مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد السابع والعشرون - المجلد السادس - علم النفس - نيسان 2026م
doi.org/10.52866/esj.2026.06.27.03

برنامج تدريبي على وفق منحى القضايا العلمية المجتمعية لمدرسي الكيمياء واثره على التفكير الأخضر المستدام لطلبتهم

م .م. بسام خليل إبراهيم ، أ.د. بسمه محمد احمد العاني

مستخلص:

يهدف البحث إلى بناء برنامج تدريبي لمدرسي مادة الكيمياء وفق منحى القضايا العلمية المجتمع (SSI) ، والكشف عن أثره في تنمية التفكير الأخضر المستدام لدى طلبة الصف الخامس العلمي. جرى اعتماد المنهج التجريبي ذي الضبط الجزئي، بتصميم المجموعتين التجريبية والضابطة وتألفت عينة المدرسين من (20) من مدرسي الكيمياء اختيرت عشوائيًا بواقع (10) في كل مجموعة احدهما خضعت للبرنامج التدريبي والأخرى لم تخضع له ، اما عينة الطلبة كانت (200) طالب وطالبة، بواقع (100) طالب لكل مجموعة. جرى إعداد برنامج تدريبي وفق نموذج ADDIE، استمر لمدة (10) أيام وبواقع (20) جلسة تدريبية، اما أداة البحث كانت اختبار التفكير الأخضر المستدام من نوع الأختيار من متعدد تألف من (40) فقرة توزعت على أربعة أبعاد هي « التفكير المنظومي، والتفكير الاستراتيجي، والتفكير المستقبلي، والتفكير القيمي». تم التأكد من صدقه وثباته ، أظهرت النتائج الأحصائية وجود فرق دال احصائيا لمصلحة طلبة مدرسي المجموعة التجريبية مقارنة بطلبة مجموعة المدرسين الذين لم يخضعوا للتدريب وبحجم االثر كبيرًا جدًا في جميع أبعاد الأختبار واوصى البحث بضرورة تدريب مدرسي الكيمياء على وفق منحى القضايا العلمية المجتمعية لتحسين التفكير الأخضر المستدام للطلبة .

الكلمات المفتاحية: القضايا العلمية المجتمعية (SSI) ، البرنامج التدريبي، التفكير الأخضر المستدام، التنمية المستدامة، علم الكيمياء .

Abstract:

The study aims to develop a training program for chemistry teachers based on the Socio-Scientific Issues (SSI) approach and to examine its effect on enhancing sustainable green thinking among fifth-grade science students. A quasi-experimental design was employed, involving an experimental group and a control group. The sample of teachers consisted of (20) chemistry teachers, randomly selected, with (10) teachers in each group—one group received the training program while the other did not. The student sample included (200) students, with (100) students in each group.

A training program was developed according to the ADDIE model, lasting (10) days and comprising (20) training sessions. The research instrument was a multiple-choice Sustainable Green Thinking Test, consisting of (40) items distributed across four dimensions: systemic thinking, strategic thinking, future-oriented thinking, and value-based thinking. The validity and reliability of the test were confirmed.

Statistical results indicated a significant difference in favor of students whose teachers participated in the training program compared to those whose teachers did not, with a very large effect size across all test dimensions. The study recommends the necessity of training chemistry teachers according to the SSI approach to enhance students' sustainable green thinking.

Keywords: Socio-Scientific Issues (SSI), training program, sustainable green thinking, sustainable development, chemistry.

مشكلة البحث:

Problem of the Research

توجد العديد من القضايا العلمية المجتمعية مضمنة في كتب الكيمياء في المرحلة الثانوية، كالموضوعات المتعلقة بالبوليمرات والإشعاع الكهرومغناطيسي او الصناعات الغذائية، ومعالجة مياه الصرف، وتغير المناخ، وغيرها من الموضوعات التي تمس جوانب معينة من التنمية الوطنية وغيرها إلا أنه من الملاحظ هيمنة تدريس المعارف والمعلومات الكيميائية والتدريس بطريقة لا تتوافق دائما مع التعليم الثانوي فمعظم مدرسي الكيمياء ينقصهم التأكيد على الصلة بين المعرفة الكيميائية والممارسة المجتمعية، مما يضعف قدرة الطالب على استخدام فهمه للعلم بما يسهم في اتخاذ القرارات الواعية، والمتوازنة حول تلك القضايا العلمية المجتمعية. اذ ان معظم مدرسي الكيمياء ينقصهم طريقة إيصال المعرفة القائمة على التفكير الأخضر المستدام القائم على الإدراك الصحيح لقضايا البيئة وتحدياتها، بما يؤسس رصيد ثري من الخبرات والمعلومات في مجال البيئة والاستدامة للطلبة ويتلاءم مع قدراتهم العقلية وطبيعة المادة الدراسية، وربما يكون ذلك بان مدرس الكيمياء تنقصه هو ذاته المعرفة بهذه القضايا، او الاستراتيجيات الاحترافية اللازمة لتدريسها وتشجيع الطلبة على استخدام نهج التفكير الأخضر المستدام في الأنشطة، وعند مراجعة برامج التنمية المهنية التي يتلقاها مدرسي الكيمياء في أثناء الخدمة لم نجد ما يشير الى اعتماد مراكز الاعداد والتدريب في المديريات العامة للتربية في بغداد في جانبي الكرخ والرصافة على حد سواء للقضايا العلمية المجتمعية، وجرى التوصل الى هذه المشكلة من الخبرة في في مجال التدريس والإدارة المدرسية والإشراف الاختصاص، فضلا عن الاستماع لآراء بعض الزملاء من المشرفين والمختصين في مجال الإعداد والتدريب وجرى تعزيز مشكلة البحث بتقديم استبانة لاستطلاع آراء عينة من مدرسي الكيمياء تألفت من (14) مدرساً ومدرسه، في المدارس الثانوية التابعة لمديرية تربية بغداد الكرخ الثالثة من العام الدراسي (2023-2024)، تألفت العديد من الأسئلة التي تكشف عن اهتمام مدرسي الكيمياء بالتفكير الأخضر المستدام للطالب او الالتحاق بالبرامج التدريبية التي تحقق هذا الغرض وتبين ان (86٪) من مدرسي مادة الكيمياء ليس لديهم معرفة مسبقة بمنحى القضايا العلمية المجتمعية ، وان (100٪) من العينة لم يشاركوا في برامج تدريبية وفق هذا المنحى كما ان (79 ٪) من العينة اكدوا بان الطلاب لم يشتركوا في أنشطة التفكير الأخضر المستدام لذلك تحددت مشكلة البحث في الإجابة عن السؤال الاتي: «ما اثر برنامج تدريبي على وفق منحى القضايا العلمية المجتمعية على التفكير الأخضر المستدام لطلبتهم ؟ .

