الرياضيات كأداة لفهم التحديات العالمية في تحقيق التنمية المستدامة

م.م يمامة نذير محمود
yamama.natheer@uodiyala.edu.iq
جامعة ديالى/ كلية التربية المقداد
م.م هيجاء ضياء الدين حسين
hayja.dh.muq@uodiyala.edu.iq
جامعة ديالى/ كلية التربية المقداد

الملخص
تعتبر التنمية المستدامة إحدى أهم الأهداف العالمية التي تسعى العديد من الدول إلى تحقيقها في القرن الواحد والعشرين. فهي تهدف إلى تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة، وهو ما يتطلب تكاملًا بين الأبعاد الاقتصادية، الاجتماعية، والبيئية .واحدة من أكبر التحديات التي تواجهها التنمية المستدامة هي القدرة على فهم وتحليل التحديات العالمية التي تهدد استدامتها، مثل التغيرات المناخية، فقدان التنوع البيولوجي، نضوب الموارد الطبيعية، و اللامساواة الاقتصادية، الرياضيات، بكل فروعها المختلفة، تعد أداة أساسية لفهم وتحليل هذه التحديات. فهي لا تقتصر على العمليات الحسابية فقط، بل تمتد إلى النمذجة الرياضية التي تساعد في محاكاة النظم البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية، وتقديم حلول قائمة على البيانات لمواجهة القضايا العالمية. من خلال النماذج الرياضية المعقدة، يمكن دراسة العلاقة بين استهلاك الموارد، النمو السكاني، التغيرات المناخية، و الاقتصاد الأخضر، ما يساعد في تطوير استراتيجيات فعالة لتحقيق التنمية المستدامة، يقدم هذا البحث دور **الرياضيات** كأداة لفهم التحديات العالمية في تحقيق **التنمية المستدامة**، من خلال تحليل كيفية استخدام **النماذج الرياضية** في مواجهة القضايا البيئية، الاجتماعية والاقتصادية التي تؤثر على رفاهية الإنسان. يناقش البحث التطبيقات المختلفة للرياضيات في **إدارة الموارد الطبيعية، تغير المناخ**، و **النمو السكاني**، بالإضافة إلى دورها في تطوير **حلول مستدامة** للأزمات العالمية. كما يبرز أهمية **الرياضيات التطبيقية** في تقييم وتحليل **السياسات** المتعلقة بالتنمية المستدامة، ويعرض كيفية تكاملها مع تقنيات **النمذجة الرياضية** في المجالات البيئية والاقتصادية لتحقيق استدامة شاملة.
الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة، الرياضيات، النماذج الرياضية، الرياضيات التطبيقية

Mathematics as a Tool for Understanding Global Challenges in Achieving Sustainable Development

Assistant Lecturer Yamama Natheer Mahmood
yamama.natheer@uodiyala.edu.iq
University of Diyala / Al- Muqdad, College of Education
Assistant Lecturer Hayjaa Dhiyaa Aldeen Hussein
hayja.dh.muq@uodiyala.edu.iq
University of Diyala / Al- Muqdad, College of Education

Abstract

Sustainable development is one of the most important global goals that many countries are striving to achieve in the 21st century. It aims to meet the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs, which requires integration across economic, social, and environmental dimensions. One of the greatest challenges facing sustainable development is the ability to understand and analyze the global challenges that threaten its sustainability, such as climate change, biodiversity loss, depletion of natural resources, and economic inequality, Mathematics in all its branches, is a fundamental tool for understanding and analyzing these challenges. It is not limited to just computational processes but extends to **mathematical modeling**, which helps simulate environmental, economic, and social systems and provides data-driven solutions to address global issues. Through complex mathematical models, we can study the relationships between resource consumption, population growth, climate change, and the green economy, which aids in developing effective strategies for achieving sustainable development. This research explores the role of mathematics as a tool for understanding the global challenges in achieving sustainable development. It analyzes how mathematical models are used to address environmental, social, and economic issues that affect human well-being. The study discusses the various applications of mathematics in managing natural resources, climate change, and population growth, as well as its role in developing sustainable solutions for global

crises. Furthermore, it highlights the importance of applied mathematics in evaluating and analyzing policies related to sustainable development and demonstrates how it integrates with mathematical modeling techniques in environmental and economic fields to achieve comprehensive sustainability.
Keywords: Sustainable Development, Mathematics, Mathematical Models, Applied Mathematics

الفصل الأول : الاطار العام

1.1 المقدمة

بعد أن غيّرت الثورة الصناعية تاريخ البشرية، كانت نتائج التنمية الاقتصادية هائلة. لقد غيّرت العصر البشري الأوروبي من جميع النواحي، ليس فقط من خلال زيادة الدخل، بل أيضًا من خلال تعزيز مستويات المعيشة والتكنولوجيا والعلوم. يكمن سبب التصنيع في زيادة إنتاج السلع ونسبتها بشكل كبير. تشمل تقنيات الإنتاج المستخدمة عجلات النار وإنتاج القطن. تُعد التغيرات في مستويات المعيشة في أوروبا حادة بسبب استخدام السلع المُنتَجة. تُسهّل أساليب التجارة الجديدة الضخمة نقل البضائع من أماكن بعيدة إلى أوروبا بتكلفة نقل منخفضة. تداول البعض منتجات لا يمكن العثور عليها إلا في أوروبا مثل القصدير. كما تداولوا مواد أخرى ضرورية للتنمية الاقتصادية الجيدة [1] .

بدأت المشاكل عندما أصبحت أوروبا صناعية. بدأت المشكلة الأولى مع انتفاضة السكان. لأن الناس بدأوا العمل في المصانع المصنعة، ومرة أخرى هذا يرجع إلى التغييرات التقنية. هناك أشخاص تلقوا تعليمًا لتشغيل هذه الآلات. تؤدي الزيادة السكانية إلى الرغبة في استهلاك السلع. زاد الطلب على السلع في أوروبا كثيرًا مقارنة بالطلب خلال انتفاضة السكان. لذلك زادت إنجلترا من وارداتها وزاد الطلب على سلع مثل الحرير والشاي والسكر وما إلى ذلك. حصلت إنجلترا على دخل ضخم من أراضيها الأخرى ومن المذهب التجاري. سيؤدي هذا النمو السكاني أيضًا إلى سحب استثمارات الاكتظاظ السكاني الذين ليس لديهم وظائف أو أموال للشراء ويعانون من نقص الغذاء [2] .

