جامعة سوهاج

كلية التربية

المجلة التربوية

برنامج قائم على نظرية البنتاجرام؛ لتنمية الاستدلال العلمي المجتمعي، وشخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية- جامعة الإسكندرية

إعداد

د/ شيماء سعيد سعيد الحديدي

مدرس المناهج وطرائق تدريس العلوم

كلية التربية – جامعة الإسكندرية

تاريخ الاستلام : ٢٣ مايو ٢٠٢١م – تاريخ القبول : ١٣ يونيو ٢٠٢١م

DOI: 10.12816/EDUSOHAG.2021.

الملخص:

يهدف البحث تقصي فاعلية برنامج قائم على نظرية البنتاجرام؛ في تنمية الاستدلال العلمي المجتمعي، وشخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم. واعتمد البحث على المنهج شبه التجريبي (ذي المجموعة الواحدة)، مستخدمًا اختبارًا للاستدلال العلمي المجتمعي، ومقياسًا لشخصية المواطن العالمي، وطُبق البحث على عينة قوامها (٥٠) طالبًا معلمًا، وطالبةً معلمةً. وأشارت النتائج إلى فاعلية البرنامج المقترح في تنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي.

الكلمات المفتاحية: نظرية البنتاجرام– الاستدلال العلمي المجتمعي– شخصية المواطن العالمي.

Pentagram Theory – Based Program for developing Socio- Scientific Reasoning and Character for global citizen of Science students teachers at The Faculty of Education- Alexandria University

Dr. Shaymaa Said Said El-Hadidi

Abstract:

The target program was utilized a Pentagram Theory, and aimed at developing Socio- Scientific Reasoning and Character for global citizen of science students teachers, based on quasi experimental design with one group, to investigate the impact of the proposed program, using multi choice test based on scenarios and Likert Questionnaire, applied at (50) science student teachers at the fourth year. The results showed the effectiveness of the program in developing the socio-scientific Reasoning and character for global citizen.

***Keywords*:** Pentagram Theory- Socio- Scientific Reasoning- character for global citizen.

 Print:(ISSN 1687-2649) Online:(ISSN 2536-9091)

مقدمة

أدت التطورات السريعة البارزة في مجالات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة إلى تغيرات غير مسبوقة في نوعية حياة الإنسان، وربط العالم بطرائق مميزة وواعية؛ فضلًا عن ارتباطها بالتنمية في كافة أشكالها: الاقتصادية، والاجتماعية، والسياسية. فتقدم التطورات الجديدة في علوم الوراثة، وعلوم النانو، وعلوم الأعصاب فرصة فريدة لتحسين صحة الإنسان، ولكننا – في الوقت ذاته– قد نقع ضحايا لمخاطر وأضرار تلك التطورات العلمية، والتكنولوجية، والهندسية؛ نتيجة لتأثرنا بثقافات عالمية متنوعة؛ الأمر الذي من شأنه أن يثير مخاوفنا الشخصية – والتي يتسع سياقها لمخاوف عالمية– متعلقة بالمخاطر غير المتوقعة من بعض الموضوعات؛ كالتعديل الجيني، والاحتباس الحراري، والتنوع البيولوجي، والأوبئة العالمية، واستنزاف الموارد الطبيعية ..... وغيرها من الموضوعات.

وأُكِّدَ – في هذا السياق– أن تلك المخاوف الناشئة تثير عددًا من القضايا العلمية المجتمعية – الأخلاقية، والعالمية– التي يمكن أن تهدد كرامة الإنسان، وبقاءه، والتي يمكن التوصل لحلول لها من خلال التعاون والتواصل بين الأفراد الذين يمكنهم رؤية أنفسهم أعضاءً في المجتمع العالمي كمواطنين عالميين؛ لذلك فنحن بحاجة إلى الإجابة عن بعض الأسئلة؛ مثل: ما التأثيرات المحتملة لابتكار علم النانو الجديد، وتصنيع منتجاته، واستخدامها على صحة العائلة والمجتمع؟ ما العواقب العالمية التي يمكن أن تحدث؟ كيف يمكننا خلق كوكب مستدام نلبي فيه حاجاتنا من الطاقة اليوم دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجاتهم؟ ما الآثار بعيدة المدى لنفايات النانو nanoscale waste على البيئة على المستويين: المحلي، والعالمي؟ كيف يمكن لعالمنا تقليل الملوثات السامة؟ وللإجابة عن هذه التساؤلات فنحن بحاجة إلى مواطنين لديهم القدرة على فهم الفِكَر العلمية، والقدرات الفكرية، والإبداعية، والاستدلالية، وتنمية وعي المواطن، واحترام المشكلات والقضايا الموجودة عبر أنحاء العالم كافة؛ مما يمكنهم من اتخاذ قرارات مهمة: بيئية، وصحية، واجتماعية، وسياسية تخدم مصالحهم، وتخدم –في الوقت ذاته– مجتمعهم العالمي (Beaudoin, 2006, P. 494 ; Friedman, 2006, P. 20).

وقد انتشرت الدعوة لتعليم الطلاب كمواطنين عالميين مسؤولين مشاركين قادرين على التعاون والتواصل لحل المشكلات بطريقة منصفة وعادلة في أثناء العمل؛ من أجل توفير مجتمع عالمي ديموقرطي آمن؛ الأمر الذي يدعو لتكامل التربية الشخصية، والأخلاقية، وتربية المواطنة – جنبًا إلى جنب– مع التربية العلمية، فلا يمكن – في أي حال– فصل أهداف تعليم العلوم عن الأهداف العامة للتعليم؛ لذلك يجب ارتباط تعليم العلوم ارتباطًا خاصًا بالأهداف الانفعالية – الاجتماعية للتعليمُ، وهو ما نطلق عليه" تعليم الشخصية character Eduaction" (Berkowitz& Simmons, 2003, P. 118)، وقد وُصِف النشاط activism بأنه واحدٌ من أهم العناصر الرئيسة في تعليم المواطنة Citizenship Education، مما دعى لضرورة تكامل تعليم العلوم مع تعليم المواطنة؛ من أجل تنمية وبناء مواطنين مسؤولين (Sperling & Bencze, 2010, P.257) .

وجاءت – في اتجاه آخر مواز– الدعوة لتوجيه مناهج تعليم العلوم نحو العمل الاجتماعي السياسي؛ حيث يتصور هؤلاء الباحثون المواطنين بوصفهم ممثلين ناشطين استباقيين للتأثير، وعلى استعداد للمشاركة في الخطاب والمواقف التي تهدف لحل القضايا بالطريقة التي تحقق النفع، والرفاهية، والصالح العام للمجتمعات العالمية (Hodson, 2003, P. 468; Roth& lee , 2004, P. 264).

وقد أُشير – في ضوء ما أورده كل من: المجلس القومي للبحوث National Research Council [NRC] (1996)، والمجلس الوطني للعلوم National Science Board (١٩٩٨) - إلى ضرورة إعادة النظر في مفهوم الثقافة العلمية تلبيةً لمتطلبات المجتمع العالمي للقرن الحادي والعشرين، وتقديم رؤية موسعة تتضمن مزيدًا من الاتجاهات، والكفاءات العالمية؛ لتزويد المتعلمين بالموارد والقدرات الفكرية، وتوجيه القيم الضرورية التي يحتاجها المواطنون لاتخاذ قرارات مستنيرة حول القضايا المُلحة واللازمة للعيش في المجتمع العالمي، وهو ما اتسق مع مفهوم الثقافة العلمية الذي صار مفهومًا اجتماعيًا –استجابةً للتحديات التي نواجهها في السياقات العالمية– (Laugksch, 2000, P.71) .

ولا يمكن للطلاب اتخاذ أية قرارات قائمة على البراهين والأدلة القاطعة بمنأى عن محيط تسوده الكفاءة الأخلاقية؛ لذلك يجب أن تتضمن الثقافة العلمية ممارسة الفضيلة في السعي للفهم العلمي، كأن تؤكد المفهومات ذات الصلة بالثقافة العلمية– على سبيل المثال– نشاط الطلاب في المواقف السياسية، والاجتماعية، ودورها البارز في إعداد مواطن المستقبل،

وغالبًا ما يُعد التركيز على المواقف الاجتماعية السياسية تطورًا مفهوماتيًا جوهريًا للثقافة العلمية (Zeidler& Sadler, 2010, P. 73).

وقد عُنى كثير من رواد التربية العلمية بضرورة عناية معلمي العلوم بتنمية الشخصية، والأخلاق، والفضيلة لدى طلابنا كجزء أساسي في تعليم العلوم، وهو ما يتعدى المفهوم الضيق للعلوم بأنها علم المعرفة العلمية فحسب، أو امتلاك مهارات الاستدلال (Choi et al, 2011, P. 688 ;Zeidler& Sadler, 2008, P. 800)

وقد نصت معايير تعليم العلوم بكوريا – والتي نُقحت عام ٢٠٠٩– على أن تطوير الشخصية هو أحد أهم الاتجاهات الأساسية التي يجب الاهتمام بها، والعمل عليها في القرن الحادي والعشرين؛ حيث يسعى القائمون على التربية العلمية بكوريا الجنوبية إلى تطوير الشخصية – بما تتضمنه من قيم، وسمات، وخصائص، ومبادئ– بوصفها القوى المحركة الأساسية التي تمثل أدلةً عامة، أو نقاطًا مرجعيةً للأفراد؛ لدعم القرار والعمل بمسؤولية حول القضايا العلمية المجتمعية العالمية، وهو ما أكده المؤتمر الدولي الثاني لتعليم المعلمين والتطوير المهني بإندونيسيا في الفترة من ٢١ – ٢٢ أكتوبر لعام ؛٢٠١٧ الذي جاءت محاوره داعمة " تعليم الشخصية للمواطنين العالميين في القرن الحادي والعشرين"، ولاقت الفكرة –عندئذ– قبولًا، وحماسًا من قِبَل رواد التربية، وشاركوا فيه بعديد من الأوراق البحثية متضمنة السياق نفسه (Yang et al, 2012, P. 114 ;Kim, 2001, P. 1013; Retnowait et al, 2017, P. xi).

لذا، عُدّ لزامًا على الأفراد الذين يعيشون ويشاركون في المجتمع العالمي فهم طبيعة العلم كمسعى إنساني، واستخدام المعرفة العلمية عند صنع الاختيارات واتخاذ القرارات، وحل المشكلات والقضايا المتعلقة بالعلم، فضلًا عن التصويت بذكاء في شؤون الحياة اليومية؛ لذلك من الضروري للطلاب تطوير إحساسهم بالشخصية والقيم كمواطنين عالميين في هذا المجتمع العالمي (Abd-El-Khalik, 2001, P.215 ; Lederman, 1992, 332)

وحُددت الشخصية بأنها " الحاجة للتصرف بشكل مسؤول، والشعور بالتعاطف مع الآخرين في أنحاء الكرة الأرضية كافة"، وعُدَّ بُعد رئيس؛ لتعزيز تطوير المواطنين المستقبليين في المجتمع العالمي؛ مما يشير إلى أهمية إعادة النظرة المفهوماتية للثقافة العلمية في القرن الحادي والعشرين(Choi et al, 2011, P. 685).

ورغم أهمية بُعد الشخصية التي أظهرتها الأدبيات السابقة في مجال التعليم وبخاصة تعليم العلوم؛ فإنه لم تُرصَد دراسة عربية واحدة – في علم الباحثة– أجريت لتنميته لدى الطلاب في التعليم قبل الجامعي، أو التعليم الجامعي على حدٍ سواء؛ فجميع تلك الدراسات كانت دراسات أجنبية، وجاءت مؤكدة ضعف امتلاك معلمي العلوم المبادئ، والقيم، والسمات التي يجب أن تتصف بها شخصية المواطن العالمي؛ كدراستي: Ozturk (٢٠١٩)؛ Choi et al (٢٠١١).

ولقد قدم عديد من المعنيين بالتربية العلمية الحجج والأدلة على أن تعليم القضايا العلمية المجتمعية العالمية يمكن أن يكون سياقًا مناسبًا وفاعلًا لنمو الشخصية بهدف تمكين المواطنين العالميين؛ حيث تتطلب القضايا العلمية المجتمعية – بطبيعتها– النظر في القضايا الأخلاقية، وبناء الأحكام الخُلقية حول الموضوعات العلمية عبر الخطاب، والتفاعل الاجتماعي؛ فتشكل – بذلك– الوسط الاجتماعي؛ حيث ممارسة الطلاب للسلوكيات الخُلقية، مؤكدين أن القرارات الأخلاقية تُعد ضرورية للمشاركة بشكل كامل في الإجراءات التي تؤثر في مجتمعاتنا، وموطننا البيئي الأكبر(Sadler, 2004, P. 340 ; Sadler& ,Zeidler; Fowler, Mueller, Zeidler, 2010, P. 106 Sadler, 2009, P. 280).

ورغم أن تعزيز فكرة المواطنة الديمقراطية في مجتمع عالمي – الدور الذي تلعبه القضايا العلمية المجتمعية العالمية – قد تبدو فكرة رائدة في مجال التربية العلمية من الناحية النظرية؛ فإنها لا تزال غامضة – إلى حد كبير– من المنظور العملي؛ حيث إن اكتساب المعرفة العلمية المتعلقة بتلك القضايا – والذي يعتبر ناتج التعلم الرئيس في أغلب البرامج التعليمية– لا يمكنه بالضرورة إلقاء الضوء على هدف المواطنة؛ الأمر الذي يدفعنا إلى تعزيز الخبرات الحياتية للطلاب مع شكل آخر مهم– أن لم يكن الأكثر أهمية– من أشكال الممارسة المتعلقة بهدف المواطنة، وتطوير مستوى الثقافة العلمية الوظيفية؛ ألا وهو: " الاستدلال العلمي المجتمعي"، والذي يتسق مع الرؤية الثانية للثقافة العلمية Vision ii of scientific literacy والتي تؤكد نواتج التعلم المعقدة المستهدف تطويرها حول القضايا العلمية المجتمعية، وتتضمن مشاركة الطلاب في وضع السياق المعقد لتلك القضايا(Sadler, Barab& Scott, 2007, PP. 373-374).

إن القضايا العلمية المجتمعية تتشابك فيها التعقيدات والخلافات، والأوجه المتعددة؛ سواء كانت سياسية، أو اجتماعية، أو اقتصادية؛ فضلًا عن الاعتبارات الأخلاقية المرتبطة

في كثير من الأحيان بتلك القضايا؛ مما يؤدى لصعوبة في إصدار أحكام، واتخاذ قرارات بشأنها؛ الأمر الذي دعا لضرورة تنمية الممارسات المتعلقة بتلك الجوانب غير العلمية للقضايا؛ وإلا سيتكون لدى المواطن بنية سياسية اجتماعية ضعيفة ومضللة بشكل خطير، تعوق ممارسته حقوقه في مجتمع ديموقراطي مستقل؛ الأمر الذي جعل الاستدلال العلمي المجتمعي عنصرًا حاسمًا في القضايا العلمية المجتمعية، وجعله يشغل – في الآونة الأخيرة– اهتمامًا ملحوظًا بين رواد التربية العلمية من أجل رؤية أعمق للقضايا العلمية المجتمعية (Sadler, Barab& Scott, 2007, P. 374).

وقد عُني عديد من الباحثين –بفحص الأدبيات والدراسات ذات الصلة بالقضايا العلمية المُجتمعية– بتقصي نواتج التعلم المتعلقة بالقضايا العلمية المجتمعية من خلال النظر للتحليل الناقد، والاستدلال العلمي، والتفكير الأخلاقي، واتخاذ القرار، والجدل العلمي، بوصفها– جميعًا– عمليات إدراكية عليا مهمة، ولكنها أغفلت الاستدلال العلمي المجتمعي بوصفه أحد نواتج التعلم المعقدة المرتبطة بالقضايا العلمية المجتمعية، ولم تجد الباحثة –في حدود علمها– دراسة عربية واحدة عُنيت بتنمية الاستدلال العلمي المجتمعي في التعليم الجامعي، وما قبل الجامعي على حدٍ سواء؛ بيد أن هناك عددًا من الدراسات غير العربية ذات الصلة؛ أمثال: Romine, Sadler& Kinslow (٢٠١٧)؛ Cian (٢٠١٩)؛ Owens et al (٢٠٢٠)؛ والتي أشارت جميعها إلى ضعف ملحوظ في قدرة المتعلمين على الاستدلال العلمي المجتمعي فيما يتعلق ببعض القضايا العلمية المُجتمعية.

ورغم دور القضايا العلمية المجتمعية في تعزيز تعليم المواطنة الديمقراطية؛ لقدرتها على ربط العلوم الرسمية بالخبرات الحياتية للطلاب؛ فإن المحتوى العلمي التقليدي لتلك القضايا لا يمكنه أن يسهم في تنمية الشخصية، والاستدلال، وهو ما أكده كل من: Romine, Sadler& Kinslow (2017, P. 287) ; Villarín & Fowler (2019, P. 330)؛ لذلك أشار Zeidler & Keefer (2003, P. 249) إلى ضرورة دفع تعليم العلوم لتضمين أساليب تفاعلية قائمة على الإبداع، والابتكار، والاستقصاء؛ لتحفيز اهتمامات المتعلمين، وقدراتهم، وإمكاناتهم للتعبير عن الفِكَر الجديدة الإبداعية؛ فضلًا عن التركيز بفاعلية على المحتوى الأخلاقي للعلوم والتكنولوجيا. إن الطرائق والأساليب التي تعتمد على تطبيق مهام تتعلق بالتفكير، والاستدلال، وحل المشكلات، والمناقشات تُعد من أنسب الطرائق لتنمية

الاستدلال العلمي المجتمعي حول تلك القضايا المتعلقة بالعلم والتكنولوجيا، وهو ما توفر في نظرية البنتاجرام، وخطواتها الإجرائية والتي تعتمد على المهام الفردية والتعاونية، وتطبيق الأنشطة القائمة على التفكير وحل المشكلات؛ مما يساعد الطلاب في عرض تلك القضايا، وإبداعهم في إيجاد حلول لها (صالح، مرسي، ص. ٢٠)

ولم تكن نظرية البنتاجرام أفضل حظًا من شخصية المواطن العالمي، والاستدلال العلمي المجتمعي ؛ ففي الوقت الذي لم تُعن به الدراسات العربية في مجال تعليم العلوم، وتعلمها؛ فقد عُنيت به دراستان: شاكر، أنور (٢٠٢٠) في تعليم الدراسات الاجتماعية، وبدير(٢٠٢١) في تعليم الاقتصاد المنزلي، بينما كان هناك اهتمام كبير في الدراسات الأجنبية بتطبيق نظرية البنتاجرام، وخطواتها الإجرائية في مجالي: العلوم، والرياضيات؛ كدراسات: Miller(١٩٩٦)؛ Glick(٢٠١٢)؛ Ghahremani, Karami& Balcaen (٢٠١٧)؛ الأمر الذي يجعل هذا البحث رائدًا في مجال تعليم العلوم، وتعلمها، ويمكن أن يسهم في تنمية الاستدلال العلمي المجتمعي، وشخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم.

وقد أجرت الباحثة دراسة استكشافية؛ للوقوف على مدى امتلاك الطلاب معلمي العلوم شخصية المواطن العالمي، والاستدلال العلمي المجتمعي، وتألفت العينة الاستطلاعية من(٢٥) طالبًا معلمًا، وطالبةً معلمةً من قسم العلوم– شعبة التعليم الأساس–، وأعدت الباحثة مقياسًا مبدئيًا لقياس شخصية المواطن العالمي؛ في ضوء أبعاد شخصية المواطن العالمي، وتضمن كل بُعد (٥) مفردات؛ فضلًا عن إعداد اختبار للاستدلال العلمي المجتمعي؛ في ضوء أبعاد الاستدلال العلمي المُجتمعي، وتضمن الاختبار(٧) مفردات؛ للكشف عما إذا كان طلاب شعبة العلوم يمتلكون سمات، وقيم شخصية المواطن العالمي، ومهارات الاستدلال العلمي المجتمعي من عدمهما، وَطُبق الاختبار، والمقياس في الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي ٢٠٢٠/٢٠٢١، وأثبتت نتائج الدراسة الاستكشافية ما يأتي:

- ✓ مقياس شخصية المواطن العالمي المبدئي: أظهر نحو(٢٠) طالبًا معلمًا بنسبة(٨٠%) من بين أفراد العينة الاستكشافية اتجاهًا سلبيًا تجاه العالم وما يحدث به من مشكلات؛ اعتقادًا منهم بأنه طالما هم بخير فلا توجد مشكلة في ذلك، أي أنه قد جاءت العينة مفتقدة الشعور بالمسؤولية كأصحاب مصلحة في القضايا العالمية المجتمعية، وقُصِرَتْ نظرتهم البيئية على النطاق الضيق المحيط بهم مبتعدًا عن

العالم؛ فضلًا عن طبيعة نظرتهم النفعية للبيئة، وبدا الضعف واضحًا – أيضًا– في تعاطفهم مع المجتمعات العالمية التي تعاني مشكلات وقضايا مجتمعية أخلاقية متعلقة بالعلوم والتكنولوجيا؛ وأظهر(٥) طلاب معلمين بنسبة (٢٠ %) شعورهم بالمسؤولية والتعاطف تجاه القضايا العلمية المجتمعية، وسعيهم لمحاولة إيجاد حلول لها؛ فضلًا عن اتساع نظرتهم للقيمة الجوهرية للبيئة، وعدم قصورها على المنفعة المادية فحسب.

- ✓ اختبار الاستدلال العلمي المجتمعي المبدئي: حصل نحو(١٩) طالبًا معلمًا بنسبة(٧٦%) من بين أفراد العينة الاستكشافية على درجات متدنية (أقل من ثلاث درجات)؛ مما يدل على ضعف قدرتهم على الاستدلال العلمي المجتمعي حول القضايا العالمية.

وفي ضوء ما أشارت إليه الأدبيات، ونتائج الدراسة الاستكشافية؛ فقد وجدت الباحثة قصورًا في امتلاك الطلاب معلمي العلوم شخصية المواطن العالمي، وضعف مستواهم في مهارات الاستدلال العلمي المجتمعي. وأن نظرية البنتاجرام – في ضوء ما تتضمنه من خطوات إجرائية– تُعد من أنسب المداخل التي يمكن الاعتماد عليها في بناء برنامج حول القضايا العالمية المُجتمعية؛ لتنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية.

مشكلة البحث:

تتحدد مشكلة البحث الحالي في" ضعف امتلاك الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية مهارات الاستدلال العلمي المجتمعي، وشخصية المواطن العالمي ".

يمكن التعبير عن مشكلة البحث الحالي في الإجابة عن الأسئلة الرئيسة الآتية:

١. ما البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام **Pentagram**؛ لتنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية؟
٢. ما فاعلية البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام؛ في تنمية الاستدلال العلمي المجتمعي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية؟

٣. ما فاعلية البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام؛ في تنمية شخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية؟

أهداف البحث:

هَدِف البحث الحالي إلى:

١. بناء قائمة أبعاد الاستدلال العلمي المجتمعي، وما يرتبط بها من مهارات فرعية؛ والتي يمكن تنميتها لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية.
٢. بناء قائمة أبعاد شخصية المواطن العالمي، وما يرتبط بها من مؤشرات فرعية؛ والتي يمكن تنميتها لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية.
٣. تصميم البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام.
٤. قياس فاعلية البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام؛ في تنمية الاستدلال العلمي المجتمعي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية.
٥. قياس فاعلية البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام؛ في تنمية شخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية؟

أهمية البحث:

تتجلى أهمية البحث فيما يأتي:

١. يأتي هذا البحث استجابة للاتجاهات العالمية المعاصرة التي تنادي بأهمية تطوير التربية العلمية، وتكاملها مع التربية الشخصية الأخلاقية، وتربية المواطنة؛ لتعليم الطلاب كمواطنين عالميين مسؤولين مشاركين قادرين على التعاون، والتواصل لحل المشكلات بطريقة منصفة، وعادلة في أثناء العمل؛ من أجل توفير مجتمع عالمي ديموقرطي آمن.
٢. من المتوقع أن تفيد الدراسة كلًا من:
   - القائمين على عملية تطوير برامج كليات التربية الخاصة بشعبة العلوم.
   - أعضاء هيئة التدريس بكليات التربية، والمنوط بهم تدريس القضايا العالمية المُجتمعية.
   - القائمين على تصميم برامج إعداد معلم العلوم بصفة عامة.
   - الطلاب معلمي العلوم بصفة عامة.