أهمية البحث : Importance of the Research

يعد التدريب عملية ذات وجهين، أحدهما يتضمن الإعداد قبل الخدمة والآخر التدريب في أثناء الخدمة الذي يعد أمراً في غاية الأهمية؛ نتيجة التسارع المعرفي في المجالات العلمية والتكنولوجية ووسائل الاتصال، وطرائق وأساليب التعلم وتقنياتها، كما تبرز أهمية تدريب المدرس في اثناء الخدمة بعدم كفاية برامج إعداده قبل التحاقه بالخدمة، لتمكينه من الأدوار المتجددة وتحسين أدائه، لمواصلة النمو المعرفي مدى الحياة (الأحمد، 2005،

27)، واكد (الشرعة،2014) «ان أهمية التدريب تكمن في تطوير مهارات المدرس وتجديد معلوماته عن طريق الأطلاع على كل ما هو جديد في مجال المهنة من طرائق وأساليب واستراتيجيات تدريس» (الشرعة، 2014 ،23)، اما (حمد وجلوب، 2020) فقد اكدا «ان التدريب يسهم في زيادة الكفاءة والإنتاجية الإبداعية للمدرس المتدرب وتطوير أدائه المهني وتأهيله وتحسين قدراته داخل النظام التعليمي وخارجه، والنهوض بالعملية التعليمية بشكل أفضل نوعياً وكمياً فضل عن وإكسابه الاتجاهات الإيجابية تجاه مهنته مما يؤدي الى زيادة إنتاجيته في العمل». (حمد وجلوب، 2020 ،420)، اذ يُعد إعداد المدرس وتطوير أدائه المهني من أساسيات تحسين التعليم، ويتم ذلك عن طريق إكسابه المهارات الأكاديمية أو تمكينه من تطبيق الاستراتيجيات التدريسية التي يحتاجها في البرامج التدريبية (شرقي، 2014: 428).، ويحاول العلم وتطبيقاته إيجاد حلول لما تواجه المجتمعات اليوم وبشكل مستمر من قضايا تتعلق بالحياة والبيئة، إلا أنه في الوقت ذاته يؤدى العلم إلى ظهور قضايا اجتماعية أخرى تثير مزيداً من الجدل والخلاف بين أفراد المجتمع. (Kolst 2006:p1690)، لذلك ظهر اتجاه القضايا العلمية المجتمعية (SSI) ويتضمن هذا الأتجاه الموضوعات العلمية المثيرة للجدل في الحياة اليومية، والتي يتطلب فهمها والتوصل إلى قرارات بشأنها الاندماج في حوار ومناقشة علمية حولها، فضلا عن درجة من التفكير الأخلاقي وتقييم المخاوف المرتبطة بها :(Zeidler et al.,2005 p360) ويؤدي علم الكيمياء بوصفه علما مركزيا ونشاطا إنسانيا دورا مهما في كل المجالات، سواء في داخل جسم الإنسان مثل التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلايا ، اوخارجه مثل تطوير المنتجات، وتوافر الخامات والصناعات بمختلف أنواعها، مثل: الصناعات الغذائية، وصناعة المنظفات والدهانات، والأصباغ، والعطور، وصناعة الأدوية والعقاقير، والنسيج والملابس، وصناعة الأسلحة والطب والزراعة والتكنولوجيا الحيوية والبيئة وغيرها (Zoller, 1990 ; p878) ، بمعنى ان علم الكيمياء يتقاطع مع العديد من الجوانب، تتمثل بالجانب الأكاديمي من حيث علاقته بالعلوم الأخرى اوالصناعات الكيميائية والمستخدمون النهائيون والمستهلكون للمنتجات الكيميائية. والقطاع العام بما في ذلك الهيئات الوطنية والدولية المكلفة بالحوكمة وتنظيم استخدام المواد الكيميائية. (Mehlich et al., 2017: p 1210–1211) وتمثل القضايا العلمية المجتمعية، مشكلات غير محسومة وبدون حلول واضحة ولديها حلول متعددة مقبولة ظاهرياً.. ويركز سياق القضايا العلمية المجتمعية (SSI) على تمكين الطلبة من اتخاذ قرارات على أساس علمي لتعكس شخصياتهم والمبادئ الأخلاقية والصفات الحميدة التي تقود حياتهم، آخذين العالم الطبيعي والاجتماعي من حولهم، فهي تعتني بالأبعاد الأخلاقية للعلوم والمنطق الأخلاقي والنمو العاطفي للطلاب. (p513-536:2004 Sadler) وتكمن أهمية تدريس سياقات القضايا العلمية المجتمعية في التدريس من انها تسهم في بناء الإطار المفاهيمي للتعليم فهي توفر إطارا مفاهيميا يوحد التوجهات المعرفية متعددة الرؤى للطلبة، (Zeidler & Nichols, 2009: 53)، وتحسين مخرجات تعليم العلوم فهي تعزز قدرات الطالب على التفكير النقدي، ونقل معرفة المحتوى إلى مشكلة حقيقية واتخاذ القرار والتواصل العلمي،

(Chang Rundgren, SN. & Rundgren, 2010:19)، مع تعزيز الحس الأخلاقي والقيم الإنسانية اذ تعد وسيلة لتنمية الشخصية والقيم للطالب كمواطن عالمي، نظرا للسمات الإنسانية التي يشتمل عليها هذا النوع من التعليم، (Lee et al., 2013: 2079).

