"رؤية مقترحة لتطوير التربية الجيولوجية عبر المراحل الدراسية المختلفة من منظور معايير العلوم للجيل القادم NGSS"

إعداد: د/ هنـــاء عبـد العزيز عيسى(*)

د/ رانيا عادل سلامه راغب(**)

أسهمت التطورات العلمية، والتكنولوجية التي حدثت في أواخر القرن العشرين، وبداية القرن الحالي؛ في فتح آفاق جديدة في التعلم، والاستكشاف، وأكدت على اتساع المجالات المعرفية، وتداخلها، وأهمية التطبيق العملي؛ كما أدت إلى مزيد من التحديات التي تتطلب أن نواجهها في حياتنا؛ وفي إطار ذلك فمن الصعب إبقاء تعليمنا على مناهجه الحالية، ونظمه، وفلسفته في منأى عن هذه التحديات؛ الأمر الذي يتطلب رؤية شاملة للعملية التعليمية بكافة جوانبها، والحاجة إلى توفير تعليم ينمي العقلية القادرة على حل المشكلات اليومية، ويربط الفرد ببيئته، ومتطلباتها الاقتصادية، وينمي القدرة على اتخاذ القرارات الاجتماعية فيما يتعلق بالقضايا العلمية.

وقد حددت أكاديمية البحث العلمي التحديات التي تواجه مصر حاليًا؛ ومنها: المشكلات البيئية، والاحتباس الحراري، وتوفير المياه النظيفة، واستحداث بدائل الطاقة، والتنمية المستدامة، وتطبيق النانوتكنولوجي، وتطوير الصناعة، والزراعة، والحفاظ على المواد الجينية، والمشكلات الصحية، وأبحاث تكنولوجيا الفضاء (Egyption Science and Technology and Inovation Observatory, 2015)؛ وبالتأمل في تلك التحديات نجد معظمها يرتبط بالتربية الجيولوجية بشكل واضح.

ومجال الجيولوجيا من العلوم الطبيعية التي تبحث في تفسير ظواهر الكون الممثلة؛ في الأنظمة الحية، وغير الحية، وكما أن العلوم الطبيعية- كالكيمياء، والفيزياء، وعلوم الحياة- منبثقة من الأرض، ومكوناتها؛ لذلك صارت دراسة الجيولوجيا ضرورة حتمية، يتطلبها التقدم العلمي الكبير الذي توصل إليه الإنسان.

ويُعنى مجال الجيولوجيا (علوم الأرض) بدراسة العمليات التي تحدث فوق الأرض، وفى داخلها، وتاريخ الأرض، وتاريخ الحياة، ودراسة المحيطات، والغلاف الهوائي، ومجالات الأرض المغناطيسية، والإشعاعية، ويقع ضمن مجالها دراسة أصل الأرض، ونشأتها، وعلاقتها بالكون الواسع من حولنا.

وتتضمن التطبيقات الحياتية في علوم الأرض المؤثرة في الجوانب الاقتصادية، والسياسية، والاجتماعية؛ البحث، والتنقيب عن المعادن، والبحث عن مصادر جديدة، وبديلة للطاقة؛ مثل: حرق الصخور الزيتية، والاستفادة منها في تشغيل المحركات الخاصة بإنتاج الطاقة، فضلاً عن تزايد البحث عن البترول، وإعادة

(*) أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد، كلية التربية، جامعة الإسكندرية.
(**) مدرس المناهج وطرق تدريس العلـوم، كليــة التربيــة، جامعــة الإسكندريــة.

تنشيط الحقول الجافة؛ باستعمال وسائل، وتقنيات جديدة، والإنشاءات المدنية، والعسكرية الضخمة؛ مثل: البنايات، والسدود التي تقوم على الدراسات الجيولوجية، وإنشاء صناعات عديدة؛ كالأسمنت، والصوف الصخري، والخزف، والدهانات، واستخدام الحجارة، والصخور، والرخام للأغراض العديدة؛ كالبناء، ورصف الشوارع، والبنايات، وكذلك إجراء الأبحاث، والدراسات التي من شأنها فهم تطور الأرض، وتاريخها (ميشيل عطا الله، 2000، 23 -24).

كما حدد سمينار بعنوان: Earth science for society في عام ٢٠١٣ الذي نظم من قبل Indo- German Nachkontakt Association (IGNA) بعض الموضوعات الجيولوجية المرتبطة بالمجتمع؛ كالتنقيب عن المياه الجوفية، والوقود الحفري، ومصادر الطاقة البديلة، والتنقيب عن المعادن، والكوارث الطبيعية (الزلازل، وتسونامي)، وتقنيات الرصد، والسلامة النووية، والحماية البيئية، وبرامج التوعية، وحماية المناطق الساحلية، وإدارتها، وغير ذلك.

وأشارت مؤسسة (١٩٨٤) Exxon education foundation في مؤتمر القادة التربويين إلى أن علوم الأرض من العلوم التي تسهم في تحقيق أهداف التربية العلمية، وفي إنماء المناخ العلمي المناسب، كما تعمل على توثيق صلة المتعلم بحب كوكب الأرض، والحفاظ عليه؛ لأنها تركز على تلك القضايا المعقدة التي تتحدى المتعلمين في حياتهم اليومية؛ مثل: الزلازل، والبراكين، والأعاصير، والأمطار الحامضية، والتخلص من النفايات النووية، ونقص المياه الجوفية، واستنزاف المعادن، وتأثير الصوبة الزجاجية، والفيضانات، وغيرها من الظواهر الطبيعية التي تتطلب معرفة بعلوم الأرض.

وتهدف التربية الجيولوجية Geoscience Education في المقام الأول إلى جعل علوم الأرض جزءًا أساسيًا من التربية العلمية في جميع المستويات؛ فإذا نظرنا في علوم الأرض سنكتشف أنها أكثر اتصالاً بالحياة اليومية أكثر من الكيمياء، والفيزياء، وعلمي: النبات والحيوان؛ لأن علوم الأرض تتصل بالموارد المألوفة؛ كالتربة في حدائقنا، ومصادرنا من الماء، ومواد بنائنا، ومواقع المباني، وكثير في حياتنا اليومية قائم على المواد التي يستخدم فيها المواد المعدنية الخام (Dorrik & McCall, 1996, 805).

وأكد Asarraf & Orion (2009) أهمية تعليم علوم الأرض؛ حيث يقدم للطلاب المعرفة، والقدرة على التوصل إلى النتائج؛ من خلال بعض المجالات؛ منها: دراسة الاحتفاظ بالطاقة، وترشيد استخدام الماء، وفوائد الموارد العالمية Global Resources، فضلاً عن أن تعليم علوم الأرض يزيد من وعي الطلاب بما يحدث حولهم، وفي بيئتهم المحلية، والقومية، والعالمية.

وفي إطار الاهتمام بدراسة علوم الأرض حددت رابطة معلمي علوم الأرض القومية National Earth Science Teacher Association (NESTA) (٢٠١٥) مسببات تعليم علوم الأرض؛ ومنها: أنها تقدم خبرة واسعة المدى في المجالات العلمية

المترابطة، ووثيقة الصلة ببيئة الطلاب المحيطة به؛ مما يؤدى إلى تكون خلفية علمية لديهم بالمعلومات ذات الصلة ببيئتهم الطبيعية، فضلاً عن ضرورة فهم علوم الأرض لخلق مواطن مستنير، وقادر على اتخاذ القرارات حيال الكوارث الطبيعية، كما أنه يكامل عديدًا من المبادئ مع العلوم الفيزيائية، والكيميائية، وعلوم الحياة.

والجدير بالذكر أن الاهتمام بتعليم علوم الأرض، والفضاء من التوجهات المعاصرة في تعليم العلوم، وتعلمها في القرن الحادي والعشرين؛ حيث تمثل مجالاً ذا أهمية لمصر بصفة خاصة، وللمنطقة العربية المنتجة للبترول بصفة عامة؛ ولذلك فالاهتمام بدراسة الطلاب علوم الأرض يعد ضرورة قومية؛ لما لها من خصوصية، فضلاً عن انعكاسها على المنطقة من جوانب متعددة (حسين بشير، ٢٠١٥، ٢١).

وبرغم ما أوضحته كثير من الكتابات، والدراسات التي أكدت أهمية دراسة علوم الأرض؛ فإنها لم تأخذ الاهتمام المستحق خلال ما يقرب من نصف قرن، في حين أنه ببزوغ المشكلات الحيوية المرتبطة بالتغير المناخي، ونقص مخزون الماء، واستنزاف مصادر الطاقة، وبعض الأنواع من المصادر المعدنية، والمخاطر الطبيعية المتزايدة؛ أثبت ذلك كله -بشكل قاطع- أن علوم الأرض مجال أساسي لفهم الطبيعة، والبحث عن الأسباب الكافية؛ للاستجابة للتحديات الجديدة التي تواجه البشرية (Zagorchev, 2008, 15).

وأضاف Martinez-Frias & Mogessie (2012) أن تعدد المبادرات التي بدأت في الآونة الأخيرة في مجال علوم الأرض؛ لم تسفر عن إجراءات ملموسة؛ لنقص الإرشادات، والتوجيهات الجيولوجية الواضحة، والمصممة خصيصًا.

وبرغم التراث الضخم من الأبحاث، والدراسات المتخصصة في التربية العلمية التي أكدت -في مجموعها- تطور أهداف التربية العلمية العالمية خلال القرن المنصرم؛ بما يتفق وطبيعة العلم، والمتعلم، والتغيرات الحادثة في العالم، وأثر ذلك في المجتمع؛ فلا تزال أهداف التربية العلمية، ومحتوى مناهجها، ومنظومة تقييم التعلم الشائعة؛ تركز على استظهار الإعداد الأكاديمي، وتهمل الجوانب الأخرى. وتعد مناهج الجيولوجيا من المناهج التي تعاني من الممارسات الخطأ؛ ومن بينها: التركيز على المعلومات النظرية دون التعرض لعمليات البحث، ولا تطورها، ولا ارتباط هذه العمليات، والتجارب المهمة بنتائجها التي غيرت، وعمقت من فهم الإنسان الكون من حوله، وبرزت تطبيقاتها، وسادت في كافة مجالات الحياة الإنسانية، والشخصية.

وأوضحت الدراسات الاستقصائية التي أجريت في جميع أنحاء العالم، والبرنامج العالمي لتقييم الطلاب The Programme for International Student Assessment (PISA)؛ أن الطلاب البالغ عمرهم ١٥ عامًا ليس لديهم فهمًا راسخًا عن الحقائق، والمفاهيم الجيولوجية، وكذلك في العمليات العلمية ذات الصلة بالمجال (Fermeli, et al., 2011).

وبالنظر إلى حركة تطوير التربية الجيولوجية؛ اتضح تأكيدها على ضرورة تضمين الجيولوجيا في مناهج العلوم بمختلف المراحل التعليمية؛ بدءًا من مرحلة رياض الأطفال حتى نهاية المرحلة الثانوية، ويمكن الاستدلال على ذلك؛ بمراجعة مجال علوم الأرض، والفضاء في المعايير المتعلقة بالتربية العلمية لمعظم دول العالم.

ويظهر ذلك جليًا في المعايير القومية للتعليم في مصر؛ حيث وضعت وزارة التربية والتعليم مجال علوم الأرض والفضاء من K- 12؛ كأحد فروع العلم التي تخدم الفرد، والمجتمع، وتضمنت المعايير بعضًا من المؤشرات التي ينبغي أن يمتلكها المتعلمون في مراحل التعليم المختلفة (وزارة التربية والتعليم، ٢٠٠٣).

كما عُقد المؤتمر الدولي الأول لتطوير علوم الأرض، والفضاء في العالم العربي؛ باستخدام تكنولوجيا المعلومات المطورة؛ لتطوير تعليم علوم الأرض في المراحل التعليمية المختلفة، وأوصى المؤتمر بضرورة الاهتمام بتعليم علوم الأرض، وتعلمها في جميع المراحل التعليمية، من خلال الاستعانة بتكنولوجيا الوسائط المتعددة (جامعة عين شمس، ٢٠٠٦).

وفي ضوء التغيرات العالمية المتسارعة السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية، والمتأثرة بالتطورات العلمية والتكنولوجية؛ أطلق المجلس القومي للبحوث (NRC) National Research Council في عام ٢٠١١ ما سمي بالإطار العام للتربية العلمية A framework for science education وهدف إلى أن يكون بمنزلة مقدمة لبناء معايير جديدة، ثم بزغت الحاجة إلى ضرورة وجود صياغة مطورة لمعايير التربية العلمية، تتماشى ومتطلبات العصر، وإعداد المتعلمين للمهن المستقبلية؛ فصيغت معايير العلوم للجيل القادم Next Generation Standards Science (NGSS) في ضوء الإطار المعرفي الذي طرحه المجلس القومي للبحوث NRC مع عدد من المؤسسات والهيئات؛ مثل: الأكاديمية الوطنية للعلوم National Academy of Science، والرابطة القومية لمعلمي العلوم National Science Teachers Association (NSTA)؛ حيث تتسم بالإثراء، والترابط شاملة لمختلف المراحل الدراسية، وتوفر لجميع الطلاب مستوى تعليميًا لائقًا (NGSS Lead states, 2013)، وتستند المعايير إلى التكامل بين أبعاد ثلاثة ضمن سياقها؛ وهي: الممارسات العلمية والهندسية science and engineering practices، والأفكار المحورية core ideas، والمفاهيم المتقاطعة عبر المجالات العلمية (المفاهيم العابرة) crosscutting concepts؛ وبالنظر إلى تلك المعايير نجدها لم تقتصر على الإدراك المفاهيمي للمجال الواحد، ولكن على الممارسات المرتبطة بالمجالات العلمية المختلفة، وتأكيدها على استخدام المعرفة العلمية، وكيفية انتاجها، ووصفها للممارسات الاستقصائية؛ بالاستقصاء العلمي البيني Interdisciplinary Scientific Inquiry (ISI)؛ وذلك- من خلال- التكامل بين المجالات العلمية المختلفة؛ الأمر الذي يمثل نقلة مفاهيمية للكيفية التي يجب أن تُدرس بها العلوم في المدارس مستقبلاً، ويتطلب ذلك من المعلم التمكن من المعرفة التخصصية، وكيفية معالجة المحتوى العلمي؛ من خلال مواقف

تعليمية مناسبة للمتعلمين .(National Research Council, 2012)

ووضعت معايير العلوم للجيل القادم NGSS (Achieve, 2013) -منذ إطلاقها- علوم الأرض، والفضاء على قدم المساواة مع علم البيولوجي، والعلوم الفيزيائية، والهندسة، والتكنولوجيا، وتطبيقات العلم؛ بداية من مرحلة رياض الأطفال حتى الصف الثاني عشر، ولكن واقع الممارسة لم يرق إلى تلك المعايير؛ حيث إنه في ولاية واحدة فقط يعد مقرر العلوم الجيولوجية متطلبًا للمرحلة الثانوية، في حين أنه في ٣٢ ولاية مقرر العلوم البيولوجية متطلب لتلك المرحلة، في حين يعد مقرر العلوم الفيزيائية متطلبًا لتلك المرحلة في ٢٧ ولاية، كما أن المستوى المتقدم Advanced Placement Course يضع مقرر علوم الأرض في مرتبة أقل؛ مقارنة بالعلوم الطبيعية الأخرى.

كما أكدت معايير NGSS على أهمية تعلم الطلاب، وكيف يمكن للتغيرات التي تحدث في تدفق الطاقة- سواء داخل أنظمة الأرض أو خارجها-؛ أن ينتج عنها حدوث تغيرات في المناخ العالمي، وكذلك مدى الاستعداد للتخطيط، واتخاذ القرارات المستقبلية اللازمة بشأن الآثار المترتبة على تغير المناخ، والتخلص من النفايات النووية، والاستثمار في موارد الطاقة؛ وذلك بالتمكن من فهم البيانات الخاصة بعلوم الأرض؛ حيث قد يؤثر تغير واحد في القشرة الأرضية؛ في عديد من الأنظمة البيئية الأخرى (Ladue, 2015).

ويمكن القول: إن معايير NGSS جاءت برؤية جديدة؛ لتفادي الصعوبات التي مر بها مجال التربية العلمية؛ عن طريق تبني وجهة نظر مفادها أن ينخرط الطلاب من K-12 في ممارسات علمية، وهندسية تشغلهم بالمحتوى، وتدفعهم إلى تصميم حلول للمشكلات التي تواجههم؛ بالربط بين النظرية، والتطبيق؛ من خلال مفاهيم متقاطعة للفروع العلمية؛ بما يعزز فهممهم، وتجعلهم أكثر نفعًا للمجتمع.

مشكلة الدراسة:

تتضح المشكلة من خلال نتائج الدراسات الميدانية التقييمية التي أشارت إلى تردي أوضاع التربية الجيولوجية؛ فيما يتعلق بدرجة إقبال الطلاب على دراسة الجيولوجيا، ومدى التمكن العلمي لدى معلمي الجيولوجيا، والمحتوى المقدم للطلاب، وطرق تدريسها؛ حيث توصلت إلى تناقص عدد الطلاب الذين يلتحقون بالأقسام العلمية الجيولوجية بالجامعات في عديد من دول العالم، في حين أن التخصصات الأخرى؛ كالاقتصاد، والطب، والقانون في زيادة مطردة (Barnikel & LAJ, 2009). كما أن معظم المعلمين الذين يُدَرسون مادة الجيولوجيا هم معلمو بيولوجي، أو من تخصصات أخرى، وقليل منهم متخصصون في الجيولوجيا؛ مما ينعكس سلبًا على تحقيق الثقافة الجيولوجية (Calonge & Juan, 2009).

كما أن عدد العلماء في مجال الجيولوجيا يتناقص تدريجيًا في جميع أنحاء العالم، وهو اتجاه مقلق للغاية؛ نتيجة تناقص عدد الطلاب- سواء في الدول الفقيرة، أو

الدول الغنية- الذين يختارون دراسة علوم الأرض؛ مما يؤدي -حتمًا- إلى غلق أقسام الجيولوجيا في كثير من الجامعات (Matsuura, 2007)؛ الأمر الذي يتطلب تقصي الأسباب التي أدت إلى تناقص أعداد الطلاب في الالتحاق بالمقررات الجيولوجية (Greco & Gualtieri, 2009)، فضلاً عن تراجع تدريس الجيولوجيا؛ كتخصص مستقل- تدريجيًا- خلال السنوات الماضية، وهذا الدور الثانوي لتخصص الجيولوجيا خلق قلقًا بالغًا في المجتمع الجيولوجي؛ بسبب الانخفاض الحاد في المحتوى الجيولوجي في مناهج المرحلة الثانوية، وتخطي بعض الوحدات الجيولوجية للطلاب في المرحلة الثانوية؛ مما أدى إلى قصور في فهم الطلاب عند التحاقهم بالجامعات، ونقص في إمداد المجتمع بعلماء جيولوجيين (Fermrli, et al., 2011).

وتأسيسًا على ما سبق، وما أكده الخبراء في مجال التربية الجيولوجية؛ من أهمية علوم الأرض كجزء من تحقيق أهداف التربية العلمية، وأيضًا اكتساب التربية الجيولوجية أهمية متزايدة في التربية العلمية في عدد من بلدان العالم؛ مما جعل هناك حاجة ملحة إلى تقصي واقع التربية الجيولوجية من وجهة نظر المعنيين (الطلاب- معلمي العلوم والجيولوجيا- والموجهين- وأولياء الأمور) في ضوء معايير NGSS، وكذلك من خلال تحليل كتب العلوم في المرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال الجيولوجيا، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية، ومن ثم وضع رؤية مقترحة لتطوير تعليم الجيولوجيا، وتعلمها من منظور معايير العلوم للجيل القادم التي تتوجه أنظار المهتمين بالتربية العلمية نحوها؛ لأن معايير National Science Education Standards (NSES) لم تعد قادرة- وحدها- على بناء نظام تدريس علوم فعال يتواءم مع معطيات العصر، وفي ضوء نتائج الدراسات التي نادت بضرورة الاهتمام بالتربية الجيولوجية في المراحل الدراسية من K-12؛ تحاول الدراسة الحالية التوصل إلى رؤية مقترحة لتطوير التربية الجيولوجية عبر المراحل الدراسية المختلفة من منظور معايير العلوم للجيل القادم NGSS.

وعليه يمكن بلورة مشكلة الدراسة في الأسئلة الآتية:

١. ما معايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض (الجيولوجيا)، والفضاء؟

٢. ما مدى تضمين الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS في كتب العلوم بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض (الجيولوجيا)، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية؟

٣. ما واقع التربية الجيولوجية من وجهة نظر الطلاب، والمعلمين، والموجهين، وأولياء الأمور من منظور معايير NGSS؟

٤. ما الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية عبر المراحل الدراسية المختلفة من منظور معايير العلوم للجيل القادم NGSS؟

أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة الحالية إلى:

١. تعرف معايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض (الجيولوجيا)، والفضاء.

