مجلس الوزراء
مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

مجلة آفاق المناخ

مجلة علمية نصف سنوية محكمة

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار- مجلس الوزراء المصري

المجلد (١) (٢٠٢٥) - السنة الأولى - العدد الثاني

الترقيم الدولي المطبوع: ISSN: 2974 - 3044

الترقيم الدولي الإلكتروني: ISSN: 2974 - 3052

أكتوبر 2025

مجلس الوزراء
مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

مجلة آفاق المناخ

الترقيم الدولي المطبوع: ISSN: 2974 - 3044
الترقيم الدولي الإلكتروني: ISSN: 2974 - 3052

عن المركز

مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار: مركز فكر رائد ومصنف دوليًا، تابع للسيد رئيس مجلس الوزراء أنشئ عام ١٩٨٥، وشهد منذ نشأته عددًا من التحولات في طبيعة مهامه وأدواره المختلفة بما يتلاءم مع متطلبات متخذ القرار واحتياجاته، ويتواكب في الوقت ذاته مع طبيعة التغيرات التي مر بها المجتمع المصري، حيث اهتم في مراحله الأولى بخلق بنية معلوماتية والإسهام في عمليات التطوير التكنولوجي في مصر، ثم شهد نقلة نوعية في طبيعة دوره ليصبح أكثر تخصصا في مجال دعم القرار مع الاهتمام ببناء مجتمع المعرفة، ثم سار بخطى راسخة ليصبح مركز فكر مجلس الوزراء المصري، تتمثل مهمته الرئيسة في دعم جهود متخذ القرار في مختلف القضايا التنموية، وطرح مجموعة من البدائل، والتوصيات. والسيناريوهات الداعمة له، وصولاً إلى مرحلته الراهنة، والتي يضطلع فيها المركز بمهام وأدوار أكثر تعددا وتنوعا، وذلك تزامنا مع صدور قرار معالي دولة رئيس مجلس الوزراء رقم ٢٠٨٥ لسنة ٢٠٢٣، بشأن إعادة تنظيم المركز، والذي يعد تدشينا لمرحلة عمل جديدة امتدت، وتوسعت فيها تخصصات المركز.

ومنذ نشأته، كان للمركز عديد من الإنجازات، والمشروعات والمبادرات المرموقة التي أسهمت في تعزيز دوره في تطوير البنية الرقمية والمعلوماتية، ودعم عملية صنع القرار في مصر على عدد من الأصعدة. ولعل من أبرزها دوره فيما يتعلق بتطوير مشروع الرقم القومي للمواطن، وإدخال شبكة المعلومات الدولية "الإنترنت" للاستخدام في مصر، وإنشاء مركز الوثائق الاستراتيجية، وإنشاء مركز استطلاع الرأي العام، بالإضافة إلى دوره في تطوير وإنشاء مراكز المعلومات بالمحافظات والوزارات، وتدشين "منظومة الشكاوى الحكومية"، وإنشاء منظومة إدارة الأزمات على المستوى القومي والمحلي، وإنشاء المراصد المتخصصة، مثل مرصد أحوال الأسرة المصرية، والمرصد المصري للتعليم والتدريب والتشغيل، ومرصد الغذاء المصري، إلى جانب إطلاق وثيقتي سياسة ملكية الدولة للأصول، والتوجهات الاستراتيجية للاقتصاد المصري (٢٠٢٤-٢٠٣٠).

ويتبنى المركز رؤية مفادها أن يكون الأكثر تميزا في مجال دعم اتخاذ القرار في قضايا التنمية الشاملة. وإقامة حوار مجتمعي بناء، وتعزيز قنوات التواصل مع المواطن المصري الذي يعد غاية التنمية وهدفها الأسمى، الأمر الذي يؤهله للاضطلاع بدور أكبر في صنع السياسة العامة، وترسيخ مجتمع المعرفة.

هذا، ويسعى المركز باستمرار إلى أن يكون إحدى مؤسسات الفكر (Think Tank) على المستويات كافة المحلية والإقليمية والدولية، وقد واكب ذلك اعتراف إقليمي ودولي بدوره الجوهري كمؤسسة فكر، وهو ما ظهر جليا في نتائج تصنيف برنامج مراكز الفكر، والمجتمعات المدنية (Think Tanks and Civil Societies Program, TTCSP) بجامعة "بنسلفانيا" الأمريكية، التي أعلن عنها في فبراير ٢٠٢١، حيث اختير مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار ليكون:

- ضمن أفضل ٢٠ مركز فكر على مستوى العالم استجابة لجائحة كوفيد – ١٩ لعام ٢٠٢٠.
- في المرتبة ٢١ من بين ٦٤ مركز فكر على مستوى العالم كصاحب أفضل فكرة، أو نموذج جديد طوره خلال عام ٢٠٢٠.
- في المرتبة ١٤ من بين ١٠١ مركز فكر على مستوى إفريقيا، والشرق الأوسط لعام ٢٠٢٠.

وقد فاز المركز خلال السنوات الخمس الأخيرة بـ (١٨) جائزة دولية في مجالات عمله كافة حيث فاز في يونيو ٢٠٢٢، بجائزة (SAG Award) الأمريكية الممنوحة لإصدارة المركز الرقمية "وصف مصر بالمعلومات" من بين نحو ١٠٠ ألف مؤسسة دولية حول العالم.

وفي مايو ٢٠٢٣، حصل المركز على ٦ جوائز في مسابقة درع الحكومة الذكية في دورتها السادسة عشرة. والتي عقدت بإمارة دبي عن فئات الابتكار الحكومي، والمسؤولية الاجتماعية والحكومية، والعمل عن بعد والمواقع الإلكترونية الحكومية، وحسابات التواصل الاجتماعي الحكومية، والتطبيقات الذكية.

كما نال المركز ثلاث جوائز من مؤسسة "جلوبي" للأعمال (Globee Business Awards) بالولايات المتحدة الأمريكية في سبتمبر ٢٠٢٣، والتي تمنح لأفضل المنظمات على مستوى العالم تقديرا لإنجازاتها في مختلف الأعمال، والمجالات التكنولوجية.

وكذلك حصد المركز ثماني جوائز من مؤسسة "ستيفي أووردز (STEVIE Awards) العالمية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، ففي أبريل ٢٠٢٢. فاز بخمس جوائز من بينها جائزة ذهبية، وذلك بعد منافسة بين أكثر من ٧٠٠ فريق من ١٧ دولة في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وفي يناير من عام ٢٠٢٤، حاز المركز ثلاث جوائز منها جائزتان ذهبيتان.

عن المجلة

مجلة آفاق المناخ هي مجلة علمية نصف سنوية محكمة تصدر في (أبريل – أكتوبر) من كل عام، وتتناول المجلة قضايا البيئة والمناخ والتنمية المستدامة، وتحليل أبعادها، وتتناول تأثيراتها وتداعياتها الاجتماعية والاقتصادية والثقافية والبيئية والتكنولوجية والأمنية، للوقوف على التحديات الناجمة عنها، وأكثر الفرص الملائمة من أجل مجابهتها.

وقد اكتسبت المجلة أهميتها من الأولوية التي تحتلها قضية تغير المناخ على أجندة العمل الوطنية، والزخم العالمي بأهمية العمل المناخي وخطورة تأثير الاحتباس الحراري في جميع القطاعات التنموية وفي حياة الجنس البشري على كوكب الأرض.

تم تدشين العدد الأول من مجلة آفاق المناخ في نوفمبر ٢٠٢٢ على هامش استضافة مصر لمؤتمر الأمم المتحدة للدول الأطراف لاتفاقية تغير المناخ (COP27) المنعقد بمدينة شرم الشيخ المصرية؛ تأكيدًا لدور مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار في تناول القضايا ذات العلاقة بالبيئة والمناخ ودعم متخذ القرار بشأنها، كونه مركز الفكر الحكومي التابع لرئاسة مجلس الوزراء المصري.

وقد صدرت عن المجلة خمسة أعداد جاء آخرها في نوفمبر ٢٠٢٤ وتناولت بين صفحاتها العديد من مقالات الرأي والعروض البحثية والتجارب الدولية الرائدة. ولما كانت قضايا المناخ تتسم بالتطور الديناميكي المستمر واستشراف سيناريوهات التأثير المستقبلية للمناخ وتداعياته، مما يتطلب الوصول إلى المعلومات القائمة على الأدلة والدراسات العلمية الموثوقة، آثر مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار تغيير هيكلة مجلة آفاق المناخ لتصبح متخصصة في الدراسات والأبحاث العلمية المحكمة ومراجعات التقارير والمؤشرات الدولية.