كما ان هذه القضايا تسهم في تطوير الثقافة العلمية ومهارات الحياة التي يشير إلى قدرة الطالب على استخدام المعلومات حول العلوم والتكنولوجيا في اتخاذ القرارات، مما يجعله قادرا على فهم قضايا العلوم الجديدة والناشئة بعد سنوات من انتهاء تعليمه الرسمي (Miller, 2012: p30) وتساعد في فهم المفاهيم العلمية، وتطبيق العلوم في الحياة اليومية، (Ottander & Ekborg, 2012: 1153)، وتدخل الكيمياء في العديد من القضايا المجتمعية، ومن أبرزها التغير المناخي، والصحة والعلوم الطبية، والتلوث البيئي، ومعالجة التلوث الناتج عن الصناعات والمخلفات الكيميائية، ودراسة أساليب إزالة الملوثات ومعالجة المياه، والأغذية والزراعة، والطاقة (الحميدي وحميد، 2020: 101–104). ومن بين أبعاد الاستدامة، تبرز الاستدامة البيئية التي تعني قدرة البيئة على الاستمرار في العمل بصورة صحيحة ومتواصلة وسليمة، بهدف تحقيق الحد الأدنى من الضرر البيئي، وعدم الإضرار برأس مالها الطبيعي. (Morelli, 2011: 23) ويُعزز هذا التوجه ما يدعو إليه التفكير الأخضر المستدام، الذي يعتمد على إشراك الطلبة في التفكير النقدي بالقضايا العلمية المجتمعية، وتدريبهم على اتخاذ قرارات وحلول مدروسة لمشكلات المجتمع. إذ ينظر الطلبة في متطلبات وحدود وقيود وجدوى واستدامة هذه الحلول، ويفكرون تحليليًا في جوانب أفكارهم واقتراحاتهم وعواقبها. وتُعرّف الحلول «الخضراء» بأنها تلك التي تأخذ منظورًا طويل الأمد لحماية النظام البيئي وصحته 2013 (Jessica ,:p1-2)، أن التفكير الأخضر القائم على الإدراك الصحيح لقضايا البيئة وتحدياتها، يؤسس رصيد ثري من الخبرات والمعلومات في مجال البيئة والاستدامة، وينمي الإيجابية وروح المبادرة بالتطبيق العملي للأفكار والحلول المبتكرة، عبر مشروعات يُخطط لها بطريقة استراتيجية سليمة. (البريدي، 2015 : 363)، وأشارت (Getty,2021) بهذا الشأن إلى أن «التفكير الأخضر يهدف إلى إشراك الطالب لاكتشاف المزيد مما يمكنه القيام به حيال بيئاته للمساعدة في بناء مستقبل أكثر إشراقاً واستدامة، (Getty,2021 :p1)، ويتألف التفكير الأخضر من أربعة ابعاد للتفكير منها التفكير «المنظومي، والأستراتيجي، والمستقبلي، والقيمي» فالتفكير المنظومي تبرز أهميته من انه يسهل حل المشكلات المعقدة برؤية كلية وشاملة للمشكلة مما يساعد في تبسيطها وفهم التأثيرات المتعددة والعلاقات المتشابكة، ويمنح الطالب القدرة على فهم شبكة العلاقات الداخلية في البيئة والمجتمع وبالتالي فهم خواص النظام من خلال تفاعل الأجزاء مع بعضها البعض، وينمي مهارات التحليل والتركيب وصولا إلى الإبداع، مما يقوده في تحديد الاستراتيجيات التي تولد أفضل الحلول المستدامة. (الكبيسي، 2010: 86)، وتتمثل مهاراته «إدراك العلاقات المنظومية، تحليل المنظومات، تركيب المنظومات، تقويم المنظومات» (نصر، 2009: 280). اما التفكير الاستراتيجي فهو يعد تفكير تفاؤلي يمكّن الطالب من استشراف المستقبل وتوقع سبل تغييره اعتماداً على المعارف المتاحة، في ظل أجواء تشجع على المشاركة في صناعته (محمد،

2011: 27). فهو يتجلى في العمليات العقلية التي يوظفها الطالب عند تعامله مع المشكلات التي تتطلب قرارات دقيقة، من خلال استحضار الواقع وتحليله بعناية (محمد، 2002: 52)، ويحظى التفكير المستقبلي بأهمية في الجانب التربوي فهو يربط بين الماضي والحاضر مما يساعد الطالب على فهم قدراته وتوجيهها نحو أهداف مستقبلية مخططة وواقعية وبالتالي يُسهم في اتخاذه قرارات مستقبلية بثقة، والتكيّف مع التحديات. (همام، 2014: 441)، ومن مهاراته «التوقع، والتصور، وحل المشكلات المستقبلية» (هاني، 2016: 81). وفي السياق ذاته يُعد التفكير القيمي مكونا أساسيا في بناء الشخصية الإنسانية المتكاملة، فالأخلاق تسهم في بناء شخصية الطالب وهويته، من خلال دورها في توجيه التفكير واتخاذ القرار، فهي تمثل معيارا للحكم على السلوكيات، وتعمل كمرشد للتفكير نحو ما هو صائب ومرضي مجتمعيا فكلما التزم الطالب بالقيم الأخلاقية، انعكس ذلك إيجابا على المجتمع، فيدل على تحضّره وارتقائه، ويُبعده عن السلوكيات السلبية والمظاهر غير المرغوبة (الحميدي وحميد، 2020: 324) وتزداد أهمية هذا التوجه عند ارتباطه بمفهوم الاستدامة الذي يعني تلبية احتياجات الأفراد الحالية دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم، ودون التسبب في إضرار بالبيئة (كمر، 2018: 549).. كما يشمل القدرة على تحديد قيم الاستدامة وتطبيقها في حل المشكلات ومن مهاراته « تحديد المشكلة القيمية، وصف السلوك القيمي، فحص البدائل القيمية، التنبؤ بعواقب البدائل القيمية، اتخاذ القرار القيمي وتبريره» . .(Wiek et al., 2011: 209) ويأمل الباحثون ان يسهم البرنامج التدريبي لمدرسي الكيمياء الى تطوير التفكير الأخضر المستدام عند الطالب .

هدفا البحث: Aims of the Research :

يهدف البحث إلى:

1. بناء برنامج تدريبي لمدرسي مادة الكيمياء على وفق منحى القضايا العلمية المجتمعية.

2. التعرف على إثر تدريب مدرسي مادة الكيمياء على وفق منحى القضايا العلمية والمجتمعية على التفكير الأخضر المستدام لطلبتهم.

فرضيتا البحث: Hypothesis of the Research

1. «لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طلاب المدرسين المشتركين في البرنامج التدريبي على وفق منحى القضايا العلمية المجتمعية ، ومتوسط درجات طلاب المدرسين الذي لم يشتركوا في البرنامج التدريبي على اختبار التفكير الأخضر المستدام ككل».

2. «لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طلاب المدرسين المشتركين في البرنامج التدريبي على وفق منحى القضايا العلمية المجتمعية ، ومتوسط درجات طلاب المدرسين الذي لم يشتركوا في البرنامج التدريبي على اختبار التفكير الأخضر المستدام على كل مهارة من مهاراته».

حدود البحث: Limitation of the Research

1. **الحدود البشرية :**

- مدرسي مادة الكيمياء للصف الخامس العلمي.
- طلبة الصف الخامس العلمي في المدارس الثانوية في محافظة بغداد .

2. **الحدود المكانية** : المديرية العامة لتربية بغداد الكرخ الثالثة / قسم تربية التاجي والطارمية.

3. **الحدود الزمانية** : الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي 2025- 2026 .

تحديد المصطلحات (Definition of Terms)

أولاً: البرنامج التدريبي (Training Program)

• عرفه السعدي (2004): «مجمل الخبرات وأنواع النشاط التي تخطط وتنفذ في سياق معين وخلال مدة زمنية محددة لتحقيق أهداف منشودة» (السعدي، 2004: 131).

