة الشاملة. واعتمادًا على المنهج الوصفي تم التوصل إلى تحديد الأبعاد التنموية لتدريب المعلمين في تعليم المناخ في التعليم قبل الجامعي، وشملت: التعليم من أجل التنمية البيئية المستدامة، وتعليم المناخ، والتربية لمواجهة الكوارث الطبيعية في إطار المدرسة الشاملة، كما تم تحديد مبادئ تدريب المعلمين في تعليم المناخ في التعليم قبل الجامعي.

كما سعت دراسة (Winter, Veronika, Johanna Kranz, and Andrea Möller. 2022) إلى تقديم رؤى قابلة للتنفيذ حول كيفية تسخير الإمكانات غير المستغلة لتعليم التغير المناخي Climate Change Education (CCE)، والتغلب على العقبات، واستخلاص استنتاجات حول التعديلات الضرورية لتحسين إعدادات تعليم تغير المناخ الحالية، واستخدمت الدراسة استبانة تحتوي على أسئلة مفتوحة النهاية تدور حول الإمكانات المتاحة والتحديات التي تواجه طلاب المدارس والطلاب المعلمين كشركاء في التغيير، وكانت عينة الدراسة مكونة من ٨٠ طالبًا في المرحلة الثانوية (الصف ١٢) ، و١٨ من الطلاب المعلمين. وأشارت النتائج إلى أن كلا المجموعتين يشعران بعدم الاستعداد الكافي لدورهما "كعوامل تغيير" أساسية، وأن التغيرات المناخية كموضوع لا يُمنح سوى القليل من الوقت، والمشاركة بأمثلة عملية بشأن اتخاذ إجراءات مناخية غير كافية، ولا يتم دعم الطلاب وكذلك الطلاب المعلمين كشركاء تغيير بشكل كافٍ من قبل المؤسسات التعليمية، كما أشارت النتائج إلى أن برامج تدريب المعلمين بشكل خاص تحتاج إلى التركيز بشكل متزايد على التطوير المهني للمعلمين في هذا المجال.

وفي نفس الصدد أكدت دراسة (عبد السلام، مصطفى عبد السلام، ٢٠٢٢) على أهمية التعليم المناخي في برامج إعداد المعلم وتدريبه بهدف تنمية وعي المعلمين بتغيرات المناخ، وأسبابها، وتأثيراتها السلبية على الانسان والبيئة والحياة ككل،

وأساليب مواجهتها، وإجراءات التخفيف منها أو التكيف معها وتحقيق التنمية المستدامة.

كما حللت دراسة (محمد، آمال ربيع كامل، ٢٠٢٢) عديد من الأدبيات في مجال دور كليات التربية وبرامجها في التنمية الثقافية نحو مواجهة التحديات المرتبطة بتغير المناخ عامةً، ونقدت الدراسة الوضع الحالي لإعداد كليات التربية للمعلمين في هذا المجال، ثم وضعت ملامح لرؤية مستقبلية للدور المنوط بكليات التربية القيام به.

وعكفت دراسة (Beach, Richard, 2023)على مراجعة نظرية لإعداد معلمي ما قبل الخدمة لمعالجة أزمة المناخ، وتوصلت لسبعة تحديات هي: التعامل مع التباين في معايير الدولة ومتطلباتها المتعلقة بتدريس تغير المناخ في المدارس، وتوفير المعرفة والمعتقدات الصحيحة حول تغير المناخ، فرص اكتساب مواقف إيجابية وكفاءة ذاتية حول تدريس تغير المناخ، وتوفير إعداد معلمي المناهج متعددة التخصصات، ومعالجة قضايا العدالة البيئية، واعتماد التفكير المنظومي لمعالجة تغير المناخ، واستخدام أساليب دراسة الحالة لتنظيم التدريس حول حالات محلية محددة لتأثيرات تغير المناخ. أوضحت بأنه غالبًا ما يفتقر المعلمون إلى الإعداد الكافي من حيث المعرفة والممارسات اللازمة لإشراك طلابهم في معالجة أزمة المناخ، مما يشير إلى الحاجة إلى زيادة التركيز على تغير المناخ في برامج إعداد المعلمين.

واستهدفت دراسة (أبوزيد، أماني محمد عبد الحميد، ٢٠٢٣) تعرف فاعلية برنامج معد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان لتنمية المفاهيم البينية المتداخلة بين علمي البيولوجي والفيزياء من خلال اقتراح برنامج "التغير المناخي– متغيرات وحلول مقترحة" ومهارات المشاركة العلمية لدى طلاب المعلمين بكلية التربية جامعة عين شمس شعبة ستيم STEAM للعام الجامعي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م، واستخدم البحث

أداتين هما اختبار مفاهيم التغير المناخي، ومقياس المشاركة العلمية. واتبعت الباحثة المنهج التجريبي. وتوصلت الدراسة إلى وجود فرق دال احصائياً بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية لكل من مقياس مهارات مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD واختبار التغير المناخي، ومقياس المشاركة العلمية لصالح القياس البعدي.

ج. التغيرات المناخية ومعلم الفيزياء

يؤدي معلم الفيزياء أدواراً مهمة في معالجة تغير المناخ مع طلابه لأن لديه الفرصة لتثقيف واكساب الجيل القادم المعارف والمهارات والسلوكيات المرتبطة بتغير المناخ وسبل التكيف مع أثاره أو التخفيف منها. ومن هذه الأدوار (Miléř, Tomáš et al.,2013) و (R. W. Kates, et al. 2012) ما يلي:

١. يزود الطلاب بالمفاهيم والمبادئ العلمية المرتبطة بتغير المناخ. ومنها تدريس المفاهيم الأساسية لانتقال الحرارة، والديناميكا الحرارية، وفيزياء المناخ التي تُعد أداة للفهم الكمي والنوعي لظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ.

٢. يشجع الطلاب على التفكير النقدي بشأن البيانات والأبحاث المتعلقة بتغير المناخ، وتعزيز فهم المنهج العلمي وأهمية الأدلة التجريبية في معالجة هذه القضية.

٣. يستكشف العواقب البيئية لتغير المناخ مع طلابه بما في ذلك آثارها على النظم البيئية، وأنماط الطقس، ومستويات سطح البحر، مما يوفر للطلاب رؤية شاملة لهذه القضية.

٤. يوظف العروض التوضيحية والتجارب العملية المتعلقة بعلوم المناخ والطاقة المتجددة بما يجعل الموضوع أكثر جاذبية ولا يُنسى للطلاب.

٥. يشجع الطلاب على المشاركة في النشاط المناخي والمشاركة في المناقشات حول سياسات المناخ والاتفاقيات الدولية.

٦. يشرح للطلاب مفهوم البصمة الكربونية، على المستويين الفردي والمجتمعي، ويساعدهم على استكشاف استراتيجيات للحد من انبعاثات الكربون.

٧. يُعرف الطلاب بمصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية وتقنياتها بما يمكنهم من شرح الفيزياء الكامنة وراء هذه التقنيات ومناقشة قدرتها على التخفيف من تغير المناخ.

٨. يؤكد على كفاءات تحقيق التنمية المستدامة والتي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالتخفيف من آثار تغير المناخ. ويشمل ذلك مناقشة كفاءة الطاقة والحفاظ على الموارد والممارسات المستدامة في مختلف الصناعات.

٩. يزيد من وعي الطلاب بالوظائف في مجالات علوم المناخ، والطاقة المتجددة، والهندسة البيئية، حيث يمكنهم ذلك من المساهمة في اقتراح حلول تغير المناخ.

١٠. يقود المناقشات حول المسؤوليات الأخلاقية للأفراد والمجتمعات والحكومات في معالجة تغير المناخ. فتغير المناخ ليس قضية علمية فحسب، بل هو أيضا قضية اجتماعية وأخلاقية.

١١. يعزز الوعي البيئي وتحمل المسؤولية لدى الطلاب لبناء جيل من المواطنين المهتمين بالبيئة والذين يهتمون بكوكب الأرض ومستقبله.

١٢. يتعاون مع المعلمين الآخرين لتوفير منظور متعدد التخصصات بشأن تغير المناخ مثل علم الأحياء والجغرافيا والدراسات الاجتماعية.

تعقيب:

من خلال العرض السابق لمحور التغيرات المناخية، توصلت الباحثة إلى ما يلي:

- اهتمت دراسات عديدة بإعداد المعلمين قبل الخدمة لمواجهة المشكلة العالمية الخاصة بالتغيرات المناخية لتعزيز قدراتهم في وقت مبكر ليتمكنوا من المعارف والمهارات والقيم والوعي الكافي لدعم أنفسهم وطلابهم في الحفاظ على بيئتهم. وأكدت على ضرورة توفير الدعم لمعلمي العلوم قبل الخدمة، ووضع سياق لكيفية تأثير إجراءات معينة أو غياب إجراءات معينة على كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لديهم.
- أهمية تضمين التغيرات المناخية في برامج تدريب المعلمين تكمن في تمكين المعلمين من توجيه الطلاب نحو فهم أعمق لهذه القضية العالمية. وتعزز من وعي الطلاب بأثر أنشطتهم على البيئة وتشجيعهم على اتخاذ إجراءات إيجابية.
- يمكن لتضمين محتوى التغيرات المناخية في برامج إعداد المعلم أن يساهم في تطوير مهارات اتخاذ القرار وحل المشكلات والوعي بقضايا المناخ لدى الطلاب المعلمين.
- يتعين على الطلاب المعلمين الحرص على تطوير معرفتهم ومهاراتهم حول التغيرات المناخية باستمرار ليكونوا نموذجًا لطلابهم في التفكير المستدام والعمل من أجل مستقبل أفضل لكوكب الأرض.
- بفهم أثر التغيرات المناخية، يمكن للمعلمين توجيه الطلاب نحو مشاركة فعالة في مبادرات حماية البيئة وتعزيز الشعور بالمسؤولية لدى الطلاب عندما يتعلق الأمر بتغير المناخ. وتحفيزهم على تطوير حلولاً لهذه المشكلة.

ثانياً: التعلم التحويلي Transformational Learning

عرف جاك ميزيرو Mezirow مؤسس التعلم التحويلي أنه عملية استكشافية لإعادة هيكلة أطر الإشارة، والمعاني، والقيم، والمعتقدات، والمواقف، ويركز على تحليل

عملية التعلم ومساعدة الأفراد على تحويل معتقداتهم السابقة لتكون أكثر توافقاً مع المعرفة والتجارب الجديد(Mezirow, 1997, 5) .

ويعتمد التعلم التحويلي على فكرة أن المتعلمين يمكنهم تعديل تفكيرهم بناءً على معلومات جديدة. ويرى ميزيرو Mezirow أن الطلاب لديهم فرص تعلم مهمة مرتبطة بخبراتهم السابقة وأنهم بحاجة إلى النظر في الرؤى الجديدة من أجل تحقيق فهم أفضل للأشياء أثناء تغييرها، كما وجد أن التفكير النقدي والمراجعة النقدية يمكن أن يؤدي إلى تحول في فهمهم. (Mezirow J., 1997)

في ذات السياق يشير التعلم التحويلي إلى التعلم الذي يدمج التفكير النقدي مع ممارسة التأمل وتبادل الحوار مع الآخرين لإحداث التغيير؛ حيث إنه عملية نقوم من خلالها بتحويل الأطر المرجعية التي نؤمن بها لجعلها أكثر شمولاً وتمييزًا وانفتاحًا وقابلية للتغيير حتى يمكنها توليد الأفكار والآراء التي ستكون أكثر صدقًا أو مبررًا لتوجيه العمل. (Carter, L., Castano Rodriguez, C., Jones, M., 2014, p.533) ، (Scott, William, 2018)

أ. أسس ومبادئ نظرية التعلم التحويلي

تعتمد نظرية التعلم التحويلي على عدة أسس ومبادئ هي (Mezirow, J., 2000)، (Mezirow, J., 2003)، (Mezirow, J., 2009)، (Weimer M., 2012)، (Taylor, E. W., & Laros, A., 2014)، (Maies, Michelle ,2017)، (Schnepfleitner, F.M. & Ferreira, M.P., 2021):

١. المتعلمون الذين يحصلون على معلومات جديدة يقومون بتقييم أفكارهم السابقة وفهمهم، ومن خلال التفكير النقدي فإن التعلم يتجاوز مجرد اكتساب المعرفة للتعمق في الطريقة التي يجد بها المتعلمون معنى في حياتهم وفهمهم.

٢. التعلم التحويلي له محورين أساسيين – التعلم الفعال والتعلم التواصلي؛ ويركز التعلم الفعال على حل المشكلات الموجه نحو المهام، وتقييم علاقات السبب والنتيجة. فيما يركز التعلم التواصلي على كيفية توصل الطلاب لمشاعرهم واحتياجاتهم ورغباتهم. لذا يحتاج الطلاب إلى أن يكونوا قادرين على التركيز على فهمهم وعرض وجهات نظر جديدة منطقية وعاطفية على حد سواء من أجل تحدي فهمهم السابق.

٣. تُعد هياكل المعنى (المنظورات والمخططات) مكونًا رئيسيًا في النظرية، وتُعرَّف منظورات المعنى بأنها مجموعات واسعة من الميول الناتجة عن الافتراضات النفسية والثقافية التي تحدد آفاق توقعاتنا. ومخطط المعنى هو كل المفاهيم والاعتقادات والأحكام والمشاعر التي تشكل تفسيرًا معينًا (Mezirow, J., 2009). ويستطيع الطلاب فهم بنية المعنى الخاصة بهم من خلال التأمل الذاتي والتعلم الموجه ذاتيًا والنظرة النقدية. بالإضافة إلى قدرتهم على نقد افتراضاتهم لفهم ما إذا كان ما فهموه من الصغر لا يزال صحيحًا الآن بعد أن أصبحوا كبار. وبذلك يكونوا قادرين على فهم أنفسهم وتعلمهم بشكل أفضل.

٤. وفقًا لـ Mezirow، تشرح هذه النظرية كيف يفهم المتعلمون الكبار معنى لتجاربهم، وكيف تؤثر البُنى الاجتماعية وغيرها على الطريقة التي يفسرون بها تلك التجارب، وكيف تخضع الديناميكيات التي ينطوي عليها تعديل المعاني للتغييرات عندما يجد المتعلمون أنها غير فعالة.

٥. يهتم التعلم التحويلي تطوير مهارات التواصل بحيث يمكن حل النزاعات الداخلية والخارجية، الناتجة عن التغييرات في المنظور، من خلال الحوار. وهذا يتطلب معلومات كاملة ودقيقة، والقدرة على تقييم الأدلة وتقييم الحجج بشكل موضوعي، والانفتاح على وجهات النظر الأخرى، وتكافؤ الفرص

للمشاركة، والتفكير النقدي للافتراضات والاستعداد لقبول الإجماع المستنير والموضوعي والعقلاني.