هذا، وتفتح المجلة باب المشاركة في النشر لجميع الباحثين والخبراء الأكاديميين المتخصصين في مجال البيئة والمناخ والتنمية المستدامة، كما يتم تحكيم الأبحاث على يد نخبة من الأساتذة من الكوادر الأكاديمية المختلفة للجامعات المصرية، كما يشارك الفريق البحثي لهيئة التحرير في إعداد مراجعات لأبرز وأهم التقارير والمؤشرات الدولية بهدف إمداد صناع القرار بالبدائل والتوصيات الرامية إلى تحسين وضع مصر فيها.

ويفخر مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بأن يضع بين أيديكم "مجلة آفاق المناخ" لتكون نبراسًا لصناع السياسات المتعلقة بالبيئة والمناخ يرشدهم إلى البدائل الأكثر ملاءمة من أجل تحقيق تنمية شاملة ومستدامة، ومنارة للباحثين عن المعارف الموثوقة لإلهامهم بالأفكار والرؤى والتجارب والعلوم عن طريق البحث في مجال العمل المناخي.

د. نهلة السباعي
المدير التنفيذي للمجلة

قواعد وضوابط النشر

١. تنشر المجلة البحوث والدراسات العلمية ومراجعات للتقارير والمؤشرات الدولية في أي من المجالات المرتبطة بالمناخ أو البيئة أو التنمية المستدامة.

٢. يتم قبول الأبحاث باللغة العربية / الإنجليزية، مع تقديم المستخلص والكلمات الدالة باللغتين العربية والإنجليزية ٣ -٥ كلمات دالة (Keywords).

٣. مراجعة البحث لغويًا للتأكد من عدم وجود أخطاء إملائية أو نحوية.

٤. عدد كلمات المستخلص (١٥٠-٢٥٠) كلمة متضمنة الكلمات الدالة، وعدد كلمات البحث من ٥٠٠٠ إلى ٧٠٠٠ كلمة بدون المراجع والجداول والأشكال البيانية والملاحق والمستخلصات.

٥. في حالة كتابة البحث باللغة العربية تتم الكتابة بنوع خط Simplified Arabic، على أن يكون حجم الخط في المتن ١٤، وعنوان البحث حجم ١٦ أسود عريض Bold، والعناوين حجم ١٤ أسود عريض Bold.

٦. في حالة كتابة الأبحاث باللغة الإنجليزية تُكتب الأبحاث بنوع خط Times New Roman، على أن يكون حجم الخط في المتن ١٢، وعنوان البحث حجم ١٤ أسود عريض Bold، والعناوين حجم ١٢ أسود عريض Bold.

٧. يتم ترتيب الجداول والأشكال البيانية حسب ظهورها، أخذاً في الاعتبار أن هناك ترتيبًا للجداول منفصلًا عن ترتيب الأشكال المستخدمة في البحث.

٨. لا يتم استخدام الهوامش footnotes إلا في حالة وجود معلومات إضافية أو توضيحية لا يمكن ذكرها في متن البحث لعدم تشتيت القارئ. وفي حالة وجودها، تُكتب بحجم خط ١٠ في الأبحاث العربية والإنجليزية.

٩. مراعاة الأمانة العلمية على ألا تتعدى نسبة الاقتباس ١٠٪ فقط.

١٠. يتم الاعتماد على طريقة APA سواء في التوثيق في متن البحث أو في كتابة المراجع.

١١. هيكل البحث/ الدراسة يتضمن:

أ. صفحة العنوان واسم الباحث والمسمى الوظيفي.

ب. المستخلص باللغة العربية والإنجليزية.

ج. الكلمات الدالة باللغة العربية وباللغة الإنجليزية.

د. المقدمة وخطة الدراسة متضمنة (أهمية الدراسة وإشكالية الدراسة والهدف والمنهجية والقيمة المضافة من الدراسة وتقسيم الدراسة).

ه. مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة (مع ضرورة وجود بعض الدراسات التطبيقية) على أن يتم الاعتماد على عدد من الدراسات الحديثة وتوضيح الإضافة البحثية للدراسة في نهاية الأدبيات.

و. التحليل (متن البحث) المعتمد على المنهجية المستخدمة بكل أدواتها.

ز. النتائج والتوصيات والخاتمة.

ح. المراجع والملاحق.

جميع المقالات المنشورة في المجلة متاحة مجانًا على الإنترنت فور نشرها. رسوم النشر مجانية في المجلة للباحثين، سواء المصريين أو الأجانب، ويتم تمويل المجلة من قبل مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار التابع لمجلس الوزراء، ومن ثم يمتلك مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار التابع لمجلس الوزراء www.idsc.gov.eg كامل حقوق الملكية والطبع والنشر للمجلة، كما يتولى إدارة المجلة فريق تحرير مكون من خبراء محليين وخبراء أجانب تحقيقًا للتنوع الجغرافي والاستفادة من خبرات مختلفة، وتحقيقًا للمصداقية والاستقلالية.

عملية التحكيم

- يتم تلقي الأبحاث على البريد الإلكتروني المخصص لأبحاث المجلة CJ@idsc.gov.eg أو موقع المجلة على بنك المعرفة المصري https://afm.journals.ekb.eg/.
- يخضع البحث إلى عملية مراجعة أولية للتأكد من الالتزام بالضوابط اللغوية والشكلية المنصوص عليها في تعليمات وقواعد النشر المعلنة، مثل التأكد من اللغة ونوع الملف ووجود بيانات الباحث، وتوافق عدد الكلمات واشتمال البحث على العناصر البحثية الأساسية (المستخلص للهدف والإشكالية والمنهجية والنتائج وأقسام البحث والدراسات السابقة)، ومن ثم يقوم سكرتير التحرير بمراجعة الباحث لتوفير العناصر سالفة الذكر في البحث حال عدم توفرها.
- في حال تلافي الباحث للملاحظات الشكلية واللغوية، يتم إرسال البحث لهيئة التحرير الداخلية لمراجعته للتأكد من اتباع قواعد الاقتباس، أخلاقيات النشر، والتوثيق، وموضوعية هيكلة الأقسام، وجودة تحرير الأدبيات السابقة، وسلامة المنهجية، ودقة وموثوقية البيانات، وصلاحية الفروض والنتائج، خلال أسبوعين من انتهاء عملية المراجعة الأولية. وتتم مخاطبة الباحث لتلافي ملاحظات هيئة التحرير خلال أسبوع من استلامه للملاحظات.
- بعد إجازة البحث من هيئة التحرير الداخلية، يتم حذف بيانات المؤلف/ المؤلفين تمهيدًا لإرساله إلى اثنين من المحكمين المتخصصين في مجال البحث ليخضع لعملية التحكيم الثنائي مخفي الهوية Double - blind review مع ملء المحكمين لاستمارة للتقييم تتضمن في خاتمتها أحد القرارات الثلاثة التالية: (١) موافق والبحث صالح للنشر بصورته الحالية، أو (٢) موافق مع التعديل: البحث صالح للنشر شريطة تنفيذ التعديلات المرفقة، أو (٣) البحث مرفوض وغير صالح للنشر بالمجلة (مع ذكر الأسباب).
- في حال موافقة المحكمين الاثنين يتم إرسال الملاحظات المطلوبة للمؤلف لتلافيها في غضون فترة لا تتجاوز الأسبوع من تاريخ استلام البحث من هيئة التحكيم، وفي حال رفض كليهما تتم إفادة المؤلف برفض البحث، أما في حال عدم موافقة أحد المحكمين على نشر البحث يتم إرسال البحث لمحكم ثالث من نفس التخصص للتحكيم بذات الآلية المذكورة عالية، وفي حال موافقته يتم النشر، وفي حال رفضه يتم رفض البحث تمامًا.
- تقوم هيئة التحرير بمراجعة البحث مرة أخرى بعد تلافي ملاحظات المحكمين تمهيدًا لنشره في المجلة مع إرسال نسخة مغلقة للمؤلف بعد إقراره من قبل هيئة التحكيم وهيئة التحرير.