2.1 مشكلة البحث

تتمثل **مشكلة البحث** في دراسة كيفية استخدام **الرياضيات** لفهم وتحليل التحديات الكبرى التي تواجه التنمية المستدامة على الصعيد العالمي، بما في ذلك التغيرات المناخية، نضوب الموارد، والتفاوتات الاقتصادية. على الرغم من الدور المهم الذي تلعبه الرياضيات في هذه المجالات، إلا أن هناك نقصًا في الفهم العام حول كيفية تطبيق النماذج الرياضية بشكل فعال للتعامل مع هذه التحديات وتحقيق **التنمية المستدامة**.

3.1 هدف البحث

يهدف البحث إلى:

استكشاف كيفية استخدام النماذج الرياضية لفهم التحديات العالمية المتعلقة بالتنمية المستدامة.

تحليل دور الرياضيات في تطوير استراتيجيات مستدامة في مجالات مثل البيئة و الاقتصاد و الاجتماع.

عرض كيفية استخدام النماذج الرياضية في تقييم وتوجيه السياسات المستدامة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية.

4.1 أهمية البحث

تتمثل أهمية البحث في تسليط الضوء على دور الرياضيات في تحقيق التنمية المستدامة من خلال توفير أدوات رياضية فعّالة لدراسة التحديات الكبرى مثل التغير المناخي، نقص الموارد، وتزايد أعداد السكان. يساعد البحث في بناء فهم أفضل للطرق التي يمكن للرياضيات أن تسهم بها في معالجة المشكلات العالمية وتحقيق التنمية المستدامة على الصعيدين المحلي والعالمي.

الفصل الثاني: الاطار النظري

1.2 دور الرياضيات في الاستدامة

إن التحديات التي تثيرها الاستدامة كبيرة ومربكة بما يكفي لتبدو جديرة بالاهتمام هنا. بعضها يشمل قضايا نمذجة ملموسة نسبيًا، مثل كيفية إدارة الموائل لتعظيم احتمالية استمرار الأنواع المهددة sبالانقراض حاليًا، والتي تشغل مناطق محددة مسبقًا، في المستقبل. بينما لا يحقق البعض الآخر نجاحًا يُذكر في طرح أسئلة رياضية ذات صلة، والتي قد تحمل طابعًا عامًا مرتبطًا بالمعايير الرياضية المتعارف عليها، مثل التباين في الرياح وهطول الأمطار المتأثر بكل من جغرافية المزرعة المعنية والتيارات الجوية العامة، والتي تكون شديدة بشكل غير متوقع في أحد الأعوام، وفي هذه الحالة، سيتأثر هذا الهيكل بشكل غير متوقع وهائل بهذه التغيرات غير المتوقعة. أما الحل الأخلاقي أو السياسي، فهو نمذجة عملية تؤدي إلى انخفاض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بطريقة تحظى بموافقة أغلبية الأشخاص القادرين على إحداث التغييرات، وهو ما يُطرح في مأزق محرج، فالتغيير هو الشرط الأول نظرًا لضرورة فهم رياضيات النمذجة قبل أن تتمكن الجماهير من تطبيقه [3] .

2.2 نمذجة النظام البيئي

لخدمات النظم البيئية آثارٌ على رفاهية الإنسان من خلال توفير المنافع. تنتقل منافع خدمات النظم البيئية من بنية النظم البيئية ووظائفها عبر الخدمات واستخدام البشر لها. طُوّرت أنظمة نمذجة جغرافية مكانية لبحث وتقييم هياكل النظم البيئية ووظائفها وخدماتها. وقد حظيت خدمات الأراضي الرطبة، بما في ذلك خدمات تنقية المياه والموائل، باهتمام كبير من علماء البيئة وصانعي السياسات والجمهور. وقد بُني عدد من أنظمة نمذجة النظم البيئية ذات الصلة بالاعتماد على نماذج تقليدية مستقلة. وتُعدّ قيود الوقت والميزانية السبب الرئيسي لقيام خبراء التخصصات عمومًا بالبحث

واستخدام نماذجهم التخصصية الخاصة حصريًا، وفي شركات وأماكن منفصلة. كما توجد فجوات في المقاييس المكانية والزمانية بين العديد من نماذج التخصصات والنظم البيئية، مما يؤدي إلى تباين في طريقة استخدام مجموعات بيانات مدخلات ومخرجات النماذج الجغرافية المكانية. ويُعدّ وضع تبادل النماذج والبيانات ضعيفًا في العديد من المجتمعات. وعادةً ما تكون النماذج المُولّدة ملكًا فكريًا لمؤلفيها، ولا يملك الأفراد دافعًا لجعل نماذجهم قابلة للمشاركة [4].

3.2 توقعات تغير المناخ

يُعد تغير المناخ نتيجةً للارتفاع المستمر في غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي. من وجهة نظر مراقب خارجي، يتمثل أحد الحلول الممكنة في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وإزالة بعض فائضه المُنطلق بالفعل. يتطلب القيام بذلك تخفيضاتٍ وضبطًا للانبعاثات على نطاق واسع، بما في ذلك تجزئة الاقتصادات من أكثر مواردها انتشارًا، ألا وهي الطاقة، بالإضافة إلى تعطيل البنى التحتية القائمة. يمكن نمذجة تغير المناخ في إطار نظري مالي حديث يُشبه نموذج التحول المفاجئ أو نموذج التحول الطوري الذي يصف حالات الذعر والانهيار المالي في نظام من العوامل الاقتصادية المتفاعلة في ظل وجود سوق رأس مال محايد للمخاطر. يأخذ هذا النموذج المناخي المُبتكر حديثًا في الاعتبار عددًا كبيرًا من العوامل الفردية المرتبطة بسوق أسهم/قروض مشتقة، وهو سوق صفري المحصلة بطبيعته، وموزع بالتساوي بين مراكز البيع والشراء للأصول الخطرة [5] .