٢. تقصي واقع تعليم الجيولوجيا، وتعلمها من وجهة نظر الطلاب، والمعلمين، والموجهين، وأولياء الأمور.

٣. تعرف مدى تضمين محتوى العلوم بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال الجيولوجيا والمحتوى الجيولوجي بالمرحلة الثانوية؛ للأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS.

٤. تحديد رؤية مقترحة لتطوير التربية الجيولوجية عبر المراحل الدراسية المختلفة من منظور معايير العلوم للجيل القادم NGSS.

أهمية الدراسة:

يتوقع من نتائج هذه الدراسة أن تفيد المتخصصين في مجال التربية؛ فيما يأتي:

١. مساعدة مصممي المناهج في تطوير مناهج الجيولوجيا في المراحل التعليمية المختلفة؛ في ضوء التوجهات المعاصرة للتربية العلمية (معايير NGSS).

٢. الوقوف على واقع تعليم الجيولوجيا، وتعلمها؛ من خلال تحليل محتوى كتب العلوم في المرحلتين: الابتدائية، والإعدادية، والجيولوجيا بالمرحلة الثانوية، وكذلك وجهات نظر الطلاب، والمعلمين، والموجهين، وأولياء الأمور.

٣. تقديم رؤية مقترحة لتطوير التربية الجيولوجية في ضوء معايير NGSS؛ وهي أكثر المعايير حداثة في مجال تدريس العلوم حاليًا، كما أنها تكامل بين الأبعاد الثلاثة؛ كالممارسات العلمية والهندسية، والأفكار المحورية، والمفاهيم المتقاطعة.

٤. فتح مجالاً للباحثين في تطبيق الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية في المراحل الدراسية المختلفة؛ لاختبار مدى فاعليتها على أرض الواقع.

حدود الدراسة:

اقتصرت الدراسة الحالية على:

١. معايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض، والفضاء في المراحل الدراسية المختلفة التي تعد أكثر المعايير حداثة في مجال التربية العلمية، كما أكد Bybee (2013) أن معايير العلوم للجيل القادم NGSS من شأنها أن تؤثر في تدريس العلوم خلال العقد القادم، وتناولت الدراسة مجال علوم الأرض، والفضاء؛ لأنه لا يمكن إغفال موقع الأرض في الكون؛ لأنه يسهم في فهم عميق لكوكب الأرض.

٢. تقصي الواقع؛ من خلال وجهات نظر الطلاب، ومعلمي العلوم، والجيولوجيا، والموجهين، وأولياء الأمور حول تعليم الجيولوجيا وتعلمها في مصر، وكذلك تحليل محتوى مناهج العلوم، والأنشطة بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال الجيولوجيا بفصليه الأول، والثاني للعام الدراسي ٢٠١٥- ٢٠١٦، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية في مصر للعام الدراسي ٢٠١٥- ٢٠١٦؛ للوقوف على مدى تضمن المحتوى الجيولوجي في المراحل المختلفة الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS.

٣. تقديم رؤية مقترحة- مدعمة بأمثلة توضيحية- لتطوير التربية الجيولوجية للمراحل الابتدائية، والإعدادية، والثانوية؛ من حيث الأهداف العامة، والمحتوى الجيولوجي، وتصميم التدريس، والتقويم، وما يتطلبه من إعداد معلمي الجيولوجيا، والتنمية المهنية للمعلمين أثناء الخدمة.

عينة الدراسة:

شملت عينة الدراسة البشرية مجموعات من طلاب الثانوية العامة (٤٢٦)، ومعلمي العلوم والجيولوجيا بالمرحلة الثانوية العامة (١٧٣)، وموجهي العلوم (٧٢)، وأولياء الأمور (١٢٤) الذين طُبقت عليهم أداة الدراسة التي تعبر عن آرائهم حول واقع تعليم الجيولوجيا، وتعلمها، مع سؤال مفتوح عن رؤيتهم لتطوير تعليم الجيولوجيا، وتعلمها، وتمثل عينة الدراسة غير البشرية في جميع كتب العلوم بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية، والبالغ مجموعها (١٣) كتابًا.

منهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي عند إعداد الإطار النظري، وأدوات الدراسة، وكذلك تحليل المحتوى؛ لمناسبته في الكشف عن الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS المتضمنة في كتب العلوم بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية، وفي إعداد الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية.

أدوات الدراسة:

١. قائمة معايير NGSS فيما يتعلق بمجال علوم الأرض، والفضاء.

٢. استبيان للتعرف على واقع تعليم الجيولوجيا، وتعلمها.

إجراءات الدراسة:

للإجابة عن أسئلة الدراسة؛ تم اتباع الخطوات الآتية:

١. الإطلاع على الدراسات، والكتابات المتعلقة بمعايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ لتحديد قائمة المعايير فيما يخص مجال علوم الأرض، والفضاء Earth and Space Science (ESS).

٢. تحليل كتب العلوم، والأنشطة بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال الجيولوجيا، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية؛ في ضوء الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS، بعد التأكد من صدق عملية التحليل، وثباتها.

٣. تحليل البيانات، ومعالجتها؛ باستخدام التكرارات، والنسب المئوية، واستخلاص النتائج، وتفسيرها، ومناقشتها.

٤. إعداد الاستبيان من منظور معايير NGSS، للتعرف على واقع تعليم الجيولوجيا وتعلمها، وعرضه على مجموعة من المحكمين؛ للتأكد من صدقه، وتجريبه استطلاعيًا؛ للتحقق من ثباته.

٥. تطبيق الاستبيان على عدد من الطلاب، والمعلمين، والموجهين، وأولياء الأمور؛ للتعرف على واقع تعليم الجيولوجيا، وتعلمها، ومقترحاتهم بشأن تطويرها.

٦. إجراء المعالجات الإحصائية للبيانات، واستخلاص النتائج وعرضها، ومناقشتها، وتفسيرها.

٧. الإطلاع على الكتابات، والدراسات المتعلقة بالتربية الجيولوجية، ومعايير NGSS؛ لصوغ الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية في المراحل الدراسية المختلفة من منظور معايير NGSS؛ وتضمنت الأهداف العامة، والمحتوى، وتصميم التدريس، والتقييم، والتنمية المهنية للمعلمي الجيولوجيا.

٨. عرض الرؤية المقترحة على مجموعة من المحكمين في مجال التربية العلمية؛ للتأكد من صدقها.

٩. تقديم التوصيات، والمقترحات المناسبة في ضوء نتائج الدراسة.

مصطلحات الدراسة:

التربية الجيولوجية: Geoscience Education كل ما يتعلق بتعليم الجيولوجيا، وتعلمها؛ وتتضمن المحتوى الجيولوجي، وأهدافه، وطرق تدريسه، ومصادر تعلمه، وتقييمه، وما يتطلب ذلك من تنمية مهنية لمعلمي الجيولوجيا أثناء الخدمة، وإعدادهم قبل الخدمة.

معايير العلوم للجيل القادم: Next Generation Science Standards هي المعايير التي انطلقت من مجلس البحث الوطني NRC؛ لتقديم رؤية جديدة للتربية العلمية، وتكونت من تكامل الأبعاد الثلاثة؛ وهي: (الممارسة العلمية والهندسية، والأفكار المحورية، والمفاهيم المتقاطعة) في مجال علوم الأرض، والفضاء.

الإطار النظري، والدراسات السابقة:

في ضوء أهداف الدراسة الحالية، تتناول كتاباتها الإطار النظري -مدعومًا بالدراسات السابقة- المتعلق بطبيعة علم الجيولوجيا، والتربية الجيولوجية، ومعايير العلوم للجيل القادم.

أولاً: طبيعة علم الجيولوجيا:

يشتق مصطلح الجيولوجيا من اللفظ اليوناني Geo؛ بمعنى الأرض، ومقطع Ologia؛ بمعنى دراسة، أو علم أي: علوم الأرض Earth Science؛ وهو: العلم الذي يسعى إلى فهم كوكب الأرض؛ من خلال دراسة نشأة الأرض، وطريقة تطورها، وميكانيكية عملها، وطرق المحافظة عليها، ويُعنى الجيولوجيون بمكونات الأرض التي تتأثر بنشاط الإنسان كالأنهار، وكذلك العمليات التي تسبب الكوارث الطبيعية؛ مثل الثورات البركانية، والزلازل. ويدرس الجيولوجيون المعالم الجيولوجية الظاهرة مباشرة، كما يعتمدون على الملاحظات غير المباشرة في فحص المواقع التي لا يمكنهم التوصل إليها؛ من خلال حفر الآبار، أو تسجيل الموجات الصادرة عن اهتزازات الزلازل، والبراكين، ويعملون -أيضًا- على التنبؤ بمواقع البترول، ووجود الرواسب المعدنية، وكذلك المياه الجوفية في باطن الأرض، ويستخدم الجيولوجيون الطرق العلمية الحديثة في دراسة البيئة التي نعيش فيها، والعوامل المختلفة التي تؤثر فيها (محمد هيكل، عبد الجليل هويدي، ٢٠٠٨).

وبدأ الإنسان منذ القدم في التفكير في طبيعة الكوكب الأرضي، وتكوينه، وفي الصخور، والمعادن؛ لتلبية متطلباته للبناء، وصناعة وسائل الإنتاج، وأول من عرف كروية الأرض هم الأغريق، كما اهتم بدراسة الجيولوجيا من العلماء العرب ابن سينا، وكتب مؤلفًا عن المعادن، ووصفها، وكذلك البيروني الذي أجرى دراسات عن قياس محيط الأرض، وسجل ظاهرة المد والجزر، وظهر علم الجيولوجيا؛ كعلم غير كلاسيكي في أواخر القرن الثامن عشر؛ حيث قدم جيمس هاتون James Hutton نظريته الشهيرة في علم الأرض، واشار إلى عمليات الهدم، والبناء المستمرة، والمتشابهة في الحاضر، والماضي (عبد الله أبو غانم، ٢٠٠٧).

ولم يعط فلاسفة العلم الاهتمام الكافي لعلوم الأرض؛ برغم أن القضايا الابستمولوجية الحاسمة تستحق التصدي لها؛ من خلال تحليل تلك المجالات البحثية التي تتعلق بعلوم الأرض بشكل خاص، فضلاً عن أن تلك القضايا تتضمن المدى لتلك التخصصات، ومبادئها التي تختزل؛ للظهور في المجالات الأكثر استخدامًا، أو اهتمامًا؛ مثل: الفيزياء.

وبالنظر إلى دور الأحداث الماضية في التفسيرات، والشروحات، والنظريات التي كرست؛ لإعادة بناء العمليات التاريخية خلال نماذج تشبه القوانين، والتعميمات التي لا تعد عالمية؛ لكن تعتمد على السياق، فضلاً عن ضرورة توافر المنهجية التي تركز على السببية أحيانًا، والوصفية، والتاريخية أحيانًا أخرى، وقد تكون المنهجية خليطًا بينهما (Pievani , 2012, 349).

ويعد James Hutton أحد الأباء المؤسسين لعلوم الأرض؛ والذي حدد هدفها الرئيسي؛ في أنه: الوصف التاريخي؛ لاكتساب المعرفة عن طبيعة الأرض، كما تتضمن أهدافها: السببية، والتنبؤ، وميز حديثًا Rachel Laudan بين هدفين؛ الهدف التاريخي لعلم الجيولوجيا؛ حيث ينبغي وصف تطور شكل الأرض من بدايتها وحتى

الآن، والآخر السببي لعلم الجيولوجيا؛ حيث ينبغي أن يضع الأسباب التي تعمل على تشكيل الأرض، وعملياتها (Kleinhans & et al., 2010).

ويلقى مجال علوم الأرض اهتمام قليل نسبيًا من فلاسفة العلم اتضحت جليًا في الكتابات التي تطرقت -في أغلبها- إلى انقراض الديناصورات، والصفائح التكتونية؛ ولكن معظم مجال علوم الأرض لايزال مجهولاً من قبل الفلاسفة؛ وقد يرجع السبب في نقص الاهتمام إلى انتشار فكرة أن علوم الأرض ليس علمًا مستقلاً autonomous science؛ لأن معظم الظواهر، والعمليات المرتبطة بهذا المجال يفترض أنها: كيميائية، وفيزيائية؛ ولذلك اختزلت- بسهولة- إلى مستويات أدنى، كما يمكن اختزال مجال علوم الأرض (أي: تفسير مفاهيم علم بالارتكاز على مفاهيم علم آخر) بسهولة؛ كما هو الحال في علوم الكيمياء التي اختزلت إلى علم الفيزياء؛ في حين أنه في العقود الماضية أثير جدل بشأن البرنامج الاختزالي reduction program الذي يعد علم الجيولوجيا مجرد فرع تطبيقي من علوم أخرى؛ ومن ثم فلا داعي للبحث في فلسفة الجيولوجيا. وبرغم هذه الإدعاءات؛ فمجال علوم الأرض يستحق اهتمام فلاسفة العلم؛ حيث إن العلوم الجيولوجية لها خصائص تميزها، وتجعلها تختلف عن العلوم الطبيعية الأخرى .(Kleinhans & et al., 2010)

وبفحص طبيعة علم الجيولوجيا يتضح أنه يتسم بخمس خصائص، تميزه عن غيره من العلوم الطبيعية؛ وهي:

١- الجيولوجيا علم تفسيري- تاريخي، يتضمن مدى واسعًا من المنهجيات؛ ويشمل: التفكير retrodictive thinking (التنبؤ بالماضي)، والتفكير على نطاق واسع لدمج البيانات غير المكتملة.

٢- يرتبط بعلوم الأرض نظم التفكير الشمولي holistic systems thinking (مثل: الأرض، ودورات الكربون، وتفاعلاتهم).

٣- يرتبط بعلوم الأرض التفكير الفراغي (المكاني) spatial thinking (مثل: التوزيع العالمي للزلازل، والتمثيلات المكانية؛ كالخرائط الطبوغرافية).

٤- تطوير تصورات عن الزمن؛ وبخاصة الزمن الجيولوجي.

٥- علم الأرض ميداني له استراتيجياته ومنهجياته يتراوح ما بين الملاحظة، ومهارات التسجيل إلى مهارات التحليل والتركيب الضرورية لفهم سياق المجال متعدد الأوجه (King, 2008).

ويواجه علماء الجيولوجيا في أثناء استقصاء الظواهر الجيولوجية مشكلات متعددة، ويسعون إلى حلها؛ باستخدام طرق خاصة متنوعة؛ تفتح آفاقًا في اقتراح الطرق المناسبة لتدريس الجيولوجيا؛ ومنها: طريقة الملاحظة التي يلجأ إليها علماء الجيولوجيا عندما يتوجهون إلى دراسة تاريخ الأرض، أو الصخور في منطقة ما، وكذلك في دراسة الأحافير داخل طبقات الصخور؛ نظرًا لصعوبة إثبات أن الحياة تغيرت على الأرض بالأسلوب التجريبي.

ويمكن أن يستبدل بالأسلوب المباشر أساليب بديلة عند دراسة ظواهر بيولوجية خطرة؛ مثل: ظاهرتي البراكين والزلازل التي يستخدم فيها ظروف، ومعدات اصطناعية مشابهة، واستخدام أسلوب الفرضيات المتعددة؛ باقتراح عدة فرضيات؛ لتفسير الظواهر الجيولوجية، وإسقاط الفرضيات الضعيفة، وغير المبررة؛ للتوصل إلى فرضية قوية تفسر الظواهر؛ مثلما اقترح علماء الجيولوجيا فرضيات متعددة؛ لتفسير أصل المجموعة الشمسية، بعضها مازال مقبولاً، وبعضها الآخر رفضه المجتمع الجيولوجي، فضلاً عن استخدام مسح المناطق المحددة على سطح الأرض؛ من خلال إعداد الخرائط الوصفية لبعض مناطق القشرة الأرضية، توضح توزيع الصخور، وعمرها، ونوعها، وخصائصها، وتركيبها؛ لتفسير التاريخ الجيولوجي لهذه المناطق (ميشيل عطا الله، 2000، 24 -26).

وقد نشر الاتحاد الجيوفيزيائي الأمريكي American Union (AGU) Geophysical في ٢٠٠٩ مقالة بعنوان: "كيف يفكر، ويتعلم علماء الجيولوجيا" "How geoscientist think and learn"، وسلطت الضوء على طبيعة التفكير في مجال علوم الأرض الذي يتطلب تكاتفًا بين علماء الجيولوجيا، وفلاسفة العلم، ومعلمي الجيولوجيا، والأنثروبولوجي، وعلم النفس التنموي، وعلم النفس المعرفي، وللدمج بين هذه المجالات؛ فثمة حاجة إلى مزيد من البحوث في الأبعاد الأربعة الآتية: التفكير في الزمن (الفترات الزمنية الجيولوجية)، وفهم الأرض كنظام معقد، والتعلم في هذا المجال، والتفكير الفراغي.

وطبقًا لطبيعة التفكير في الجيولوجيا؛ يتضح أن علماء الجيولوجيا- كأفراد- لا يعرفون كثيرًا عن المحيطات، ولا الغلاف الجوي، ولا الغلاف الصخري؛ لذلك يشكلون مجتمع الممارسة community of practice الذي يجسد الخبرات، والمداخل، والتصورات، والقيم؛ بمعنى أن العمليات التي يمارسها علماء الجيولوجيا تُجرى بشكل جماعي؛ حيث إن لكل منهم الخبرات التي تمكنهم معًا من الإجابة عن الأسئلة وحل المشكلات المتعلقة بالأرض (Kastens, et al., 2009).

وعلوم الأرض من العلوم البينية؛ لأنه: علم متكامل بين علوم البيولوجي، والكيمياء، والفيزياء التي يطبقونها في عملهم بشأن الأرض (The Geological Society of America, 2011)، وعلوم الأرض أكثر تكاملاً من العلوم الأخرى؛ ويظهر ذلك في أن معظم أعضاء هيئة التدريس -في أقسام الجيولوجيا في الجامعات- لا يعدون أنفسهم علماء جيولوجيا، ولكن يعدون أنفسهم جيوكيميائيين، أو جيوفيزيائيين، أو علماء في الجيولوجيا الحيوية (Wyession, 2013).

وترتبط دراسة علوم الأرض بالمجالات العلمية الأخرى بشكل وثيق؛ بمعنى أن دارس علوم الأرض يحتاج إلى الإلمام بكثير من العلوم الأساسية؛ مثل: علم الكيمياء الذي يستعين به لمعرفة حقيقة مكونات الأرض، وعلم الفيزياء الذي يساعد في تفهم التغيرات الطبيعية التي مدت بها الأرض، وعلوم الحياة التي تنير الطريق لمعرفة نوع الحياة التي كانت سائدة في عصر من العصور الجيولوجية، ويفيد علم

البحار في التعرف على كيفية تكوين الرواسب الطبقية، وعلم الجغرافيا يسهم في الاستنتاجات الخاصة بتوزيع الأرض والبحار في قديم الأزل، ويرشد علم الفلك إلى أصل الأرض، ووضعها في الكون بالنسبة للكواكب الأخرى.

ويسهم الفهم العميق لعلوم الأرض في تطوير الوعي لدى أفراد المجتمع بالقضايا التي تواجهه؛ كالتغير المناخي، والمخاطر الطبيعية، وعلوم الفضاء، والموارد الطبيعية؛ ولذلك صارت دراسة علوم الأرض بالغة الأهمية لفهم العالم الذي نعيش فيه؛ لاتخاذ قرارات واعية، كما أن علوم الأرض جزء رئيسي من الثقافة العلمية في المجتمعات المعاصرة (Uçar, 2009).

ويرتبط ما نمارسه يوميًا بالأرض، وأغلفتها الجوية، والمائية، والصخرية، والحيوية؛ كالطعام الذي نأكله، والماء الذي نشربه، والملابس التي نرتديها، والطاقة التي نستهلكها، والهواء الذي نتنفسه. وبحلول ٢٠٢٥ سيصل عدد السكان على سطح الأرض إلى ٨ بلايين نسمة، ولاستمرارية الحياة على هذا الكوكب ينبغي استخراج الموارد الطبيعية منها، كما أن المواطنين في حاجة إلى معرفة مزيد عن كوكبنا، وعملياته، وموارده، وبيئته؛ من خلال التربية الجيولوجية التي تمكن الطلاب من فهم كوكبنا المعقد، وتقديره (The American Geological Institute, 2005).