رئيـــــس المركـــز

الدكتور أسامة الجوهري

مساعد رئيس مجلس الوزراء ورئيس مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

المدير التنفيذي

الدكتورة/ نهلة السباعي

رئيس الإدارة المركزية لدعم القرار وعضو الإدارة التنفيذية للمركز

رئيس التحرير

الأستاذ/ محمد حسان فلفل

مدير الإدارة العامة لدراسات مخاطر تغير المناخ

مدير التحرير

الأستاذة/ الشيماء أحمد الصادق

المدير التنفيذي لإدارة دراسات مخاطر تغير المناخ

سكرتير التحرير

الأستاذة/ دينا فتحي جمعة

باحث سياسي بالإدارة العامة لدراسات مخاطر تغير المناخ

فريق التحرير الداخلي

الدكتور / فضل هاشم

خبير بمركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار
والمدير التنفيذي لمركز معلومات تغير المناخ بمركز
البحوث الزراعية

الدكتور / يسري نصر

خبير بمركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار
وأستاذ بكلية الزراعة جامعة القاهرة

الدكتورة/ نرمين محمود

خبيرة بالتنمية المستدامة بإدارة دراسات مخاطر
تغير المناخ

الأستاذة/ آية مجدي

رئيس فريق عمل
بإدارة دراسات مخاطر تغير المناخ

الأستاذة/ مرام مفرح

باحثة اقتصادية بإدارة دراسات مخاطر تغير المناخ

المراجعة الفنية واللغوية

أ. أيمن الشوربجي

أ. نورهان سمير

أ. محمود حنفي

أ. عزة عفيفي

أ. ندى يوسف

التصميم والإخراج الفني

م/ أيمن الشريف

مدير الإدارة العامة للتصميم الجرافيكي والمطبوعات

أ. وليد إمـام

أ. محمد سيد

هيئة التحرير

أ.د/ أيمن أبو حديد	أستاذ بجامعة عين شمس ووزير الزراعة الأسبق
أ.د/ محسن عبد الحميد توفيق	أستاذ هندسة القوى والآلات بكلية الدراسات العليا وعلوم البيئة
أ.د/ نهى سمير دنيا	أستاذة الري والهيدروليكا البيئية وعميدة كلية الدراسات العليا والبحوث البيئية جامعة عين شمس
أ.د/ محمد مجدي عبد الوهاب	أستاذ بقسم علوم الفلك والفضاء والأرصاد الجوية كلية العلوم جامعة القاهرة، ومستشار هيئة الأرصاد الجوية وعضو مجمع بحوث الفضاء والاستشعار عن بعد
أ.د/ جاد القاضي	أمين الرابطة العربية للفلك وعلوم الفضاء والرئيس السابق للمعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية
أ.د/ محمد محمود العربي	مدير برنامج العمارة الداخلية، جامعة الملك سلمان الدولية
أ.د/ كريم محمود حسن طنبل	أستاذ علوم البحار الفيزيائية والتغيرات المناخية وعميد البحث العلمي للشؤون البحرية بالأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري
أ.د/ عبد المطلب محمد علي	رئيس قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة جامعة أسيوط
أ.د/ أحمد عسكورة	أستاذ ميكروبيولوجي، جامعة الزقازيق
أ.د/ وجيدة أنور	أستاذة طب المجتمع بكلية الطب جامعة عين شمس
أ.د/ ياسر سيد بدوي	أستاذ مشارك في برنامج العمارة الداخلية، جامعة الملك سلمان الدولية فرع شرم الشيخ
أ.د/ حاتم عبد المنعم أحمد	أستاذ علم الاجتماع البيئي بكلية الدراسات وعلوم البيئة – جامعة عين شمس

أ.د/ محمد عادل محمد عسكر	أستاذ القانون الدولي العام بكلية الحقوق جامعة المنصورة
أ.د/ أنس جعفر	أستاذ القانون العام بكلية الحقوق – جامعة بني سويف
أ.د/ عبد المنعم زمزم	أستاذ القانون الدولي الخاص بكلية الحقوق – جامعة القاهرة
أ.د/ سهام بنت صالح سليمان العلولا	أستاذة الجغرافيا الطبيعية-جغرافيا المناخ، كلية الآداب – جامعة الأميرة نورة بالمملكة العربية السعودية
أ.د/ ناصر أيوب	أستاذ الهندسة الصناعية والنظم بجامعة حلوان
أ.د./ علاء أحمد عبادة سرحان	أستاذ مساعد بقسم العلوم الاقتصادية القانونية والإدارية البيئية، بكلية الدراسات العليا وعلوم البيئة جامعة عين شمس
أ.د/ حسين محمد أباظة	مستشار دولي للتنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر، ومدير برنامج الاقتصاد والتجارة الدولية بمنظمة الأمم المتحدة للبيئة سابقًا
أ.د/ أسامة عبد اللطيف عبد الصادق	أستاذ الاقتصاد والعلوم البيئية – ورئيس الجمعية العامة للدراسات والبحوث والتكنولوجيا
أ.د/ إسماعيل يوسف إسماعيل	أستاذ الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة المنوفية، والأمين العام للجمعية الجغرافية المصرية
د. مصطفى الشربيني	سفير ميثاق الاتحاد الأوروبي للمناخ والأمين العام للاتحاد الدولي لخبراء التنمية المستدامة
د. سمير طنطاوي	مستشار وخبير دولي في تغير المناخ لدى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ
د. محمد يوسف عمر	محاضر بقسم العلوم الأساسية والتطبيقية كلية الهندسة والتكنولوجيا، رئيس قسم إدارة المشروعات العلمية، الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

شكر وعرفان

جزيل الشكر والعرفان للأساتذة

الأكاديميين والخبراء

المتخصصين المشاركين فـــي تحكيم

أبحاث ودراسات

المجلة.. لدورهم البارز والبنَّاء فـــي

تقييم الأعمال

البحثية المنشورة فـــي العدد الحالي

قائمة المحتويات

● **الكلمة الافتتاحية لرئيس المركز**	١٧
● **القسم الأول: أبحاث ودراسات علمية محكمة**	١٩
أولًا أبحاث باللغة العربية	٢٠
١. أثر الإدارة المستدامة للمحميات الطبيعية في الحد من مخاطر تغير المناخ دراسة حالة لمحمية (فوهة نجورونجورو بتنزانيا) أ. حنان صبحي عبد الباقي	٢١
٢. المخاطر الهيدرومناخية بواحة فركلة جنوب حوض جريس بالمغرب (الأسباب، الآثار، واستراتيجيات التدبير) د. عبد الصمد خويا	٦٧
٣. الابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات وتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة د. سمر سعيد معوض	٩٦
Second: English Researches	١٣٥
4. Specialized Environmental Courts in Egypt: Toward Sustainable Environmental Justice Amir Aly Mahmoud AbdelWahab	١٣٦
5. Converting Agricultural Engines to Run on Hydrogen: A Sustainable Solution to Climate Challenges Ahmed G. Mohamed, Ahmed M. Ibrahem, and Moataz A. Mahfouz	١٥٧
● **القسم الثاني: مراجعات لتقارير ومؤشرات دولية**	١٨٧
١. مؤشر المخاطر المناخية CRI ٢٠٢٥ أ. آية مجدي	١٨٩
٢. تقرير متابعة الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة SDG7 قطاع الطاقة ٢٠٢٥ أ. مرام مفرح	٢١٤
٣. تقرير المنظمة العالمية للأرصاد الجوية WMO ٢٠٢٥ – ٢٠٢٩ د. نرمين محمود	٢٣٨

افتتاحية المجلة

أصبحت قضية تغير المناخ من القضايا الدولية التي تُهدد أمن واستقرار المجتمعات كافة في مختلف أنحاء العالم، بسبب وتيرتها المتسارعة وأحداثها المتطرفة قصيرة وطويلة الأمد. فقد أسفرت الممارسات البشرية المستهدفة للتنمية الاقتصادية، من الاستخدام المفرط للوقود الأحفوري وتوليد الطاقة للأنشطة الصناعية، والاستغلال الجائر للغابات، والممارسات الزراعية غير المستدامة عن زيادة تركيزات الغازات الدفيئة من ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز في الغلاف الجوي، التي أدت بالتبعية إلى ظاهرة الاحتباس الحراري ومعدلات مرتفعة وغير مسبوقة من درجات الحرارة تفوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية. الأمر الذي أضعف من قدرة الطبيعة على استعادة النظام الإيكولوجي.

ويشهد عالمنا الآن ظواهر مناخية متطرفة متعددة نتجت عن ارتفاع درجة حرارة الأرض، مثل: ذوبان الجليد القطبي، وارتفاع مستوى سطح البحر، وتزايد موجات الجفاف، وتسارع وانتشار العواصف الرملية والترابية، وظاهرة التصحر، والأمطار الغزيرة، والفيضانات وغيرها من الكوارث المناخية ذات الصلة. التي خلفت العديد من الخسائر والأضرار، مثل: فقدان التنوع البيولوجي، وخسائر في الأرواح البشرية، وتهديد الصحة العامة والرفاه الاجتماعي، بالإضافة إلى التأثير في موارد وإمكانات الدول، وتطلعاتها التنموية المستقبلية.

