دور مناهج الفيزياء في علاج مشكلات المناخ وتحقيق التنمية المستدامة

إعداد: د./ إيناس محمد موسى حسن[١٥]

المستخلص:

تعتبر القضايا البيئية، وخاصة تغير المناخ وتأثيره، واحدة من أهم التحديات التي تواجه التنمية في القرن الحادي والعشرين، حيث يعد تلوث الهواء والمخلفات الصلبة وارتفاع الحرارة والكثافة السكانية العالية ونقص المساحات الخضراء والصرف الصحي ضمن أشد التحديات بالنسبة للتنمية، ونتيجة لافتقار العديد من البلدان للدعم اللازم، لمواجهة التغير المناخي كان لابد من تعليم الطلاب في المدارس التغيرات المناخية وآثارها على الإنسان والبيئة والحياة ككل؛ فالتغيرات المناخية تؤثر على حياه الإنسان وقدرته على الاستمرار في الحياة.

وتعتبر مادة الفيزياء ضرورية لفهم الظواهر الطبيعية، فهي توفر أساساً لفهم تأثير البشر في التغير المناخي، وهذا الفهم ضروري لتعزيز قدرات الطلاب على المواجهة والتصدي للتغيرات المناخية والتكيف معها والتفكير في حلول لها لتحقيق التنمية المستدامة، وتسعى هذه الورقة إلى تأكيد دور مناهج الفيزياء في علاج مشكلات المناخ، وتعريف أهمية تدريس التغيرات المناخية وكيفية التغلب عليها، وتستعرض هذه الورقة التغير المناخي، والتنمية المستدامة، وأهمية دور مناهج الفيزياء في فهم التغيرات المناخية والتكيف معها والتفكير في إيجاد حلول لها، وفي ضوء تأصيل الدراسة النظرية توصلت الباحثة إلى أهمية دور منهج الفيزياء في علاج المشكلات المناخية، والتعليم من أجل التنمية البيئة المستدامة، وأنه لفهم الآليات التي يؤثر بها التغيير المناخي على البشر والكائنات الحية الأخرى، يحتاج الطلاب للفهم السليم للفيزياء وخصائص المادة والديناميكا الحرارية وديناميكيات السوائل، من أجل مواجهة الكوارث الطبيعية ومكافحة التلوث، والحفاظ على الطاقة، والطاقة المتجددة، والتخلص من النفايات.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي – التنمية المستدامة- منهج الفيزياء.

[١] مدرس، أكاديميه مصر للعلوم والتكنولوجيا.

المقدمة:

لم يشهد العالم اهتماما بالغاً بموضوع المناخ والتغيرات المناخية كما هو الحال في عصرنا الحاضر، وهذا ما يعكس خطورة الوضع والإحساس بالمسؤولية تجاه ما أحدثه التقدم الصناعي والسلوك البشري- الباحث عن الرفاهية- من نتائج بالغة الأثر على مناخ كوكب الأرض؛ والذي بدأت آثاره تظهر بشكل واضح للجميع كازدياد معدلات الأعاصير بشكل ملحوظ في المناطق التي تتعرض للأعاصير بشكل أكبر مما اعتادت عليه تلك المناطق، وكذلك وصول الأعاصير إلى مناطق لم تكن الأعاصير مألوفة بها، وأصبح للتغيرات المناخية تأثيرات متباينة من حيث الأعاصير والفيضانات في مناطق، والجفاف في مناطق أخرى، وكل منهما له آثاره الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والنفسية على الأفراد والمجتمعات والدول. وهذا ما يجعل موضوع التغيرات المناخية ذا أهمية بالغة.

تؤثر التغيرات المناخية على صحة البيئة المحيطة، حيث من المحتمل أن ترتفع وتيرة حدوث الكوارث الطبيعية كالجفاف والفيضانات وغيرها، والتي قد تهدد سلامة وصحة الإنسان بصورة مباشرة وغير مباشرة، حيث أوضح عدد من الهيئات الدولية أن للتغيرات المناخية آثاراً صحية محتملة على الإنسان، من ضمنها انتشار الأمراض وتلوث الغذاء، وقد تؤثر في صحة الأشخاص الذين يعانون الأمراض مزمنة، وتسبب في الكثير من الكوارث والفيضانات.

ويعانى العالم حالياً من قضية التغير المناخي والأثار السلبية الناتجة عنه، والتي تتزايد في الآونة الاخيرة بشكل كبير، حيث تتصاعد وتيرة القلق يوماً بعد يوم إزاء ما يعانيه العالم من آثار سلبية لتغير المناخ وما له من عواقب وخيمة على تحقيق التنمية المستدامة، وقد اكدت التقارير والأبحاث الدولية زيادة تركيز غازات الاحتباس الحراري (الغازات الدفيئة) في الغلاف الجوي وارتفاع في درجات الحرارة في العالم. ونتيجة لهذه التحديات المحتملة، هناك حاجة ملحة إلى اتخاذ تدابير استباقية لحماية أجيالنا القادمة من تهديدات خطيرة، من المتوقع زيادتها في المستقبل، لذا تطلب الامر التوجه بالتفكير للتكيف مع المناخ والتخفيف من الأثار السلبية للتغير المناخي وعلاقتها المباشرة بالتنمية المستدامة في مصر بوجه عام وفي مناطق الاسكان غير الرسمي بوجه خاص، حيث أشار التقرير الصادر عن البنك الدولي ان كل ارتفاع اضافي لسطح البحر بمقدار(٣٩بوصة) شأنها أن تؤدي إلى أضرار بالغة للدول الساحلية، وخاصة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مثل مصر.

ومن جانب اخر فان دخول مصر في نطاق التغير المناخي، جعلها أكثر عرضة للكوارث البيئية والإنسانية، حيث أعلن الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، عن ارتفاع كمية الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استهلاك المنتجات البترولية والغاز الطبيعي؛ بنسبة (٠,١%) في مصر كما بلغ متوسط نصيب الفرد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (٣,٨٨طن/ فرد) عام

(٢٠١٧) مقابل (١,٩٨طن/ فرد) عام (٢٠١٦) بزيادة ،٩٦%ويرجع السبب في ذلك إلى زيادة الأنشطة الصناعية والسكانية التي تؤدى إلى زيادة الانبعاثات الحرارية لذا كان من الضروري ايجاد حلول فعاله وسريعة لمواجهة الاثار الناجمة عن تلك التغيرات المناخية قبل ان تتفاقم اثارها ويصعب السيطرة عليها بعد ذلك (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء،٢٠١٧)

وقد أشار البيان الصادر عن (Organization Meteorological World, 2007)المنظمة العالمية للأرصاد الجوية في مؤتمر مدريد إلى تأثر كل فرد في المجتمع، وتأثر كل قطاعات المجتمع بظاهرة التغيرات في الطقس والمناخ والمياه. وبين التقرير الختامي للمؤتمر بأنه حتما سوف تؤثر هذه التغيرات المناخية على الاستقرار البشري، وأنماط حياتهم، وأوضاعهم المعيشية والاقتصادية، وعلى جودة البيئة الطبيعية حولهم. وأوضح البيان بأن هذه التأثيرات المجتمعية تتجسد في الآتي:

١- المخاطر والكوارث الطبيعية (حرائق الغابات، والعواصف، والفيضانات، والجفاف، والأعاصير، والعواصف الثلجية)
٢- تقلبات الطقس (درجة الحرارة، والرطوبة، والرياح، ومعدل سقوط الأمطار).
٣- التغيرات المناخية (الأنواء المناخية الاستثنائية، والتغيرات طويلة المدى).
٤- جودة الهواء (الدخان، والمواد الكيميائية، وتلوث الهواء، والأتربة وعوالق الغبار).
٥- المياه (الفيضانات والجفاف: الكم والنوع في المياه)
٦- المحيطات (درجة الحرارة، والملوحة، والأمواج والتيارات البحرية، وتسونامي).

يشكل تغير المناخ أحد أهم الاخطار المحدقة التي تواجه البشرية في الوقت الراهن، وإذا لم يتخذ العالم إجراءات فاعلة حياله، فإن كوكب الارض معرض لارتفاع درجة حرارته في شكل يؤدي إلى وقوع كوارث مختلفة في أنماطها وخطيرة في تأثيراتها من شأنها أن تتسبب في تراجع مكاسب التنمية البشرية عقودا إلى الوراء، مما يساعد في تعاظم هذه الأخطار أن نصف سكات الارض يعيشون في المدن التي تسهم بنسبة (٨٠ %) من النمو الاقتصادي العالمي، وبنحو(٧٠ %) من غازات الاحتباس الحراري المرتبطة بتوليد الطاقة، وأيضا مما يسارع في ذلك أن في العالم الكثير من المدن مازالت تتمدد بشكل خارج عن السيطرة وتعد الاقطار النامية أكثر تضرراً بالتغيرات المناخية نتيجة لارتفاع الكثافة السكانية، وتدني البنية التحتية وضعف السياسات التأمينية ونقص الغذاء، وتفشي المشاكل الصحية، إضافة إلى اعتمادها على الطاقة الاحيائية " الحطب والفحم" كمصدر للطاقة ممدا يعني إزالة الغطاء النباتي.

تعتبر المناهج الدراسية أداة مهمة وفعالة في تنمية جميع جوانب شخصية المتعلم، وتعد نقطة الانطلاق لتطوير تفكيره العلمي من خلال عرضها للحقائق والمفاهيم والقضايا العلمية الأساسية والمعاصرة التي تساعد في إعداده إعداداً علمياً فالتوجهات في العالم المعاصر تجعل من المناهج وسيلة للتغلب على تحديات العصر باعتباره أداة التربية لإعداد موارد بشرية قادرة على أن تكون أداة التنمية الشاملة.

ويعد التعليم من أجل التنمية المستدامة هو التعليم الذي يمكن الدارسين من اكتساب ما يلزم من تقنيات ومهارات وقيم ومعارف لضمان حياة أفضل لهم ولمجتمعهم وتتنوع أهداف التعليم من أجل التنمية المستدامة فمنها ما يعمل على زيادة الفهم والوعي والإدراك العام للمجتمعات بقضايا التغيير والتنمية، وزيادة الوعي بالعلاقة بين السكان والموارد الطبيعية، وكيفية استخدام واستغلال تلك الموارد بصورة جيدة، ووضع خطط للمحافظة عليها لتحقيق الاستدامة.