• **التعريف الإجرائي للبرنامج التدريبي**: عملية منظمة ومخطط لها تنفذ ضمن مدة زمنية محددة (10 أيام، وبواقع 20 جلسة)، تستهدف مدرسي مادة الكيمياء بهدف تطوير أدائهم التدريسي في توظيف قضايا مجتمعية مثيرة للجدل ذات الصلة بالكيمياء.

ثانياً: القضايا العلمية المجتمعية

(Socioscientific Issues – SSI)

• (Ozden ,2015) : «قضايا معقدة مفتوحة تركز على المحتوى العلمي وبعده الاجتماعي. ، وليست لها حلول محددة، وتظهر في شكل معضلات مثيرة للجدل يواجهها الناس في حياتهم اليومية»(Ozden, 2015: p333)

• **التعريف الإجرائي للقضايا العلمية المجتمعية**: موضوعات أو مشكلات واقعية مثيرة للجدل مرتبطة بمادة الكيمياء وتهم المجتمع وتؤثر فيه، مثل التلوث الناتج عن الصناعات الكيميائية، استخدام المبيدات، المواد الحافظة في الأغذية، النفايات البلاستيكية، والاحتباس الحراري، وتطرح كمواقف تعليمية ضمن برنامج تدريبي لمدرسي الكيمياء، حيث يجري تحليلها وتفسيرها علمياً، ومناقشة أبعادها الأخلاقية والاقتصادية والبيئية لاتخاذ قرارات بشأنها.

ثالثاً : التفكير الأخضر المستدام

(Sustainable Green Thinking)

• الباز (2019) «مجموعة العمليات العقلية التي يمارسها الطلاب بهدف حل القضايا والمشكلات الواقعية من منظور شمولي واستراتيجي ومستقبلي وقيمي» (الباز، 2019: 121).

• **التعريف الإجرائي للتفكير الأخضر المستدام**: عمليات ذهنية يوظف بها طلبة الصف الخامس العلمي خبراتهم ومعلوماتهم بهدف حل القضايا والمشكلات الناتجة عن أثر الأنشطة الكيميائية على البيئة والمجتمع، واقتراح حلول مستدامة تراعي الحفاظ على الموارد وتقليل التلوث، من منظور منظومي واستراتيجي ومستقبلي وقيمي، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار الذي أعده الباحث لهذا الغرض.

إجراءات البحث

(Procedures of the Research) :

أولاً: التصميم التجريبي

(Experimental Design):

جرى اعتماد التصميم التجريبي ذي الضبط الجزئي، بمجموعتين (تجريبية وضابطة) لمدرسي مادة الكيمياء،

ثانياً:عينة البحث: (Sample of the Research)

1. عينة مدرسي مادة الكيمياء: تم اختيار 20 مدرسًا ومدرّسة عشوائيًا من مجتمع مدرسي الصف الخامس العلمي، ثم وُزعوا إلى مجموعتين: المجموعة التجريبية (10) مدرسين ومدرسات، والمجموعة الضابطة (10) مدرسين ومدرسات. وأُقيمت الدورة التدريبية في ثانوية ذو النورين للبنين لتوفير بيئة مناسبة للمشاركين.

2. عينة الطلبة: تم اختيار 100 طالب وطالبة عشوائيًا من المدارس الإعدادية والثانوية في قضاءي التاجي والطارمية، بواقع 10 طلاب لكل مدرس من المدرسين المشمولين في العينة.

وجرى التحقق من السلامة الخارجية والداخلية للتصميم التجريبي فالسلامة الداخلية عن طريق أجراءات التكافؤ لعينة (المدرسين) المتمثلة بـ (المؤهل العلمي، و سنوات الخدمة، وعدد الدورات)، اما تكافؤ عينة الطلبة فكان في (العمر الزمني بالأشهر، واختبار الذكاء، واختبار التفكير الأخضر) .

ثالثاً: متطلبات البحث

Requirements of the research

بناء البرنامج التدريبي

Construction of the training program

جرى اعتماد نموذج ADDIE لبناء البرنامج التدريبي، بالمراحل التالية :

المرحلة الأولى: مرحلة التحليل : تشمل هذه المرحلة الخطوات التالية:

1. جمع البيانات والمعلومات: المتعلقة بتدريس القضايا العلمية المجتمعية الجدلية لتحديد محتوى البرنامج التدريبي، بما في ذلك الاستراتيجيات التدريسية المناسبة.

2. تحديد خصائص المتدربين: دراسة خصائص المتدربين تعتبر أساسية لاشتقاق الاحتياجات التدريبية، ومن أبرزها وجود عدد من المدرسين لم يخضعوا لأي برامج تدريبية سابقة، خصوصًا في طرائق التدريس الحديثة.وتحديد الحاجات والمتطلبات التدريبية لكل متدرب بما يضمن فعالية البرنامج.

المرحلة الثانية: مرحلة التصميم : وذلك إعداد دليل المدرب والمتدرب، وتضمن كل منهما العناصر التالية : موضوع الجلسة التدريبية. الأهداف العامة والخاصة والأغراض السلوكية. وقت التدريب. المواد اللازمة. ، استراتيجيات التدريب. الإجراءات التدريبية،. دور المدرب ودور المتدرب. أوراق العمل الخاصة بالمحتوى.

المرحلة الثالثة: مرحلة التقويم : وتشمل ثلاثة أنواع من التقويم تتمثل بالتقويم القبلي والتكويني والنهائي.

رابعاً: أداة البحث: إعداد اختبار التفكير الأخضر المستدام لطلبة الصف الخامس العلمي، وفق الخطوات التالية :

الهدف من الاختبار : يهدف الاختبار إلى قياس العمليات الذهنية التي يوظف بها طلبة الصف الخامس العلمي خبراتهم ومعلوماتهم بهدف حل القضايا والمشكلات الناتجة عن أثر الأنشطة الكيميائية على البيئة والمجتمع، واقتراح حلول مستدامة تراعي الحفاظ على الموارد وتقليل التلوث:

تحديد مجالات الاختبار: تم تحديد أربعة مجالات رئيسة هي التفكير المنظوومي، التفكير الاستراتيجي، والتفكير المستقبلي، والتفكير القيمي وكل مجال يحتوي على العديد من المؤشرات وعلى النحو التالي :

- **التفكير المنظومي**: إدراك العلاقات، تحليل النظم، تركيب المنظومات، تقويم المنظومات.
- **التفكير الاستراتيجي**: القصد الاستراتيجي، انتهاز الفرص الذكية، التفكير في الوقت المناسب، التوجه نحو الفرضيات.
- **التفكير المستقبلي**: الاستشراف، التنبؤ، حل المشكلات المستقبلية، تحليل الاتجاهات.