ثانيًا: التربية الجيولوجية Geoscience Education:

تعد الثقافة الجيولوجية مهمة في الوقت الراهن؛ نظرًا للتحديات ذات الصلة بعلوم الأرض؛ ومنها: تناقص موارد البيئة (الطاقة، والمواد المعدنية)، والتغير المناخي، ونقص المصادر المائية، فضلاً عن القرارات التي تتخذها الحكومات المحلية، والعالمية المتعلقة بتلك التحديات. ويعتمد بقاء الإنسان على الأرض في القرن الحادي والعشرين؛ على نجاح تلك القرارات. كما أن الثقافة الجيولوجية عملية مستمرة يعاد تشكيلها؛ من خلال مكتشفي مجالات علوم الأرض، ونظريات التعلم.

ويتسم الشخص المثقف جيولوجيًا بقدرته على:

١- فهم المفاهيم الكبرى لأنظمة الأرض المتعددة.

٢- التعرف على كيفية استكشاف المعلومات العلمية الموثقة عن الأرض، وتقيمها.

٣- التواصل بشأن علوم الأرض بطريقة ذات معنى.

٤- اتخاذ قرارات مسئولة، ومستنيرة؛ فيما يتعلق بالأرض، ومصادرها (Wysession, et al., 2012).

ويتطلب من التربية الجيولوجية التركيز على أربعة مجالات أساسية؛ أولاً: بنية الأرض (كالصخور والمعادن)، ثانيًا: آليات التطور لمكونات الأرض المختلفة، ثالثًا: حركة كوكب الأرض (بدءًا من دراسة كوبرنيكس Copernicus)، ورابعًا: الكائنات الحية التي تعيش على الأرض (DAL, 2009).

ويسهم تعليم علوم الأرض في مساعدة المتعلمين في رؤية الروابط،

والموضوعات العلمية ذات الصلة بحياتهم، ومجتمعهم، كما أن انخراط المتعلمين في تعلم علوم الأرض يطور حل المشكلات، ومهارات التفكير الناقد، ويسلط الضوء على أهمية المهن ذات الصلة بالعلم، والتكنولوجيا، والهندسة والرياضيات STEM في المجتمع (The Geological Society of America, 2011).

وبمراجعة الكتابات التربوية والدراسات في مجال التربية الجيولوجية؛ فقد أظهرت نتائج دراسة King (2001) التي أجريت على مجموعة من المعلمين؛ لتعرف على استجابتهم بشأن منهج العلوم القومي في انجلترا؛ وبالتحديد علوم الأرض؛ كدراسة حالة، أنه برغم أن علوم الأرض جزء من المنهج القومي الالزامي؛ فتدريسه سيء، وممل، ولا روح فيه، ويشوبه الخطأ أحيانًا، ويرجع ذلك إلى أن عديدًا من المعلمين لم يتلقوا تعليمًا كافيًا في علوم الأرض، وطرق تدريسها. كما أوضح المعلمون أن مصدرهم الأساسي في المعرفة الجيولوجية هو الكتب المدرسية المخصصة للطلاب، وأنهم يفتقرون -غالبًا- إلى خلفية علمية لعلوم الأرض.

وفي استطلاع آخر أجراه King, et al. (2005) أوضح أن كتب علوم الأرض جودتها سيئة للغاية، كما تنتشر فيها الأخطاء بمعدل كبير، والمفاهيم الخطأ misconception. وهذه النتائج تتفق مع ما أكدته وحدة تطوير التربية الجيولوجية (The Development of the Earth Science Education Unit).

وبمناسبة السنة الدولية لكوكب الأرض The International Year of Planet Earth (2008) أجرت المنظمة العالمية لعلوم الأرض The International Geoscience Education Organisaton (IGEO) مسحًا لمستوى التربية الجيولوجية المقدمة بالمدارس حول العالم، وطُبق الاستبيان في عام ٢٠٠٥ على ٢٦ دولة في أنحاء العالم، وتضمنت ١٢ دولة أوروبية، وأظهرت النتائج أن الكتب مناسبة لدعم تعليم علوم الأرض، وأن الدعم الرسمي للتربية الجيولوجية تقدمه مؤسسات تعليم علوم الأرض، وروابط تدريس العلوم العامة، والجغرافيا، وصولاً إلى وزارات التعليم، والمجتمعات الجيولوجية، كما أشارت النتائج -أيضًا- إلى أن تعليم علوم الأرض إلزامي في بعض الدول، وأقل إلزامية في دول أخرى؛ مثل انجلترا، ووالاس، واسكتلندا. وفي تقرير سابق للمنظمة IGEO في٢٠٠١ أشارت النتائج إلى أن علوم الأرض في أوروبا الشمالية تدرس؛ كجزء من الجغرافيا؛ مثل المانيا، أو جزء من مناهج العلوم؛ مثل: نورواي Norway، وغالبًا يرتبط بعلم البيولوجي كما في: فرنسا، وايطاليا، والبرتغال، واسبانيا (King, 2009).

ولخص King (2008) في دراسته الواقع الحالي للتربية الجيولوجية في دول العالم المختلفة؛ كما يأتي:

- علوم الأرض جزء إلزامي للمنهج القومي للعلوم؛ كما أنها جزء من العلوم الطبيعية في أوروبا الجنوبية، وتدرس -عادة- من قبل متخصصين في البيولوجي، في حين أن معظمها في المملكة المتحدة تابع لمنهج الكيمياء، ويُدرس من قبل المتخصصين في الكيمياء، أما في اليابان، وكوريا، وتايوان فتُدرس من قبل معلمي العلوم العامة،

ومعلمي علوم الأرض؛ لكنها في نيوزلاندا، وجنوب أفريقيا من قبل معلمي العلوم العامة.

- علوم الأرض جزء إلزامي في منهج الجغرافيا، كما في عديد من دول أوروبا الشمالية؛ مثل: ألمانيا.
- مقررات علوم الأرض اختيارية لمدة سنة، أو أكثر لبعض الطلاب المسجلين في مقررات العلوم والجغرافيا؛ مثل: البرازيل، واليابان، ونيوزلاندا، والبرتغال، وجنوب أفريقيا، وتايوان، والمملكة المتحدة.
- مقررات الجيولوجيا- فقط- اختيارية لمدة عام، أو أكثر لبعض الطلاب؛ كما في: أمريكا، وكندا.
- في بعض الدول الأفريقية يُدرس علم الجيولوجيا؛ كجزء من المنهج؛ وليس مستقلاً.

كما أشارت الدراسة المسحية لـ (King, 2008) إلى أن معظم المناهج القومية في الدول الغربية تتطلب تنمية الفهم العلمي لبنية الأرض، وعملياتها، وتوفير السياق لهذا الفهم، وبمراجعة الأبحاث في مجال طرق التدريس الفعالة لعلوم الأرض؛ لا تزال تحتاج بحثًا على نطاق واسع. واقترحت الدراسة أن تقديم التربية الجيولوجية بشكل فعال يتطلب توسيع تعلم جميع الأفراد الجيولوجيا، وتدريب المعلمين على تنفيذ التطورات في المناهج الجديدة، وتقييم تلك التطورات، واستخدام النتائج؛ لصقلها.

وتعرضت التربية الجيولوجية للمراجعة لعدة سنوات؛ حيث دعمت المؤسسة الوطنية للعلوم National Science Foundation مؤتمرين: لتقييم وضع التربية الجيولوجية في الولايات المتحدة الأمريكية؛ أحدهما بعنوان: "الثورة في تعليم علوم الأرض، والفضاء" Revolution in Earth and Space Science Education (2001) والآخر بعنوان "الثورة الثانية في تعليم علوم الأرض، والفضاء" The Second Revolution in Earth and Space Education (2004). وأكدت التوصيات الصادرة من المؤتمر الأول تطوير الوضع في تعليم علوم الأرض، والفضاء في الولايات المتحدة، وأوصى الآخر بتتبع كيفية العمل؛ لتعزيز تعليم علوم الأرض، والفضاء (Benbow, 2013).

وأوضح Snieder & Spiers (2002) أن اختيار الطلاب دراسة مجال الجيولوجيا؛ يتوقف على وجود معلم ملهم لطلابه، ومجال يثير اهتماماتهم، أو ذي صلة بحياتهم، ومجتمعهم. وبسبب السمعة السيئة لهذا المجال بين الطلاب في المرحلة الثانوية، وأنه غير جذاب؛ واعتبره الطلاب مساويًا للجغرافيا الطبيعية، والعلوم الاجتماعية. وفي محاولة لإقناع الطلاب كيف أن مجال علوم الأرض مثير للاهتمام؛ أوصت الدراسة بضرورة توعية الطلاب ببنية علوم الأرض، والفرص المهنية المرتبطة بعلم الجيولوجيا؛ كالجوانب المالية للمهن في علوم الأرض، والفرص الاقتصادية المتنوعة، والفرص التجارية المختلفة، فضلاً عن المهنة في مجال البحوث، كما ينبغي لتسويق تعليم علوم الأرض marketing Earth Science كتابة

مقالات من قبل المتخصصين، وزيارة المدارس الابتدائية، والثانوية، والعمل مع معلمي المدارس الثانوية؛ لدمج جوانب علوم الأرض في تدريسهم.

واهتم الاتحاد الأوروبي لعلوم الأرض European Geoscience Union (EGU)- وهو أحد أكبر ممثلي هذا المجال- بمعلمي علوم الأرض؛ بتقديم ورش عمل في ٢٠٠٣ في المعرفة الجيولوجية، وتضمنت أنشطة يدوية Hands on، وأنشطة قائمة على الاستقصاء (Barnikle, LAJ, 2009).

ونظمت اليونسكو UNESCO (2009) ورشة عمل في التربية الجيولوجية في شمال أفريقيا -وكانت مصر من الدول المشاركة. وقد نوقش الوضع الحالي للتربية الجيولوجية، واتفق المشاركون أن منطقة شمال افريقيا تعاني تحديات؛ ولكن لديها فرصًا ممكنة، ومن التحديات: تناقص أعداد الطلاب الملتحقين بأقسام الجيولوجيا، وضعف التعاون بين الأقسام وبعضها، ومع المؤسسات الحكومية، والشركات الخاصة، كما أن الأبحاث الجيولوجية، والمشروعات ليست مكرسة- إلى حد كبير- للإسهام في قضايا التنمية؛ مما يقلل من تقدير الحكومات والمجتمعات عن دور العلوم الجيولوجية في عمليات التنمية، واقترح Geological Society of Aferica إدخال مقدمة حول علم الجيولوجيا بالمناهج المدرسية، وإنشاء مراكز للتميز، تعتمد على الأهمية الجيولوجية للجوانب المعدنية، ومصادر الطاقة بالمنطقة، وخلصت ورشة العمل إلى أن التربية الجيولوجية في حاجة كبرى إلى التطوير، وينبغي أن تكون مناهج علوم الأرض موجهة أكثر نحو المقررات التطبيقية، والاستفادة من أن ٩٠% من البلدان في المنطقة أراضٍ صحراوية، والحاجة إلى إدارة المصادر المائية، والمخاطر الجيولوجية، والموارِد المعدنية، ومشكلات التعدين، والتخطيط المستقبلي للمناطق الصحراوية، وبناء المدن والطرق الجديدة، وأكدت دور الإعلام الذي يقدم دورًا مهمًا في الوعي، والترويج لعلوم الأرض، وأوصت بمزيد من الجهود لرفع مستوى المهارات المهنية لبرامج علوم الأرض؛ من خلال توفير التيسيرات لتدريسه، وبرامج تدريب المعلمين، وتقديم برامج لتأهيل الطلاب؛ لإيجاد وظائف مستقبلاً، والتنافس العالمي، وضرورة إدخال علوم الأرض في مراحل التعليم الابتدائي والثانوي بالمدارس؛ لمساعدتهم في مواصلة دراستهم الجامعية في الجيولوجيا، وهندسة التعدين، وهندسة البترول، والجغرافيا الطبيعية.

ومن المشروعات التي أُعدت في مجال تعليم علوم الأرض: مشروع علوم الأرض في المجتمع: فهم بيئتنا :Earth Science in the Community Understanding Our Environment، وبدأ الاختبار الميداني في خريف (١٩٩٩) الذي طور من قبل المعهد الجيولوجي الأمريكي والممول من قبل مجلس البحث القومي NRC وتضمن البرنامج تسعين استقصاءً في سياق مجتمعي، ويوجه المتعلمين إلى استخلاص أفكار، وتصورات؛ من خلال الأنشطة التي تتطرق إلى مشكلة علمية موزعة على الوحدات الخمس: وهي على النحو الآتي: علم النظام الأرضي، والأرض السائلة، والطبقة الباطنية المتحركة للأرض، والموارد الطبيعية،

والأوساط البيئية والحياتية. فضلاً عن مشروع علم الأنظمة الأرضية Global Systems Science (GSS) عام (٢٠٠٠) الذي طور لطلاب المرحلة الثانوية. ويعد علم الأنظمة الأرضية منهجًا متداخل التخصصات، يركز على كيف يعمل العلماء من مجالات علمية مختلفة سويًا؛ لفهم المشكلات ذات الأثر العالمي، ويركز على الأفكار الرئيسية المتعلقة بتفاعل الأنظمة، وتطور الغلاف الجوي، واستمرارية الحياة، وحماية البيئة، ويعكس العلم الحديث، والتداخل المفاهيمي، وطبيعته التطبيقية (Trowbridge & et al., 2000).

والمشروع البحثي الأوروبي GEOschool، وهدفه الرئيسي الذي يسعى إلى تحقيقه؛ هو تزويد مجتمع التربية الجيولوجية بالدعم، والمشورة، والأدوات المعينة؛ لتدريس العلوم الجيولوجية بشكل مختلف في المرحلة الثانوية، وسرد المصطلحات الجيولوجية Glossary، وموقع إلكتروني تفاعلي؛ لزيادة اهتمام الطلاب والمعلمين بالمعرفة عن الأرض، وقد حدد المشروع إطارًا مقترحًا لمبادئ الثقافة الجيولوجية؛ لتطبيقها في مناهج المدارس الإلزامية. وهدف المشروع إلى: ١- سد الفجوة بين المعرفة العلمية، والمعرفة المدرسية في مجال العلوم الجيولوجية. ٢- صقل المعلمين بالمعرفة الجيولوجية، وتنمية قدرة المتعلمين على تقدير العلوم الجيولوجية. ٣- تحسين المهارات التعليمية المرتبطة بالعلوم الجيولوجية. ٤- إنشاء جمعية، أو اتحاد لاستمرارية إجراء بحوث في التربية الجيولوجية. ٥- دعم التعليم من أجل الاستدامة، والهدف الرئيسي الإضافي في المشروع: توفير فرص للروابط عبر المناهج cross-curriculum؛ من خلال استخدام البينية interdiscipline؛ فمثلاً مفهوم التراث الجيولوجي geological heritage يُدرس بإيجاد روابط مع الثقافة، والفنون، والبيئة، والتنمية المستدامة.

وقد أدمج مشروع GEOschool الدراسة العملية القائمة على الميدان، والدراسة النظرية عن العلوم الجيولوجية في المرحلة الثانوية؛ وانطلاقًا من أن الجيولوجيا هي العلم الذي مختبره الأرض؛ لذلك اختير العمل الميداني؛ من خلال Geopark، Exmuseums، Geotopes؛ كطريقة أساسية لتطوير هذا المجال، كما أشار (Qiu & Hubble, 2002) في نفس السياق إلى أن العمل الميداني field work أساسي في الأنشطة الجيولوجية؛ ويتضمن: الملاحظة، والمسح، والوصف، ورسم الخرائط الجيولوجية، وموقع التضاريس، ويجرى هذا -عادة- بجمع المعلومات المناسبة لحل المشكلات الجيولوجية، أو البيئية، أو الجيومورفولوجية؛ لتحديد موقع بعض الموارد الطبيعية؛ ومن ثم فتدريب الطلاب على الرحلات، والزيارات الميدنية مكون مهم في التربية الجيولوجية ومعترف بها في جميع أنحاء العالم.

كما تقدم أنشطة المشروع GEOschool، ومخرجاته؛ من خلال موقع إلكتروني، وجرائد إلكترونية E- newspaper، تنشر أخبار المشروع؛ للتواصل مع المعلمين المشاركين في المشروع، وجميع المعنيين.

وأوضحت الملاحظات الختامية للمشروع أهمية تحسين الثقافة الجيولوجية لدى المتعلمين، وجعلهم قادرين على استيعاب المفاهيم الأساسية لديناميكية الأرض، وتقييم المعلومات ذات المصداقية بشأن الأرض، واتخاذ القرارات المسئولة عن نظام الأرض، والجمع بين البحوث التربوية، والممارسة في المدارس، ومساعدة الطلاب في اكتساب المهارات الحياتية الأساسية، والكفايات اللازمة لنمو الشخصية؛ من أجل مستقبل المواطنة الأوروبية النشطة (Fermeli, et al., 2011).

كما أنشأت المؤسسة الجيولوجية الأمريكية (AGI) American Geological Institute في عام ٢٠٠٧ موقع Pulse of Earth Science الذي يضم معلومات عن المعايير، والتقييم، ومتطلبات تأهيل المعلمين، وغيرها من البيانات ذات الصلة، كما استضافت المؤسسة AGI قمة تعليم علوم الأرض، والفضاء عام ٢٠١٠ بتكساس، والغرض من هذه القمة مشاركة القادة -معًا- في مجال تعليم علوم الأرض، والفضاء؛ لمناقشة الوضع الراهن لها من K- 12، وتحديد المشكلات، واقتراح الطرق لحل تلك المشكلات، وفحص واقع قبول الجامعات دارسي علوم الأرض، والفضاء، والتحديات المتعلقة بتدريس علوم الأرض، والفضاء؛ مثل: التغير المناخي، والتطور في المدارس، وإعداد معلمي علوم الأرض، والفضاء، وتضمين اختبار Advanced Placement Exam (AP) مجال علوم الأرض والفضاء (Benbow, 2013).

وأوصى المجتمع الجيولوجي لأمريكا The Geological Society of America (GSA) (2011)؛ فيما يتعلق بتعليم علوم الأرض بما يأتي:

- تعليم علوم الأرض في جميع المراحل التعليمية من K-12.
- تعليم علوم الأرض بنفس المستوى الأكاديمي في المجالات العلمية الأخرى؛ كالفيزياء، والكيمياء، والبيولوجي.
- الاهتمام بالتدريس الاستقصائي، والمختبر في تعليم علوم الأرض.
- إدراج مقررات علوم الأرض في إعداد معلمي العلوم؛ سعيًا إلى ترخيص مزاولة المهنة في المدارس الابتدائية، والإعدادية.
- اعتماد المعايير القومية للتربية العلمية في جميع الأنظمة التعليمية، وإدماج علوم الأرض من K-12.
- زيادة البحوث الموجهة نحو التربية الجيولوجية.
- التدريس المبتكر؛ من خلال معلمين مؤهلين تأهيلاً مناسبًا؛ فيما يتعلق بالنماذج الحديثة في علوم الأرض، ومفاهيمه، ونظرياته، بما يسهم في اتخاذ قرارات مستنيرة.

ومن الدراسات التي اهتمت بمجال علوم الأرض للطلاب في المراحل التعليمية المختلفة؛ دراسة Stella & William (1992)؛ التي استهدفت تعرف التصورات العقلية عن شكل الأرض من وجهة نظر تلاميذ المرحلة الابتدائية،

وأشارت إلى تباين التصورات العقلية لديهم، وأوصت الدراسة بضرورة تأكيد تعليم الطلاب المفاهيم العلمية المتعلقة بعلوم الأرض.

وفي دراسة Chang & Mao (1999) اختبر التدريس القائم على الاستقصاء (جمع المعلومات، وتفسير البيانات، وفرض الفروض، والوصول إلى نتائج منطقية) في العلوم الجيولوجية؛ مقارنة بالتدريس التقليدي، وتوصلت الدراسة إلى فاعلية الاستقصاء في التحصيل، والاتجاه نحو العلم.

وهدفت دراسة Chang (2001) إلى استقصاء فاعلية التعلم القائم على المشكلات بمساعدة الكمبيوتر في الجيولوجيا؛ مقارنة بالطرق التفاعلية المباشرة، وأظهرت النتائج تحسنًا ملحوظًا في التحصيل، وفي اتجاه الطلاب نحو المشاركة في التعلم.

واقترحت دراسة Chang & Weng (2002) ضرورة دمج مهارات حل المشكلات، وكذلك عمليات العلم وبخاصة الملاحظة، ومهارات فرض الفروض في جميع مناهج علوم الأرض.

وأوضحت دراسة Gudovich & Orion (2003) أن التعلم القائم على الكمبيوتر والأنشطة المعتمدة على الويب في مقرر علوم الأرض بالمرحلة الثانوية؛ أدت إلى تحسن مهارات التعلم المستقل.