إن السياقات المتباينة التي فرضها تغير المناخ باتت واقعًا ملموسًا يفرض تبعاته على المجتمع الدولي، ويحتم الاستجابة العالمية لمواجهة تأثيراته، وذلك عبر تكثيف جهود العمل المناخي، للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف مع تبعاته، والعمل جديًا لأجل الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة بتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة الملوثة للبيئة، وتبني تقنيات طاقية متجددة ونظيفة، واستدامة استهلاك الموارد، وتبني ممارسات تُسهم في الحفاظ على التنوع البيولوجي وعناصر الطبيعة. مع إيلاء الأهمية للعمل الجماعي المشترك في ضوء المواثيق والاتفاقيات الدولية المعنية بتغير المناخ لتحديد الأهداف والمسؤوليات الواجب اتخاذها من أجل تعزيز إجراءات العمل المناخي، والنهوض باتجاه تحقيق هدف صافي الانبعاثات الصفرية (الحياد الكربوني) بحلول عام ٢٠٥٠.

ومن هذا المنطلق، تبنت مصر نهجًا شاملًا في مجال تعزيز العمل المناخي (التخفيف والتكيف والحد من الخسائر والأضرار)، بإطلاق الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ ٢٠٥٠، والبرامج المختلفة لمواجهة تأثيرات المناخ، بغية تحقيق التعاون الدولي في مجال تغير المناخ، والتأسيس لاقتصاد وطني منخفض الانبعاثات، وتعزيز القدرة على الصمود في مواجهة تبعات تغير المناخ، والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة وترشيد استهلاكها، بالإضافة إلى الحفاظ على الموارد الطبيعية، وتطوير البنى التحتية المقاومة للكوارث المناخية.

وإيمانًا بدور مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بمجلس الوزراء في تسليط الضوء على قضية تغير المناخ لما لها من أهمية وأولوية وطنية وعالمية، وتقاطعها مع القطاعات الاجتماعية والاقتصادية والثقافية والبيئية والتكنولوجية والأمنية ذات الصلة، وتبعاتها وتداعياتها الكارثية على مختلف جهود التنمية؛ يُقدم المركز مجلة "آفاق المناخ" في ثوبها الجديد كإصدارة علمية مُحكمة تصدر بصفة دورية نصف سنوية كإحدى الدوريات العلمية المتخصصة في قضايا البيئة والمناخ. وذلك لأجل دعم صانع القرار وإمداده بالبدائل والتوصيات الهادفة إلى تعزيز جهود مصر في مواجهة تغير المناخ، ودعم المجتمع البحثي والأكاديمي وإمداده بالدراسات العليمة الرصينة المرتبطة بتغير المناخ، ومراجعات المؤشرات والتقارير الدولية المتخصصة في البيئة والمناخ والتنمية المستدامة، متطلعين بأن تُسهم المجلة في دعم القرار السياسي بشأن المناخ وتعزيز المعرفة المرتبطة بالقضايا البيئية والمناخية على الصعيدين الوطني والإقليمي والعالمي.

د. أسامة الجوهري

القسم الأول

أبحاث ودراسات علمية محكمة

أولًا أبحاث باللغة العربية

١. أثر الإدارة المستدامة للمحميات الطبيعية في الحد من مخاطر تغير المناخ

دراسة حالة لمحمية (فوهة نجورونجورو بتنزانيا).

أ. حنان صبحي عبد الباقي

٢. المخاطر الهيدرومناخية بواحة فركلة جنوب حوض جريس بالمغرب: (الأسباب، الآثار، واستراتيجيات التدبير).

د. عبد الصمد خويا

٣. الابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات وتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة.

د. سمر سعيد معوض

أثر الإدارة المستدامة للمحميات الطبيعية في الحد من مخاطر تغير المناخ
دراسة حالة لمحمية (فوهة نجورونجورو بتنزانيا)

The Impact of Nature Reserves' Sustainable Management in Reducing the Risk of Climate Change: A Case Study (Ngorongoro Crater Reserve, Tanzania)

مقدم من:

أ/حنان صبحي عبد الباقي

ماجستير في الدراسات الإفريقية

كلية الدراسات العليا الإفريقية – جامعة القاهرة

Mrs. Hanan Sobhy Abdulbaky

Master' s Degree in African Studies, Cairo University

- تاريخ استلام البحث: ٢٤ يونيو ٢٠٢٥
- تاريخ قبوله: ٢٨ أغسطس ٢٠٢٥

المستخلص:

تلعب المحميات الطبيعية دورًا جوهريًّا في الحفاظ على التنوع البيولوجي للنظم البيئية، مما يجعلها أداة فعالة للتخفيف من آثار تغير المناخ، وتعزيز الاستدامة البيئية. إذ تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف دور محمية فوهة "نجورونجورو"، الواقعة جنوب شرق متنزه "سيرينجيتي" الوطني في تنزانيا، باعتبارها نموذج بيئي متكامل يجمع بين التراث الطبيعي، والثقافي. هذا وتمتد المحمية عبر بيئات متنوعة تشمل الفوهة البركانية، والغابات، والسهول العشبية، والبحيرات، والمستنقعات، مما يجعلها موطنًا غنيًّا للحياة البرية، بما في ذلك العديد من الأنواع المهددة بالانقراض.

تتناول الدراسة أهمية الموقع الجغرافي للمحمية في دراسة تغير المناخ؛ إذ تُسهم الأنظمة البيئية المتنوعة بها في فَهم تأثير المناخ على التنوع البيولوجي، كما تستعرض الجهود الحكومية لحماية المحمية من التأثيرات البيئية السلبية، وتعزيز قدرتها على التكيف مع تغير المناخ، من خلال استراتيجيات الحفظ، وإدارة الموارد الطبيعية بشكل مستدام.

وتُسلط الدراسة الضوء على الدور الاقتصادي، والاجتماعي للمحمية؛ حيث تُوفر بيئة طبيعية تدعم السياحة البيئية، وتُساهم في تعزيز التنمية المحلية، إضافة إلى كونها وِجهة علمية للبحث والدراسة. كما تُبرز الدراسة أهمية المحميات في توفير بيئة طبيعية تُساعد على تقليل التوتر النفسي، من خلال مناظرها الخلابة، وهوائها النقي.

وتُظهر نتائج الدراسة أن محمية "نجورونجورو"، تُمثل نموذجًا عالميًّا للإدارة المستدامة للمحميات، ما يجعلها مرجعًا رئيسًا في الحفاظ على البيئة، والتنوع البيولوجي للأجيال القادمة.

الكلمات المفتاحية:

المحميات الطبيعية، فوهة "نجورونجورو"، التنوع البيولوجي، التغير المناخي، التنمية المستدامة، السياحة البيئية، إدارة الموارد الطبيعية، الأنواع المهددة بالانقراض.

المقدمة:

تلعب المحميات الطبيعية دوًرا حيويًّا في حماية التنوع البيولوجي والنظم البيئية، كونها موطنًا لعدد لا يحصى من أنواع النباتات، والحيوانات الفريدة المهددة بالانقراض، وتُساعد على: التخفيف من آثار مخاطر تغير المناخ، والحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض، وتحسين سُبل العيش، مثل: تطوير البيئة الزراعية، ومصادر الطاقة المتجددة، والصناعات الخضراء، فهي مستقبل الكوكب للحفاظ على الطبيعة، وازدهارها حتى في ظل النشاط البشري الذي يعمل على تدهورها.

ولهذا الدور الحيوي تهتم الدول بالمحميات الطبيعية من أجل الحفاظ على رأس المال الطبيعي، والتراث البيئي، ولضمان استدامة التنوع البيولوجي الحيوي الذي بدوره يُساهم في استدامة الحياة على كوكب الأرض، وتنشأ ضمن معايير محددة، وأسس علمية تضمن تمثيلًا عادلًا، وشاملًا لمختلف النُظم البيئية، ويتم إدارتها بشكل خاص للحد من الأضرار التي تُسببها الأنشطة البشرية، وتُغطي حوالي 16.6% من الأراضي، و7.7% من المساحات البحرية؛ وهنالك اتجاهات لرفع هذه النسبة إلى 30% بحلول عام 2030 وفق التزامات دولية، مثل: اتفاقيات "كوبنهاجن".

وبرغم ذلك، تُعاني المحميات الطبيعية من فقدان، وانقراض أنظمتها البيئية، بسبب التوسع السكاني، والزراعي، واستغلال الحياة البرية، وممارسات الصيد غير المستدامة، وإزالة الغابات، وتدهور الأراضي، والتوسع الحضري، وتطوير البنية التحتية، بالإضافة إلى آثار مخاطر تغير المناخ. وتُظهر الإحصاءات العلمية أن التنوع البيولوجي يواجه تهديدات متزايدة، فقد انخفضت أعداد الكائنات الحية بنسبة 68% منذ عام 1970، أي بنحو 200 نوع من الكائنات ينقرض بمعدل يومي، وهي نسبة تفوق المعدلات الطبيعية، بالإضافة إلى أن 75% من الأنظمة البيئية البرية تُعاني من تدهور بفعل الأنشطة البشرية **(Pulido and Elina Virtanen, 2023)**.