يشكل تغيّر المناخ مخاطر كبيرة على النظم الحيوية وحياة البشر فبالإضافة إلى النتائج المباشرة لتغيّر المناخ، فإن هناك العديد من العواقب الأخرى المرتبطة بالتغيرات المناخية الناتجة عن الانشطة البشرية مثل تلّوث الهواء والماء والتربة وتدهور النظم البيئية لكل من التربة والمياه الناتج عن الأنشطة الصناعية والتمدد الحضري والنقل والاستخدام غير المستدام للموارد، تشكل أزمة المناخ أكبر تهديد لبقائنا كنوع، فهي تهدد بالفعل حقوق الانسان في جميع أنحاء العالم؛ فدرجات الحرارة العالمية ما فتئت ترتفع بسبب انبعاثات غازات الدفيئة الناشئة عن النشاط البشري. ويسهم ارتفاع درجات الحرارة إسهاماً مباشراً في حدوث الآثار الضارة، مثل الجفاف والفيضانات وارتفاع مستوى سطح البحر وموجات الحر والظواهر الجوية القصوى وفقدان التنوع البيولوجي وانهيار النظم الايكولوجية ولا يهدد تغير المناخ الحياة البشرية فحسب، بل الحياء كافة

أهداف الورقة البحثية:

تأكيد دور مناهج الفيزياء في تعريف الطلاب بالمشكلات المناخية والتكيف معها والتفكير في حلول والتعلم من أجل التنمية المستدامة التخفيف من الأثار السلبية للتغير المناخي، وانطلاقاً من أن السبب الرئيسي لتغير المناخي هو زيادة نسبة الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي والتي يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون والاحترار والتصحر إلى غير ذلك التغيرات المناخية.

ومن أجل تحقيق أهداف الورقة البحثية استخدمت الباحثة المنهج الوصفي الاستقرائي لبحث اشكالية التغيرات المناخية وتأكيد على دور مناهج الفيزياء في مجال التغيير المناخي.

أهمية الورقة البحثية:

تظهر أهمية هذه الورقة في توضيح مفاهيم تغيرات المناخ ومشكلاتها، وأسبابها، وأساليب مواجهتها، وإبراز دور مناهج الفيزياء في التغيرات المناخية

وفي تحقيق التنمية المستدامة، وفي تزويد الطالب بالمعلومات والمعارف والمهارات والقيم البيئية، وتغيرات المناخ وتحقيق التنمية المستدامة.

أدبيات البحث:

يتم تناول أدبيات البحث كما يلي:

أولاً: التغيرات المناخية وأسبابها والتعليم ودور الفيزياء في التغير المناخي:

- **التغير المناخي:**

ظاهرة تغير المناخ: Change Climate هي في الأصل ظاهرة طبيعية تحدث كل عدة آلاف من السنين، ولكن نظراً للنشاطات البشرية المتزايدة أدى ذلك إلى تسارع حدوث تغير المناخ، وتعرف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغُّير المناخ (UNFCCC): التغُّير المناخي على أنه "تغُّير في المناخ يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري والذي يفضي إلى تغُّير في تكوين الغلاف الجوي العالمي والذى يلاحظ، "بالإضافة الى التقلب الطبيعي للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة" ويشير هذا التعريف الى أن الانسان يعتبر الفاعل الرئيسي في التغيير المناخي بالإضافة الى العوامل الطبيعية.

يُعرّف المناخ (A. John Arnfield,2020,i) بأنّه الظروف الجوية السائدة في منطقة معينة، على مدى فترة طويلة من الزمن، ويتحدد المناخ من خلال تأثير مجموع عناصر الغلاف الجوي والتغييرات الحاصلة فيها على المدى الطويل.

بمعنى اخر فأّن التغُّير المناخي عبارة عن تغيرات في الخصائص المناخَّية للكرة الارضية نتيجة للزيادات الحالية في نسبة تركيز الغازات المتولدة عن عمليات الاحتراق في الغلاف الجوي، بسبب الانشطة البشرية التي ترفع من حرارة الجو، ومن هذه الغازات: ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكاسيد النيتروجين، والكلورو فلوروكربون، ومن أهم التغيُّرات المناخَّية: ارتفاع حرارة الجو، واختلاف في كمية وأوقات سقوط الأمطار، وما يتبع ذلك من تغُّير في الدورة المائية وعملياتها المختلفة، أما فريق العمل الحكومي الدولي لتغير المناخ GIEC) (فقد اعتبر التغيرات المناخية :"كل أشكال التغيرات التي يمكن التعبير عنها بوصف إحصائي، والتي ممكن أن تستمر لعقود متوالية، الناتجة عن النشاط الانساني، او الناتجة عن التفاعلات الداخلية لمكونات النظام المناخي"، ويضيف هذا التعريف خاصية استمرارية ظاهرة التغيرات المناخية والتي كانت أسبابها انية الا ان استمرار اثارها السلبية سيكون، لأجيال قادمة. (عبد العزيز، ٢٠٠٦، ٢٣)

يقصد بتغير المناخ التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس. قد تكون هذه التحولات طبيعية فتحدث، على سبيل المثال، من خلال التغيرات في الدورة الشمسية. ولكن، منذ القرن التاسع عشر، أصبحت الأنشطة البشرية المسبب الرئيسي لتغير المناخ، ويرجع ذلك أساسًا إلى حرق الوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط والغاز.(الامم المتحدة، ٢٠٢٢)

يُعرف التغير المناخي بالإنجليزية (Climate Change) :بأنّه التغير طويل الأمد في درجات الحرارة وأنماط الطقس في مكان ما على سطح الأرض، وقد يكون في مكان معين أو في الكوكب ككل، حيث يحدث تغير المناخ نتيجة ما يُعرف باسم الاحتباس الحراري، وهو زيادة درجة الحرارة الكلية للأرض بسبب الأنشطة البشرية، ومنها حرق الوقود الأحفوري: كالغاز الطبيعي، والنفط، والفحم، ممّا يؤدي إلى إطلاق العديد من الغازات الضارة في الغلاف الجوي للأرض، والتي تعمل بدورها على حبس حرارة الشمس داخل الغلاف الجوي، مسببة ارتفاع في درجات الحرارة على الأرض.(Climate Change,2019,i)

نظراً لكون التغيرات المناخية نتاجا للسلوك البشري، فقد نُظر إلى التوعية بشأنها من الأمور التي يجب أن تحظى باهتمام كبير من أجل جعل السلوك البشري أكثر مراعاة للقواعد البيئية، من خلال تنمية معلومات الأفراد واتجاهاتهم ومواقفهم المناخية، بما يجعلهم أكثر إحساسا بالخطر المناخي، إذ الفرد الذي يرشد في استهلاك الطاقة فإنه لا يوفر على نفسه تكاليف استهلاكه فحسب بل يسهم في الحد من استخدام مصادر الطاقة الأحفورية التي تسهم في زيادة التغيرات المناخية (الشعيلي والربعاني، ٢٠١٠).

بدأ تغيّر المناخ على سطح الأرض منذ تكوّنها، أي قبل نحو ٤,٥ مليار سنة، وذلك نتيجةً لعواملٍ طبيعية، مثل: الانفجارات البركانية، والتغيّرات في مدار كوكب الأرض، وحركة الصفائح التكتونية، وغيرها، فقد كان المناخ على الكوكب يتغيّر تقريباً كلّ مئة ألف عام بشكلٍ متزامن خلال مرحلتين؛ هما مرحلة الفترات الجليدية، ومرحلة ما بين الجليديين التي تتميّز بدرجات حرارة أكثر دفئًا، وذلك بسبب التغيّرات التي كانت تحدث في مدار دوران كوكب الأرض حول الشمس، إلّا أنّ ذلك لم يستمرّ طويلًا، فمنذ بداية الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر الميلادي أصبحت النشاطات البشرية - مثل حرق الوقود الأحفوري، وتغيير استخدامات الأراضي - السبب الرئيسي لتغيّر المناخ، إذ أدّت إلى ارتفاع درجات الحرارة على مستوى العالم بطريقةٍ سريعةٍ جدًا Causes of climate (change,Met Office College,2020,i)

وتذكر (UNSCO,2022,1) التعليم أمر بالغ الأهمية لتعزيز العمل المناخي يساعد الناس على فهم آثار أزمة المناخ ومعالجتها، وتمكينهم بالمعرفة والمهارات والقيم والمواقف اللازمة للعمل كعوامل للتغيير، كما يقر المجتمع الدولي بأهمية التعليم والتدريب للتصدي لتغير المناخ، تدعو اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ واتفاق باريس وأجندة العمل من أجل التمكين المناخي المرتبطة بها الحكومات إلى تثقيف وتمكين وإشراك جميع أصحاب المصلحة والمجموعات الرئيسية في السياسات والإجراءات المتعلقة بتغير المناخ.

- **أسباب تغيّر المناخ:**

١- أسباب بشرية:

تعدّ الأنشطة البشرية السبب الرئيسي لتغيّر المناخ وزيادة درجة حرارة الأرض على مدى الخمسين سنة الماضية، إذ أدّت الأنشطة الصناعية التي تعتمد عليها طبيعة الحياة الجديدة إلى رفع مستويات غازات الدفيئة - مثل: غاز ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروجين - في الغلاف الجوي بشكل كبير جداً، فقد بدأ الإنسان منذ بداية الثورة الصناعية بحرق كميات متزايدة من الوقود الأحفوري، ممّا أدّى إلى تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الجوّ، والذي ينتج من عملية الحرق التي تحدث بين الكربون والأكسجين في الهواء، بالإضافة إلى قطع الإنسان للأشجار، وتحويله لمساحات شاسعة من أراضي الغابات إلى أراضٍ زراعية، والعديد من الأنشطة الأخرى التي أدّت إلى الاحتباس الحراري(Causes of climate change, (2019)&The Causes of Climate Change (2020)& Murat Suner,2019)

وفيما يأتي بعض أهمّ الأنشطة البشرية المسبّبة لتغيّر المناخ:

- **إزالة الغابات تعدّ إزالة الغابات:** أحد الأسباب البشرية الرئيسية لتغيّر المناخ، ممّا يساهم في حدوث الاحتباس الحراري، فالأشجار تستهلك غاز ثاني أكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي، كما تخزّن الفائض منه لدعم نموّها وتطوّرها، وعند قطعها ينبعث ثاني أكسيد الكربون المخزّن فيها ليتراكم في الغلاف الجوي وتصبح مكشوفة أكثر لأشعة الشمس، ممّا يؤدّي إلى زيادة في امتصاص سطح الأرض للطاقة الحرارية، وهذا بدوره يسبّب الاحترار العالمي.
- **الزراعة تعدّ الزراعة:** أحد أهمّ الأسباب البشرية لتغيّر المناخ، وذلك بسبب ما يتمّ فيها من إزالة الغابات لغاية استغلال أراضيها وتحويلها إلى أراضٍ زراعية، إلى جانب الممارسات الزراعية الحديثة - مثل اللجوء إلى الأسمدة الصناعية، واستخدام الآلات لتكثيف الإنتاج الزراعي - التي تعدّ من العوامل المساهمة بشكل كبير في زيادة انبعاث غازات الدفيئة، وحدوث الاحتباس الحراري، وتغيّر المناخ، ويجدر بالذكر أنّ النفايات الكيميائية التي تنتج عن بعض الممارسات الزراعية تساهم في تغيّر المناخ من خلال ما تتسبّب به من فقدان التنوّع الحيوي، وتسريع تآكل التربة، وزيادة حموضة مياه المحيطات
- **التصنيع:** ترتبط الثورة الصناعية وأنشطة التصنيع المختلفة بالآثار البيئية الضارّة التي تسبّب التغيّرات المناخية، إذ أدّت الابتكارات التكنولوجية الحديثة إلى استبدال العمالة البشرية بآلات تستهلك كميات كبيرة من الطاقة، ومع زيادة التصنيع ازداد استخدام الوقود، ممّا نتج عنه الكثير من الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة لغازات الدفيئة ممّا ساهم في اكتظاظ السكان، وزيادة التلوّث، بالإضافة إلى ما تسبّب به التوسّع العمراني الهائل من إزالة الغابات، وبالتالي

زيادة تراكم غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وحدوث الاحتباس الحراري، وتغيّر المناخ.