وهدفت دراسة سامية ندا (٢٠٠٣) إلى تطوير محتوى منهج الجيولوجيا في المرحلة الثانوية العامة في ضوء الأهداف المعاصرة للتربية العلمية، وتم تجريب وحدة مقترحة؛ وهي: وحدة الأحافير، والتاريخ الجيولوجي للأرض؛ لتنمية التحصيل، والثقافة العلمية الجيولوجية.

ودراسة Orion & Kaliy (2005) عن فاعلية برنامج تعلم علوم الأرض؛ لتنمية مهارات التفكير العلمي (الملاحظة، وفرض الفروض، والاستنتاج)؛ حيث جمعت البيانات؛ باستخدام أدوات كمية، وكيفية، وتوصلت الدراسة إلى أن تعلم علوم الأرض ينمي التفكير العلمي.

وهدفت دراسة أحلام الباز (٢٠٠٥) إلى تقديم وحدة في علوم الأرض لتلاميذ الصف الخامس الابتدائي في ضوء المدخل البنائي؛ لتنمية الفهم، وبعض مهارات الاستقصاء العلمي، وأشارت نتائج الدراسة إلى فاعلية الوحدة المقترحة.

وهدفت دراسة عايدة عباس، وآخرون (٢٠٠٩- ٢٠٠٨) إلى تقديم برنامج مقترح في علوم الأرض والفضاء لطلاب المرحلة الثانوية في مصر؛ لتنمية بعض الجوانب المعرفية، والمهارية، والوجدانية، وأشارت النتائج إلى فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المفاهيم المتعلقة بعلوم الأرض، والفضاء، وتنمية الاتجاه نحو علوم الأرض والفضاء.

واستهدفت دراسة أخرى لعايدة عباس، وآخرون (٢٠١٤) إلى قياس فاعلية

برنامج مقترح في تنمية تكنولوجيا علوم الأرض، والفضاء لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية؛ من خلال تطبيق اختبارمفاهيم تكنولوجيا الأرض، والفضاء، واستمارة مقابلة شبه مقننة بعد تدريس الأنشطة؛ لمعرفة انطباعاتهم، وردود أفعالهم نحو الأنشطة، وأظهرت النتائج فاعلية البرنامج.

ثالثًا: معايير العلوم للجيل القادم NGSS، والتربية الجيولوجية:

مرت التربية العلمية خلال القرن العشرين بعدة مراحل؛ لتحقيق الثقافة العلمية؛ بتنفيذ مجموعة من المشروعات، وتطورت هذه المشروعات منذ عام ١٩٨٩ العلم لجميع الأمريكيين Science for All American الذي دعت إليه الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم American Assiciation for the Advancement of Science (AAAS)، ثم حددت الرابطة القومية لمعلمي العلوم NSTA في ١٩٩٢ مشروع المدى، والتتابع، والتناسق مع معايير محتوى التربية العلمية القومية Scope, Sequence and coordination of National Science Education Content Standards ثم أعدت AAAS المعايير النوعية للثقافة العلمية Benchmarks for Science Literacy في ١٩٩٣.

ويليه حددت الأكاديمية الوطنية للعلوم National Academy of Science المعايير القومية للتربية العلمية National Science Education Standards عام ١٩٩٦، ثم وضعت AAAS مخططات للإصلاح Blueprints for Reform عام ١٩٩٨، يليه دليل المعلم للعلوم A guide for k-12 Science في عام ١٩٩٩ من قبل المجلس الوطني للعلوم NRC، وكذلك مشروع الاستقصاء، وببزوغ القرن الحادي والعشرين أطلق المعايير القومية للتربية العلمية Inquiry and NSES عام ٢٠٠٠، ثم صممت AAAS أطلس للعلوم الأول Atlas for Science 1 عام ٢٠٠١، في حين أعد NRC التقرير المعلمي في أمريكا Amrica's Lab Report في عام ٢٠٠٥، وكان أطلس للعلوم الثاني Atlas for Science 2 في عام ٢٠٠٧، وتلى ذلك في عام ٢٠٠٨ الإطار العلمي للـ National Assessment of Educational Progress (NAEP).

ويليه حددت NRC تعلم العلوم في البيئات غير الرسمية Learning Science in informal Environments في عام ٢٠٠٩، ثم إطار للتربية العلمية من مرحلة الروضة إلى الصف الثاني عشر Framework for K- 12 Science Education في عام ٢٠١١ الذي وضعته NRC، حتى توصلت حديثًا إلى معايير العلوم للجيل القادم NGSS في عام ٢٠١٣، والتي من المتوقع أن تبنى المناهج في ضوئها في العقد القادم.

واستغرق تطوير معايير NGSS مراحل عدة؛ بدءًا من تحديد الولايات المشاركة في العمل، والمؤلفين؛ وذلك في صيف ٢٠١١ ومرورًا بإنجاز المسودة الأولى في خريف ٢٠١١، ثم روجعت من قبل فريق آخر، وفي يونيو ٢٠١٢ أُصدرت المسودة العامة الأولى، ونُشرت على الإنترنت؛ لاستقبال الملاحظات عليها،

وفي شهر يناير ٢٠١٣ أُصدرت المسودة العامة الثانية، ونشرت على الإنترنت؛ لجمع الملاحظات، وأخيرًا أصدرت المسودة الأخيرة بعد مراجعتها، وفي أبريل ٢٠١٣ تم اعتماد المعايير، وإصدارها.

وظهرت معايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ لإعادة تشكيل التربية العلمية من K-12؛ من خلال الرؤية الواقعية الموجهة لتغييرات في النظام التعليمي (البنية المدرسية، والدعم، وسياسة الولاية والمقاطعات، والإعداد قبل الخدمة، وفرص التعلم في أثناء الخدمة، والتوقعات للمجتمع/ وأولياء الأمور، وتوافر المصادر التعليمية). وتتضمن معايير NGSS معايير الأداء من K-12 خلال مجالات العلوم المختلفة، وتضمنت لأول مرة معايير للهندسة، وتعد نتاج عمل ثلاث سنوات؛ لتحديث المعايير القومية للتربية العلمية National Standards for Science Education، كما شارك في معايير NGSS المجلس القومي للبحوث NRC، والرابطة القومية لمعلمي العلوم NSTA، والرابطة الأمريكية لتقدم العلوم AAAS، و٢٦ ولاية رائدة Lead States، ومنظمة Achieve (منظمة تعليمية غير ربحية). وبدأ المجلس القومي للبحوث NRC في ٢٠١٠ بعقد اجتماع للعلماء البارزين، والمهندسين، وخبراء السياسة، والباحثين في التربية العلمية لتطوير إطار للتربية العلمية، وشارك واحد وأربعون من المؤلفين في صياغة معايير NGSS، وقدمت الرابطة القومية لمعلمي العلوم NSTA استشارات، وزودت الرابطة الامريكية لتقدم العلوم AAAS بالتغذية الراجعة من المجتمعات العلمية، وبعد إعداد مسودات متعددة، ومراجعتها، من قبل العلماء، والخبراء التربويين، ورجال الأعمال؛ أُطلقت معايير NGSS في أبريل ٢٠١٣ (Achieve, 2013).

وتتضمن معايير NGSS ثلاثة أبعاد؛ أولاً: الممارسات العلمية والهندسية science and engineering practices التي يستخدمها العلماء، والمهندسون في تصميم النماذج، وتطوير النظريات، وإنشاء الأنظمة، ثانيًا: الأفكار المحورية التخصصية displinary core ideas في مجالات: علوم الأرض والفضاء، وعلوم الحياة، والعلوم الفيزيائية، والعلوم الكيميائية، والهندسة، والتكنولوجيا، وتطبيقات العلم، ثالثًا: المفاهيم المتقاطعة عبر المجالات العلمية (المفاهيم العابرة) crosscutting concepts؛ وتتضمن: الأنماط، والسبب والنتيجة، والتركيب والوظيفة، والثبات، والتغير في الأنظمة، والقياس (National Research Council, 2012; NGSS Lead States, 2013).

ويمكن عرض الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS بشكل تفصيلي على النحو الآتي:

البعد الأول: الممارسة العلمية والهندسية: Science and Engineering Practices

تعبر الممارسة العلمية، والهندسية- من خلال الأداءات المتوقعة في معايير- NGSS عن طبيعة العلم، كما تُظهر العلاقة بين العلوم الأساسية، ومجالات الهندسة، والتكنولوجيا أكثر وضوحًا في علوم الأرض، والفضاء؛ لأنها تؤكد المجالات ذات الصلة بالإنسان؛ كالتأثيرات البشرية في نظام الأرض، والمصادر الطبيعية، والمخاطر.

وتتعدد الممارسات العلمية، والهندسية، ويوضح الجدول رقم (١): التمييز بين الممارسات العلمية، والهندسية التي أوضحها NRC (2012) كما يأتي:

جدول رقم (١): الفرق بين الممارسات العلمية والهندسية.

الممارسات العلمية	الممارسات الهندسية
١- طرح الأسئلة، وتحديد المشكلة	
يبدأ العلم بسؤال عن الظاهرة؛ مثل: لماذا السماء زرقاء؟ أو ما الذي يسبب السرطان؟ ويسعى العلم إلى تطوير النظريات التي يمكن أن توفر إجابات توضيحية لتلك الأسئلة.	تبدأ الهندسة بمشكلة (هندسية)، تتطلب حلاً، وتحديد محكات لحلول ناجحة، وتحديد المعوقات؛ فمثلاً: مشكلة تقليص اعتماد الدول على الوقود الحفري يولد مجموعة متنوعة من المشكلات الهندسية؛ مثل: تصميم أنظمة للنقل أكثر كفاءة، أو أجهزة؛ لتوليد طاقة بديلة؛ مثل: تحسين الخلايا الشمسية.
٢- استخدام النماذج، وتطويرها	
يتضمن العلم -غالبًا- تصميم نماذج متعددة، واستخدامها في تطوير تفسيرات بشأن الظواهر الطبيعية، وتتجاوز النماذج الملاحظة إلى القدرة على التنبؤات.	تستخدم الهندسة النماذج في تحليل الأنظمة؛ لتحديد موطن الخلل الذي قد يحدث، أو اختيار الحلول الممكنة لمشكلة جديدة، ويستخدم المهندسون نماذج؛ لاختبار الأنظمة المقترحة، وتعرف جوانب القوة، والضعف في تصميماتهم.
٣- تخطيط الاستقصاء وتنفيذه	
قد يحدث الاستقصاء العلمي في الميدان، أو في المعمل، ومن الممارسات الرئيسية للعلماء: تخطيط الاستقصاء المنظم، وتنفيذه؛ مما يتطلب تحديد ما يتم تسجيله، وكيفية التعامل مع المتغيرات التابعة، والمستقلة، والملاحظات، وجمع البيانات، واختبار النظريات القائمة، والتفسيرات، ومراجعة نظريات جديدة، وتطويرها.	يستخدم المهندسون الاستقصاء في الوصول إلى البيانات؛ لتحديد محكات التصميم، واختبار تصميماتهم، كما يحددون المتغيرات ذات الصلة، وكيفية القياس، وجمع البيانات، وتحليلها، والحكم على فاعلية تصميمهم، وكفاءته في ضوء شروط محددة.
الممارسات العلمية	**الممارسات الهندسية**
٤- تحليل البيانات وتفسيرها	
في أثناء الاستقصاء العلمي تحلل البيانات؛ وتفسر؛ من خلال استخدام العلماء مجموعة من الأدوات؛ كالتبويب، وتفسير الرسوم البيانية، والتصور، والتحليل الإحصائي؛ لتحديد مصادر الخطأ بتدقيق، وقد جعل استخدام التكنولوجيا الحديثة تحليل البيانات أسهل كثيرًا من ذي قبل، كما وفر مصادر ثانوية للتحليل.	يحلل المهندسون البيانات المجمعة في اختبار تصميمهم، واستقصائهم؛ بما يسمح لهم بمقارنة حلولهم المختلفة، وتحديد كيف تلبي محكات التصميم كلاً منها، كما ينبغي لهؤلاء المهندسين استخدام مجموعة من الأدوات؛ لتفسير النتائج.
٥- استخدام التفكير الرياضياتي، والتفكير الكمبيوتري	

الرياضيات والكمبيوتر أدوات لتمثيل المتغيرات الفيزيائية، ويرتبط بها استخدام مدى واسع من المهمات؛ مثل: بناء المحكات، وتحليل البيانات إحصائيًا، وتطبيق العلاقات الكمية.	التمثيلات الرياضياتية، والكمبيوترية للعلاقات، والمبادئ جزء لا يتجزأ من التصميم؛ فمثلاً: يبتكر المهندسون تحليلاً قائماً على الرياضيات للتصميمات.
٦- بناء التفسيرات وتصميم الحلول	
الهدف من العلم هو بناء النظريات التي توفر تقارير تفسيرية عن خصائص العالم، وتصير النظرية مقبولة عندما يتبين تفوقها على غيرها في التفسيرات. والهدف بالنسبة للطلاب هو بناء منطقي، ومتماسك للتفسيرات المتسقة مع الأدلة المتاحة.	التصميم الهندسي عملية منظمة؛ لحل المشكلات الهندسية القائمة على المعرفة العلمية، والنماذج عن العالم المادي. ويعتمد تصميم الحلول على قابليتها للتنفيذ، وعلى التكلفة، ومدى تطابقها مع المتطلبات القانونية، وعادة ما يكون هناك مجموعة من الحلول التي يختار منها ما يناسب المحكات المستخدمة في التقييمات.
٧- الانخراط في الجدل القائم على الدليل	
المنطق والحجة أساسيان؛ لتحديد نقاط القوة والضعف؛ لإيجاد التفسير الأفضل للظاهرة الطبيعية، وينبغي للعلماء الدفاع عن تفسيراتهم، وتكوين الدليل القائم على البيانات، وفحص فهمهم في ضوء الدليل، والتعاون مع الأقران؛ بحثًا عن أفضل التفسيرات للظاهرة محل الاستقصاء.	المنطق والحجة أساسيان؛ لإيجاد الحل الممكن الأفضل للمشكلة، ويتعاون المهندسون مع أقرانهم خلال عملية التصميم؛ وذلك لاختيار الحل الأكثر مناسبة؛ كما يستخدمون طرقًا منظمة؛ لمقارنة البدائل، وصياغة الدليل القائم على اختبار البيانات، وعمل الحجج القائمة على الدليل؛ للدفاع عن نتائجهم، والتقييم النقدي لأفكار الآخرين، ومراجعة تصميماتهم؛ لتحقيق أفضل حل للمشكلة.
٨- لوصول إلى المعلومات، وتقييمها، والتواصل بها.	
لكي يتقدم العلم ينبغي على العلماء أن يكونوا قادرين على التواصل؛ بعرض نتائجهم بشكل واضح أو إعلام الآخرين عن نتائجهم. والممارسة الرئيسية للعلم هو التواصل بالأفكار، أو النتائج؛ للاستقصاء سواء شفاهةً، أو كتابةً باستخدام الجداول، والرسوم البيانية، وطرح الأسئلة، والانخراط في المناقشات مع أقرانهم، كما يتطلب العلم القدرة على استنباط المعنى من النصوص العلمية (كالندوات، والأوراق العلمية، والمؤتمرات)؛ لتقييم صدق المعلومات.	يتواصل المهندسون بتصميماتهم بشكل واضح، ومقنع، وينبغي التعبير عن أفكارهم شفاهةً، أو كتابةً باستخدام الجداول، والرسوم البيانية، والرسومات، والنماذج، والانخراط في مناقشات ممتدة مع أقرانهم، كما ينبغي أن يكون لديهم القدرة على استخلاص المعنى من نصوص زملائهم، وتقييم المعلومات. وتوفر التقنيات الحديثة القدرة على التواصل.

ومن الدراسات التي أثبتت فاعلية الممارسات العلمية، والهندسية؛ دراسة Rowland (2014)؛ حيث هدفت إلى انخراط الطلاب في بعض الممارسات العلمية المدرجة في معايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ ومنها: استخدام النماذج وتطويرها، واستخدام التفكير الرياضياتي، والتفكير الكمبيوتري؛ وأثرها في فهم الطلاب للمفاهيم البيولوجية، وزيادة دافعيتهم. وهناك دراسات أخرى اهتمت بتدريب المعلمين على

الأبعاد الفرعية السبعة التي نادت بها معايير NGSS؛ منها: دراسة Qablan (2016) التي أوضحت نتائجها تأثير البرنامج في قدرة المعلمين على التخطيط، وتطوير أنفسهم، وانغماس طلابهم في الممارسات العلمية، والهندسية، وأوصت بمزيد من تنفيذ البرامج التدريبية التي تركز على تلك الممارسات.

البعد الثاني (الأفكار المحورية): Core Ideas

تضمنت وثيقة NGSS تغييرات حاسمة عن المعايير التقليدية للتربية العلمية؛ فيما يتعلق بالتربية الجيولوجية التي صارت متطلبًا للمستوى الأعلى للمرحلة الثانوية. وتحتل معايير Earth and Space Science (ESS) ما يقرب من ثلث المنهج في المرحلة الإعدادية مع العلوم الحياتية، والعلوم الفيزيائية؛ أي: على قدم المساواة مع العلوم الأخرى؛ وهذا التكافؤ يعالج مشكلة سيطرة مناهج العلوم بالمراحل التعليمية؛ حيث تتساوى كمية المحتوى في علوم الأرض، والفضاء تقريبًا مع كمية المحتوى من الفيزياء، والكيمياء معًا، كما يلاحظ -أيضًا- تغير ملحوظ في المدخل المنظومي systems approach الذي يعتمد على إثراء المحتوى، والبيداجوجية المرتبطة بعلم نظام الأرض earth system science.

كما تضمنت الوثيقة مجال علوم الأرض، والفضاء الذي يتقصى العمليات التي تحدث على الأرض، وفي باطنها، وموضعها في النظام الشمسي، والمجرة، كما أنها تتداخل مع الفروع العلمية الأخرى؛ كالاستقصاءات في العلوم الفيزيائية؛ مثل: القوة، والطاقة، والجاذبية، والمغناطيسية؛ لفهم حجم الأرض، وتركيبها، وبنيتها، وعمرها، والشمس، والقمر، وكذلك علوم الحياة متأصلة بشكل جزئي في علوم الأرض؛ لأن الأرض المثال الوحيد للكوكب النشيط بيولوجيًا، كما تعد الحفريات الموجودة في السجل الحفري موضع اهتمام علماء الأحياء، وعلوم الأرض؛ ولذلك فأغلبية البحوث التي أجريت في علوم الأرض هي بحوث متعددة التخصصات؛ كالجيوفيزياء، والجيوكيمياء، والجيولوجيا الحيوية. ونظرًا لأن تنظيم محتوى علوم الأرض والفضاء معقد، كما أن نطاقها واسع وممتد، مدخلاً متعدد التخصصات؛ لذلك قدمت علوم الأرض، والفضاء؛ بحيث تبدأ بالمقاييس الكبيرة للكون، ثم تتجه نحو المقاييس الأصغر، ثم التركيز على آثار الإنسان في الأرض؛ بمعنى أن مجال علوم الأرض، والفضاء يدور على ثلاث أفكار كبرى في محتوى علوم الأرض، والفضاء ESS؛ **المفهوم المحوري الأول**: الفضاء، والنظام الشمسي، يصف الكون؛ ويتضمن: التركيب، والنشأة، وتاريخ الكون، وكذلك العمليات التي تحدث في النظام الشمسي، وتاريخ كوكب الأرض.

والمفهوم المحوري الثاني: التفاعلات بين الجوانب المختلفة للغلاف الصخري، والمائي، والحيوي، والهوائي، والجليدي؛ ويشمل العمليات التي أدت إلى تطور الأرض بشكل مستمر (التغير عبر الزمن)، ويصف أنظمتها، وآليات الحركات الداخلية للأرض.

أما **المفهوم المحوري الثالث**: نظام الأنثروسفير System Anthrosphere

(تفاعلات البشر) فيوضح الدور الذي تؤديه الحضارة الإنسانية في تأثيرها في أنظمة الأرض الأخرى؛ ويتناول التفاعلات الاجتماعية، وشرح كيف يتأثر الإنسان بالعمليات التي تحدث على الأرض؛ كالمخاطر الطبيعية، والمصادر الطبيعية، ويصف كذلك الطرق التي يؤثر بها الإنسان في عمليات الأرض (NRC, 2012).

ويعد المفهوم المحوري الثالث هو السبب الرئيسي في زيادة الانتباه المعطى لمجال علوم الأرض، والفضاء في معايير NGSS لأنه يتضمن عديدًا من الموضوعات التي تستحق تناولها في مناهج العلوم؛ كالأخطار الطبيعية، ومصادر الطاقة، والموارد المائية، والمعادن المتاحة، وتغير المناخ، والتأثيرات البيئية، والاستدامة البشرية (Wysession, 2013).