وتعتبر قارة إفريقيا من أكثر القارات تأثرًا بشكل سريع لهذه التغيرات، التي من الممكن أن تفقد أكثر من نصف أنواع الطيور والثدييات بحلول نهاية هذا القرن **(Desalegn, 2022)**. فأنظمتها البيئية التي تُعدّ أساسية لاستدامة تنوعها البيولوجي، تواجه خطرًا داهمًا؛ إذ إنها فقدت حوالي ما لا يقل عن 70% من نباتاتها الأساسية.

كما تُعدّ القارة من أكثر مناطق العالم تنوعًا بيولوجيًّا؛ إذ تضم ما لا يقل عن ١٥٠٠ نوع من النباتات الوعائية (تحتوي على أنسجة متخصصة لنقل الماء والغذاء بداخلها) المتوطنة، والنادرة على وجه الأرض، ويوجد فيها البيئات الحيوانية، والنباتية، والبحرية، والتي تُمثل حوالي 14.4% من إجمالي مساحة اليابسة (ستة ملايين

كيلومتر مربع)، (**ABCG, 2022**) فضـــلًا عن أن 6% من مناظرها البحرية تخضـــع لأنماط مختلفة من الحماية، فلديها تنوع بيولوجي غني، ونظام إيكولوجي حيوي، والذي بدوره يُساهم في التخفيف من آثار تغير المناخ.

وتُصنف الغابات الساحلية أو الجبلية في شرق إفريقيا، من بين أكثر عشر نقاط ساخنة للتنوع البيولوجي في العالم، والمعرضـة للخطر على نحو خاص (**White and Case, 2023**). إذ يوجد في إفريقيا ثمانية مواقع من أصـل ٣٦ موقعًا سـاخنًا للتنوع البيولوجي على مسـتوى العالم، من بينهما محمية "نجورونجورو" في تنزانيا التي تعد واحدة من المناطق الرئيســة للتنوع البيولوجي (Key Biodiversity Area) ضِــمن الهوت ســبوت العالمي (Eastern Afromontane)، التي صُـنفت كمنطقة محمية ذات أهمية بيئية اسـتثنائية. وذلك لأنها تحتوي على مجموعة من الأصـــناف ذات الأولوية على المســـتوى العالمي. إذ تم تســـجيل ثمانية أنواع بارزة تنتمي إلى عِدة مجموعات تصـــنيفية، تشـــمل نوعين من الطيور، والثدييات، وأربعة أنواع من النباتات، مما يدل على ثراء المحمية، وأنها لا تُمثل موطنًا للحيوانات الكبيرة فحســب مثل: الأســود، والفيلة، ووحيد القرن، بل تُعد أيضًــا بيئة حاضــنة للنباتات النادرة والطيور.

بالإضـــافة إلى ذلك، صُـــنفت ضـــمن الأولوية البيولوجية الثانية (Priority 2) في إطار تقييم Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF)، وهو ما يعكس أهميتها الإقليمية، والعالمية في حماية الأنواع المهددة، والمحافظة على النُظم البيئية، وأُدرجت ضِــمن (Eastern Afromontane Hotspot)، مما يتضـــح مكانتها كإحدى المناطق الساخنة عالميًا للتنوع البيولوجي، لأنها تُسهم في صون الأنواع المهددة، ومحدودة النطاق، ولها دور أســاســي في اســتدامة الحياة البرية، والنباتية، مما يجعلها نموذجًا بارزًا لأهمية المحميات الطبيعية في الحفاظ على التوازن البيئي العالمي (**Birdlife International, 2012**).

أولًا: أهمية الدراسة

تتبع أهمية الدراسة من منطلق إبراز دور المحميات الطبيعية في الحفاظ على التنوع البيولوجي، إذ إنها:

- **تُســـاعد على تهيئة الظروف المثالية للحفاظ على الأنواع النادرة**، وتضـــمين اســـتعادتها؛ من النباتات، والحيوانات التي تُســهم في عملية تجدد، وتحول النُظم الإيكولوجية بشــكل طبيعي، بما يحافظ على اســتقرار السلاسل الغذائية، ويحمي التوازن البيئي، الذي يؤثر بدوره على الإنسان بشكل مباشر وغير مباشر.
- **تحمي الأنواع المهددة بالانقراض**، نظرًا لتزايد الأنشــطة البشــرية التي تجعل العديد من الكائنات الحية أكثر هشاشة، وتسبب تناقص أعدادها، لذلك فهي تعُد ملاذًا آمنًا لهذه الأنواع.

- **تعتبر مختبرًا طبيعيًّا حيًّا**، يُتيح للعلماء تتبع سلوك الكائنات الحية، وتفاعلها مع تغير المناخ، مما يُوفر فُرصًا ثمينة لتطوير استراتيجيات فعّالة للتكيف البيئي، يمكن الاستفادة منها في مناطق أخرى حول العالم.
- **تُتيح _ من خلال النظم البيئية الموجودة فيها_ فُرصًا للكائنات الحية للتكاثر والتعافي** بعيدًا عن الضغوط البشرية كالصيد، والتوسع الزراعي، مما يسمح بمراقبة الأنماط الطبيعية لهذه النُظم دون تدخل.
- **تؤدي دورًا محوريًّا بوصفها منصة علمية لإجراء الأبحاث البيئية**، والرصد المستمر، حيث يتم تطوير، وتطبيق تقنيات، وأساليب مُتقدمة لحِفظ البيئة، وضمان استدامتها للأجيال القادمة.

ويُذكر، أنه تم اختيار محمية "نجورونجورو" كموقع بيئي استثنائي يجمع بين التنوع البيولوجي الغني، والأهمية الإيكولوجية الفريدة، مما يجعلها نموذجًا مثاليًّا لفهم تأثيرات تغير المناخ على النُظم البيئية، ودور الفوهة البركانية في معرفة التراث الثقافي والتطور البيولوجي للكائنات الحية؛ إذ إنها تُشكّل نظامًا بيئيًّا مُغلقًا نسبيًّا، يُسهم في استقرار أعداد كبيرة من الأنواع الحيوانية على مدار العام.

كما أن محمية "نجورونجورو" هي جزء من نظام سيرينجيتي–مارا البيئي،[1] الذي يُعد موطنًا للحيوانات البرية، ويشهد واحدة من أضخم هِجرات الحيوانات البرية في العالم، وتضم أكثر من مليون رأس من النو (الظباء)، والحمار الوحشي، وغزال طومسون، وغزال جرانت. إن هذا التداخل الطبيعي بين الكائنات الحية، والبيئة المحمية يعكس تكاملًا فريدًا يُساعد على استدامة التوازن البيئي. وتتميز بسلسلة من التكوينات البركانية، والسلاسل الجبلية، والسهول العشبية.

إن دراسة محمية نجورونجورو لا توضح فقط أهمية الحفاظ على هذا النوع من النظم البيئية، بل تُبرز أيضًا الحاجة المُلحة إلى تبني سياسات بيئية واعية تُسهم في الحد من آثار تغير المناخ على النطاقين المحلي والعالمي.

---

[1] نظام سيرينجيتي – مارا البيئي، من أهم وأكبر النُظم البيئية على مستوى العالم، يمتد على مساحة تُقدّر بحوالي 40 ألف كيلومتر مربع في شرق إفريقيا، ويشمل منتزه "سيرينجيتي" الوطني في تنزانيا، ومحمية ماساي مارا الوطنية في كينيا. وتقع حديقة سيرينجيتي الوطنية بين خطي العرض 1° و3° جنوبًا، وخطي الطول 34° و36° شرقًا، ضِمن منطقة الوادي المتصدع الكبير في شرق إفريقيا، إذ يُحدها من الجنوب الشرقي محمية "نجورونجورو"، ومن الغرب محميتا "جروميتي"، و"إيكورونجو"، وشمالاً يندمج سيرينجيتي بسلاسة مع محمية ماساي مارا الوطنية في كينيا، مُشكلًا نظامًا بيئيًّا عابرًا للحدود تُهاجر عبره الحيوانات البرية متجاهلة تمامًا الحدود الوطنية. فالحدود الدولية غير مرئية لملايين الحيوانات التي تهاجر عبر هذه الأراضي. هذا ويشتهر النظام بالمناظر الطبيعية الفريدة، ويتمثل في الهجرة السنوية الكبرى، حيث تتحرك ملايين الحيوانات أكثر من 1.5 مليون حيوان نو (ظباء) بما في ذلك مليون غزال طومسون و250,000 حمار وحشي، في رحلة سنوية مليئة بالتحديات بين المراعي والمياه تمتد لما يصل إلى 1,000 كم من السيرينجيتي إلى ماساي مارا، بحثًا عن الغذاء والبقاء. ويعكس هذا النظام توازنًا بيئيًّا مُعقّدًا، ويُعد موطنًا لتنوع كبير من الكائنات البرية، مما يجعله أحد أبرز النماذج الطبيعية للحفاظ على الحياة البرية في العالم. لمزيد من المعلومات برجاء مطالعة:

- University of York, (2019), The Serengeti- Mara squeeze—One of the world's most iconic ecosystems under pressure, available at: https://2h.ae/chRi .
- Serengeti National Park, Location of Serengeti, available at: https://2h.ae/ydIU

ثانيًا: أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى:

- التعرف على دور المحميات الطبيعية، والتنوع البيولوجي الذي تتمتع به المحميات في التخفيف من آثار مخاطر تغير المناخ.
- معرفة مدى فوائد المحميات بالنسبة للتوازن البيئي والإنسان، والعوامل التي تساعد على تعزيز الاستخدام المستدام للموارد.
- توضيح أهمية الاستثمار في مبادرات استعادة النظام البيئي، وإجراءات الحفاظ على المحميات.