فروض البحث:

ترتيبًا على تحليل الأطر النظرية، والدراسات السابقة؛ صيغا فرضا البحث كما يأتي:

١. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ≤ (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي العلوم في القياسين: القبلي، والبعدي في اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي.
٢. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ≤ (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي العلوم في القياسين: القبلي، والبعدي في مقياس شخصية المواطن العالمي.

حدود البحث:

قُصِر البحث الحالي – في حدوده–على ما يأتي:

- عينة البحث: اقتُصِر – في عينة البحث التجريبية– على طلاب الفرقة الرابعة، قسم العلوم – شعبة التعليم الأساسي بكلية التربية– جامعة الإسكندرية، واستهدفت الباحثة طلاب الفرقة الرابعة خصيصًا؛ كونهم قد حصلوا على جرعة أكاديمية، وتربوية كافية؛ مؤهلة إياهم لدراسة البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام(حل المشكلة الإبداعي)؛ وما تضمنه من القضايا العالمية المجتمعية الحرجة التي تتطلب منهم اتخاذ قرارات أخلاقية؛ مما قد يساعد في تنمية الاستدلال العلمي المجتمعي، وشخصية المواطن العالمي، في الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٢٠/ ٢٠٢١.
- قياس أبعاد الاستدلال العلمي المجتمعي الآتية: التعقيد، والأخذ بوجهات النظر، والاستقصاء، والشك، وإمكانات العلم، وحدوده.
- قياس أبعاد شخصية المواطن العالمي الآتية: النظرة البيئية للعالم، والتراحم الاجتماعي، والأخلاقي، والمساءلة العلمية المجتمعية.

منهج البحث:

استُخدم – للإجابة عن أسئلة البحث، والتحقق من صحة فرضيه– ما يأتي:

- المنهج الوصفي في:

١) التأطير النظري لمتغيرات البحث (نظرية البنتاجرام، والاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي).

٢) تحديد قائمتي أبعاد الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي.

٣) تصميم البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام.

- المنهج شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة في قياس فاعلية البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام في تنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي.

أدوات البحث:

تمثلت أداتا البحث في:

١) اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي. " إعداد الباحثة"

٢) مقياس شخصية المواطن العالمي. " إعداد الباحثة"

مصطلحات البحث:

تمثلت التعريفات الإجرائية للمصطلحات الرئيسة لهذا البحث، فيما يأتي:

١) نظرية البنتاجرام Pentagram theory:

وتعرفها الباحثة – إجرائيًا– في البحث الحالي بأنها: "إطار فكري جدلي يمكن ترجمته في خمس خطوات إجرائية؛ يُمكِّن الطلاب معلمي العلوم من الإبداع في إدارة المعرفة، وتطبيقها، وتقييمها، واتخاذ القرارات بشأنها"

٢) برنامج قائم على نظرية البنتاجرام:

وتعرفه الباحثة – إجرائيًا– في البحث الحالي بأنه: " مجموعة من المهام الإبداعية المُمثلة في الخطوات الإجرائية للبنتاجرام(المعرفة، التخطيط، التطبيق، اتخاذ القرار، والتقويم)، وتُطبق على مجموعة من القضايا العالمية المُجتمعية، التي تتطلب من طلاب الفرقة الرابعة بقسم العلوم– شعبة التعليم الأساسي–، اتخاذ قرار أخلاقي بشأنها؛ لتنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي".

٣) الاستدلال العلمي المجتمعي Socio-Scientific Reasoning:

وتعرفه الباحثة – إجرائيًا– في البحث الحالي بأنه: " مجموعة من الممارسات الإدراكية التي تصف تفكير الطالب معلم العلوم في التفاوض حول مجموعة من القضايا العلمية المجتمعية العالمية، والمتمثلة في إدراك تَعقُّد تلك القضايا، وأهمية استقصاء مزيد من

المعلومات حولها، وتقصي وجهات النظر المتعددة للأطراف المعنية المستفيدة، والشك في مصادر المعلومات المتحيزة، وإمكانات العلم، وحدوده في معالجة الاعتبارات: الاجتماعية، والسياسية، والاقتصادية، والأخلاقية للقضايا موضوع الدراسة؛ من خلال برنامج قائم على نظرية البنتاجرام".

٤) شخصية المواطن العالمي character for global citizen:

وتُعرّفها الباحثة – إجرائيًا– في البحث الحالي بأنها: " مجموعة من السمات، والخصائص، والقيم، والمبادئ التي يجب أن تتسم بها الشخصية، والممثلة في النظرة البيئية للعالم، والتراحم الأخلاقي، والاجتماعي، والمساءلة العلمية المجتمعية، والتي يمكن تنميتها لدى الطالب معلم العلوم، والتي تمكنه من رؤية ذاته كمواطن في مجتمع ديموقراطي آمن، قادر على التعامل مع القضايا العلمية المجتمعية بطريقة منصفة وعادلة؛ وذلك من خلال برنامج قائم على نظرية البنتاجرام ".

إجراءات البحث:

اتُبعت – للإجابة عن أسئلة البحث، واختبار صواب فرضيه– الخطوات الآتية:

- ✓ أولًا: التأطير النظري لمتغيرات البحث الرئيسة، والدراسات السابقة ذات الصلة.
- ✓ ثانيًا: إجراءات إعداد أدوات البحث، ومواده التعليمية، وتجربته الميدانية.
- ✓ ثالثًا: نتائج البحث، وتحليلها إحصائيًا، وتفسيرها.
- ✓ رابعًا: توصيات البحث، ومقترحاته.

وفيما يلي وصف هذه الإجراءات بشيءٍ من التفصيل:

أولًا: التأطير النظري لمتغيرات البحث الرئيسة:

وقد عُني في هذا القسم من البحث الحالي بعرض المتغيرات الثلاث الرئيسة للبحث؛ وهم: الاستدلال العلمي المجتمعي، وشخصية المواطن العالمي، ونظرية البنتاجرام. وفيما يأتي عرض مُفصل لتلك المتغيرات:

١. الاستدلال العلمي المجتمعي Socio–Scientific issues:

أدت الطبيعة غير المستقرة للمعلومات والأدلة المتوافرة حول القضايا العلمية المجتمعية إلى حدوث تحولات وتغيرات في طبيعة الاستدلال نتيجة توافر معلومات جديدة؛ مما ينتج عنه نوع جديد من الاستدلال يدمج جوانب الممارسات، والمهارات المتعلقة بالتفاوض حول القضايا العلمية المجتمعية، فظهر الاستدلال العلمي المجتمعي الذي اقترحه Sadler وزملاؤه في عام ٢٠٠٧ م؛ استجابةً لهذا النوع من الاستدلال، ومعتمدًا على أعماله في عامي: ٢٠٠٤م و٢٠٠٥م، بل وأكثر تطورًا عنها؛ فلا يُقصر الشباب على الأدلة العلمية فحسب في أثناء محاولة التوصل لحلول للمعضلات: الأخلاقية، والسياسية، والاجتماعية؛ بل يناقشون معرفتهم وخبراتهم السابقة، والقيم والمعتقدات والمُثُل الفلسفية التي تضعهم في صراع مع قراراتهم الفعلية؛ حيث يستلزم الاستدلال العلمي المجتمعي تقدير التعقيد المتأصل في القضايا العلمية المجتمعية، والنظر للقضايا العلمية المجتمعية من منظور التعددية، وتقدير الاستقصاء المستمر حول القضايا العلمية المجتمعية، والتحقق من درجة شك ملائمة عندما نواجَه بالأدلة والبيانات. فهذا النوع من الاستدلال يُدير سلسلة كاملة من الفِكَر: العقلانية، والعاطفية، والحدسية، وإثارة التفكير التخيلي لاجتياز المشكلات غير المنظمة (Sadler, Barab& ;Scott, 2007, P. 374 ; Sadler, Zeidler a, 2005, P. 113). (Mueller, Zeidler, 2010, P. 126.

(أ) مفهوم الاستدلال العلمي المجتمعي:

تجدر الإشارة هنا إلي التمييز بين نوعين من الاستدلال؛ هما: الاستدلال الرسمي Formal Reasoning، والاستدلال العلمي المجتمعي (غير الرسمي Informal Reasoning)، والذي تم التأكيد على دورهما في تشكيل الطرائق التي يتصور بها العلماء – وغيرهم من المعنيين بالشأن العلمي– الأحداث العلمية، ويتمكنون من تطوير وصفها، وفهمها. فيشير الاستدلال في السياقات التاريخية إلى الاستدلال الرسمي والذي يتوافق مع قواعد المنطق والرياضيات، ويتضمن عمليتي: الاستقراء Induction، والاستنباط Deduction، والتي أشار الفلاسفة الوضعيون– كبوبر Popper، وكارناب Carnap ، وكون Kuhn – إلى أهميتهما في التوصل لاستنتاجات مهمة تميز المجال العلمي عن غيره من المجالات الأخرى؛ فالاستنتاجات تُعد مشتقات ضرورية للاستدلال الرسمي، فضلًا عن أن

المقدمات المنطقية في هذا النوع من الاستدلال تُعد ثابتة غير قابلة للتغير. وتكمن أهمية الاستدلال الرسمي في اقتراح نموذج للتغيير العلمي، وتطوره، فضلًا عن دوره في الاكتشافات العلمية؛ رغم أنه ليس السبيل الوحيد لتحقيق التقدم العلمي (Sadler, 2004, P. 514).

وعلى الجانب الآخر عُرّف الاستدلال العلمي المجتمعي بأنه: " اتخاذ مواقف، وتقييمها؛ استجابةً للقضايا المُعقدة التي تفتقر لحلول واضحة" (Means, Voss, 1996, P. 140).

كما عُرِّف الاستدلال العلمي المجتمعي بأنه: " التفكر في الأسباب، والعواقب، والإيجابيات، والسلبيات، والمواقف، والبدائل" (Zohar, Nemet, 2002, P. 37).

وأُشير إليه– كذلك– بأنه: " العملية التي ينشأ عنها الجدل العلمي، واتخاذ القرارات، وتلائم القضايا العلمية المعقدة البِنَى، والتي تفتقر إلى حلول واضحة في ضوء البيانات والمصادر المُتاحة؛ فالمقدمات المنطقية في هذا النوع من الاستدلال قابلة للتغيير كلما توافرت معلومات إضافية، كما أن الاستنتاجات ليست بدهية أو ذاتيةً. وتتجلى أهمية الاستدلال العلمي المجتمعي عندما يتعلق بمشكلات معقدة، جدلية، مفتوحة النهاية؛ فيصعب –عندئذٍ– الوصول للمعلومات المتعلقة بها، وخاصة عندما يتطلب من الفرد بناء حُجة لدعم ادعائه، وقد جاءت الفلسفة بعد الوضعية – التي ترى العلم مسعى متعدد الأوجه من التخصصات– مؤكدة أنه يمكن تطبيق الاستدلال العلمي المجتمعي، ويمكن أن يتحقق ذلك في سياق القضايا العلمية المجتمعية (Sadler, 2004, P. 514).

وعُرِّف –أيضًا– بأنه: " مجموعة من الكفايات المترابطة والتي تصف التفكير المعقد، والاستدلال اللازم للطلاب لفهم العلم في سياق القضايا المعقدة". وقد أُشير في هذا السياق إلى أن الاستدلال العلمي المجتمعي يمكن وصفه بأنه آليات إدراكية طُوِّرَتْ لصنع المعنى المتعلق بالقضايا العلمية المجتمعية، وفهمهما (Sadler, Barab& Scott, 2007, P. 374; Kinslow, Sadler, Nguyen, 2019, P. 390).

كما أشير إليه كذلك بأنه: " بناء نظري من الممارسات التي ينبغي تعزيزها في قاعات الدراسة العلمية، والمرتبطة بالتفاوض حول القضايا العلمية المجتمعية، والوصول لحل لتلك القضايا بهدف تعزيز تربية المواطنة" (Zeidler, Herman& Sadler, 2019, P. 2).

(ب) أهمية الاستدلال العلمي المجتمعي:

يمكن أن يلعب بناء الاستدلال العلمي المجتمعي دورًا فاعلًا في تطوير المعرفة العلمية المفهوماتية للعلم، ومهارات الممارسة؛ للنظر في الجوانب غير العلمية للقضايا العلمية المجتمعية؛ حيث تتضمن تلك القضايا أوجه غير علمية متعددة؛ كالأوجه: السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية، والثقافية....وغيرها، والتي يجب علينا معالجتها إذا أردنا حل تلك القضايا بنجاح. كما يمكن أن يفيد بناء الاستدلال العلمي المجتمعي في تصميم خبرات تعلم، وأدوات تقييم مناسبة في سياق القضايا العلمية المجتمعية؛ مما يسهم في تطوير مستوى الثقافة العلمية الوظيفية للطلاب (Zeidler, Herman& Owens et al, 2019, P.2) ; (Sadler, 2019, P. 4

ويساعد بناء الاستدلال العلمي المجتمعي في تطوير قدرات الطلاب كمواطنين قادرين على اتخاذ قرارات مسؤولة تجاه القضايا العلمية المجتمعية؛ بهدف تحسين رفاهية الأفراد، والمجتمعات، والبيئة (Hollweg et al, 2011, P. 15).

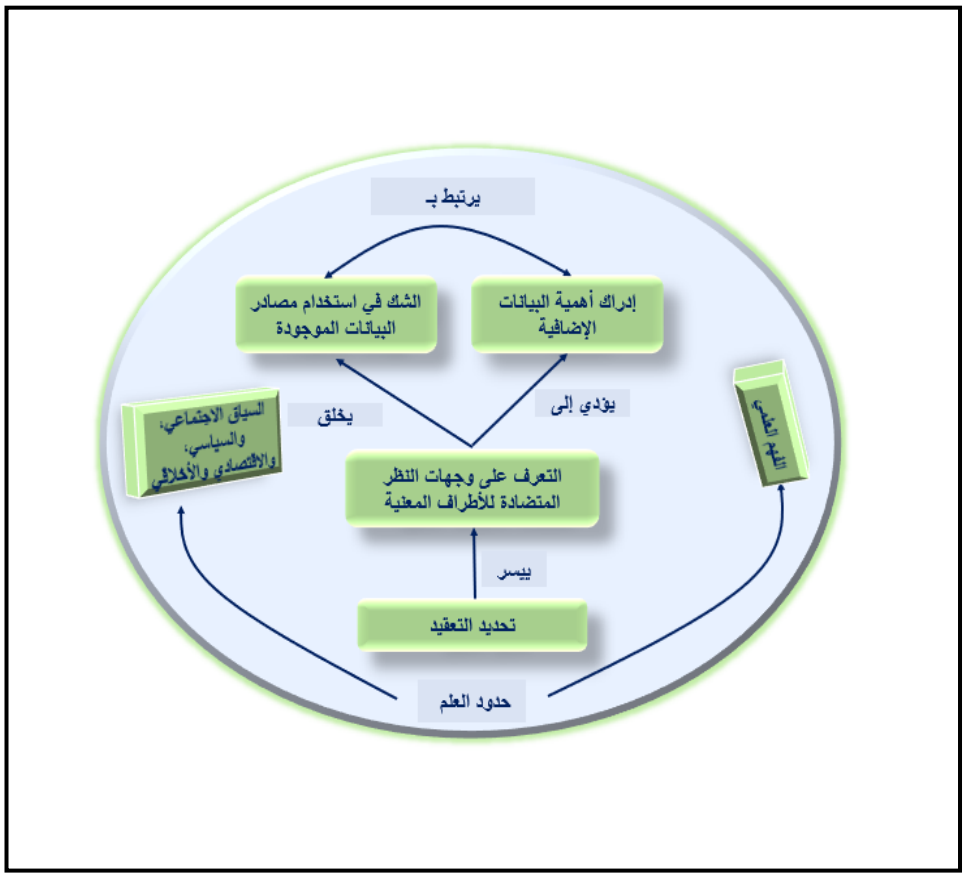
(ج)أبعاد الاستدلال العلمي المجتمعي:

هناك مجموعة من الأبعاد التي يتشكل منها الاستدلال العلمي المجتمعي، والتي اتفق عليها المعنيين بمجال التربية العلمية، وهم:

- **التعقيد Complexity: ويعني القدرة على إدراك أن القضايا العلمية المجتمعية مشكلات مفتوحة النهاية، تفتقر إلى الحلول البسيطة؛ فضلًا عن فهم الطبيعة المعقدة المتأصلة في تلك القضايا من خلال تجاوز فهم العلاقة بين آليات السبب والنتيجة، إلى التفكير التأملي في المكونات العلمية، والاجتماعية لأية قضية.**
- **الاستقصاء Inquiry: ويعني تقدير أهمية البحث والتقصي حول القضايا العلمية المجتمعية، والاستقصاء المستمر لمزيد من المعلومات؛ للإجابة عن أسئلة محددة تحتاج لمزيد من الاستفسار، ووضع خطة للفحص، والنظر في طرائق جمع المعلومات، وتقصي المكونات العلمية، والاجتماعية للقضايا؛ نظرًا لأنها قضايا ذات تركيب غير محدد وغير منظم، ومتعددة الاعتبارات الاجتماعية.**

- **الأخذ بوجهات النظر Prespective taking: ويعني القدرة على تحليل القضايا العلمية المجتمعية بوصفها قضايا متعددة الأوجه، والحلول المُحتملة من وجهات نظر متعددة لأصحاب المصلحة (الأطراف المعنية) Stakeholders.**
- **الشك Skepticism: ويعني القدرة على التدقيق في مصادر المعلومات فيما يتعلق بمصداقيتها، بما في ذلك تحديد التحيزات المُحتملة، وتقدير جودة الدليل evidence، ودمج العوامل الاجتماعية والعلمية المؤثرة في تلك المصادر بما في ذلك تقارير العلماء (كوسيلة للنظر بشكل عام في مصداقية الإدعاءات المقدمة من الأفراد المعنيين بالقضية).**
- **إمكانات العلم، وحدوده، والاعتبارات غير العلمية Affordace& Limitation of science and Non–Science consideration: وتعني الوعي بالطرائق التي يمكن أن يساعد فيها العلم في فهم الظواهر الطبيعية المرتبطة بالقضايا العلمية المجتمعية، وإلى أي مدى يمكن للعلم تقديم رؤى لحلول تلك القضايا؛ في ضوء الاعتبارات: الاجتماعية، والسياسية، والاقتصادية، والأخلاقية؛ " أي الوعي بحدود ما يمكن فهمه من خلال العلم، وما لا يمكن للعلم فهمه ومعالجته" (٣٧٧-٣٧٤ Zeidler, Herman& ; Sadler, Barab& Scott, 2007, PP. Romine, Sadler& Kinslow, 2017, P. 277 ; Sadler, 2019, P. 3).**

ويمكن للباحثة التعبير عن الأبعاد السابقة في الشكل رقم (١) الآتي:

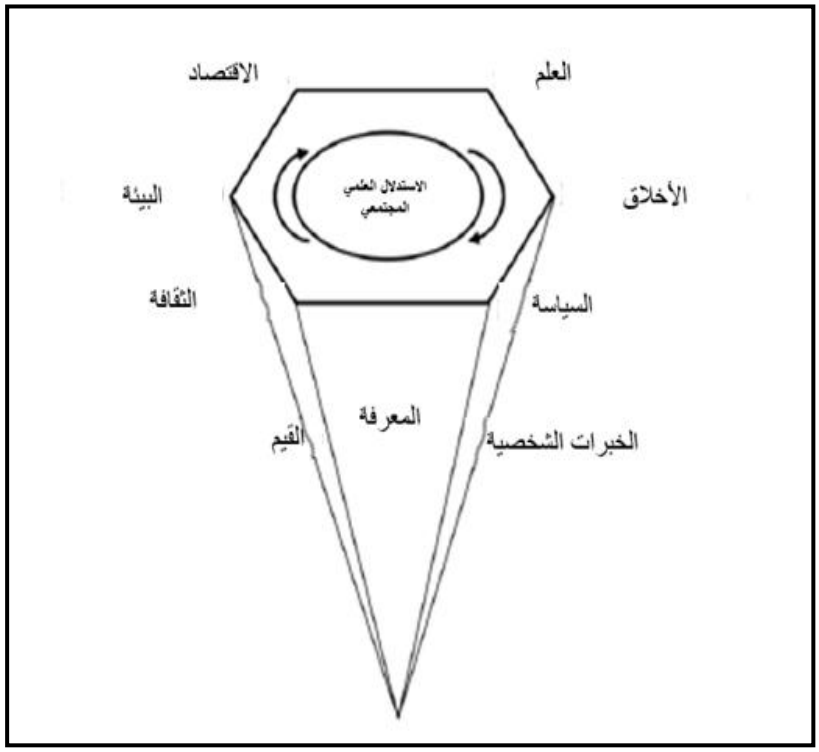


شكل رقم (١):
أبعاد الاستدلال العلمي المجتمعي

تستخلص الباحثة مما تقدم أن:

- ✓ **الاستدلال العلمي المجتمعي أحد نواتج التعلم المُعقدة المنبثقة من الرؤية الثانية للثقافة العلمية؛ فهو بناء يتعامل مع القدرات الإدراكية العليا كفهم وجهات النظر المتعددة التي تتجاوز فهم المحتوى العلمي لقضية ما.**
- ✓ **الاستدلال العلمي المجتمعي عملية سياقية تنشأ من تفاعل المعارف، والقيم، والخبرات الشخصية، والعلاقات، والتفاعلات الاجتماعية اللامنهجية، فضلًا عن تدخل**

الأيدولوجيات الأخلاقية: والسياسية، والاقتصادية، والثقافية، والبيئية، ويمكن التعبير عن الاستدلال العلمي المجتمعي في الشكل رقم (٢)الآتي:



شـ رقـ (2):

الـ فاء الـ اق لـ الاسـ لال العلـ ي الـ عي

الـ ر: (Cian, 2019, P. 48)

(د) الدراسا

هناك عدد من الدراسات السابقة التي اعتمدت على الابعاد السابق تحديدها للاستدلال العلمي المجتمعي؛ لتقييم مستواه، أو بقصد تطويره؛ أبرزها:

- دراسة Karahan, Roehrig (٢٠١٧)، بعنوان: " فهم طلاب المدارس الثانوية لطبيعة العلم، والاستدلال العلمي المجتمعي".

والتي هدفت إلى تقصي فهم الطلاب لطبيعة العلم، والاستدلال العلمي المجتمعي لدى(١٢) طالبًا وطالبةً بالمرحلة الثانوية من (٤) مدارس تقع على ضفاف نهر مينيسوتا Minnesota Rive بعد دراستهم لإحدى القضايا المتعلقة بالماء، وهى قضية " نهر مينيسوتا"، الذي صار من أكثر الأنهار تلوثًا في الولايات المتحدة،

فضلًا عن الانحدار الذي تعانيه جوانب النهر؛ مما أثر في الأراضي الزراعية المحيطة به، واعتمدت دراسة الحالة في هذه الدراسة على التحليل الكيفي لمقابلات شبه منظمة للطلاب، بالإضافة لتحليل الطلاب لمقالات علمية، وأسفرت الدراسة عن تطور فهم الطلاب لطبيعة العلم ، ومهارات الاستدلال العلمي المجتمعي حول قضية نهر مينيسوتا بالولايات المتحدة الأمريكية، والمتعلقة بقضية تلوث الماء.

- دراسة Romine, Sadler& Kinslow (٢٠١٧)، بعنوان: "تقييم الثقافة العلمية: تطوير التقييم الكمي للاستدلال العلمي المجتمعي، والتحقق من صدقه".

والتي هدفت إلى قياس مستوى الاستدلال العلمي المجتمعي لدى عينة قوامها (١٢٠٠) طالب من التخصصات الجامعية غير العلمية، والتي أسفرت عن ضعف قدراتهم على الاستدلال العلمي المجتمعي حول بعض القضايا، وأكدت الدراسة صدق التقييم الكمي لهذا النوع من الاستدلال عبر الاستجابة المفتوحة القائمة على السيناريوهات، وأشاروا لنسبة ثقة تصل (٩٩%) لهذا النوع من التقييم.