٦. تساعد ممارسة التأمل والتفكير الناقد على الحماية من التعلم السطحي؛ حيث إن ممارسة التفكير النقدي يساعد الفرد على فحص الآراء والأفكار والقيم والمعتقدات الشخصية، ويكون بمثابة محفز للتعلم التحويلي، فيمكن الدعوة إليه باعتباره أكثر الطرق فعالية التي يجب التركيز عليها، لا سيما أن لديها القدرة على اكتشاف الأسباب الكامنة مثل: لماذا يتم الاحتفاظ بنظام القيم؟

٧. قوة التعلم التحويلي في تحقيق التغيير الشخصي والاجتماعي تكمن في تحدي الافتراضات والمعتقدات، وتعزيز التفكير النقدي، وتشجيع التعاطف والفهم والتي يمكن تطبيقها في مجموعة متنوعة من الإعدادات التعليمية.

٨. يستند التعلم التحويلي إلى الحوار المفتوح والمتبادل انطلاقاً من أنه كلما زاد عدد التفسيرات أو وجهات النظر التي يتعين فحصها، زادت احتمالية اكتشافنا تفسيرًا أفضل أو أكثر موثوقية يمكن الحفاظ عليه كإطار مرجعي حتى نواجه جديدًا. وأن أدلة أو حجج أو وجهات نظر هذا الحوار مع الآخرين هو شبكة الأمان للافتراضات الجديدة أو المنقحة للفرد، ومن ثم يصبح الحوار هو الوسيلة التي تمكن من وضع التفكير النقدي موضع التنفيذ. لذلك، يمكن أن يستند التعلم التحويلي، بالإضافة إلى التفكير النقدي، إلى حوار متبادل مع الآخرين كي يتمكن الفرد من أن يفهم أو يدرك بشكل أفضل ذاته الداخلية وكيف يعرض ذلك على العالم.

٩. يركز التعلم التحويلي على الاستكشاف الذاتي والتفكير الناقد وتطبيق المفاهيم بشكل عملي. وتوفر التجربة الفردية هذا النوع من الفرص، حيث يتمكن المتعلم من تجربة الأفكار والمهارات بشكل مستقل والوصول إلى نتائج وتحليلات خاصة به. وهذا يسمح له ببناء معرفته الخاصة وتطبيقها على

مجموعة متنوعة من السيناريوهات والحالات المختلفة. بالإضافة إلى ذلك، فإن التجربة الفردية تساعد المتعلم على بناء الثقة في قدرته على حل المشكلات والتعلم بشكل مستمر.

إن الرسالة الرئيسية التي يجب أخذها من هذا التحليل لنظرية Mezirow للتعلم التحويلي هي الحاجة إلى مساعدة المتعلمين على المشاركة بنشاط والتفاعل مع المفاهيم المقدمة في سياق خبراتهم ومعتقداتهم، بشكل مستقل ومع الآخرين، لفحص تبرير المعرفة الجديدة بشكل نقدي.

ب. خطوات التعلم التحويلي

نظرية التعلم التحويلي ترى أن المتعلمين يشاركون في عملية إعادة تقييم وجهات نظرهم للعالم وتغييرها بعد ذلك من خلال تجربة التعلم والتي تتم وفق عشر خطوات تساعدهم على تغيير مفاهيمهم السابقة عندما يحصلون على معلومات ورؤى جديدة، وهذه الخطوات هي (Mezirow, J., 2009)، (Weimer M., 2012)، (Taylor, E. W., & Laros, A., 2014)، (Scott William, 2018)، (Johnson, K. & Olanoff, D., 2020)، (Schnepfleitner, F.M. & Ferreira, M.P. 2021):

١. المعضلة المربكة: المعضلة المربكة هي الموقف الذي يجد فيه المتعلم أن ما اعتقده في الماضي قد لا يكون دقيقًا. حيث يسمح للطالب أن يفكر في شيء ربما لم يكن قد فهمه من قبل. قد تكون هذه المعضلة المربكة غير مريحة أو صعبة للطلاب. وتمثل صدمة تهتز من خلالها نظرته الحالية، والاعتراف بأن تجربته الحالية لا تتطابق مع معرفته السابقة، مما يدفعه لحل الصراع.
٢. الفحص الذاتي: سيقوم الطلاب بفحص ذاتي لمعتقداتهم وأفكارهم وفهمهم. فهم سوف يفكرون في تجاربهم السابقة وكيف يرتبطون بهذه المعضلة

المربكة. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى بداية لتحول في المنظور، حيث يشعر الطلاب أن منظورهم قد لا يكون المنظور الوحيد.

٣. التقييم النقدي للافتراضات: يستطيع الطلاب في هذه المرحلة من التعلم التحويلي إلقاء نظرة أكثر شمولاً على افتراضاتهم السابقة ومراجعتها بشكل نقدي. إنهم قادرون على قبول أن بعض افتراضاتهم السابقة ربما كانت خطأ، وبالتالي فهم أكثر انفتاحًا على المعلومات والأفكار الجديدة.

٤. إدراك التجارب المشتركة: يُعد عدم الرضا مهمًا في عملية التحول، وهنا يدرك الطالب أن التجربة مشتركة مع الآخرين. وإنه ليس الوحيد الذي يسعى إلى هذا التغيير، وإذا استطاع الآخرون القيام بذلك، فيمكنه القيام بذلك أيضًا.

٥. استكشاف الخيارات للسلوك الجديد: يبحث الطلاب عن الأدوار والعلاقات والإجراءات الجديدة التي تتوافق مع الأفكار والفهم الجديد.

٦. التخطيط لمسار العمل: بعد أن يفهم الطلاب أن افتراضاتهم ومعتقداتهم السابقة قد تكون خطأ ولديهم تحول في المنظور، فإنهم يكونون قادرون على التخطيط لمسار العمل من خلال التفكير في أنواع التعلم التي سيحتاجون إليها لفهم المشكلة أو الموقف بشكل كامل.

٧. اكتساب المعرفة أو المهارات لتنفيذ خطة العمل: حان الوقت الآن للطلاب لتنفيذ خطتهم والمضي قدمًا لاكتساب المهارات والمعرفة اللازمة للتحول، حيث سيتعين عليهم تعلم أشياء جديدة والنظر في وجهات نظر مختلفة من أجل تعزيز تعلمهم بشكل كامل. وهذه هي الخطوة التي يحدث فيها التعلم الحقيقي.

٨. استكشاف وتجربة أدوار جديدة: يعتبر استكشاف التغييرات ومحاولة فهمها مفتاح النجاح. لإنه يتجاوز مجرد التعلم عن شيء ما، ولكنه يعمل بنشاط لفهم وتجربة أشياء جديدة.

٩. بناء الكفاءة الذاتية في الأدوار والعلاقات الجديدة: تتضمن الفعالية الذاتية أن يكون الطلاب قادرين على اتخاذ قراراتهم وأن يكون لديهم معتقداتهم وأفكارهم الخاصة. فمن المهم بناء الثقة في معتقداتهم وفهمهم وبناء وعيهم الذاتي، ومواصلة ممارسة هذه الدورة التحويلية باستمرار.

١٠. الإعادة التكاملية: في الخطوة الأخيرة في التعلم التحويلي يتكيف الطلاب مع أراءهم وأفكارهم الجديدة وتنشأ من جديد في حياتهم المنظورات الجديدة دائمة التطور.

ج. دورة التعلم التحويلي:

دورة التعلم التحويلي هي عملية يتبعها الطلاب المعلمين لتحويل معتقداتهم وسلوكياتهم القديمة المرتبطة بالتغيرات المناخية واستدامة البيئة إلى نمط جديد من الاعتقادات والسلوكيات والمتوافقة مع الرؤى والأفكار الجديدة حتى تمكنهم من تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة. وتتكون هذه الدورة من أربع مراحل رئيسية، يوضحها الشكل التالي(Mezirow, J., 2009) ، (Taylor, E. W., & Laros, A.,2014)، (Yantis, Leannjanette 2018) ، (Schnepfleitner, F.M. & Ferreira, M.P. 2021)، (Mulvey, B. K., & Johnson, C. C., 2021):

١. المعضلة المربكة.
٢. التأمل النقدي.
٣. الحوار العقلاني.
٤. التركيز على الفعل.

شكل (١): مراحل دورة التعلم التحويلي

Source: Mezirow, J. (2009). Transformative learning theory. In J. Mezirow, Taylor, E., and Associates (Ed.), Transformative learning in practice. Insights from community, workplace, and higher education. San Francisco: Jossey-Bass.

يتضح من الشكل السابق أن المراحل الأربع للتعلم التحويلي تتمثل فيما يلي:

١. **المرحلة الأولى:** المعضلة المربكة.

تبدأ هذه المرحلة بتوجيه الانتباه إلى المشكلة أو المعضلة التي يواجهها الطلاب المعلمين في الوقت الحالي، وتنطوي هذه المرحلة على البحث والتحليل المكثف للمشكلة وفهمها بشكل كامل. وبما أن موضوع التغيرات المناخية والاستدامة البيئية هو واحد من أهم المواضيع التي تواجه المجتمعات حاليًا، فإن هذه المرحلة يمكن أن ترتبط بمشكلات بيئية معينة مثل التغيرات المناخية واستنزاف الموارد الطبيعية.

٢. **المرحلة الثانية:** التأمل النقدي.

في هذه المرحلة، يتم النظر بعمق في الاعتقادات والتصورات التي يحملها الطلاب المعلمين والمرتبطة بالمشكلة، ويتم هنا التركيز على التحليل النقدي لهذه الاعتقادات والتصورات ومعرفة مدى صحتها ومدى تأثيرها على البيئة.

وبما أن العديد من الاعتقادات والتصورات الخاصة بالبيئة والاستدامة تتمحور حول السلوك الاستهلاكي والنمط الحياتي، فإن هذه المرحلة يمكن أن تشمل النظر في مدى تأثير أسلوب الحياة الشخصي على البيئة.

٣. **المرحلة الثالثة:** الحوار العقلاني المنطقي.

في هذه المرحلة، يتم التركيز على الحوار والتواصل مع الآخرين لمناقشة الحلول الممكنة والبحث عن السبل الفعالة لتحسين الوضع. ويتم خلال هذه المرحلة استخدام المنطق والتفكير النقدي لتقييم الأفكار والحلول المقترحة، وتحديد المزايا والعيوب في كل خيار. وبما أن موضوع استدامة البيئة يتطلب التعاون والتفاعل بين مختلف الأطراف والجهات المعنية، فإن هذه المرحلة تتطلب التواصل الفعال والمشاركة في الحوارات المتعلقة بالموضوع.

وفي هذه المرحلة أيضاً يسعى الطلاب المعلمين إلى خلق تفاهم من خلال مناقشاتهم مع بعضهم البعض أثناء حلهم للمعضلة. حيث يتيح الحوار العقلاني فرصة لتبرير تفكيرهم حول سوء الفهم أو مناقشة كيف تتحدى المهمة فهمهم للموضوع.

في كثير من الأحيان، يجب قضاء الوقت في التحرك ذهابًا وإيابًا بين المرحلتين الثانية والثالثة من الدورة، مما يسمح للطلاب المعلمين بالانخراط في الحوار والتفكير النقدي في المناقشة وهكذا.

٤. **المرحلة الرابعة:** التركيز على الفعل.

تنتهي دورة التعلم التحويلي بالعمل الفعلي على تطبيق الحلول والخطط التي تم الاتفاق عليها خلال المرحلة الثالثة. يتخذ الجزء الأخير من الدورة إجراءات بشأن الافتراضات السابقة. يتضمن توفير الوقت لمناقشة كيف تتناسب افتراضاتهم السابقة مع فهمهم المتغير. وإجراء الاتصالات بين المعرفة السابقة والمفاهيم الأعمق. من المهم ألا يتم تخطي هذه الخطوة الأخيرة أو التغاضي

عنها بدون مناقشة صريحة حول الروابط بين المفاهيم. ويشمل الفعل هنا عدة أشياء، منها تغيير السلوكيات الشخصية والاستخدام المستدام للموارد، وكذلك التشجيع على المشاركة في الحملات البيئية والمبادرات المجتمعية التي تهدف إلى تعزيز الوعي بأهمية الاستدامة والحفاظ على البيئة.

يمكن تطبيق هذه المراحل على موضوع استدامة البيئة –على سبيل المثال– عن طريق تحديد مشكلات بيئية معينة في المجتمع، مثل انبعاثات الغازات الدفيئة ثم التأمل النقدي في العادات والسلوكيات التي قد تكون تسببت في هذه المشكلة كاستخدام المبيدات الحشرية الكيميائية أو الاعتماد على النقل الشخصي بدلاً من الوسائل البديلة مثل الدراجات الهوائية. ثم يتم الحوار المنطقي مع المجتمع المحلي والجهات الحكومية والشركات والمنظمات ذات الصلة، لاستكشاف الحلول الممكنة لتلك المشكلات البيئية وتحديد الأفضلية في تطبيق هذه الحلول. ويمكن خلال هذه المرحلة تنظيم ورش عمل وحملات توعية وتثقيفية حول الاستدامة والحفاظ على البيئة، وتشجيع المشاركة الفعالة في الأنشطة البيئية المختلفة.

ب. دراسات اهتمت بالتعلم التحويلي

توجد عديد من الدراسات التي اهتمت بالتعلم التحويلي، ومن أهم هذه الدراسات ما يلي:

دراسة (Christie Michel, Cary. Michael, Robertson Ann & Grainger peter 2015) التي تناولت بالتفصيل عددًا من الأفكار الرئيسية لنظرية التعلم التحويلي لميزيرو بالإضافة إلى تقديم الحجج التي تثبت صحتها. وأوضحت الدراسة كيف يمكن لنظرية Mezirow أن تساعد المعلمين والطلاب المعلمين على فهم أن الهياكل الاجتماعية وأنظمة المعتقدات يمكن أن تؤثر على تعلم طلابهم، وأن المتعلمين يصنعون معنى لتجاربهم بطرق مختلفة تؤثر على نوع أنظمة القيم التي يطورونها وتلك المعضلات المربكة في كثير من الأحيان تتحدى

صحة قيم المرء والافتراضات التي تقوم عليها. وعرضت الدراسة كيف يمكن تطبيق نظرية Mezirow في تعليم الكبار والتعليم العالي من خلال ثلاث دراسات حالة قام بها الباحثون في أماكن وأوقات مختلفة، ومع مجموعات متباينة من المتعلمين. وتم تحليل البيانات المأخوذة من الاستبانة والمقابلات واستخدامها للدلالة على أن التعلم التحويلي يمكن توظيفه بشكل جيد في تطوير أعضاء هيئة التدريس بالجامعة ودورات تعليم الطلاب المعلمين.