4.2 معالجة التحديات العالمية

يُحفّز النمو السكاني العالمي الحالي والمستقبلي طلبًا متزايدًا على الغذاء والماء والطاقة، ويُصدر كميات هائلة من الملوثات، مما يُؤدي بدوره إلى تدهور البيئة، ويُسرّع من مخاطر تغيّر المناخ، ويُقوّض رفاه البشر. تُشكّل هذه التحديات تحديًا كبيرًا في العالم النامي، إذ يُكافح من أجل ضمان النمو الاقتصادي، وتوفير الصحة لأكثر من ملياري شخص محرومين من الوصول إلى مياه الشرب المأمونة وخدمات الصرف الصحي المناسبة، وإدارة الحياة الحضرية لمئات الملايين من المهاجرين من الريف إلى المدن، الذين يُشكّلون مدنًا ضخمة تُعرف بالأحياء الفقيرة في البلدان النامية. وبصورة عامة، يُعدّ الحفاظ على إنتاج غذائي مستدام وإمدادات مياه بأسعار معقولة، إلى جانب إنتاج الطاقة النظيفة، حاجةً أساسيةً للمجتمع البشري، بينما يتطلب الحفاظ على البيئة من التدهور الحفاظ على المسطحات المائية الطبيعية والأراضي الزراعية والغابات. إلا أن تلبية هذه الاحتياجات الأساسية أمرٌ مُعقّدٌ وصعبٌ في ظلّ تزايد عدد السكان وتغيّر أنماط الاستهلاك، وقيود الموارد، وتزايد استخدام الطاقة، مما يُتعارض مع البيئة العالمية ويُفاقم مخاطر تغيّر المناخ [6] .

5.2 نماذج استهلاك الطاقة

يُعد تغير المناخ مشكلةً واضحة، ويرتبط بالانبعاثات الناتجة عن استهلاك الطاقة. قد يُسبب تغير المناخ عواقب وخيمة على الأجيال القادمة، وبالتالي، سيواجه الجيل التالي ظاهرة الاحتباس الحراري الناتجة عن الاستهلاك المرتفع للطاقة من قبل الأجيال السابقة. قد يُوفر تناول تطوير نماذج الطاقة المستدامة التي تُميز بين قيود

الحفاظ على الطاقة معرفةً مفيدةً في تحديد جدوى سياسة الطاقة البديلة. يمكن تطبيق هذه الطريقة بنجاح لمحاكاة علاقة الموازنة بين الحفاظ على الطاقة الوطنية، وتكتلات إمدادات الطاقة، وجميع وكلاء السوق المحلية المختلطة الآخرين من خلال تقييم حساسية موثوق. تُقيّم الحكومة سياسات الطاقة المختلفة التي يمكن وضعها في سعيها لتحقيق أهداف وطنية مُحددة مُسبقًا للحفاظ على الطاقة. سيكون هدف تطوير صناعة الطاقة المتجددة الذي يسعى في النهاية إلى استبدال الطاقة المتجددة الثابتة هو مزيج السياسات الأكثر ملاءمةً المُقدم. قد يُخفف تطبيق الوقود الحيوي الحالي من انخفاض الدخل القومي المرتبط بتحسينات كفاءة أجهزة الطاقة بشكل فعال [7] .

6.2 تقنيات تفسير البيانات

يُجرى تحليل التباين أحادي الاتجاه لمقارنة فرق متوسطات مستوى الاهتزاز عند امتدادات سير مختلفة، بالإضافة إلى مواقع البكرات الخاملة. ويُستخدم تصحيح بونفيروني في اختبارات النطاقات المتعددة للحفاظ على معدل خطأ تجريبي. تشمل تقنيات تفسير البيانات جدول تحليل التباين أحادي الاتجاه، ومخططات المتوسطات، ومخططات النطاقات. تُسهّل هذه الأدوات تفسير هذه البيانات، مع الاستفادة من تحديد مشاكل محددة. يهدف انحناؤها العريض إلى عكس هندسة سلك الإرجاع لنظام الناقل مع وضع البكرات الخاملة على مسافة مركزية محددة. على الرغم من أن البكرات الخاملة تبدو غير محاذية بشكل صحيح، فقد تم قياس بيانات المحاذاة والتأكد من أنها ضمن معيار الصناعة البالغ 16/1 بوصة. وبالمثل، تم أيضًا التأكد من أن ميل الحوض وبيانات الإزاحة ضمن معايير الصناعة.

تم الحصول على البيانات من خلال تجارب مكثفة ومحاكاة عددية باستخدام منصة هيكلية كاملة الحجم. حُللت البيانات المُجمعة باستخدام تقنيات معالجة إشارات تقليدية ومتقدمة متنوعة. أظهر تحليل البيانات بين البيانات المحاكاة والبيانات الميدانية توافقًا جيدًا بين البيانات التجريبية في نطاقي السرعات المنخفضة والعالية لشكل وضع الانحناء، والذي يُعد أحد العوامل المهمة للتآكل والكسر. وُضعت عدة اقتراحات لتركيب مسافات بين البكرات الخاملة بناءً على تشابه أشكال الوضع، ونطاقات التردد، وطاقة الاستجابات. يمكن أن يؤدي التباعد الأمثل بين البكرات الخاملة إلى تقليل التآكل، وإطالة دورة الاستبدال، وزيادة عمر الخدمة، وزيادة الموثوقية [8] .

7.2 تقنيات التحسين للحلول المستدامة

يصف النص الأدبيات التي تُركز على مناهج جديدة قائمة على الرياضيات للتغلب على التحديات العالمية، سواءً في مجال استراتيجيات التنمية المستدامة، أو سياسات الأمن، أو الترتيبات الاجتماعية، أو الممارسات المُعززة للتعامل مع التعايش في الأراضي المشتركة. ويتناول مجال أبحاث التخطيط والتحسين تحديات كبرى، مثل نمذجة التطور المشترك، أو التحسين المكاني متعدد الأهداف لخطط التنمية المستدامة في المناطق الحضرية.

يتضمن النص مثالاً تخطيطياً ملموساً لدمج مُحاكيات التحسين لتطوير استخدام الأراضي في المناطق شبه الحضرية، والبنى التحتية الصحية، وحلول النقل الآنية في منطقة موسكو الكبرى. وينعكس البعد العالمي أيضاً في الدراسات المعنية بالمدن

الكبرى في البلدان النامية، بما في ذلك تطوير أدوات رياضية للتصنيف المكاني الزمني والتنبؤ بالمستوطنات غير الرسمية، والتنقل، والتحضر في ظل ظروف ندرة البيانات. يحتوي هذا النص على مجموعة مختارة من الدراسات حول هذه المجالات الموضوعية [9].