- دراسة Kinslow, Sadler& Nguyen (2019)، بعنوان: " الاستدلال العلمي المجتمعي، والثقافة البيئية في الفصول المعتمدة على المجال البيئي".

والتي هدفت إلى تعرف تأثير مجموعة من الأنشطة البيئية حول قضية نظم إدارة المياه على كفايات الاستدلال العلمي المجتمعي لدى(١٨) طالبًا وطالبةً من المرحلة الثانوية، واعتمدت الدراسة على المنهج المختلط الممثل في التقييم الكمي للاستبانات المفتوحة، والتحليل النوعي لاستجاباتهم؛ للتعرف على أنماط تفكيرهم، وكشفت النتائج عن فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين: القبلي، والبعدي؛ لصالح المجموعة التجريبية في الاستدلال العلمي المجتمعي.

- دراسة Cian (٢٠١٩)، بعنوان: " تأثير قيم الطلاب، ومعرفتهم، وخبراتهم الشخصية، والقضايا العلمية المجتمعية على قياس الاستدلال العلمي المجتمعي لطلاب المرحلة الثانوية".

والتي هدفت إلى قياس الاستدلال العلمي المجتمعي لطلاب المرحلة الثانوية حول القضايا البيئية، والقضايا المتعلقة بالتعديل الجيني، وعلاقته بمستوى معرفة الطلاب، وقيمهم، وخبراتهم، واعتمدت الدراسة على التقييم الكمي للاستدلال من خلال السيناريوهات المتبوعة

بأسئلة اختيارات من متعدد، وكشفت النتائج عن تطور مستوى الاستدلال العلمي المجتمعي، وتأثره بمعرفة الطلاب، وخبراتهم، وقيمهم.

- دراسة Owens et al (٢٠١٩)، بعنوان: " انخراط معلمي العلوم، والرياضيات للمرحلة الثانوية في القضايا البيئية خلال الاستدلال العلمي المجتمعي".

والتي هدفت إلى التطوير المهني لـ (٢١) معلمًا ومعلمةً من معلمي المرحلة الثانوية – تخصصي: العلوم، والرياضيات– لتعزيز الثقافة العلمية المتعلقة بالعلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM)؛ من خلال تطبيق برنامج قائم على STEM لمعالجة قضية تغير المناخ؛ لتطوير الاستدلال العلمي المجتمعي لدى معلمي المرحلة الثانوية، واعتمدت الدراسة على التقييم الكمي من خلال تقديم سيناريو حول إحدى القضايا، متبوعًا بمجموعة من الأسئلة المقيدة حول مهارات الاستدلال العلمي المجتمعي، ثم أسئلة مفتوحة لتفسير الاستجابة المقيدة، وصُححت من خلال مقياس الأداء المتدرج لكل مهارة، وأسفرت النتائج عن فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين: القبلي، والبعدي لصالح المجموعة التجريبية.

- دراسة Villarín, Fowler (٢٠١٩)، بعنوان: "تعزيز القضايا العلمية المجتمعية لمعرفة المحتوى العلمي، والاستدلال العلمي المجتمعي لدى طلاب المرحلة الثانوية في بيرتو ريكن Puerto Rican".

والتي هدفت إلى تجريب وحدة من القضايا البيئية على مجموعة من طلاب المدارس الثانوية البالغ عددهم (١٠٠) طالب وطالبة من أربع فصول بإحدى المدارس على مدار(٤) أسابيع، واعتمدت الدراسة على التحليل الكيفى لاستجابات الطلاب حول بعض الفيديوهات المتعلقة بقضايا بيئية، فضلًا عن اختبار مكون من (٢٠) مفردة لقياس المحتوى المعرفي، وكشفت النتائج عن التأثير الإيجابي على معرفة الطلاب للمحتوى العلمي، والذى ظهر في القياس البعدي، بينما لم تسفر الدراسة عن نتائج إيجابية في مستوى الاستدلال العلمي المجتمع لدى الطلاب عينة الدراسة في القياس البعدي؛ وأعزى الباحثان تلك النتيجة إلى أن تنظيم المحتوى المعرفي فحسب لا يمكن أن يسهم في تحسين مستويات الاستدلال العلمي المجتمعي لدى الطلاب.

- دراسة Owens et al (٢٠٢٠)، بعنوان: " تعزيز الثقافة المائية في تعليم STEM: الاستدلال العلمي المجتمعي حول القضايا الاجتماعية الهيدرولوجية لدى طلاب الجامعات".

والتي هدفت إلى تقصي فاعلية برنامج قائم على مدخل العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM) في تعزيز الثقافة العلمية الوظيفية؛ وذلك من خلال تطوير قدرة الطلاب المعلمين لبناء الاستدلال العلمي المجتمعي، وأُجريت الدراسة على عينة قوامها (٩٨) طالبًا، وطالبةً بجامعة ميدويسترن Midwestern ، وتم ذلك من خلال التقييم الكمي؛ حيث اعتمدت الدراسة على سيناريوهات ترتبط بإحدى القضايا العلمية المجتمعية، ويتبع كل سيناريو نوعان من الاستجابة؛ إحداهما: استجابة مقيدة للاختيار بين" نعم، ولا"، والثانية: استجابة مفتوحة لاستخلاص الاستدلال الكامن وراء الاستجابة المقيدة، وأسفرت النتائج عن فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين: القبلي، والبعدي لصالح المجموعة التجريبية في تنمية الاستدلال العلمي المجتمعي حول قضية نترات نهر الراكون.

يمكن الخلوص– في ضوء ما عُرِض من دراسات– إلى ما يأتي:

- ندرة الأبحاث العربية– في حدود علم الباحثة– التي تستهدف تطوير الاستدلال العلمي المجتمعي حول القضايا العلمية المجتمعية
- أفادت الدراسات، والكتابات التربوية الباحثة في التحديد المدقق لأبعاد الاستدلال العلمي المجتمعي.
- تأرجحت أدوات قياس الاستدلال العلمي المجتمعي بين التقييم الكمي المُمثل في إعداد الاستبانات المفتوحة القائمة على السيناريوهات المتعلقة بالقضايا العلمية المجتمعية، واستخدام مقاييس الأداء المتدرجة لتصحيحها، وبعض التحليلات الكيفية لاستجابات الطلاب على فيديوهات متعلقة بالقضايا العلمية المجتمعية، واختبارات الاختيارات من متعدد في ضوء سيناريوهات تدور حول قضايا علمية مجتمعية مختلفة.
- محدودية قدرة تنظيم المحتوى العلمي –وحده– حول بعض القضايا في تنمية الاستدلال العلمي المجتمعي، بل لا بُدَّ من توظيف مداخل مختلفة تعزز تنميته.

٢. شخصية المواطن العالمي:

(أ) مفهوم شخصية المواطن العالمي، وأهميته:

عُرفت الشخصية بأنها: " مجموعة من المبادئ، والأولويات التي تشكل نظامًا للعمل بمسؤولية مع احترام حياة الإنسان، والشعور بالتعاطف مع جميع الكائنات الحية في جميع أنحاء العالم؛ بما يشكل قوة دافعة لتكوين مواطنين مستقبليين متلائمين مع تطور مجتمع القرن الحادي والعشرين؛ علميًا، وتكنولوجيًا" (Choi et al, 2011, P. 681).

وترجع أهمية الشخصية إلى سعيها لتعزيز تكوين مواطنين مسؤولين مشاركين؛ فتساعد المتعلمين في اتخاذ الخيارات والقرارات المناسبة لضمان كوكب مستدام، وتعميق معرفة جميع المواطنين بحقوق الإنسان الأساسية التي تكفل لهم حياة عادلة ديمقراطية. ويُعدُّ هذا الهدف واحدًا من أهم الأهداف الأساسية لتعليم الشخصية، وتعليم المواطنة؛ لذلك اقتُرِحَتْ رؤية لدمج الطلاب في السياق الأخلاقي من خلال تكامل تعليم العلوم مع التربية الشخصية والأخلاقية، وتربية المواطنة؛ ليكونوا قادرين على المشاركة الفاعلة في القرارات والسياسات التي تؤثر في الآخرين في مجتمع ديموقراطي (Berkowitz, Simmons, 2003, P. 119).

(ب) طبيعة شخصية المواطن العالمي:

تتسم شخصية المواطن العالمي في التربية العلمية بالتكامل مع التربية الشخصية والأخلاقية، وتربية المواطنة من جهة، وتضمينها كأحد أبعاد الثقافة العلمية في القرن الحادي والعشرين من جهةٍ أخرى؛ ويمكن توضيح تلك الطبيعة فيما يأتي:

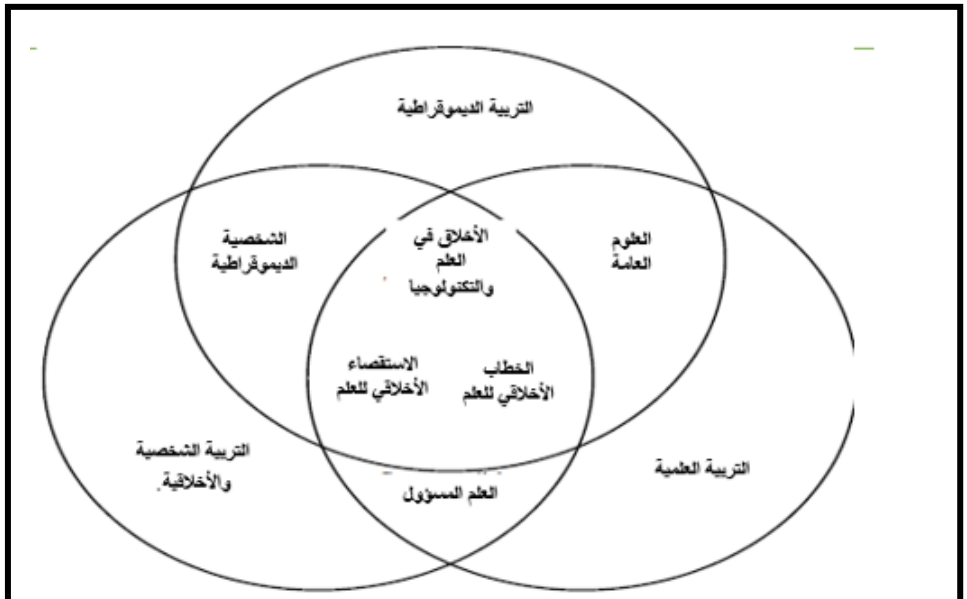
❖ تكامل التربية الشخصية والأخلاقية، وتربية المواطنة مع تعليم العلوم:

فرضت سرعة تطور المعرفة العلمية، وظهور تقنيات حديثة ضرورة مشاركة المواطنين من أجل إدارة العلم، والتكنولوجيا من أجل البشرية بمسؤولية أخلاقية. هكذا يجب أن يكون المواطنون المستقبليون قادرين على فهم القضايا والآثار المترتبة على القرارات التي يتخذها الأفراد، والمؤسسات، والهيئات؛ بل والأهم من ذلك المشاركة والتأثير في تلك القرارات.

وقد أشارت اليونسكو إلى الحاجة إلى مواطنة مسؤولة للتعامل مع التحديات العلمية والتكنولوجية، بما لها من آثار بالغة على التعليم وبخاصةٍ تعليم العلوم؛ فالسياق المناسب

الـذي يمكـن مـن خلالـه الانخـراط فـي الممارسـات العلميـة، وفهـم آثـار المعرفـة العلميـة، والتكنولوجية هي خبرة مدرسية تقوم على التقاطع بين التربية الشخصية والأخلاقية، والتعليم الديموقراطي. إن تقاطع تعليم العلوم والتكنولوجيا، والتربية الشخصية والأخلاقية يوفر فرصة للقائمين على التربية العلمية بتنفيذ المبادئ والممارسات الكامنة وراء نموذج تعليم العلوم، وتعلمها بمواطنة ديمقراطية فعالة؛ حيث تتماشى شروط وصف الأداء الديموقراطي مع المعايير الوطنية لتعليم العلوم المحددة لعام ١٩٩٦، ومعايير تعليم العلوم بدول أخرى (UNESCO, 1993, P. 52).

وأُشير إلى أن تعليم الشخصية تعني: " فهم واهتمام وتأثير قائم على القيم العالمية الجوهرية؛ كالاحترام، والمسؤولية، والأمانة، والاهتمام بالآخر"؛ لذلك يُعد تعليم الشخصية وفهمها مدخلًا عمديًا شاملًا لتعزيز تطوير الجوانب الأخلاقية الوظيفية، والكفايات الاجتماعية بما في ذلك القدرة على التفكير، والاستدلال عن القضايا الأخلاقية. بينما يتضمن تعليم الديمقراطية المبادرات التعليمية المصممة لتعزيز تطوير مواطنين أَكْفاء، ومسؤولين في مجتمع ديموقراطي (Berkowitz, Simmons, 2003, PP. 120- 123). ويمكن التعبير عن تقاطع المجالات الثلاثة (التربية الشخصية والأخلاقية، وتربية المواطنة، والتربية العلمية) في الشكل رقم (٣) الآتي:

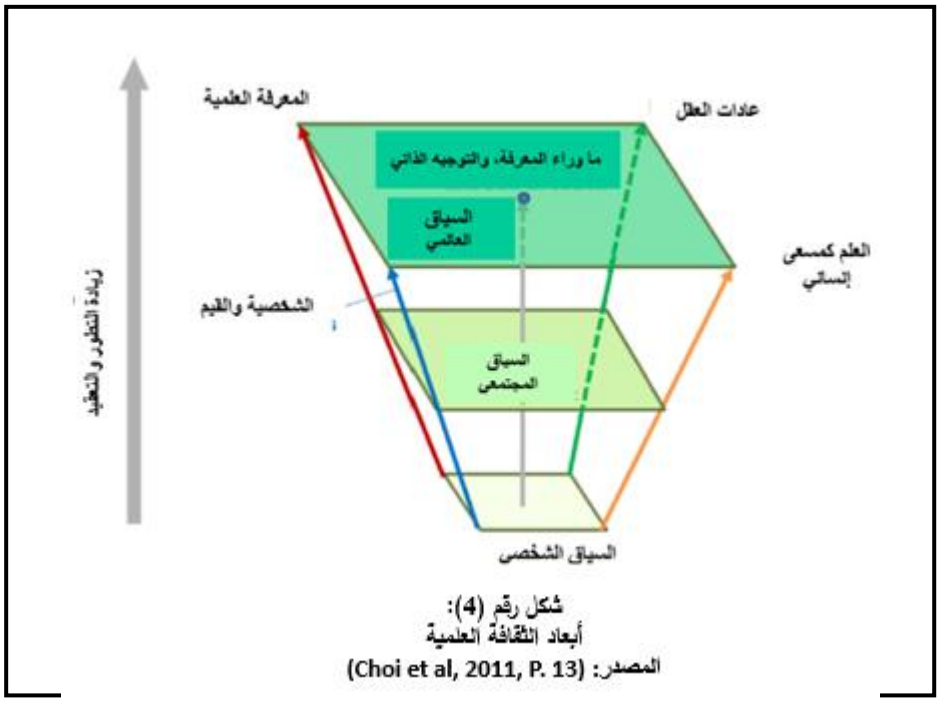


شكل رقم (3): تكامل التربية الشخصية والأخلاقية، وتربية المواطنة، وتعليم العلوم

(Berkowitz& Simmons, 2003, P.123)

❖ القيم والشخصية، والثقافة العلمية:

فمع توسع سياق الحياة البشرية من الشخصية إلى العالمية، كانت هناك حاجة لرؤية علمية جديدة للثقافة العلمية؛ مما دفع رواد التربية العلمية العالميين لتطوير إطار للثقافة العلمية العالمية للقرن الحادي والعشرين تضمن أبعادًا جديدة؛ وهم: معرفة المحتوى content knowledge، وعادات العقل habits of mind، العلم كمسعى إنساني a science as human endeavor، ما وراء المعرفة metacognition، التوجيه الذاتي self-direction، الشخصية والقيم character and values (Choi et al, 2011, P.12)؛ ويمكن التعبير عن تلك الأبعاد في الشكل رقم (٤) الآتي:



شكل رقم (4):
أبعاد الثقافة العلمية
المصدر: (Choi et al, 2011, P. 13)

إن توسع القيم والشخصية في الجانب الوجداني– في ضوء مفهوم الثقافة العلمية العالمية للقرن الحادي والعشرين – يتجاوز الاتجاهات والدوافع ليشمل تصورنا للمواطن العالمي كممثل نشط قادر على تحمل المسؤولية لحل المشكلات العالمية من خلال نظرة بيئية عالمية، وتعاطف اجتماعي وأخلاقي؛ بل ويُعد من أهم المهارات الضروري اكتسابها في تعليم العلوم لاتخاذ قرارات ومواقف تجاه القضايا العلمية المجتمعية، ومحاولة إيجاد سبل لحلها من وجهة نظر أخلاقية(Roberts, 2010, P. 15)

وقد اقترح – في هذا السياق– Hodson (2003, P.647) أنه يمكن للثقافة العلمية أن تُعالج في مستويات من التعقيد؛ أوجزها فيما يأتي:

- **تقدير تأثير التغيرات العلمية التكنولوجية في المجتمع، وإدراك وتقدير رسوخ العلم، والتكنولوجيا ثقافيًا.**
- **إدراك أن القرارات المُتخذة حيال التطور العلمي، والتكنولوجي، تسعى للمصالح الخاصة، وترتبط بتوزيع السلطة والثروة.**

- تكوين وجهات نظر الفرد، وخلق مواقف القيم المناظرة.
- التوقع، والإعداد لاتخاذ مواقف وقرارات محددة.

ومما يجدر الإشارة إليه أن المستويين: الثالث، والرابع يُعَّدان من المتطلبات الأساسية لاتخاذ المواقف السياسية، والاجتماعية، وهو ما دفع Santos (2009, P. 362) إلى إعادة النظر في المدخل التربوي التحرري لباولو فريري Paulo Freire، وطبقه على تعليم العلوم، واقترح اتجاهًا إنسانيًا راديكاليًا – إلى حدٍ ما– يتكون من (٣) مراحل؛ هم:

- تشجيع المتعلمين على تحديد القضايا العلمية المجتمعية للمناقشة من خلال ملاحظة الواقع.
- إشراك المتعلمين في المناظرات، والمناقشات حول القضايا العلمية المجتمعية من خلال عملية الحوار والخطاب discourse.
- تَحوُّل فهم المتعلمين إلى مواقف اجتماعية سياسية.

وتأكيدًا لما سبق؛ فقد أشار عدد من رواد التربية العلمية إلى أن الهدف الأساسي لتعليم العلوم ينبغي أن يكون تشجيع الطلاب على اتخاذ مواقف اجتماعية سياسية في حل القضايا والاهتمامات العالمية؛ ولتحقيق ذلك يجب أن يكون الطلاب على وعي بالطبيعة: السياسية، والاجتماعية، والأخلاقية للتطور العلمي، والتكنولوجي، وتطوير وجهات نظرهم واتجاهاتهم حول تلك القضايا (Choi et al, ;Santos, 2009, P. 363; Hodson, 2003, P. 648 (2011, P. 681

تستخلص الباحثة مما تقدم أن:

- ✓ التركيز على مشكلات العالم الحقيقي التي لها مكونات علمية وتكنولوجية تضع الأساس لتمكين الطلاب كمواطنين في المستقبل، وزيادة وعيهم، وإيمانهم بقدرتهم، ومسؤولياتهم في إجراء التغييرات، وإيجاد الحلول لتلك المشكلات.
- ✓ السياق المناسب لفهم آثار المعرفة العلمية والتكنولوجية والانخراط في الممارسات العلمية هو خبرة تعليمية تقوم على تقاطع تربية الشخصية، والتعليم الديمقراطي.
- ✓ تقاطع تعليم العلوم، والتكنولوجيا، وتربية الشخصية يوفر فرصة فريدة لتنفيذ المبادئ والممارسات الكامنة وراء نموذج تعليم العلوم، وتعلمها بمواطنة ديمقراطية فاعلة متسقة مع شروط وصف الأداء الديمقراطي.

- ✓ تنمية شخصية المواطن العالمي أحد الاتجاهات الحديثة في التربية العلمية.

(ج) أبعاد شخصية المواطن في المجتمع العالمي:

أشير إلى أن الشخصية توفر النسيج الأخلاقي الذي يحتاجه الأفراد لاتخاذ القرارات والمواقف التي تمكن المواطن العالمي من التعايش في القرن الحادي والعشرين مستوعبًا الثقافات المختلفة، ومتعاطفًا مع الآخرين في العالم (Lee et al, 2013, PP. 2083-2084)، وقد حُدِّدَتْ أبعاد ثلاثة رئيسة لنظام الشخصية والقيم بالقرن الحادي والعشرين؛ هم:

- النظرة البيئية للعالم Ecological World View:

اقتُرح إطارٌ بيئيٌ للعالم يعتمد على اندماج الأفراد، وتقنياتهم في النظام الطبيعي، ويتضمن هذا الإطار عدة مبادئ؛ منها: تطوير التناغم الشخصي مع الأرض خلال الخبرات العملية، وأخلاق الرعاية ethics of care ، تأسيس التعلم خلال الإحساس بالمكان عبر تقصي المجتمعات الطبيعية المحيطة، وتحفيز الأفراد على الاندماج في خبرات المجتمع والاستدلال عليها؛ فضلًا عن أنه يُعنى بالنظرة البيئية للعالم والتي أوضحها بأنها المعتقدات المشتركة بين جميع الكائنات الحية، والعلاقات التي تربطهم ببعضهم البعض، ونظام متداخل ومترابط مع البيئة التي يعيشون داخلها. ويتضمن هذا المنظور العالمي نوعًا من الوعي بان اتخاذ القرارات يقوم على الترابط بين الأفراد والبيئة، وأن أفعال الفرد، ومواقفه الشخصية لها تأثير على البيئة، والتي قد تمتد لتؤثر في غيره؛ فضلًا عن أنهم يطورون من دورهم لإدارة البيئة لصالح ورفاهية الكون كمجموعة ذات حس أخلاقي (Smith& Williams,1999, 6-7 PP, Carr, 2002, P. 20).

إن صلاحية النظم البيئية – تعتمد بشكل كبير– على الشخصية، وسماتها، وقيمها بين ذات الفرد، والعالم الطبيعي، وقد أطلق على إطاره البيئي اسم " وعي المجال البيئي Eco-Sphere consciousness". وأُكد– خلاله– على حاجة الأفراد للتأمل والتفكير في تكيف البشر مع بيئتهم، وتقديرهم للاتساع والجمال، والقيم الجوهرية للعالم الطبيعي؛ فيعتقد بورز Bowers أن هذا المستوى من الوعي، والخبرات الجمالية تؤدي بالناس لتحمل المسؤولية البيئية، فضلًا عن الدعوة للعدالة البيئية والتي نادى بها(Bowers)، والتي يمكن للإنسان – من خلالها– اتخاذ إجراءات ومواقف متسقة مع الحفاظ على بيئة صحية (Bowers, 1999, P. 165 ; Zandvliet, 2004, P. 20) .

واتفق Colucci- Gray et al (2006, P. 249-250) مع هذه النظرة البيئية العالمية؛ بل واتخذ الخطوة المنطقية التالية؛ ألا وهي الدفاع عن فكرة ثقافة الاستدامة، وقد عبر عن النظرة البيئية العالمية بأنها إطار أخلاقي يؤكد قيمة النظم والبيئة الطبيعية بوصفهم نظام دعم ضروري يقوم على الإنسان ذاته، ومتطلباته، وحاجاته؛ لذا أُشير إليها بأنها: " تحمُّل الانسان لمسؤولية إيجاد سُبل سليمة، وآمنة للعيش والتعايش مع الكائنات الأخرى، وإدارة موارد مشتركة؛ لضمان مستقبل مستدام لجميع سكان الكرة الأرضية"

وتكمن أهمية تلك النظرة في تضمنها تنوعًا للثقافات البشرية، وتنوع الكائنات الحية التي تستوطن النظم البيئية المختلفة، فهذا النموذج يُعد مهمًا لتطور المداخل السلمية (غير المدمرة) للتعامل مع أزمة إيجاد حلول مستدامة للتعامل مع المشكلات البيئية المجتمعية؛ فاتجاه اللاعنف الذي يدعو للتعايش السلمي يمثل إحدى الطرائق المحورية لاحتواء القوى المدمرة التي يمكن أن تؤثر في هذا الموقف المُتأزم؛ فضلًا عن تقديم مدخل عقلاني للتعامل مع ظروف الجهل التي تصاحب نظرة الأفراد التي تعبر عن مواقفهم، وتعكس اختياراتهم التي ثبت خطأها.