• **التفكير القيمي**: تحديد المشكلة القيمية، وصف السلوك القيمي، فحص البدائل القيمية، التنبؤ بعواقب القيم البديلة، اتخاذ القرار القيمي وتبريره.

تحديد فقرات الاختبار ونوعه وتعليماته : اعتمد أختبار الموضوعي من نوع الأختيار من متعدد بأربعة بدائل، وتم تصميم الفقرات وفق مواقف ومشكلات علمية وبيئية تعكس المجالات الأربعة.وبشكل مواقف واقعية مرتبطة بالقضايا البيئية والكيميائية، مثل التلوث الكيميائي وأثره على البيئة والصحة،. استخدام البوليمرات وإعادة التدوير. الفينولات والسلامة الصحية والبيئية. والطاقة والمواد الصناعية وانبعاثاتها البيئية. والتطبيقات الكيميائية ذات البعد البيئي والقيمي. وبلغ عدد الفقرات 40 فقرة موضوعية، تغطي 16 مؤشرًا فرعيًا،. كم جرى صوغ تعليمات الاختبار والتحقق من صدقه الخارجي بعرضه على المحكمين كما اجري التحليل الإحصائي للاختبار بتطبيقه على عينة من مجتمع البحث وليس من عينته تألفت 200 طالب وطالبة واستخرجت معامل صعوبة الفقرات تراوحت بين 0.324–0.527، ومعاملات التمييز تراوحت بين 0.425–0.759، وتعد مؤشرات جيدة لقبول الفقرات.اما فعالية البدائل الخاطئة كانت جميعها سالبة وجذبت أفراد المجموعة الدنيا أكثر من العليا، وتم الاحتفاظ بها.اما صدق البناء وهو تحليل الارتباط بين الفقرات والدرجة الكلية للمهارة وللاختبار، باستخدام معاملات ارتباط بيرسون، حيث كانت جميع الفقرات دالة إحصائيًا. كما تم حساب الثبات باستخدام معادلة-Kuder Richardson20، إذ بلغ معامل الثبات قيمة جيدة، مؤكدةً أن الاختبار يمكن الاعتماد عليه في قياس التفكير الأخضر المستدام. الجدول (1) .

الجدول (1) معامل الثبات لاختبار التفكير الأخضر المستدام

المهارات	قيمة معامل الثبات
التفكير المنظومي	0.750
التفكير الاستراتيجي	0.778
التفكير المستقبلي	0.823
التفكير القيمي	0.810
الدرجة الكلية للاختبار	0.863

عرض النتائج : باستخدام اختبار -Kolmogorov Smirnovلانه مناسب عندما يكون حجم العينتين اكثر من خمسين فردا اظهرت النتائج ما اذا كان التوزيع طبيعيا مما يسمح باستخدام اختبارات الفروق المناسبة او اللجوء الى اختبارات غير معيارية في حالة عدم تحقق التوزيع الطبيعي وكانت نتائج الاختبار كما في الجدول(2).

جدول (2). نتائج اختبار Kolmogorov-Smirnov“
لاختبار اعتدالية توزيع درجات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في مهارات التفكير الاخضر

المجموعة	العدد	قيمة اختبار Kolmogorov-Smirnov“	درجة الحرية	الدلالة الاحصائية	مستوى الدلالة المعتمدة 0.05
التجريبية	100	0,085	100	071,0	غير دالة
الضابطة	100	0,085	100	071,0	

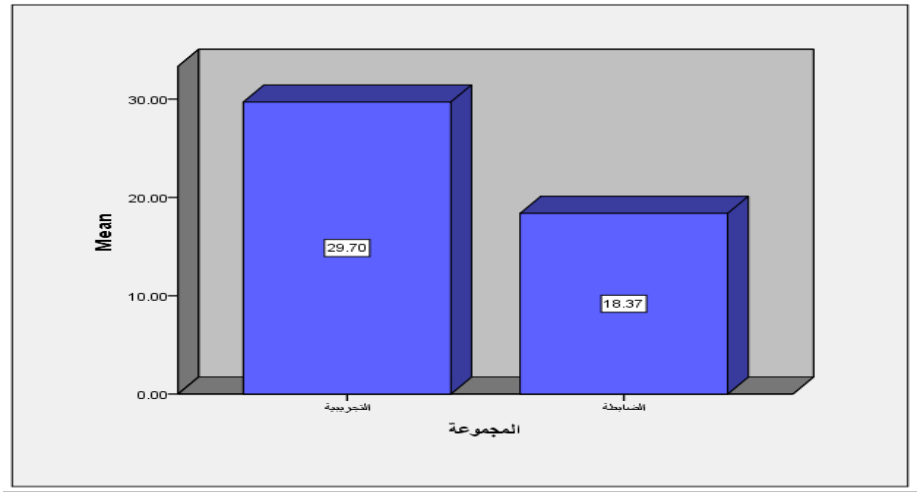
يتضح من الجدول ان توزيع درجات مهارات التفكير الاخضر تتبع التوزيع الطبيعي، حيث كانت قيمة اختبار "Kolmogorov-Smirnov" غير ذات دلالة احصائية عند مستوى دلالة (0.071) و(0.070)، وهي أكبر من مستوى الدلالة (0.05). وبناءً على ذلك،

نتائج الفرضية الصفرية الأولى : جرى استخدام الاختبار التائي **(t-test)** لعينتين مستقلتين متساويتين لمعرفة دلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في الاختبار البعدي لمهارات التفكير الأخضر، الجدول (3).

جدول(3) نتائج الاختبار التائي لعينتين مستقلتين متساويتين
بين المجموعتين (التجريبية والضابطة) في اختبار التفكير الأخضر ككل

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	t-test		درجة الحرية	الدلالة الاحصائية عند مستوى 0.05
				T	Sig		
التجريبية	100	29.700	4.772	16.360	0.000	198	دالة
الضابطة	100	18.370	5.018				

أظهرت نتائج الجدول (3) تفوق طلاب المجموعة التجريبية على طلاب المجموعة الضابطة في اختبار مهارات التفكير الاخضر الذين يدرسون وفقاً تدريب مدرسي مادة الكيمياء على وفق منحى القضايا العلمية والمجتمعية على التفكير الأخضر المستدام لطلبتهم والشكل (3) يوضح ذلك.