وبفحص الأفكار المحورية في مجال علوم الأرض، والفضاء ESS؛ نجدها تتمشى مع الأفكار الكبرى للثقافة الجيولوجية Earth Science Literacy Principles التي أعدت من قبل عدد من المنظمات المعنية بالتربية الجيولوجية The American Geological Institute,Geological Society of American, Paleontological Research Institution, Science for a changing world ,National Earth Science Teacher Association، وتم تمويلها من قبل مؤسسة العلوم القومية National Science Foundation (٢٠٠٩) وأكدت في مجملها على ٩ أفكار كبرى؛ منها:

- **أولاً**: استخدام العلماء الملاحظات القابلة للتكرار، والاختبار؛ لفهم كوكبنا، وتفسيره؛ من خلال فهم بنية الأرض، والديناميكية الداخلية لها.
- **ثانيًا**: استخدام علماء الجيولوجيا تركيب الصخور، وتتابعها، والرواسب، والحفريات؛ لإعادة تشكيل الأحداث في تاريخ الأرض؛ لتعرف على كيفية تكوين كوكب الأرض، ودراسة مكونات النظام الشمسي؛ لتساعدنا في فهم تاريخ هذا الكوكب.
- **ثالثًا**: الأرض نظام معقد من تفاعل الأغلفة معًا- الجوي، والمائي، والصخري، والحيوي-؛ على سبيل المثال: تدفق الطاقة في مواد الأرض، والكائنات الحية، كما أن أنظمة الأرض تتفاعل عبر مقاييس زمانية، ومكانية واسعة المدى، تتراوح من المجهرية إلى العالمية في الحجم، وبعضها يستغرق أجزاء من الثانية وأخرى تصل إلى بلايين السنين، كما أن التغير في أحد النظم يسبب تغيرات في النظم الأخرى.
- **رابعًا**: الأرض تتغير باستمرار؛ فالغلاف الجوي للأرض -مثلاً- يتغير خلال العمليات الجيولوجية، والكيميائية، والبيولوجية، وكذلك تحرك الألوح التكتونية التي تحدث معظم العمليات الجيولوجية النشطة على سطحها.
- **خامسًا**: الأرض كوكب مائي، ويتناول دور الماء بالتطور المستمر للحياة على الأرض، والعمليات التي تحدث في باطنها؛ بما يسمح لخروج المجما في البراكين، ودوره في التجوية، والنقل، والترسيب.

- **سادسًا**: تطور الحياة على الأرض، والتحولات المستمرة التي تتضح من خلال دراسة الحفريات التي توثق للحياة على الأرض.
- **سابعًا**: يعتمد الإنسان على الأرض في توفير الموارد الطبيعية، ودور علماء الأرض، والمهندسين في تطوير تكنولوجيا جديدة؛ لاستخراج المصادر الطبيعية بشكل، يقلل من تلوث البيئة، ويساعد المجتمع في الاستدامة؛ من خلال استخدام مصادر الطاقة المتجددة؛ مثل الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية، والطاقة الحرارية الأرضية؛ بما يساعد في توفير الموارد الطبيعية للأجيال القادمة.
- **ثامنًا**: المخاطر الطبيعية التي تتنج من العمليات الأرضية؛ مثل: البراكين، والزلازل، وتسونامي، والفيضانات، والجفاف، وتآكل السواحل، وتغير المناخ، وتأثير المذنبات، والحرائق الناجمة عن البرق، وإسهام الأنشطة البشرية في بعض المخاطر، كما أن حدوثها قد يتم فجأة، وبعضها يستغرق سنوات، ودور العلماء في المراقبة المستمرة للأرض، كما أن الإنسان لا يمكنه منع المخاطر الطبيعية من حدوثها؛ ولكنه يمكن أن ينخرط في أنشطة، تقلل من تأثيرها في الطبيعة.
- **تاسعًا**: الأنشطة البشرية، وتأثيرها في الأرض؛ فمثلاً: الإنسان قد تسبب في التغير المناخي؛ من خلال احتراق الوقود الحفري، والممارسات الزراعية، والعمليات الصناعية، كما غيرت الأنشطة في توزيع المياه على الأرض، كما أسرعت الأنشطة المتضمنة (إزالة الغطاء النباتي، وعملية التعدين، وتحويلات الجداول، وزيادة الأمطار الحامضية) من تعرية الأرض، كما غيرت الأنشطة الغلاف الحيوي؛ حيث تشهد الأرض انخفاضًا في التنوع الحيوي عالميًا.

البعد الثالث (المفاهيم المتقاطعة أو الشاملة): Crosscutting Concepts

المفاهيم الشاملة هي مبادئ عالمية، تنطبق على كل العلوم. على سبيل المثال: يرتبط بموضوع أنظمة الفضاء مفاهيم القياس، والنسبة، والكمية، ويرتبط موضوع أنظمة الأرض -بشكل جيد- بالمفاهيم الشاملة من المادة، والطاقة.

ويمكن توضيح المفاهيم المتقاطعة Crosscutting Concepts بشكل تفصيلي على النحو الآتي:

١- **الأنماط**: تمثل الأنماط الملاحظة من أشكال، وأحداث توجه تنظيم الأسئلة، وتصنيفها، وتحديدها؛ بشأن العلاقات والعوامل التي تؤثر فيها.

٢- **السبب، والنتيجة**: إدراك الآليات، والتفسيرات للأحداث التي تتراوح من البسيطة إلى المعقدة متعددة الأوجه، وتختبر تلك الآليات عبر السياقات، وتستخدم في التنبؤ، وتفسير الأحداث خلال الاستقصاء العلمي.

٣- **القياس، والنسبة، والكمية**: إدراك القياسات، والنسب، وعلاقات الطاقة، وإدراك كيفية تأثير التغيرات في القياس، والنسبة والكمية؛ المتعلقة بالظاهرة.

٤- **الأنظمة، ونمذجة الأنظمة**: تحديد أبعاد الأنظمة، وعمل نموذج واضح؛ بما يوفر

الأدوات اللازمة لفهم الأفكار القابلة للتطبيق في العلوم والهندسة؛ واختبارها.

٥- **الطاقة، والمادة**: تتعلق بالدورات، والحفاظ على الطاقة، وتتبع الطاقة والمادة داخل الأنظمة، وخارجها؛ بما يساعد في فهم إمكانات الأنظمة، والمحددات.

٦- **التركيب، والوظيفة**: إدراك الطريقة التي تشكل الأشياء، أو تتركب منها الأشياء يساعد في تحديد الخصائص، والوظائف المرتبطة بها (بمعنى: ملاءمة الشكل للوظيفة).

٧- **الثبات، والتغير**: فهم ظروف ثبات الأنظمة الطبيعية، والصناعية، والعناصر المتحكمة في معدل تغيرها، أو تطور الأنظمة.

وصممت معايير NGSS؛ لتؤكد الفهم المعمق للمحتوى، والممارسة، ووفقًا لتلك المعايير يدرس الطلاب مجالات علمية أقل مما عليه؛ ويكون التركيز على تنمية استيعابهم المفاهيم العلمية؛ من خلال الممارسة، وتطبيق تلك المفاهيم (Henderson, 2013). وأكد مؤلفو NGSS ضرورة بناء المفاهيم منطقيًا؛ من خلال التدرج في التعلم Learning Progression من الصف K-12. وأخيرًا يمكن القول: إن معايير NGSS صممت لبناء قدرة الطلاب على اكتساب المعرفة العلمية، وتطبيقها في مواقف متفردة، والقدرة على التفكير، والاستدلال بطريقة علمية (NGSS Lead States, 2013).

في ضوء ما تم عرضه سلفاً؛ يمكن استنتاج التحولات التعليمية من منظور معايير NGSS، وتضميناتها على النحو الآتي:

جدول رقم (٢): التحولات التعليمية من منظور NGSS وتضميناتها.

تتضمن التربية الجيولوجية أقل...	تتضمن التربية الجيولوجية أكثر...
١- الحفظ الأصم للحقائق، والمصطلحات العلمية.	-الحقائق، والمصطلحات العلمية من شأنها تقديم التفسيرات، والحلول المصممة؛ بناءً على حجج قائمة على الأدلة العلمية، والتفكير المنطقي.
٢- تعلم الأفكار في معزل عن طرح أسئلة عن الظواهر الطبيعية.	-التفكير المنظومي، والنمذجة؛ لتفسير الظواهر وإعطاء سياق للأفكار المتعلمة.
٣- تقديم المعلم المعلومات للصف بأكمله.	-إجراء الطلاب استقصاءات، وحل للمشكلات، والانخراط في المناقشات بتوجيه المعلمين.
٤- طرح المعلمين الأسئلة ذات الإجابة الواحدة الصحيحة.	-مناقشة الطلاب أسئلة مفتوحة النهاية، التي تركز على قوة الدليل المستخدم؛ لإنشاء الادعاء.
٥- اقتصار الطلاب على الكتب المدرسية، والإجابة عن الأسئلة في نهاية الوحدة الدراسية.	-اطلاع الطلاب على مصادر متنوعة تتضمن مجالات ذات صلة بالعلم، ومقالات علمية، ومصادر متاحة على الإنترنت، والتركيز على تلخيصات المعلم لما يجمعه من معلومات.
٦- المخرجات مجهزة سلفًا "الوصفة الجاهزة" في الأنشطة اليدوية، والمعملية، وورش العمل.	-تشتق الاستقصاءات خلال أسئلة الطلاب بمدى مقبول من المخرجات التي تقوده إلى فهم الأفكار المحورية الكبرى. -يكتب الطلاب تقارير، وملصقات، وعروضًا للتفسير، ويُسمح لهم بالجدل العلمي.
٧- التبسيط المتناهي للطلاب ذوي القدرات المنخفضة في الأداءات المتعلقة بالعلوم، والهندسة.	-توفير الدعم الكافي لمشاركة جميع الطلاب في العلوم المعقدة، والممارسات الهندسية.

كما تتمثل الأهداف الرئيسية للتربية العلمية في غرس العادات العلمية للطلاب، وتطوير قدراتهم على الانخراط في الاستقصاء العلمي، وتعليمهم كيف يفكرون في سياق علمي، وضرورة التوازن بين تنمية المعرفة للمحتوى العلمي والممارسات العلمية؛ حيث إن التركيز فقط على المحتوى له تتابعات غير ملائمة؛ منها: تكوين مفاهيم ساذجة عن طبيعة الاستقصاء العلمي، وفهم خطأ عن كون العلم مجرد بنية من الحقائق المنعزلة. أما المشاركة في الممارسات العلمية، والهندسية فتساعد الطلاب في تكوين المفاهيم المتقاطعة، والأفكار المحورية، ودمجهم بعمق أكثر في رؤية العالم، كما تنمي لديهم حب الاستطلاع، وتراعي اهتماماتهم، وتحفزهم على مزيد من الدراسة مدى الحياة، والتعرف على أن العلم، والهندسة يسهمان في مواجهة التحديات المرتبطة بالمجتمع؛ مثل: توليد الطاقة، وعلاج الأمراض، ومواجهة التغير المناخي، والحفاظ على مصادر المياه العذبة، والمواد الغذائية، وغيرها.

ويمكن القول: إن معايير NGSS تسهم في استشعار الطلاب بالقيمة الحقيقية من دراسة العلوم؛ نتيجة التحام المعرفة العلمية النظرية (الأفكار المحورية) بمجموعة

من الممارسات العلمية والهندسية، ومفاهيم مشتركة، أو متقاطعة بين العلوم.

إجراءات الدراسة:

أولاً: للإجابة عن السؤال الأول: ما معايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض (الجيولوجيا)، والفضاء؟

١. لإعداد قائمة المعايير؛ اطلعت الباحثتان على معايير NGSS المعدة من قبل المجلس القومي للبحوث NRC، والرابطة القومية لتقدم العلوم، AAAS، ورابطة معلمي العلوم القومية NSTA، ومؤسسة Achieve؛ حيث صممت المعايير على هيئة أداءات متوقعة (وهي النتاجات التعليمية العامة في معايير NGSS)؛ والتي يتكامل فيها الأبعاد الثلاثة؛ كوحدة واحدة (NGSS Lead states, 2013).

٢. عُرضت قائمة المعايير على مجموعة من المحكمين المتخصصين في التربية العلمية[١]؛ لإجراء التعديلات المناسبة؛ من حيث الصياغة اللغوية، ودقتها، ومدى شمولها.

٣. وُضعت الصورة النهائية للقائمة[٢] بعد تعديلها في ضوء آراء المحكمين.

ثانيًا: للإجابة عن السؤال الثاني: ما مدى تضمين الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS في كتب العلوم بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض (الجيولوجيا)، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية؟

١. استخدمت الباحثتان قائمة معايير NGSS[٢]؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض، والفضاء؛ أداة لتحليل المضامين النصية الواردة في كتب العلوم، والأنشطة الملحقة به بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال الجيولوجيا، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية -عينة الدراسة- (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٥-٢٠١٦)؛ من أجل التعرف على مدى تضمين الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS.

٢. **تحديد وحدات التحليل**: وفقًا لـ Berg (2001) فإنه يمكن تحديد وحدات التحليل؛ وفقًا لمستوى اختيارها (الكلمة، الجملة، الفقرة، قسم من كتاب، فصل من كتاب) وقد تبنت الدراسة الموضوعات الرئيسية للدروس وحدة للتحليل، ويخضع هذا لما يسعى الباحثتان إلى تحليله. وفي حالة الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS؛ فإنها تكون ضمن الدرس؛ وليست محصورة في كلمة، ولا فقرة، ولا عبارة واحدة؛ لذلك كان الخيار الأفضل أن يكون الدرس وحدة التحليل.

٣. **صدق التحليل**: عرضت أداة التحليل، وعينتها، ووحداتها، وضوابط التحليل، ونتائج تحليل محتوى كتاب العلوم للصف الثالث الإعدادي (الفصل الدراسي الأول) على أحد المتخصصين في التربية العلمية، وأجريت التعديلات؛ وفقًا لمقترحاته.

---

[١] ملحق رقم (١): قائمة بأسماء السادة المحكمين.

[٢] ملحق رقم (٢): قائمة معايير NGSS فيما يتعلق بمجال علوم الأرض والفضاء.

٤. **ثبات التحليل**: قامت الباحثتان بإجرائين؛ أحدهما: تحليل الثبات عبر الزمن بإعادة التحليل (test- retest reliability)؛ حيث حللت إحدى الباحثتين كتاب العلوم للصف الأول الإعدادي (الفصل الدراسي الثاني)، وأعيد التحليل مرة أخرى بفارق زمني أربعة أسابيع، وثانيهما: لحساب مدى ثبات الأداة باختلاف المحللين (inter-rater reliability)؛ حيث حللت نفس الكتب؛ عن طريق الباحثة الأخرى. وحُسب معامل الثبات؛ باستخدام معادلة هولستي Holsti (رشدي طعيمه، ٢٠٠٤)، وقد جاءت معاملات الثبات عالية؛ حيث بلغت ٠.٨٩، ٠.٩٢ على التوالي.

٥. تحليل كتب العلوم بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال الجيولوجيا، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية باستخدام قائمة معايير NGSS.

ثالثًا: للإجابة عن السؤال الثالث: ما واقع التربية الجيولوجية من وجهة نظر الطلاب، والمعلمين، والموجهين، وأولياء الأمور من منظور معايير NGSS؟

نظرًا لطبيعة الدراسة الحالية التي تتطلب الكشف عن واقع تعليم الجيولوجيا وتعلمها؛ اعدت الباحثتان استبيان تكون من جزء مقيد، وآخر مفتوح؛ حيث أُعد وفقًا للخطوات الآتية:

١. **تحديد الهدف من الاستبيان**: هدف الاستبيان إلى تعرف واقع تعليم الجيولوجيا، وتعلمها في ضوء معايير NGSS، وكذلك مقترحات تطويرها؛ لدعمها في الرؤية المقترحة.

٢. **تحديد بنود الاستبيان**: حُدد بنود الاستبيان بالرجوع إلى الدراسات، والبحوث التي أجريت في هذا المجال، وكذلك الأساس النظري الذي انطلقت منه معايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ ومنها: (National Research Council, 2012; Winn, 2013).

وحددت الباحثتان مجموعة من العبارات بلغ عددها (٦٠ عبارة) التي مثلت بنود الاستبيان بالنسبة للجزء المقيد في صورته الأولية؛ حيث تم توزيعها على خمسة أبعاد أساسية؛ بحيث ينتمي كل عبارة لكل بعد من هذه الأبعاد، ويضع أفراد العينة علامة √ أمام كل عبارة؛ وفقًا للخانات الثلاثة (أوافق- لا أوافق- لا أدري)، كما صيغت ثلاثة أسئلة مفتوحة في الجزء المفتوح من الاستبيان، تسمح لأفراد العينة بالتعبير عن رأيهم بحرية؛ للوقوف على الواقع الفعلي، ومقترحاتهم بشأن التطوير.

٣. **صدق الاستبيان**: وذلك من خلال عرض الاستبيان على مجموعة من المحكمين[٣]؛ للتأكد من صحة الصياغة اللغوية، ومدى شمول بنود الاستبيان، وإجراء ما يلزم من تعديل، أو حذف، أو إضافة، كما تم عرضها على بعض (الطلاب- والمعلمين- والموجهين- وأولياء الأمور)؛ للتأكد من فهمهم، والغرض من الاستبيان، ومدى مناسبة هذه البنود من حيث الصياغة؛ حيث أُستخدم استبيان

[٣] ملحق رقم (١): قائمة بأسماء السادة المحكمين.

موحد؛ لتوافر المصداقية في نتائجه وتحقيق الغرض منه، فقد تم- بناء على ما سبق- توضيح، وتبسيط بعض البنود؛ لتصير أكثر فهمًا لعينة الدراسة؛ ومثال على ذلك:

- تركز أهداف الجيولوجيا على تنمية قدرة الطلاب على تصميم النماذج المفاهيمية.
- ترتكز طرق تعليم الجيولوجيا على طرح مزيد من الأمثلة التي تربط المحتوى الجيولوجي بالبيئة المصرية.
- تركز على أهمية إعداد الطلاب في عالم متغير.

واستبدلت بها العبارات الآتية:

- تركز على تنمية قدرة الطلاب على الفهم العميق للمفاهيم الجيولوجية.
- ترتكز على طرح مزيد من الأمثلة التي تربط المحتوى الجيولوجي بالمشكلات الحياتية، والمجتمع الذي نعيش فيه.
- دراسة مقرر الجيولوجيا، ودوره في حياة المتعلمين.

أما بالنسبة للجزء المفتوح من الاستبيان؛ حُذف سؤال من أسئلة الاستبيان المفتوح؛ لعدم تشتيت أفراد العينة، وتركيز إجاباتهم في سؤالين محددين.

٤. **ثبات الاستبيان:** حُسب الثبات؛ باستخدام معادلة ألفا كرونباخ؛ حيث بلغ ثبات الاستبيان ككل ٠.٨٢؛ مما يشير إلى ثبات الاستبيان.

٥. **الصورة النهائية للاستبيان**: تكون الاستبيان في صورته النهائية[٤] في الجزء المقيد من ٥٢ عبارة؛ موزعة على خمسة أبعاد؛ كما هو موضح بالجدول رقم (٣) الآتي:

جدول رقم (٣): يوضح أبعاد الاستبيان، وعدد بنود كل منها:

أبعاد الاستبيان	عدد البنود
١. أهداف الجيولوجيا	١٠
٢. محتوى الجيولوجيا	١٧
٣. طرق تعليمها وتعلمها	١٤
٤. مصادر التعلم	٤
٥. تقويم تعلم الجيولوجيا	٧

كما شمل الاستبيان في الجزء المفتوح سؤالين اتسما بالوضوح، وسلامة

[٤] ملحق رقم (٣): استبيان للتعرف على واقع تعليم الجيولوجيا وتعلمها.

الصياغة، ومناسبتهما لهدف البحث.

٦. **تحديد أفراد العينة**: تمثلت أفراد العينة في عدد من الطلاب والطالبات؛ ممن درسوا مقرر الجيولوجيا، وأنهوا اختبارات الثانوية العامة، وقد بلغ عددهم ٤٢٦، وطُبق على عدد من معلمي العلوم ومعلمي الجيولوجيا بالإدارات المختلفة بمحافظة الإسكندرية، وبلغ عددهم ١٧٣ معلم ومعلمة، وعلى مجموعة من موجهي العلوم وبلغ عددهم ٧٢ موجهًا وموجهة، وعدد من أولياء الأمور لديهم الخبرة في مجال العلوم، ومن خريجي الكليات العلمية المعنيين بمتابعة أبنائهم، والتعرف على المشكلات التي تواجههم في تعليمهم؛ حتى يمكن الاستفادة من استجاباتهم، وبلغ عددهم ١٢٤.