8.2 السياسات البيئية التعاونية

تُبشّر أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر بنهجٍ متكامل للتنمية يُدرك القيود الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية للتوازن العالمي والإقليمي والوطني. ومن بين أمور أخرى، تُعطي هذه المصطلحات، ذات الاتساع النسبي، صانعي السياسات سلطة تفسير الترتيبات وفقًا لظروفهم الخاصة. ويرى البعض أن أهداف التنمية المستدامة ليست مؤشرات مستقلة، بل هي مؤشرات متضاربة ومتوازنة، مما يتطلب استراتيجية سياسات منسقة وتعاونية. يُقيّم هذا البحث نموذج "نيكسوس" الكونجرسي، مُبيّنًا كيف يُمكن لمزيج السياسات المتماسك بين الإدارة البيوفيزيائية، وتجارة النمذجة، وتقييم الإدارة البيئية الحكومية أن يُؤثر على التوازنات بين الحفاظ على البيئة، ومكافحة تغير المناخ، ومعالجة أسعار الغذاء، مما يُسهم في نهاية المطاف في تحقيق هدفي التنمية المستدامة الرابع عشر والخامس عشر. منذ إطلاقه، وبفضل الفهم المُسبق والتنبؤي، والموارد المطلوبة لتحقيقه، حظي هدف النمو المستدام للأمم المتحدة باهتمامٍ واسع [10].

9.2 دراسات الحالة: التطبيقات الناجحة للرياضيات

يجب إيجاد حلول للمشاكل العالمية، مثل تغير المناخ، ومكافحة الأمراض، والحد من النمو السكاني، وتوفير مصادر طاقة مستدامة، والمياه النظيفة، ومناهج رياضية مستدامة. ومن المتوقع أن تُعالج الرياضيات التحديات الكبرى في العولمة والتنمية. ويُعدّ التقدم المذهل في مجال الاتصالات مفتاح العولمة. ومع ذلك، فإن التقدم في الرياضيات وتطبيقاتها هو ما يُمكّن من تصميم طائرات أخف وزنًا وأقوى وأسرع، وصنع جزيئات تُستخدم في صناعة الحاسوب لتصميم مواد جديدة.

لقد أحدثت العديد من التطورات التكنولوجية تأثيرًا كبيرًا على سلامة الحياة والإدارة المستدامة طويلة الأمد للموارد الحية. وقد وُضع بعضها لضمان استناد صانعي السياسات في العالم النامي في قراراتهم إلى أفضل ما هو متاح. وستتناول هذه الورقة التطبيقات متعددة التخصصات للرياضيات، بما في ذلك مجالات مثل التكنولوجيا لتخفيف حدة الفقر والتكنولوجيا للتنمية المستدامة. وتهدف هذه الورقة إلى وضع المزايا التي يمكن للدول النامية أن تجنيها وتتقاسمها في منظورها الصحيح [11] .

10.2 نماذج كفاءة الزراعة

تتكون النماذج الرياضية من صيغ تحسين خطية أو غير خطية تتضمن دالة هدف غير خطية ودوال قيود خطية أو غير خطية. ومن المسلّم به أن قلة من الأنظمة يمكن وصفها بدقة باستخدام هذه النماذج البسيطة. وبشكل عام، فإن البنية التحتية في الدول النامية ضعيفة للغاية ولا تدعم هذه النماذج، ويتطلب تطبيقها حل مسائل تقدير معاملات النموذج التي يصعب تقسيمها إلى مهام مكونة قابلة للإدارة. كما أن البحث عن أفضليات شاملة يُعدّ أحيانًا مشكلة مستعصية في مساحات البحث عالية الأبعاد، لا

سيما عند استخدام دوال أو قيود غير متصلة، ومجال تصميم أدوات دعم القرار غير الرياضية أوسع وأكثر مرونة. وبفضل التقدم الحسابي في عدد من المجالات المتباينة، أصبحت أدوات استكشاف أداء عدد كبير من الخطط الزراعية التي تُحسّن العديد من المعايير المختلفة متاحة.

11.2 التحديات في تنفيذ الحلول الرياضية

يعيش العديد من الفقراء في بلدان لا تدعم سياساتها ومواردها وبنيتها التحتية سكانها بشكل كافٍ. تشمل أسباب الفقر مجموعة واسعة من التحديات المتعلقة بالصحة والتعليم والمساواة بين الجنسين والاستدامة البيئية. من المهم إدراك استحالة القضاء على الفقر تمامًا، ومع ذلك، تعهد المجتمع الدولي بالسعي نحو هذا الهدف. يمكن أن تكون الرياضيات أداة مهمة في رصد وتوجيه هذه الجهود. يمكن العثور على ذكر للرياضيات في الهدف 2: "تحقيق التعليم الابتدائي الشامل" من خلال "مؤشرات نسب الالتحاق ومعدلات إتمام الدراسة". على الرغم من أن الأهداف والغايات توفر الوضوح، إلا أنه لا تزال هناك إشكاليات وعدم يقين في رصد هذه الحلول الرياضية وتنفيذها. بالنسبة لأليجرا، يعتمد تحديد الأهداف على كل من الظروف الحالية والبيئات المحلية. تُطرح الخصائص والبيئات الفريدة للدول والمجتمعات مجموعة متنوعة من التحديات في تنفيذ حلول محددة مستمدة رياضيًا. قد تكون هناك حاجة إلى أهداف أو مؤشرات مختلفة في البلدان الغنية أو الفقيرة، بينما قد تحتاج بلدان أخرى إلى أهداف أو مؤشرات تختلف باختلاف المنطقة أو البيئة المحلية [12] . إن ضمان جودة التعليم أمر مهم، وليس فقط كميته. ويتضمن ذلك ضمان حصول الطلاب على تعليم مناسب ومفيد لظروف حياتهم.

12.2 قيود البيانات

تُعدّ محدودية البيانات مشكلةً مُدركةً عند استخدام أساليب الاستشعار عن بُعد المُبتكرة لفهم الظروف النائية المُرتبطة بأهداف التنمية المُستدامة. على سبيل المثال، استغلّت العديد من الدراسات الحديثة بيانات الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية بطرق مُختلفة، مثل رصد الجفاف أو تقدير الغلة الزراعية. وكشفت مراجعة حديثة عن أكثر من 120 منشورًا يستخدم الاستشعار عن بُعد في بعض جوانب إنتاجية المحاصيل أو الأمن الغذائي، مع تطبيقات التعلم العميق والتعلم الآلي لبيانات الاستشعار عن بُعد كمجال فرعي مُتوسّع [13].