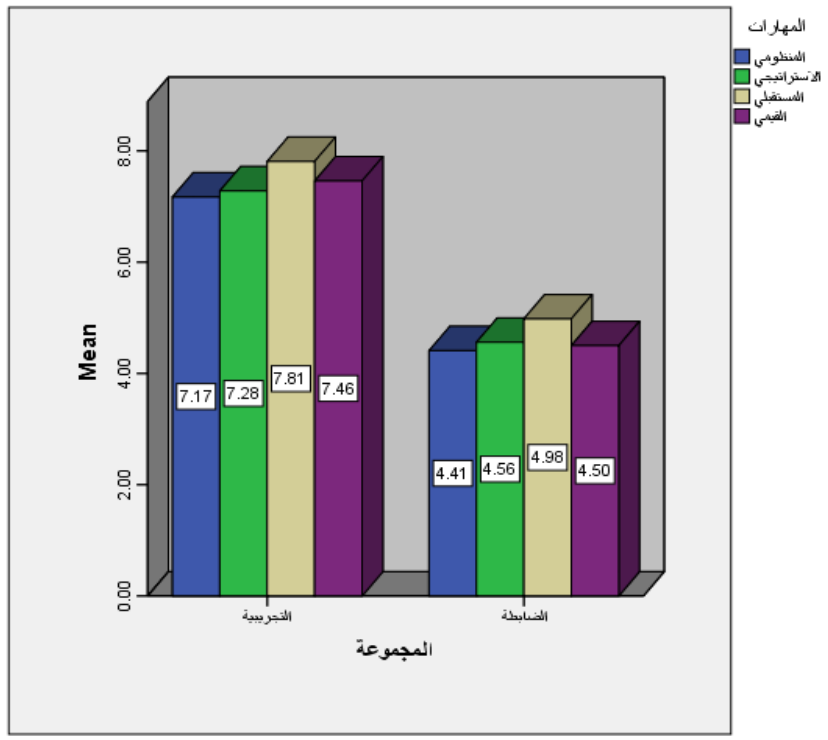
الشكل (1) متوسطات مجموعتي البحث (التجريبية والضابطة) في اختبار مهارات التفكير الاخضر

نتائج الفرضية الصفرية الثانية : لمعرفة ما إذا كان هناك فرق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين (التجريبية والضابطة) في كل مهارة من مهارات اختبار التفكير الأخضر، جرى اعتماد الاختبار التائي لعينتين مستقلتين متساويتين بين المجموعتين (التجريبية والضابطة) في كل مهارة من مهارات التفكير الأخضر ، الجدول (4).

جدول (4) نتائج الاختبار التائي لعينتين مستقلتين متساويتين
بين المجموعتين (التجريبية والضابطة) في كل مهارة من مهارات التفكير الاخضر

المهارات	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	t-test		درجة الحرية	الدلالة الاحصائية عند مستوى 0.05
					T	Sig		
التفكير المنظومي	التجريبية	100	7.170	1.463	13.795	0.000	198	دالة
	الضابطة	100	4.410	1.364				
الاستراتيجي	التجريبية	100	7.280	1.239	13.451	0.000	198	دالة
	الضابطة	100	4.560	1.597				
المستقبلي	التجريبية	100	7.810	1.169	16.669	0.000	198	دالة
	الضابطة	100	4.980	1.230				
القيمي	التجريبية	100	7.460	1.559	13.724	0.000	198	دالة
	الضابطة	100	4.500	1.487				

يتضح من الجدول تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في جميع مهارات التفكير الأخضر المستدام عند مستوى دلالة أقل من 0.05 وبدرجة حرية 198 مما يشير إلى اثر البرنامج التدريبي على وفق منحى القضايا العلمية والمجتمعية في تتحسين هذه المهارات لدى طلاب الصف الخامس العلمي الشكل (2) .



الشكل (2) المدرج التكراري للمتوسطات الحسابية للمجموعة (التجريبية والضابطة) في كل مهارة من مهارات التفكير الاخضر

ولمعرفة حجم اثر المتغير المستقل في المتغير التابع ، تم استخراج قيمة مربع ايتا (h2)

جدول (5) حجم اثر المتغير المستقل على المتغير التابع

المتغير المستقل	المتغير التابع المهارات	قيمة إيتا h	قيمة مربع إيتا h2	قيمة d	مقدار حجم الأثر
البرنامج التدريبي على وفق منحى القضايا العلمية المجتمعية	التفكير المنظومي	0.700	0.490	1.97	كبير جداً
	الاستراتيجي	0.691	0.477	1.91	كبير جداً
	المستقبلي	0.764	0.584	2.37	كبير جداً
	القيمي	0.698	0.488	2.01	كبير جداً
	مهارات التفكير الاخضر (الدرجة الكلية)	0.758	0.575	2.32	كبير جداً

يتبين من الجدول أن مقدار حجم الأثر للمتغير المستقل (البرنامج التدريبي وفق منحى القضايا العلمية المجتمعية) كان كبيرًا جدًا على المتغير التابع (مهارات التفكير الأخضر ككل وعلى كل مهارة من مهاراته). وبناءً على ذلك، تُرفض الفرضية الصفرية الثانية وتُقبل الفرضية البديلة .

مناقشة النتائج: أظهرت نتائج وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات طلاب عينة البحث في اختبار مهارات التفكير الأخضر المستدام لمصلحة المجموعة التجريبية ويمكن مناقشة النتائج على النحو التالي :

أولاً: مناقشة نتائج مهارة التفكير المنظومي :

■ استفاد المدرسون بعد تدريبهم على عرض القضايا الكيميائية في سياقات بيئية ومجتمعية مترابطة، الأمر الذي ساعد الطلاب على إدراك العلاقات بين عناصر النظام الواحد، مثل العلاقة بين التلوث وإعادة التدوير، واستخدام المواد الكيميائية في المجالات الطبية والصناعية وتأثيرها في البيئة .ونتيجة ذلك، أظهر الطلاب قدرة أعلى على التفكير المنظومي وفهم الظواهر بوصفها أنظمة متكاملة.

■ اهتم البرنامج التدريبي للمدرس على دراسة الظواهر الكيميائية من زوايا متعددة، من خلال تحليل أبعادها العلمية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية، مما انعكس إيجابًا على قدرة الطلاب على تفكيك الظواهر المعقدة وفهم الترابط بين مكوناتها، وتعزيز مهارات الربط والتحليل والمقارنة لديهم، مما أسهم في ارتفاع متوسط درجاتهم في التفكير المنظومي مقارنة بالمجموعة الضابطة.

■ ساعد المدرسون الطلاب على الانتقال من التعامل مع المعرفة الكيميائية كمعلومات منفصلة إلى فهمها ضمن منظومات متكاملة، وتحليل العلاقات والتأثيرات المتبادلة داخل النظام البيئي، مما انعكس على تحسين أداء الطلاب في تقييم العلاقات داخل الأنظمة البيئية.