بينما تقصت دراسة (آل ملوذ، حصة محمد عامر،٢٠١٩) أثر التعلم التحويلي في تنمية مهارات المعالجة الذهنية المعرفية والاستقلال الذاتي لدى طالبات كلية التربية بجامعة الملك خالد. وشملت الدراسة مجموعة تجريبية مكونة من ٣٠ طالبة ومجموعة ضابطة مكونة من ٢٨ طالبة، وقد تم تطبيق أدوات الدراسة وهي اختبار مهارات المعالجة الذهنية المعرفية ومقياس الاستقلال الذاتي، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية التي درست باستخدام استراتيجية قائمة على التعلم التحويلي في جميع مهارات المعالجة الذهنية المعرفية وفي مقياس الاستقلال الذاتي، وكان للمعالجة الذهنية المعرفية علاقة موجبة ودالة إحصائياً بالاستقلال الذاتي. وتوصلت الباحثة إلى أن استخدام استراتيجية التعلم التحويلي قد ساهم في تطوير المهارات الذهنية المعرفية والاستقلال الذاتي لدى الطالبات.

وفي ذات السياق أكدت دراسة (Johnson, K. & Olanoff, D., 2020) على أهمية استخدام نظرية التعلم التحويلي في تحسين تعليم الرياضيات وتطوير مهارات الطلاب المعلمين في تدريسها ودعم ممارساتهم المهنية. واعتمد الباحثان مبادئ التعلم التحويلي من نقاشات وتبادل الآراء وتحليل الخطأ لتحفيز الطلاب على استخدام معارفهم المسبقة وتعلم الرياضيات بشكل أفضل. وأظهرت النتائج تحسنًا واضحًا في مستوى فهم الطلاب للمفاهيم الرياضية وتطبيقها بشكل فعال. وأوصت

الدراسة بأهمية تدريب الطلاب المعلمين على التحليل والتفكير النقدي والتأمل وتعزيز استخدامهم لمعارفهم المسبقة وتطبيقها لتمكينهم من تدريس الرياضيات بشكل أفضل. فيما سعت دراسة (سعيد، هبة الله حلمي، ٢٠٢١) لتقصي فاعلية التعلم التحويلي في تنمية مهارات التفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية. واستخدمت الباحثة المنهجين الوصفي والتجريبي، وأعدت برنامج مقترح في التاريخ يركز على التعلم التحويلي لتنمية ست مهارات للتفكير المستقبلي. وبينت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائياً بين القياس القبلي والقياس البعدي، وتحسن ملحوظ في إدراك القدرات الذاتية والاحتياجات المستقبلية لدى الطلاب. وأوصت الباحثة بتوظيف التعلم التحويلي في مراحل دراسية متعددة، مثل المرحلة الجامعية لتطوير مهارات التفكير المستقبلي.

وقدمت دراسة (Schnepfleitner, F.M. & Ferreira, M.P. 2021) تحليل لنظرية Mezirow للتعلم التحويلي، فقد حددت أسس النظرية ومبادئها وخطواتها، ثم سلطت الضوء على الدور الذي تلعبه العناصر الأساسية للتحويل في تعليم الكبار، وهي: التفكير النقدي والحوار والخبرة الفردية. استعرضت الدراسة الدليل الجماعي لنظرية التعلم التحويلي، وبحثت عن أوجه التشابه والاختلاف في النظريات المتنافسة. وأظهر التحليل أنه لا يوجد عنصر من العناصر الأساسية للتعلم التحويلي قائم بذاته، ولكن كل عنصر يدعم ويعزز الباقي، مما يشير إلى نهج أكثر شمولية للبحث في المستقبل. بينما يجب أن تكون هذه العناصر موجودة حتى يحدث التعلم التحويلي، واقترح عنصر جديد وهو السياق؛ من خلال تطوير الوعي والتقدير للسياق الشخصي والاجتماعي والثقافي، وإمكانية تسهيل مواقف التعلم التحويلية بشكل أفضل ضمن القيود السياقية القائمة. وأن الحاجة إلى مساعدة المتعلمين على المشاركة بنشاط والتفاعل مع المفاهيم المقدمة في السياق هي الرسالة الرئيسية التي يجب أخذها من نظرية Mezirow للتعلم التحويلي.

ودراسة (Hosun Kang & Jasmine McBeath Nation, 2022) ركّزت على استخدام إطار العمل القائم على المشاركة الفاعلة للطلاب والمعلّمين والمجتمع المحلي في تطوير برنامج تعليمي جديد للعلوم. وتعزيز المساواة والعدالة من خلال طرق التدريس التي تحقق الإنجاز الأكاديمي والكفاءة الثقافية والوعي الاجتماعي والسياسي ووضع إطارًا نظريًا قويًا للاستفادة من الخبرات والهويات المعيشية للطلاب خارج المدرسة، والتحقق من صحة الطرق الثقافية للمعرفة وتحويل الطلاب لما تعلموه لتطوير معتقداتهم وسلوكياتهم في المدرسة والمجتمع الأوسع. وأظهرت الدراسة أن إتاحة الفرص للتعلم التحويلي من خلال التصميم التعاوني يساعد في تحقيق المساواة والعدالة في التعليم، حيث يتيح للطلاب والمعلّمين والمجتمع المحلي فرصة التعاون والمشاركة في تصميم البرنامج التعليمي بما يتماشى مع احتياجات المجتمع المحلي والمجتمع العلمي على حد سواء. كما أوضحت الدراسة أن التعلم التحويلي يساعد في تحفيز الطلاب والمعلمين على التفاعل بشكل أفضل مع العلوم، ويزيد من متعة التعلم.

تعقيب:

أ. يُعد جاك ميزيرو (Jack Mezirow) أهم رواد نظرية التعلم التحويلي (Transformative Learning Theory)، وأشار إلى أن هذا النوع من التعلم ينطوي على محورين أساسيين:

١. إعادة التفكير: ويعني التأمل في الخبرات والمعتقدات السابقة، وإعادة تقييمها وإعادة صياغتها بطريقة جديدة تتوافق مع المعرفة والخبرة الجديدة التي تم الحصول عليها.

٢. التحرر: ويقصد به تحرير الفرد من القيود والتحديات النفسية والاجتماعية التي قد تحول دون تحقيق التعلم التحويلي، مثل الخوف والقلق والتحفظ والاعتقادات السلبية.

ب. التعلم المسبق هو تراكم الخبرات المفسرة للمعنى أو الهياكل أو الأطر المرجعية التي تشكل وتحدد توقعات التصورات والإدراك والمشاعر، وتُعرف المواقف التي يتم فيها اختبار معنى الهياكل إلى درجة عدم نجاحها في ملاءمة تفسير أحداث معينة باسم المعضلات المربكة.

ج. يُعد التعلم التحويلي عملية شخصية شاملة، تتطلب من الفرد أن يكون مستعداً للتحول والتغيير، وأن يتمتع بالقدرة على التفكير النقدي والاعتماد على تجربته ومعرفته السابقة، وأن يكون قادراً على مواجهة التحديات والصعوبات التي قد تواجهه في هذه العملية. حيث إن التعلم التحويلي هو الذي يؤدي إلى إحداث تغير في الأطر المرجعية والتي تشكل لدى الفرد منظوره أو رؤيته للأشياء والتجارب التي يمر بها من زوايا متعددة وجديدة تساعده على الفهم بعمق.

د. المراحل الأساسية لدورة التعلم التحويلي هي: المعضلة المربكة، التفكير النقدي والتأمل، دمج الطلاب المعلمين في الحوار، وأخيراً التركيز على الفعل.

هـ. تنوعت الدراسات التي تناولت التعلم التحويلي ما بين دراسات وصفية تحليلية عرضت لمبادئ وأسس التعلم التحويلي وخطواته ومراحله وأهميته وما يميزه عن نظريات التعلم الأخرى. ودراسات تجريبية أكدت فاعليته في تنمية التفكير النقدي والتأملي ومهارات التفكير المستقبلي ومهارات معالجة المعلومات وتحفيز المعلمين والطلاب على المشاركة الفعالة في تعلم العلوم وتحقيق متعة التعلم.

و. تختلف هذه الدراسة عن الدراسات السابقة في تقديم برنامج تعليمي في التغيرات المناخية للطلاب المعلمين شعبة فيزياء قائم على التعلم التحويلي

ويراعي مبادئه ويتبنى دورة التعلم التحويلي وخطواته ويستقصي فاعليته في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

ثالثاً: كفاءات تحقيق التنمية المستدامة في برامج إعداد المعلمين

تُعريف كفاءات التنمية المستدامة في أدبيات وأبحاث التعليم من أجل التنمية المستدامة على أنها "مجموعة من المعارف والمهارات والقيم الأساسية لضمان قدرة الطلاب والمعلمين على التكيف مع تعقيد قضايا الاستدامة" (Aceska, N.; Nikoloski, D., 2017).

وبالتالي، يهدف التعليم من أجل التنمية المستدامة إلى تمكين الطلاب والمعلمين من اكتساب الكفاءات اللازمة للمساهمة في التنمية المستدامة، مما يعني أن هذه الكفاءات تنطوي على الخلفية النظرية والقدرات المنهجية ضمن تخصص أو مجال الممارسة، وكذلك القيم التي تتحكم في السلوكيات وتؤثر في صنع القرار (Dlouhá, J., et al., 2019).

وتجدر الإشارة إلى أن هناك نقاش طويل في أبحاث وأدبيات التعليم من أجل التنمية المستدامة لتحديد الكفاءات الرئيسية التي ينبغي دمجها في برامج التعليم واللازمة لتعزيز قدرات المعلمين والمتعلمين للعمل كعوامل للتغيير نحو الاستدامة، وتمكين المعلمين من رعاية كفاءات الاستدامة في أنفسهم وطلابهم أيضًا من خلال دمج التعليم من أجل التنمية المستدامة في برامج تعليم المعلمين قبل الخدمة وأثناء الخدمة.

وتتمثل الكفاءات الرئيسة لتحقيق التنمية المستدامة فيما يلي (Glasser, H.; Hirsh, J., 2016)، (Ojala, 2017) (Mahaffy et al., 2017)، (Schank & Rieckmann, 2019)، (Dlouhá, J., et al., 2019)، (Brundiers, K., et al., 2020):

- **كفاءة التفكير المنظومي Systems Thinking Competence**

القدرة على تطبيق النمذجة والتحليل للأنظمة المعقدة ومشاكل الاستدامة عبر مجالات مختلفة (البيئية والاجتماعية والاقتصادية) وعبر مستويات مختلفة (محلية وعالمية)، بما في ذلك التأثيرات المتتالية، والقصور الذاتي، وحلقات التغذية الراجعة، وغيرها من ديناميات النظام؛ وتحليل تأثيرات خطط العمل واستراتيجيات الاستدامة والتدخلات.

- **الكفاءة الاستباقية/ التفكير المستقبلي Anticipatory/futures–thinking competency**

القدرة على تنفيذ أو بناء عمليات المحاكاة والتنبؤات والسيناريوهات والرؤى ذلك لتوقع الحالات المستقبلية وديناميكيات الأنظمة المعقدة ومشاكل الاستدامة وأطر حلها؛ إلى جانب توقع كيف يمكن أن تعمل خطط عمل (استراتيجيات) الاستدامة في المستقبل (إذا تم تنفيذها).

- **الكفاءة المعيارية/التفكير في القيم Normative/values–thinking competency**

القدرة على تحديد والتخطيط والتفاوض لتطبيق قيم الاستدامة ومبادئها وأهدافها لتقييم استدامة الحالات الحالية أو المستقبلية للأنظمة المعقدة؛ وبناء رؤى لاستدامة هذه الأنظمة، ولتقييم استدامة خطط العمل (الاستراتيجيات) والتدخلات. ومن قيم ومبادئ الاستدامة الأخلاق والمعايير والأهداف والنزاهة والعدالة والتفاوض، إلخ.

أي أنها القدرة على تحديد قيم ومبادئ وأهداف وغايات الاستدامة بشكل جماعي وتطبيقها والتوفيق بينها والتفاوض بشأنها.

- **الكفاءة الإستراتيجية Strategic competence**

القدرة على تصميم وإنشاء وتطوير واختبار التدخلات التحويلية والمبتكرة والقابلة للتطبيق وخطط العمل والحلول وما إلى ذلك، مع مراعاة الصعوبات المحتملة، وتنفيذ التدخلات واستراتيجيات الحوكمة التحويلية بشكل جماعي نحو الاستدامة .

- **الكفاءة الشخصية/ التعاونية Interpersonal/collaborative competency**

القدرة على تحفيز وتمكين وتسهيل بحوث الاستدامة التعاونية والتشاركية وحل المشكلات، وهذا يتضمن القدرة على التعاون بنجاح في الفرق متعددة التخصصات والمهنية؛ وإشراك أصحاب المصلحة المتنوعين بطرق هادفة وفعالة في دفع تحولات الاستدامة من خلال الاستماع والتواصل الرحيم والتفاوض وحل النزاعات والقيادة المتعاطفة، إلخ.

- **الكفاءة الشخصية الداخلية Intra-personal competencies**

القدرة على تجنب تحديات الصحة الشخصية والإرهاق في دفع تحولات الاستدامة من خلال الرعاية الذاتية الموجهة نحو المرونة (الوعي والتنظيم الذاتي).

- **كفاءة التنفيذ Implementation Competence**

القدرة على وضع استراتيجيات الاستدامة (خطط العمل) موضع التنفيذ، بما في ذلك تكييف توسيع نطاق خطط العمل، والاستراتيجيات، وخطط التغيير، وخطط التدخل، ومبادرات الحوكمة، وما إلى ذلك.

- **كفاءة التكامل Integration Competence:**

القدرة على استخدام ودمج الكفاءات الأخرى الرئيسية بشكل هادف من أجل حل مشاكل الاستدامة وتعزيز التنمية المستدامة. وهذا يعني تطبيق إجراءات جماعية لحل مشكلات الاستدامة المعقدة من خلال تطوير استراتيجيات استدامة قابلة للتطبيق (خطط عمل)؛ وتنفيذها بنجاح بطرق تعاونية ورعاية ذاتية. تطوير وتطبيق

وتعزيز واتخاذ القرارات لتعزيز الاستدامة باستخدام عمليات وإجراءات وأطر عمل وخطط قابلة للتطبيق وعادلة وشاملة للحلول، إلخ.