ثالثًا: إشكالية الدراسة

أصبحت الأنشطة البشرية تُشكل تهديدًا كبيرًا على البيئة منذ القرن العشرين، وتسببت في إزالة الغابات، وتدمير المواطن الطبيعية للكائنات الحية، وانتشار الأنواع الدخيلة في تراجع التنوع البيولوجي، وتدهور الأنظمة البيئية حول العالم، كما أنها عملت على ازدياد خطر انقراض الأنواع البيولوجية بمعدل أسرع من الطبيعي.

ونتيجة لذلك، بدأ الاهتمام بإنشـــاء مناطق محمية، مثل: المحميات الطبيعية، والمتنزهات بهدف الحفاظ على الطبيعة. ورغم أن هذه المناطق تشـغل حاليًا نحو 10% من مسـاحة اليابسـة، فإن فعاليتها ما زالت محل جدال، خاصـة بسـبب ضِـعف الإدارة أو الاسـتخدام غير المناسـب. لذلك تُحاول هذه الدراسـة تحديد أثر الإدارة الجيدة للمحميات الطبيعية على حماية المناطق الطبيعية وتنوعها البيولوجي الفريد – متمثلة في محمية نجورونجورو – من مخاطر التغيرات المناخية **(Liu and Zhao, 2023)**.

رابعًا: منهجية الدراسة

تسـتند الدراسـة إلى **المنهج الاسـتقرائي** للتعرف على دور المحميات في حفظ التنوع البيولوجي، وعلاقته بالتغير المناخي، ومعرفة درجة مسـاهمة المحميات في الحد من آثار مخاطر تغير المناخ، كما تم اسـتخدام منهج **دراسـة الحالة** أيضًـــا بالتركيز على محمية فوهة "نجورونجورو" بتنزانيا، ودور الجهات الدولية والحكومية في الحفاظ على المحمية.

خامسًا: حدود الدراسة

تُركز هذه الدراسـة على محمية "نجورونجورو" التي تقع شـمال تنزانيا على مسـاحة 8,300 كيلومتر مربع، ضـمن إقليم "أروشا" على بعد نحو 120 كيلومترًا غرب مدينة "أروشا"، وتقع تقريبًا بين خطي العرض 3° 3′ 53″ جنوبًا،

وخطي الطول 35° 25′ 17″ شرقًا **(Mapcarta, 2025)**. وتشمل أيضًا جُزءًا من الوادي المتصدع الشرقي الكبير في شرق إفريقيا، وهو أحد أبرز التضاريس الجغرافية في المنطقة، وتوضح الخريطة بأنه يوجد 3 فوهات: فوهة "نجورونجورو"، والتي تتوسطها فهي أكبر فوهة بركانية سليمة في العالم، وفوهة "إمباكاي"، وفوهة "أولموتي".[١]

سادسًا: الدراسات السابقة

تناولت دراسة **(ميرفت، 2024)** دور المحميات الطبيعية في مواجهة تغير المناخ، مع التركيز على محمية رأس محمد كمثال تطبيقي، وسلطت الضوء على الدور الحيوي للمحميات الطبيعية في التخفيف من آثار التغير المناخي، خاصة في منطقة البحر الأحمر. وأكدت أن المحميات تُسهم في تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، وتخزين الكربون، والحفاظ على التنوع البيولوجي، مما يُعزز من قُدرة النظم البيئية على التكيف مع تغير المناخ.

كما أنها هدفت إلى تحليل كيفية مساهمة المحميات الطبيعية في تقليل تأثيرات التغير المناخي، وتقييم دور محمية رأس محمد في الحفاظ على التنوع البيولوجي، وتخزين الكربون، واستكشاف الإمكانات السياحية للمحميات الطبيعية كوسيلة لتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية.

وخلصت الدراسة إلى أن محمية رأس محمد تلعب دورًا في تخزين الكربون، وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، كما أنها تُسهم في الحفاظ على التنوع البيولوجي، مما يُعزز من مرونة النُظم البيئية، وتُعد المحمية وِجهة سياحية بيئية مميزة، مما يفتح آفاقًا جديدة للسياحة المستدامة في المنطقة. وأوضحت الدراسة أهمية دمج الجهود البيئية مع التنمية السياحية لتحقيق أهداف الاستدامة، وتُوصي بضرورة تعزيز الوعي البيئي، وتطوير السياسات الداعمة للمحميات الطبيعية.

كما ركزت دراسة **(Yue Liu, 2023)** على مدى فعالية المحميات الطبيعية في الصين في تقديم أربع خدمات رئيسة للنظام الإيكولوجي مثل: صافي الإنتاج الأولي، والحفاظ على التربة، والوقاية من العواصف الرملية، وإنتاج المياه، وذلك خلال الفترة من 2000 إلى 2020. وأوضحت أن المحميات الطبيعية بمثابة أدوات حيوية للحد من فقدان التنوع البيولوجي، ومنع تدهور الأنظمة البيئية. لذا فإن تقييم فعاليتها في تقديم خدمات النظام الإيكولوجي، واستكشاف العوامل المؤثرة على هذه الفعالية؛ أمر ضروري لتحسين إدارتها وتوجيه سياسات الحماية.

وفي ذات السياق، سعت الدراسة إلى قياس الفوائد المباشرة التي تعود على رفاهية الإنسان من خلال تقييم الخدمات البيئية الأساسية مثل: الغذاء، والمياه، والحماية من الكوارث البيئية، واعتمدت على أساليب الطرق

[١] _ كود موقع المحمية على الخريطة: 6G8QWCPC+4G.

التجريبية والميدانية، وطريق المطابقة، والتقييم السريع. ويتأثر هذا التقييم بعِدة عوامل طبيعية، وبشرية مثل: التضاريس، والمناخ، واستخدامات الأراضي، مما يجعل من الصعب التوصل إلى نتائج موضوعية ما لم تُراعَ هذه الفروقات بدقة. ولذلك شددت الدراسة على الحاجة إلى تطوير طرق تحليلية قادرة على التعامل مع هذا التباين، سواء داخل المحميات أو في المناطق المحيطة بها.

واختيرت عينة الدراسة من 75 محمية طبيعية تم إنشاؤها في أو قبل عام 2010، وتُزيد مساحتها عن 1000 كيلومتر مربع، وذلك لضمان وجود بيانات كافية، ولإجراء مقارنة ذات معنى مع المناطق المحيطة التي تُمثل "المجموعة الضابطة" بعمق يتراوح بين 10 – 100 كم.

وأظهرت نتائج الدراسة أن المحميات الطبيعية لها فاعلية مرتفعة في تقديم العديد من الخدمات الإيكولوجية؛ إذ كانت أكثر من 80% من المحميات فعالة في تعزيز صافي الإنتاج الأولي، و90% في الحفاظ على التربة، و87% في إنتاج المياه. وفي المقابل، سجلت فعالية الوقاية من العواصف الرملية نتائج إيجابية فقط في 29% من المحميات، ويُعزى ذلك إلى أن نحو 70% منها لم تتعرض لعواصف رملية خلال فترة الدراسة، مما قلل من إمكانية تقييم هذا الجانب من الفعالية.

وكشفت النتائج أيضًا عن تباين ملحوظ في فعالية المحميات بين المواقع المختلفة، وكذلك بين نوعية الخدمات البيئية المقدمة. فعلى سبيل المثال، سجلت محمية "مينجينليان" فعالية منخفضة في الحفاظ على التربة (0.24)، والوقاية من العواصف الرملية (0.04)، بينما كانت فعالية صافي الإنتاج الأولي، وإنتاج مياه سالبة (−0.16)، مما يعكس تفاوت الأداء البيئي للمحميات باختلاف خصائصها الجغرافية والبيئية.