■ يبدو ان البرنامج التدريبي ساعد المدرس تناول مهارات الجدل العلمي والقضايا الجدلية لإعادة تنظيم المعرفة لدى الطلاب ضمن أطر شمولية، مما عزز فهمهم لطبيعة الأنظمة البيئية المستدامة وربط الجزء بالكل، ورؤية المشكلات البيئية كأنظمة معقدة لا يمكن معالجتها بمعزل عن سياقها العام،

ثانياً: مناقشة نتائج مهارة التفكير الأستراتيجي

■ اسهم البرنامج التدريبي للمدرس بتطبيق استراتيجيات تعليمية نشطة، مثل التعلم القائم على المشكلات، والتجارب العملية، والتعلم الاستقصائي، مع دمج أسئلة مفتوحة وحالات محاكاة للواقع البيئي، مما أتاح نقل هذه الخبرة الى طلبتهم وتوافر فرص لربط المتغيرات ببعضها وبناء تصور متكامل للظواهر الكيميائية، والتفكير في البدائل الممكنة، ومقارنة النتائج، وتبرير اختياراتهم علميًا.

■ تمكن الطلاب من تحويل المعرفة النظرية إلى حلول عملية مستدامة، مما انعكس على قدراتهم على التخطيط واتخاذ القرارات العلمية البيئية المستنيرة التي ظهرت عن طريق الأجابة على فقرات الأختبار المتصلة بهذه المهارة وهذا ارتبط بما قدمه محتوى الرنامج التدريبي من أنشطة للقضايا الكيميائية مثل اختيار المواد الأقل ضررًا أو اعتماد بدائل صديقة للبيئة .

■ تضمن البرنامج التدريبي أنشطة بيئية تسهم في تحليل العلاقات والتأثيرات المتبادلة داخل النظام

البيئي، وفحص البدائل القيمية، وتقييم الخيارات، مما اسهم في انتقال اثر التعلم على تعزيز قدرة طلبتهم في الربط بين الأسباب والنتائج ومهارات التخطيط واتخاذ القرار الاستراتيجي في الاختبار المتصل بهذه المهارات واختيار الأنسب منها وتبريرها علميًا وأخلاقيًا،

ثانياً: مناقشة نتائج مهارة التفكير المستقبلي

■ اهتم البرنامج التدريبي للمدرس بتطوير قدرته على ربط توقيت اتخاذ القرار بالمراحل المناسبة للتدخل العلمي، وبالتالي توجيهه على مظاهر التفكير المستقبلي، واستشراف النتائج المحتملة للسلوك الإنساني تجاه البيئة، وتحليل الاتجاهات العلمية والبيئية المستقبلية، والقدرة على توجيه الطالب بكيفية بناء سيناريوهات بديلة قائمة على أسس علمية مستدامة، وبالتالي تحسنت قدرة الطالب على التنبؤ بالمستقبل وتحليل الاتجاهات البيئية والتخطيط للمستقبل بشكل أفضل.

■ اسهم البرنامج التدريبي على تطوير قدرة المدرس بتقديم حلول طويلة الأمد ومستدامة للمشكلات البيئية مثل التلوث البيئي، الصحة، الطاقة، والمخاطر الصحية مثل المبيدات، مما اسهم في تطوير مهارة الطالب في حل المشكلات المستقبلية، وبناء تصورات واقعية لمعالجة القضايا وفق معايير الاستدامة، وبالتالي تحسين نتائجهم في مهارات حل المشكلات المستقبلية والاستعداد لمواجهة القضايا البيئية على المدى الطويل.

مناقشة نتائج مهارة التفكير القيمي

■ تضمن محتوى وانشطة البرنامج التدريبي على قضايا توجه المدرس على كيفية دمج الأبعاد الأخلاقية والاجتماعية في تدريس مادة الكيمياء، مما اسهم في تمكن الطالب عند اجابته على فقرات الأختبار على تحديد المشكلة القيمية، ووصف السلوك المرتبط بها، وفحص البدائل والتنبؤ بعواقبها المستقبلية، وبالتالي تعزيز مهارات التفكير القيمي وزيادة وعيهم بأبعاد القرار العلمي من منظور أخلاقي وإنساني.

■ تمكن الطالب من اتخاذ قرارات علمية وأخلاقية مستنيرة عن طريق فحص البدائل القيمية، وتقييم الخيارات، واختيار الأنسب منها، وتبريرها علميًا وأخلاقيًا، مما انعكس على تحسين مستوى سلوكهم القيمي في السياقات البيئية والتعليمية.

■ اعتمد محتوى البرنامج التدريبي على قضايا كيميائية جدلية وحوارات مفتوحة مبنية على دليل علمي في تعزيز مهارات التنبؤ والتخطيط، وتقييم المخاطر البيئية المستقبلية، وتحديد الأولويات، واختيار القرارات القيمية الأنسب بما يتوافق مع مبادئ الاستدامة البيئية، مما ساهم في انتقال اثر هذا التعلم الى الطالب من مستوى المعرفة إلى مستوى السلوك الواعي والمسؤول» .

الاستنتاجات

■ اثر البرنامج التدريبي على وفق القضايا العلمية المجتمعية في التفكير الأخضر المستدام عند طلبة الصف الخامس العلمي وبحجم اثر كبير .

■ عزز البرنامج التدريبي قدرة المدرس على ربط الكيمياء بالقضايا البيئية والمجتمعية، مما انعكس إيجابًا على تعلم الطلبة.

■ افضلية البرنامج التدريبي في تحسين كافة مهارات التفكير الأخضر المستدام عند الطالب المتمثلة بالمنظومي والاستراتيجي والمستقبلي والقيمي وبحجم اثر كبير .

■ البرامج العلمية الحديثة القائمة على احتياجات

المتعلمين أثرت بشكل واضح في تطوير مخرجات التعلم.

ثانيًا: التوصيات

- اعتماد البرنامج التدريبي على وفق القضايا العلمية المجتمعية لتطوير تدريس مادة الكيمياء .
- توجيه مدرسي الكيمياء على الأهتمام بالتفكير الأخضر المستدام عند تدريس مادة الكيمياء.
- توجيه مؤلفي كتب الكيمياء في وزارة التربية في تضمين أنشطة قضايا الكيمياء المجتمعية في محتوى مادة الكيمياء للصف الخامس العلمي .
- قيام وحدة الأعداد والتدريب في وزارة التربية تنظيم دورات تدريبية لمدرسي الكيمياء لتدريبهم على ربط تدريس الكيمياء بالقضايا المجتمعية.
- تدريب المدرسين على توظيف المشكلات الواقعية لتعزيز وعي الطلبة بالاستدامة.
- تشجيع المؤسسات التربوية على ورش عمل وأنشطة تعليمية مستمرة لدعم التفكير الأخضر.
- اعتماد اختبار التفكير الأخضر المستدام للكشف عن درجة توافره عند طلبة المرحلة الثانوية .