استُخدمت بيانات الاستشعار عن بُعد من الفضاء منذ سبعينيات القرن الماضي لمراقبة الغطاء النباتي؛ ويوجد حاليًا أكثر من 30 مهمة تشغيلية. وقد أدى الإطلاق الأخير لبرنامج كوبرنيكوس وأجهزة استشعار سنتينل إلى زيادة تواتر ودقة عمليات الرصد الفضائية المتاحة مجانًا. وفي الدراسات، استخدمت العديد من الدراسات أقمار لاندسات لمراقبة إزالة الغابات والتوسع الحضري، أو لتطبيق مؤشرات الغطاء النباتي. ومع ذلك، وعلى حد علمنا، تُعد هذه الدراسة الأولى التي تفحص عشرات الآلاف من وحدات بكسل الغابات العشوائية في السجل بأكمله للكشف عن أشجار البرتقال المرئية في واشنطن العاصمة ومدينة بالتيمور [14] .

13.2 الاعتبارات الأخلاقية في النمذجة الرياضية

اكتسبت النقاشات حول الأبعاد الأخلاقية للرياضيات والإحصاء زخمًا في السنوات الأخيرة. هناك حاجة، أولًا، إلى تعزيز التفكير التأملي لدى الباحثين الرياضيين حول كيفية إنتاج المعرفة التي يُبنى عليها التحليل أو العمل لاحقًا. ثانيًا، هناك حاجة إلى إخضاع النتائج والأدوات والنماذج التي ينتجها علماء الرياضيات والإحصاء لنقد أكثر شمولًا ودقة. ثالثًا، هناك حاجة أكبر إلى توسيع نطاق النقاش ليتجاوز الإطار الأكاديمي، وإيجاد السبل التي تُمكّن جماعات المواطنين وأصحاب المصلحة الآخرين من المساهمة فيه بفعالية. رابعًا، هناك حاجة إلى تحسين التواصل بشأن الآثار الأخلاقية للنتائج والأساليب العددية [15] .

14.2 العدالة في توزيع الموارد

تُعتبر الرياضيات وسيلةً مثاليةً لتحقيق التنمية المستدامة، إذ تُسهم في توفير الأدوات اللازمة لفهم ومعالجة طيفٍ واسع من التحديات العالمية، مثل الإفراط في استخدام الموارد، والتوزيع غير العادل، والتلوث البيئي، والصراعات الاجتماعية. وفي مجال العدالة في توزيع الموارد، يتطلب التنافس الحتمي على الموارد العالمية المحدودة توزيعها بالتساوي تقريبًا بين سكان الأرض. إلا أن هذا الهدف لا يزال بعيدًا عن التحقق في الواقع العالمي الحالي، وقد طُرحت مؤشراتٌ رقميةٌ تُمكّن من تحديد مدى واتجاهات عدم المساواة في الموارد العالمية. وعلى وجه الخصوص، يتسم التوزيع العالمي لأربعة موارد أساسية - الأراضي الصالحة للزراعة، والمياه العذبة، والطاقة الأحفورية، والإنتاج الصناعي - بعدم التكافؤ، بل ويزداد تفاقمًا. وبينما توجد تفاوتاتٌ واسعةٌ بين المناطق العالمية وداخلها، فإن سكان أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وجنوب آسيا، الذين يعيشون في بلدانٍ ذات كثافة سكانية عالية، هم الأكثر تضررًا في هذا الصدد. يُقدَّم مؤشر رياضي يُقدِّر التغيرات المكانية والزمانية للتوزيع العالمي للموارد، مثل مُعامل جيني ومؤشر التفاوت العالمي في الموارد. وتُصاغ سيناريوهات مُختلفة لتطور التفاوت في الموارد خلال القرن الحادي والعشرين بناءً على التغيرات المُتوقعة في المعايير العالمية الرئيسية، مثل حجم سكان العالم، ومدى التدهور البيئي، وحجم العمليات غير الخطية التي قد تُؤثِّر على الاقتصاد والسياسة العالميين. ويُقترح أن توسُّع الاتحاد الأوروبي والتوازن المُعقَّد بين القوى السياسية المؤيدة للتكامل والقوى المُعارضة له قد يكون لهما تأثيرٌ قويٌّ على النظام الاقتصادي العالمي، مع تداعياتٍ بعيدة المدى على التوزيع العالمي للموارد. في بعض السيناريوهات، يُفترض استنفاد مصادر الوقود الأحفوري بشكلٍ كامل، مما يُؤدّي إلى تنافسٍ عالميٍّ على أراضي المحاصيل الغذائية، واحتمال العودة إلى فخ مالتوس خلال القرن الحادي والعشرين. وفي هذا الصدد، تُناقَش المزايا النهائية لسياسات توفير الطاقة والاستراتيجيات المُختلفة للتغلب على التفاوت العالمي في الموارد. كما تم التأكيد على أهمية المشاركة الأكبر في عملية صنع السياسات وتخصيص الموارد بالنسبة للدول الأقل انتشارًا، وتم توضيح الآثار السياسية المترتبة على الدول التي تمر بمرحلة انتقالية [16] .

15.2 أهمية تعليم الرياضيات لتحقيق الاستدامة

في بيئة سياسات تكنولوجيا المعلومات سريعة التغير، يُعدّ تعليم الرياضيات وفهمها مهارات أساسية. ومن الضروري تعزيز قدرة جميع البلدان على تحقيق التنمية المستدامة من خلال الرياضيات. إن تطوير فهم المعرفة الرياضية كأساس لجميع التخصصات سيعزز الاكتشاف الرياضي، وخاصة التعليم الذي تُطبّق فيه المعرفة الرياضية على ممارسات أخرى لإدخالها ضمن التنمية المستدامة. تُتيح الرياضيات المتعلقة بالعلوم والهندسة والتكنولوجيا تحقيق التنمية المستدامة من خلال الفحص والفهم والتنبؤ والاكتشاف. تُعد الرياضيات والإحصاء مهارات أساسية لمواجهة التحديات القائمة في اتجاه هذا التطور [17] . ومع ذلك، يواجه العديد من الأشخاص صعوبات في تحديات الرياضيات التي يمكن تجربتها طوال تجاربهم في الحياة. يمكن أن تؤثر العديد من المشكلات في الرياضيات التي لم يتم التعرف عليها وحلها بشكل صحيح على التجربة التعليمية للطلاب الذين يدرسون في المستوى الجامعي في السجل الواسع لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. تُمثل الرياضيات تحديات مختلفة لأولئك الذين يواجهونها اعتمادًا على تخصص الموضوع والتكوين الأكاديمي للفرد. يحتاج المعلمون والباحثون إلى فهم هذه الصعوبات بشكل أفضل وتقليلها لتعزيز تعليم الرياضيات الفعال والمستدام وتعزيز أهداف التنمية المستدامة وتحقيقها في مجالات خبرتهم المختلفة [18] .