كما أظهرت الدراسة تحولات مهمة في طبيعة العلاقات بين خدمات النظام الإيكولوجي مع مرور الزمن؛ فقد ازدادت درجة التكامل بين صافي الإنتاج الأولي، والحفاظ على التربة، وبين الإنتاج الأولي، والوقاية من العواصف الرملية، وكذلك بين الحفاظ على التربة، والوقاية من العواصف الرملية. في الوقت ذاته، انخفضت مستويات التنافس بين الإنتاج الأولي، وإنتاج المياه، وبين الحفاظ على التربة وإنتاج المياه، مما يُشير إلى تطور إيجابي في التفاعل بين هذه الخدمات نتيجة تراكم أثر الحماية، وتحسن الإدارة البيئية.

وتُبين كذلك أن فعالية المحميات تتأثر بعِدة عوامل طبيعية، وجغرافية، أبرزها: الارتفاع عن سطح البحر، ومعدلات هطول الأمطار، والنسبة بين مساحة المحمية ومحيطها. وأظهرت النتائج أن المحميات التاريخية (الأقدم من حيث الزمن) كانت أكثر فاعلية من الحديثة، مما يُعزز فرضية أن فعالية النظام البيئي تزداد بمرور الزمن بفضل الاستقرار الإيكولوجي، والتراكم التدريجي لآثار الحماية.

وأثبتت الدراسة أن المحميات الطبيعية في الصين لها دور إيجابي وفعال في الحفاظ على النظام الإيكولوجي، رغم التحديات المرتبطة بالتنوع الجغرافي والمناخي. كما أكدت ضرورة تبني سياسات مرنة تستند إلى البيانات لتخطيط المحميات، وتخصيص الموارد بهدف تحسين أدائها المستقبلي في تقديم خدمات بيئية حيوية.

هذا وقد طرحت دراسة (**Katherine Pulido-Chadid et al, 2025**) تساؤلًا حول مدى فاعلية المحميات الطبيعية في تنفيذ أهدافها. فالمحميات رغم وجودها، لا تزال غير قادرة على إيقاف الانقراض أو تدهور الأنظمة البيئية، وتساؤل آخر عن كفاءة آليات الحماية المعتمدة، وهل تفتقر هذه المناطق إلى الإدارة الفعالة؟ أم أن التهديدات التي تواجهها تتجاوز قدراتها؟

كما أوضحت الدراسة أنها اعتمدت في منهجيتها على نحو 120 حالة تمت دراستها ما بين 2010 و2023، إضافة إلى مقارنة بين مناطق محمية فعالة، وأخرى غير محمية، وكذلك المحميات "الورقية" التي توجد فقط من حيث الاسم دون تطبيق فعلي للحماية. كما استخدمت الدراسة مؤشرات متقدمة لتقييم التهديدات، من بينها مؤشر التهديد التراكمي، وأداة تقييم الحد من التهديدات.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن المحميات التي تُدار بشكل جيد، شهدت انخفاضًا في إزالة الغابات بنسبة 40%، وازدادت أعداد الأنواع المحمية فيها بنسبة 58% خاصة المحميات البحرية. لكن في المقابل، تبين أن نحو 33% من المحميات تعاني ضعفًا فعليًا في تطبيق الحماية، و60% منها تفتقر لخطط مراقبة علمية. ومن العوامل التي ساعدت على تحقيق النجاح: توفير تمويل كافٍ (لا يقل عن 1800 دولار لكل كيلومتر مربع سنويًا)، ومشاركة المجتمعات المحلية، والاعتماد على تقنيات حديثة في الرصد كأجهزة الاستشعار عن بعد.

وخلصت الدراسة إلى ضرورة تغيير الطريقة التي تُدار بها المحميات، حيث لا يكون التركيز فقط على عددها، ومساحتها بل على تحقيق مستوى عالٍ من الجودة في إدارتها بكفاءة وفاعلية، والانتقال من مجرد حمايتها إلى إدارتها بالتكيف مع المتغيرات والتهديدات التي تواجهها.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الأدوات المستخدمة في الحماية، مثل: أنظمة الإنذار المبكر، وتوحيد معايير التقييم دوليًا، وربط التمويل بنتائج ملموسة قابلة للقياس، وكذلك إشراك جميع الأطراف في جهود الحماية، سواء من القطاع الخاص أو المجتمعات المحلية أو الدول المجاورة في إطار التعاون الإقليمي.

ووصفت الدراسة المناطق المحمية بالمستشفيات البيئية، لأنها لا يكفي أن تكون موجودة بعدد كبير إذا كانت تفتقر إلى الأطباء والأدوية. فالمطلوب ليس فقط تخصيص مساحات للحماية، بل ضمان أن هذه المساحات تُدار

بفعالية، وتُحقق النتائج المرجوة، ولذلك ينبغي مواجهة التهديدات البيئية من جذورها من خلال سياسات تنموية شاملة.

وترى الدراسة أن هناك حاجة إلى المزيد من الأبحاث المستقبلية، خاصة حول دور الحوافز الاقتصادية في دعم الحماية البيئية، وفعالية المحميات الموجودة في المناطق الحضرية، وتطوير مؤشرات ديناميكية لرصد التهديدات، فحماية البيئة ليست مهمة علمية فقط، بل تحدٍ حضاري يرتبط بكيفية تعامل الإنسان مع محيطه واستهلاكه لموارده.

وتشير دراسة **(Kai Song et al, 2020)** إلى الدور المهم الذي تلعبه المحميات الطبيعية في حماية الأنواع المهددة بالانقراض، خاصة في ظل التغيرات السريعة التي تطرأ على استخدام الأراضي، والتوسع العمراني. وركزت على طائر الدراج ذي الأذنين البنيتين (Crossoptilon mantchuricum)، وهو نوع نادر ومهدد بالانقراض يعيش في شمال الصين، وأُستخدمت بيانات من عامي 1995، و2013 لتقييم مدى ملائمة الموائل الطبيعية له داخل محميتين وطنيتين في منطقة مكتظة حضريًا. وأظهرت نتائجها أن الموائل التي تناسب هذا الطائر قد تغير توزيعها بشكل كبير خلال تلك الفترة، رغم أن المساحة العامة ظلت تقريبًا كما هي. لكن اللافت أن نصف هذه الموائل تقريبًا أصبحت خارج نطاق المحميات، مما يُشير إلى أن الحدود الحالية لهذه المحميات لم تعد كافية لحماية النوع المستهدف.

خلصت الدراسة أن التوسع العمراني، مثل الذي حدث في منطقة العاصمة الوطنية الصينية (Jing–Jin–Ji)، يُشكل تهديدًا كبيرًا على البيئة، وعلى الأنواع التي تعيش فيها. فالتحول في استخدام الأراضي لأغراض الزراعة أو البناء أو غيرها يُمكن أن يؤدي إلى تجزئة الموائل وفقدانها، مما يؤثر سلبًا على الكائنات التي تعتمد عليها. وفي حالة دراج الأذن البني، تبين أن عددًا كبيرًا من مناطقه المناسبة باتت خارج المحميات، مما يجعل من الضروري إعادة النظر في توزيع المحميات، وتوسيع حدودها لتشمل هذه المناطق الجديدة.

كما توصلت نتائج الدراسة أيضًا إلى ضرورة تقييم فعالية المحميات الطبيعية بشكل دوري، خاصة في المناطق التي تشهد تطورًا حضريًا متسارعًا، وأوضحت كيف يمكن أن تساعد النماذج البيئية، والتحليلات المكانية في فهم الديناميكيات البيئية، واتخاذ قرارات أفضل للحفاظ على الأنواع المهددة. ومع استمرار تغير المناخ، والتوسع الحضري، فإن الحاجة إلى تخطيط أفضل للمحميات، وتحديث سياسات الحماية البيئية؛ أصبح أمرًا بالغ الأهمية لضمان استمرار التنوع البيولوجي في المستقبل.

الإضافة المرجوة من الدراسة:

تتميّز محمية "نجورونجورو" بتنوع بيئي فريد نتج عن تداخل عوامل طبيعية متعددة، أبرزها: تنوع التضـــاريس، والمناخ، والارتفاع، مما أدى إلى تشكّل أنظمة بيئية متداخلة تشـمل السـهول العشـبية القصـيرة، والغابات الجبلية، و"ســـافانا" الســـهول، والمرتفعات المفتوحة. هذا التنوع في الموائل الطبيعية جعل من المحمية موطنًا لحوالي 25,000 نوع من الحيوانات الضـــخمة، من بينها أنواع مهددة بالانقراض مثل: وحيد القرن الأســود، والكلب البري الإفريقي، والقط الذهبي، إلى جانب أكثر من 500 نوع من الطيور.