٢- دراسات اهتمت بكفاءات تحقيق التنمية المستدامة

توجد عديد من الدراسات التي تناولت كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، ومن أهم هذه الدراسات ما يلي:

دراسة (Brandt, J., et al., 2019) التي هدفت إلى توفير نهج شامل لتقييم تنمية كفاءة الطلاب المعلمين في مجال التعليم من أجل التنمية المستدامة بالإضافة إلى تقديم دليل على أن تنسيقات التدريس والتعلم تساعد في تعزيز جوانب الكفاءة المهنية الخاصة بالتعليم من أجل التنمية المستدامة لدى المعلمين. تكونت الكفاءات المدروسة من معرفة المحتوى العلمي، ومعرفة المحتوى التربوي، والاستعداد لدعم وتنفيذ التعليم من أجل التنمية المستدامة بشكل فعال. تم تطبيق نهج مختلط الأساليب يجمع بين الدراسات الاستقصائية ومجموعات التركيز المدعومة بالفيديو، بالإضافة إلى دراسة الحالة وأدوات التقييم المسبق واللاحق .اعتمد تحليل البيانات النوعية على نموذج الترميز لتحليل المحتوى النوعي، في حين تم تفسير البيانات الكمية عن طريق الإحصائيات الوصفية واختبارات t للعينات المقترنة. أشارت النتائج إلى تطوير كفاءة الطلاب وتوضح كيف يدعم اثنان من إعدادات التعلم المختلفة أبعادًا مختلفة لكفاءة العمل المهني للمعلمين فيما يتعلق بالتعليم من أجل التنمية المستدامة . وأشار الباحثون أن استخدام أكثر من أداة لجمع البيانات لم يمكّن من مجرد تقييم الكفاءة فحسب، بل أتاح أيضًا رؤى أعمق لعمليات التعلم، وكذلك الدوافع والعوائق التي تحول دون تطوير الكفاءة .

وأوضحت نتائج دراسة (Redman, Aaron, 2020) ضرورة دمج الكفاءات في التدريس والتعلم في برامج الاستدامة، حتى يتم تقييم الكفاءات الرئيسية في مجال الاستدامة بشكل موثوق.

أما دراسة (Imara, K., & Altınay, F., 2021) فقد قدمت نظرة شاملة للأدبيات التي ركزت على دمج كفاءات التعليم من أجل التنمية المستدامة في تعليم المعلمين خلال العقد الماضي، في محاولة لتحديد الكفاءات التي تم اعتبارها في الأدبيات ككفاءات رئيسية للمعلمين. وأوضح التحليل ظهور اتجاهات بحثية مختلفة فيما يتعلق بالتعليم من أجل التنمية المستدامة في إعداد المعلمين، واستكشاف التصورات حول كفاءات تحقيق التنمية المستدامة وأشارت إلى مدى تعقيد الاتفاق على إطار موحد لكفاءات المعلمين في تحقيق التنمية المستدامة. وأن أساليب منهجية وشاملة لتقييم دمج كفاءات التعليم من أجل التنمية المستدامة في تعليم المعلمين يُعد موضوعًا لم تتم معالجته حتى الآن. وعلى الرغم من اقتراح العديد من الأساليب في الأدبيات لدمج كفاءات التعليم من أجل التنمية المستدامة في إعداد المعلمين، إلا أن الدورة المستقلة كانت النهج الأكثر شيوعًا بين الأساليب الأخرى.

وأكدت دراسة (Brandt, J., et al., 2022) أن تزويد وكلاء التغيير المستقبلي بالكفاءات اللازمة لقيادة التحول المجتمعي نحو الاستدامة يتطلب معلمين أكفاء وملتزمين يمتلكون كفاءات تحقيق التنمية المستدامة ويعملون على إكسابها لطلابه. باستخدام دراسة حالة مقارنة، قارنت هذه الدراسة كيفية دعم دورات التعليم من أجل التنمية المستدامة الفردية في برامج إعداد المعلمين في جامعة لوفانا (ألمانيا) وجامعة ولاية أريزونا (الولايات المتحدة الأمريكية) لتطوير كفاءة العمل المهني الخاصة بالتعليم من أجل التنمية المستدامة للمعلمين. ومن خلال تطبيق نهج الأسلوب المختلط، تم التركيز بشكل خاص على الروابط بين العوامل الداعمة أو المعوقة التي تؤثر على الإنجاز الفعلي للمعلمين قبل الخدمة لنتائج التعلم المقصودة. وأشارت النتائج إلى أن كلا الدورتين زادتا من كفاءة الطلاب المعلمين، ولكن بدرجات متفاوتة. وتم الكشف عن العوامل الأربعة (الروابط الشخصية والمهنية والاجتماعية والهيكلية) باعتبارها أهم العوامل التي تؤثر على تعلم الطلاب المعلمين ويجب أخذها

في الاعتبار عند تصميم عروض الدورات التدريبية في إعداد المعلمين بهدف تطوير معرفتهم ومهاراتهم واتجاهاتهم المرتبطة بكفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

واستهدفت دراسة (Alm K, et al., 2022) تحديد مستوى وعي الطلاب ومعرفتهم حول كيفية توظيف أهداف التنمية المستدامة في مؤسسات التعليم العالي لتحفيز تعلم الطلاب لتحقيق كفاءات التنمية المستدامة، ومراعاة فهم الطلاب للاستدامة في نهاية دراستهم لتقييم ما إذا كانوا يشعرون بالاستعداد لتطبيق الاستدامة في حياتهم العملية اليومية. اعتمدت الدراسة على تصميم دراسة الحالة الكمية، وتم جمع البيانات عن طريق استبانة عبر الإنترنت لطلاب الماجستير باستخدام منصة الطلاب الجامعيين. قامت الدراسة بتقييم كيفية إدراك الطلاب للتعليم الشامل الذي يدمج كفاءات التنمية المستدامة في البرامج والمناهج الدراسية. وأظهرت النتائج أن التعلم المتكامل مع العمل يعرض التعلم وتجارب الحياة الواقعية كجزء من دراساتهم مما عزز فهم الطلاب للتنمية المستدامة، وأن دمج التنمية المستدامة في التدريس يوفر للجامعات طريقة لتأطير الكفاءات الرئيسية للطلاب بطرق تسمح لهم بتطوير كفاءاتهم الشخصية كسفراء للاستدامة في حياتهم العملية المستقبلية.

وأكدت دراسة (المراغي، السيد شحاته محمد، ٢٠٢٢) على دور التربية العلمية في تزويد المعلمين والمتعلمين بكفاءات تحقيق التنمية المستدامة والمعارف والقيم والسلوكيات اللازمة للتصدي للتحديات العالمية مثل تغير المناخ وتدهور البيئة والتنوع البيولوجي وغيرها.

قياس كفاءات تحقيق التنمية المستدامة

هناك ثمانية أنواع من الأدوات أو الأساليب التي يمكن استخدامها لتقييم كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب، وهي: (UNESCO 2017, p. 57)، (García et al. 2017)، (Brandt, J., et al. 2021)

١. تقييم ذاتي متدرج Scaled self-assessment

٢. الكتابة التأملية Reflective writing
٣. السيناريو/اختبار الحالة Scenario/case test
٤. مجموعة التركيز / المقابلة Focus group/interview
٥. ملاحظة الأداء Performance observation
٦. رسم خرائط المفاهيم Concept mapping
٧. الاختبار التقليدي Conventional test
٨. العمل الاعتيادي أثناء دراسة المقرر Regular course work

ونظرًا لتنوع أهداف التعلم والكفاءات التي يستلزمها التعليم من أجل تحقيق التنمية المستدامة، فمن الأفضل أن يتم الاعتماد على مجموعة من الأساليب المتنوعة لتقييم الكفاءات بدقة.

تعقيب:

- تُعرف الكفاءات في مجال التنمية المستدامة بأنها مجموع المعارف والمهارات التي تمكن من أداء المهام بنجاح وحل المشكلات فيما يتعلق بتحديات وفرص التنمية المستدامة في العالم الحقيقي، ويؤكد هذا البحث على الكفاءات التي تُعد ضرورية لتحقيق التنمية المستدامة والتي لم تكن محور التعليم التقليدي؛ وبالتالي تتطلب اهتماما خاصا.
- ترى الباحثة أهمية دمج جميع الكفاءات الرئيسية لتعزيز التحول لتحقيق التنمية المستدامة؛ حيث تتيح كفاءة التفكير المنظومي، والكفاءة الاستباقية، والكفاءة المعيارية، والكفاءة الاستراتيجية صياغة خطط عمل الاستدامة التي تسفر عن تحقيق التنمية المستدامة إذا تم تنفيذها بنجاح وهو ما يتطلب كفاءة التنفيذ. وتُمكّن الكفاءة الشخصية/ التعاونية والكفاءة الشخصية الداخلية من إجراء التخطيط والتنفيذ بطرق تعاونية ورعاية ذاتية وهي عوامل رئيسية للنجاح. وأخيرًا، تتيح كفاءة التكامل مزيجًا متماسكًا من جهود

التخطيط والتنفيذ التعاونية والرعاية الذاتية، باستخدام الإجراءات المعمول بها لتحقيق التنمية المستدامة.

- إن تعزيز التحول نحو تحقيق التنمية المستدامة يتطلب كفاءات تعتمد على المحتوى، على سبيل المثال، فيما يتعلق بالمناخ والمياه والطاقة والغذاء والتنمية الدولية(Demssie et al., 2019) . لذا سعى البحث الحالي إلى اقتراح برنامج في التغيرات المناخية لتنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.
- لا يقتصر قياس كفاءات تحقيق التنمية المستدامة على الجانب المعرفي فقط وإنما ينطوي أيضاً على تقييم الأداءات والسلوكيات المرتبطة بها.
- تلعب كفاءات تحقيق التنمية المستدامة دورًا مهمًا في برامج إعداد الطلاب/ المعلمين للعديد من الأسباب، منها: تعزيز وعيهم حيال التحديات البيئية والاجتماعية والاقتصادية التي تواجه العالم. إلى جانب أن الطالب/ المعلم يمكنه أن يكون نموذج للمشاركة الفعالة في التصدي لتحديات التنمية المستدامة، بالإضافة إلى قدرته على توجيه طلابه وتطوير مهارات البحث والتحليل واتخاذ القرارات لديهم، وتعزيز مشاركتهم في مشاريع وأنشطة تعزز التنمية المستدامة.

إجراءات البحث

للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه قامت الباحثة بإعداد مواد المعالجة التجريبية وأداتا البحث واتبعت الإجراءات التالية:

أولاً: إعداد قائمة كفاءات تحقيق التنمية المستدامة

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث، وهو: ما كفاءات تحقيق التنمية المستدامة المراد تنميتها لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء؟ قامت الباحثة بإعداد قائمة بكفاءات تحقيق التنمية المستدامة الواجب تنميتها لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء وفقًا للخطوات التالية:

أ. تحديد الهدف من القائمة

الهدف من بناء القائمة هو تحديد كفاءات تحقيق التنمية المستدامة الرئيسة والفرعية التي ينبغي توافرها في برنامج التغيرات المناخية المقترح للطلاب المعلمين شعبة الفيزياء، وكذلك بناء اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

ب. تحديد كفاءات تحقيق التنمية المستدامة

قامت الباحثة بمراجعة الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت كفاءات تحقيق التنمية المستدامة والتعليم من أجل التنمية المستدامة للمعلمين أثناء فترة الإعداد أو تدريبهم أثناء الخدمة بصفة عامة ومعلمي العلوم بصفة خاصة مع التركيز على معلمي الفيزياء. وتم التوصل إلى ثمانِ كفاءات رئيسة، وهي: كفاءة التفكير المنظومي، الكفاءة الاستباقية، الكفاءة المعيارية، الكفاءة الاستراتيجية، الكفاءة الشخصية/ التعاونية، الكفاءة الشخصية الداخلية، كفاءة التنفيذ، كفاءة التكامل.

ج. إعداد الصورة المبدئية للقائمة

تم إعداد الصورة الأولية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة للطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء؛ بحيث تضمنت ثمانِ كفاءات رئيسة لكل منها عدد من الكفاءات الفرعية.

د. تحكيم القائمة ووضعها في الصورة النهائية

تم عرض الصورة المبدئية لقائمة كفاءات تحقيق التنمية المستدامة والكفاءات الفرعية المرتبطة بكل كفاءة على مجموعة من المحكمين المتخصصين والخبراء لتحديد مدى مناسبة تلك الكفاءات لمعلمي الفيزياء وارتباط الكفاءات الفرعية لكل كفاءة رئيسية، ودقة الصياغة اللغوية. وتم اجراء كافة التعديلات التي أشار إليها السادة المحكمين وأصبحت القائمة في صورتها النهائية (ملحق ١).

ثانياً: إعداد البرنامج المقترح في التغيرات المناخية

لإعداد البرنامج تم مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة التي اهتمت بالتغيرات المناخية وتضمينها في برامج إعداد المعلم قبل وأثناء الخدمة، ونظرية التعلم التحويلي ومبادئها

وخطواتها ومراحلها، إلى جانب الأدبيات والدراسات التي اهتمت بكفاءات تحقيق التنمية المستدامة لمعلمي العلوم بصفة عامة ومعلمي الفيزياء بصفة خاصة قبل وأثناء الخدمة وتحديد قائمة بكفاءات تحقيق التنمية المستدامة المراد تنميتها.

وفي ضوء ما سبق لقد مر إعداد البرنامج المقترح بالخطوات التالية:

أ. **تحديد فلسفة البرنامج:** تحددت فلسفة البرنامج في ضوء متطلبات إعداد معلمي الفيزياء لمواكبة التطورات العلمية الحديثة، والتوجه نحو مجتمع وبيئة أكثر استدامة. وانطلاقًا من مبادئ نظرية التعلم التحويلي وخطواته ومراحله؛ والتي تكون فيها مفاهيم الفرد ومعتقداته وسلوكياته وقيمه موضوعًا للتفكير النقدي وإعادة التقييم واتخاذ قرارات بالتغيير.

ب. **تحديد أسس بناء البرنامج:** استند البرنامج المقترح إلى مجموعة من الأسس متمثلة في:

أ. متطلبات إعداد معلم الفيزياء لمواكبة التطورات والمستحدثات العلمية.

ب. موضوعات التغيرات المناخية.

ج. نظرية التعلم التحويلي (مبادئها، وخطواتها، ومراحلها).

د. كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

ج. **تحديد الأهداف العامة للبرنامج:** يسعى البرنامج المقترح في التغيرات المناخية إلى تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة (كفاءة التفكير المنظومي، الكفاءة الاستراتيجية، الكفاءة المعيارية، الكفاءة الاستراتيجية، الكفاءة الشخصية/ التعاونية، الكفاءة الشخصية الداخلية، كفاءة التنفيذ، كفاءة التكامل) لدى الطالب معلم الفيزياء بكلية التربية. وذلك من خلال بيئة تعليم وتعلم قائمة على مبادئ وخطوات ومراحل التعلم التحويلي، وذلك بهدف تطوير الموقف التعليمي للطالب معلم الفيزياء بما ييسر عليه تحقيق أهداف البرنامج.

د. **إعداد المحتوى العلمي للبرنامج:** تم تحديد موضوعات البرنامج المقترح من خلال إعداد قائمة بموضوعات التغيرات المناخية للطالب معلم الفيزياء وذلك بإتباع الخطوات التالية:

١. تحديد الهدف من القائمة: تحديد الموضوعات الي ينبغي أن يتضمنها البرنامج المقترح في التغيرات المناخية لتنمية كفاءات التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء.