وتجدر الإشارة هنا إلى اعتماد النظرة البيئية العالمية على التفكير الإيكولوجي Ecological thinking والذي ينتج من احتضان الترابط بين كل أشكال الحياة؛ فهو طريقة للتفاعل مع الحياة بأكملها والتي تحترم حدود كل شكل من أشكال تلك الحياة، ومميزاتها، وعطاياها التي خُلقت من أجلها؛ فيدرك التفكير الإيكولوجي آلية التوازن التي تنماز بها الطبيعة، ويحترمها، ويدعمها، ومن خلال المواءمة المستمرة مع الحاجة لإعادة هذا التوازن، ويمكن للإنسان العيش في تناغم ووئام مع الطبيعة.

وأكد بعض رواد التربية العلمية –فضلًا عما تَقَدَّم– أهمية تلك النظرة البيئية كدافع وراء تكوين الاتجاهات البيئية وارتباطها، وانعكاسها على سلوكيات الأفراد المتعلقة بالمحافظة على البيئة، والاهتمام بها (Lee et al, ; Thompson& Barton, 1994, PP. 149-150 2013, P. 2093) وقد أشاروا –في هذا السياق– إلى نوعين من تلك النظرة البيئية العالمية؛ هما:

١. المركزية البيئية Eco-Centric:

هي نظرة تقدر الطبيعة لذاتها، تهدف حمايتها، وتقدر قيمتها الجوهرية؛ حتى وإن كانت إجراءات الحماية تنطوي على عدم راحة الإنسان، أو التقليل من جودة حياته؛ فضلًا عن دعم تلك النظرة للقضايا البيئية دون النظر إلى الاقتصاد، أو نمط الحياة المرتبط بالحفاظ عليها، فالبيئة لها بعد روحي وجوهري ينعكس على تجارب الأفراد، وخبراتهم حول الطبيعة، ومشاعرهم نحوها؛ فتلك النظرة لها دوافع صديقة للبيئة، ويجب أن تحظى باعتبار أخلاقي لذاتها.

٢. مركزية الإنسان Anthropo-Centrism:

هي نظرة تقدر الطبيعة لمواردها ونفعها المادي الذي يمكن أن تقدمه للإنسان، حتى وإن تجاوزت قدرة هذه الموارد على تلبية الحاجات البشرية المادية، وتدعو للحفاظ على موارد الطبيعة؛ لأنها مرتبطة براحة الإنسان، وجودة الحياة، والنظام البيئي الصحي، وتُعدُّ نظرة ذات طبيعة نفعية لإسهامها في إشباع حاجات الإنسان، ورغباته، وتركز على الأنانية، والأثرة الاجتماعية.

ولقد أشار كلٌ من: Bowers (1999, P. 165)؛ Smith& Williams (1999, PP. 6-7)؛ Mueller (2009, P. 1032) إلى قواسم مشتركة رئيسة للنظرة البيئية العالمية المقترحة في الأدبيات متضمنة المعتقدات الآتية:

- **الترابط Interconnectedness:**

ويشير هذا المعتقد إلى أن الإنسان جزء لا يتجزأ من الطبيعة، ومرتبط بها ارتباطًا وثيقًا، أو بطريقة أخرى يتعايش الإنسان والطبيعة إيكولوجيًا يؤثر كل منهما في الآخر بآليات مختلفة؛ وبالتالي يمكن أن يؤثر الإنسان في التنظيم الذاتي للطبيعة، وتوازنها؛ مما قد يُلحق الضرر بالبيئة، ويؤثر في الإنسان، ويلحق الضرر به فيما بعد.

- **التنمية المستدامة Sustainable Development:**

وتشير لضرورة أن يتعايش الإنسان بما يتلاءم مع الطبيعة من أجل مستقبل مستدام، وبعبارة أخرى نحن بحاجة لبذل جهد لاستكشاف طرائق لتحقيق التنمية، والفائدة لكل من: طرفي البشر، والطبيعة، ودون الخلل بمستقبل الأجيال القادمة.

- **التراحم الاجتماعي، والأخلاقي Social and moral Compassion:**

وقد تم التأكيد على أهمية التراحم الاجتماعي، والأخلاقي كعنصر رئيس في التربية العلمية، ونعني به: " التعاطف، واحترام البشر الآخرين، والكائنات الحية كافة في جميع أنحاء العالم"(Galinsky& Moskowitz , Bebeau, Rest& Narvaez, 1999, P. 19; Lee et al, 2013, P. 2083 2000, P. 708;)

وأُشير – في هذا السياق– إلى أن التراحم يؤدي إلى فهم أسباب تصرفات ومواقف الآخرين؛ فهي ممارسة تتطلب التعاطف empathy في أولى خطوات تكوينها؛ فالأفراد – وفقًا لقيم القرن الحادي والعشرين– ليس عليهم فهم ثقافاتهم الخاصة فحسب؛ بل عليهم – كذلك– إدراك الخلفيات الثقافية المختلفة للآخرين، وتقدير التنوع الثقافي. إن تعزيز الوعي الأخلاقي، والتراحم، والتعاطف صار ضرورة لا غنى عنها في ظل مجتمع تكنولوجي سريع التغير، ترتبط من خلاله جميع جوانب العلم بالمجتمع الذي نشأت منه، فيحتاج لأفراد أكثر حساسية للجوانب الأخلاقية المتضمنة في القضايا العلمية المجتمعية، وأكثر تقديرًا وتقبلًا لوجهات نظر متعددة حول تلك القضايا، وأكثر تعاطفًا مع أولئك الذين يعانون – بشكل مباشر، أو غير مباشر –ميزات هذا التطور العلمي التكنولوجي؛ بل ومشاركتهم المسؤولية في تخفيف تلك المعاناة، أو علاجها، أو منعها(Ruiz& Vallejos, 2006, P. 6) . ويتضمن التراحم الاجتماعي، والأخلاقي المكونات الآتية:

- **الحساسية الأخلاقية ethical sensitivity:**

الحساسية الأخلاقية متطلب قبلي رئيس لإدراك الجوانب الأخلاقية المتضمنة في أي موقف ما؛ فهي تُعدُّ واحدة من أهم المكونات النفسية التي تسهم في اتخاذ القرارات الأخلاقية، وتحديد السلوك الأخلاقي، ويمكن تعريفها بأنها: " القدرة على تفسير موقف ما من خلال الوعي بكيفية تأثير أفعالنا على الآخرين، فتنطوي على بناء السيناريوهات التخيلية الممكنة، ومعرفة سلسلة الأسباب، والنتائج للأحداث في

العالم الحقيقي، وامتلاك مهارتي: التعاطف، ولعب الأدوار". وغالبًا ما تُعرف الحساسية الأخلاقية بأنها: " مزيج من التخيل الأخلاقي، وتوقع النتائج الأخلاقية للموقف، وإدراك القضايا الأخلاقية، والاعتراف بها" (McNeel, 1994, P. 82 ; Sadler, 2004, PP. 340- ; Bebeau, Rest& Narvaez, 1999, P. 20 341).

كما أُشير للحساسية الأخلاقية بأنها: " القدرة على الاهتمام بالقضايا العلمية المجتمعية التي تمثل جزءًا كبيرًا من مجال العلم، والتكنولوجيا، والاعتراف بالعواقب والآثار الأخلاقية المرتبطة بها" (Lee et al, 2013, P. 2083).

- **الأخذ بوجهات نظر Perspective-taking:**

يعني تبني وجهات النظر القدرة على فهم الاهتمامات، والسياق مختلف الأشكال المتضمن في القضايا العلمية المجتمعية ذات الصلة؛ فعندما يتعرض الفرد لوجهات نظر مختلفة يمكنه فهم تعقيد القضايا ذات الصلة بشكل أفضل؛ بل يُعدُّ تبني وجهات نظر معينة –في بعض الأحيان– خطوة أساسية في تطوير التعاطف، والقيادة إلى يقظة تعاطفية لتقديم مساعدة إيجابية لمن هم في حاجة إليها(Galinsky& ; Lee et al, 2013, P. 2099 Moskowitz, 2000, P. 708).

- **الاهتمام بالتعاطف Empathetic Concern:**

وتعني مشاركة الإحساس، والمشاعر مع الآخرين، وأن تضع نفسك مكان الآخرين لتشعر بما يشعرون به. وعُرِّف بأنه:" القدرة على تفسير وفهم تجارب الآخرين ومشاعرهم"؛ إن التعاطف ذو مكونات وجدانية ومعرفية تشير إلى تجارب الآخرين؛ سواء لحالتهم النفسية أو العاطفية؛ مثل الحزن أو الغضب كرد فعل للحزن (Ruiz& Vallejos, 2006, P. 6).

- **المساءلة العلمية المجتمعية Socio Scientific Accountability:**

تهدف قيم القرن الحادي والعشرين إلى احترام حاجات المجتمع، وتنمية المساءلة العلمية المجتمعية؛ حيث يفهم الأفراد كيف يرتبط العلم بالمجتمع، وتقدير وإدراك مسؤوليتهم كأصحاب مصلحة في القضايا العلمية المجتمعية، ويتضمن الشعور بالمساءلة المسؤولية

الشخصية لاتخاذ إجراءات اجتماعية سياسية للمشاركة في عملية صنع القرار المتعلقة بتلك القضايا لحماية العالم الذي يعيشون فيه من أجل العدالة الاجتماعية والرفاهية العالمية.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك فروقًا مفهوماتية طفيفة بين مفهومي: المساءلة والمسؤولية؛ فالمساءلة تعني أن يكون الفرد مسؤولًا عن قرار معين، فاتخاذ قرار بعدم اتخاذ إجراء معين ينتج عن تقييم القرار بعناية، وضبط الموقف والتحكم به قبل حدوثه لأسباب محددة؛ بينما تُعدُّ المسؤولية شخصية ذاتية تنبع بدافع أخلاقي؛ فيتخذ الفرد قرارًا بعدم اتخاذ إجراء معين بدافع أخلاقي يرتبط بصفات معينة؛ مثل: الشجاعة الأخلاقية، ودرجة الاقتناع به. وتُعدُّ المساءلة العلمية المجتمعية ضرورية؛ تمهيدًا للتصرف بمسؤولية. وأكد عددٌ من رواد التربية العلمية – في هذا السياق– أهمية وضرورة تعليم مواطنين قادرين على اتخاذ إجراءات سياسية اجتماعية بشكل فردي – لكن يمكن تنفيذها من خلال المجموعة– من أجل تحقيق العدالة الاجتماعية، والرفاهية العالمية؛ لذلك تعد المساءلة العلمية المجتمعية جزءًا حيويًا من العملية التعليمية عن القضايا العلمية المجتمعية (Boys, ;Hodson, 1999, P. 777 Mueller, Zeidler, 2010, P. ;Skamp& Stanisstreet, 2009, PP. 662-663 .(106

وتتضمن المساءلة العلمية المجتمعية البعدين الآتيين:

- **الشعوربالمسؤولية Feeling of responsibility:**

وتعني الشعور بأننا جميعًا مسؤولون عن حل المشكلات العلمية المجتمعية، بل يمكن أن نكون أحد أسباب نشأة هذه المشكلات من الأساس؛ لذلك يجب أن تكون قراراتنا استباقية نحاول من خلالها تجنب حدوث المشكلات منذ البداية؛ بل وتتضمن الاعتقاد بأن أفعالنا – مهما كانت صغيرة– يمكن أن تفيد في حل هذه القضايا؛ فالمسؤولية هي أحد العناصر الرئيسة التي يجب أن يسعى الناس للوصول إليها، وتحقيقها في المجتمع المعاصر.

- **الاستعداد لاتخاذ إجراء Willingness to act:**

يمثل الهدف الدائم لتعليم العلوم تنمية قدرات الطلاب على اتخاذ الإجراءات، والتصرف بمسؤولية؛ سواء على المستوى الشخصي، أو المجتمعي، أو العالمي، ويشير الاستعداد لاتخاذ أي موقف أو إجراء إلى القناعة الشخصية للتعامل بفاعلية

مـع القضـايا العلميـة المجتمعيـة وحلهـا. وتُعـدُّ هـذه السـمة مؤشـرًا قويًـا لتحقيـق الإجراءات الاجتماعية السياسية خلال الحياة(Boys, Skamp& Stanisstreet, Lee et al, 2013, PP. 2103-2014; 2009, P. 663).

(د) الدراسات السابقة التي تناولت شخصية المواطن العالمي:

هناك عدد من الدراسات السابقة التي اعتمدت على الأبعاد السابق تحديدها لشخصية المواطن العالمي؛ لتقييم مستوى شخصية المواطن العالمي، أو تطويرها؛ أبرزها:

- دراسة the Organization for Economic Co-operation and Development(٢٠٠٧)، بعنوان: "كفاءات العلوم لعالم الغد، PISA ٢٠٠٦".

والتي طُبق فيها برنامج تقييم الطلاب PISA في عام ٢٠٠٦، والتي هدفت لقياس أداء الطلاب في العلوم بكوريا الجنوبية؛ في مجموعة من الأبعاد(المعرفة العلمية، والكفاءة العلمية، ووعيهم بالقضايا البيئية العالمية، ومدى شعورهم بالمسؤولية تجاه البيئة والاستدامة)، وقد أشارت النتائج إلى تدني مستوى أداء طلاب كوريا الجنوبية في العلوم، وقد اتضح ذلك من غياب وعيهم بالقضايا العلمية المجتمعية العالمية، وغياب الشعور بالمسؤولية تجاه حل تلك القضايا.

- دراسة Choi et al (٢٠١١)، بعنوان: " إعادة التصور المفاهيمي للثقافة العلمية بكوريا الجنوبية".

والتي هدفت إلى تعرُّف مدى امتلاك معلمي العلوم أبعاد الثقافة العلمية العالمية للقرن الحادي والعشرين من خلال مقياس ليكرت الخماسي الإلكتروني، وتضمنت العينة الاستطلاعية (٩٦) معلمًا ومعلمةً بكوريا الجنوبية، و(١٢٦) معلمًا ومعلمةً بالولايات المتحدة الأمريكية، وأسفرت النتائج عن غياب مبادئ القيم والشخصية كأحد أهم أبعاد الثقافة العلمية العالمية.

- دراسة Lee et al (٢٠١٣)، بعنوان: " القضايا العلمية المجتمعية كمحرك لتعزيز قيم وشخصية المواطن العالمي".

والتي هدفت لقياس فاعلية برنامج قائم على القضايا العلمية المجتمعية – قضية التعديل الجيني– في تطوير شخصية المواطن العالمي على عينة قوامها (١٣٢) طالبًا، وطالبةً من الصف التاسع، على مدار(٤) أسابيع، واعتمدت الدراسة على المنهج الكمي

ممثلًا في استبانة القيم والشخصية، والمنهج الكيفي ممثلًا في المقابلات الشخصية شبه المنظمة، وأشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية للمجموعة التجريبية لصالح القياس البعدي؛ حيث صار الطلاب أكثر حساسية للجوانب الأخلاقية للتطورات العلمية والتكنولوجية، وأكثر تعاطفًا مع من يعانون – عن قصدٍ، أو غير قصدٍ– من أضرار التكنولوجيا، كما صار الطلاب أكثر شعورًا بالمسؤولية تجاه القرارات المستقبلية لقضية التعديل الجيني، ومع ذلك ناضل الطلاب من أجل إظهار استعدادهم للمشاركة في المجتمعات الأوسع من أجل اتخاذ إجراءات لحل المشكلات العلمية المجتمعية.

- دراسة Kim &Mun ,Gao (٢٠١٩)، بعنوان: " استخدام القضايا العلمية المجتمعية لتطوير الكفاءة العاطفية للطلاب"

والتي هدفت لتطوير وتنفيذ برنامج مكون من تسع دروس حول القضايا العلمية المجتمعية في ضوء الكفاءة العاطفية، والتحقق من فاعلية البرنامج القائم على الشخصية من خلال الأسلوب المختلط؛ لجمع البيانات وتحليلها، متضمنًا كلا المنهجين: الكيفي (المقابلات الشخصية)، والكمي (مقياس ليكرت الخماسي)، وطُبق البرنامج على (٢٦) طالبًا، وطالبةً من الصف العاشر، وأشارت النتائج إلى فاعلية البرنامج في تحسين الكفاءة العاطفية، وشخصية الطلاب كمواطنين عالميين؛ بل أوصت الدراسة بتطبيق استراتيجيات مناسبة للقضايا العلمية المجتمعية لتطوير الكفاءة العاطفية، وشخصية المواطن العالمي في مراحل تعليمية مختلفة، كما أوصت ببحث تأثير الكفاءة العاطفية على اتخاذ القرارات.

- دراسة Öztürk،(٢٠١٩) بعنوان: " الشخصية والقيم للمواطنين العالميين: دراسة لمعلمي العلوم قبل الخدمة".

والتي هدفت الدراسة إلى تقصي مستوى شخصية المواطنين العالميين لدى (٢٠١) من معلمي العلوم قبل الخدمة بتركيا، باستخدام مقياس الشخصية المتضمن أبعادًا ثلاثة (النظرة البيئية العالمية، والمساءلة العلمية المجتمعية، والتراحم الاجتماعي الأخلاقي)، وأسفرت النتائج عن تدني مستوى الطلاب معلمي العلوم في مستوى الشخصية ، وأوصت بضرورة البحث عن طرائق لتطوير القيم والشخصية لديهم كمواطنين عالميين.

- دراسة Kim, Ko& Lee (٢٠٢٠)، بعنوان: " تأثير برنامج قائم على القضايا العلمية في ضوء المجتمع على تنمية إحساس الطلاب بالمكان، وقيم وشخصية الطلاب كمواطنين: قضايا الغبار الدقيق".

والتي هدفت إلى تقصي فاعلية برنامج قائم على نموذج مجتمعي للقضايا العلمية الاجتماعية (كقضية الغبار الدقيق وقضية إعادة التدوير، وقضية نبذ الحيوانات الأليفة) – خلال ٨ أسابيع– على إحساس الطلاب بالمكان، وقيم وشخصية الطلاب كمواطنين، باستخدام مقياس " ليكيرت الخماسي" لكلا المتغيرين. وطُبق على عينة مكونة من (٤٤١) طالبًا، وطالبةً من الصف الثامن (خلال ٢٣ فصلًا دراسيًا) بكوريا الشمالية، وأسفرت النتائج عن فروق ذات دلالة إحصائية للمجموعة التجريبية في القياس البعدي؛ مما يؤكد فاعلية البرنامج في تطوير إحساس الطلاب بالمكان، وقيم وشخصية الطلاب كمواطنين.

- دراسة Powell, Newton& Zeidler (٢٠٢١)، بعنوان: "تأثير القضايا العلمية المجتمعية على قيم وشخصية المواطن العالمي؛ لدى طلاب المرحلة المتوسطة"

والتي هدفت إلى تقصي فاعلية وحدة قائمة على الاستنساخ البشري في تنمية قيم وشخصية المواطن العالمي، وطُبقت الوحدة على(٧٧) طالبًا، وطالبةً من الصف السابع بمدرسة بجنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية، واعتمدت الدراسة على مقياس للقيم والشخصية بأبعادها الثلاثة: النظرة البيئية للعالم، التراحم الاجتماعي والأخلاقي، والمساءلة العلمية المجتمعية؛ فضلًا عن المقابلات الشخصية النوعية، وكشفت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية في القياس البعدي في بُعدي: التراحم الاجتماعي والأخلاقي، والمساءلة العلمية والمجتمعية، بينما لم تكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية للنظرة البيئية للعالم بين كلا القياسين: القبلي، والبعدي لصالح المجموعة التجريبية، وأوصت الدراسة بتعزيز سُبل تطوير القيم والشخصية للطلاب كمواطنين عالميين في المراحل المختلفة.

تعقيب على الدراسات السابقة فيما يأتي:

- **ندرة الأبحاث العربية– في علم الباحثة– التي تستهدف تطوير شخصية المواطن العالمي.**
- **أفادت الدراسات، والكتابات التربوية الباحثة في التحديد المدقق لأبعاد شخصية المواطن العالمي، وما يرتبط بها من مهارات فرعية.**
- **تأرجحت أدوات قياس شخصية المواطن العالمي بين المداخل الكمية المُمثلة في إعداد المقاييس، والمداخل الكيفية المتمثلة في المقابلات الشخصية شبه المُنظمة.**
- **تعزز القضايا العلمية المجتمعية الناتجة عن التطورات العلمية والتكنولوجية الجوانب الإنسانية اللازمة لتطوير شخصية المواطن العالمي.**

٣. نظرية البنتاجرام Pentagram Theory:

(أ) نشأة نظرية البنتاجرام:

عُرفت نظرية البنتاجرام بخريطة النجم الخماسي، وهي: " خريطة طبيعية خماسية إسقاطية تُعنى بالتحولات الإسقاطية على مساحة محددة للمضلعات العادية والمُلتوية"، وتعود لعالم الرياضيات الألماني الشهير كلبش Clebsch في القرن التاسع عشر، وربما تمتد لأبعد من ذلك لتصل إلى عالم الرياضيات كارل جاوس Carl Gaus ؛ فهي في الأساس نظرية رياضياتية هندسية، ولكن أعاد تقديمها Richard Schwartz في عام ١٩٩١ لتدريس الرياضيات (Ovsienko, Schwartz, Tabachnikov, 2010, P. 410 ; Schwartz, 2013, P. 384) .

وتطورت نظرية البنتاجرام خلال عدة مراحل لتصبح نظام المعرفة الخُماسية I–system ، والذي يتسم بخمسة جوانب أنطولوجية؛ هم: التدخل (الإرادة لحل المشكلات)، الذكاء (المعرفة العلمية الموجودة)، المشاركة (الدافع الاجتماعي)، الخيال (الجوانب الأخرى للإبداع)، والتكامل (استخدام معرفة منظومية منهجية)؛ ويؤكد ضرورة التنقل بحرية بين أبعاد الفضاء الإبداعي؛ مما يسهم في إدارة تلك المعرفة، وتقييمها، والإبداع في إنتاجها(Nakamori& Wierzbicki, 2012, P. 258).

ومرت نظرية البنتاجرام بتطورات عدة، وتُرجمت إلى مجموعة من الإجراءات التي تعتمد على مهمات تعليمية محددة تساعد المتعلم في القيام بعمليات مختلفة من البحث والاستكشاف للمعلومات، ويتوقف نجاحها على وضع المضمون في إطار التصميم، من خلال المصادر المتوافرة عن المعلومات، واستكشافها؛ وتتضمن الإجراءات الآتية (صالح، ٢٠١٦، ص. ٧١):

١. المعرفة.
٢. التخطيط.
٣. اتخاذ القرار.
٤. التطبيق.
٥. التقويم.

(ب) **مفهوم نظرية البنتاجرام:**

عُرفت نظرية البنتاجرام بأنها: " أحد الأساليب التي تصف عمليات خلق الجوانب المعرفية، والتكنولوجية التي يمكنها توظيف القدرات الإبداعية المنطقية وغير المنطقية للعقل البشري، والتي قد تتضمن المعرفة الضمنية التي تشمل الحدس والمشاعر؛ فهو مبدأ ثوري؛ أي أنها – في تأكيدها على الخطوات الجماعية التعاونية التي تؤدي لزيادة المعرفة– مبدأ ثوري (Nakamori& Wierzbicki, 2012, P. 257).