٢- أسباب طبيعية:

مرّ كوكب الأرض قبل وقت طويل من وجود البشر بتغيّرات مناخية طبيعية، ومن الأسباب الطبيعية التي تؤدّي أيضاً إلى تغيّر المناخ ومثل التأثيرات والدورات الطبيعية التي تمرّ بها الأرض،(Melissa Denchak,2017& Causes of climate change,2020) وفيما يأتي بعض منها:

- **الإشعاع الشمسي:** أثّرت الطاقة المتغيّرة من الشمس في الماضي على درجة حرارة الأرض، ولكنّها لم تكن كافية لتغيير المناخ، فأي زيادة في الطاقة الشمسية ترفع من حرارة الغلاف الجوي للأرض، ولكنّها تتسبّب بالاحترار الطبقة السفلية منه فقط.
- **الانفجارات البركانية:** تطلق البراكين بعض الغازات الدفيئة مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، ولكن كميته تكون أقلّ بخمسين مرّة من الكمية التي تنتجها الأنشطة البشرية، ولذلك لا تعدّ البراكين السبب الرئيسي للاحتباس الحراري، وفي المقابل قد يكون لها تأثيراً مختلفاً على مناخ الأرض، فالجزيئات الصغيرة المسمّاة بجزيئات الهباء الجوي Aerosol Particles التي تُطلقها البراكين تساهم في تبريد الأرض، ولذلك يعدّ التأثير السائد للانفجارات البركانية هو التبريد وليس الاحترار.
- **دورات ميلانكوفيتش** (Milankovitch cycles): هي التغيّرات القليلة التي تحصل لميلان محور كوكب الأرض ومساره أثناء دورانه حول الشمس، إذ تؤثّر هذه التغييرات على كمية ضوء الشمس الساقط على الأرض، ممّا يتسبّب في تغيير درجة حرارة الأرض، إلّا أنّ هذه الدورات تحدث على مدى عشرات أو مئات الآلاف من السنين، ومن غير المحتمل أن تكون المسبّب للتغيّرات الكبيرة التي نشهدها اليوم في مناخ الأرض.
- **ظاهرة التذبذب الجنوب**(ENSO)هي دورة مناخية تحدث بسبب النمط المتغيّر لدرجة حرارة المياه في المحيط الهادئ، وتُعرف مرحلة الزيادة في درجة حرارة البحر بالنينو(El-Nino) بينما تُعرف مرحلة التبريد بالنينا La) (Niña، ويكون تأثير هذه الأنماط على درجة الحرارة العالمية لفترة قصيرة من الوقت، أي لأشهر أو سنوات، ولا تفسّر الاحترار المستمرّ الذي يحدث اليوم.

وتشير (منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، ٢٠١٧،١٢) أن مسألة التصدي لتغير المناخ هي مسألة معقدة، إذ ينطوي الأمر فيها على قضايا بيئية واقتصادية واجتماعية وثقافية وعرقية وسياسية وعلمية وتكنولوجية. ولهذا السبب،

ينبغي أن تُدرج المدرسة العمل المناخي في جميع المواد - وليس فقط في مقررات العلوم والمواد الاجتماعية.

- **دور الفيزياء في التغير المناخي:**

يقصد بالتعليم المناخي إدراج محتوى ضمن المناهج الدراسية يهدف إلى توعية الطلاب بالجوانب المختلفة لأزمة المناخ، وطرق التخفيف من أثارها والتكيف معها، وتقليل البصمة الكربونية، وغيرها من الموضوعات المهمة والتي يجب أن يعرفها كل فرد يعيش على الأرض.

نصت المادة ٦ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ، والتي يطلق عليها برنامج عمل نيو دلهي (٢٠٠٢ – ٢٠١٢)، على أن التعليم والتدريب والوعي العام جزء لا يتجزأ من الاستجابة لمواجهة تغير المناخ. وقد تجددت هذه الدعوة عام ٢٠١٢ من خلال برنامج عمل الدوحة القائم على المادة ٦ من الميثاق.

في الشرق الأوسط لم تتوسع مسألة تدريس التغير المناخي في المدارس حتى الآن رغم الدعوات الأممية المتكررة بضرورة ذلك، وباستثناء تركيا، التي أدرجت التغير المناخي في مناهجها التعليمية بالفعل العام الماضي، يضاف التغير المناخي عادة إلى مادة العلوم في المدارس الإعدادية والثانوية، هذا إذا كان يتم تدريسه في المدارس أساسا، ما يؤكد أن المنطقة الأكثر تضررًا من أثار التغير المناخي هي الأقل وعيًا به.

رغم ذلك، هناك بعض المطالبات والمساعي في بعض الدول لإدراج التغير المناخي في المناهج، ففي ٢٠١٦ أعلنت وزارة التغير المناخي والبيئة في الإمارات إدراج قضايا التغير المناخي ضمن المناهج الدراسية، لتشجيع الطلبة وحثهم على تطوير مشاريعهم البحثية بما يتناسب مع توجهات الدولة في المحافظة على الثروات الطبيعية وتحقيق التوازن المناخي، ومواكبة التوجه العالمي لتقليل الانبعاثات الكربونية بموجب اتفاقية باريس.

وفي مصر يبدو الأمر قريبًا أيضًا، حيث كان هناك مطالبات، بضرورة دمج موضوعات تغير المناخ في المناهج الدراسية بجميع المراحل التعليمية بما في ذلك المساهمات المحددة وطنيًا وخطط التكيف الوطنية.

ويشير (Matthew,Schneider,2021,1) ويُقصد بالتعليم المناخي إدراج محتوى ضمن المناهج الدراسية يهدف إلى توعية الطلاب بالجوانب المختلفة لأزمة المناخ، وبما أن تغيُّر المناخ هو ظاهرة سيكون على شباب اليوم التعامل معها لبقية حياتهم، فإن هذا التوجُّه نحو التعليم المناخي هو تطوُّر مُرحَّب به.

ويرى (Baehr, J; Keller, K and Marotzke, 2007) ضرورة تدريس الطلبة نوعية السلوك المرغوب به للتعامل مع التغيرات المناخية. وتلعب مؤسسات الإعداد الدور الرئيس في إعداد معلمين يمتلكون المعلومات التي تمكنهم من عرض قضية التغيرات المناخية ويمتلكون اتجاهات ايجابية نحو الحد من

التغيرات المناخية بحيث تعكس سلوكياتهم تلك الاتجاهات، بما يؤدي إلى تنمية الوعي لدى الطلبة الذين يقومون بتدريسهم.

ولتدريس تغير المناخ في المدارس، ويمكنكم إدراج القضايا ذات الصلة بالتغيرات المناخية في كل مادة من المواد، وعلى سبيل المثال، يمكنكم القيام بما يلي:

- إعداد ملصقات، في مجال الفنون البصرية، عن تأثيرات تغير المناخ،
- ممارسة مهارات الاتصال التي يحتاجون إليها للتحدث عن القضايا التي تؤثر على حياتهم، وذلك في حصص اللغات.
- يُطلب من الطلاب رسم خرائط مفاهيمه تُبين الصلات بين القضايا الاجتماعية والبيئية والاقتصادية.
- جعل الطلاب يكتبون يوميات توثّق مشاعرهم بشأن الاشتراك في مشروع للعمل المناخي.

وعلى المناهج التعليمية أن تقود التغيرات العلمية والثقافية والاجتماعية والاقتصادية الحاصلة على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية، وأن تدمج في داخلها القضايا المعاصرة كحقوق الإنسان والقانون الدولي الإنساني وحل النزاعات وحماية البيئة والتنمية المستدامة. (المركز التربوي للبحوث والانماء، ٢٠١٨).

وأدت الآثار العالمية البعيدة المدى المترتبة على تغير المناخ إلى أن يكون من الواضح وجوب اشتمال التعليم من أجل التنمية المستدامة على عنصر قوي يتعلق بأعمال التصدي لتغير المناخ. وللمدارس دور رئيسي يتعين عليها القيام به في مساعدة من يتعلّمون على فهم أسباب تغير المناخ لكي يكون بوسعهم اتخاذ القرارات على بصيرة واتخاذ الإجراءات المناسبة وفي مساعدتهم على اكتساب القيم والمهارات الضرورية للمشاركة في التحول إلى أنماط حياة أكثر استدامة والقدرة على التكيف مع تغير المناخ (UNESCO, 2015).

والفيزياء أحد أهم العلوم الطبيعية، حيث يهتم بدراسة المادة وحركتها بالإضافة إلى مفاهيم أخري كالفراغ، والزمن، والقوة، والطاقة، والكتلة، والشحنة وغيرها، كما تعد الفيزياء علماً تجريبياً؛ لاهتمامها بتحليل الظواهر الطبيعية، وفهم كيفية سلوك الكون ومكوناته، كما ترتبط الفيزياء بمختلف فروعها (مواد، نووية، طاقة متجددة، جسيمات أولية، فلكية، طبية، إلخ) بجميع مجالات حياتنا (جنيد، ٢٠٠٨، ٢٣)

فالهدف من الفيزياء إذا هو دراسة الطبيعة وتفسير ظواهرها وربط بعضها ببعض، والاستفادة منها في تطبيقات تفيد البشرية؛ فأننا سنتأكد أن ارتباط الفيزياء بكل شيء مادي في حياتنا ليس مبالغاً فيه، وتعتبر الفيزياء مجال واسع ومتطور باستمرار، والأبحاث فيها تنقسم إلى أربعة أقسام هي: فيزياء المواد المكثفة، والفيزياء الذرية والجزيئية والبصرية، وفيزياء الطاقة العالية، والفيزياء الفلكية،

ومعظم الفيزيائيين يتخصصون في مجال الفيزياء النظرية أو التجريبية، والفيزياء النظرية تهتم بمعالجة النظريات الحديثة، بينما التجريبية تهتم بالاختبارات التجريبية على النظريات بالإضافة إلى اكتشاف ظواهر طبيعية جديدة، وبالرغم من العديد الكبير من الاستكشافات الهائلة والمهمة في القرون الأربعة الماضية، إلا أنه يوجد العديد من المشاكل الفيزيائية غير المحلولة حتى يومنا الحاضر.