16.2 شراكات البحث العالمية

اعتمدت جميع الدول الأعضاء خطة التنمية المستدامة لعام 2030 في عام 2015. وتستند أهدافها السبعة عشر وغاياتها الـ 169 إلى الأهداف الإنمائية للألفية. وتولي أهداف التنمية المستدامة أهمية متساوية للتنفيذ في الدول المتقدمة والنامية. وقد صاحب العدد المتزايد من دراسات البيانات الضخمة والقياس الكمي لهذه الأهداف مخاوف بشأن الفجوة العالمية بين الشمال والجنوب في موارد الدول، بما في ذلك الوصول إلى البيانات والخبرات والقدرات العلمية. وإلى جانب تسليط الضوء على آثار هذه الفجوة على خطر النقل المباشر للمعرفة، يؤكد الموقف المناهض للاستعمار على ضرورة مراعاة الآثار الأوسع للتعاون والعمل على تحقيق الأهداف العالمية، وذلك لمنع تطبيقها عمليًا، مما يعزز التفاوتات العالمية. ويتطلب تصميم ونمذجة وتحليل ومعالجة المشكلات الرياضية المتعلقة بالتنمية المستدامة، بالإضافة إلى ابتكارها باستخدام تقنيات متعددة التخصصات ومناهج بحثية في النظم البيئية والاقتصادية والاجتماعية، تحقيق شراكات عالمية. [19].

الفصل الثالث: الاطار العملي

في هذا الفصل، يتم تسليط الضوء على كيفية استخدام الرياضيات لدعم وتحقيق أهداف التنمية المستدامة في مختلف المجالات. يعرض جدول (1) التحديات الرئيسية التي تواجه التنمية المستدامة في مجموعة من المجالات، ويظهر كيف يمكن للرياضيات أن تساهم في تحقيق نتائج فعّالة في معالجة هذه التحديات.

جدول رقم (1) مدى تحقيق التنمية المستدامة في الرياضيات

النتيجة	الرياضيات المستخدمة	الوصف	التحدي
تحسين توزيع الموارد وتقليل الفاقد، مما يعزز استدامة البيئة ويعزز الكفاءة الاقتصادية.	نماذج الرياضيات الخاصة بالتحليل العددي والاحتمالات (مثل نظرية الألعاب) لحساب استدامة الموارد.	تحديات في استخدام الموارد الطبيعية بشكل مستدام مثل المياه والطاقة والغذاء.	إدارة الموارد الطبيعية
توزيع أكثر عدلاً للموارد وزيادة فرص الوصول إلى الخدمات الأساسية.	النمذجة الاقتصادية باستخدام الرياضيات الكمية لتوزيع الدخل وتحديد الخطوط الفقرية.	تحقيق أهداف القضاء على الفقر وتحقيق العدالة الاجتماعية.	الحد من الفقر
تقديم استراتيجيات لتقليل الانبعاثات وقياس فعالية الإجراءات المناخية.	معادلات تفاضلية لحساب تأثيرات انبعاثات غازات الدفيئة على درجات الحرارة العالمية.	دراسة تأثير التغيرات المناخية على البيئة والإنسان.	تغير المناخ
تصميم بنية تحتية مستدامة مع تحسين استخدام الموارد وتقليل الأثر البيئي.	نماذج محاكاة رياضية للتخطيط العمراني مثل الخوارزميات التطويرية للتصميم المستدام للمدن.	تطوير مدن تتسم بالكفاءة في استخدام الطاقة وتقليل التلوث.	التخطيط العمراني المستدام
تحسين نظم النقل العام وتقليل الازدحام وتحسين كفاءة الطاقة.	النماذج الرياضية لعملية توزيع الحركة وتخطيط شبكات النقل باستخدام الخوارزميات الرياضية المتقدمة.	تحسين وسائل النقل وتقليل انبعاثات الكربون.	النقل المستدام
تحسين أنظمة إعادة التدوير وتقليل النفايات الملوثة وتحقيق بيئة أكثر نظافة.	التحليل الرياضي لدورة الحياة (LCA) لمنتجات مختلفة لحساب تأثيراتها البيئية.	تقليل النفايات وتحسين إعادة تدوير المواد.	إدارة النفايات

1.3 بعض الامثلة الرياضية التي ساهمت في تحقيق التنمية المستدامة في مختلف المجالات:

1- تحليل استدامة المياه

- التحدي: إدارة المياه بشكل مستدام في المناطق التي تعاني من ندرة المياه.
- الرياضيات المستخدمة: معادلات تفاضلية لتمثيل تدفق المياه ونماذج رياضية لتحليل استخدام المياه.
- المثال المحلول:
  - تم استخدام نموذج رياضي يعتمد على معادلات تفاضلية لقياس كمية المياه المتاحة للاستخدام في حوض مائي معين.
  - المعادلة التالية تمثل تدفق المياه في الأنهار:

$$E - R = \frac{dV}{dt}$$

حيث:

- V هو حجم المياه في الحوض.
- R هو معدل هطول الأمطار.
- E هو معدل التبخر.

- استخدام هذه المعادلة، يتم تحديد أوقات الذروة والوقت الذي تحتاج فيه المناطق إلى تخزين المياه أو إدارتها بطريقة مستدامة.

- النتيجة: هذا النموذج ساعد في تحسين تقنيات التخزين واستخدام المياه في المناطق الجافة وتقليل الفاقد من المياه.