٢. مصادر اشتقاق القائمة: تم الاطلاع على الكتب والمراجع العلمية المتعلقة بالتغيرات المناخية ومراجعة البحوث والدراسات التي أعدت برامج في التغيرات المناخية.

٣. إعداد القائمة في صورتها الأولية: تم وضع قائمة موضوعات التغيرات المناخية في صورتها الأولية وتم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين من أعضاء هيئة تدريس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية، وأعضاء هيئة التدريس بكلية العلوم؛ لتعرف مدى مناسبة الموضوعات ودرجة أهميتها بالنسبة للطالب معلم الفيزياء.

الصورة النهائية لقائمة موضوعات البرنامج المقترح: تم إجراء التعديلات التي اتفق عليها السادة المحكمون، حيث أشار السادة المحكمين ببعض التعديلات تم إجراؤها، وأصبحت القائمة في صورتها النهائية، مكونة من سبع موضوعات رئيسة (التغيرات المناخية كظاهرة علمية، النظام المناخي، مستقبل المناخ، تأثيرات التغيرات المناخية، التخفيف من أثار التغيرات المناخية، التكيف مع أثار التغيرات المناخية، استدامة البيئة) تنطوي على عدد من الموضوعات الفرعية.

هـ. **تحديد طرق واستراتيجيات تدريس وأنشطة البرنامج:** اعتمد البرنامج على خطوات ومراحل التعلم التحويلي؛ لذا تم الاستعانة بطرق واستراتيجيات تدريس متنوعة؛ منها: العصف الذهني ودراسة الحالة والمناقشة في مجموعات صغيرة،

وتم تحديد عدد من الأنشطة التي يمكن أن تساعد الطالب على فهم موضوعات البرنامج، وتسهم في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة؛ منها:

١. قراءة مقالات علمية عن التغيرات المناخية.
٢. جمع بعض الصور والفيديوهات لبعض تأثيرات التغيرات المناخية.
٣. إجراء مناظرات لبعض قضايا التغيرات المناخية وكيفية التكيف مع أثارها أو التخفيف من تلك التأثيرات.
٤. إعداد تقارير عن بعض فاعليات مؤتمر المناخ الذي انعقد في شرم الشيخ نوفمبر ٢٠٢٢
٥. إعداد وعرض بعض العروض التقديمية لموضوعات البرنامج.
٦. البحث في شبكة الانترنت للحصول عن معلومات إثرائية حول موضوعات البرنامج.

و. **إعداد المواد التعليمية والأدوات ومصادر التعلم المستخدمة في البرنامج:** أوراق عمل الطلاب وكتب ومقالات مطبوعة وأخرى الكترونية على الانترنت تابعة لمؤسسات محلية كوزارة البيئة، وعالمية كالأمم المتحدة بجهاز عرض Data show وعروض تقديمية.

ز. **إعداد وسائل التقويم:** تم اختيار أساليب التقويم على حسب طبيعة أهداف كل موضوع من موضوعات البرنامج وقد اشتمل التقويم على أسئلة مقالية وأخري موضوعية، ومهام وأنشطة بحثية لبعض القضايا التي تتطلب من الطالب المعلم ممارسة كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، وقد تم تم استخدام ثلاثة أنواع من التقويم:

١. التقويم القبلي: قبل تنفيذ البرنامج وتمثلت أداته في اختبار كفاءات تحقيق الاستدامة.

٢. التقويم البنائي: تم استخدامه خلال تدريس موضوعات البرنامج للتأكد من فهم الطالب لكل موضوع يتم تناوله. وكان عبارة عن مهمة يُكلف بها الطالب المعلم مرتبطة بموضوع التعلم وكفاءات تحقيق التنمية المستدامة المستهدفة.

٣. التقويم النهائي: بعد الانتهاء من تنفيذ البرنامج وتمثل في اختبار كفاءات تحقيق الاستدامة.

ح. **الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج:** تطلب تنفيذ البرنامج (٢٨) ساعة بواقع أربع ساعات أسبوعيًا لمدة سبعة أسابيع لدراسة موضوع في كل أسبوع موزع على جلستين، وذلك بخلاف التطبيق القبلي والبعدي لأدوات البحث والجلسة التمهيدية قبل البدء في تنفيذ البرنامج.

ضبط البرنامج والتأكد من صلاحيته: تم عرض البرنامج في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين من أعضاء هيئة تدريس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية وأعضاء هيئة التدريس بكلية العلوم؛ بهدف التأكد من مدى مناسبة الأهداف والمحتوى ومصادر التعلم والوسائل التعليمية وطرق واستراتيجيات التدريس والأنشطة ووسائل التقويم المستخدمة للطلاب المعلمين شعبة الفيزياء، ومدى السلامة العلمية واللغوية للبرنامج المقترح، وقد تم إجراء التعديلات التي أشار بها السادة المحكمين، وتم تطبيق البرنامج المقترح على عينة استطلاعية (غير عينة البحث) وتم إجراء التعديلات، وبهذا أصبح البرنامج في صورته النهائية صالح للتطبيق على عينة البحث. (ملحق ٢)

ثالثاً: إعداد دليل للمعلم وأوراق عمل الطلاب المعلمين

تم إعداد دليلاً للمعلم لمساعدة القائم بالتدريس على تنفيذ البرنامج المقترح، وقد تضمن الدليل توجيهات لكيفية استخدامه في تدريس موضوعات البرنامج، من حيث أهداف البرنامج، والمحتوى العلمي للبرنامج، وطرق التدريس المستخدمة، والأنشطة التعليمية، ومصادر التعلم والوسائل التعليمية، والخطة الزمنية لتدريس موضوعات

البرنامج المقترح، وخطة تدريس البرنامج والتي تضمنت تخطيط لتدريس كل موضوع. وتم إعداد أوراق عمل الطالب المعلم الخاصة بموضوعات البرنامج المقترح، والتي روعي فيها كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

وقد تم عرض دليل المعلم وأوراق عمل الطالب المعلم على السادة المحكمين وتم تعديلهم في ضوء آرائهم، وبذلك أصبح كل من دليل المعلم وأوراق عمل الطالب المعلم في صورتهما النهائية. (ملحق ٣) (ملحق ٤)

رابعاً: إعداد أداتا البحث

أ. اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة

في ضوء ما ورد في الإطار النظري عن كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، ومن خلال تحليل عديد من الأدبيات والأبحاث التي اهتمت بقياس كفاءات تحقيق التنمية المستدامة بصفة عامة وقياسها لدى المعلمين بصفة خاصة. ونظراً لتعدد الأدوات المستخدمة لقياسها فقد استفادت الباحثة من كافة الاتجاهات والآراء التي سبق عرضها في إعداد الاختبار في البحث الحالي.

مر إعداد اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة بالخطوات التالية:

١. **تحديد الهدف من الاختبار**: تمثل هدف هذا الاختبار في قياس كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء.

٢. **تحديد أبعاد الاختبار**: تم تحديد ثمانِ أبعاد للاختبار استناداً لقائمة كفاءات تحقيق التنمية المستدامة السابق إعدادها وهذه الأبعاد هي: كفاءة التفكير المنظومي، الكفاءة الاستباقية، الكفاءة المعيارية، الكفاءة الاستراتيجية، الكفاءة الشخصية/ التعاونية، الكفاءة الشخصية الداخلية، كفاءة التنفيذ، كفاءة التكامل.

٣. **صياغة مفردات الاختبار**: تم صياغة مفردات الاختبار في قسمين كالتالي:

القسم الأول يهدف إلى قياس المعرفة المرتبطة بكل كفاءة من خلال محتوى البرنامج المقترح في التغيرات المناخية. وتم صياغة مفردات الاختبار من نوع الاختيار من متعدد في الأبعاد الثمانية، وراعت الباحثة شروط صياغة السؤال الجيد، واشتمل هذا القسم في صورته النهائية على (٣٠) مفردة.

القسم الثاني: يقيس المهارات/ الأداءات المرتبطة بكل كفاءة من الكفاءات الثمانية وتم ذلك من خلال اختبار مواقف من نوع الاختيار من متعدد، بحيث تتضمن كل مفردة موقفاً حياتياً مرتبطاً بما تم دراسته في البرنامج المقترح للتغيرات المناخية، يلي الموقف ثلاث بدائل، ويطلب من الطالب المعلم اختيار أحد هذه البدائل وفقا للهدف من البعد الذي يحتوي على هذه المفردة.، واشتمل هذا القسم على (٣٠) مفردة.

٤. **كتابة تعليمات الاختبار:** صيغت في صورة واضحة يسهل على الطالب/ المعلم فهمها عند الإجابة عن الاختبار.

طريقة تصحيح الاختبار: تم تقدير درجات كل قسم من أقسام الاختبار كما يلي:

القسم الأول: تم تحديد درجة واحدة لكل إجابة صحيحة وصفر للإجابة الخطأ، وبذلك تكون النهاية العظمى لهذا القسم من الاختبار ٣٠ درجة.

القسم الثاني: تم تحديد درجة واحدة لكل إجابة صحيحة وصفر للإجابة الخطأ، وبذلك تكون النهاية العظمى لهذا القسم من الاختبار ٣٠ درجة

وبذلك تكون الدرجة النهائية للاختبار ٦٠ درجة.

صدق الاختبار: للتحقق من صدق الاختبار تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين لإبداء الرأي حول مدى ملاءمة الاختبار للغرض الذي صمم من أجله، ومدى ملاءمته لعينة الدراسة، ووضوح المطلوب في كل سؤال، ومدى مناسبة التعليمات، وتم تعديل بعض مفردات الاختبار في ضوء أراء السادة المحكمين.

التطبيق الاستطلاعي: بعد التأكد من صدق الاختبار طبق على عدد من الطلاب المعلمين بالشعب العلمية من غير عينة البحث بغرض تحديد:

زمن الاختبار: بينت نتيجة التطبيق الاستطلاعي أن الزمن المناسب لانتهاء جميع الطلاب المعلمين من الإجابة عن أسئلة الاختبار بقسميه (٦٠) دقيقة.

ثبات الاختبار: تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة كيودر ريتشاردسون، والذي بلغ (0.73)، وهذه القيمة تُعد مقبولة علمياً.

الاتساق الداخلي: تم حساب الاتساق الداخلي للاختبار من خلال حساب معاملات الارتباط بين كل قسم من قسمي الاختبار والدرجة الكلية له باستخدام معادلة معامل ارتباط بيرسون والذي بلغ (0.74) و (0.76) على التوالي، وهذه القيم دالة عند مستوى (0.01)، وهذا يدل على الاتساق الداخلي للاختبار. وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية صالح للتطبيق. (ملحق ٥)

ب. مقياس مركز الضبط

بعد الاطلاع على عديد من الأدبيات والدراسات التي تناولت مركز الضبط والتي اهتمت بإعداد مقاييس لمركز الضبط (الميهي، رجب، ٢٠٠٣) و (Shepherd S., et al., 2006) و(أحمد، صلاح، والانصاري، حنان، ٢٠١٢) و (Nießen, D., et al., 2022) أعدت الباحثة مقياساً لقياس مركز الضبط، حيث صاغت مجموعة من العبارات تعكس نمط الطالب وتصرفاته في المواقف وكذلك المصادر التي تؤثر عليه، ووضعت أمام كل عبارة استجابتين (نعم، لا) وعلى الطالب أن يضع دائرة حول الاستجابة التي تنسجم مع سلوكه، ولقد بلغ عدد عبارات المقياس في صورته النهائية (٣٠) عبارة، وزود المقياس بمقدمة توضح الهدف منه، وكيفية الاستجابة على عباراته.

وبخصوص تصحيح المقياس فيحسب درجة لكل استجابة بنعم وصفر لكل استجابة بلا وتراوحت الدرجة الكلية للمقياس ما بين صفر و٣٠ درجة، وقد اعتبر أن الطالب

الذي يحصل على أكثر من ١٥ درجة من ذوي مركز الضبط الداخلي، والطالب الذي يحصل على أقل من ١٥ درجة من ذوي مركز الضبط الخارجي. وقد تم استبعاد من يحصل على ١٥ درجة؛ لأنه خارج نطاق هذا البحث.

وفيما يتعلق بصلاحية المقياس، أي صدقه وثباته، فلقد تم التأكد من صدقه بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين، وطُلب منهم إبداء الرأي في مقياس مركز الضبط من حيث دقة عباراته ووضوحها ومدى ارتباطها بالهدف منه ومدى مناسبتها لأفراد عينة البحث، وقد قامت الباحثة بإعادة صياغة بعض عبارات المقياس في ضوء ما أشار إليه المحكمون.

ولحساب ثبات المقياس استخدمت معادلة (α) كرونباخ وبلغت قيمة معامل ثبات المقياس 0.721 مما يدل على أن المقياس يتصف بدرجة جيدة من الثبات. وبذلك أصبح المقياس في صورته النهائية وصالح للتطبيق لأغراض البحث (ملحق ٦).

خامساً: تحديد عينة البحث

عينة عشوائية من طلاب الفرقة الرابعة شعبة الفيزياء بكلية التربية جامعة حلوان وبلغ قوامها (٤٤) طالب/ معلم، وقد تم اختيار طلاب الفرقة للأسباب التالية:

أ. طلاب الفرقة الرابعة على وشك التخرج ولذلك يجب التأكد من إلمامهم بالتغيرات المناخية وامتلاكهم لكفاءات تحقيق التنمية المستدامة التي يهتم بها البحث.

ب. معرفة الطالب معلم الفيزياء للتغيرات المناخية تمكنه من إكساب هذه المعارف بطريقة سليمة إلى تلاميذه، وخاصَة وأن كتب العلوم في المرحلة الإعدادية وكتب الفيزياء في المرحلة الثانوية تتضمن موضوعات مرتبطة بالتغيرات المناخية وأثارها.

سادساً: إجراءات تطبيق تجربة البحث

قد مر تنفيذ تجربة البحث بالخطوات التالية:

أ. قبل البدء في تنفيذ تجربة البحث تم عقد لقاء تمهيدي لتهيئة جميع الطلاب المعلمين بالفرقة الرابعة شعبة الفيزياء لدراسة البرنامج المقترح بتوضيح فلسفته والهدف منه وأهميته بالنسبة لهم وإجراءات تنفيذه والخطة الزمنية المحددة للبرنامج.

ب. التطبيق القبلي لاختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة على الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء "عينة البحث". وتطبيق مقياس مركز الضبط على الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء "عينة البحث"، ثم تقسيمهم طبقاً لدرجاتهم إلى مجموعتين وهما: طلاب معلمين ذوي مركز تحكم داخلي (٢٢ طالب/ معلم)، وطلاب معلمين ذوي مركز تحكم خارجي (٢٢ طالب/ معلم). وحيث إن كل فرد يمتلك نسبة من سمات مركز الضبط، سواء كانت داخلية أو خارجية. هذا يعني أنه ليس هناك تقسيم ثابت بين الأفراد لديهم مركز ضبط داخلي تام أو مركز ضبط خارجي تام، لذا تم استبعاد طالبان حيث تساوت لديهم هذه العوامل وحصلا على ١٥ درجة في المقياس المُعد لذلك. وبذلك أصبحت عينة البحث ٤٤ طالب معلم مقسمة على مجموعتين بكل منهما ٢٢ طالب/ معلم.