وخلال العقدين الماضيين جرت العديد من المحاولات لتطوير تعليم وتعلم الفيزياء ومناهجها المدرسية في معظم دول العالم، وساند تلك الجهود مشروعات عالمية عديدة لوضع معايير لتعليم الفيزياء ومعايير إعداد معلميها، وتنطلق فلسفة بناء معايير التعليم على مجموعة من المبادئ التي تعكس محاور الرؤية المستقبلية للتعليم في تلك الدول (الدغيم وعبدالعال، ٢٠١٧، ٦٦١)

ويعد مشروع فهم الفيزياء البنائية (CPU project) إحدى محاولات تطوير محتوى الفيزياء وطرق تدريسها، وذلك لربط الفيزياء ببيئة الطالب وحياته وتقديم فهم أفضل للمفاهيم الفيزيائية الأساسية، كما أن مشروع أنديز(Andes project) استهدف ربط موضوعات الفيزياء بحياة الطلاب وكذلك زيادة قدرتهم على فهم الموضوعات الفيزيائية باستخدام طرق ابداعية في التعلم و طرق واستراتيجيات تدريس مناسبة، والفيزياء الحيوية (الفيزياء البيولوجية) Biophysicsتعد أحد الاختصاصات المتداخلة التي تعمل على تطبيق نظريات ومناهج الفيزياء على قضايا ضمن علم الأحياء، وباعتبار أن جسم الإنسان يتكون من مواد وأنسجه حيوية فمن الطبيعي أن تنتقل الإشارات الكهربية عبر المواد والأنسجة، ولدراسة حركة هذه الإشارات الكهربية عبر المواد المختلفة وكيفية انطباق القوانين الفيزيائية المختلفة كقوانين التوصيل الكهربي وقوانين ثوابت العزل الكهربي ....الخ، وبالإضافة إلى الليزر الذي يعد أحد المنجزات الفيزيائية التي ظهرت فغيرت العالم الصناعي، نتيجة لاستخدامه في كافة المجالات من الطب إلى الصناعات المختلفة، أما الفيزياء الجوية (Atmospheric physics) فإن هذا المجال يعنى بتطبيق الفيزياء على دراسة الغلاف الجوي والظواهر المناخية الملاحظة بما فيها الظواهر الضوئية والحرارة والرياح والضغط الجوي والتغيرات الحداثة وأسبابها وتم تفسيرها بواسطة علم الأرصاد الجوية.

وقد قام (Kenneth Bloom1,et al, 2021) ، بدراسة العديد من السياقات التي تؤثر فيها ممارسة فيزياء الجسيمات على المناخ، وتشمل هذه بناء المرافق ، وتصميم وتشغيل أجهزة الكشف عن الجسيمات ، واستخدام الحوسبة واسعة النطاق ، والأنشطة البحثية للعلماء، قدمت توصيات بشأن إنشاء ممارسات واعية للمناخ في فيزياء الجسيمات، بهدف تقليل تأثيرنا على المناخ، ندعو أعضاء المجتمع لإظهار دعمهم لمجال فيزياء الجسيمات المستدامة، وكذلك يجب على مجتمع فيزياء الجسيمات في الولايات المتحدة تعزيز ونشر إجراءاتهم المتعلقة بحالات الطوارئ المناخية لعامة الناس والمجتمعات العلمية الأخرى، كما أن فيزياء

الجسيمات تسعى لمستقبل مستقرً ومزدهرً للمجتمعات ، يتعرض مجتمعات لتهديد متزايد بسبب تغير المناخ العالمي، واستخدام المعلومات المبلغ عنها كدليل ، يجب على جميع المشاركين في فيزياء الجسيمات - المختبرات والتجارب والجامعات والباحثين الفرديين - واتخاذ خطوات للتخفيف من تأثيرهم على تغير المناخ.

وقام كل من Syukuro Manabe, Klaus Hasselmann and (Giorgio Parisi,2021)

بدراسة حصول بها على جائزة نوبل في الفيزياء قام الثلاثي، ودرس (Hasselmann) كيفية عمل العمليات المناخية المختلفة على نطاقات زمنية مختلفة، على سبيل المثال ، يتغير الطقس على أساس يومي، والتغيرات الموسمية أبطأ، ولا يزال التسخين التدريجي لمحيطات الأرض أبطأ، أظهر (Hasselmann) كيف يمكن إضافة التوتر قصير الأجل لتعزيز نماذج تغير المناخ على المدى الطويل.

درس Manabe كيف أن ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون من شأنه أن يغير درجات الحرارة على الأرض، في نموذج واحد بسيط ، قام Manabe بمحاكاة عمود واحد من الغلاف الجوي، ارتفعت الكتل الهوائية في هذا العمود مع ارتفاع درجة حرارتها ، ثم انخفضت عندما تبرد، كشف هذا أن مضاعفة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من شأنه أن يرفع درجة الحرارة بأكثر من درجتين مئويتين (٣,٦ درجة فهرنهايت). سيتم توسيع تقنية Manabe لصنع نماذج أكبر، يمكن لهذه النماذج محاكاة الغلاف الجوي بأكمله، على سبيل المثال، أو يمكن أن تشمل تأثيرات المحيطات وارتفاع درجة حرارتها، أما (Parisi) فقد عمل السلوك المضطرب للذرات في المواد،

يقول (John Wettlaufer) وهو عضو في لجنة نوبل للفيزياء: أن عمل وضع Manabe الأساس لنمذجة المناخ، "لقد قام بالفعل ببناء النماذج التي تم من خلالها بناء جميع النماذج المناخية المستقبلية".. كان بحث Manabe ضروريًا لتحسين التنبؤات المناخية، وقد عرفوا التغير المناخي بأنه: هو تغير كبير طويل المدى في مناخ الأرض، يمكن أن يحدث بشكل طبيعي أو استجابة للأنشطة البشرية، بما في ذلك حرق الوقود الأحفوري وإزالة الغابات.

وقد استخدم العلماء الثلاثة نماذج لمحاكاة مناخ الأرض والأنظمة المعقدة الأخرى ، مثل التيارات السطحية للمحيطات وأعطت دراستهم نماذجهم معرفة جديدة لكل باحث، يمكن بعد ذلك استخدام هذه المعرفة لعمل أوصاف أكثر تعقيدًا للظواهر في الطبيعة، وتساعد النماذج المناخية العلماء على فهم هذه الأزمة والتنبؤ بها.

مما سبق فدراسة الفيزياء علم يهدف إلى مساعدة الطلاب على فهم العلاقات الأساسية بين الطاقة والمادة وتفسير الظواهر الجوية في ضوء القوانين الفيزيائية

التي تحكم الكون، التعلم عن طريق العمل - أي أن تطلب من الطلاب اختيار مشاريع للعمل المناخي والتخطيط لها وتنفيذها.

ويمكن للطلاب أن يعملوا في المشاريع العملية الخاصة بهم في الفصل الدراسي أو أثناء الأنشطة الخارجة عن المنهج. وأياً كان الأمر، تذكر أن الهدف المتوخى هو تمكين الطلاب من استخدام ما تعلموه كأساس لإحداث تغيير إيجابي في حياتهم ومدارسهم ومجتمعاتهم ولذلك، فما يهم ليس هو تحديد الهدف المتوخى، بقدر ما هو معرفة ما إذا كان المشروع مستمداً من أفكار الطلاب، وما إذا كنتم تستخدمون هذه الأنشطة لمساعدة الطلاب على تطوير المهارات واكتساب العزيمة على اتخاذ إجراءات(منظمة الامم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، ٢٠١٧،١٤).

وتناولت دراسة محمد (٢٠٢٠) مشكلة التغيرات على سطح الأرض وانعكاس تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة على جميع أقاليم العالم ومنها إقليمنا، وأن التغير الحاصل في عناصر المناخ وخاصة درجات الحرارة وكمية التساقط المطري من العناصر الرئيسية التي اظهرت التغير المناخي بالاحترار وخاصة في معظم مناطق الإقليم الجنوبي والشرقي من اليمن، وأظهرت الدراسة الحالية أن جميع سكان الاقليم يتعرضون لمدى حراري كبير خلال فصل الصيف، وسيعرض عشرات من الاشخاص وربما مئات للخطر بسب مظاهر الخطر المختلفة.

وأشارت دراسة(Alpar,2020) إلى تطوير منهج دراسي مكون من (٣٥) درس لتدريس فيزياء لمدة عام واحد مع فصل واحد بمعدل مرة في الأسبوع، يناقش العديد من الموضوعات المتعلقة بالتدفق البيئي في الغلاف الجوي وفي المحيطات، ونقل الحرارة وتوازن الطاقة في الغلاف الجوي، وإنتاج الطاقة، مع اتباع نهج قائم على الاستقصاء ولعب دور في المستقبل من إنتاج الطاقة في ترانسيلفانيا، ظهر نتائج الاستطلاع اختلافًا كبيرًا بين مواقف الطلاب الذين تبعوا أنشطة مناقشة الطاقة الكاملة وأولئك الذين فاتتهم المناقشات التحضيرية.

وأكدت دراسة (ErlinaYusliani,2021) الاهتمام بتوفير التثقيف البيئي في المدارس، وأشارت الدراسة إلى أنه سيكون للتربية البيئية المقدمة للطلاب تأثير إيجابي، من خلال دمجها في عملية التعلم، لتحقيق التكامل من خلال تدريسه للطلاب. وذلك بتضمين مفاهيم التغيرات المناخية والتربية البيئية في منهج الفيزياء للصف العاشر في المدرسة الثانوية العليا وذلك بأن القضايا العالمية المتعلقة بالبيئة والتغيرات المناخية أصبحت موضوعًا شائعًا وغالبًا ما يتم سماعها في عصرنا، بالاضافة للعديد من التقارير عن الأضرار البيئية التي تحدث في إندونيسيا، والتي تتراوح من الفيضانات وحرائق الغابات ومشاكل معالجة النفايات وتلوث الهواء والانهيارات الأرضية وكذلك لمساعدة الطلاب على التعرف إلى المشكلات البيئية والتغيرات المناخية من خلال مناهج الفيزياء .

وفي (٢٠٢٢) قامت مدارس مدينة الغردقة بعمل ندوة تغير المناخ والاحتباس الحراري.. البيئة تكثف أنشطة التوعوية تناولت الندوة شرح بأسلوب مبسط مفاهيم البيئة والمناخ وأسباب المشكلات البيئية وآثارها على البيئة والصحة والإنسان والحلول المقترحة لتجنب تلك المخاطر والأضرار، ودور مصر الرائد في قضية التغيرات المناخية تناولت الندوة شرح بأسلوب مبسط مفاهيم البيئة والمناخ وأسباب المشكلات البيئية وآثارها على البيئة والصحة والإنسان والحلول المقترحة لتجنب تلك المخاطر والأضرار، ودور مصر الرائد في قضية التغيرات المناخية

ثانياً: التعليم والتنمية المستدامة:

يعد التعليم من الركائز الهامة لتحقيق التنمية المستدامة، حيث ورد في تقرير الأمين العام للأمم المتحدة في مؤتمر القمة للتنمية المستدامة في جوهانسبرج بجنوب إفريقيا في سبتمبر٢٠٠٢ يعتبر التعليم عامل رئيسي لتحقيق التنمية المستدامة، ولا يهتم فقط بإضافة القضايا البيئية إلى المناهج الدراسية بل إنه يؤسس التوازن بين الأهداف الاقتصادية والاحتياجات الاجتماعية، ويجب أن يزود التعليم الطالب بالمهارات والقيم والمعرفة التي تمكنهم من الاستمرار داخل مجتمعاتهم، مع ضرورة مراعاة تعدد التخصصات والمفاهيم المتكاملة والأدوار المستمدة من مختلف التخصصات . (الأحمدي،٢٠١٩، ٣٢).