2- الحد من الانبعاثات الكربونية

- التحدي: تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الصناعة والنقل.
- الرياضيات المستخدمة: نماذج رياضية للتنبؤ بمعدلات الانبعاثات وتأثيراتها على البيئة.
- المثال المحلول:

- تم استخدام معادلات رياضية للتنبؤ بمستوى الانبعاثات الكربونية باستخدام نموذج يدمج الإنتاج الصناعي وكفاءة الطاقة. المثال التالي يعبر عن النموذج:

$$b + aP = C$$

حيث:

- C هو مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.
- P هو الإنتاج الصناعي.
- a و b هما معاملات تحدد كمية الانبعاثات بناءً على البيانات التجريبية

- باستخدام هذا النموذج، تم تحديد القطاعات الصناعية التي تتطلب تغييرات تقنية لتقليل الانبعاثات.

- النتيجة: ساعد هذا النموذج في اتخاذ قرارات بشأن تحسين تقنيات الإنتاج وتقليل انبعاثات الكربون في العديد من الصناعات.

3- . تحليل الكفاءة في الطاقة المتجددة

- التحدي: تحسين استخدام الطاقة المتجددة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
- الرياضيات المستخدمة: نماذج الأمثل الرياضي لتحديد أفضل مواقع وتوقيتات تركيب الألواح الشمسية أو توربينات الرياح.
- المثال المحلول:

- تم استخدام البرمجة الخطية لتحديد أفضل المواقع لتركيب توربينات الرياح في منطقة معينة بناءً على البيانات المناخية. النموذج الرياضي كان كالتالي:

$$\sum_{i=1}^{n} P_i x_i = maximize\ Z$$

- حيث:
  - ZZZ هو إجمالي إنتاج الطاقة.
  - PiP_iPi هو إنتاج الطاقة لكل توربين.
  - xix_ixi هو متغير ثنائي يعبر عن اختيار توربين الرياح أو عدم اختياره.
- باستخدام البرمجة الخطية، تم تحديد المواقع المثلى لتثبيت التوربينات وتقليل التكاليف.

- النتيجة: تحسين توزيع الطاقات المتجددة وتقليل التكاليف المرتبطة بالتركيب وزيادة كفاءة الطاقة.

4- تحليل الجدوى الاقتصادية للزراعة المستدامة

- التحدي: تطبيق الزراعة المستدامة التي تحسن الإنتاج دون تدمير البيئة.
- الرياضيات المستخدمة: نماذج اقتصادية تحليلية تستخدم البرمجة الرياضية لحساب العوائد الاقتصادية باستخدام أساليب الزراعة المستدامة.
- المثال المحلول :
- تم استخدام نموذج برمجة رياضية لتحليل العوائد الاقتصادية على الزراعة باستخدام التقنيات المستدامة. النموذج الرياضي كان كالتالي:

$$\sum_{i=1}^{n} (C_i x_i - R_i x_i) = maximize\ Profit$$

- حيث:
  - RiR_iRi هو العائد من المحصول.
  - CiC_iCi هو تكلفة المحصول.
  - xix_ixi هو كمية الإنتاج.
- باستخدام هذا النموذج، تم تحديد أفضل طريقة لإدارة الموارد الزراعية وتحقيق أقصى ربح من خلال استخدام تقنيات الزراعة المستدامة.

- النتيجة: ساعد هذا النموذج في اتخاذ قرارات لتقليل التكاليف وتحسين العوائد الاقتصادية من خلال الزراعة المستدامة.

5- تحليل الكفاءة في إدارة النفايات

- التحدي: تقليل النفايات وتحسين إعادة التدوير.
- الرياضيات المستخدمة: نماذج رياضية لتحديد أفضل الطرق لإعادة التدوير وتقليل النفايات باستخدام خوارزميات التحسين.
- المثال المحلول :
- تم استخدام خوارزميات التحسين لحساب أفضل الطرق لإدارة النفايات باستخدام تقنيات إعادة التدوير. نموذج التحسين كان كالتالي

$$\sum_{i=1}^{n} (y_i - w_i x_i)^2 = minimize\ f(x)$$

- حيث:
  - (f(x)f(x)f(x هو وظيفة الهدف.

- wiw_iwi هو وزن النفايات.
- xix_ixi هو كمية النفايات المعالجة.
- yiy_iyi هو الكمية المعاد تدويرها.
  - باستخدام هذا النموذج، تم تحسين تقنيات التدوير وتقليل كمية النفايات المتراكمة.
- النتيجة: ساعد هذا النموذج في تحسين أنظمة إدارة النفايات وتقليل الفاقد وزيادة كفاءة إعادة التدوير.

الفصل الرابع

1.4 الاستنتاج

التنمية المستدامة مشكلة معقدة وشاملة. إنها تتساءل عن كيفية إرساء العدالة بين الأجيال مع استخدام الموارد الطبيعية للكوكب بكفاءة ودون ضرر طويل الأمد. التنمية المستدامة والاستراتيجيات ذات الصلة لها أهمية مماثلة لمؤسسات التعليم العالي. لتحقيق أهداف التنمية المستدامة الوطنية بشكل فعال، يجب استيفاء شروط معينة في مجال التعليم. أحد هذه الشروط هو استعداد المؤسسات التعليمية لمواجهة متطلبات ومهام التنمية المستدامة. يتطلب وضع استراتيجيات جامعية منسجمة مع التنمية المستدامة قدرًا كبيرًا من العمل التأسيسي. في البداية، يجب على المؤسسات التعليمية أن تتعرف جيدًا على مفهوم التنمية المستدامة وتحديات تطبيقها في الحياة الوطنية. يمكن للتعاون مع السلطات المحلية أن يوفر الظروف اللازمة لأعمال التنمية المستدامة على مستوى التعليم العالي.

هناك حاجة ماسة إلى دعم وتعاون منهجي وشامل ومتواصل لتحويل هذه الأفكار إلى واقع ملموس. على المستوى الوطني، يتعين على الحكومة تشجيع دمج التنمية المستدامة في إطار السياسات التعليمية، وتوفير حوافز للمؤسسات التعليمية التي تُشرك البحث والتعليم والعمل اليومي بفعالية في الجهود الوطنية لتحقيق التنمية المستدامة. ورغم أن هذه العملية تُصمم ضمن إطار التعليم العالي، إلا أنها جزء صغير من تحدٍّ أكبر. ويُفترض عمومًا أن التنمية المستدامة قابلة للتحقيق على المستويين المحلي والعالمي. ونظرًا للمشاكل العالمية والعابرة للحدود المستمرة في مجالات البيئة والاقتصاد والنظام الاجتماعي، فإن هذا الافتراض ليس مجرد افتراض علمي؛ بل يضع قيودًا واقعية على تنمية مجتمع ملتزم بشدة بمبادئ التنمية المستدامة. وفي هذا المجال تحديدًا، ينبغي للجامعة التركيز في آن واحد على الأنشطة التعليمية والعلمية واليومية، وتعزيز مفهوم التنمية المستدامة ومناقشتها بعقلانية، وجعل الجامعة نفسها مثالًا للسلوك المسؤول بيئيًا.