ج. توزيع البرنامج وأوراق عمل الطلاب المعلمين على المجموعتين وتم التدريس بالاستعانة بدليل المعلم وباستخدام أسلوب المجموعات المتكاملة، وقامت الباحثة بمتابعة وتوجيه الطلاب المعلمين في المجموعتين "عينة البحث" بما ييسر عملية التعلم ويحقق أهداف البرنامج.

د. التطبيق البعدي لاختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة: بعد الانتهاء من تدريس البرنامج المقترح في التغيرات المناخية على الطلاب المعلمين عينة البحث تم تطبيق اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، ثم صححت إجابات الطلاب، ورصدت درجاتهم في كشوف خاصة تمهيداً لعرض نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها.

أساليب التحليل الإحصائي المستخدمة في معالجة وتحليل النتائج

لاختبار صحة فروض البحث استخدمت الباحثة أساليب التحليل الإحصائي الآتية:(صلاح الدين علام، ٢٠٠٦)

١. الإحصاء الوصفي لحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية للمجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي.
٢. اختبار "ت" T-Test لمجموعتين مرتبطتين وحساب مربع إيتا (η^2) وحجم التأثير (d) لإيجاد فاعلية البرنامج المقترح في التغيرات المناخية القائم على التعلم التحويلي عند اعتبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة مؤشرًا لهذه الفاعلية (اختبار صحة الفرض الأول).
٣. اختبار "ت" T-Test لمجموعتين مستقلتين لتحديد ما إذا كان التغير في كفاءات تحقيق التنمية المستدامة للطلاب المعلمين "عينة البحث" تختلف باختلاف مركز الضبط داخلي مقابل خارجي (اختبار صحة الفرض الثاني).

نتائج البحث: تفسيرها ومناقشتها

يتم عرض نتائج هذا البحث ومناقشتها وفقاً لأسئلته، وذلك على النحو التالي:

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول وهو:

ما كفاءات تحقيق التنمية المستدامة المراد تنميتها لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء؟

أسفرت إجراءات البحث عن تحديد كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء هي: كفاءة التفكير المنظومي، الكفاءة الاستباقية، الكفاءة المعيارية، الكفاءة الاستراتيجية، الكفاءة الشخصية/ التعاونية، الكفاءة الشخصية الداخلية، كفاءة التنفيذ، كفاءة التكامل، وقد سبق عرضها بالتفصيل في الإطار النظري للبحث، وفيما يلي عرض للكفاءات الفرعية التي تنطوي عليها كل كفاءة من الكفاءات الثمانية:

أ. **كفاءة التفكير المنظومي Systems Thinking Competence**

مدى قدرة الطالب/ معلم الفيزياء على:

١. تحليل الأنظمة المعقدة وفهم التفاعلات بين مكوناتها.
٢. إنشاء نماذج ورسوم بيانية لتمثيل الأنظمة والعلاقات بين مكوناتها.
٣. تحديد أثر التغييرات والتدخلات على الأنظمة والتفاعلات المحيطة بها.
٤. تكوين رؤية شاملة للتأثيرات البيئية والاجتماعية والاقتصادية لقضايا التنمية المستدامة.
٥. توجيه استراتيجيات التنمية المستدامة بناءً على فهم الأنظمة وإدراك العلاقات بين الكل والجزء.

ب. **الكفاءة الاستباقية/ التفكير المستقبلي Anticipatory/futures-thinking competency**

مدى قدرة الطالب/ معلم الفيزياء على:

١. رصد وتحليل الاتجاهات الحالية والمستقبلية في مجالات عدة وتحديد تأثيراتها على التنمية المستدامة.
٢. استخدام البيانات في التنبؤ بالتغيرات المستقبلية وتقدير تأثيراتها.
٣. التعرف على وجهات النظر المتباينة لإعداد سيناريوهات مستقبلية متنوعة تواجه التغيرات المحتملة.
٤. تقديم تصور مستقبلي للأحداث مؤسس على فهم عميق للتغيرات المستقبلية.
٥. تحليل وتحديد المخاطر المستقبلية وتطوير أليات التعامل معها.
٦. دعم اتخاذ القرارات المبنية على السيناريوهات والتوقعات المستقبلية.

ج. **الكفاءة المعيارية/التفكير في القيم Normative/values-thinking competency**

مدى قدرة الطالب/ معلم الفيزياء على:

١. تحديد الأهداف المرتبطة بالتنمية المستدامة بناء على قيم ومبادئ الاستدامة.
٢. تحليل وفهم القيم المتعلقة بالتنمية المستدامة وتأثيرها على المجتمع.
٣. تقييم القرارات وخطط العمل من منظور قيم ومبادئ الاستدامة.
٤. التفاوض لتحقيق توافق حول تطبيق القيم والمبادئ والأهداف المستدامة بين مختلف الأطراف.
٥. التواصل الفعال مع الأفراد والجهات المعنية بشأن قيم ومبادئ التنمية المستدامة.
٦. اتخاذ القرارات بنزاهة وعدالة في القضايا الأخلاقية المرتبطة بالتنمية المستدامة.

د. الكفاءة الإستراتيجية Strategic competence

مدى قدرة الطالب/ معلم الفيزياء على:

١. تطوير رؤية جديدة مبتكرة وفعّالة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.
٢. تحديد القضايا والفرص والتحديات الحالية والمتوقعة وتحليل البيئة المحيطة بشكل مناسب.
٣. تحليل وإدارة المخاطر المرتبطة بتنفيذ التدخلات الاستراتيجية.
٤. تقييم أداء التدخلات والاستراتيجيات وإجراء التعديلات اللازمة لتحقيق التنمية المستدامة.
٥. تطوير حلول جديدة ومبدعة لمواجهة التحديات المحتملة.
٦. توجيه فرق العمل وتحفيزها نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

هـ. الكفاءة الشخصية/ التعاونية Interpersonal/collaborative competency

مدى قدرة الطالب/ معلم الفيزياء على:

١. التعبير عن الأفكار والأهداف بوضوح وفهم احتياجات الآخرين ومراعاتها.

٢. بناء وتنظيم فرق عمل تعاونية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.
٣. تنظيم وإدارة الحوار وجلسات عمل الفريق لتحقيق التفاهم واتخاذ القرارات المشتركة.
٤. التعامل مع النزاعات بشكل بناء وإيجاد حلول تسهم في تحقيق التفاهم والتعاون.
٥. التفاوض بين الأطراف المختلفة في العمل والتوصل إلى اتفاقات وقرارات تعزز التنمية المستدامة.
٦. التعبير عن التفهم والتعاطف مع مشاعر واحتياجات الآخرين واحترام وجهات نظرهم.

و. الكفاءة الشخصية الداخلية Intra-personal competencies

مدى قدرة الطالب/ معلم الفيزياء على:

١. فهم احتياجاته الشخصية والاعتناء بصحته النفسية.
٢. تنظيم وإدارة وقته وموارده الشخصية بفاعلية.
٣. تعزيز قدرته على التحمل ومواجهة التحديات.
٤. تحفيز نفسه والاستمرار في العمل على أهداف التنمية المستدامة.
٥. الحفاظ على تفكير إيجابي والبعد عن السلبية.
٦. متابعة تطوير ذاته والحرص على اكتساب معارف ومهارات جديدة باستمرار.

ز. كفاءة التنفيذ Implementation Competence

مدى قدرة الطالب/ معلم الفيزياء على:

١. وضع خطط تفصيلية لتنفيذ الاستراتيجيات وخطط التنمية المستدامة.
٢. توجيه وإدارة الموارد المادية والبشرية لضمان نجاح التنفيذ.
٣. مراقبة وتقييم مدى التقدم نحو تحقيق الأهداف المحددة واتخاذ إجراءات تصحيحية إذا لزم الأمر، وتوثيق النتائج.

٤. التعامل مع التحديات والتحسين المستمر للأداء لضمان فاعلية التنفيذ.
٥. توجيه فرق العمل نحو تحقيق الأهداف أثناء عملية التنفيذ.
٦. تحليل وإدارة المخاطر المحتملة أثناء التنفيذ وتطوير استراتيجيات التعامل معها.
٧. التنفيذ بطريقة تلتزم بالمعايير الأخلاقية والمسؤولية الاجتماعية.

ح. كفاءة التكامل Integration Competence:

مدى قدرة الطالب/ معلم الفيزياء على:

١. التفكير بشكل شامل ومتعدد الأبعاد لفهم تحديات التنمية المستدامة والتعامل معها.
٢. تنسيق جهود فرق العمل متعددة التخصصات والمهارات لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.
٣. استخدام نماذج متكاملة لتمثيل وفهم الجوانب المتعددة لمشكلات التنمية المستدامة.
٤. إدارة العوامل المعقدة والتفاعلات بين أبعاد التنمية المستدامة بفعالية.
٥. تقييم التأثيرات الناتجة عن تطبيق استراتيجيات وخطط العمل.
٦. تطوير العمليات والممارسات في ضوء النتائج.
٧. تقييم الأداء والعمل المستمر على تحسينه.
٨. دعم جهود التكامل وتنفيذ الخطط وتحسين أطر العمل والإستراتيجيات.

وترى الباحثة أن هذه الكفاءات قد تمثل الحد الأدنى والأساسي الذي يتوافق مع أهداف البحث، ويمكن تفسير هذه النتيجة على أساس أن كفاءات تحقيق التنمية المستدامة تعزز دور الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء في زيادة الوعي بأهمية التنمية المستدامة والمشاركة في تحقيقها على المستوى الفردي والمجتمعي والعالمي. بالإضافة إلى تطوير مهاراتهم في البحث والتحليل واتخاذ القرارات في المجالات

المرتبطة. إلى جانب قدرتهم على فحص القضايا المعقدة وتقييم الأفكار والحلول من منظور مستدام. وتعزيز مبادرات الاستدامة داخل المدرسة، مثل إدارة النفايات وتوفير الطاقة وتعزيز الحياة البيئية. والمشاركة في تشكيل السياسات التعليمية التي تركز على التنمية المستدامة وتكامل هذا المفهوم في المناهج والتدريس.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه وايك وزملاؤه (Wiek et al. 2015) حيث أشاروا إلى أن الكفاءات الرئيسية التي تحقق التنمية المستدامة واللازمة لإحداث تغييرات في السلوك الاقتصادي والبيئي والاجتماعي دون أن تكون هذه التغييرات مجرد رد فعل على المشكلات الموجودة مسبقًا هي: كفاءة التفكير المنظومي، والكفاءة الاستباقية، والكفاءة المعيارية، والكفاءة الاستراتيجية، والكفاءة الشخصية، والكفاءة المتكاملة لحل المشكلات.

وإذا ما أخذ في الحسبان ما دعت إليه منظمة اليونسكو (UNESCO, 2017) من أن التعليم من أجل التنمية المستدامة لابد أن يدمج عدة كفاءات في برامج إعداد المعلم وهي: كفاءة التفكير المنظومي، الكفاءة الاستباقية، الكفاءة المعيارية، الكفاءة الاستراتيجية، كفاءة التعاون، كفاءة التفكير النقدي، كفاءة الوعي الذاتي، الكفاءة المتكاملة في حل المشكلات؛ فإنه يمكن تفسير هذه النتيجة على أساس تعزيز قدرات المعلمين والمتعلمين للعمل كعوامل للتغيير نحو الاستدامة وتمكين الطلاب المعلمين من رعاية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة في أنفسهم وطلابهم أيضًا.

وتتفق هذه النتيجة أيضًا مع دراسة سيبريان(Cebrián, G., 2019) الذي أجرى مراجعة منهجية للأدبيات المتعلقة بتقييم كفاءات تحقيق التنمية المستدامة في التعليم العالي من أجل إعلام مشروع بحث EDINSOST، الذي يهدف إلى إنشاء إطار ومعايير موحدة لتعميم كفاءات تحقيق التنمية المستدامة وعمليات التعلم وأدوات التقييم في الجامعات الاسبانية.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني وهو:

ما فاعلية البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء؟

يوضح جدول (١) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد عينة البحث في اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

جدول (١) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت"

لدرجات أفراد "عينة البحث" في اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة (قبلي-بعدي) (النهاية العظمى = ٦٠درجة)

التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
القبلي	٤٤	31.2	9.293	10.24	2.02	دالة عند 0.05
البعدي	٤٤	52.7	10.21			

يتضح من جدول (١) أن قيمة (ت) دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية ٤٣ وهي (٢.٠٢)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً بين درجات الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لصالح التطبيق البعدي. وتدل هذه النتيجة على أن البرنامج المقترح في التغيرات المناخية القائم على التعلم التحويلي قد حقق فاعلية عالية في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى جميع عينة البحث بصرف النظر عن نمط مركز الضبط داخلي/ خارجي، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض الأول.

ولتعرف حجم تأثير المتغير المستقل (برنامج مقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي) في المتغير التابع (كفاءات تحقيق التنمية المستدامة) تم حساب حجم التأثير من خلال مربع إيتا (η^2)،(d)

جدول (٢) يوضح قيمة (η^2)، (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	η^2	قيمة "d"	حجم التأثير
برنامج مقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي	كفاءات تحقيق التنمية المستدامة	0.709	2.11	كبير

يتضح من جدول (٢) أن حجم تأثير العامل المستقل (برنامج مقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي) في المتغير التابع (كفاءات تحقيق التنمية المستدامة) كبير؛ نظراً لأن قيمة "d" بلغت (2.11)، كما أن قيمة (η^2) تساوى (0.709)، وهذا يعني أن 70.9% من التباين الكلي في المتغير التابع يرجع إلى أثر المتغير المستقل. وهذا يشير إلى أن البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي كان له تأثيراً إيجابياً كبيراً على تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة للطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء "عينة البحث".

ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن طبيعة موضوعات البرنامج الحديثة والشيقة التي تتعلق بحياة الطلاب وشغفهم عن معرفة المزيد عن التغيرات المناخية كظاهرة علمية زاد من دافعيتهم نحو تعلم الموضوع مما عزز رغبتهم في مناقشة قضاياها وممارسة كفاءات التنمية المستدامة المتنوعة في المهام التي تضمنها البرنامج المقترح الفردية والتعاونية والمناظرات بين الطلاب/ المعلمين "عينة البحث" أثناء مناقشة المخاطر البيئية؛ الأمر الذي أدى إلى تحسن كفاءات التنمية المستدامة لديهم.