فأهداف التنمية المستدامة توفر إطارا جديداً للنظر في الأنشطة المناخية من خلال أبعاد متعددة للاستدامة، ويعتمد التعليم للتنمية المستدامة على استخدام عدد من طرق واستراتيجيات ومداخل التدريس المتعددة و أدوات تصميم المناهج الدراسية، والتي تشمل التصميمات العكسية والمعروفة باسم التفكير التصميمي، والتقويم المستمر المتمركز حول أنشطة المتعلم، و التعليم القائم على المشروعات، والتعليم القائم على الاستقصاء، و مجتمعات التعلم المهني، ويوفر التعليم للتنمية المستدامة للمعلمين والمتعلمين فرصة هامة تتمثل في المشاركة في تحقيق مستقبل مستدام بالإضافة إلى إعداد المحتوى التعليمي الذى يدعم عملية التفكير ككل وتصميم النظم بما يمثل أحد التحديات الكبرى في عصرنا(Kopnina,N,2014,25)

والتنمية المستدامة هي أحد المحاور الهامة التي اهتم بها العالم لفترة طويلة، وانطلاقا من أن التعليم من أهم مفاتيح تحقيق التنمية المستدامة، أعلنت الامم المتحدة أن الوقت من عام(٢٠٠٥) حتى الآن هو عقدا للتعليم للتنمية المستدامة، وذلك نتيجة لقمة الأرض التي عقدت في جوهانسبرج في عام (٢٠٠٢) ،حيث تسعى الجهود لإيجاد التوازن والازدهار الانساني الذى يقوم على استدامة الموارد الطبيعية والبيئية من أجل حياة أفضل للأجيال الحالية والمستقبلية، وأن التنمية المستدامة تتحقق بالتعليم في جميع المجالات الأكاديمية؛ لأنه يشتمل على ثلاثة

محاور رئيسية وهي: الجانب الاقتصادي، والجانب البيئي، والجانب الاجتماعي، مع اعتبار الثقافة بعدا أساسيا فيها جمعيا، (Unesco,2013).

تعرف التنمية المستدامة بأنها: "التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الاجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة"، وتدعو التنمية المستدامة إلى تظافر الجهود من أجل بناء مستقبل للناس ولكوكب الارض يكون شاملا للجميع ومستداماً وقادراً على الصمود، ولابد لتحقيق التنمية المستدامة من التوفيق بين ثلاث عناصر أساسية وهي: النمو الاقتصادي، والادماج الاجتماعي وحماية البيئة، وهذه العناصر مترابطة وكلها حاسمة لرفاهية المجتمعات (United Nation, 2015)

واعتبر كل من (اشرف عبد القوي، ٢٠١٤، ٤) و(Yalcinkaya, 2013, ٢٢٥) ان مفهوم التنمية المستدامة في العصر الحديث يعد من أهم التطورات التي قدرت إضافة جديدة إلى ادبيات التنمية خلال العقود الاخيرة من القرن العشرين التي اثرت تأثيراً كبيرا في التربية والتعليم في كل دول العالم ،إذ تعد التنمية المستدامة احد نماذج التنمية التي تتبناها العديد من الدول والمنظمات نتيجة لوجود الكثير من التحديات البيئية والاجتماعية والاقتصادية.

ولقد هدفت دراسة (Ibeh,et al, 2013) وضع استراتيجيات لتنمية اتجاه الطلاب إلايجابي نحو مناهج الفيزياء من اجل التنمية المستدامة في منطقة الحكم المحلي في ابكاليكي في ولاية إيبوني وتم اختيار (١٨٠) طالب بطريقة عشوائية واستخدمت إداه لجمع المعلومات عبارة عن استبان تم تحليلها وتوصلت النتائج إلى وجود اتجاهات سلبية نحو مناهج الفيزياء ولذلك تم وضع عدة استراتيجيات لتنمية الاتجاه نحو الفيزياء من اجل التنمية المستدامة ومنها :

١- الاستخدام الفعال للوسائل التعليمية لتدريس الفيزياء
٢- التنوع في طرائق التدريس الفيزياء
٣- تدريب المعلمين نحو أهمية التنمية المستدامة
٤- إجراء التجارب العملية بطريقة فعالة
٥- تثبيط فكرة الفيزياء مادة صعبة لدى الطلاب

وبالمثل دراسة (Korsun,Igor,2017)التي هدفت إلى إيجاد استراتيجية لتنمية اتجاه المتعلمين نحو الفيزياء في سياق التنمية المستدامة في اوكرانيا واثبتت النتائج أن الاستراتيجية المقترحة تزيد من تنمية الاتجاه نحو الفيزياء واوصت باستخدام هذه الاستراتيجية فى علوم اخرى مثل (الكيمياء، الاحياء، الجغرافيا).

يعرفها (حجازي وآخرون، ٢٠١٧، ١٩٩) بأنها "عملية تنموية شاملة تقوم على التوازن بين التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بشكل يعزز من إمكانات الحاضر والمستقبل للوفاء باحتياجات الانسان وتطلعاته لتغيير ممارسات المتعلمين في استهلاك الموارد الطبيعية واستخدام مهارات التفكير العليا لحل ومواجهة المشكلات".

وعرفت أيضا على أنها السعي الدائم لتقدير الحياة الانسانية مع الأخذ بالاعتبار قدرات وامكانات النظام الطبيعي الذي يحتض الحياة . (طاهر، ٢٠١٣، ٥١)

مما سبق يمكن تعريف التنمية المستدامة بأنها هي مجموعة المعارف والحقائق والمهارات والخبرات والاتجاهات التي تركز على إعداد الطلاب لمواجهة التغيرات والتحديات المستقبلية ومساعدتهم على التعامل معها، وتنمية قدراتهم الإنتاجية والابداعية في محافظتهم على الموارد الطبيعية وعدم تلويثها.

كما يمكن التعليم للتنمية المستدامة الدارسين من اكتساب ما يلزم من مهارات وقيم ومعارف لضمان تنمية مستدامة، ويعدهم كمواطنين يتحملون مسؤولياتهم، ويشجعهم على التمتع بكافة حقوقهم إلى جانب قيامهم بجميع واجباتهم، كما يمكن التعليم للتنمية المستدامة المتعلمين من اتخاذ القرارات والإجراءات المسؤولة عن السلامة البيئية لأجيال الحاضر والمستقبل، مع احترام التنوع الثقافي، فهو بذلك يدعم مهارة التعلم مدى الحياة، وهو جزء لا يتجزأ من جودة (UNESCO, 2018, 115).

ونظراً لأهمية مصطلح التنمية المستدامة، نظمت اليونسكو في مارس ٢٠١٤ ، اجتماعا للخبراء شهد حضوراً واسعا بشأن تغيير مناخ التعليم للتنمية المستدامة في أفريقيا وقد عقد هذا الاجتماع في موريشيوس، وقد حضر الاجتماع أكثر من ١٠٠ خبير في المناخ والتنمية المستدامة من جميع الدول الأفريقية، وتم التوصل إلى عدد من التوصيات التي قدمها خبراء التعليم سنعرض بعضاً منها فيما يلي: (G., Nhamo ,2014,12)

- تطوير المناهج الدراسية في مراحل التعليم قبل الجامعي وكل ما هو ضروري لتطوير تعليم التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر في مراحل التعليم العالي، وإدخال تخصصات جديدة تتعلق بالتنمية المستدامة.
- دمج تنمية المهار ات للوظائف الخضراء وفرص العمل في التدريب بمؤسسات التعليم التقني والمهني ودعم سبل المعيشة المستدامة.
- دمج تعليم تغير المناخ في التدريس والتعلم على جميع المستويات وفي جميع المجالات من التعليم (رسمية وغير رسمية) وفي جميع مراحل العمر.
- استحداث مصطلح التعليم للتنمية المستدامة بدال من التنمية المستدامة في مجال التعليم.

وتمثل استراتيجية التنمية المستدامة: رؤية مصر ٢٠٣٠ أساس مسيرة التنمية الشاملة في مصر تربط الحاضر بالمستقبل، لتبني مسيرة تنموية لوطن متقدم ومزدهر تسوده العدالة الاقتصادية والاجتماعية، وقد تبنت الاستراتيجية مفهوم التنمية المستدامة كإطار عام يقصد به تحسين جودة الحياة في الوقت الحاضر بما لا يخل بحقوق الاجيال القادمة في حياة أفضل، ومن ثم يرتكز مفهوم التنمية الذي تتبناه الاستراتيجية على ثلاثة أبعاد رئيسية تشمل البعد الاقتصادي والبعد

الاجتماعي والبعد البيئي، كما ترتكز الاستراتيجية على مفاهيم "النمو الاحتوائي والمستدام والتنمية الاقليمية المتوازنة" بما يؤكد مشاركة الجميع في عملية البناء والتنمية (رئاسة مجلس الوزراء،٢٠١٩).

- **نشأة التنمية المستدامة:**

تزايد الاهتمام بمفهوم التنمية المستدامة عبر العقود الماضية بالتزامن مع تنامي اهتمام الدول والهيئات والمؤسسات بقضايا البيئة والمجتمع، فقد أُستُخدم مصطلح التنمية المستدامة لأول مرة في وثيقة "الاستراتيجية العالمية للمحافظة على الطبيعة"؛ الصادرة عام١٩٨٠، وأكدت الوثيقة على أن الحفاظ على المواد الحية يُعدا أمراً ضرورياً لتحقيق التنمية المستدامة. وتم تعريفها في مؤتمر "الحفاظ على الطبيعة وتنميتها" المنعقد في كندا عام١٩٨٦، بأنها "التكامل بين الحفاظ على الطبيعة، وتلبية الحاجات الأساسية للإنسان وتحقيق العدالة الاجتماعية، وتوفير الحق في تقرير المصير الاجتماعي والتنوع الثقافي، والحفاظ على السلامة.