كما أمكن تعريفها بأنها:" تصميم خماسي يصف العلاقة بين السلوك (المَهمة)، والناتج، والمعنى (الدلالة) ويحللها؛ فمن خلال التفاعل بين السلوك واستخدامه يتكون الناتج الذي يمكن أن نستدل عليه من منظور الدلالة، ويمكن تحليل هذا النوع من العلاقة من خلال الإجابة عن بعض الأسئلة؛ مثل: ماذا؟ والتي ترتبط بالوظيفة، وكيف؟ والتي ترتبط بالتفاعل بين المكونات المختلفة، ولماذا؟ وتتحدد من خلاله الأدلة والبراهين، وما؟ وتتحدد من خلاله ثقافة الجماعات، وهويتهم" (Hu et al, 2013, P. 280)

وأُشير إليها بأنها: " الخطة الموضوعة ومجموعة الإجراءات التي تحدث بشكل منظم ومسلسل لحل المشكلة المحددة سلفًا؛ لتعزيز وعي الفرد، وإدراكه، ومعرفته بعمليات التفكير، وإدارتها، وتخطيطها، واتخاذ قرار تجاهها، ثم تطبيق هذا القرار، ومراقبته، وتقييمه؛ من خلال التأمل، والتقويم الذاتي، والأنشطة العقلية" (صالح& قدري، ٢٠١٧، ص. ١٢)

(ج) خصائص نظرية البنتاجرام، وأهميتها، وأوجه القصور:

أُشير إلى عدة خصائص لنظرية البنتاجرام يمكن توضيحها فيما يأتي (صالح، ٢٠١٦،ص ٧٢):

١. مستمرة ترصد التغيرات التي تحدث خلال كل دورة مع إجراء عمليات تصحيحية.

٢. مرنة، ولا تلتزم بخطوات ثابتة.

٣. تكاملية؛ حيث يعتمد إتقان كل خطوة على إتقان الخطوات الأخرى.

٤. متداخلة؛ فالتغير الذي يحدث في أية خطوة يؤثر في الخطوات الأخرى

٥. عملية منظمة حيث تبدأ بالمدخلات مرورًا بالخطوات، وتنتهي في نهاية كل دورة بمخرجات جديدة.

وَوُسِمَتْ– في هذا السياق– بسمة التعقيد؛ لتداخل الأبعاد الأنطولولوجية، وتطابقها مع جوانب الفضاء الإبداعي؛ فضلًا عن وصفها بأنها نظام ديناميكي متكامل محدد، وقد كان بمنزلة ثورة وطفرة في مجال الجبر العنقودي cluster algerbra (&Nakamori; Wierzbicki, 2012, P. 257 Glick& Pylyavskyy, 2016, P. 753).

أما فيما يتعلق بأهميتها؛ فيمكن رصدها في النقاط الآتية(شاكر& أنور، ٢٠٢٠، ص ص. ٢٩٢–٢٩٣):

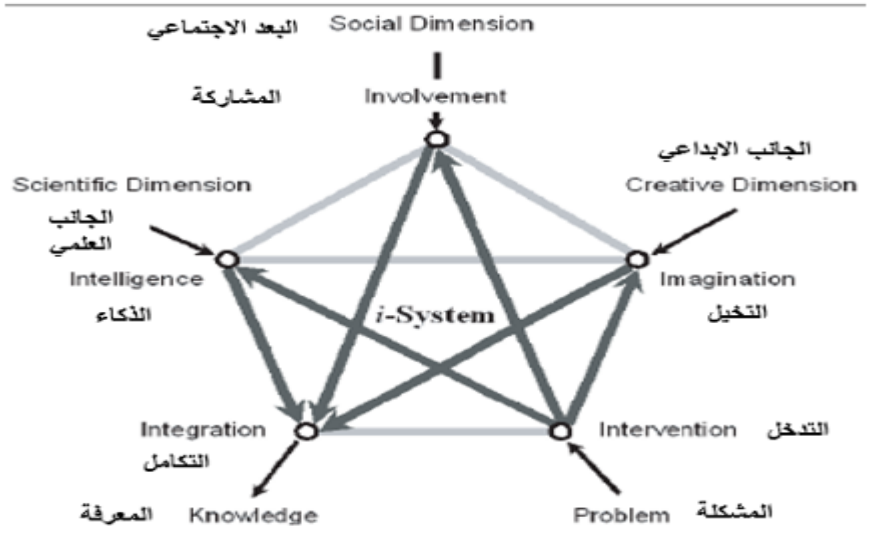
- **مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين؛ حيث تعد إحدى النظريات التي تتضمن إجراءات استراتيجية نشطة.**
- **يطلق خيالها العنان للخيال الإبداعي لدى الطلاب؛ لحل مايواجههم من مشكلات، أو الاضطلاع بالمهام الموكلة إليهم.**
- **زيادة الثقة بالنفس، وزيادة إيجابية التعلم.**
- **ضبط ومراقبة الطلاب لتفكيرهم؛ مما يسهم في تكوين فِكَر أكثر تدقيقًا، وصناعة القرارات، وعدم تقبل أي إدعاء بدون أدلة مقنعة.**
- **تعقيد وتنظيم ومرونة وتداخل إجراءاتها، والتي يمكن ترجمتها في صورة مهام.**
- **توظيف المعرفة الإجرائية للأفضل في حياة الطالب وفى تعلمه.**

وبالنظر إلى أوجه القصور؛ يمكن عرضها فيما يأتي (الشوبكي،٢٠٢٠):

- **تحتاج لإعداد قبلي كمتطلب رئيس قبل التنفيذ؛ مما يزيد الوقت والمجهود في مرحلة التخطيط.**
- **لا تناسب المراحل الدنيا.**
- **تحتاج لتدريب كاف؛ نظرًا لأنها غير مألوفة للمتعلمين.**
- **تتطلب عمل المتعلمين في أنشطة فردية وجماعية خلال المهام المختلفة؛ مما يُزيد من الوقت والمجهود خلال مرحلة التنفيذ.**

(د) أبعاد البنتاجرام:

يمكن التعبير عن أبعاد البنتاجرام كما هو موضح في الشكل رقم (٥) الآتي:



شكل رقم (5)
نظام البنتاجرام
المصدر:(Nakamori& Wierzbicki, 2012, P. 261)

Print:(ISSN 1687-2649) Online:(ISSN 2536-9091)

ويتضح من الشكل السابق أن نظام البتاجرام المعرفي يتكون من خمس أبعاد يمكن التعبير عنهم فيما يأتي (Nakamori& Wierzbicki, 2012, PP. 262-263) :

١. التدخل Intervention: " ويعني الإرادة لحل مشكلة أو عقبة ما، بل والتدخل لاتخاذ إجراء تجاه تلك المشكلة أو العقبة، وتحديد نوع المعرفة اللازمة لحل تلك المشكلة، فالتحفيز والإرادة لخلق فِكَر جديدة، وأعمال فنية وتكنولوجية هو شرط أساسي للنجاح؛ فالعزم هو مركز إرادة نيتشه للتغلب على العقبات في تحقيق العملية الإبداعية. وتثير تلك النقطة نقاشًا فلسفيًا عميقًا حول الإرادة وحرية التدخل وحق تقرير المصير؛ بمعنى أن الفرد له الحرية، ولكن ليس ككائن طبيعي؛ إنما كإرادة أخلاقية خالصة.

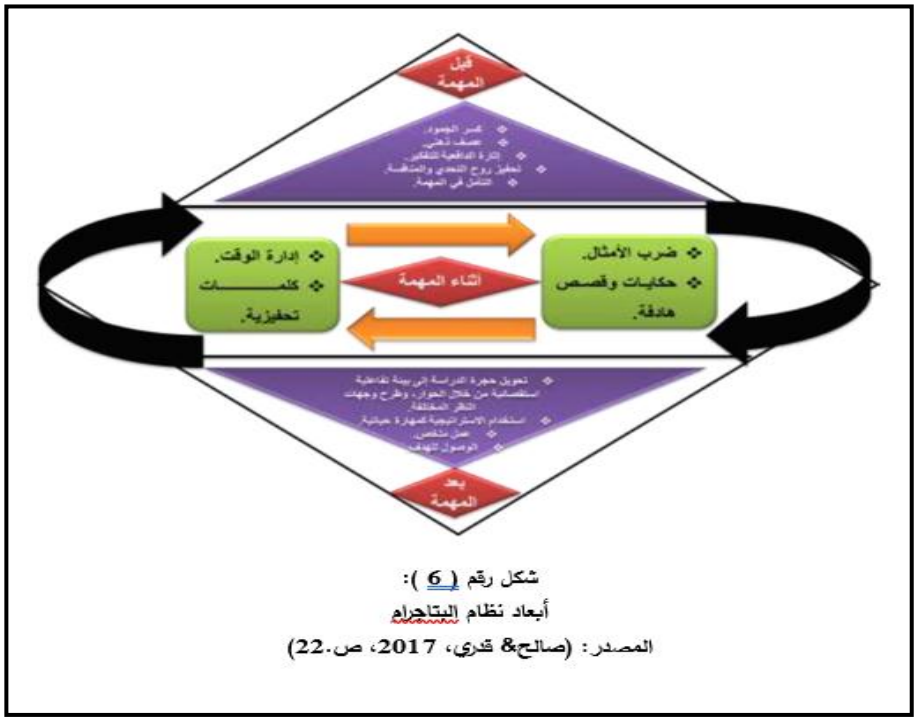
٢. التخيل imagination: هو عنصر رئيس ليس فقط للحدس الفردي؛ بل لأية عملية إبداعية أيضًا؛ فترتبط كل العمليات الإبداعية بثلاثة مستويات من التخيل؛ هم: الروتين Routine، التنوع Diversity، والخيال Fantasy. ويتوقف الاعتماد على أي مستوى من التخيل على طبيعة العملية الإبداعية، وخصائصها؛ فالروتين هو أدنى مستويات التخيل ولكن بطريقة قياسية متقنة، ويمكن الانتقال إلى مستوى أكثر قوة في التخيل وصولًا إلى التنوع عندما يكون الدافع هو الفخر المهني، والفضول، والحوافز المادية لنرتقي بعد ذلك إلى الخيال، وهو أعلى مستوى من مستويات التخيل، فالخيال غير مقصور على الأدب، والفنون، والجانب الوجداني؛ بل يُعد أساس أية عملية إبداعية بما في ذلك بناء الأنظمة التكنولوجية.

٣. المشاركة Involvement : وتعني تعزيز اهتمامنا، وفضولنا لأنفسنا، والآخرين؛ فيمكن – على سبيل المثال– المشاركة في مؤتمرات أو الأساليب الممكنة لتعرف آراء الغير، وجمعها بطرائق علمية مقننة.

٤. الذكاء Intelligence: وهو عنصر مؤثر يطور من قدراتنا، وإمكاناتنا لفهم الأشياء، وتعلمها، فتُجمع – من خلاله– البيانات والمعلومات الضرورية، وتُحلل تحليلًا علميًا؛ لبناء نموذج يحاكي المواقف المختلفة، ويوفر الحل الأمثل لتلك المواقف.

٥. التكامل In

٦. **tegration: ويمثل المرحلة النهائية التي تعبر عن التركيب المنظومي للعملية الإبداعية، وتُستخدم فيها كل من: المعرفة المنظومية (دمج المعرفة غير المتجانسة)، وتُطبق مفهوماتها لخلق معرفة صريحة جديدة في كلٍ واحدٍ متكامل، ترتبط أجزاؤه ارتباط وثيق.**



شكل رقم (6):
أبعاد نظام البنتاجرام
المصدر: (صالح& قدري، 2017، ص.22)

بينما أُشير إلى مجموعة مختلفة من الأبعاد يوضحها الشكل رقم (٦) الآتي (صالح& مرسي، ٢٠١٧، ص. ٢٢):

وقد تُرجمت تلك الأبعاد إلى مجموعة من الخطوات الإجرائية الآتية (صالح& مرسي، ٢٠١٧، ص. ٢٥):

١. **المعرفة: وهى خطوة مهمة لانطلاق المتعلم للوصول لنتائج المهام، حيث توفر الخلفية المعرفية لموضوع القضية بطريقة تثير دافعيتهم للبحث، وتقديم الصورة العامة للمَهمة؛ بدءًا من تحديد فكرة البحث عن المعلومات، وتحديد الأهداف بطرح الأسئلة الجوهرية، وطريقة السير في المَهمة.**

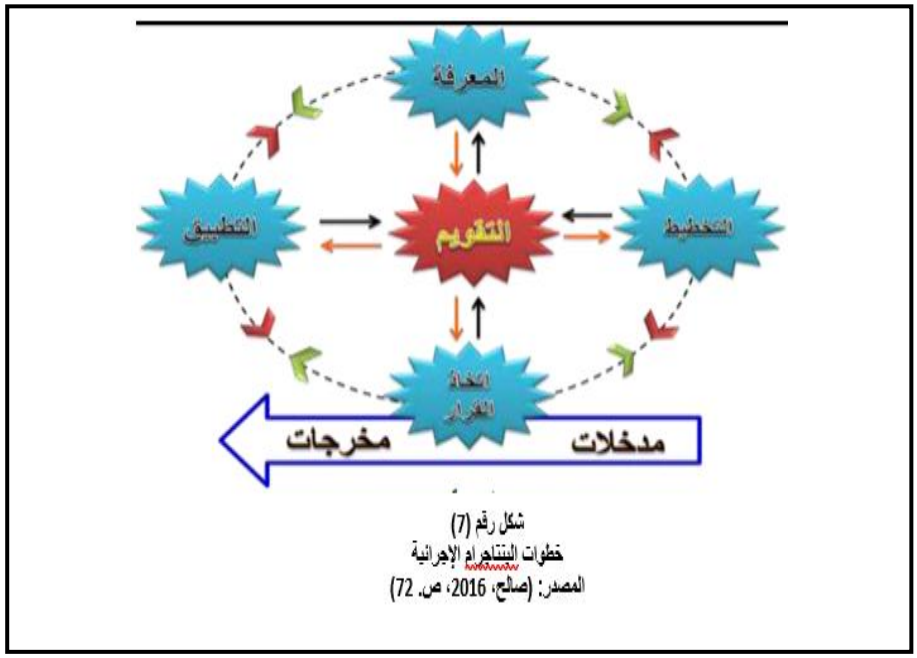
٢. **التخطيط: وَتُنظم– في تلك الخطوة– المعرفة السابقة مع المعلومات والبيانات التي تم جمعها من الخطوة السابقة؛ لمساعدة المتعلمين في وضع سيناريو لكيفية السير في المَهمة، وتحديد الخطوات التي يجب اتباعها للإجابة عن الأسئلة السابقة، وتحديد الوسائل المساعدة في تحقيق الهدف المطلوب من المَهمة.**

٣. **اتخاذ القرار: ويمكن من خلال تلك الخُطوة اختيار المتعلمين للطريقة الأنسب للقيام بالمَهمة.**

٤. **التطبيق: ويمكن من خلال تلك الخطوة تنفيذ أفضل الفروض المخطط لها، واختيارها من خلال القرار المناسب، وبذلك تكون المَهمة قابلة للتطبيق حيث ينخرط المتعلمون في أنشطة للوصول لحل للمَهمة.**

٥. **التقويم: ويقصد به المتابعة والتقييم المستمر لما يقوم به المتعلمون في كل خطوة من الخطوات السابقة.**

ويمكن بلورة الخطوات السابقة في الشكل رقم (٧) الآتي:



شكل رقم (7)
خطوات البنتاجرام الإجرائية
المصدر: (صالح، 2016، ص. 72)

(٥) الدراسات السابقة التي تناولت نظرية البنتاجرام:

هناك عدد من الدراسات السابقة التي تناولت نظرية البنتاجرام أو خطواتها الإجرائية كما سبق وتم تحديدها:

- **دراسة Douglas (١٩٩٦)، بعنوان: " البنتاجرام والمضلعات".**

والتي هدفت لتطبيق خطوات البنتاجرام في تدريس الفِكَر الرئيسة الهندسية والجبرية للنسبية الذهبية لدى مجموعة من طلاب الرياضيات بالمدارس في المرحلة العمرية ما بين:(٩–١١) عامًا، وأظهرت النتائج فاعلية البنتاجرام في تنمية المفهومات المتعلقة بالنسبية الذهبية لدى الطلاب، وإفساح مساحة للطلاب لفهم المضلعات، والزوايا، وحل المعادلات التربيعية وتطبيق تلك المفهومات في إنشاء بوصلة.

- **دراسة Cerin (٢٠٠٣)، بعنوان: " الصور المتوازية للمضلعات الخماسية والبنتاجرام".**

والتي هدفت إلى تَعرُّف أثر البنتاجرام في تدريس بعض مفهومات النسبية الذهبية لدى طلاب الرياضيات، وأسفرت النتائج عن زيادة قدرة الطلاب على تصور العلاقات المتوازية للمضلعات الخماسية المنتظمة، وأثرها في تصور التحولات المتوازية للطائرات.

- **دراسة Ghahremani, Karami& Balcaen (٢٠١٧)، بعنوان:" بنتاجرام العادات:تقصي تصورات معلمي العلوم لعادات العقل المرتبطة بالتفكير النقدي في عدد من مدارس الموهوبين بإيران".**

والتي هدفت إلى تقصي تصورات معلمي العلوم حول عادات العقل على عينة مكونة من (٢٧) معلمًا، ومعلمةً، واستخدام خطوات البنتاجرام؛ لتنمية عادات العقل والتفكير الناقد، واعتمدت الدراسة على التحليل الكيفي للملاحظات المنظمة والمقابلات الشخصية، وأسفرت النتائج عن تنمية عادات العقل والتفكير الناقد.

- **دراسة شاكر، وأنور (٢٠٢٠)، بعنوان: " برنامج قائم على نظرية البنتاجرام؛ لتنمية الاستدلالين الجغرافي، والتاريخي؛ لدى طلاب الفرقة الرابعة شعبة الدراسات الاجتماعية بكلية التربية – جامعة الإسكندرية".**

والتي هدفت إلى تقصى فاعلية برنامج قائم على نظرية البنتاجرام في تنمية الاستدلالين: التاريخي، والجغرافي؛ لدى عينة مكونة من(٥٦) طالبًا معلمًا، وطالبةً معلمةً من طلاب الفرقة الرابعة شعبة الدراسات الاجتماعية، واعتمدت الدراسة على المنهج الكمي من خلال اختبارين لنوعي الاستدلال، وأسفرت الدراسة عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجوعة التجريبية في القياس البعدي لكلا الاستدلالين.

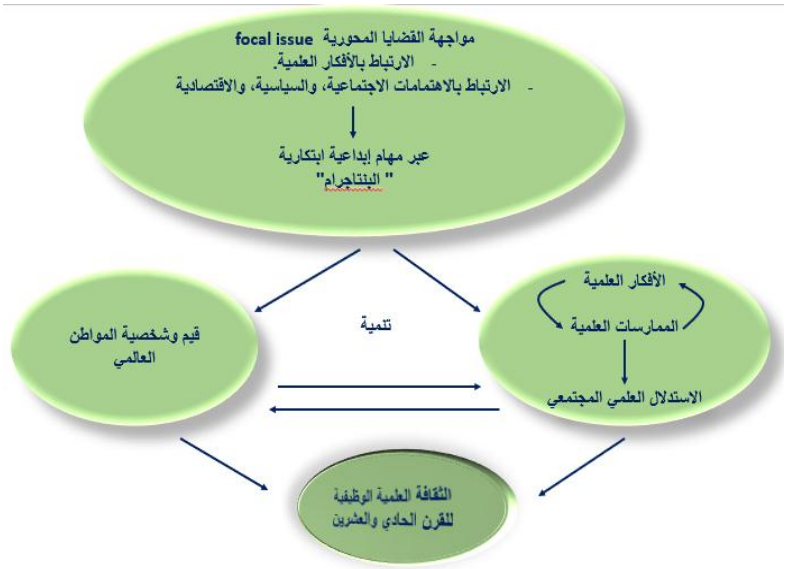
- دراسة بدير (٢٠٢١)، بعنوان: " فاعلية توظيف استراتيجية البنتاجرام في تدريس الاقتصاد المنزلي؛ لتنمية التفكير التصميمى وتحقيق الازدهار النفسي للطالبات ذوات العجز المتعلم بالمرحلة الإعدادية".

والتي هدفت إلى تعرُّف فاعلية توظيف استراتيجية البنتاجرام في الاقتصاد المنزلي في تنمية التفكير التصميمي، وتحقيق الإزدهار النفسي لدى عينة تضمنت(٤٢) طالبةً من ذات العجز المتعلم بالصف الثاني الإعدادى موزعات على مجموعتين: تجريبية، وضابطة، وأشارت النتائج إلى فاعلية استراتيجية البنتاجرام في تنمية التفكير التصميمي والازدهار النفسي، كما تبين وجود علاقة ارتباطية بين درجات طالبات المجموعة التجريبية في القياس البعدي لاختبار التفكير التصميمي، ودرجاتهم في مقياسي الازدهار النفسي، والعجز المتعلم.

يمكن الخلوص– في ضوء ما عُرِض من دراسات– إلى ما يأتي:

- اهتمام الدراسات الأجنبية بتطبيق نظرية البنتاجرام، وخطواتها الإجرائية في مجالي العلوم، والرياضيات.
- تنوعت الدراسات البحثية السابقة في أدواتها البحثية؛ فاعتمد بعضها على أدوات كمية (الاختبارات)، وأدوات كيفية (الملاحظات والمقابلات الشخصية).
- عنيت نظرية البنتاجرام بتنمية الابداع ومهارات التفكير المختلفة.
- لا توجد دراسة عربية واحدة – في علم الباحثة– في مجال تدريس العلوم عُنيت بنظرية البنتاجرام، وخطواتها الإجرائية، بيد أن هناك دراستين في مجالي تدريس الدراسات الاجتماعية، والاقتصاد المنزلي؛ الأمر الذي دفع الباحثة لبناء برنامج قائم على نظرية البنتاجرام حول بعض القضايا العلمية المُجتمعية المُلحة في القرن الحادي والعشرين.

- ✓ **في ضوء التأطير النظري السابق للبحث محل الدراسة، يمكن التعبير عن نواتج التعلم المستهدفة لمواطني القرن الحادي والعشرين؛ في ضوء القضايا العلمية المجتمعية في الشكل رقم (٩) الآتي:**



شكل رقم (٨):

نواتج التعلم المستهدفة لمواطني القرن الحادي والعشرين في سياق القضايا العلمية المجتمعية

(إعداد الباحثة)

ثانيًا: إجراءات إعداد أداتي البحث، ومواده التعليمية، وتجربته الميدانية:

سوف يُقسَم عرض إجراءات إعداد أداتي البحث، ومواده التعليمية، وتجربته الميدانية إلى ثلاثة محاور رئيسة، على النحو التالي:

المحور الأول: إعداد البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام.

المحور الثاني: إعداد أدوات البحث.

المحور الثالث: إجراءات تجربة البحث.

وفيما يأتي بيان تلك المحاور تفصيلًا:

المحور الأول: إعداد المواد التعليمية (البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام):

تنطلق فلسفة البرنامج من نظرية البنتاجرام، والتي تتجه لإدارة المعرفة بطريقة إبداعية نشطة، ومعالجة الواقع من خلال قيام الطالب بالتأمل، والتفكر، والبحث، وصولًا لحل مناسب؛ متبعًا مجموعة من الخطوات الإجرائية المنبثقة من نظرية البنتاجرام؛ لمعالجة مجموعة من القضايا العلمية العالمية المُجتمعية الجدلية – التي تتحدى بناهم المعرفية– والتي تتطلب من الطلاب معلمي العلوم اتخاذ قرار أخلاقي بشأن تلك القضايا، ومحاولة الوصول لحل مناسب لتلك القضايا الخلافية والمشكلات؛ باتباع مجموعة من الآليات المتسلسلة لحل مشكلة مُعدة مسبقًا؛ ليكون الطالب على وعي بعمليات تفكيره، وإدارتها، وتخطيطها، وتطبيقها، وتقييمها، واتخاذ القرار المُناسب. إن ما ينشده البرنامج – في النهاية– هو تكوين مواطنين مستقبليين قادرين على فهم القضايا والآثار المترتبة على القرارات التي يتخذها الأفراد، والمؤسسات، والهيئات، والأهم من ذلك المشاركة والتأثير في القرارات؛ وفيما يلي خطوات إعداد البرنامج:

١- **مصادر اشتقاق البرنامج:**

اعتمدت الباحثة – في بناء البرنامج– على ما يأتي:

- الدراسات، والأدبيات عن نظرية البنتاجرام، والخطوات الإجرائية التي انبثقت عنها.
- الأدبيات عن القضايا العالمية المُجتمعية التي تؤثر في العالم بأسره، وتحتاج لحلول مناسبة.