ثالثًا: المقترحات

استكمالا لهذا البحث تقترح الباحثون اجراء البحوث التالية :

- اثر برنامج تدريبي على وفق القضايا العلمية المجتمعية على اتجاهات الطلبة نحو التنمية المستدامة
- اثر برنامج تدريبي على وفق القضايا العلمية المجتمعية على استيعاب مفاهيم الأقتصاد الأخضر

المصادر

1. الأحمد، خالد طه (2005): تكوين المعلمين من الإعداد إلى التدريب، ط1، العين، دار الكتاب الجامعي.

2. الباز، مروة محمد (2019): برنامج مقترح في الأهداف الأممية للتنمية المستدامة 2030 وأثره في تنمية التفكير المستدام والتوازن المعرفي لدى الطلاب معلمي العلوم بكليات التربية، المجلة المصرية للتربية العملية، الجمعية المصرية للتربية العملية، (22)، (7)، (151-109).

3. البريدي، عبد الله عبد الرحمن (2015): التنمية المستدامة : مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي. ط1، العبيكان، الرياض، المملكة العربية السعودية.

4. حمد، عماد عبيد وجلوب، نبراس عدنان (2020): أهمية التدريب في تنمية الموارد البشرية الأساليب والوسائل دراسة تحليلية، مجلة كلية بغداد الآداب، جامعة بغداد، العدد 134، ص 415 - 428.

5. الحميدي، تهاني حسن و حميد هلال العصيمي (2020): دراسة تحليلية لمحتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في ضوء القضايا العلمية المجتمعية (SSI) في المملكة العربية السعودية، المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث - مجلة العلوم التربوية والنفسية - المجلد الرابع العدد الثامن فبراير.

6. السعدي، ساهرة عباس (2004) : مهارات التدريس والتدريب عليها - نماذج تدريبية على المهارات، ط 1، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان.

7. الشرعة، عطاالله محمد تيسير (2014): إدارة

العملية التدريبية النظرية والتطبيق، ط1، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان.

8. شرقي، نسرين جواد (2014): دور المعلم الفعال في تطوير المناهج الدراسية باستخدام التقنيات التربوية - دراسة نظرية، مجلة كلية التربية للبنات جامعة بغداد ، المجلد25، العدد 2، ص 442-428.

9. الكبيسي، عبد الواحد (2010): التفكير المنظومي في التعلم والتعليم استنباطه من القران الكريم ، ط1 ، دي بونو للطباعة والنشر والتوزيع، عمان ، الأردن .

10. كمر، علاء إسماعيل (2018): إستراتيجية الاستدامة واتجاهاتها الحديثة في تصميم المنتجات الصناعية، مجلة الأستاذ، المجلد الثالث، العدد 225.

11. محمد، أحمد (2011): التخطيط التربوي الاستراتيجي، ط1، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان.

12. محمد، هلال (2002): مهارات قيادة الآخرين، مركز تطوير الأداء والتنمية، القاهرة.

13. نصر، ريحاب أحمد (2009) فاعلية استخدام المدخل المنظومي للتغلب على صعوبات تعلم مادة العلوم وتنمية التفكير المنظومي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية المؤتمر العلمي الثالث عشر - التربية العلمية المدرس والمنهج والكتاب دعوة للمراجعة الجمعية المصرية للتربية العلمية، 307-253.

14. هاني، مرفت. (2016)، فاعلية مقرر مقترح في بيولوجيا الفضاء لتنمية مهارات التفكير المستقبلي ومهارات التفكير التأملي لدى طلاب شعبة البيولوجي (gamma + 17) بكليات التربية. مجلة كلية التربية العلمية،9(5)، 122-65.

15. همام، عبد الحفيظ: (2014): المناهج الدراسية بين الاصالة والمعاصرة واستشراف المستقبل، ط1، القاهرة عالم الكتب

16. Getty, Images. (2021).Green Thinking podcasts bring new approach to climate questions. UK Research and Innovation. https://www.ukri.org/news-and-events https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/changsn.pdf

17. Jessica .Ray., Barry Williams., Carleigh Samson .(2013). Thinking Green. GK-12 Program, School of Engineering and Applied Science, Washington University in St. Loui. https://www.teachengineering.org/activities

18. Kolstø S.D. (2006) Patterns in students' argumentation confronted with a risk - focused socio-scientific issue. Int J Sci Educ, 28, 1689-1716

19. Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S.-W., Krajcik,J., Herman, B. C. & Zeidler, D. L. (2013) Socioscientific issues as a Vehicle for Promoting Character and Values for Glbal Citizens, International Journal of Science Education, vol.35 (12),pp.2079-2113.

20. Mehlich, J., Moser, F., Van Tiggelen, B., Campanella, L., & Hopf, H. (2017). The ethical and social dimensions of chemistry: reflections, considerations, and clarifications. *Chemistry – A European Journal, 23*(6), 1210–1218.

21. Miller, J. D. (2012). What Colleges and Universities Need to Do to Advance Civic Scientific Literacy and Preserve American Democracy. Liberal Education, 98(4), 28–33. https://www.aacu.org/publications-research/periodicals/what-colleges-and-universities-

need-do-advance-civic-scientific.

22. Morelli, J. (2011). Environmental sustainability: A definition for environmental professionals. *Journal of Environmental Sustainability*, 1(1), 2. https://scholarworks.rit.edu/jes/vol1/iss1/2

23. Ottander. C. & Ekborg. M. (2012). Students' Experience of Working with socioscientific issues - a quantitative study in secondary school. Research of Science Education, 42, 1147–1163.

24. Ozden, M. (2015). Prospective elementary school teachers' views about socioscientific issues: A concurrent parallel design study. *International Electronic Journal of Elementary Education, 7*(3), 333–354.

25. Rundgren, C. J., & Chang Rundgren, S. N. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 11(1), 19–34.

26. Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. Journal of Research in Science Teaching, 41,513-536.

27. Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. Sustainability Science, 6(2), 203–218. https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6

28. Zeidler, D. L., Nichols, B. S. (2009) Socioscientific Issues: Theory and Practice, Journal of Elementary Science Education,vol.21 (2), pp.49-58.

29. Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L., & Howes, E.V. (2005). "Beyond STS: A research-based framework for socio scientific issues education." Science Education, 89(3), 357–377.

30. Zoller, U. (1990). Teaching of chemical education: Importance of chemistry in daily life. Journal of Chemical Education, 67(11), 877–880.