والتقرير الصادر عن منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة في العام٢٠١٤ بعنوان "التنمية المستدامة تبدأ بالتعليم." الذي أكد أن التعليم ليس هدفًا فيّ حد ذاته، بل يُعد أداةً لتسريع التقدم نحو الأهداف بطرائق متعددة، كما أنه يشكل حجر أساس في الإطار الإنمائي لمرحلة ما بعد ٢٠١٥ كما جاء تقرير اليونسكو٢٠١٧ الذي أكد الدور الحيوي للتعليم ، وشدد على أن الدول لا يمكن أن تحقق الأهداف إلا إذا كانت الجهود تجمع قطاعات عدة، وتركز على التعليم في المقام الأول، والأهداف العالمية التنموية التي اعتمدتها الأمم المتحدة في قمة أممية تحت عنوان" تحويل عالمنا: خطة التنمية المستدامة للعام (٢٠٣٠) وتحوي سبعة عشر هدفًا و(١٦٩) غاية، للقضاء على الفقر وعدم المساواة، وتحسين التعليم، وتحقيق النمو الاقتصادي، وتوفير طاقة ومياه نظيفة، وبنية تحتية، وإنشاء مدن مستدامة، وحماية البيئة الطبيعية والتنوع الحيوي، والتصدي لتغيير المناخ في أجواء تتسم بالسلام والعدل (الأمم المتحدة،٢٠١٥، ٥).

تحظى خطة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، وكذلك الأهداف الـ ١٧ للتنمية المستدامة (SDG) بأهمية قصوى. فهي بمثابة الضوء الذي يبدد ظلام الطريق، أمام العالم.

فالهدف الرابع يشير إلى أهداف التنمية المستدامة إلى غايات ومعايير تمثلت في المنهج ذي الجودة العالية، والمنهج المعزز لامتلاك كفايات القرن الحادي والعشرين، وبالمعلمين القادرين على تقديم التعليم المنشود، والمرافق والتجهيزات التعليمية التي تراعي حاجات المتعلمين؛ فقد تناغمت جميعها والمعايير الدولية للتعليم الجيد

وفق ما أكدته تقريري اليونسكو (UNESCO,2015)، (UNESCO,) ٢٠١٦ وتقرير هيئة الأمم المتحدة للمرأة (UN Women, 2016) دراسة (Tamez,2014)تحدثت في مجملها عن شمولية المنهج وتكامله ومرونته

وعدالته، وتعزيزه المهارات التأسيسية التي يتعامل بها الطالب مع المهمات اليومية، والكفايات التي تؤهله للتعامل مع التغيرات المعقدة، والصفات الشخصية التي تمكنه من أن يكونً قريبا مع بيئته المتغيرة، إضافة لوجود معلمين متمكنين بالمحتوى مؤهل تربويا ومتخصص في المادة التي يدرسها، وقادرا على دمج التكنولوجيا في تدريس المحتوى بصورة فاعلة وقادرين على التخطيط الجيد، وتوظيف استراتيجيات التعلم ومصادره، وتقويم الطلبة تقويماً مبنياً على الأداء، وعليه، فإن تبني معايير التعلم الجيد والمنصف يوفر آلية لكيفية مساهمة التعليم والمناهج تحديداً في تحقيق الهدف الرابع من أهداف التنمية المستدامة.

كما أكد الهدف الثالث عشر على تضمين المناهج مفاهيم تغير المناخ واستراتيجيات الحد من التغير المناخي وقد انسجمت المعايير والمتمثلة في التغير المناخي، والتكيف معه، والتخفيف من آثاره؛ مع ما جاء به تقرير البنك الدولي (World Bank, 2010)والذي أكدا على أن التغيرات المناخية هي نتاج للسلوك البشري، وأوصى بضرورة تضمينها في المناهج الدراسية. فالمناهج هي مجموعة الخبرات والمعارف التي تقدمها المدرسة للتلاميذ داخل المدرسة وخارجها، لتحقيق النمو الشامل في بناء النشأ والبشرية عامة، ويتم وفق أهداف تربوية محددة وخطة عمل مرسومة ومنظمة، وتتضمن مكونات كالمقررات المدرسية، والوسائل التعليمية، وطرائق التدريس، وأساليب التقويم

وأجرى (Vladimirova& Blanc, 2016) دراسة استكشفت الدراسة العلاقة بين التعليم وأهداف التنمية المستدامة السبعة عشر من خلال تحليل ٣٧ تقريراً عالميا للأمم المتحدة. وأهم ما توصلت اليه الدراسة أن هناك علاقات سببية بين التعليم وبقية الأهداف؛ أي أن التعليم أحد الوسائل المهمة لتحقيق بقية الأهداف التنموية، وأوصت الدراسة بضرورة أن تعكس تقارير الأمم المتحدة حول البرامج التنموية التي تقدمها العلاقة بين التعليم وأهداف التنمية المستدامة على نحو واضحٍ وكاف وبينت دراسة (Akinsooto & Akpomuje, 2018) أهمية استخدام التعليم كطريقة لتحسين ظروف المعيشة والحد من الفقر، وهكذا المساهمة في تحقيق الهدف الأول من أهداف التنمية المستدامة.

- **أبعاد التنمية المستدامة:**

اختلفت الدراسات في تحديد أبعاد التنمية المستدامة، ولقد حدد (حسن شحاته ومحمد عوض، ٢٠١٦) أبعاد التنمية المستدامة فيما يلى :

١- أبعاد اقتصادية تشمل: حصة الاستهلاك الفرد من الموارد الطبيعية، إيقاف تبديد الموارد الطبيعية، الحد من التفاوت في الدخول، المساواة في توزيع المواد، تقليص الانفاق العسكري.

٢- أبعاد اجتماعية تشمل: تثبيت نمو السكان، الاستخدام الكامل للموارد البشرية، الصحة والتعليم، اهمية دور المرأة، الاسلوب الديمقراطى الإشتراكى فى الحكم.

٣- أبعاد بيئية تشمل: حماية الموارد الطبيعية، إتلاف التربة وتدمير الغطاء النباتى، صيانة المياه، التغيرات المناخية.
٤- أبعاد تكنولوجية تشمل: استعمال تكنولوجيا نظيفة، الأخذ بالتكنولوجيات المحسنة، استحداث تكنولوجيات جديدة لاستخدام الطاقة الحرارية.

و لقد صنف (مصطفى كافى، ٢٠١٧) تلك الأبعاد إلى بيئية، اقتصادية، اجتماعية، ثقافية، وسياسية.

ويعتمد التعليم للتنمية المستدامة على استخدام عدد من طرق واستراتيجيات ومداخل
التدريس المتعددة وأدوات تصميم المناهج الدراسية، والتي تشمل التصميمات العكسية والمعروفة باسم التفكير التصميمي، والتقويم المستمر المتمركز حول أنشطة المتعلم، والتعليم القائم على المشروعات، والتعليم القائم على الاستقصاء، ومجتمعات التعلم المهني، ويوفر التعليم للتنمية المستدامة للمعلمين والمتعلمين فرصة هامة تتمثل في المشاركة في تحقيق مستقبل مستدام بالإضافة إلى إعداد المحتوى التعليمى الذى يدعم عملية التفكير ككل وتصميم النظم بما يمثل أحد التحديات الكبرى في عصرنا(Kopnina, N., 2014, 25).

التعليم للتنمية المستدامة هو منهج تربوي يسعى لإيجاد توا زن بين الرخاء الإنساني
والاقتصادي والهويات الثقافية واستدامة الموارد الطبيعية والبيئية من أجل حياة أفضل للفرد والمجتمع سواء الأجيال الحاضرة أو القادمة مما يؤكد على أن التنمية المستدامة هي مسألة ثقافية ترتبط باكتساب المتعلمين القيم وتعزيزها داخل المجتمع على اعتبار أن القيم وسيلة لتحقيق التنمية المستدامة. (Trott, Carlie & Weinberg, Andrea. ,2020, 57)

لذلك يعد التعليم للتنمية المستدامة هو تعليم طويل الأمد، وهو جزء لا يتجزأ من التعليم الفعال، ويتناول محتوى التعلم والنتائج، والتربية وبيئة التعلم من خلال النقاط الآتية:(UNEP,2010,1)

- تقليل المخاطر البيئية من خلال معالجة تغير المناخ، والتقليل من الملوثات والحد من إدارة النفايات المفرطة أو السيئة.
- تحسين رفاهية الإنسان من خلال رعاية صحية أفضل وتعليم أفضل.
- الحد من الندرة البيئية من خلال ضمان الوصول إلى المياه العذبة والموارد الطبيعية وتحسين خصوبة التربة
- كما يمكن التعليم للتنمية المستدامة الدارسين من اكتساب ما يلزم من مهارات وقيم ومعارف لضمان تنمية مستدامة، ويعدهم كمواطنين يتحملون مسؤولياتهم، ويشجعهم على التمتع بكافة حقوقهم إلى جانب قيامهم بجميع واجباتهم.

- كما يُمّكن التعليم للتنمية المستدامة المتعلمين من اتخاذ القرارات والإجراءات المسؤولة عن السلامة البيئية لأجيال الحاضر والمستقبل، مع احترام التنوع الثقافي، فهو بذلك يدعم مهارة التعلم مدى الحياة، وهو جزء لا يتجزأ من جودة التعليم (UNESCO, 2018, 115) .

- **أهمية التعليم للتنمية المستدامة:**

يتضح أهمية التعليم للتنمية المستدامة فيما يلي: (B., Fareed, ٢٠١٢,٣ومنظمة الأمم المتحدة، (٢٠١١، ٢٤)

- **مواجهة التحديات البيئية:** من خلال تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، وتحسين إدارتها، وحماية التنوع البيولوجي، وتقليل النفايات الناتجة من الاستخدام، ووقف استنزاف الغابات ومصايد الأسماك.
- **تحفيز النمو الاقتصادي:** حيث من المتوقع أن تؤدي الاستثمارات الخضراء إلى تسريع وتيرة النمو الاقتصادي العالمي، وخاصة على المدى الطويل، لتتجاوز معدل النمو الذي قد ينتج عن السيناريو السائد.
- **تحسين مستوى معيشة الفرد:** حيث يتيح التحول إلى الاقتصاد الأخضر خلق فرص هائلة من العمل في القطاعات الاقتصادية المختلفة.

لذلك يجب أن تلعب المؤسسات التعليمية دوراً حيوياً في إحداث تغيير في المواقف والسلوك والممارسات بحيث تكون أكثر مسؤولية بيئياً عن دمج القضايا البيئية والتنمية الاقتصادية جزءاً لا يتجزأ في برامجها وجعل هذه القضايا من الكفاءة المهنية للخريجين، وهو ما ينعكس في شكل التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. (محمود، ٢٠١٧،٢٧)

التعليم من أجل التنمية المستدامة يستلزم التخلي عن التركيز على التلقين والتحول نحو تقديم المشكلات الحقيقية والحلول الممكنة، وتحسين محتوى المناهج وتضمينها لمفاهيم وأبعاد التنمية المستدامة ولكي يكون التعليم من أجل التنمية المستدامة فعالًا (محمد، ٢٠٢١، ١٤) يستلزم أن يعالج بطريقتين الطريقة الأولى: من خلال تكامل موضوعات التعليم من أجل الاستدامة وتفرض في جميع المواد والبرامج الدراسية، أما الطريقة الثانية: من خلال توفير برامج محددة خاصة بالتنمية المستدامة. واستخدام طرائق تدريس متنوعة مصممة لتلائم المتعلم وتركز على عمليات العلم ومن أمثلة تلك الطرائق (الحوار والمناقشة – استراتيجية حل المشكلات – استراتيجية العصف الذهني- التعلم بالمشروعات - للاستراتيجيات القائمة على النمذجة والألعاب التعليمية، واستخدام مواد تعليمية ملائمة (الكتب المدرسية - الوسائل الالكترونية السمعية والبصرية).