وقد ترجع هذه النتيجة إلى قيام الطلاب/ المعلمين ببعض الأنشطة القرائية كتحليل بعض المقالات عن التحديات التي قد نتعرض لها تبعا للتغيرات المناخية زاد من فهمهم العميق لتلك القضايا، هذا بالإضافة إلى أوراق العمل والتي تم صياغتها في صورة مواقف تعرض أحد المشكلات أو القضايا المتعلقة بالتغيرات المناخية؛ الأمر الذي أدى إلى نمو كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب/ المعلمين بشعبة الفيزياء "عينة البحث".

وثم عامل أخر قد ترجع إليه هذه النتيجة وهو إعطاء الأولوية لمناقشة مبادئ وقيم الاستدامة، وتعزيز فهم مدى تعقيد الأنظمة وتشجيع التفكير "خارج الصندوق"، كل ذلك مع التركيز على المستقبل إلى جانب تفهم وجهات النظر المتعددة. فلم يكن التركيز فقط على اكتساب المعرفة. كما تم النظر بالمنظور التكاملي للكفاءات حيث رأى الطلاب/ معلمي الفيزياء "عينة البحث" أن جميع الكفاءات مترابطة وموظفة في المهام داخل كل موضوع من موضوعات برنامج التغيرات المناخية المقترح، ولاحظت الباحثة أثناء تجربة البحث وجود ردود فعل إيجابية بشكل عام على البرنامج والمعرفة التي قدمها والتكامل في ممارسة مختلف كفاءات تحقيق التنمية المستدامة؛ الأمر الذي أدى إلى تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب/ المعلمين بشعبة الفيزياء "عينة البحث".

وإذا ما أخذ في الحسبان ما أشار إليه(Boström, M., et al. 2018) من أنه في التعلم التحويلي، لا نغير معانينا فحسب؛ بل نغير الشكل الذي نصنع به المعاني لذلك فإن البرنامج المقترح القائم على التعلم التحويلي اعتمد إلى حد كبير على تغيير معرفي وتغيير في السلوك وتضمين تحولات في فهم الطلاب/ المعلمين وكيفية إدراكهم لإمكانيات التغيير، وأهمية أن يصبحوا واعين بشكل نقدي لافتراضاتهم وكيفية تأثيرها على تصوراتهم وأفعالهم في العالم، وأيضاً قام البرنامج المقترح في التغيرات المناخية بالتركيز على التفكير النقدي والمداولات الجماعية ودعم ترسيخ التعلم في الممارسة العملية حتى اكتسب الطلاب المعلمين قدرة تحويلية مكنتهم من فحص أفكارهم وطرح الأسئلة ومراجعة الكثير مما اعتبره أمرا مفروغا منه، وقاموا بإعادة تقييم بنية الافتراضات والتوقعات التي تشكل الفكر والشعور والعمل التي تشمل المكونات المعرفية والاجتماعية والأخلاقية والعاطفية، الأمر الذي أدى إلى نمو كبير في كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب/المعلمين "عينة البحث".

كما أن هذه النتيجة قد تُعزى إلى أن تطبيق مبادئ وخطوات التعلم التحويلي في البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قد يكون فعالًا في تحفيز الطلاب/ المعلمين "عينة البحث" على فهم المفاهيم والتحديات المرتبطة بتغير المناخ وتحفيزهم على اتخاذ إجراءات إيجابية. حيث أثارة فضولهم نحو التغيرات المناخية كقضية علمية من خلال مقدمات ملهمة وأسئلة مفتوحة تشجع على التفكير، وتم تشجيع المناقشات الجماعية حول ما يعرفه الطلاب/ المعلمين حول تغير المناخ والتأثيرات المحتملة. كما تم تقديم مواد تعليمية متنوعة ومصادر تعلم متعددة للطلاب/ المعلمين لتحليلها، مثل البيانات العلمية، ودراسات الحالة، والأخبار، والأفلام الوثائقية. إلى جانب تنظيم أنشطة تشجع على التفاعل والتعاون بين الطلاب منها ورش العمل، وتقديم تصور لمشاريع عملية تتعلق بتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة أو استدامة البيئة التي حفزتهم على توليد الأفكار وطرح رؤى مستقبلية وبناء الحوارات المثمرة حول كيفية التكيف أو التخفيف من أثار التغيرات المناخية والعمل على استدامة البيئة. وأيضًا تنفيذ البرنامج المقترح في التغيرات المناخية القائم على مبادئ التعلم التحويلي ربما قد سمح للطلاب/ المعلمين بدراسة موضوعات البرنامج من زوايا متعددة وطور مهارات التفكير النقدي والحلول الإبداعية لديهم في مواجهة هذا التحدي العالمي المهم. وشجع الطلاب/ المعلمين "عينة البحث" على اكتساب المعرفة والمهارات والقيم التي تدعم العمل المستدام وتحمل المسئولية عند مواجهة التحديات الحالية والمستقبلية. الأمر الذي أدى إلى تحسن كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب/ المعلمين "عينة البحث".

وترى الباحثة أن الخطوات العشر للتعلم التحويلي قد ساعدت الطلاب/ المعلمين "عينة البحث" على إدراك أن الاختلافات في الأفكار والقيم بين الأفراد موجود، وهذه الاختلافات يمكن أن تساعد أو تعرقل التعلم. كما أن ادراكهم أن الافتراضات النموذجية والسببية والتعليمية التي يتبنونها وربما يتساءلون عما إذا كانت صحيحة أم

لا. ويمكن أن تؤدي الخطوة المتمثلة في إدراك الطلاب/ المعلمون بأنهم يتمسكون بآراء راسخة عن العالم إلى خطوات لاحقة ليست مطلوبة فقط لتغيير الافتراضات غير الصحيحة، ولكن أيضًا لتغيير السلوك القائم عليها. كما أن توفير الفرص لإعادة النظر في نظرتهم للعالم ونقد الافتراضات التي تكمن وراء هذا الرأي. إذا قرروا أن بعض هذه الافتراضات غير صحيحة، فلديهم إمكانية تغيير معتقداتهم وسلوكهم. وإذا تغير عدد كافٍ من الأفراد داخل مجال ما، فإن المجال نفسه لديه فرصة للتغيير. ومثل هذه الإجراءات يمكن أن تكون بمثابة محفز، حيث تسلط الضوء على جوانب معينة من الكفاءات وتوفر التوجيه بشأن أين وكيف يمكن تطويرها بشكل أكبر. الأمر الذي أدى إلى تحسن كفاءات التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين بشعبة الفيزياء "عينة البحث".

النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث وهو:

ما فاعلية البرنامج المقترح في التغيرات المناخية قائم على التعلم التحويلي عند اعتبار التأثير الأساسي الناتج عن اختلاف مركز الضبط (الداخلي/ الخارجي) في تنمية كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء؟

يوضح جدول (٢) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد عينة البحث في المجموعتين التجريبيتين (مركز الضبط الداخلي/ مركز الضبط الخارجي) في اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة.

جدول (3) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لمجموعتي البحث (داخلي/ خارجي) (النهاية العظمى = ٦٠ درجة)

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
مركز الضبط الداخلي	٢٢	56.8	5.37	4.18	2.08	دالة عند 0.05
مركز الضبط الخارجي	٢٢	48.6	7.41			

يتضح من جدول (3) أن قيمة (ت) دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية 42 وهي (٢.٠٨)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً بين درجات الطلاب/ المعلمين بالمجموعة التجريبية الأولى (ذوي مركز التحكم الداخلي) وبالمجموعة التجريبية الثانية (ذوي مركز التحكم الخارجي) في اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة عند مستوى دلالة (0.05)، لصالح المجموعة التجريبية الأولى (الطلاب/المعلمين ذوي مركز الضبط الداخلي)، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة من حيث وجود فرق دال إحصائياً وعبرت عنه في الفرض الثاني.

ويمكن تفسير هذه النتيجة على أن الطلاب/ المعلمين ذوي مركز الضبط الداخلي عادة يتحمسون لتحقيق أهدافهم ويتحملون مسئولية تعلمهم، بينما الطلاب/ المعلمين ذوي مركز الضبط الخارجي قد يكونون أقل ميلاً للاجتهاد والتحفيز الشخصي، وقد يعزون تجاربهم إلى عوامل خارجية؛ الأمر الذي أدى إلى تفوق الطلاب/ المعلمين ذوي مركز الضبط الداخلي في تحسين كفاءات تحقيق التنمية المستدامة عن الطلاب/ المعلمين ذوي مركز الضبط الخارجي.

وإذا ما أخذ في الحسبان أن الطلاب/ المعلمين "عينة البحث" لديهم مزيج من خصائص مركز الضبط الداخلي والخارجي، وتتغير هذه النسب بمرور الوقت ومع المرور بالخبرات المتنوعة؛ فإنه يمكن تفسير هذه النتيجة بأن الوقت المخصص لتنفيذ البرنامج المقترح في التغيرات المناخية لم يكن كافٍ للطلاب المعلمين ذوي الضبط الخارجي لتقليل الفارق بينهم وبين الطلاب المعلمين ذوي مركز الضبط الداخلي في درجات اختبار كفاءات تحقيق التنمية المستدامة، وفي الوقت ذاته ساهم الطلاب المعلمين ذوي مركز الضبط الداخلي بشكل فعال وأظهروا معارف ومهارات وسلوكيات يمكن أن تكون أكثر استجابة في اكتساب كفاءات تحقيق التنمية المستدامة. الأمر الذي أدى إلى نمو كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لدى الطلاب المعلمين ذوي مركز الضبط الداخلي بمستوى أفضل من مستوى النمو الذي حققه الطلاب المعلمين ذوي مركز الضبط الخارجي.

كما ترجع هذه النتيجة إلى أن الطلاب/ المعلمين ذوي مركز الضبط الداخلي غالبًا ما يكونون متحمسين للمشاركة في العمل الجماعي وتبادل الأفكار والمساهمة في المبادرات، هذا إلى جانب أنهم غالباً ما يكونون متفائلين بشأن القدرة على تحقيق التغيير وإحداث تأثير إيجابي، وهذا يمكن أن يكون له تأثير كبير على تحسن كفاءات تحقيق التنمية المستدامة لديهم بدرجة أكبر من الطلاب/ المعلمين ذوي مركز الضبط الخارجي.

التوصيات والمقترحات

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث الحالي، فإنه يمكن تقديم التوصيات الآتية:

- تضمين برنامج إعداد معلم العلوم بصفة عامة ومعلم الفيزياء بصفة خاصة لقضية التغيرات المناخية وأثارها وكيفية التكيف معها والتقليل من حدتها.
- تبني نظرية التعلم التحويلي استنادًا إلى افتراض أن التغيير المجتمعي نحو الاستدامة لا يتطلب التقدم العلمي والتكنولوجي فحسب، بل يتطلب أيضًا تغييرات

اجتماعية وثقافية عميقة، والتأكيد على أن التعلم والتغيير يرتكزان على الممارسة وأن التعلم التحويلي هو عملية فحص واستجواب ومراجعة أطر المراجع ووجهات النظر.

- تحفيز الطلاب/ المعلمين ليصبحوا أكثر من مجرد مستهلكين للمعرفة، والاستفادة بمبادئ التعلم التحويلي في برامج إعدادهم لتطوير قدراتهم في تطبيق وتعميق المعارف والمهارات والقيم المكتسبة وتحويلها إلى سلوك.
- الاهتمام بتكامل كفاءات تحقيق التنمية المستدامة (كفاءة التفكير المنظومي، الكفاءة الاستباقية، الكفاءة المعيارية، الكفاءة الاستراتيجية، الكفاءة الشخصية/ التعاونية، الكفاءة الشخصية الداخلية، كفاءة التنفيذ، كفاءة التكامل) في محتوى المقررات المرتبطة في برامج إعداد الطلاب/ المعلمين بشعبة الفيزياء وتنميتها لديهم بشكل متكامل.
- توعية الطلاب/ المعلمين بأن مسؤولية اكتساب كفاءات تحقيق التنمية المستدامة ترجع في جزء كبير منها إلى جهدهم وعملهم وقدراتهم.

وفي ضوء نتائج هذا البحث، تقترح الباحثة إجراء الدراسات التالية:

- دراسة فاعلية برنامج التغيرات المناخية القائم على التعلم التحويلي في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى الطلاب المعلمين بالشعب العلمية.
- إجراء دراسة مماثلة على عينة من الطلاب المعلمين بالشعب الأدبية.

المراجع:

- أبوزيد، أماني محمد عبد الحميد (٢٠٢٣). برنامج للفيزياء البيولوجية Biophysicsقائم على مدخل التصميم المتمحور حول الانسان (HCD) لتنمية بعض مفاهيم التغير المناخي وتنمية مهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم STEAM المعلمين بكلية التربية، مجلة كلية التربية، أسيوط، المجلد ٣٩، العدد السادس– الجزء الثاني، يونيو، ٣٥–٨٦

- أحمد، صلاح أحمد محمد، والانصاري، حنان أحمد محمد حسن (٢٠١٢). مركز الضبط (داخلي – خارجي) وعلاقته بالتحصيل الأكاديمي لطلاب كلية التربية بجامعة كسلا، مجلة جامعة كسلا، العدد الثاني، ٧-٢٠.
- آل ملوذ، حصة محمد عامر (٢٠١٩). أثر التعلم التحويلي في تنمية مهارات المعالجة الذهنية المعرفية والاستقلال الذاتي لدى طالبات كلية التربية بجامعة الملك خالد، مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، المجلد ٢٧، العدد الثاني، ٩٩ :١٢١.
- الأنصاري، وداد بنت مصلح بن وكيل (٢٠٢١). بناء برنامج تعليمي مقترح قائم على التغيرات المناخية في مقرر الجغرافيا وقياس فاعليته في تنمية التحصيل المعرفي للمفاهيم المناخية والوعي المناخي لدى طالبات المستوى الخامس الثانوي في مدينة مكة المكرمة .مجلة العلوم النفسية والتربوية، المجلد ٧، العدد ٤ ،١٩٣-٢٢٨.
- تفيدة سيد أحمد الغانم (٢٠٢٠). الأبعاد التنموية لتدريب المعلمين على التعليم في مجال التغير المناخي في إطار المدرسة الشاملة لمواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين. مجلة التربية العلمية. أكتوبر. مجلد ٢٣ العدد ٦ ،٤١ – ٧٠.
- سعيد، هبة الله حلمي عبد الفتاح (٢٠٢١). فاعلية برنامج مقترح في التاريخ قائم على التعلم التحويلي لتنمية مهارات التفكير المستقبلي لدى طالب المرحلة الثانوية، مجلة كلية التربية جامعة عين شمس، المجلد ٤٥، العدد ١، يناير، ٤٥٧ – ٤٩٧
- عبد السلام، مصطفى عبد السلام (٢٠٢٢). دور الثقافة العلمية والبيئية في إعداد أجيال واعية بتغيرات المناخ وأساليب مواجهتها وتحقيق التنمية المستدامة. المؤتمر العلمي الثاني والعشرون التربية العلمية وتغير المناخ، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٣ سبتمبر، ٣٣- ٧٢.