٢- **تحديد الأهداف العامة للبرنامج:**

يهدف البرنامج ـ بصفة عامة ـ إلى:

- مساعدة الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة ـ شعبة التعليم الأساسي ـ للتعرف على الإطار الإجرائي لنظرية البنتاجرام (النظام المعرفي الخماسي).
- تنمية مهارات الاستدلال العلمي المُجتمعي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة – شعبة التعليم الأساسي بكلية التربية – جامعة الإسكندرية.

- تنمية شخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة – شعبة التعليم الأساسي بكلية التربية – جامعة الإسكندرية.
- تنمية مهارات حل المشكلات؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة – شعبة التعليم الأساسي بكلية التربية – جامعة الإسكندرية.
- تنمية القدرة على اتخاذ قرارات أخلاقية مناسبة إزاء القضايا العالمية المجتمعية، ومحاولة إيجاد حلول لها.
- مساعدة الطلاب معلمي العلوم في مشاركة منظمات المجتمع المدني بدافع مسؤوليتهم الشخصية تجاه العالم، ومعاناته.
- تنمية قدرة الطالب معلم العلوم على تحليل المُعطيات المطروحة على الساحة العالمية؛ لفهم القضايا، وتحليلها، والوصول لاستنتاج عام حولها.
- تنمية معرفة الطلاب معلمي العلوم حول القضايا العالمية المُجتمعية.
- تنمية قدرة الطلاب معلمي العلوم على نقد الواقع الحالي من خلال المُعطيات الداعمة للقضايا؛ للتنبؤ بالمستقبل؛ في ضوء السيناريوهات المدعومة بالحجج والأدلة.

٣- **تحديد محتوى البرنامج:**

صممت الباحثة – في ضوء الأهداف المرجوة المُحددة سلفًا– محتوى البرنامج في (١٠) قضايا علمية عالمية مُجتمعية جدلية ظهرت على ساحة المُجتمع العالمي، وفرض علينا الوقت الراهن التعامل معها، وفهمها، وإيجاد حلول لها، وعُرِضَتْ تلك القضايا في ضوء الخطوات الإجرائية لنظرية البنتاجرام.

٤- **تنظيم محتوى البرنامج:**

نظمت الباحثة محتوى البرنامج في جزأين؛ هما:

- دليل عضو هيئة التدريس: ويُعد إطارًا استرشاديًا لكيفية تنفيذ وعرض القضايا المختلفة؛ وفقًا للخطوات الإجرائية لنظرية البنتاجرام.
- دليل الطالب معلم العلوم: والذي يتضمن مجموعة من المهام، والأنشطة، موزعة في كل خطوة من الخطوات الإجرائية لنظرية البنتاجرام.

٥- **تحديد استراتيجيات التعليم والتعلم:**

اعتمدت الباحثة على الخطوات الإجرائية المشتقة من نظرية الشكل الخماسي (استراتيجية البنتاجرام)؛ والمُمثلة فيما يأتي:

- **المعرفة:** ويُحدد فيها هدف دراسة القضية؛ من خلال رسم، أو شكل توضيحي، أو فيديو، أو إحصاءات، أو رسوم بيانية؛ لتحديد المَهمة، وطرح الأسئلة على الطلاب، ثم يُطلب من الطالب جمع معلومات عن القضية كمعطيات داعمة للقضية؛ لإدراك العلاقة بين أجزائها، وإدراك أبعادها، وتأثيراتها؛ لاتخاذ قرار صواب حيالها وفق معايير سليمة.
- **التخطيط:** وتُعنى وضع خطة لإنجاز المَهمة؛ وذلك بطرح جميع المعطيات والبدائل في الخطوة السابقة، والتي تعرض القضية تفصيلًا من عدة رؤى؛ تمهيدًا لاتخاذ القرار؛ في ضوء البدائل المطروحة.
- **اتخاذ القرار:** تُختبر –في تلك الخطوة– صحة الفروض والبدائل المطروحة في ضوء المُعطيات الخاصة بالقضية؛ لاتخاذ قرار نهائي بشأن القضية، والتعرف على حقيقة أبعادها.
- **التطبيق:** يوجه فيه الطلاب لحل الأنشطة المصاحبة للمَهمة؛ للتأكد من إنجازها، وتنوعت النشاطات بين العروض التوضيحية، والمناقشات والمناظرات بين الطلاب، والسيناريوهات.
- **التقويم:** يكلف فيه الطلاب بأنشطة إضافية؛ للتأكد من إنجازه؛ فضلًا عن كتابة تقرير عن المهام المختلفة.

٦- **تحديد أنشطة التعليم، والتعلم:**

تضمن البرنامج مجموعة من الأنشطة؛ موزعة على موضوعاته، وقد روعي– عند اختيار تلك الأنشطة– أن:

- ترتبط بأهداف البرنامج، ومحتواه، ومصادره التعليمية، وأساليب تقييمه.
- تتيح الفرص لجميع الطلاب المعلمين المشاركة الإيجابية، والفاعلة في أداء النشاط المطلوب.

- تتضمن أنشطة يؤديها الطلاب المعلمون في أثناء اللقاءات مع المرشد التدريسي داخل قاعة الدراسة، أو في المكتبة، أو في المنزل.

٧- **تحديد أساليب التقييم:**

ارتبط تنفيذ البرنامج بثلاثة أشكال للتقويم؛ هى:

- تقييم أولى " Pre ": فى بداية البرنامج بعد أول لقاء؛ لتعرف إمكانات الطلاب، وقدراتهم، والمستوى المبدئى لمعارفهم.
- تقييم تكوينى " formative assessment ": في أثناء البرنامج ؛ من خلال تنفيذ أوراق العمل، والمشاركة فى المناقشات والتعليقات؛ فضلًا عن ملف الإنجاز الذى يتضمن أنشطة التعليم، والتعلم التى يؤديها الطالب المعلم، وإنجازاته.
- تقييم نهائى " summative assessment ": في نهاية البرنامج، وبعد الانتهاء من جميع خطوات البرنامج؛ للحكم على مدى فاعليته، وما حققه من أهداف، وجرى التقويم بواسطة:
  - اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي.
  - مقياس شخصية المواطن العالمي.

٨- **التحقق من صلاحية البرنامج، والأدلة:**

عُرض البرنامج بكل ما يتضمنه، ومواده التعليمية – للتحقق من صلاحيته– على مجموعة من المُحكَّمين المختصين في مجال تعليم العلوم، وطُلب إليهم إبداء الرأي في درجة:

- ارتباط المحتوى بنواتج التعلم المستهدفة من البرنامج.
- كفاية المحتوى؛ لتحقيق الأهداف.
- صحة المحتوى العلمي، ووضوحه.
- مناسبة المحتوى خصائص عينة الدراسة.
- كفاية عناصر الأدلة بالنسبة للهدف المرجو منها.
- التسلسل المنطقي في عرض عناصر الأدلة.

المحور الثاني: إعداد أداتي البحث، وضبطهما:

تمثلت أداتا الدراسة في:

١) اختبار الاستدلال العلمي المجتمعي، ومهاراته الفرعية.

٢) مقياس شخصية المواطن العالمي.

وفيما يلي وصف الإجراءات المتبعة في إعداد كل أداة من كلتا الأداتين تفصيلًا، وكيفية ضبطهما:

١) اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي

أعدت الباحثة اختبارًا موضوعيًا (الاختيار من متعدد) متضمنًا(٢٤) مفردةً موزعة على (٤) سيناريوهات؛ لقياس مدى تمكن الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة – شعبة التعليم الأساسي بكلية التربية– جامعة الإسكندرية من الاستدلال العلمي المُجتمعي ومهاراته.

واتُبعت – في إعداد اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي – الخطوات الآتية:

١- تحديد الهدف من الاختبار:

هدف الاختبار الموضوعي إلى الحصول على تقدير مقنن (ثابت، وصادق) لمدى تمكن الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة – شعبة التعليم الأساسي بكلية التربية– جامعة الإسكندرية من الاستدلال العلمي المُجتمعي، ومهاراته.

٢- تحديد أبعاد اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي:

أعدت الباحثة– في ضوء ما رُوجع من أدبيات، ودراسات ذات صلة بالاستدلال العلمي المجتمعي– قائمة مبدئية صيغت بنودها في استبانة؛ لتحديد القائمة النهائية لأبعاد الاستدلال العلمي المُجتمعي، ومهاراته الفرعية، ومر إعدادها بالخطوات التالية:

- بناء الاستبانة: مر بناء الاستبانة بخطوات عدة يمكن توضيحها فيما يأتي:

تحديد الهدف من الاستبانة:

- هدفت الاستبانة إلى إعداد قائمة ثابتة، وصادقة لأبعاد الاستدلال العلمي المُجتمعي، ومهاراتها الفرعية المتضمنة بكل بُعد.

تحديد أبعاد الاستبانة، ومفرداتها الفرعية:

تُوصِّل – في ضوء المصادر السابقة– إلى قائمة مبدئية لأبعاد الاستدلال العلمي المُجتمعي، ومهاراتها الفرعية البالغ عددها (٢١) مهارة فرعية موزعة على خمسة أبعاد رئيسة.

صوغ مفردات الاستبانة:

بعد تحديد الأبعاد الرئيسة، وما تضمنته من مهارات فرعية؛ صاغت الباحثة عبارات الاستبانة في صورة مفردات إجرائية، ورُوعِي فيها ما يأتي: عدم تضمن المفردة أكثر من استجابة، ووضوح المفردة، وتدقيقها، وتحديدها، وانتماء المفردة للبُعد الرئيس للاستدلال العلمي المُجتمعي.

وضع نظام تقدير الدرجات:

طُلب من المحكَّمين الأربعة إبداء الرأي في هذه الاستبانة؛ من حيث: مدى انتماء المهارات الفرعية لكل بُعد من الأبعاد الرئيسة، ومدى مناسبتها للطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة –شعبة التعليم الأساسي–، واقتراح أية مفردات لم ترد في الاستبانة؛ فضلًا عن أية مقترحات حول صوغ المفردات لغةً. وَقُدِّرَتْ درجة أهمية كل مهارة مندرجة في كل بُعد وفق مقياس ليكرت الثلاثي الذي يوضح درجة انتماء المفردة على النحو الآتي: (تنتمي، إلى حد ما، لا تنتمي)، وأُعطيت القيمة الرقمية التالية لكل استجابة: تنتمي (٣) درجات، إلى حد ما (درجتان)، لا تنتمي (درجة واحدة)، وقد سَمَحَ هذا الأسلوب بحساب المتوسط الحسابي لكل استجابة، واستخراج النسب المئوية، وبالتالي التوصل – في ضوء آراء السادة المُحكَّمين– إلى أبعاد الاستدلال العلمي المُجتمعي، وما يتضمنه كل بُعد من مهارات تعبر عنه.

صوغ تعليمات الاستبانة:

جاءت تعليمات الاستبانة واضحة ومعبرة عما يأتي: الهدف من الاستبانة، موضحة كيفية وضع العلامات في المكان المناسب لدرجة الانتماء، وتوزيع الدرجات حسب درجة الانتماء.

ضبط الاستبانة:

عُرِضَتْ الاستبانة – في صورتها الأولية– على (٤) محكمين بعد تحديد أبعادها، وصوغ مهاراتها، ووُضِعَتْ تعليماتها بصورة مبدئية، ثم عرضت عليهم بوصفهم مختصين في مجال المناهج، وتعليم العلوم؛ لمراجعة عباراتها؛ في ضوء المعايير الآتية: مدى انتماء المفردة الفرعية للبُعد الرئيس المقترح (تنتمي / إلى حد ما/ لا تنتمي)، وإضافة أي مفردة، أو حذفها، أو تعديلها.

وعُدِّلت القائمة؛ في ضوء آراء المحكَّمين، ومقترحاتهم، وصولًا إلى صورتها النهائية المكونة من (٢١) مهارة فرعية موزعة على خمسة أبعاد رئيسة.

صدق الاستبانة:

اعتمدت الباحثة في حساب صدق الاستبانة على صدق المحتوى، من خلال عرض الاستبانة على أربعة من المتخصصين في العلوم، وتدريسها، وحُذِفَتْ العبارات التي أجمع المحكمون على استبعادها، وتعديل العبارات موضع الاختلاف.

وتُوصِّل– في ضوء نتائج الاستبانة– إلى قائمة الاستدلال العلمي المُجتمعي، ومهاراتها الفرعية؛ التي تمثل مدى امتلاك طلاب الفرقة الرابعة شعبة العلوم للاستدلال العلمي المُجتمعي، وتتمثل هذه الأبعاد في:

- **التعقيد.**
- **آخذ وجهات النظر.**
- **الاستقصاء.**
- **الشك.**
- **إمكانات العلم، وحدوده.**

٣- صوغ مفردات الاختبار:

صيغت مفردات الاختبار في نمط الاختيار من متعدد؛ لما لها من مميزات سيكومترية، وإحصائية، وما تتسم به من قدرة على تحقيق درجة عالية من تغطية جوانب التعلم المستهدفة، وتضمن الاختبار– في صورته الأولية– (٢٤) مفردةً تقيس مستوى الاستدلال العلمي المُجتمعي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم.

٤- إعداد جدول مواصفات اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي:

تضمن الاختبار على ٢٤ مفردة موزعة – في ضوء آراء المُحَكَّمين– على خمسة أبعاد؛ وقد أُعِدَّ الاختبار، وحُدد عدد الأسئلة لكل بعد من الأبعاد الاختبار كما هو موضح في الجدول رقم (١) الآتي:

جدول رقم (١):
توزيع مفردات اختبار الاستدلال العلمي المجتمعي على أبعاد الاختبار، وأرقام المفردات التي تقسها:

أبعاد الاختبار	عدد المفردات لكل بُعد	أرقام المفردات التي يقيسها كل بُعد	مجموع الدرجات
١. التعقيد	٤	١، ٧، ١٣، ١٩	٤
٢. الأخذ بوجهات النظر	٤	٢، ٨، ١٤، ٢٠	٤
٣. الاستقصاء	٤	٣، ٩، ١٥، ٢١	٤
٤. الشك	٨	٤، ٥، ١٠، ١١، ١٦، ١٧، ٢٢، ٢٣	٨
٥. أمكانات العلم، وحدوده.	٤	٦، ١٢، ١٨، ٢٤	٤
المجموع	٢٤	٢٤	٢٤

٥- صوغ تعليمات الاختبار:

صيغت تعليمات الاختبار مع مراعاة الإيجاز والوضوح، وأن تؤدى إلى فهم الهدف من الاختبار، وطريقة الإجابة عنه، مع ذكر مثال يوضح كيفية الإجابة، وكيفية استخدام ورقة الإجابة المخصصة لذلك.

٦- وضع نظام تقدير الدرجات:

وُضع نظام تقدير الدرجات في هذا الاختبار؛ بحيث تُعطى درجة واحدة فقط حال الإجابة الصواب للمفردة، و(صفر) في حالة الإجابة الخطأ.

٧- تحديد صدق محتوى الاختبار:

تم التحقق من صدق محتوى الاختبار؛ من خلال عرض الاختبار– في صورته الأولية– على مجموعة من المحكمين في مجال تعليم العلوم؛ مصحوبًا بمقدمة تضمنت عناصر محتوى البرنامج، وأهدافه، وجدول مواصفات الاختبار؛ للتأكد من:

- صدق انتماء مفردات الاختبار للبعد المناسب.

- صدق تمثيل المفردات للأهداف التي تستهدف قياسها.
- ملاءمة اللغة، والرموز المستخدمة في صوغ مفردات الاختبار.
- مناسبة التعليمات الخاصة بالاختبار.
- صلاحية النظام المقترح لتقدير الدرجات.

وقد اتفق المحكمون على مناسبة جميع أسئلة الاختبار، ولم يشر أي محكم من الأربعة إلى أية تعديلات تذكر على الاختبار، وبالتالي توصلت الباحثة إلى الصورة المبدئية للاختبار، متضمنة (٢٤) مفردة.

٨- التجريب الاستطلاعي للاختبار:

جُرِّبَ الاختبار – استطلاعيًا– على عينة عشوائية (غير عينة الدراسة) قوامها(٣٠) طالبًا وطالبةً من طلاب الفرقة الرابعةعلوم – شعبة التعليم الأساسي بكلية التربية – جامعة الإسكندرية، في العام الدراسي ٢٠٢٠– ٢٠٢١.

وبعد الانتهاء من إجراء التجربة الاستطلاعية للاختبار صُحِّحَ ورُصِدَتْ درجات الطلاب؛ لتحديد الضبط الإحصائي للاختبار (تحديد معاملات السهولة، والتمييزية لمفردات الاختبار، وحساب ثبات الاختبار، والزمن المناسب للإجابة).

➢ الضبط الإحصائي للاختبار:

٨–١ تحديد معامل السهولة لمفردات الاختبار:

حُسب معامل السهولة لكل مفردة من مفردات الاختبار؛ في ضوء المعادلة الآتية:

(أبو حطب، وصادق، ١٩٩١)

$$F.I = \frac{R}{R+W}$$

R: عدد الاستجابات الصواب.

W : عدد الاستجابات الخطأ.

وتعدُّ المفردة التي يزيد معامل سهولتها عن (٠.٩) مفردةً شديدة السهولة، والمفردة التي يقل معامل سهولتها عن (٠.١) مفردة شديدة الصعوبة، وبلغ متوسط معامل السهولة (٠.٣٢) ؛ مما يدل على أن دلائل السهولة لمفردات الاختبار مقبولة.

٨–٢ تحديد معامل التمييزية لمفردات الاختبار:

حُسب معامل التمييزية باستخدام المعادلة التالية:

$$D.I = \frac{Q\,H - QL}{{}^{1}/_{4}\,N}$$

QH : عدد الإجابات الصواب على المفردة في الإرباعى الأعلى للطلاب.

QL : عدد الإجابات الصواب على المفردة في الإرباعى الأدنى للطلاب.

N : عدد أفراد العينة التي أجابت عن الاختبار.

وقد تراوحت معاملات التمييزية لمفردات الاختبار بين القيمتين: (٠.٢٥–٠.٧٥)، وبلغ متوسط معامل التمييزية (٠.٢٨)؛ وهذه النسبة مقبولة في تعبيرها عن قدرة المفردات على التمييز بين طلاب كلا الإرباعيين: العلوى، السفلى في الإجابة عن الاختبار.

٨–٣ تحديد ثبات الاختبار:

استُخدمت– لحساب معامل ثبات الاختبار– معادلة كيودر ريتشاردسون Kuder–Richarson$_{20}$ (أبو حطب، وصادق، ١٩٩١)، وهي المعادلة الأكثر تدقيقًا في حساب ثبات الاختبار، والمشتقة من ألفا كرونباخ Cronbach α للاتساق الداخلي لمفردات الاختبار.

$$R_{KR20} = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right)$$

k: عدد مفردات الاختبار.

p: نسبة الذين أجابوا عن المفردة إجابة صواب.

q: نسبة الذين أجابوا عن المفردة إجابة خطأ.

S^2: تباين الاختبار.

وقد بلغ معامل ثبات الاختبار (٠.٨٤)؛ وهي قيمة تدل أنه يمكن الوثوق في الاختبار كأداة لقياس مستوى الطلاب في الاستدلال العلمي المجتمعي.

٨–٤ تحديد زمن الاختبار:

حُسب الزمن المناسب للإجابة عن أسئلة الاختبار؛ من خلال حساب متوسط زمن إجابة أفراد العينة الذين يمثلون الإرباعى الأقل زمنًا، ومتوسط زمن أفراد العينة الذين يمثلون الإرباعى الأعلى زمنًا، ثم حساب متوسط الزمنين، وفي ضوء ذلك صار الزمن المحدد للاختبار(٦٠) دقيقةً تقريبًا، وهو ما يوضحه الجدول رقم (٢) الآتي:

جدول رقم (٢):

حساب زمن اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي:

متوسط زمن الأفراد الذين يمثلون		متوسط الزمن
الإرباعي الأقل زمنًا	الإرباعي الأعلى زمنًا	
٤٥ دقيقة	٧٥ دقيقة	٦٠ دقيقة

٩- الصورة النهائية للاختبار:

بعد التأكد من صدق الاختبار، وثباته، والتحقق من مناسبة مفرداته – بعد حساب معاملات السهولة، والتمييزية– ، صار الاختبار – في صورته النهائية – صالحًا للتطبيق متضمنًا (٢٤) مفردة.

٢) مقياس شخصية المواطن العالمي

عُنى– في إعداد مقياس شخصية المواطن العالمي– بمراجعة عديدٍ من الدراسات، والبحوث السابقة التي تضمنت إعداد المقاييس وبخاصةٍ مقياس شخصية المواطن العالمي، كما اعتُمِدَ على قائمة أبعاد شخصية المواطن العالمي، ومفرداتها الفرعية التي أُعدت من خلال استبانة تحديد أبعاد شخصية المواطن العالمي التي عُرِضَتْ على المُحكَّمين، وفيما يأتي وصف خطوات إعداد مقياس شخصية المواطن العالمي:

١- تحديد الهدف من المقياس:

هدف المقياس إلى قياس مدى امتلاك طلاب الفرقة الرابعة شعبة أساسي علوم لشخصية المواطن العالمي؛ نتيجة لدراستهم البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام؛ لمعالجة بعض القضايا العلمية العالمية المُجتمعية.

٢- تحديد أبعاد مقياس شخصية المواطن العالمي:

بعد أن استخلصت الباحثة أبعاد مقياس شخصية المواطن العالمي من خلال مراجعة الأدبيات، والدراسات السابقة التي تناولت تلك الأبعاد؛ توصلت الباحثة إلى قائمة مبدئية، وأُعدت استبانة؛ لتحديد القائمة النهائية لأبعاد شخصية المواطن العالمي، ومفرداتها الفرعية، ومر إعدادها بالخطوات التالية:

- بناء الاستبانة: مر بناء الاستبانة بخطوات عدة يمكن توضيحها فيما يأتي:

<u>تحديد الهدف من الاستبانة:</u>

- هدفت الاستبانة إلى إعداد قائمة ثابتة، وصادقة لأبعاد شخصية المواطن العالمي، ومفرداتها الفرعية المتضمنة بكل بُعد.

<u>تحديد أبعاد الاستبانة، ومفرداتها الفرعية:</u>

تؤصِّل – في ضوء المصادر السابقة– إلى قائمة مبدئية لأبعاد شخصية المواطن العالمي، ومفرداتها الفرعية البالغ عددها (٢٠) مفردة فرعية موزعة على ثلاثة أبعاد رئيسة.

صوغ مفردات الاستبانة:

بعد تحديد الأبعاد الرئيسة، وما تضمنته من مفردات فرعية؛ صاغت الباحثة عبارات الاستبانة في صورة مفردات إجرائية، ورُوعِي فيها ما يأتي: عدم تضمن المفردة أكثر من استجابة، ووضوح المفردة، وتدقيقها، وتحديدها، وانتماء المفردة للبُعد الرئيس لشخصية المواطن العالمي.

وضع نظام تقدير الدرجات:

طُلب من المُحكَّمين الأربعة إبداء الرأي في هذه الاستبانة؛ من حيث: مدى انتماء المفردات الفرعية لكل بُعد من الأبعاد الرئيسة، ومدى مناسبتها لطلاب الفرقة الرابعة شعبة أساسي علوم، واقتراح أية مفردات لم ترد في الاستبانة؛ فضلًا عن أية مقترحات حول صوغ المفردات لغةً. وَقُدِّرَتْ درجة أهمية كل مفردة مندرجة في كل بُعد وفق مقياس ليكرت الثلاثي الذي يوضح درجة انتماء المفردة على النحو الآتي: (تنتمي، إلى حد ما، لا تنتمي)، وأُعطيت القيمة الرقمية التالية لكل استجابة: تنتمي (٣) درجات، إلى حد ما (درجتان)، لا تنتمي (درجة واحدة)، وقد سَمَحَ هذا الأسلوب بحساب المتوسط الحسابي لكل استجابة، واستخراج النسب المئوية، وبالتالي التوصل – في ضوء مقترحات السادة المُحكَّمين–إلى أبعاد شخصية المواطن العالمي، وما يتضمنه كل بُعد من مفردات تعبر عنه.