ويوضح الجدول رقم (٤) الآتي توزيع أفراد العينة على الإدارات المختلفة بمحافظة الإسكندرية.

جدول رقم (٤): توزيع أفراد العينة على الإدارات التعليمية المختلفة:

الإدارة	الطلاب	المعلمون	الموجهون	أولياء الأمور
المنتزة	٦٢	٤٠	٢٤	٣٠
شرق	١١٠	٣٧	١٦	٢٢
وسط	٨٩	٣٧	٨	٤١
غرب	٣٥	٢٠	٤	٢٣
الجمرك	٥٦	١٨	٢	٢
العامرية	٤٦	١٠	٩	٢
برج العرب	٢٨	١١	٩	٤
المجموع	٤٢٦	١٧٣	٧٢	١٢٤

٧. **تطبيق الاستبيان**: طبقت الباحثتان الاستبيان المقيد، والمفتوح على أفراد العينة، وقد راعت الباحثتان في أثناء تطبيق الاستبيان؛ ما يلي:

- تشجيع أفراد العينة على الإجابة بمنتهى الصراحة، والوضوح.
- إعطاء الوقت الكافي لأفراد العينة؛ لتقييم استجاباتهم.
- تأكيد أخذ إجاباتهم في الاعتبار، والاستفادة بها.

رابعاً: للإجابة على السؤال الرابع: ما الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية عبر المراحل الدراسية المختلفة من منظور معايير العلوم للجيل القادم NGSS؟

١. الإطلاع على الدراسات والكتابات ذات الصلة بالتربية الجيولوجية، ومعايير العلوم للجيل القادم NGSS.

٢. إعداد الرؤية المقترحة- مدعمة بأمثلة توضيحية- لتطوير التربية الجيولوجية عبر المراحل الدراسية المختلفة.

٣. عرض الرؤية المقترحة على مجموعة من المحكمين[٥]؛ للتأكد من صدقها.

٤. الصورة النهائية للرؤية المقترحة[٦] بعد تعديلها في ضوء آراء المحكمين، وقد شملت الأهداف العامة، والمحتوى، وتصميم التدريس، والتقييم، وما تتطلبه من إعداد معلمي الجيولوجيا قبل الخدمة، وتنمية مهنية لمعلمي الجيولوجيا في أثناء الخدمة.

نتائج الدراسة وتفسيرها:

أولاً: تحليل محتوى كتب العلوم للمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية، وكتاب الجيولوجيا بالثانوية العامة:

بالنسبة للمرحلة الابتدائية؛ حُلل محتوى كتب العلوم بالمرحلة الابتدائية -فيما يتعلق بموضوعات علوم الأرض والفضاء- بفصليه الأول، والثاني، وذلك بتطبيق قائمة معايير NGSS؛ للتعرف على مدى تحقق المؤشرات في كل بعد من الأبعاد الثلاثة (الممارسات، الأفكار المحورية، والمفاهيم المتقاطعة)؛ من خلال حساب تكرار ظهور المؤشر، ونسبتها المئوية من إجمالي المؤشرات كما وردت بالجدول رقم (٥).

[٥] ملحق رقم (١): قائمة بأسماء السادة المحكمين.
[٦] ملحق رقم (٤): الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية.

جدول رقم (٥): مدى تضمين مؤشرات الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS في كتب العلوم للمرحلة الابتدائية؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض (الجيولوجيا)، والفضاء:

مؤشرات أبعاد معايير NGSS								
البعد الأول: الممارسات العلمية والهندسية			البعد الثاني: الأفكار المحورية			البعد الثالث: المفاهيم المتقاطعة		
الممارسات	عددها	مدى تضمينها	الأفكار	عددها	مدى تضمينها	المفاهيم	عددها	مدى تضمينها
١- طرح الأسئلة وتحديد المشكلات.	١	١	المجال الأول: ١- الكون ونجومه.	٢	٢	١- الأنماط.	٧	٤
٢- استخدام النماذج، وتطويرها.	٥	١	٢- الأرض والنظام الشمسي.	٢	١	٢- السبب والنتيجة.	٤	١
٣- تخطيط الاستقصاء وتنفيذه.	٤	٢	٣- تاريخ كوكب الأرض.	٤	١	٣- القياس، والنسبة، والكمية.	٢	١
٤- تحليل البيانات، وتفسيرها.	١٠	٣	المجال الثاني: ١- الطقس والمناخ.	٢	١	٤- نمذجة النظام.	٤	١
٥- استخدام التفكير الرياضياتي والكمبيوتري.	٢	-	٢- الجيولوجيا الحيوية.	٢	١	٥- الطاقة والمادة.	-	-
٦- بناء التفسيرات، وتصميم الحلول.	٥	-	٣- موارد الأرض والأنظمة.	٣	٢	٦- ملاءمة الشكل للوظيفة.	-	-
٧- الانخراط في الجدل.	٣	-	٤- الألواح التكتونية.	٢	-	٧- الثبات والتغير.	٢	١
٨- الوصول إلى المعلومات، وتقييمها.	٩	٢	٥- أدوار الماء في عمليات الأرض.	٢	١			
			٦- خصائص الموجة.	١	-			
			المجال الثالث: ١- المصادر الطبيعية.	١	١			
			٢- المخاطر الطبيعية.	٣	-			
			٣- تأثير الإنسان في الأنظمة.	٢	-			
			٤- الطاقة والوقود.	١	-			
			٤- الطاقة والوقود.	١	-			
			٥- تغير المناخ العالمي.	-	-			
المجموع	٣٩	٩	المجموع	٢٧	١٠	المجموع	١٩	٨
النسبة المئوية		٩٪٢٣_٠٧	النسبة المئوية		٩٪٣٧_٠٣	النسبة المئوية		٩٪٤٢_١

أما بالنسبة للمرحلة الإعدادية؛ فيبين الجدول رقم (٦) مدى تضمن كتب العلوم بالمرحلة الإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض (الجيولوجيا)، والفضاء؛ الأبعاد الثلاثة (الممارسات، الأفكار المحورية، والمفاهيم المتقاطعة) لمعايير NGSS؛ حيث حُسب عدد المؤشرات المتحققة في كل بعد من الأبعاد، ونسبتها المئوية من إجمالي المؤشرات:

جدول رقم (٦): مدى تضمين مؤشرات الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS في كتب العلوم للمرحلة الإعدادية؛ فيما يتعلق بمجال علوم الأرض (الجيولوجيا) والفضاء:

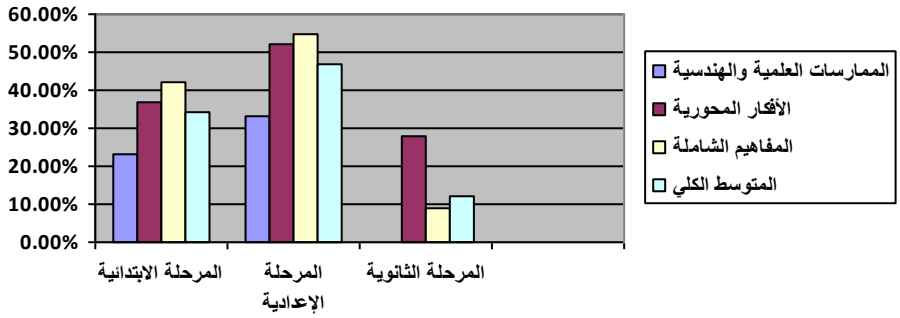
مؤشرات أبعاد معايير NGSS								
البعد الأول: الممارسات العلمية والهندسية			البعد الثاني: الأفكار المحورية			البعد الثالث: المفاهيم المتقاطعة		
الممارسات	عددها	مدى تضمينها	الأفكار	عددها	مدى تضمينها	المفاهيم	عددها	مدى تضمينها
١- طرح الأسئلة وتحديد المشكلات.	١	١	المجال الأول: ١- الكون ونجومه.	٢	١	١- الأنماط.	٣	٢
٢- استخدام النماذج، وتطويرها.	٢	١	٢- الأرض والنظام الشمسي.	٣	٣	٢- السبب والنتيجة.	٢	١
٣- تخطيط الاستقصاء وتنفيذه.	٢	-	٣- تاريخ كوكب الأرض.	١	١	٣- القياس، والنسبة، والكمية.	١	١
٤- تحليل البيانات، وتفسيرها.	٣	١	المجال الثاني: ١- الطقس والمناخ.	٢	١	٤- نمذجة النظام.	٢	١
٥- استخدام التفكير الرياضياتي والكمبيوتري.	-	-	٢- الجيولوجيا الحيوية.	-	-	٥- الطاقة والمادة.	١	-
٦- بناء التفسيرات، وتصميم الحلول.	٣	١	٣- موارد الأرض والأنظمة	٣	١	٦- ملاءمة الشكل للوظيفة.	-	-
٧- الانخراط في الجدل.	١	-	٤- الأنواع التكونية.	١	-	٧- الثبات والتغير.	٢	١
٨- الوصول إلى المعلومات، وتقييمها.	-	-	٥- أدوار الماء في عمليات الأرض.	٤	١			
			٦- خصائص الموجة.	-	-			
			المجال الثالث: ١- المصادر الطبيعية.	١	١			
			٢- المخاطر الطبيعية.	٢	١			
			٣- تأثير الإنسان في الأنظمة.	٢	-			
			٤- الطاقة والوقود.	-	-			
			٥- تغير المناخ العالمي.	٢	٢			
المجموع	١٢	٤	المجموع	٢٣	١٢	المجموع	١١	٦
النسبة المئوية		%٣٣,٣	النسبة المئوية		%٥٢,٥	النسبة المئوية		%٥٤,٥

أما بالنسبة للمرحلة الثانوية؛ فيبين الجدول رقم (٧) مدى تضمن كتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية؛ الأبعاد الثلاثة (الممارسات، والأفكار المحورية، والمفاهيم المتقاطعة) لمعايير NGSS فيما يتعلق بمجال علوم الأرض والفضاء؛ حيث حُسب عدد المؤشرات المتحققة في كل بعد، ونسبتها المئوية من إجمالي المؤشرات:

جدول رقم (٧): مدى تضمين مؤشرات الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS في كتاب الجيولوجيا للمرحلة الثانوية:

مؤشرات أبعاد معايير NGSS								
البعد الأول: الممارسات العلمية والهندسية			البعد الثاني: الأفكار المحورية			البعد الثالث: المفاهيم المتقاطعة		
الممارسات	عددها	مدى تضمينها	الأفكار	عددها	مدى تضمينها	المفاهيم	عددها	ومدى تضمينها
١- طرح الأسئلة وتحديد المشكلات.	-	-	المجال الأول: ١- الكون ونجومه.	٣	-	١- الأنماط.	١	-
٢- استخدام النماذج، وتطويرها.	٤	-	٢- الأرض والنظام الشمسي.	١	-	٢- السبب والنتيجة.	٢	-
٣- تخطيط الاستقصاء وتنفيذه.	٢	-	٣- تاريخ كوكب الأرض.	٢	-	٣- القياس، والنسبة، والكمية.	١	-
٤- تحليل البيانات، وتفسيرها.	٣	-	٤- العمليات النووية.	١	-	٤- نمذجة النظام.	١	-
٥- استخدام التفكير الرياضياتي والكمبيوتري.	٣	-	٥- الطاقة في العمليات الكيميائية.	١	-	٥- الطاقة والمادة.	٢	-
٦- بناء التفسيرات، وتصميم الحلول.	٤	-	٦- الاشعاع الكهرومغناطيسي.	١	-	٦- ملاءمة الشكل للوظيفة.	١	١
٧- الانخراط في الجدل.	٥	-	المجال الثاني: ١- الطقس والمناخ.	١	-	٧- الثبات والتغيير.	٣	-
٨- الوصول إلى المعلومات.	١	-	٢- الجيولوجيا الحيوية.	١	-			
			٣- موارد الأرض والأنظمة.	٤	٤			
			٤- الأنواع التكتونية.	١	١			
			٥- أدوار الماء في عمليات الأرض.	١	١			
			٦- خصائص الموجة	١	١			
			٧- الأرض والنظام الأرضي.	١	-			
			المجال الثالث: ١- المصادر الطبيعية.	٢	-			
			٢- المخاطر الطبيعية.	٣	-			
			٣- تأثير الإنسان في الأنظمة.	-	-			
			٤- الطاقة والوقود.	-	-			
			٥- تغير المناخ العالمي.	١	-			
المجموع	٢٢	٠	المجموع	٢٥	٧		١١	١
النسبة المئوية		٠%	النسبة المئوية		٢٨%	النسبة المئوية		٩.٠٩%

ويمكن التعبير بيانيًا عن النسب المئوية لمؤشرات الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS المتحققة في كتب العلوم بالمرحلتين: الابتدائية، والإعدادية؛ فيما يتعلق



بمجال الجيولوجيا، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية:

شكل رقم (١) التمثيل البياني للنسب المئوية لمؤشرات الأبعاد الثلاثة لمعايير NGSS؛ المتحققة في كتب المرحلة الابتدائية، والإعدادية، والثانوية، والمتوسط الكلي لها.

ويتضح من التمثيل البياني في الشكل رقم (١) أن المتوسط الكلي للنسب المئوية لمؤشرات الأبعاد الثلاثة (الممارسات العلمية والهندسية، والأفكار المحورية، والمفاهيم الشاملة) في المراحل الابتدائية، والإعدادية، والثانوية على الترتيب ٣٤.٠٦%، و٤٦.٦٥%، و١٢.٣٦%.

بالنسبة لتحليل كتب العلوم بالمرحلة الابتدائية- فيما يتعلق بموضوعات الجيولوجيا- بفصليه الأول والثاني؛ أظهرت النتائج الموضحة في جدول رقم (٥) أن نسب مستوى تحقق المؤشرات؛ بالنسبة للأبعاد الثلاثة (الممارسات العلمية، والهندسية، والأفكار المحورية، والمفاهيم المتقاطعة) على الترتيب ٢٣.٠٧%، و٣٧.٠٣%، و٤٢.١%؛ حيث تحقق ٩ مؤشرات من إجمالي ٣٩ مؤشرًا؛ فيما يتعلق ببعد الممارسات العلمية، والهندسية، في حين تحقق ١٠ مؤشرات من إجمالي ٢٧ مؤشرًا تمثل بعد الأفكار المحورية، أما بالنسبة لبعد المفاهيم المتقاطعة فقد تحقق ٨ مؤشرات من إجمالي ١٩ مؤشرًا، مما يدل على أن مستوى تحقق المؤشرات قليل؛ حيث بلغ المتوسط الكلي للنسب المئوية للأبعاد الثلاثة ٣٤.٠٦%.

وأظهرت النتائج عدم تحقق بعض الممارسات؛ كأستخدام التفكير الرياضياتي، والكمبيوتري، وبناء التفسيرات، وتصميم الحلول، والانخراط في الجدل العلمي، ومن الممارسات التي مُثلت؛ طرح الأسئلة، وتحديد المشكلات، واستخدام النماذج، وتطويرها (مثل: تصميم نموذجًا يعبر عن النظام البيئي، واستخدام الرسوم والصور في عمل بوستر (لوحة جدارية) تعبر عن أحد موضوعات التوازن البيئي)، وتخطيط الاستقصاءات، وتنفيذها (مثل: ملاحظة النجوم في السماء وتدوين خصائصها في

جدول، ودراسة حركة الشمس؛ من خلال مراقبة الشمس من ٦- ٨ أوقات مختلفة في أثناء النهار)، وتحليل البيانات، وتفسيرها (مثل: يفسر أسباب تكون حالتي الكسوف)، والوصول إلى المعلومات، وتقييمها (مثل: استخدام مكتبة المدرسة وشبكة الإنترنت في البحث عن مشكلات ذات علاقة بالوحدة، والاستعانة بشبكة الانترنت في جمع المعلومات عن أهمية الشمس في تكوين الوقود).

وبالنسبة لمحور المادة العلمية (الأفكار المحورية) لم يتطرق محتوى كتب العلوم بالمرحلة الابتدائية؛ إلى بعض الأفكار المحورية؛ كالألواح التكتونية، وخصائص الموجة، والمخاطر الطبيعية، وتأثير الإنسان في البيئة، ومصادر الطاقة وتنوعها.

وشملت المفاهيم المتقاطعة على الأنماط (مثل: حركة الأرض، وأطوار القمر، أشكال المياه على سطح الأرض)، والسبب والنتيجة (مثال: تأثير الشمس على الكائنات الحية)، ونمذجة النظام، والأنظمة (مثل: العلاقة بين الكائنات الحية وبعضها في الأنظمة البيئية)، والثبات، والتغير (مثل: توضيح أن التربة يستغرق تكوينها ملايين السنين)، والقياس، والنسبة، والكمية (مثل: أحجام الأجسام في السماء).

أما بالنسبة لتحليل كتب العلوم في المرحلة الإعدادية- فيما يتعلق بموضوعات الجيولوجيا- بفصليه الأول والثاني؛ فقد أظهرت النتائج الموضحة في الجدول رقم (٦) أن نسب مستوى تحقق المؤشرات في كتب العلوم في المرحلة الإعدادية؛ بالنسبة للأبعاد الثلاثة (الممارسات العلمية، والهندسية، والأفكار المحورية، والمفاهيم المتقاطعة) على الترتيب ٣٣.٣%، و٥٢.١٧%، و٥٤.٥%؛ حيث تحققت ٤ مؤشرات من إجمالي ١٢ مؤشرًا؛ فيما يتعلق ببعد الممارسات العلمية والهندسية، في حين تحقق ١٢ مؤشرًا من إجمالي ٢٣ مؤشرًا تمثل بعد الأفكار المحورية، أما بالنسبة لبعد المفاهيم المتقاطعة تحقق ٦ مؤشرات من إجمالي ١١ مؤشرًا، مما يدل على أن مستوى تحقق المؤشرات متوسطة حيث بلغ المتوسط الكلي للنسب المئوية للأبعاد الثلاثة ٤٦.٦٥%.

وأظهرت النتائج عدم تحقق بعض الممارسات؛ مثل: تخطيط الاستقصاء، وتنفيذها، والتفكير الرياضياتي، والكمبيوتري، والانخراط في الجدل العلمي، والوصول إلى المعلومات، وتقييمها. كما تمثلت بعض الممارسات بنسب أقل طرح الأسئلة، وتحديد المشكلات (مثل: أسئلة عن العوامل المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري)، وتحليل البيانات، وتفسيرها، وبناء التفسيرات، وتصميم الحلول (مثل: نشاط إنزلاق الصخور، ونشاط بركان من المياه الغازية)، واستخدام النماذج وتطويرها (مثل: تصميم نموذج للمجموعة الشمسية وملاحظة الكون).

وبالنسبة لمحور المادة العلمية (الأفكار المحورية)؛ هناك بعض الأفكار المحورية التي لم يتطرق إليها محتوى كتب العلوم بالمرحلة الإعدادية؛ كأدوار الماء في عمليات الأرض، والجيولوجيا الحيوية، ومواد الأرض، والأنظمة، والألواح التكتونية، وعمليات خصائص الموجة، وتأثير الإنسان في البيئة، ومصادر الطاقة وتنوعها.

كما اقتصرت المفاهيم المتقاطعة على القياس، والنسبة، والكمية (مثل: دراسة الأجرام المنتشرة في الفضاء؛ من حيث الشكل، والحجم، والنوع، وقياس السرعة في الفضاء)، والأنماط (مثل: اختلاف طول السنة من كوكب لآخر، وأغلفة النظام الأرضي)، والأنظمة ونماذج النظام (مثل: الكون، ومجراته)، والسبب، والنتيجة (مثل: تفسير حدوث الزلازل، والبراكين)، والثبات والتغير (مثل: حدوث الزلازل بصورة مفاجئة).

أما بالنسبة لتحليل كتاب الجيولوجيا في المرحلة الثانوية؛ فقد أظهرت النتائج الموضحة في الجدول رقم (٧) أن نسب مستوى تحقق المؤشرات؛ بالنسبة للأبعاد الثلاثة (الممارسات العلمية، والهندسية، والأفكار المحورية، والمفاهيم المتقاطعة)؛ هي على الترتيب: ٠%، و٢٨%، و٩.٠٩%؛ حيث لم يتحقق أي مؤشر من إجمالي ٢٢ مؤشرًا، فيما يتعلق ببعد الممارسات العلمية والهندسية، في حين قد تحقق ٧ مؤشرات من إجمالي ٢٥ مؤشرًا، تمثل بعد الأفكار المحورية، أما بالنسبة لبعد المفاهيم المتقاطعة تحقق مؤشر واحد من إجمالي ١١ مؤشرًا، مما يدل على أن مستوى تحقق المؤشرات متدن جداً حيث بلغ المتوسط الكلي للنسب المئوية للأبعاد الثلاثة ١٢.٣٦%.