- **أساليب دمج الاستدامة في التعليم :**

إن المناهج الدراسية لها دور كبير في تحقيق أهداف التعليم للتنمية المستدامة، وقد أوردت دراسة (أمبوسعيدي، ٢٠١١) قائمة بالمفاهيم ذات العلاقة بالتعليم للتنمية المستدامة التي يمكن تضمينها في المناهج الدراسية، مع ملاحظة أن درجة أهميتها وحضورها العلمي يختلف من ثقافة إلى أخرى ومن بلد لآخر، وهناك العديد من الأساليب المستخدمة لدمج الاستدامة في التعليم:

- **الدمج باستحداث مقرر جديد:** ويقصد به تخصيص مقرر للتنمية المستدامة، واعتماد تدريسه لجميع الطلبة.
- **الدمج الجزئي للتنمية المستدامة:** ويقصد به تضمين موضوعات للتنمية المستدامة في بعض المقررات الدراسية التي يتم اختيارها وفق محددات معينة، كملاءمة التخصص وشدة ارتباطه بالاستدامة.
- **الدمج الشامل للتنمية المستدامة:** ويقصد به تضمين موضوعات الاستدامة في كافة المقررات بمستويات مختلفة.

ودراسة محمد (٢٠٢٢) وكانت بعنوان برنامج مقترح في ضوء أبعاد التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر وأثره في تنمية التفكير المستدام والتوازن المعرفي والاتجاهات المستدامة لدى طلاب الشعب العلمية بكلية التربية جامعة سوهاج بالفصل الدراسي الأول للعام الجامعي ٢٠٢١-٢٠٢٢م، وتم تقديم بعض التوصيات والمقترحات في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها. ومنها الاهتمام بتضمين مفاهيم الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة في مناهج طلاب الشعب العلمية بكلية التربية و تقديم برامج علمية لهم في هذا المجال.

وهدفت دراسة (الموجي وآخرون، ٢٠٢٢) إلى وضع تصور مقترح لمنهج الفيزياء في ضوء أبعاد التنمية المستدامة لطلاب المعهد الفني الصناعي للبصريات من خلال تحدد قائمة بالموضوعات العلمية فى الفيزياء في ضوء أبعاد التنمية المستدامة، وأوصت الدراسة بضرورة تدريس الفيزياء بالمعهد في ضوء أبعاد التنمية المستدامة وعقد دورات للمعلمين وتوفير وسائل تعليمية تناسب المناهج.

دراسة (Akyol & others,2018) هدفت الدراسة إلى تنظيم أنشطة الدراما لتطوير مهارات التنمية المستدامة للمعلمين قبل الخدمة ورفع الوعي تجاهها ،واتبعت الدراسة المنهج النوعي، تكونت عينة الدراسة من (١٢) معلم ومعلمة من المعلمين قبل الخدمة ورياض الأطفال، استخدم الباحثون المقابلات، والصور، والملاحظات الميدانية كأدوات للدراسة، وأظهرت النتائج أن أنشطة الدراما تعمل على زيادة الوعي وتطوير مهارات التعلم من أجل التنمية المستدامة، كما أن لهذه الأنشطة تأثير إيجابي على تعلم الطلبة في رياض الأطفال .

اشارت دراسة (المعمري والنظاري ، ٢٠١٧) بضرورة مراجعة محتوى كتب الفيزياء بالمرحلة الثانوية في اليمن والعمل على تطويرها لتلافى اوجه القصور وصعوبة المادة ،وذلك بتضمين ابعاد التنمية المستدامة (البيئي-

الاقتصادي –الاجتماعي) بصورة جيدة ومتوازنة مع الجانب المعرفي لإبراز الدور الوظيفي لعلم الفيزياء في حياة الطلاب وكذلك أوصت بتدريب معلمي الفيزياء قبل وأثناء الخدمة على تدريس مادة الفيزياء في ضوء أبعاد التنمية المستدامة واقترحت الدراسة اجراء دراسات وتصورات مقترحة في العلوم في المرحلة الاساسية في اليمن في ضوء ابعاد التنمية المستدامة.

وهدفت دراسة (عزيز،٢٠١٧) إلى تحليل كتاب الفيزياء فى العراق فى ضوء مفاهيم التنمية المستدامة المفهوم الاجتماعي: بمعنى تأمين الحاجات الأساسية للسكان وهى (التعليم –الرعاية الصحية –المياه النظيفة- وتحسين الرفاهية الاجتماعية وتوصلت نتائج الدراسة إلى أنه يجب التوازن في نسب المفاهيم للتنمية المستدامة في كتاب الفيزياء ، وتضمين القضايا المهملة المتعلقة بالتنمية المستدامة والتي اتضحت بعد تحليل لكتاب الفيزياء للصف الرابع واكدت على الاستمرارية والتسلسل المنطقي لموضوعات كتاب الفيزياء أوصت الدراسة ببناء برنامج لطلبة المرحلة الاعدادية وفقا لمفاهيم التنمية المستدامة.

دراسة(Incekara &Tuna, 2011) هدفت الدراسة إلى الكشف عن مدى معرفة طلاب المرحلة الثانوية بالبيئة والتنمية المستدامة، اتبعت الدراسة المنهج الوصفي، واستخدمت الدراسة الاستبانة كأداة لدراسة، حيث تكونت من (٣٧) بندا، وتمثلت عينة الدراسة في(١١٣) طالب من طلاب المدارس الثانوية، وأظهرت النتائج وجود فجوات في معرفة الطلاب ببعض القضايا البيئية وقضايا التنمية المستدامة

مما سبق نستنتج أنه وينبغي أن يساعد المنهج الطلبة على:

١- تعرف مصادر الثروة الطبيعية في بيئتهم بما يتناسب مع مستوى نموهم، والعمل على تنمية وعيهم بأهميتها، ومعرفتهم بأساليب الانتفاع بها والمحافظة عليها، وانتقاد ما قد يترتب على سوء استغلالها من أضرار.

٢- تنمية المهارات التي تتصل بالتعرف على خامات البيئة، وظواهرها والتدرب على استخدام الأساليب والوسائل المناسبة التي تمكنهم من حسن الانتفاع بها.

٣- استخدام الأسلوب العلمي في التفكير الذي يمكنهم من فهم الظروف والأسباب التي أدت الى تكوين هذه المصادر الطبيعية وما يتصل بها من الظواهر المختلفة.

٤- تنمية اهتمامات الطلبة بدراسة البيئة والمساهمة بحل مشكلاتها.

٥- تنمية الاتجاهات المناسبة نحو البيئة مثل النظرة العلمية الى ظواهرها ومكونتها والمحافظة على مواردها، وتقدير جهود الدولة والهيئات والأفراد لصيانة ثرواتها وحسن الانتفاع بها.

الاستنتاجات وتضمينات البحث:

١- ضرورة توفير وسائل تعليمية تناسب المناهج المطورة في ضوء ابعاد التنمية المستدامة بما يواكب الحداثة والوصول الى المعلومات بصورة شبه

محسوسة وتوفير الوسائل التكنولوجية في التعليم الاهتمام بتطوير مناهج الفيزياء للمرحلة الثانوية في ضوء أبعاد التعليم للتنمية المستدامة، والاهتمام بتضمين عدد من القضايا والمشكلات المناخية في مناهج الفيزياء بما يؤدى إلى إكساب الطلاب التفكير مسئولية نحو البيئة.

٢- تحليل محتوى مناهج الفيزياء في ضوء المعايير المطورةُ لتعرف درجة تضمين أهداف التنمية المستدامة فيها، واتخاذ القرار والاجراء المناسب لتضمين كافة الأهداف التنموية، وبالتالي تحسين جودة المناهج الدراسية والكتب المدرسية ودورها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

٣- تمكين مؤلفي المناهج والمشرفين التربويين والمعلمين من المعايير والمؤشرات المطورة في ضوء أهداف التنمية المستدامة وكيفية دمجها في الروتين اليومي لعملهم.

٤- اعتماد المعايير مرجعيةً لتوجيه النشاطات التي تطرحها وزارة التربية والتعليم ومؤسسات التعليم؛ بحيث تكون هذه المعايير خارطة طريق للبرامج والفعاليات التي تشجع على نشر ثقافة التنمية المستدامة على شكل نشاطات لا على صعيد محتوى مكتوب.

٥- ضرورة الاهتمام بالأنشطة التي تساعد في التعرف على أسباب تغير المناخ وتقديمها من قبل المعلم بالطرق التي تساعد على تنمية الوعي بالآثار السلبية لهذه التغيرات المناخية وأضرارها.

٦- يجب التركيز على النظرة المستقبلية لمناخ العالم ككل، وآثار واضرار التغير المناخ التي ستحدث في المستقبل.

٧- تطوير الاستراتيجيات والممارسات والأساليب والأهداف التعليمية نحو البيئة وتغيرات المناخ واتخاذ إجراءات التخفيف والتكيف وتحقيق والتنمية المستدامة.

المراجع:

- أمبو سعيدي، عبد الله (٢٠١١) ادماج مفاهيم وموضوعات التربية للتنمية المستدامة في الخطط التعليمية والمناهج الدراسية، مجلة تواصل،(١٤)، عمان.
- الأحمدي، علي بن حسن (٢٠١٩)، فاعلية برنامج في الاستدامة البيئية قائم على دمج استراتيجيتي RAFT و PWTW في تنمية مهارات كتابة المقالات العلمية والاتجاه نحو قضايا الاستدامة البيئية لدى طالب كلية العلوم في الجامعة الإسلامية بالسعودية، مجلة كلية التربية، جامعة الأزهر، مج (١) ،ع (١٨٩) . ٢٩ - ٤٧٢.
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء. (٢٠١٧). تقرير مصر في أقارمالجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، القاهرة.
- الأمم المتحدة. (٢٠١٥). تحويل عاملنا: خطة التنمية المستدامة لعام٢٠٣٠ https://www.un.org /sustainabledevelopment/ar
- الامم المتحدة (٢٠٢٢). العمل المناخي: ما هو تغير المناخ. https://www.un.org/ar/climatechange/what-is-climate-change