صوغ تعليمات الاستبانة:

جاءت تعليمات الاستبانة واضحة ومعبرة عما يأتي: الهدف من الاستبانة، موضحة كيفية وضع العلامات في المكان المناسب لدرجة الانتماء، وتوزيع الدرجات حسب درجة الانتماء.

ضبط الاستبانة:

عُرِضَتْ الاستبانة – في صورتها الأولية– على (٤) مُحكَّمين بعد تحديد أبعادها، وصوغ مفرداتها، ووُضِعَتْ تعليماتها بصورة مبدئية، ثم عرضت عليهم بوصفهم مختصين في مجال المناهج، وتعليم العلوم؛ لمراجعة عباراتها؛ في ضوء المعايير الآتية: مدى انتماء المفردة الفرعية للبُعد الرئيس المقترح (تنتمي / إلى حد ما/ لا تنتمي)، وإضافة أي مفردة، أو حذفها، أو تعديلها.

وعُدِّلت القائمة؛ في ضوء آراء المُحكَّمين، ومقترحاتهم، وصولًا إلى صورتها النهائية المكونة من (٢٠) مفردة فرعية موزعة على ثلاثة أبعاد رئيسة.

صدق الاستبانة:

اعتمدت الباحثة– في حساب صدق الاستبانة– على صدق المحتوى، من خلال عرض الاستبانة على أربعة من المتخصصين في تعليم العلوم، وحُذِفَتْ العبارات التي أجمع المحكمون على استبعادها، وتعديل العبارات التي اختلف عليها المحكمون.

وتُوصِّل– في ضوء نتائج الاستبانة– إلى قائمة أبعاد شخصية المواطن العالمي، ومفرداتها الفرعية؛ التي تمثل مدى امتلاك طلاب الفرقة الرابعة شعبة أساسي علوم لشخصية المواطن العالمي، وتتمثل هذه الأبعاد في:

- النظرة البيئية للعالم.
- التراحم الاجتماعي، والأخلاقي.
- المُساءلة العلمية المُجتمعية.

٣- تحديد نوع المقياس:

بالرجوع إلى الأدبيات والبحوث، والدراسات السابقة التي عنيت بإعداد المقاييس وبخاصةٍ مقاييس شخصية المواطن العالمي؛ استقر رأي الباحثة على أن تُدَرَّج استجابات المقياس باستخدام تدرج ليكرت الخماسي (أوافق بشدة/ أوافق / محايد/ أعارض / أعارض بشدة).

٤- وضع الصورة المبدئية للمقياس، وصوغ مفرداته:

صيغت مفردات المقياس في صورة جمل خبرية موزعة على ثلاثة أقسام؛ يعبر كل قسم عن بُعد من أبعاد شخصية المواطن العالمي، وتشير– في مجملها– إلى امتلاك طلاب الفرقة الرابعة شعبة أساسي علوم لشخصية المواطن العالمي من عدمه، وعلى الطالب المعلم أن يحدد استجابته وفق مقياس ليكرت ذي التصنيف الخماسي (أوافق بشدة/ أوافق / محايد/ أعارض / أعارض بشدة). وذلك بأن يضع الطالب المعلم علامة (√) أما كل مفردة؛ وفق الاختيار الذي يعبر عن اتجاهه، وقد راعت الباحثة – في صوغهما المفردات– تضمنها الأبعاد المحددة من قبل للمقياس؛ فضلًا عن تنوعها ما بين مفردات مثبتة، وأخرى منفية.

وتُقدر أعلى درجة للمقياس بـ (٣٣٠) درجة، وأدنى درجة بـ (٦٦) درجة، وحُدِدَتْ طريقة تصحيح المقياس وفق تدرج الإجابات المعبر عنها في الجدول رقم(٣) الآتي:

جدول رقم (٣):
كيفية تصحيح المقياس

عبارات المقياس	أوافق بشدة	أوافق	محايد	أعارض بشدة	أعارض
عبارات موجبة	٥	٤	٣	٢	١
عبارات سالبة	١	٢	٣	٤	٥

٥- عرض الصورة المبدئية للمقياس على المُحكَّمين:

عُرضت الصورة المبدئية للمقياس على أربعة محكَّمين من المتخصصين في مجال المناهج، وطرائق تدريس العلوم؛ بهدف التأكد من صلاحية المقياس؛ من حيث:

- ✓ تمثيل المفردات لكل بُعد من أبعاد شخصية المواطن العالمي.
- ✓ التدقيق، والوضوح في صوغ مفردات المقياس.
- ✓ ملاءمة المقياس لعينة البحث المختارة.
- ✓ تدقيق تعليمات المقياس، ووضوحها.
- ✓ إبداء مقترحات تتعلق بالإضافة، أو الحذف.

وباستبعاد المفردات التي أجمع المحكمون على ضرورة استبعادها، وتعديل المفردات التي اختلف عليها المحكمون؛ عُدَّ المقياس في صورته النهائية؛ والتي حُدد – في ضوئها– صدق المقياس، وثباته، وزمنه.

٦- حساب صدق مقياس شخصية المواطن العالمي:

اعتمدت الباحثة– في حسابها صدق المقياس– على صدق المحتوى؛ من خلال عرض المقياس على أربعة محكمَّين، واستبعاد المفردات التي أجمعوا على استبعادها، وتعديل المفردات المختلف عليها.

٧- حساب ثبات المقياس:

طُبِقَ المقياس على عينة قوامها (٣٠) طالبًا من طلاب الفرقة الرابعة علوم شعبة التعليم الأساسي (غير مجموعة البحث)، وحُسِبَ معامل الثبات باستخدام معامل ألفا، وبلغ(٠.٨٤)، وهو معامل ثبات مرتفع، وبالتالي يمكن الوثوق في نتائج المقياس.

٨- حساب زمن الإجابة عن بنود المقياس:

يوضح الجدول رقم(٤) الآتي كيفية حساب زمن الإجابة عن مقياس شخصية المواطن العالمي:

جدول رقم (٤):
حساب زمن الإجابة عن مقياس شخصية المواطن العالمي

متوسط زمن الأفراد الذين يمثلون		متوسط الزمن
الإرباعي الأقل زمنًا	الإرباعي الأعلى زمنًا	
٥٠ دقيقة	٧٠ دقيقة	٦٠ دقيقة

٩- وضع الصورة النهائية للمقياس:

تطلب ذلك الرجوع إلى أهداف المقياس، ومحتواه، وتحديد عدد مفرداته ككل – في، فجاءت عدد مفردات المقياس ككل –في ضوء آراء المُحكمين– (٦٦) مفردة، والزمن المتاح للإجابة عنه (٦٠) دقيقة. وقد أعدت الباحثة المقياس، وحددت عدد المفردات الخاصة بكل بعد من أبعاده كما هو موضح في الجدول رقم (٥) الآتي:

جدول رقم (٥):
تحديد عبارات المقياس الموجبة، والسالبة منسوبة إلى أبعاده

أبعاد المقياس	أرقام العبارات الموجبة	أرقام العبارات السالبة	مجموع العبارات
البُعد الأول: النظرة البيئية للعالم.	٢، ٤، ٦، ٩، ١٠، ١٣، ١٧، ١٨، ١٩.	١، ٣، ٥، ٧، ٨، ١١، ١٢، ١٤، ١٥،١٦، ٢٠،٢١	٢١
البُعد الثاني: التراحم الاجتماعي، والأخلاقي.	٢٥، ٢٨، ٢٩، ٣٠، ٣٣، ٣٦، ٣٧، ٣٨، ٣٩، ٤٢، ٤٧	٢٢، ٢٣،٢٤، ٢٦، ٢٧، ٣١، ٣٢، ٣٤، ٣٥، ٤٠، ٤١،43، ٤٤، ٤٥، ٤٦.	٢٦
البُعد الثالث: المساءلة العلمية المجتمعية.	٥٠، ٥٥، ٥٧، ٥٨، ٦٠، ٦١، ٦٢، ٦٣، ٦٥، ٦٦	٤٨، ٤٩، ٥١، ٥٢، ٥٣، ٥٤، ٥٦، ٥٩، ٦٤	١٩
المجموع	٣٠	٣٦	٦٦

المحور الثالث: إجراءات التجربة الميدانية:

بعد تصميم البرنامج، وإعداد أداتي البحث في صورتيهما النهائيتين؛ أمكن البدء في تنفيذ تجربة البحث؛ وشمل ذلك:

١. **تحديد الهدف من تجربة البحث.**
٢. **اختيار التصميم التجريبي البحث.**
٣. **اختيار عينة البحث.**
٤. **التطبيق القبلي لأداتي البحث.**
٥. **تطبيق البرنامج المقترح.**
٦. **التطبيق البعدي لأداتي البحث.**
٧. **تحديد أساليب المعالجة الإحصائية للبيانات.**

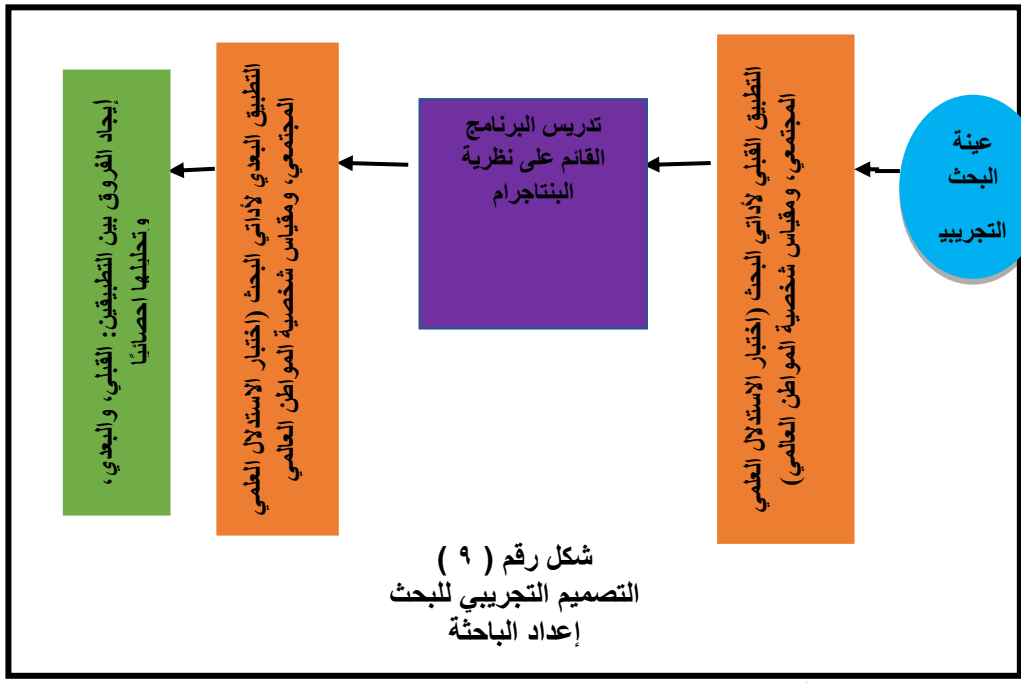
وفيما يلي وصف تفصيلي لكل إجراء من تلك الإجراءات:

١. تحديد الهدف من تجربة البحث:

استهدفت تجربة الدراسة الحالية الحصول على بيانات؛ للحكم على فاعلية البرنامج المقترح في تنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية.

٢. اختيار التصميم التجريبي للبحث:

استخدمت الباحثة التصميم شبه التجريبى Qusai experimental ذا المجموعة الواحدة؛ نظرًا لأن البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام يتسم بالجدة، ولم يتعرض له الطلاب معلمو العلوم بالفرقة الرابعة من قَبل، ويوضح الشكل رقم (٩) الآتي التصميم التجريبي لتجربة البحث:



شكل رقم (٩)
التصميم التجريبي للبحث
إعداد الباحثة

٦. اختيار عينة البحث:

اختيرت عينة من الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة بكلية التربية– جامعة الإسكندرية في الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي ٢٠٢٠/٢٠٢١، وقد بلغ عدد الطلاب المعلمين (٥٠) طالبًا وطالبة للمجموعة التجريبية.

٧. التطبيق القبلي لأداتي البحث:

طُبقت أداتي البحث (اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي، ومقياس شخصية المواطن العالمي) على عينة البحث قبل إجراء التجربة؛ للكشف عن المستوى المبدئي للطلاب فيما يخص امتلاكهم مهارات الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي، وذلك قبل البدء في تدريس البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام، وطُبقتا – قبليًا– في يوم الأحد الموافق ٢٠٢١/٤/١١؛ ولكن بصورة إلكترونية باستخدام Google forme؛ وذلك نظرًا للظروف الاستثنائية التي يمر بها العالم في ظل جائحة كورونا، وقَدَّرت الباحثة متوسط الدرجات لكل بُعد من أبعاد الاختبار، والمقياس، ورُصِدت في جداول؛ لمعالجتها إحصائيًا.

٥. تنفيذ البرنامج المقترح:

بعد الانتهاء من التطبيق القبلي لأداتي البحث على عينة الدراسة؛ طُبق البرنامج بواسطة الباحثة؛ وذلك في الفترة ما بين: (٤/١٣ –٢٦ /٥/٢٠١٢ م)؛ بواقع (١١) لقاءً؛ اللقاء التمهيدي –واستغرق حوالي ساعتين– ، والتطبيق الفعلي للبرنامج على مدار ١٠ لقاءات – بواقع ٣٠ ساعة– ، وكانت تلك اللقاءات بمثابة حلقات نقاشية يتم فيها تبادل الآراء، والأسئلة حول القضايا موضوع البرنامج، كما تؤدى فيها الأنشطة، والمهام المختلفة الخاصة بكل قضية، وتُقيَّم، وقد تم ذلك أونلاين عبر برنامج Microsoft teams ؛ وفقًا للخطة الزمنية التي يلخصها الجدولان رقم: (٦)، (٧):

جدول رقم (٦)

خطة تهيئة الطلاب لدراسة برنامج قائم على نظرية البنتاجرام يوم الثلاثاء ٤/١٣ من الأسبوع الثاني لشهر إبريل للعام الجامعي ٢٠٢٠ / ٢٠٢١؛ طبقًا للخطوات الآتية:

خلال الأسبوع الثاني	**لقاء أفراد العينة بهدف:** • تحفيز أفراد العينة لدراسة البرنامج المقترح. • اختيار أفراد المجموعة التجريبية من بين طلاب الفرقة الثانية ـ شُعبة أساسي علوم بكلية التربية – جامعة الإسكندرية. • عرض فكرة البرنامج على أفراد العينة. • بيان أهداف البرنامج، والغرض من تطبيقه. • وضع الخطة الزمنية لتطبيق وحدات البرنامج. • إمداد أفراد العينة بكتاب الطالب حول البرنامج، بما يتضمنه من قضايا وأنشطة ومهام.

جدول رقم (٧):

الخطة الزمنية لتنفيذ موضوعات البرنامج

قضايا البرنامج	الزمن	اليوم والتاريخ	مكان التطبيق
١. التجارة غير الشرعية في الحياة البرية	ثلاث ساعات	الأربعاء ٢٠٢١/٤/١٤.	عبر Microsoft teams
٢. إدارة النفايات.	ثلاث ساعات	الخميس ٢٠٢١/٤/١٥	عبر Microsoft teams
٣. ندرة المياه عالميًا.	ثلاث ساعات	الأربعاء ٢٠٢١/٤/٢١	عبر Microsoft teams
٤. الكائنات المُعدلة وراثيًا.	ثلاث ساعات	الخميس ٢٠٢١/٤/٢٢	عبر Microsoft teams
٥. الاستنساخ.	ثلاث ساعات	الأربعاء ٢٠٢١/٤/٢٨	عبر Microsoft teams
٦. الأسلحة البيولوجية والإرهاب البيولوجي.	ثلاث ساعات	الأربعاء ٢٠٢١/٥/٥	عبر Microsoft teams
٧. انتشار الأوبئة العالمية (جائحة كورونا).	ثلاث ساعات	الخميس ٦/٥/ ٢٠٢١	عبر Microsoft teams
٨. قضية سلامة اللقاحات.	ثلاث ساعات	الأربعاء ٢٠١٢/٥/١٩	عبر Microsoft teams
٩. قضية الجوع العالمي، والمجاعات.	ثلاث ساعات	الخميس ٢٠/ ٥ /٢٠٢١	عبر Microsoft teams
١٠. الطاقة النووية، وإرهاب السلاح النووي العالمي.	ثلاث ساعات	الأربعاء ٢٠٢١/٥/٢٦	عبر Microsoft teams
المجموع	٣٠ ساعة		

٦. التطبيق البعدي لأدوات البحث:

طُبِقتَ – بعد الانتهاء من تدريس البرنامج –أداتي البحث (اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي، ومقياس شخصية المواطن العالمي) بعديًا على مجموعة البحث؛ ولكن بصورة إلكترونية باستخدام Google forme؛ وذلك نظرًا للظروف الاستثنائية التي يمر بها العالم في ظل جائحة كورونا، وذلك في يوم الخميس الموافق ٢٠٢١/٥/٢٧، وقدرت الباحثة متوسط الدرجات لكل بُعد من أبعاد الاختبار، والمقياس، ورُصدت في جداول؛ لمعالجتها إحصائيًا.

٧. تحديد أساليب المعالجة الإحصائية للبيانات:

استُخدمت – لاختبار صحة فرضي البحث– الأساليب الإحصائية الآتية:

- اختبار test– t؛ للفروق بين المتوسطات المرتبطة؛ للتحقق من مدى صحة فرضي البحث: الأول، والثانى.
- حساب حجم تأثير البرنامج η^2 .

وقد اعتمدت الباحثة على البرنامج الإحصائي " SPSS ٢٦" .

ثالثًا: نتائج البحث، وتحليلها إحصائيًا، وتفسيرها:

يتضمن هذا القسم عرض لنتائج البحث، وتحليها إحصائيًا، وتفسيرها، والتحقق من صحة فرضيهبالاعتماد على الإحصاء البارامتري Parametric، حيث استُخدِمَ اختبار(ت) -t test لمتوسطي عينتين مرتبطتين paired samples t- test، وحساب المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري لدرجات طلاب مجموعة البحث في كلا القياسين: القبلي، والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي، ومقياس شخصية المواطن العالمي، كما حُسِب حجم التأثير؛ وذلك بهدف معرفة حجم تأثير المتغير المستقل (البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام) في المتغيرين التابعين.

وقد اعتمدت الباحثة في حساب حجم التأثير على مربع إيتا η^2 ؛ والتي يمكن الحصول عليها من المعادلة الأتية:

$$\eta 2 = \frac{t^2}{df + t^2}$$

(أبو حطب، وصادق، ١٩٩١، ص. ٤٣٩)

حيث:

$\eta 2$: مربع إيتا.

t: اختبار " ت".

df: درجة الحرية

وفيما يلي عرضٌ تفصيلي للإجابة عن أسئلة البحث:

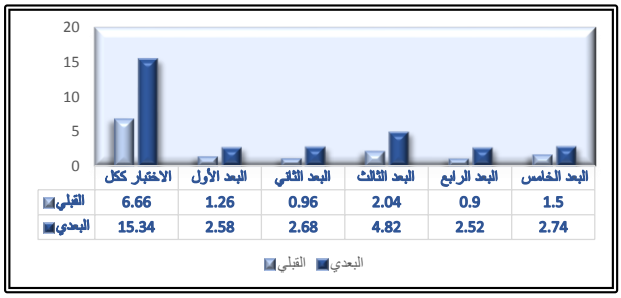
نتائج الإجابة فيما يتعلق بالسؤال البحثي الأول، ونصه: "ما البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام Pentagram؛ لتنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية؟؟".

أُجيب عن هذا السؤال آنفًا بالقسم الثاني من البحث، والخاص بإجراءات إعداد مواد البحث، وأداتيه تفصيلًا؛ حيث تضمَن:

- مكونات البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام.
- خطة تنفيذ البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام.
- صلاحية البرنامج.
- تنظيم البرنامج في صورتيه:
  - إعداد دليل عضو هيئة التدريس للبرنامج.
  - إعداد دليل الطالب معلم العلوم.

نتائج الإجابة عن السؤال البحثي الثاني؛ ونصه: " ما فاعلية البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام في تنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي؛ لدى طلاب كلية التربية – جامعة الإسكندرية؟".

وللإجابة عن السؤال البحثي الثاني تم التحقق من صحة الفرض الأول، ونصه: " لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ≤ (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي العلوم في القياسين: القبلي، والبعدي في اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي" وبناء عليه حُسِبَ متوسطا درجات طلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي ككل، ولكل بعد من أبعاده المختلفة، ويوضح الشكل رقم (١٠) الآتي التمثيل البيانى للمتوسطات:



شكل رقم (١٠):
التمثيل البياني لمتوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي

ويتضح من الشكل السابق:

- **وجود فروق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي؛ لاختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي ككل.**
- **وجود فروق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي؛ لاختبار الاستدلال العلمي المجتمعي بكل بُعد من أبعاده.**

ولتحديد دلالة هذه الفروق حُسبت قيمة "t" للمتوسطات المرتبطة، ويوضح الجدول رقم (٨) قيمة "t" ودلالتها للفروق بين المتوسطات:

جدول رقم (٨):
قيمة "t "، ودلالتها للفرق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي؛ لاختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي:

البُعـــــــد	التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)*	مربع إيتا µ2
١. التعقيد.	القبلي	٥٠	1.2600	.92162	9.978	0.67
	البعدي		2.5800	.83520		
٢. الأخذ بوجهات النظر.	القبلي	٥٠	.9600	.75485	13.79	0.795
	البعدي		2.6800	.79385		
٣. الاستقصاء.	القبلي	٥٠	2.0400	1.2771	13.58	0.79
	البعدي		4.8200	1.0821		

* عند درجة حرية (٤٩)، ومستوى دلالة (0.05).

Print:(ISSN 1687-2649) Online:(ISSN 2536-9091)

٤. الشك.	القبلي	٥٠	.9000	.86307	9.09	0.62
	البعدي		2.5200	.95276	2	
٥. حدود العلم، وإمكاناته.	القبلي	٥٠	1.5000	.83910	9.13	0.63
	البعدي		2.7400	.92162	7	
الاختبار ككل	القبلي	٥٠	6.6600	1.8026	21.8	0.9
	البعدي		15.3400	2.3785	4	

يتضح من الجدول:

- ✓ **وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث لصالح القياس البعدي لاختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي ككل؛ وبذلك رُفض الفرض الصفري الأول.**
- ✓ **وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث لصالح القياس البعدي لاختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي؛ لكل بُعد من أبعاد الاستدلال العلمي المُجتمعي؛ وهي: التعقيد، الأخذ بوجهات النظر، والاستقصاء، والشك، وحدود العلم، وإمكاناته.**
- ✓ **أظهرت قيمة η2 (حجم التأثير) أن (٦٧%) من التباين بين درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي في بُعد التعقيد، وأن (٧٩%) من التباين في بُعدي: الأخذ بوجهات النظر، والاستقصاء، وأن(٦٢%) من التباين في بُعد الشك، وأن(٦٣%) من التباين في بُعد حدود العلم، وإمكاناته؛ يُعزى إلى المتغير المستقل (البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام).**
- ✓ **وبالتالي يلاحظ ارتفاع مستوى الاستدلال العلمي المُجتمعي لدى مجموعة البحث؛ حيث إن متوسطا درجاتهم في القياس البعدي لاختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي (١٥.٣٤٠٠)، في حين كان في القياس القبلي (٦.٦٦٠٠)، وتُظهر قيمة (ت) بين المتوسطين (٢١.٨٤) أن النتائج جاءت لصالح القياس البعدي. أما حجم تأثير المتغير المستقل (البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام) في المتغير التابع (اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي ككل) كبير؛ حيث بلغت قيمة مربع إيتا μ2 (٠.٩) وهي أكبر من (٠.١٥) ومِنْ ثَمَّ فهناك فاعلية للبرنامج القائم على نظرية البنتاجرام في تنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وتعد هذه النسبة مرتفعة إلى حد كبير، وتدل هذه**

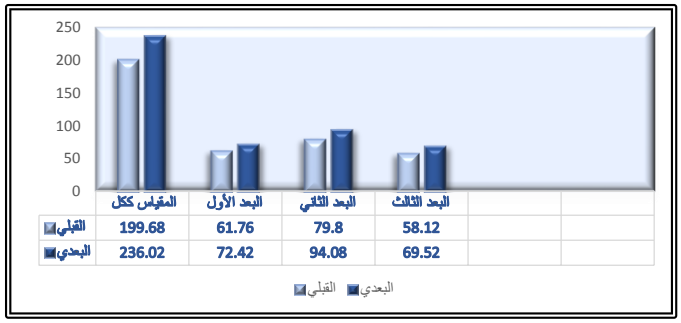
النتيجة على أن البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام قد أسهم – بدرجة كبيرة– في تنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي؛ لدى طلاب مجموعة البحث بالفرقة الرابعة شعبة العلوم.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتائج دراسة كلٍ من:

Owens et al (٢٠١٩)؛ Villarin & Flower (٢٠١٩)؛ Owens et al (٢٠٢٠) .