وأظهرت النتائج عدم تحقق جميع الممارسات؛ كاستخدام طرح الأسئلة، وتحديد المشكلات، واستخدام النماذج، وتطويرها، وتخطيط الاستقصاء، وتنفيذها، والتفكير الرياضياتي، والكمبيوتري، والانخراط في الجدل العلمي، والوصول إلى المعلومات، وتقييمها، وتحليل البيانات، وتفسيرها، وبناء التفسيرات، وتصميم الحلول.

وبالنسبة لمحور المادة العلمية (الأفكار المحورية)، قد مُثلت بنسبة أعلى مقارنة بالبعدين (الممارسات العلمية والهندسية، والمفاهيم المتقاطعة) ولكن لم يتعرض لبعض الأفكار؛ منها: الكون، ونجومه، والنظام الشمسي، وتاريخ كوكب الأرض، والعمليات النووية، والطاقة في العمليات الكيميائية، والاشعاع الكهرومغناطيسي، والطقس والمناخ، والجيولوجيا الحيوية، والمخاطر الطبيعية، وتأثير الإنسان على البيئة، ومصادر الطاقة وتنوعها، وتغير المناخ العالمي.

كما اقتصرت المفاهيم المتقاطعة على ملاءمة الشكل للوظيفة (مثل: البنى المكونة للغلاف الصخري).

تعليق على النتائج:

ترجع النتيجة بالنسبة للمرحلة الابتدائية؛ فيما يتعلق بالأبعاد الثلاثة للمعايير إلى التركيز على المادة العلمية، مع إعطاء أهمية لبعض الممارسات العلمية التي يتم تضمينها من خلال بعض الأنشطة، كما أن بعض الأفكار المحورية التي يتم عرضها لا يبرز فيها المفاهيم المتقاطعة، وبرغم تناول الكتب أنشطة؛ غير أن أغلبها عبارة عن صور ويُطلب إلى المتعلمين التعقيب عليها.

كما تسهم الأنشطة المتضمنة في كتب العلوم بالمرحلة الإعدادية في تضمين

الكتب بعد الممارسات العلمية؛ ولكن الحاجة- لا تزال ملحة- إلى تغطية الممارسات الهندسية غير الممثلة في كتب العلوم، مع ملاحظة أن بعض الأنشطة تركز على التذكر، واسترجاع المعلومات، كما تظهر الحاجة إلى ضرورة دمج الأنشطة العلمية في سياق الكتاب دمجًا وظيفيًا؛ بمعنى مناقشة الكتاب للمفاهيم في سياق استقصائي.

أما بالنسبة للمرحلة الثانوية فإن كتاب الجيولوجيا مكرس؛ لتحقيق هدف اكتساب المعلومات عن علوم الأرض، وسرد المعلومات بطريقة مباشرة، ولا توجد عبارات تدعو المتعلمين إلى التفكير، ولا البحث، ولا التقصي، وبتحليل الكتاب نجده خاليًا من الأنشطة الاستقصائية؛ وعليه فإن الممارسات العلمية والهندسية غير ممثلة، كما أن المفاهيم المتقاطعة لم يتم تغطيتها على المستوى المطلوب.

وأخيرًا فإن كتب العلوم فيما يتعلق بمجال الجيولوجيا في المرحلتين: الابتدائية، والإعدادية، وكتاب الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية تتطلب إعادة النظر؛ فيما يتعلق بضرورة التناسق، والترابط، والتتابع؛ خصوصًا أن بعض الأفكار المحورية غير واردة في المرحلة الابتدائية والإعدادية، ويتعرف عليها المتعلمين لأول مرة في المرحلة الثانوية؛ مثل: الألواح التكتونية، كما أن بعض المفاهيم تُدرس في مراحل أدنى، ولا يتم تعميقها في المراحل الدراسية الأعلى؛ مثل: الكون ونجومه، والنظام الشمسي، والطقس والمناخ، والمصادر الطبيعية، كما أنه من الضروري تضمين الكتب طبيعة علم الجيولوجيا بشكل صريح وضمني، وكذلك إبراز العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والهندسة، وتوفير فرصًا تشجع الطلاب على الممارسات العلمية والهندسية، وعرض الأفكار المحورية بشكل يبرز المفاهيم المتقاطعة.

ثانيًا: نتائج الاستبيان، وتفسيرها:

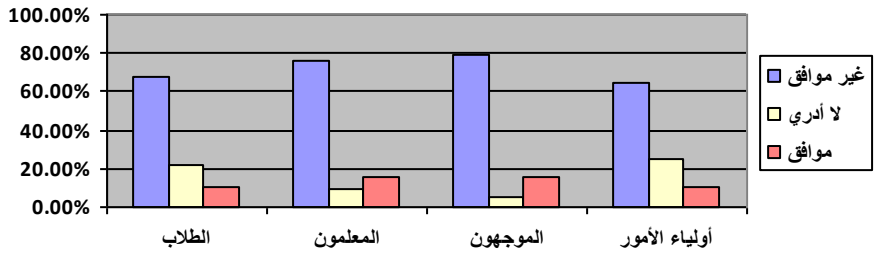
فُرغت الباحثتان استجابات أفراد العينة على الاستبيان المقيد، ثم حُسب النسب المئوية للتكرار في كل خانة من الخانات الثلاثة (أوافق- لا أوافق- لا أدري) أمام كل عبارة، وحساب المتوسط الحسابي للنسب المئوية للتكرار لكل بعد من أبعاد الاستبيان؛ كما هو موضح بالجدول رقم (٨).

جدول رقم (٨): يوضح متوسطات النسب المئوية لتكرارات استجابات العينة لكل بعد من أبعاد الاستبيان المقيد:

متوسطات النسب المئوية للتكرارات		الطلاب	المعلمون	الموجهون	أولياء الأمور
البعد الأول	موافق	%١٤.٦	%١١.٣	%١٦.٤	%١٥.٩
	غير موافق	%٥٢.٦	%٧٦.٤	%٧٩.٧	%٤٩.١
	لا أدري	%٣٢.٨	%١٢.٣	%٣.٩	%٣٥
البعد الثاني	موافق	%٢١.٦	%١٣.٩	%٩.٢	%١٦.٩
	غير موافق	%٥٥	%٧١.١	%٧٧	%٥٨.٢
	لا أدري	%٢٣.٤	%١٥	%١٣.٨	%٢٤.٩
البعد الثالث	موافق	%٦.٧	%٢٨.١	%٢٥.٨	%١١.٣
	غير موافق	%٧٢	%٧٠	%٧٤	%٥٨
	لا أدري	%٢١.٣	%١.٩	%٠.٢	%٣٠.٧
البعد الرابع	موافق	%٣	%٣.٣	%٢	%٣.٩
	غير موافق	%٩٥	%٩٦.٤	%٩٧	%٩٣.٨
	لا أدري	%٢	%٠.٣	%١	%٢.٣
البعد الخامس	موافق	%٦.٧	%١٩.٩	%٢٤	%٢.٧
	غير موافق	%٦٢.٣	%٦٤	%٦٨	%٦٣.٣
	لا أدري	%٣١	%١٦.١	%٨	%٣٤
المتوسط الكلي	موافق	%١٠.٥٢	%١٥.٣	%١٥.٤٨	%١٠.١٤
	غير موافق	%٦٧.٣٨	%٧٥.٥٨	%٧٩.١٤	%٦٤.٤٨
	لا أدري	%٢٢.١	%٩.١٢	%٥.٣٨	%٢٥.٣٨

ويمكن التعبير عن النتائج- المتعلقة بالمتوسط الكلي- بيانيًا في الشكل الآتي:

شكل رقم (٢): التمثيل البياني للمتوسط الكلي للنسب المئوية لتكرار استجابات العينة لبنود الاستبيان المقيد.



يتضح من الجدول رقم (٨)، وكذلك الشكل البياني رقم (٢)؛ أن متوسطات النسب المئوية لتكرارات الاستجابات الخاصة بكل بعد من أبعاد الاستبيان على حدة، وأيضًا المتوسط الكلي للنسب المئوية لتكرار الاستجابات للاستبيان ككل لأفراد العينة (الطلاب، والمعلمين، والموجهين، وأولياء الأمور)؛ قد أشار إلى اتفاقهم على وجود قصور في تعليم الجيولوجيا، وتعلمها؛ فيما يتعلق بأهداف الجيولوجيا، ومحتواها،

وكذلك طرق تعليمها وتعلمها، ومصادر التعلم المتعلقة بها، وكيفية تقويمها؛ وإن اختلفت نسب المتوسطات؛ إلا أنها أظهرت وجود تدنٍ واضح على مستوى الأبعاد كلها؛ وهذا ما أكدته عدة دراسات؛ منها:

دراسة (سامية ندا، ٢٠٠٣); (Snieder & Spiers, 2002); (King, 2001); (King, et al.,2005); (King, 2008).

أما فيما يتعلق بنتائج الجزء المفتوح من الاستبيان؛ فقد فرغت الباحثتان المحتوى الكتابي؛ لاستجابات العينة على السؤالين المفتوحين، وتحليلها، وقد تحددت استجاباتهم؛ كما يأتي:

(١) فيما يتعلق بالسؤال المفتوح الأول الخاص بمشكلات تعليم الجيولوجيا، وتعلمها؛ كما يرونها؛ فقد تحددت استجاباتهم فيما يأتي:

١- **الطلاب**: تمثلت استجابات الطلاب المتعلقة بمشكلات تعليم الجيولوجيا، وتعلمها في النقاط الآتية:

- أشار عدد من الطلاب إلى أن أهم مشكلات تعليم الجيولوجيا، وتعلمها؛ تتمثل في أن محتوى الجيولوجيا يتضمن موضوعات متعددة يتم تناولها بشكل سطحي؛ حيث تفتقر إلى وجود أمثلة كافية؛ تساعدهم في الفهم، وذلك بنسبة تكرار ٨٢.٤%، كما أنه يقتصر على النظريات، والفروض القديمة التي تعتمد على الحفظ أكثر من الفهم بنسبة تكرار ٧١%، كما أن المحتوى لا يتضمن التطورات الحديثة لعلم الجيولوجيا، ولا يتضمن أنشطة كافية، تشجع الطلاب على تعلم الجيولوجيا بنسبة تكرار ٧٥%، وهذا يتفق مع دراسة (Fermrli, et al., 2011).
- كما أشار بعض الطلاب إلى عدم وجود عدد كافٍ من معلمي الجيولوجيا، فضلاً عن اللجوء إلى معلمين غير متخصصين في مادة الجيولوجيا؛ ومن ثم غير متمكنين من المادة؛ مما ينعكس على شرحهم هذا المقرر، وعدم مناقشة الطلاب في موضوعاته بشكل عميق، وعدم تشجيعهم على التفكير الإبداعي؛ مما يؤدي إلى صعوبة فهم الطلاب المادة العلمية؛ وذلك بنسبة تكرار ٨٠.٦%، وهذا ما أكدته دراسة (Calange & Juran, 2009).
- ومن بين المشكلات التي أضافوها عدم تطبيق ما يتم دراسته بشكل عملي، وعدم عرض كثير من العينات، ولا النماذج المتعلقة بالمحتوى الجيولوجي؛ مثل: الجرانيت، والمالاكيت؛ بنسبة تكرار ٦٧.٥%، كما أن تدريس الجيولوجيا بشكل نظري ينعكس على اختبارات مادة الجيولوجيا التي تقيس الحفظ دون مراعاة أنها مادة جديدة على الطلاب تُدرس بشكل مكثف في الصف الثالث الثانوي؛ بنسبة تكرار ٩١.٣%.

٢- **المعلمون**: تمثلت استجابات المعلمين المتعلقة بمشكلات تعليم الجيولوجيا، وتعلمها في:

- ركز المعلمون على أن مشكلات تعليم الجيولوجيا، وتعلمها تتمحور حول عدم مناسبة المحتوى العلمي المستوى العمري، ولا العقلي للطلاب بشكل كاف؛ مما لا يمكنهم من توظيفها؛ للحصول على مهنة للمستقبل؛ بنسبة تكرار ٧٣.١%، كما أنه لا يربط المحتوى العلمي بالمشكلات الحياتية، ولا المجتمع الذي نعيش فيه، وأيضًا حذف بعض الفصول المرتبطة بالبيئة، ومتطلبات الحياة، والاهتمام بالموارد الاقتصادية؛ من الكتاب المدرسي، وعدم وضع التاريخ الجيولوجي للأرض بشكل واضح، وعدم تضمين المحتوى التطورات الجيولوجية الحديثة في كافة المواضع بنسب تكرار تراوحت بين: ٦٨.٩%- ٩٢.١% وهذا يتفق مع ما أكدت عليه دراسة (سامية ندا، ٢٠٠٣).
- وأشار بعضهم إلى أن عدم تدريس الجيولوجيا لطلاب الصف الأول الثانوي؛ يجعلهم يجهلون معنى الجيولوجيا، وأهمية علم الأرض؛ وهذا يتفق مع دراسة (King, 2008). كما أن مادة الجيولوجيا تُعرض بشكل عشوائي، ولا يوجد تسلسل في المحتوى؛ بنسبة تكرار ٨٤%، كما أن الجيولوجيا لا تُمثل في الصف الأول الثانوي، وأقل تمثيلاً في الصف الخامس الابتدائي.
- وأكد مجموعة من المعلمين وجود قصور في الجانب العملي، فضلاً عن الاستخدام المحدود للأمثلة المرئية، والنماذج المبسطة التي تسهم في فهم الطلاب المادة العلمية، وعدم وجود وسائل تعليمية مناسبة لتوضيح المعلومات؛ مثل: (الأنظمة البللورية)؛ بنسب تكرار تراوحت بين: ٧٦.٢% - ٨١.٢%.

٣- **الموجهون:** تمثلت استجابات الموجهين المتعلقة بمشكلات تعليم الجيولوجيا، وتعلمها بما يأتي:

- اهتم الموجهون بالمشكلات المتعلقة بالقصور المتعلق بالوسائل التعليمية، والنماذج، والمجسمات، وعدم توافر التكنولوجيا الحديثة بالمدارس؛ بنسبة تكرار ٧٣.١%، وعدم اهتمام المعلمين بتطبيقات الجيولوجيا في حياة المتعلمين؛ بنسبة تكرار ٦٦%.
- كما أشار بعضهم إلى عدم تأكيد منهج الجيولوجيا على تنمية الاستيعاب المفاهيمي بشكل واضح؛ بنسبة تكرار ٤٩.٤%، وافتقار محتوى الجيولوجيا للأمثلة التي ترتبط بالبيئة المصرية بشكل كاف، وأن أغلب موضوعات المقرر غير معمقة، وغير مترابطة؛ بنسبة تكرار ٦٩.٤%.
- وذكر بعضهم أن الموضوعات الخاصة بالجيولوجيا غير موزعة على الصفوف الثلاثة في المرحلة الثانوية؛ مما يتسبب في عدم فهم الطلاب إياها، ووصفها بأنها صعبة؛ بنسبة تكرار ٥٨%، وأيضًا وجود عجز في المعلمين المتخصصين في الجيولوجيا؛ بنسبة تكرار ٨٣.١%.

٤- **أولياء الأمور:** تمثلت استجابات أولياء الأمور المتعلقة بمشكلات تعليم الجيولوجيا، وتعلمها في:

- عدم دراسة الجيولوجيا في السنوات الأولى من المرحلة الثانوية، وأيضًا عدم تمثيلها بشكل منتظم على مدار السنوات المختلفة؛ مما يؤدي إلى عدم فهم الطلاب أهمية المادة، ولا استيعابها؛ بنسب تكرار ٤٩.٢%- ٧١.٢%، وأيضًا عدم مراعاة البعد التطبيقي لمجال الجيولوجيا في حياة الطلاب، وعدم الربط بين الجيولوجيا، والعلوم الأخرى؛ بنسبة تكرار ٤٢%.
- وأشارت الاستجابات الأخرى إلى وجود عدد كبير من التسميات في مقرر الجيولوجيا؛ وبخاصة أسماء المعادن باللغة اللاتينية؛ مما يضعف الإقبال على دراسة هذا العلم، ويجعل تدريس موضوعات الجيولوجيا يركز على الحفظ فقط؛ بنسبة تكرار ٦٣%.
- وذكر بعضهم أن اختبارات الجيولوجيا طويلة جدًا، وتركز على الحفظ، ولا يوجد معايير محددة لتصحيحها؛ بحيث يصححها معلمون غير متخصصين، كما لا يتضمن الكتاب المدرسي أسئلة كافية للطلاب، تدربهم على نمط الاختبارات؛ بنسبة تكرار ٧٥%.
- وأشار بعضهم الآخر إلى ضعف الاهتمام بخريجي أقسام الجيولوجيا من جانب الهيئات، والمؤسسات المختلفة فلا مجال للدارسين سوى مجال التدريس الذي يجده بعضهم مشقة دون فائدة؛ بنسبة تكرار ٣٩.٢%؛ وهذا ما أكدته النتائج التي أوضحتها ورشة عمل اليونسكو (UNESCO, 2009).

(٢) فيما يتعلق بالسؤال الثاني المفتوح الخاص بمقترحات تطوير تعليم الجيولوجيا، وتعلمها؛ فقد تلخصت استجابات العينة؛ فيما يأتي:

١- **الطلاب:** تمثلت مقترحات الطلاب بالنسبة لتطوير تعليم الجيولوجيا، وتعلمها في النقاط الآتية:

- اقترح الطلاب تقليل كم المحتوى، والتركيز على التفكير والابتكار، وأن يتضمن كتاب الجيولوجيا حلولاً للمشكلات التي يعرضها؛ بنسبة تكرار ٨٢%، وأن يُزود الكتاب بالصور، والخرائط التوضيحية؛ لسهولة تصور الأشياء، وكذلك عدم وضع أجزاء من نظرية دون إدراك بدايتها، ولا نهايتها؛ مثل: النظرية المغناطيسية؛ بنسبة تكرار ٧١.٣%، وأيضًا إعادة تنظيم المعلومات الموجودة في كتاب الجيولوجيا، وترتيبها بشكل أفضل، وأكثر ارتباطًا، مع الاطلاع على مناهج الجيولوجيا في الدول المتقدمة، وتطبيقها في مصر؛ مثل: أمريكا، وبريطانيا، وفرنسا، وألمانيا؛ للاستفادة منها، وتطوير محتوى الجيولوجيا؛ بنسبة تكرار ٥٩.١%.
- كما اقترحوا- أيضًا- تزويد المدارس بعينات من الواقع، وعدم الاقتصار على جهاز العرض، وعمل رحلات استكشافية، وزيارات ميدانية؛ لتطبيق ما يتم دراسته، وإقامة متحف جيولوجي داخل المدرسة؛ ليسير على الطلاب الاطلاع على العينات؛ بنسب تكرار ٨٢%؛ لإتاحة تطبيق منهج الجيولوجيا في العالم الواقعي؛ ومن ثم التركيز على الجوانب العلمية أكثر من النظرية، والاهتمام بالجزء العملي في هذا

المقرر؛ مثل إجراء الطلاب البحوث عن معرفة آثار الأمطار في الطبيعة؛ بنسبة تكرار ٥٣.٢%.

- وأشار بعض الطلاب إلى الاهتمام بإجراء مشروعات مشتركة بينهم متعلقة بالجيولوجيا، والبحث في الإنترنت، وعمل أبحاث، وتقارير علمية، وألا يكون تدريس الجيولوجيا بقصد النجاح في الامتحانات فقط؛ بنسبة تكرار ٦١.٥%؛ لذا لابد من أن يكون تعليم الجيولوجيا في كل المراحل الدراسية؛ بنسبة تكرار ٦٤.٢%.