- الموجي، أماني محمد سعد وأحمد، أميمة محمد وعلي إيمان فارق. (٢٠٢٢). تصور مقترح لمنهج الفيزياء فى ضوء أبعاد التنمية المستدامة لطلاب المعهد الفني الصناعي للبصريات، المجلة الدولية للمناهج والتربية التكنولوجية، المجلد السابع العدد(١١).
- المركز التربوي للبحوث والانماء (٢٠١٨). دمج مفاهيم التنمية المستدامة في المناهج، بيروت. متاح على الموقع-description?id=2611 http://www.crdp.org/mag
- الشعيلي، علي والربعاني، أحمد(٢٠١٠). مستوى الوعي بالتغيرات المناخية لدى الطلبة-المعلمين في تخصصي العلوم والدراسات الاجتماعية بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس، المجلة الأردنية في العلوم التربوية. جامعة اليرموك. ٦(٤)، ٢٦٩- ٢٨٤.
- الدغيم، خالد ابراهيم صالح؛ عبد العال، محسن حامد فراج (٢٠١٧). تصور مقترح لتضمين المفاهيم والتطبيقات الحيوية والظواهر الجوية بمنهج الفيزياء للمرحلة الثانوية، مجلة كلية التربية، جامعة الأزهر، العدد(١٧٣ الجزء الأول) أبريل
- المعمري، سليمان عبده احمد سعيد والنظاري، بشرى محمد عبد الرحمن (٢٠١٧). تصور مقترح لتطوير محتوى كتب الفيزياء بالمرحلة الثانوية في الجمهورية اليمنية في ضوء ابعاد التنمية المستدامة، مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية ،ع١، كلية التربية، جامعة تعز،٢٠١٧م. ص٣٥-٧٤.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة (٢٠١١).نحو اقتصاد أخضر: مسارات إلى التنمية المستدامة والقضاء على الفقر، نيروبي.
- رئاسة مجلس الوزراء (٢٠١٩). استراتيجية التنمية المستدامة – مصر ،٢٠٣٠ Http://www.cabinet.gov.eg /Arabic/GovernmentStrategy/ .
- جنيد، معين. (٢٠٠٨). الفيزياء في حياتنا. تم استرجاعها بتاريخ /٢٠ /٨ /٢٠٢٢ http://physicsandus.blogspot.com
- حجازي ،عبد الحميد أحمد، سليمان، تهاني محمد وأحمد، إيمان الشحات سيد (٢٠١٧)، تقويم مناهج الأحياء للمرحلة الثانوية في ضوء أبعاد وقضايا التنمية المستدامة، الجمعية المصرية للتربية العلمية، المؤتمر العلمي التاسع عشر: التربية العلمية والتنمية المستدامة، يوليو، ١٩٣-٢٢٤ .
- شحاته، حسن وعوض، محمد حسان (٢٠١٦). البيئة والتنمية المستدامة، القاهرة، مكتبة الدار العربية للكتاب.
- طاهر، قادري محمد(٢٠١٣).التنمية المستدامة في البلدان العربية بين النظرية والتطبيق بيروت، مكتبة حسن العصرية.
-عبد القوي، اشرف بهجات (٢٠١٤). تطوير منهج التسويق بالمدرسة الثانوية التجارية في ضوء متطلبات التنمية المستدامة، مجلة العلوم التربوية، كلية الدراسات العليا للتربية جامعة القاهرة، ج(٢)، العدد(١). ص ١- ٣٥.
- عبد العزيز، فتحي عبد الله أبو رضى (٢٠٠٦): "الأصول العامة في الجغرافية المناخية"، دار المعرفة الجامعية، مصر.

- ماجد سليم عزيز (٢٠١٨). دراسة تحليلية لمحتوى كتاب الفيزياء للصف الرابع العلمي في ضوء مفاهيم التنمية المستدامة، مجلة العلوم السيكولوجية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق، العدد٢٧، ص ١٣١- ١٦٤.
- منظمة الامم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (يونسكو)(٢٠١٧).الاستعداد لمواجهة تغيرالمناخ، دليل المدارس بشأن العمل المناخي، المدارس المنتسبة لليونسكو.
- منظمة الامم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، (٢٠١٧)
http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-ar
- محمد، محمد(٢٠٢٠). التغيرات المناخية وانعكاساتها على البيئة والإنسان في الاقليم الجنوبي والشرقي في اليمن.مجلة جامعة عدن للعلوم الانسانية والاجتماعية، ١(١)، ١٨- ٢٦.
- محمد، منال علي حسن (٢٠٢٢). برنامج مقترح في ضوء أبعاد التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر وأثره في تنمية التفكير المستدام والتوازن المعرفي والاتجاهات المستدامة لدى طلاب الشعب العلمية بكلية التربية، المجلة العلمية لكلية التربية – جامعة اسيوط، المجلد الثامن والثلاثون– العدد الثالث- مارس٢٠٢٢.
- محمد، رمضان عبد الحميد (٢٠٢١). مناهج التعليم ومتطلبات التنمية المستدامة، مجلة كلية التربية، جامعة بورسعيد، العدد ٣٣، ص١٤
http://search.mandumah.com /Record/1114811
- محمود، مديحة فخري، (٢٠١٧). تصور مقترح لدور الجامعات المصرية في تحقيق مفهوم
الاقتصاد الأخضر رؤية تربوية، المجلة التربوية، جامعة سوهاج، العدد التاسع والأربعين،٢٦-٥٨.
- مصطفى يوسف كافي (٢٠١٧). التنمية المستدامة، الأردن، الأكاديميون للنشر والتوزيع.

المراجع الأجنبية:

- Akinsooto, T., and Akpomuje, P. (2018) Achieving Sustainable Development Goals through Adult Informal Learning. Austrian Journal of Adult Learning, 58(3). p 426-448.
-Akyol, T., Kahriman-Pamuk, D., & Elmas, R. (2018). Drama in Education for Sustainable Development: Preservice Preschool Teachers on Stage. Journal of Education and Learning, 7(5), (102-115).
- A. John Arnfield,(2020) "Climate" www.britannica.com.
-Alpar Istvan Vita Voros(2020). Outcomes of an optional environmental physics course in high school, AIP Conference Proceedings, https://doi.org/10.1063/5.0001748.
- B., Patrick, (2012), Nature and its role in the transition to a green economy, The Economics of Ecosystems and Biodiversity, London,
The Institute for European Environmental Policy (IEEP).

- Baehr, J; Keller, K and Marotzke, J. (2007). Detecting potential changes in the Meridional Overturning Circulation at 26° N in the Atlantic, Climatic Change, DAI:10.1007/s10584-006-9153-z.
- Matthew Schneider. (2021).To Teach Students about Climate Change, 'Just the Facts' Isn't Enough. We also need to talk about emotions and discuss pathways to action. SCIENTIFIC AMERICAN.CLIMATE CHANGE. https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/features/to-teach-students-about-climate-change-lsquo-just-the-facts-rsquo-isn-rsquo-t-enough.
- Chicago Botany Garden, (2019). Climate Change in My Backyard .Grade 7-9 Activity Guide
- Causes of climate change(2019)", www.canada.ca-
- Causes of climate change, (2020).Met Office College.
https://www-metoffice-gov-uk.translate.goog/weather/climate-change/effects-of-climate-change?_x_tr_sl=en&_x_t
- Erlina Yusliani(2021). Mapping environmental curriculum in physics learning at senior high school grade X semester 2, Journal of Physics Conference Series, April.
- Ibeh, G. F., Onah, D. U., Umahi, A. E., Ugwuonah, F. C., Nnachi, N. O., & Ekpe, J. E. (2013). Strategies to Improve Attitude of Secondary School Students towards Physics for Sustainable Technological Developmentin Abakaliki LGA, Ebonyi-Nigeria. Journal of Sustainable Development Studies, 3(2)
- G., Nhamo, (2014) Reviewing Some Implications of the Green Economy for Higher and Further Education Institutions, Institute for Corporate Citizenship, University of South Africa, Southern African Journal of Environmental Education, Vol. 30.
- İncekara, S., & Tuna, F. (2011). Attitudes of secondary school students towards environmental and sustainable development issues: A case study from Turkey. African journal of biotechnology, 10(1),(21-27).
- Kopnina, N. (2014). Revisiting the 'Trans-human' Gestalt: Discussing 'Nature' and 'Development' with Students of Sustainable

Business. Journal of Education for Sustainable Development. Sage Publications, 8(1) 43-63.

- Kenneth Bloom, Veronique Boisvert, Daniel Britzger , Micah Buuck , Astrid Eichhorn , Michael Headley , Kristin Lohwasser , and Petra Merkel(2021). Climate impacts of particle physics, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE, USA 2Royal Holloway University London, Submitted to the Proceedings of the US Community Study on the Future of Particle Physics (Snowmass 2021).

- Korsun, Igor,2017: The Formation of Learners' Motivation to Study Physics in Terms of Sustainable Development of Education in Ukraine, Journal of Teacher Education for Sustainability, v19 n1 p117-128 2017.
- The Causes of Climate Change(2020)", www.climate.nasa.gov.
- Trott, Carlie & Weinberg, Andrea. (2020): Science Education for Sustainability: Strengthening Children's Science Engagement through
Climate Change Learning and Action. Sustainability. 12. 6400.
10.3390/su12166400.
- Tamez, C.(2014) Lifelong Learning and Higher Education Policies, Tuning Journal of Higher Education, 2(1). p 91-105.
- Melissa Denchak (2017), "Global Climate Change, www.nrdc.org
- Murat Suner (2019), "WHAT ARE HUMAN, CAUSES OF CLIMATE CHANGE?" ،www.fairplanet.org.
- Syukuro Manabe, Klaus Hasselmann and Giorgio Parisi(2021). Research on climate and more brings trio the 2021 physics Nobel Prize, Nobelprize.org. The Nobel Prize in physics 2021. Published online October 5, 2021. https://www.snexplores.org/article/research-climate-2021-physics-nobel-prize.
- UN Woman (2016) Women and Sustainable Development Goals. United State.
-(UNEP), United Nations Environment Programmer, (2010), Green Economy Report: A Preview (3).

- UNESCO (2022) Climate change education, Education is crucial to promote climate action,, https://www-unesco org.translate.goog/en/education/sustainable-development/climate-change?
- UNESCO International Bureau of Education (2016) What Makes a Quality Curriculum? UNESCO IBE, Genève.
- United Nation (2015) Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development (In Arabic). Available at: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ar/.
-UNESCO. (2013). Mauritius Recommendations from the UNESCO Expert Meeting on Climate Change Education for Sustainable Development in Africa. Paris: UNESCO.
- UNICEF (United Nations Children's Emergency Fund) (2015) Global Goals for Every Child Healthy, Safe, Educated and Empowered Children and Young People are the Key to a Peaceful, Prosperous and Sustainable World, New York, USA.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization UNESCO (2015) Education by 2030: Incheon Declaration and Framework for Action (In Arabic), Paris, France. P 2-5.
- Vladimirova, K. and Blanc, D. (2016) Exploring Links Between Education and Sustainable Development Goals Through the Lens of UN Flagship Reports. Sustainable Development, (24), 254-271.
- World Bank (2010) World Development Report: Development and Climate Change 2010. World Bank, Washington, DC. p 24.
-Yalçinkaya, E. (2013). Analyzing primary social studies curriculum of
Turkey in terms of UNESCO educational for sustainable development
theme. European Journal of Sustainable Development, 2(4), 215-215.
http://ojs.ecsdev.org/index.php/ejsd/article/view/92/86.