2.4 التوصيات

1. تحفيز البحث الرياضي: ينبغي تعزيز البحث في الرياضيات التطبيقية مع التركيز على النمذجة الرياضية لحل قضايا التنمية المستدامة.

2. تعليم الرياضيات: ضرورة تضمين مفاهيم الرياضيات في المناهج الدراسية على كافة المستويات لتعزيز الوعي بتطبيقاتها في مجال التنمية المستدامة.
3. التعاون الدولي: تعزيز التعاون بين الدول والمنظمات الدولية لتبادل الخبرات والموارد المتعلقة باستخدام النماذج الرياضية في مواجهة التحديات البيئية والاقتصادية.
4. إدماج الرياضيات في السياسات: توصية بتطوير سياسات حكومية تستفيد من النماذج الرياضية في تحليل السياسات البيئية والاقتصادية لضمان تحقيق التنمية المستدامة.

3.4 المقترحات

1. إنشاء منصات تعليمية مخصصة لتدريس الرياضيات البيئية وتطبيقاتها في التنمية المستدامة.
2. تنظيم ورش عمل ودورات تدريبية للباحثين والممارسين في استخدام النماذج الرياضية لتحليل القضايا البيئية والاجتماعية.
3. دعم التعاون بين الباحثين في الرياضيات والمتخصصين في المجالات البيئية والاجتماعية لضمان تطوير حلول مستدامة باستخدام أدوات رياضية فعّالة.

4. المصادر

[1] Saniuk, S., Grabowska, S., & Straka, M. (2022). Identification of social and economic expectations: Contextual reasons for the transformation process of Industry 4.0 into the Industry 5.0 concept. .1391 ,(3)*14* ,*Sustainability*

[2] Maja, M. M., & Ayano, S. F. (2021). The impact of population growth on natural resources and farmers' capacity to adapt to climate change in low-income countries. *Earth Systems* .283-271 ,(2)*5* ,*and Environment*

[3] Cui, J., Liu, L., Chen, B., Hu, J., Song, M., Dai, H., ... & Geng, H. (2024). A comprehensive review on the inherent and enhanced antifouling mechanisms of hydrogels and their applications. *International Journal of Biological* .130994 ,*Macromolecules*

[4] Feng, M., Liu, S., Euliss Jr, N. H., Young, C., & Mushet, D. M. (2011). Prototyping an online wetland ecosystem services model using open model sharing standards. *Environmental* .468-458 ,(4)*26* ,*Modelling & Software*

[5] Bhatti, U. A., Bhatti, M. A., Tang, H., Syam, M. S., Awwad, E. M., Sharaf, M., & Ghadi, Y. Y. (2024). Global

production patterns: Understanding the relationship between greenhouse gas emissions, agriculture greening and climate variability. .118049 ,*245* ,*Environmental Research*

[6] Sadigov, R. (2022). Rapid growth of the world population and its socioeconomic results. *The Scientific World Journal* ,*2022*(1) .8110229

[7] Olaniyi, T. (2014). Addressing the inherent limitations of traditional modelling framework for sustainable energy development in a developing economy. *Computing, Information Systems, Development Informatics & Allied Research Journal* ,*5*(1).

[8] Alharbi, F., Luo, S., Zhang, H., Shaukat, K., Yang, G., Wheeler, C. A., & Chen, Z. (2023). A brief review of acoustic and vibration signal-based fault detection for belt conveyor idlers using machine learning models. .1902 ,(4)*23* ,*Sensors*

[9] Mokski, E., Leal Filho, W., Sehnem, S., & Andrade Guerra, J. B. S. O. D. (2023). Education for sustainable development in higher education institutions: an approach for effective interdisciplinarity. *International Journal of Sustainability in Higher Education* ,*24*(1) .117-96

[10] Obersteiner, M., Walsh, B., Frank, S., Havlík, P., Cantele, M., Liu, J., ... & van Vuuren, D. (2016). Assessing the land resource–food price nexus of the Sustainable Development Goals. .e1501499 ,(9)*2* ,*Science advances*

[11] Harefa, D. (2024). Strengthening Mathematics and Natural Sciences Education based on The Local Wisdom of South Nias: Integration of Traditional Concepts in Modern Education. ,(2)*3* ,*HAGA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* .79-63

[12] Namukasa, I. (2004). School mathematics in the era of globalization. .227-209 ,*35* ,*Interchange*

[13] Joshi, A., Pradhan, B., Gite, S., & Chakraborty, S. (2023). Remote-sensing data and deep-learning techniques in crop mapping and yield prediction: A systematic review. *Remote Sensing* ,*15*(8) .2014

[14] Javed, T., Li, Y., Feng, K., Ayantobo, O. O., Ahmad, S., Chen, X., ... & Suon, S. (2021). Monitoring responses of

vegetation phenology and productivity to extreme climatic conditions using remote sensing across different sub-regions of China. ,*28* ,*Environmental Science and Pollution Research* .3659-3644

[15] Russo, J., Bobis, J., Downton, A., Livy, S., & Sullivan, P. (2021). Primary teacher attitudes towards productive struggle in mathematics in remote learning versus classroom-based settings. .35 ,(2)*11* ,*Education Sciences*

[16] Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(7), em2286.

[17] McAlinden, M., & Noyes, A. (2019). Mathematics in the disciplines at the transition to university. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, *38*(2), 61-73.

[18] Saini, M., Sengupta, E., Singh, M., Singh, H., & Singh, J. (2023). Sustainable Development Goal for Quality Education (SDG 4): A study on SDG 4 to extract the pattern of association among the indicators of SDG 4 employing a genetic algorithm. *Education and Information Technologies*, *28*(2), 2031-2069.

[19] Tutak, M., Brodny, J., & Bindzár, P. (2021). Assessing the level of energy and climate sustainability in the European Union countries in the context of the European green deal strategy and agenda 2030. 1767 ,(6)*14* ,*Energies*