نتائج الإجابة عن السؤال البحثي الثالث؛ ونصه: " ما فاعلية البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام في تنمية شخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة الإسكندرية؟".

للإجابة عن السؤال البحثي الثالث تم التحقق من صحة الفرض الثاني، ونصه: " لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ≤ (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي العلوم في القياسين: القبلي، والبعدي في مقياس شخصية المواطن العالمي" وبناء عليه حُسِب متوسطا درجات طلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي لمقياس شخصية المواطن العالمي ككل، ولكل بعد من أبعاده المختلفة، ويوضح الشكل رقم (١١) الآتي التمثيل البياني للمتوسطات:



شكل (١١):
التمثيل البيانى لمتوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي لمقياس شخصية المواطن العالمي

ويتضح من الشكل السابق:

- **وجود فروق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي؛ لمقياس شخصية المواطن العالمي ككل.**
- **وجود فروق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي؛ لمقياس شخصية المواطن العالمي بكل بُعد من أبعاده.**

ولتحديد دلالة هذه الفروق حُسبت قيمة " *t*" للمتوسطات المرتبطة، ويوضح الجدول رقم (٩) قيمة "*t*" ودلالتها للفروق بين المتوسطات:

جدول رقم (٩):
قيمة "t "، ودلالتها للفرق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي؛ لمقياس شخصية المواطن العالمي:

البُعـــــــد	التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)*	مربع إيتا μ2
١. النظرة البيئية للعالم.	القبلي	٥٠	61.7600	8.6768	15.07	0.82
	البعدي		72.4200	6.8455		
٢. التراحم الاجتماعي، والأخلاقي.	القبلي	٥٠	79.8000	10.050	16.43	0.84
	البعدي		94.0800	10.714		
٣. المساءلة العلمية المُجتمعية.	القبلي	٥٠	58.1200	8.9274	19.92	٠.٨٩
	البعدي		69.5200	9.0671		
المقياس ككل	القبلي	٥٠	199.6800	23.092	21.84	٠.٩
	البعدي		236.0200	23.299		

يتضح من الجدول:

- ✓ **وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث لصالح القياس البعدي لمقياس شخصية المواطن العالمي ككل؛ وبذلك رُفض الفرض الصفري الثاني.**
- ✓ **وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث لصالح القياس البعدي لمقياس شخصية المواطن العالمي؛ لكل بُعد**

* عند درجة حرية (٤٩)، ومستوى دلالة (0.05).

من أبعاد شخصية المواطن العالمي؛ وهي: النظرة البيئية للعالم، والتراحم الاجتماعي، والأخلاقي، والمساءلة العلمية المجتمعية.

- ✓ أظهرت قيمة η2 (حجم التأثير) أن (٨٢%) من التباين بين درجات الطلاب مجموعة البحث في القياسين: القبلي، والبعدي في بُعد النظرة البيئية للعالم، وأن (٨٤%) من التباين فى بُعد التراحم الاجتماعي والأخلاقي، وأن(٨٩%) من التباين في بُعد المساءلة العلمية المجتمعية؛ وتُعزى جميعها إلى المتغير المستقل (البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام).
- ✓ وبالتالي يلاحظ ارتفاع مستوى شخصية المواطن العالمي لدى مجموعة البحث؛ حيث إن متوسطا درجاتهم في القياس البعدي لمقياس شخصية المواطن العالمي (236.02)، في حين كان في القياس القبلي (199.68)، وتُظهر قيمة (ت) بين المتوسطين (٢١.٨٤) أن النتائج جاءت لصالح القياس البعدي. أما حجم تأثير المتغير المستقل (البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام) في المتغير التابع (اختبار الاستدلال العلمي المُجتمعي ككل) كبير؛ حيث بلغت قيمة مربع إيتا μ^2 (٠.٩) وهي أكبر من (٠.١٥) ومِنْ ثَمَّ فهناك فاعلية للبرنامج القائم على نظرية البنتاجرام في تنمية شخصية المواطن العالمي، وتعد هذه النسبة مرتفعة إلى حد كبير، وتدل هذه النتيجة على أن البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام قد أسهم – بدرجة كبيرة– في تنمية شخصية المواطن العالمي؛ لدى الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة شعبة التعليم الأساسي (مجموعة البحث).

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتائج دراسة كلٍ من:

Lee et al (٢٠١٣)؛ Gao, Mun& Kim (٢٠١٩)؛ Kim, Ko& Lee (٢٠٢٠)؛ Powell, Newton& Zeidler(٢٠٢١).

ويمكن إرجاع فاعلية البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام في تنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي إلى ما يأتي:

- اعتماد محتوى البرنامج على القضايا العلمية العالمية المجتمعية والتي عُولِجت بطريقة أظهرت فيها مجموعة من السمات، والتي أشار إليها كل من: Kolsto(٢٠٠١)؛ Zeidler& Keefer(٢٠٠٣)؛ Aikenhead(٢٠٠٦) فيما يأتي :

- السمة الجدلية والتي تمثل نموذجًا للاستخدام السياقي للبيداغوجيا القائمة على الجدل؛ بما يُمثل تحديًا للطلاب في وضع استنتاجات معيارية، فليس المتوقع من الطلاب أن يقوموا بعمل استدلال منطقي وإصدار أحكام فقط؛ بينما يشكل تحديًا في الحكم على ما يرونه صوابًا وفقًا لما ينطوي عليه من مقتضيات، وضروريات أخلاقية معيارية؛ الأمر الذي عزز الاستدلال العلمي المجتمعي المتعلق بالجوانب غير العلمية، والوضع الأخلاقي الذي يوكد إعداد مواطنين في مجتمع عالمي لهم قيم وسمات شخصية محددة.
- خلق درجة من التنافر المعرفي، والأخلاقي؛ لدفع الطلاب إلى التفكير بوجهات نظر متعددة؛ لمساعدتهم في تطوير وجهات نظر أكثر شمولًا، وتعقيدًا متجاوزة المُحيط الضيق إلى المُحيط العالمي.
- التأكيد على المنظور الإنساني للتربية العلمية الذي يضمن توفير البيئة الفيزيقية، والاجتماعية، والسياسية التي تسمح بممارسة المتعلمين حقوقهم في مجتمع ديموقراطي معتمد على التكنولوجيا؛ حيث يعترف هذا المنظور أن القرارات العلمية لا يمكن أن تُتخذ بمعزل عن الاستدلال والتفكير الأخلاقي، والاهتمام بالقيم الإنسانية.

- اعتماد البرنامج – في معالجة محتوى القضايا العلمية العالمية المُجتمعية– على نظرية البنتاجرام؛ والتي أشار كلٌ من: Nakamori & Wierzbicki(٢٠١٢)؛ Glick& Pylyavskyy(٢٠١٦) إلى ما تتسم به نظرية البنتاجرام من مميزات تتلخص في إتاحة الفرصة للطلاب:

- لدمج أساليب تعليمية تعزز الاستقصاء، والإبداع، والابتكار للمحتوى الأخلاقي للعلوم والتكنولوجيا، بما يساعد في تطوير الاستدلال العلمي المُجتمعي، وتنمية القيم والشخصية الديمقراطية.

- للانتقال المتدرج من البناء البسيط إلى البناء المعرفي– شبه المعقد– ؛ لإدارة المعرفة بطريقة إبداعية نشطة، ومعالجة الواقع والكشف عنه بالتأمل، والتفكر، والبحث؛ وصولًا لحل مناسب؛ باتباع مجموعة من الخطوات الإجرائية.
- للتحقق من المشكلات، وكيفية التعامل مع تلك المشكلات، وكيفية اتخاذ قرار لحل تلك المشكلات.
- للبحث، وجمع معلومات عن القضايا من خلال مصادر متعددة تحوي وثائق: علمية، واجتماعية، وسياسية، وأخلاقية؛ كمعطيات داعمة القضايا العلمية المُجتمعية؛ لإدراك العلاقات بين أجزاء القضية، واستشراف المستقبل؛ ساعدهم في اتخاذ قرار سليم وفق معايير واضحة.
- المشاركة في مهام تعاونية استقصائية تعتمد على مناقشة الأقران التبادلية؛ بما يوفر خبرات متساوية تمهد الطريق لمشاركة مستقبلية في مجتمع ديموقراطي.

رابعًا: توصيات البحث، ومقترحاته:

- **توصيات البحث:**

توصي الباحثة– في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج– بما يأتي:

١. ضرورة الاهتمام بنظرية البنتاجرام، وخطواتها الإجرائية؛ كأحد الأساليب التعليمية التفاعلية القائمة على الإبداع، والابتكار في معالجة مفهومات، وقضايا مختلفة في التربية العلمية.

٢. الاهتمام بتقديم برامج تدريبية لمعلمي العلوم في أثناء الخدمة؛ للتدريب على نظرية البنتاجرام، وخطواتها الإجرائية، وكيفية تطبيقها في معالجة موضوعات وقضايا ومفهومات علمية مختلفة.

٣. ضرورة دمج نظرية البنتاجرام، وخطواتها الإجرئية في مقررات طرائق التدريس ببرامج إعداد معلم العلوم؛ كإحدى الاستراتيجيات التدريسية التي يمكن استخدامها في تعليم العلوم.

٤. وضع البرنامج القائم على نظرية البنتاجرام لمعالجة قضايا علمية عالمية مجتمعية موضع التنفيذ في برامج إعداد معلم العلوم بكليات التربية في الجامعات المصرية.

٥. أن يُمثل الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي أحد نواتج التعلم المستهدفة– المباشرة أو غير المباشرة–، وتَبني طرائق مختلفة؛ لتعزيز تكوينهم.

- مقترحات البحث:

تقترح الباحثة – في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج– إجراء البحوث الأتية:

١. تطوير مناهج العلوم في مراحل التعليم العام؛ في ضوء نظرية البنتاجرام؛ لتنمية قيم المواطنة العالمية.
٢. فاعلية استراتيجية السقالات التعليمية في تنمية قيم المواطن العالمي، وشخصيته، لدى طلاب العلوم بمراحل التعليم العام.
٣. دراسة تقويمية لمناهج العلوم بالمرحلة الثانوية العامة؛ في ضوء إسهامها في تنمية الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي.
٤. برنامج تدريبي في ضوء نظرية البنتاجرام؛ لتنمية الآداء التدريسي لمعلمي العلوم البيولوجية.
٥. دراسة تقويمية لمستوى الاستدلال العلمي المُجتمعي، وشخصية المواطن العالمي؛ لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

المراجـــع

أولاً: المراجع العربية:

١. أبو حطب، فؤاد، وصادق، آمال. (١٩٩١). *مناهج البحث وطرق التحليل الإحصائي في العلوم التربوية، والاجتماعية*. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

٢. بدير، مها فتح الله. (٢٠٢١). فاعلية توظيف استراتيجية البنتاجرام في تدريس الاقتصاد المنزلي؛ لتنمية التفكير التصميمي وتحقيق الإزدهار النفسي للطالبات ذوات العجز المتعلم بالمرحلة الإعدادية. *مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية*، جامعة حلوان، ٧(٢٤)، ٢٣٩–٣١٥.

٣.شاكر، هبة صابر، وأنور، مروة صلاح. (٢٠٢٠). برنامج قائم على نظرية البنتاجرام؛ لتنمية الاستدلالين الجغرافي، والتاريخي؛ لدى طلاب الفرقة الرابعة شعبة الدراسات الاجتماعية بكلية التربية – جامعة الإسكندرية. *مجلة البحث العلمي في التربية*، جامعة حلوان، ٢١، ٢٦٨–٣٤٢.

٤.صالح، عمرو سيد. (٢٠١٦). *استراتيجية البنتاجرام لتنمية مهارات التفكير وحل المشكلات*. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

٥.صالح، عمرو سيد، ومرسي، نيفين قدري. (٢٠١٧). *استراتيجية البنتاجرام ونظرية تريز لحل المشكلات بطرق إبداعية*. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

٦.الشوبكي، فداء محمد. (٢٠٢٠). *تعرفوا على استراتيجية البنتاجرام PG وخصائصها، وكيفية تطبيقها في التعليم*. متاح على: https://www.new-educ.com/

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

7.Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But. *Journal of Science Teacher Education, 12*(3), 215-233.

8.Aikenhead, G. S. (٢٠٠٦). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.

9.Beaudoin, A. (2006). "An Inconvenient Truth: The Planetary Emergency of Global Warming and What We Can Do About It" by Al Gore. 2006. [book review]. *Canadian Field Naturalist, 120, 494-495.*

10.Bebeau, M. J., Rest, J. R., & Narvaez, D. (1999). Beyond the promise: A perspective on research in moral education. *Educational researcher, 28*(4), 18-26.

11.Berkowitz, M. W., & Simmons, P. E. (2003). Integrating science education and character education *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 117-138): Springer.

12.Bowers, C. A. (1999). Changing the dominant cultural perspective in education. In G. A. Smith & D. R. Williams (Eds.), *Ecological education in action: On weaving education, culture, and the environment* (pp. 161-178). Albany, NY: State University of New York Press.

13.Boyes, E., Skamp, K., & Stanisstreet, M. (2009). Australian secondary students' views about global warming: Beliefs about actions, and willingness to act. *Research in Science Education, 39*(5), 661-680.

14.Carr, A. (2002). *Grass roots and green tape: principles and practices of environmental stewardship*: Federation Press.

15.Cerin, Z. (٢٠٠٣). On affine images of regular pentagons and pentagrams. *journal of Geometry*, (77), 22-34.

16.Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S. W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of research in science teaching, 48*(6), 670-697.

17.Cian, H. (2019). *Influence of Student Values, Knowledge, and Experience and Socioscientific Topic on Measures of High-School Student Socioscientific Reasoning.* (Ph.D.), Clemson University, Ann Arbor.

18.Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G., & Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science education, 90*(2), 227-252.

19.Douglas, L. (1996). Activities: Pentagrams and Spirals. *The Mathematics Teacher, 89*(8), 680-687.

20.Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral Sensitivity in the Context of Socioscientific Issues in High School Science Students. *International journal of science education, 31*(2), 279-296.

21.Friedman, T. L. (2006). *The world is flat [updated and expanded]: A brief history of the twenty-first century*: Macmillan.

22.Galinsky, A. D., & Moskowitz, G. B. (2000). Perspective-taking: decreasing stereotype expression, stereotype accessibility, and in-group favoritism. *Journal of personality and social psychology, 78*(4),-٧٢٤ ٧٠٨.

23.Gao, L., Mun, K., & Kim, S.-W. (2019). Using Socioscientific Issues to Enhance Students' Emotional Competence. *Research in Science Education*.

24.Ghahremani, M., Karami, S., & Balcaen, P. (2017). Pentagram of habits: Considering science teachers' conceptions of "habits of mind" associated with critical thinking in several of Iran's special gifted schools. *Gifted and Talented International, 32*(1), 3-26.

25.Glick, M., & Pylyavskyy, P. (2016). Y -meshes and generalized pentagram maps. *Proceedings of the London Mathematical Society, 112*(3), 753-797.

26.Glick, M. I. (2012). *The Pentagram Map: Combinatorial and Geometric Perspectives.* (Unpublished phd), University of Michigan.

27.Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science education, 83*(6), 775-796.

28.Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International journal of science education, 25*(6), 645-670.

29.Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C., & Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. Washington, DC: North American Association for Environmental Education.

30.Hu, F., Sato, K., Zhou, K., & Teeravarunyou, S. (٢٠١٣). *From Knowledge to Meaning: User-centered Product Architecture Framework Comparison between OMUKE and SAPAD*. Paper presented at the Proceedings of the 2016 International Forum on Management, Education and Information Technology Application.

31.Karahan, E., & Roehrig, G. (2017). Secondary School Students' Understanding of Science and Their Socioscientific Reasoning. *Research in Science Education, 47*(4), 755-782.

32.Kim, G., Ko, Y., & Lee, H. (2020). Effects of Community-Based SSI Programs on Promoting Middle School Students' Understanding of Issues and Character and Values as Citizens Focused on Fine Dust Issues. *International Journal of Science and Mathematics Education, 18*, 399-418.

33.Kim, J. H. (2001). The Characteristics of the 7th National Science Curriculum of the Republic of Korea. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 21*(5), 1012-1026.

34.Kinslow, A. T., Sadler, T. D., & Nguyen, H. T. (2019). Socio-scientific reasoning and environmental literacy in a field-based ecology class. *Environmental Education Research, 25*(3), 388-410.

35.Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science education, 85*, 291-310.

36.Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education, 84*(1), 71-94.

37.Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching, 29*(4), 331-359.

38.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 global citizens. *International journal of science education, 35*(12), 2079-2113.

39.McNeel, S. P. (1994). College teaching and student moral development. In J. R. Rest & L. Erlbaum (Eds.), *Moral development in the professions: Psychology and applied ethics* (Vol. 27, pp. 49): Associates, Inc.

40.Means, M., & Voss, J. (١٩٩٦). Who Reasons Well? Two Studies of Informal Reasoning among Children of Different Grade, Ability, and Knowledge Levels. *Cognition and Instruction, ١٤*(٢), 139-178.

41.Miller, W. (1996). Pentagons and Golden Triangles. *Mathematics in School, 25*(4), 2-4.

42.Mueller, M. P. (2009). Educational reflections on the "ecological crisis": Ecojustice, environmentalism, and sustainability. *Science & Education, 18*(8), 1031-1056.

43.Mueller, M. P., & Zeidler, D. L. (2010). Moral–Ethical Character and Science Education: EcoJustice Ethics Through Socioscientific Issues (SSI). In D. J. Tippins, M. P. Mueller, M. van Eijck, & J. D. Adams (Eds.), *Cultural Studies and Environmentalism: The Confluence of EcoJustice, Place-based (Science) Education, and Indigenous Knowledge Systems* (pp. 105-128). Dordrecht: Springer Netherlands.

44.Nakamori, Y., & Wierzbicki, A. P. (2012). Knowledge Pentagram System and Applications. In D. Dolk & J. Granat (Eds.), *Modeling for Decision Support in Network-Based Services* (pp. 257-278). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

45.Ovsienko, V., Schwartz, R., & Tabachnikov, S. (٢٠١٠). The Pentagram Map: A Discrete Integrable System. *Communications in Mathematical Physics*(٢٩٩), ٤٠٩- 446.

46.Owens, D. C., Herman, B. C., Oertli, R. T., Lannin, A. A., & Sadler, T. D. (2019). Secondary Science and Mathematics Teachers' Environmental Issues Engagement through Socioscientific Reasoning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 15*(6), 1-27.

47.Owens, D. C., Petitt, D. N., Lally, D., & Forbes, C. T. (2020). Cultivating Water Literacy in STEM Education: Undergraduates' Socio-Scientific Reasoning about Socio-Hydrologic Issues. *Water, 12*(10), 1-18.

48.Öztürk, N. (2019). Character and Values for Global Citizens: A Study with Preservice Science Teachers. *Başkent University Journal of Education, 6*(2), 345-352.

49.Powell, W. A., Newton, M. H., & Zeidler, D. L. (2021). Impact of Socioscientific Issues on Middle School Students' Character and Values for Global Citizenship *Socioscientific Issues-Based*

Instruction for Scientific Literacy Development (pp. 56-91): IGI Global.

50.Retnowait, E., Ghuforn, A., Marzuki, Kasiyan, Pierawan, A. C., & Ashadi. (2017). *Character Education for 21st century. Global Citizens. Universities Negeri Yogyakarta Indonesia (INCOTEPP 2017) 21-22 October*. Paper presented at the International conference of teaching education.

51.Roberts, D. A. (2010). Competing Visions of Scientific Literacy: The Influence of a Science Curriculum Policy Image. In C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P.-O. Wickman, G. Ericksen, & A. MacKinnon (Eds.), *Exploring the Landscape of Scientific Literacy* (pp. 21-37): Routledge.

52.Romine, W. L., Sadler, T. D., & Kinslow, A. T. (201٧). Assessment of scientific literacy: Development and validation of the Quantitative Assessment of Socio-Scientific Reasoning (QuASSR). *Journal of research in science teaching, 54*(2), 274-295.

53.Roth, W.-M. (2003). Scientific literacy as an emergent feature of collective human praxis. *Journal of curriculum studies, 35*(1), 9-23.

54.Roth, W. M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science education, 88*(2), 263-291.

55.Ruiz, P. O., & Vallejos, R. M. (1999). The role of compassion in moral education. *Journal of Moral Education, 28*(1), 5-17.

56.Sadler, T. D. (2004). Moral sensitivity and its contribution to the resolution of socio-scientific issues. *Journal of Moral Education, 33*(3), 339-358.

57.Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of research in science teaching, 41*(5), 513-536.

58.Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education, 37*(4), 371-391.

59.Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of research in science teaching*, *42*(1), 112-138.

60.Santos, W. L. D. (2009). Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science education*, *93*(2), 361-382.

61.Schwartz, R. E. (2013). Pentagram spirals. *Experimental Mathematics*, *22*(4), 384-405.

62.Smith, G. A., & Williams, D. R. (1999). *Ecological education in action: On weaving education, culture, and the environment*: Suny Press.

63.Sperling, E., & Bencze, J. L. (2010). "More Than Particle Theory": Citizenship Through School Science. *Canadian journal of science, mathematics and technology education*, *10*(3), 255-266.

64.The Organization for Economic Cooperation and Development. (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World.* (Vol. 1). Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.

65.Thompson, S. C. G., & Barton, M. A. (1994). Ecocentric and anthropocentric attitudes toward the environment. *Journal of environmental Psychology*, *14*(2), 149-157.

66.United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization "UNESCO". (١٩٩٣). *Values and Ethics and the Science and Technology Curriculum. Asia and the Pacific Programme of Educational Innovation for Development*. Bangkok: UNESCO Principal Regional Office for Asia and the Pacific.

67.Villarín, L. J. R., & Fowler, S. R. (2019). Socioscientific Issues to Promote Content Knowledge & Socioscientific Reasoning in Puerto Rican High School Students. *The American Biology Teacher*, *81*(5), 328-332.

68.Yang, J.-e., Kim, H.-j., Gao, L., Kim, E.-j., Kim, S.-W., & Lee, H.-J. (2012). Perceptions of science teachers on socioscientific issues as an instructional tool for creativity and character education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, *32*(1), 113-128.

69.Zandvliet, D. (2004). *Developing an ecological framework for environmental education.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver BC, Canada.

70.Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 1*(1), ١١-١.

71.Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The Role of Moral Reasoning and the Status of Socioscientific Issues in Science Education. In D. L. Zeidler (Ed.), *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*. London: kluwer Academic Publisher.

72.Zeidler, D. L., & Sadler, T. (2010). An inclusive view of scientific literacy: Core issues and future directions. *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction*, 72.

73.Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2008). Social and ethical issues in science education: A prelude to action. *Science & Education*, *17*(8-9), 799-803.

74,Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 39*(1), 35-62.