- محمد، أمال ربيع كامل (٢٠٢٢). دور برامج كليات التربية في مواجهة تحديات تغير المناخ "رؤية مستقبلية". المؤتمر العلمي الثاني والعشرون التربية العلمية وتغير المناخ، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٣ سبتمبر، ٧٩ – ٩٢
- المراغي، السيد شحاته (٢٠٢٢). التربية من أجل المناخ والتنمية المستدامة. المؤتمر العلمي الثاني والعشرون التربية العلمية وتغير المناخ، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٣ سبتمبر، ٢٤ – ٣٢
- الميهي، رجب السيد (٢٠٠٣). أثر اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التعليمية في نموذج تدريسي مقترح قائم على المستحدثات التكنولوجية والنظرية البنائية على التحصيل وتنمية مهارات قراءة الصور والتفكير الابتكاري في العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية ذوي مركز التحكم الداخلي والخارجي، المجلة المصرية للتربية العلمية، المجلد ٦ ، العدد ٤، ١– ٤٤
- وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية (٢٠٢٢). رؤية مصر ٢٠٢٠ – ٢٠٣٠ الأجندة الوطنية للتنمية المستدامة المحدثة رؤية مصر ٢٠٣٠ https://mped.gov.eg/files/egypt2030.pdf
- Aceska, N.; Nikoloski, D. The Role of Teachers' Competencies in Education for Sustainable Development. In Proceedings of the International Balkan and Near Eastern Social Sciences Conference Series, Ohrid, North Macedonia, 28–29 October 2017.
- Alm K, Beery T H, Eiblmeier D and Fahmy T 2022 Students' learning sustainability – implicit, explicit or non-existent: a case study approach on students' key competencies addressing the SDGs in HEI program Int. J. Sustain. High. Educ. 23 60–84
- Badara, Ioana Alexandra, "Using Transformative Learning Theory to Investigate Ways to Enrich University Teaching: Focus on the Implementation of Student-Centered Teaching in Large Introductory Science Courses. " PhD diss., University of Tennessee, Knoxville. 2011.

- Baggen, Y., Kampen, J. K., Naia, A., Biemans, H. J. A. A., Lans, T., & Mulder, M. (2017). Development and application of the opportunity identification competence assessment test (OICAT) in higher education. Innovations in Education and Teaching International, 55(6), 1–11.
- Baumgartner L. M. (2012). Mezirow's theory transformative learning from 1975 to present. In Taylor E. W., Cranton P. (Eds.). *Handbook of transformative learning: Theory, research, and practice* (pp. 99–115). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Beach, Richard, (2022) A Pedagogical Framework for Preparing Teachers to Teach About the Climate Crisis. Available at: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4017592
- Beach, Richard, (2023) Addressing the Challenges of Preparing Teachers to Teach about the Climate Crisis, The Teacher Educator
  DOI: 10.1080/08878730.2023.2175401
- Boström, M., et al. (2018). Conditions for Transformative Learning for Sustainable Development: A Theoretical Review and Approach, Sustainability, 10(12), 4479
- Brandt, J., Barth, M., Hale, A.E., & Merritt, E.G. (2022). Developing ESD-specific professional action competence for teachers: knowledge, skills, and attitudes in implementing ESD at the school level. Environmental Education Research, 28, 1691 - 1729.
- Brandt, J., Bürgener, L., Barth, M., & Redman, A. (2019). Becoming a competent teacher in education for sustainable development. International Journal of Sustainability in Higher Education. vol. 20 no. 4, 630 – 653.
- Breslyn, W., & McGinnis, J. T. (2019). Investigating preservice elementary science teachers' understanding of climate change from a computational thinking systems perspective. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 15(6), em1696.
- Brinson, S. (2021) The 10 phases of Mezirow's transformational learning theory.

https://www.diygenius.com/transformational-learning/

- Brundiers, K., Barth, M., Bernat, G.C., Choen, M., Diaz, L., Dripps, W., Hbaron, G., Harre, N., Jarchow, M., Losch, K., Michel, J., Mochizuki, Y., Doucette-Remington, S., Rieckmann, M., Parnell, R., Walker, P., Zint, M., 2020. Key Competencies in Sustainability in Higher Education – Towards an Agreed-upon Reference Framework. Sustainability Science, 17.
- Cebrián, G. (2019). Assessment of sustainability competencies: A literature review and future pathways for ESD research and practice. Entral Eur. Rev. Econ. Manag. 3, 19–44.
- Cebrián, G., Pascual, D., & Moraleda, Á. (2019). Perception of sustainability competencies amongst Spanish pre-service secondary school teachers. International Journal of Sustainability in Higher Education, 20(7), 1171–1190.
- Cebrian-Robles, D., Espana-Ramos, E., Reis, P. (2021). Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of videos. International Journal of Science Education.
- Christie, Michael; Carey, Michael; Robertson, Ann; Grainger, Peter (2015). Putting transformative learning theory into practice. Australian Journal of Adult Learning Volume 55, Number 1, April, 9-30.
- Dirkx, J. M. (2008). Transformative learning and the journey of individuation. Adult Learning, 19(3-4), 6–12.
- Dix, M. (2016). The Cognitive Spectrum of Transformative Learning. Journal of Transformative Education, 14(2), 139–162.
- Dlouhá, J.; Heras, R.; Mulà, I.; Salgado, F.; Laura, H. Competences to Address SDGs in Higher Education. A Reflection on the Equilibrium between Systemic and Personal Approaches to Achieve Transformative Action. Sustainability 2019, 11, 3664.
- Evans, N. S., Stevenson, R. B., Lasen, M., Ferreira, J.-A., & Davis, J. (2017). Approaches to embedding sustainability in

teacher education: A synthesis of literature. Teaching and Teacher Education, 63, 405–417.

- Fleming, Ted (2018): Mezirow and the theory of transformative Learning www.gigabbal.coon chap ter/mezirow-and-the theory-of-transformative-learning.
- García, M.R, Junyent, M. & Fonolleda, M. (2017). How to assess professional competencies in Education for Sustainability? An approach from a perspective of complexity. International Journal of Sustainability in Higher Education, 18(5), 772-797.
- Glasser, H.; Hirsh, J. Toward the development of robust learning for sustainability core competencies. Sustainability 2016, 9, 121–134.
- Hannah, A. L., & Rhubart, D. C. (2020). Teacher perceptions of state standards and climate change pedagogy: Opportunities and barriers for implementing consensus-informed instruction on climate change. Climatic Change, 158(3-4), 377–392.
- Hestness, E., McDonald, R. C., Breslyn, W., McGinnis, J. R., & Mouza, C. (2014). Science teacher professional development in climate change education informed by the Next Generation Science Standards. Journal of Geoscience Education, 62(3), 319-329
- Hogan, D., & O'Flaherty, J. (2021). Addressing education for sustainable development in the teaching of science: The case of a biological sciences teacher education program. Sustainability, 13(21), 12028.
- Hosun Kang & Jasmine McBeath Nation (2022): Transforming Science Learning Framework: Translating an Equity Commitment into Action through Co-Design, Journal of Science Teacher Education
- Imara, K., & Altınay, F. (2021). Integrating Education for Sustainable Development Competencies in Teacher Education. Sustainability. Vol. 13
- Irwin, R. (2020). Climate change and education. Educational Philosophy and Theory, 52(5), 492-507.

- Jeong, J. S., González-Gómez, D., Conde-Núñez, M. C., Sánchez-Cepeda, J., S., & Yllana-Prieto, F. (2021) . Improving climate change awareness of preservice teachers (PTs) through a university science learning environment. Education Sciences, 11(2), 78.
- Johnson, K. & Olanoff, D. (June 2020). Using transformative learning theory to help prospective teachers learn mathematics that they already "know". In A. Appova, R. M. Welder, and Z. Feldman, (Eds.), Supporting Mathematics Teacher Educators' Knowledge and Practices for Teaching Content to Prospective (Grades K-8) Teachers. Special Issue: The Mathematics Enthusiast, ISSN 1551-3440, vol. 17, nos. 2 & 3, pp. 725–769. Scholar Works: University of Montana.
- Kalsoom, Q. & Khanam, A. (2017). Inquiry into Sustainability Issues by Preservice Teachers: A Pedagogy to Enhance Sustainability Consciousness. Journal of Cleaner Production. 164.
- Levy, M. A., Lubell, M. N., & McRoberts, N. (2018). The structure of mental models of sustainable agriculture. Nature Sustainability, 1(8), 413–420.
- Magnus Boström, Erik Andersson, Monika Berg, Karin Gustafsson, Eva Gustavsson, Erik Hysing Maies Michelle (2017): Transformative learning, inactivism and affectedly, studies in philosophy and education, v36, n2, pp 197- 216.
- Mahaffy, P. G., Holme, T. A., Martin-Visscher, L., Martin, B. E., Versprille, A., Kirchhoff, M., McKenzie, L., & Towns, M. (2017). Beyond ``Inert{''} Ideas to Teaching General Chemistry from Rich Contexts: Visualizing the Chemistry of Climate Change (VC3). Journal of Chemical Education, 94(8), 1027– 1035.
- Maiese, Michelle. (2017). Transformative Learning, Inactivism, and Affectivity. Studies in Philosophy and Education. 36. 10.
- Malhi Y, Franklin J, Seddon N, Solan M, Turner MG, Field CB, Knowlton N. 2020 Climate change and ecosystems:

threats, opportunities, and solutions. Phil. Trans. R. Soc. B 375: 20190104.

- Mezirow, J. (1997) Transformative Learning: Theory to Practice, New Directions for Adult and Continuing Education, 74, 5-12.
- Mezirow, J. (2000). Learning to think like an adult: Core concepts of transformation theory. In J. Mezirow & Associates (Eds.), Learning as transformation: Critical perspectives on a theory in progress (pp. 3–33). San Francisco: Jossey-Bass.
- Mezirow, J. (2003). Transformative learning as discourse. Journal of Transformative Education, 1(1), 58-63.
- Mezirow, J. (2009). Transformative learning theory. In J. Mezirow, Taylor, E., and Associates (Ed.), Transformative learning in practice. Insights from community, workplace, and higher education. San Francisco: Jossey-Bass.
- Miléř, Tomáš; Hollan, Jan & Svobodová, Jindřiška. Climate Change Education for Physics Teachers. Proceedings ICPE-EPEC 2013 conference, August 5-9, 2013, Prague, Czech Republic, p. 561-569
- Mulvey, B. K., & Johnson, C. C. (2021). Supporting preservice teachers in developing socio-scientific issues pedagogy. Journal of Science Teacher Education, 32(2), 205-224
- National Academy of Sciences & The Royal Society (2020). Climate Change: Evidence and Causes: updated 2020, US
- National Research Council (2015). Climate Intervention: Reflecting Sunlight to Cool Earth. Washington, DC: National Academies Press.
- Nießen, D., Schmidt, I., Groskurth, K., Rammstedt, B., & Lechner, C. M. (2022). The Internal–External Locus of Control Short Scale–4 (IE-4): A comprehensive validation of the English-language adaptation. PLoS ONE, 17(7): e0271289.
- Ojala, M. (2017). Hope and anticipation in education for a sustainable future. Futures, 94, 76–84.
- Oppenheimer, M., & Anttila-Hughes, J. K. (2016). The Science of Climate Change. The Future of Children, 26(1), 11–30.

- R. W. Kates, W. R. Travis, and T. J. Wilbanks, (2012). Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient, Proc. Natl. Acad. Sci., p. 201115521, Apr.
- Rauch, F., & Steiner, R. (2013). Competences for Education for Sustainable Development in Teacher Education. Center for Educational Policy Studies Journal. 3(1), 9-24.
- Redman, Aaron. (2020). Assessing the Development of Key Competencies in Sustainability, Arizona State University, ProQuest Dissertations Publishing
- Şahin, Mehmet & Dogantay, Hidayet (2018). Critical Thinking and Transformative Learning, Journal of Innovation in Psychology, Education and Didactics Vol. 22, No. 1, pp 103 – 114
- Schnepfleitner, F.M. & Ferreira, M.P. (2021). Transformative learning theory – is it time to add a fourth core element? Journal of Educational Studies and Multidisciplinary Approaches (JESMA), 1(1), 40-49.
- Scott, William (2018). The role of Mezirow's ten phases of transformative learning in the development of Goal leaders, pro guest LLC Pepperdine University, p 231.
- Shepherd S, Owen D, Fitch TJ, Marshall JL. Locus of control and academic achievement in high school students. Psychological Reports. 2006;98(2): 318–322.
- Sjo¨stro¨m, J. (2018). Science teacher identity and eco-transformation of science education: comparing Western modernism with Confucianism and reflexive Bildung. Cultural Studies of Science Education. 13:147–161
- Taylor E. W., Cranton P. (2013). A theory in progress? Issues in transformative learning theory. *European Journal for Research on the Education and Learning of Adults*, 1, 33–47.
- Taylor, E. W., & Laros, A. (2014). Researching the practice of fostering transformative learning: lessons learned from the study of andragogy. Journal of Transformative Education, 12(2), 134–147.

- UNESCO (2015) Education by 2030: Incheon Declaration and Framework for Action (In Arabic), Paris, France. P 2-5.
- UNESCO. Global Citizenship Education: Topics and Learning Objectives. 2015. Available online: https: //unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232993
- UNESCO. (2017). Education for sustainable Development Goals. In The Global Education 2030 Agenda, Objectives Learning. Available online: https://www.unesco.de/fileadmin/medien/Dokumente/Bibliothek/unesco_education_for_sustainable_development_goals.pdf
- UNESCO (2022) Climate change education, Education is crucial to promote climate action, https://www-unescoorg.translate.goog/en/education/ climate-change? sustainabledevelopment/
- Weimer M. (2012). Learner-centered teaching and transformative learning. In Taylor E. W., Cranton P. (Eds.), Handbook of transformative learning: Theory, research, and practice (pp. 439–454). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Wiek, A.; Bernstein, M.J.; Foley, R.W.; Cohen, M.; Forrest, N.; Kuzdas, C.; Kay, B.; Withycombe Keeler, L. Operationalizing competencies in higher education for sustainable development. In Routledge Handbook of Higher Education for Sustainable Development; Routledge: London, UK, 2015; pp. 241–260.
- Winter, V.; Kranz, J.; Möller, A. Climate Change Education Challenges from Two Different Perspectives of Change Agents: Perceptions of School Students and Pre-Service Teachers. Sustainability 2022, 14, 6081.
- Yacek, Douglas (2020): Should education be Transformative, Journal of Moral education, v49, n2, pp 257 – 274
- Yantis, Leannjanette (2018): A Descriptive study of how Transformational learning active influence millennial students, proudest LLC Ed.D Grand Canyon University.