٢- **المعلمون:** تمثلت مقترحات المعلمين بالنسبة لتطوير تعليم الجيولوجيا، وتعلمها في النقاط الآتية:

- اقترح المعلمون التركيز في المحتوى الجيولوجي على التطبيقات العملية، والتكنولوجية، ومجال البحث العلمي (الممارسات العلمية)، وإعادة صوغ المحتوى العلمي؛ ليناسب التطورات العلمية، والتكنولوجية؛ بنسبة تكرار ٥٩%.
- اقترحوا إدخال علم الجيولوجيا في مناهج التعليم في المراحل الأولى؛ بما يناسب المستوى العمري للمتعلمين من الصف الأول الابتدائي في صورة أنشطة؛ بنسبة تكرار ٥٢.٧%، مع الاهتمام بتوعيتهم؛ لمعرفة أن فروع العلم؛ هي: الكيمياء، والفيزياء، والبيولوجي، وعلوم الأرض بنسب تكرار ٤٨%.
- كما أشار بعضهم إلى ضرورة ربط المقرر الدراسي بالجيولوجيا في مصر؛ وذلك من خلال دراسة وادي النيل، والدلتا، والخامات المعدنية، ومواقعها، ووضع أمثلة على الفائدة التي تقدمها الجيولوجيا في حل المشكلات البيئية؛ بنسبة تكرار ٥١.٢%، وكذلك توفير رحلات لكليات العلوم قسم جيولوجيا، ورحلات للصحراء الغربية، وشمال سيناء، ورحلات لسواحل البحر الأحمر، وتضمين المقررات الظواهر الجيولوجية في مصر بشكل أعمق؛ بنسبة تكرار ٦٦.٥%، وكذا تطوير قاعات الوسائط التعليمية في المدارس، وإنشاء متحف لعلوم الجيولوجيا، يضم عينات ونماذج، وتوفير مادة مصورة علمية لمحتوى الجيولوجيا على CD؛ لجذبهم، وتوفير المجسمات؛ بنسبة تكرار ٤٨.٢%.

٣- **الموجهون:** تمثلت مقترحات الموجهين بالنسبة لتطوير تعليم الجيولوجيا، وتعلمها في النقاط الآتية:

- ضرورة تضمين دراسة تاريخ نشأة الأرض، والأحقاب الجيولوجية في مقرر الجيولوجيا؛ بنسبة تكرار ٥٣%.
- عمل مكاملة بين منهج الجيولوجيا، والتخصصات الآخرى؛ وبخاصة الجغرافيا؛ بنسبة تكرار ٤٦%.
- تضمين أنشطة، وتدريبات في مقرر الجيولوجيا لكل أجزاء المحتوى؛ بنسبة تكرار ٦٣%.

- الاهتمام بإعداد معلمي الجيولوجيا لجعلهم متخصصين، ومتمكنين من المادة العلمية؛ بنسبة تكرار ٥٣.٧%.
- تطوير اختبارات الجيولوجيا؛ لتركز على الفهم؛ بدلاً من الحفظ؛ بنسبة تكرار ٧٨%.

٤- **أولياء الأمور**: أشارت أولياء الأمور إلى بعض المقترحات المتمثلة فيما يأتي:

- تطوير المنهج، وربطه بالتكنولوجيا الحديثة، وربطه بالعلوم الأخرى؛ لتحسين جودته، وفهم المادة بشكل أعمق، وكذا ربطه بالمشكلات الحياتية الواقعية؛ بنسبة تكرار ٧٢.٨%.
- اختيار موضوعات الجيولوجيا مناسبة للمرحلة العمرية للطلاب؛ مع الاهتمام برفع وعيهم بأهمية دراستها، والاهتمام -أيضًا- بتضمين عدد كاف من الأمثلة المرتبطة بالبيئة المصرية؛ بنسبة تكرار ٤٦.٧%.
- اهتمام المدرسة بممارسة التطبيقات العلمية للجيولوجيا، وتركيز معلمي الجيولوجيا على فهم الطلاب؛ وليس الحفظ، مع توفير الوقت المناسب لدراستها، ومراعاة تطوير اختبارات الجيولوجيا؛ من حيث مدى مناسبتها الطلاب؛ بنسبة تكرار ٦٤.٢%.
- وضع أهداف جديدة لمادة الجيولوجيا تراعي حل المشكلات، وتعلمها، مع الاهتمام بإشراك أولياء الأمور في لجان تطويرها؛ بنسبة تكرار ٤٠.١%.

تعقيب على النتائج السابقة:

يتضح من نتائج الاستبيان بشقيه: المقيد والمفتوح؛ للكشف عن واقع تعليم الجيولوجيا، وتعلمها؛ وجود عدد من المشكلات التي اجمع عليها الطلاب، والمعلمون، والموجهون، وأولياء الأمور؛ كونهم المعنيين الذين يتأثرون -تأثرًا مباشرًا- بهذا القصور؛ مما يستوجب إعادة النظر في تعليم الجيولوجيا؛ من حيث أهدافها، ومحتواها، وطرق تعلمها، ومصادر التعلم، وتقويمها؛ ولكن من منظور جديد؛ وهذا ما تبنته الدراسة الحالية؛ من خلال تقديم رؤية مقترحة من منظور معايير العلوم للجيل القادم NGSS.

ثالثًا: الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية من منظور معايير NGSS في المراحل الدراسية المختلفة:

أُعدت الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية؛ من خلال الاطلاع على الدراسات، والأبحاث المتعلقة؛ بأطر العمل في معايير NGSS عبر المراحل الدراسية المختلفة، كما ارتكزت الرؤية على الدمج بين ما يتوافق مع قائمة المعايير المتعلقة بمجال علوم الأرض، ووجهات نظر الطلاب، والمعلمين، والموجهين، وأولياء الأمور لتطوير تعليم الجيولوجيا وتعلمها.

وتنطلق الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم NGSS؛ من خلال المكاملة بين الأبعاد الثلاثة: الأفكار المحورية، والممارسات العلمية، والهندسية، والمفاهيم الشاملة، والتأكيد على أهمية تحقيق المدى، والتتابع في تنظيم الأفكار المحورية الرئيسية، مع إبراز التطبيقات المجتمعية العلمية بشكل واضح، والتركيز على الأنشطة الاستقصائية، وأنشطة البحث، والتحري، وكذلك التركيز على أهمية إعداد المعلمين للجيل التالي Next Generation for Teacher Education، وكذلك التنمية المهنية لمعلمي الجيولوجيا؛ وتزودنا معايير العلوم للجيل القادم NGSS برؤية للتعليم، والتعلم؛ ولكن لا يمكن تحقيق الرؤية في معزل عن تطوير المناهج، والتدريس، وتقييم الطلاب، وإعداد المعلمين، وتنميتهم مهنيًا. وهذا ما عُرض في الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية بشكل تفصيلي، وتوضيحي؛ بأمثلة في مجال علوم الأرض والفضاء[٧].

توصيات الدراسة:

في ضوء نتائج الدراسة؛ توصي الباحثتان بـ:

١. تعليم موضوعات الجيولوجيا (علوم الأرض) في جميع الصفوف الدراسية؛ بداية من مرحلة الروضة، حتى المرحلة الثانوية.

٢. تعليم الجيولوجيا من قبل معلمين متخصصين في الجيولوجيا، وضرورة التنمية المهنية لمعلمي الجيولوجيا الحاليين في المرحلة الثانوية.

٣. الاهتمام ببرامج إعداد معلمي الجيولوجيا في كليات التربية، وطرق تدريس الجيولوجيا في ضوء التوجهات الحديثة في التربية الجيولوجية.

٤. اهتمام الخبراء التربويين، ومطوري المناهج بمعايير NGSS، وكيفية مراعاتها عند تطوير مناهج الجيولوجيا.

٥. الاستعانة بالرؤية المقترحة المعدة في الدراسة الحالية؛ لتطوير التربية الجيولوجية عبر المراحل الدراسية المختلفة.

المقترحات:

في ضوء نتائج الدراسة الحالية؛ يقترح إجراء الدراسات الآتية:

١. إعداد برامج تدريبية لمعلمي الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية في ضوء معايير NGSS.

٢. وضع تصور مقترح لتطوير مناهج البيولوجي، والكيمياء، والفيزياء من منظور معايير NGSS.

٣. تصميم محتوى في تخصصات البيولوجي، والفيزياء، والكيمياء من منظور معايير NGSS.

٤. فاعلية الرؤية المقترحة للتربية الجيولوجية في المراحل: الابتدائية، أو الإعدادية، أو الثانوية؛ من منظورمعايير NGSS.

---

[٧] ملحق رقم (٤): الرؤية المقترحة لتطوير التربية الجيولوجية من منظور NGSS.

٥. دراسات مقارنة بين معايير NGSS، ومعايير العلوم في بلدان أثبتت وجودها، ونجاح تجربتها في مجال تدريس العلوم؛ كالمعايير الكندية، واليابانية، والفنلندية.

المراجع:

١. أحلام الباز حسن. (٢٠٠٥). فعالية وحدة في علوم الأرض قائمة على البنائية لتنمية الفهم، ومهارات الاستقصاء لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، **المؤتمر العلمي التاسع: معوقات التربية العلمية في الوطن العربي: التشخيص والحلول**، المجلد الأول، الجمعية المصرية للتربية العلمية، الإسماعيلية، ٣١ يوليو- ٣ أغسطس، ٢٩٩- ٣٤٩.

٢. جامعة عين شمس. (٢٠٠٦). المؤتمر الدولي الأول لتطوير علوم الأرض والفضاء في العالم العربي باستخدام تكنولوجيا المعلومات المتطورة، ٩- ١٣ سبتمبر، القاهرة.

٣. حسين بشير محمود. (٢٠١٥). حول بعض التوجهات المعاصرة في تعليم وتعلم العلوم في القرن الحادي والعشرين، **المؤتمر العلمي السابع عشر: التربية العلمية وتحديات الثورة التكنولوجية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، القاهرة، ١٠- ١١ أغسطس، ١٩- ٢٢.

٤. رشدي أحمد طعيمة. (٢٠٠٤). **تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية: مفهومه، وأسسه، واستخداماته**، القاهرة، دار الفكر العربي.

٥. سامية ندا. (٢٠٠٣). تطوير محتوى منهج الجيولوجيا بالمرحلة الثانوية العامة في ضوء الأهداف المعاصرة للتربية العلمية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة الإسكندرية.

٦. عايدة عباس أبو غريب، وآخرون. (٢٠٠٩- ٢٠٠٨). فاعلية برنامج مقترح في علوم الأرض والفضاء للمرحلة الثانوية في جمهورية مصر العربية في تنمية بعض الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية، القاهرة، المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية.

٧. _____. (٢٠١٤). فاعلية برنامج مقترح لتنمية مفاهيم تكنولوجيا الفضاء وعلوم الأرض لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، القاهرة، المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية.

٨. عبد الله أحمد أبو غانم. (٢٠٠٧). **الجيولوجيا العامة: الجزء النظري**، الأردن، المعتز للنشر والتوزيع.

٩. محمد هيكل، عبد الجليل هويدي. (٢٠٠٨). **أساسيات الجيولوجيا الفيزيائية**، القاهرة، مكتبة الدار العربية للكتاب.

١٠. ميشيل كامل عطا الله (٢٠٠٠). **أساسيات الجيولوجيا**، الطبعة الأولى، عمان، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة.

١١. وزارة التربية والتعليم. (٢٠٠٣). **المعايير القومية للتعليم في مصر**، مشروع إعداد المعايير القومية، المجلد الثالث، القاهرة.

١٢. _____. (٢٠١٥-٢٠١٦). **العلوم: ابحث وتعلم للصف الرابع الابتدائي: الفصل الدراسي الأول**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

١٣. _____. (٢٠١٥-٢٠١٦). **العلوم: ابحث وتعلم للصف الرابع الابتدائي: الفصل الدراسي الثاني**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

١٤. _____. (٢٠١٥-٢٠١٦). **أنت والعلوم للصف الخامس الابتدائي: الفصل الدراسي الأول**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

١٥. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **أنت والعلوم للصف الخامس الابتدائي: الفصل الدراسي الثاني**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

١٦. وزارة التربية والتعليم. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **أنت والعلوم: تعلم وابتكر للصف السادس الابتدائي: الفصل الدراسي الأول**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

١٧. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **أنت والعلوم: تعلم وابتكر للصف السادس الابتدائي: الفصل الدراسي الثاني**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

١٨. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **العلوم: اكتشف وتعلم للصف الأول الإعدادي: الفصل الدراسي الأول**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

١٩. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **العلوم: اكتشف وتعلم للصف الأول الإعدادي: الفصل الدراسي الثاني**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

٢٠. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **العلوم: فكر وتعلم للصف الثاني الإعدادي: الفصل الدراسي الأول**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

٢١. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **العلوم: فكر وتعلم للصف الثاني الإعدادي: الفصل الدراسي الثاني**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

٢٢. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **العلوم: اكتشف وتعلم للصف الثالث الإعدادي: الفصل الدراسي الأول**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

٢٣. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **العلوم: اكتشف وتعلم للصف الثالث الإعدادي: الفصل الدراسي الثاني**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

٢٤. _____. (٢٠١٥- ٢٠١٦). **الجيولوجيا للصف الثالث الثانوي**، القاهرة، مركز تطوير المناهج، والمواد التعليمية.

25. Achieve Inc. (2013). Next generation science standards, Retrieved March 2 (2016), from:

    www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards.

26. Asarraf, O., & Orion, N. (2009). A design based research of an earth systems based environmental curriculum, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5 (1), 47-62.

27. Barnikel, F., & LAJ, C. (2009). Geosciences Information for Teachers (GIFT)- An International Annual Workshop during the European Geosciences Union (EGU) General Assembly, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai*, Geologia, Special Issue, 6-8.

28. Benbow, A. (2013). Earth and Space Sciences Education in U.S. Secondary Schools: Key Indicators and Trends, Center for Geoscience Education and Public Understanding: A Service of the American Geosciences Institute, Earth and Space Sciences Report, Number: 1:0, October 201, 1-10.

29. Berg, B. (2001). *Qualitative research methods for the social sciences*, Needham Heights: Allyn & Bacon.

30. Bybee, R. (2013). The next generation science standards and the life sciences: The important features of life science standards for elementary, middle, and high school levels, *The Science Teacher*, 80 (2), 25-32.

31. Calonge, A., & Juan, X. (2009). AEPECT, the Spanish Earth Science Teaching Association: 30 years of Geology teaching in Spain, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai*, Geologia, Special Issue, 9- 10.

32. Chang, C., (2001). Comparing the impacts of problem-based computer-assisted instruction and the direct interactive teaching method on student science achievement, *Journal of Science Education and Technology*, 10, 147-153.

33. Chang, C., & Mao, S. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry group versus traditional instruction, *Journal of Educational Research*, 92, 340-346.

34. Chang, C., & Weng, Y. (2002). An exploratory study on student's problem-solving ability in Earth science, *International Journal of Science Education*, 24 (5), 441-451.

35. DAL, B. (2009). An Investigation into the Understanding of Earth Sciences among Students Teachers (*Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri /Educational Sciences*: *Theory & Practice*, 9 (2), spring 2009, 597-606.

36. Dorrik, S., & McCall, G. (1996). Geoscience Education and Training**,** The association of geoscientists for international development, AGID special publication series, No 19.

37. Egyptian Science and Technology and Innovation Observatory (ESTIO). (2015). Mission of The Academy of Scientific Research and Technology, Retrieved May 15 (2016), from:

http://www.estio.eg.net/about-estio/mission.html.

38. Exxon education foundation. (1984). *Science education in the United States; essential steps for achieving fundamental improvement*, New York: Exxon education foundation Educational Leader Conference.

39. Fermeli, G., Meléndez, G., Calonge, A., Dermitzakis, M., Steininger, F., Koutsouveli, A., Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J., D'Arpa, C. and Di Patti, C. (2011). GEOschools: Innovative teaching of geosciences in secondary schools and raising awareness on geoheritage in the society, EU Project: GeoSchools, The Lifelong Learning Programme (EACEA-LLP), 120- 124.

40. Greco, R. & Gualtieri, A. (2009). The key factors to encouraging students to choose Earth Science courses at University, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, 2009, Special Issue, 11.

41. Gudovich, Y., & Orion, N. (2003). Distance learning as a new tool for studying the earth sciences in high school, in Earth science for the global community (p. 68). Abstracts of the Fourth GeoSciEd Conference, Calgary, Canada.

42. Henderson, J. (2013). New science standards engineered for depth, *Education Update*, 55 (11), 2-4.

43. Indo- German Nachkontakt Association (IGNA). (2013). Earth sciences for the society, Seminar, 7-8 November 2013.

44. Kastens, K., Manduca, C., Cervato, C., Frodeman, R., Goodwin, C., Liben, L., Mogk, D., Spangler, T., Stillings, N., and Titus, S. (2009). How geoscientists think and learn, *Eos Trans*. AGU, 90 (31), 265-266.

45. King, C. (2001).The response of teachers to new content in a National Science Curriculum: the case of the Earth-science component, *Science Education*, 85, 636- 664

46. _____. (2008).Geoscience education: An overview Studies, *Science Education*, 44 (2), 187-222.

47. _____. (2009). Supporting Earth science education across Europe and the world, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, 2009, Special Issue, 13- 16.

48. King, C., Fleming., A., Kennett, P., and Thompson, D. (2005). How effectively do Science Textbooks teach Earth Science?, *School Science Review*, 87 (318), 95- 104.

49. Kleinhans, M., Buskes, C. & Regt, H. (2010). Philosophy of Earth Science. in: Philosophies of the Sciences, Ed. Fritz Allhoff, Blackwell, 2010, 213-236.

50. Ladue, N. (2015). Help to fight the battle for Earth in US schools, *Nature*, 519 (7542), 12 March 2015, 131.

51. Martínez-Frías, J. & Mogessie, A. (2012). The need for a geoscience education roadmap for Africa, *Episodes*, 35(4), 489-492.

52. Matsuura, K. (2007). Message from UNESCO, International Year Planet Earth Book, p. 6-7.

53. National Earth Science Teacher Association. (2015). Why NESTA?, Retrieved March 2 (2016), from:

https://www.nestanet.org/cms/content/about/why.

54. National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

55. National Science Foundation. (2009). Earth science literacy principles, Retrieved March 12 (2016), from:

www.earthscienceliteracy.org

56. NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*, Washington, DC: The National Academies Press.

57. Orion, N., & Kali, Y. (2005). The effect of an earth-science learning program on students' scientific thinking skills, *Journal of Geoscience Education*, 53, 377-393.

58. Pievani, T. (2012). Geoethics and philosophy of Earth sciences: the role of geophysical factors in human evolution, *Annals of Geophysics*, 55 (3), 349- 353.

59. Qablan, A. (2016). Teaching and learning about science practices: Insights and challenges in professional development, *Teacher Development Journal*, 20 (1), 76-91

60. Qiu, W. & Hubble, T. (2002). The Advantages and Disadvantages of Virtual Field Trips in Geoscience Education, *The China Papers*, October 2002, 75- 79.

61. Rowland, R. (2014). Effects of incorporation selected next generation science standards practices on student motivation and understanding of biology, A professional paper submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Science Education, Montana State University, Bozeman, Montana

62. Snieder, R. & Spiers, C. (2002). Marketing Earth Science Education, *EOS*, Trans. Am. Geophys.Union, 83, 131.

63. Stella, V. & William, B. (1992). Mental models of the earth a study of conceptual change in childhood, *cognitive psychology*, 24, 535- 585.

64. The American Geological Institute. (2005). Why earth science, Retrieved March 9 (2016), from:

https://www.americangeosciences.org/sites/default/files/Why_Earth_Science.pdf

65. The Geological Society of America. (2011). *the importance of teaching earth science,* GSA position statement, Colorado, USA.

66. Trowbridge, L., Bybee, R. and Powell, J., (2000). *Teaching secondary school science: strategies for developing scientific literacy*, 7th edition, New Jersey: Merrill, An Imprint of prentice Hall.

67. Uçar, S. (2009). A Comparative Analysis of Earth Science Education in Elementary Schools in Turkey and in the USA, *Journal Problems of education in the 21st Century*, 11, 170- 182.

68. UNESCO. (2009). Earth Science Education Initiative in Africa, Retrieved May 2 (2016), from:

http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/earth sciences/capacity-building/earthscienceeducation/

69. Winn, K. (2013).The Next Generation Science Standards (NGSS): An Overview, Presenta/on adapted from the work of: John Spiegel Science Coordinator San Diego County Office of Educa/on. Retrieved March 9 (2016), from:

http://www.smcoe.org/assets/files/learningandleadership/stemcenter/science/NGSS%20Overview%20Fall%202013.pdf.

70. Wysession, M. (2013). The Next Generation Science Standards

and the earth and space sciences: The important features of Earth and space science standards for elementary, middle, and high school levels, *The science teacher*, April/ May 2013.

71. Wysession, M., Nicole, N., Budd, Campbell, D., Conklin, M., Kappel, E., Lewis, G., Raynolds, R., Ridky, R., Ross, R., Taber, J., Tewksbury, B., and Tuddenham, P. (2012). Developing and Applying a Set of Earth Science Literacy Principles, *Journal of Geoscience Education*, 60 (2), 95-99.

72. Zagorchev, I. (2008). Earth sciences and culture: Natural and cultural heritage in the international year of planet earth, *Proceedings of the International Conference*, 29-30 October 2008, Sofia, Publishing House, 15-17.