كما تميزت الدراســة بالتفاعل بين العوامل الطبيعية، والبشــرية في هذا النظام البيئي، والدور الحيوي للمحميات في التكيف مع تغير المناخ، والعلاقة التكافلية بين شعب الماساي، والبيئة المحيطة، وتُقدم نموذجًا عمليًّا لإدارة متكاملة للموارد الطبيعية، مع الأخذ في الاعتبار كافة الأبعاد البيئية، والاقتصـــادية، والثقافية. كما تفتح الباب أمام أبحاث مستقبلية حول آليات تكيف النُظم البيئية مع تغير المناخ في ظل الضغوط البشرية المتزايدة.

تُعد فوهة "نجورونجورو" مختبرًا طبيعيًّا لدراســة تغير المناخ، والتفاعل بين الإنســان والنُظم البيئية، بفضــل موقعها الجغرافي، وتنوعها البيئي الغني. وهي مثال حيّ على كيفية إدارة المحميات الطبيعية بطريقة مســتدامة، من خلال إشــراك المجتمعات المحلية، وتطوير الســياحة البيئية، مما يضــمن الحفاظ على البيئة الطبيعية، والموارد الحيوية للأجيال القادمة.

سابعًا: تقسيم الدراسة

المحور الأول: المحميات الطبيعية وأنواعها.

المحور الثاني: دور المحميات الطبيعية في الحفاظ على التنوع البيولوجي.

المحور الثالث: الإدارة المستدامة لمحمية "نجورونجورو" ودورها في الحد من مخاطر تغير المناخ.

المحور الرابع: النتائج والتوصيات

المحور الأول: المحميات الطبيعية وأنواعها

تعتبر المحميات الطبيعية أو ما يطلق عليها المناطق المحمية ضـــرورية للحفاظ على التنوع البيولوجي، وتدفق خدمات النُظم الإيكولوجية الشـــاملة لتخزين الكربون، وتوفير تدفق المياه المنتظمة، كما أنها تُشـــكل حاجزًا مهمًا للتصـــدي لمخاطر تغير المناخ. وعرفها الاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة (IUCN)، بأنها "منطقة من الأرض أو البحر مخصـصـــة بشـكل خاص لحماية، وصـيانة التنوع البيولوجي، والموارد الطبيعة، والثقافية المرتبطة بها، وتدار من خلال الوسائل القانونية أو غيرها من الوسائل الفعالة".

وقد صُـــنفت المحميات من خلال معايير قانونية أُصـــدرت عام 1994، وحدثت عام 2008 لتوفير إطار دولي موحد بـ 6 فئات رئيسة. وبدأت المعرفة بإجراءات، وسياسات الغابات عام 1889، وصدر أول قانون للغابات عام 2002، وتابعه عِدة قوانين صُـممت خصـيصًـا للمحميات، والحفاظ على التنوع البيولوجي، والاسـتخدام المسـتدام، والأمثل للموارد الطبيعية، والموائل الحيوية.

- **تصنيف المحميات من قِبل الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN):**

يشـــتمل تعريف المحميات الطبيعية على ســـت فئات رئيســـة حددها الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN)، وصنفها على حسب أهدافها الإدارية الأساسية كما يلي:

١. **المحميات المحمية بشكل صارم (Strictly Protected Areas)** وتنقسم بدورها إلى قسمين فرعيين:

أ. **<u>محمية طبيعية صارمة (Strict Nature Reserve)</u>:** تُخَصَص لحماية التنوع البيولوجي، وأحيانًا لحماية الظواهر الجيولوجية أو الجيومرفولوجية مثل: التكوينات الصخرية أو الظواهر الأرضية النادرة. والزيارات تكون فيها بشكل مُحكم، والأنشطة التي تُمَارس فيها أيضًـا لتقليل أي تأثيرات سلبية قد تمس القيم البيئية الموجودة فيها، كما لا تستخدم لسكن دائم أو استخدام بشري للمحافظة على نقائها بشكل طبيعي.

ب. **<u>منطقة برية (Wilderness Area)</u>:** مناطق ذات مســاحة كبيرة غير مُعدلة أو مُعدلة بدرجة ضــئيلة جدًا من قِبل البشــر، وتُدار دون تغيير في حالتها الطبيعية أو تطويرها من حيث البنية التحتية البشــرية، وتهدف للحفاظ على التجربة البرية الأصـــلية، وغالبًا ما تكون خالية من المرافق أو البنى الحديثة. **(Wilson & Richard B. Primack, 2008)** ومنها عدة نماذج تتمثل في:

- **الحديقة الوطنية (National Park):** وهي عبارة عن مناطق طبيعية كبيرة أو شـــبه طبيعية، هدفها الرئيس حماية العمليات البيئية واسعة النطاق، والأنواع التي تعيش فيها، والأنظمة البيئية المرتبطة بها، وتتيح هذه الحدائق أنشطة روحية، وعلمية، وتعليمية، وترفيهية، وزيارات تكون متوافقة بيئيًا، وثقافيًا.

- **المَعَلم أو المظهر الطبيعي (Natural Monument or Feature)**: مناطق مُخصصة لحماية المعالم الطبيعية "مظهر معين بحد ذاته" وليس النظام البيئي بأكمله، وهذه المعالم تكون جيولوجية أو حيوية، كالجبال، والتكوينات الصخرية، والكهوف، والشعب المرجانية، والبساتين القديمة أو الأشجار المعمرة.
- **منطقة إدارة الموائل/ الأنواع (Habitat/Species Management Area)**: هي مناطق تُدار خصيصًا لحماية أنواع أو موائل معينة من الكائنات الحية أو مواطنها الطبيعية. وتتطلب في بعض الأحيان تدخلًا بشريًا منتظمًا وموجَّهًا، مثل: التحكم في النباتات الغازية، وإدارة مناطق التكاثر، والحفاظ على المسطحات المائية أو الأعشاش.
- **محميات المناظر الطبيعية أو البحرية (Protected Landscape/Seascape)**: تعكس التفاعل بين الطبيعة، والإنسان، وبمرور الوقت ينتج مشهد ذي طابع فريد، وغني بالقيم الإيكولوجية، والبيولوجية، والثقافية. ويكون الحفاظ على هذه المناطق أمرًا حيويًا لحماية، واستدامة المنطقة، وما يرتبط بها من الحفاظ على الطبيعة، والقيم الأخرى.
- **المناطق المحمية ذات الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية (Protected Area with Sustainable Use of Natural Resources)**: تهدف إلى حماية الأنظمة البيئية، وقيمها الطبيعية، والسماح باستخدام الموارد الطبيعية بشكل مُستدام. هذا وتعتمد هذه المناطق على؛ استمرارية النظم البيئية، والحفاظ على القيم الثقافية المحلية، ودعم أنظمة إدارة الموارد التقليدية، وما يخص الأنشطة الصناعية الكبيرة غير مسموح بها، ولكن يُسمح بالاستخدام المحدود غير الصناعي للموارد، مثل: الصيد التقليدي أو الرعي، طالما أنه لا يؤثر سلبًا على البيئة. **(كروفتس وجوردون، ٢٠٢٢)**.
- وتُبنى هذه التصنيفات على أساس أن المحمية يجب أن تُدار لتحقيق هدفها الأساسي، بحيث تُدار ما لا يقل عن 75% من مساحتها وفقًا للعمليات، والإجراءات المعتمدة لحماية الأنظمة البيئية، والطبيعية الموجودة فيها.

٢. **محميات المحيط الحيوي (Biosphere Reserves)** أو برنامج "الإنسان والمحيط الحيوي" التابع لليونسكو؛ إذ تُعتبر بمثابة أماكن للتعلم من أجل التنمية المستدامة. وتُستخدم هذه المحميات كنماذج لاختبار مناهج متعددة التخصصات لفهم، وإدارة التغيرات، والتفاعلات بين النظم البيئية، والاجتماعية، بما يشمل إدارة التنوع البيولوجي، ومنع النزاعات البيئية **(UNESCO, 2025)**. وتهدف محميات المحيط الحيوي إلى تحقيق التوازن بين الإنسان، والطبيعة من خلال ثلاث وظائف أساسية:

- **حفظ التنوع البيولوجي:** إذ تضم مجموعة متنوعة من النُظم البيئية مثل: الغابات المطيرة، والصحاري الجبلية، والمناطق الساحلية، والبحرية.
- **التنمية المستدامة:** لتُوفر حلولًا محلية لمواجهة تحديات عالمية مثل: تغير المناخ، وتدهور الموارد الطبيعية.
- **بناء القدرات والمعرفة:** لتُعزز من قدرة المجتمعات المحلية على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن استخدام الموارد الطبيعية من خلال دعم البحث العلمي، والرصد البيئي، والتعليم، وتبادل المعرفة.

وفي السنوات الأخيرة، أصبحت محميات المحيط الحيوي ذات أهمية بالغة في التصدي لتغير مخاطر المناخ، إذ تحتضن هذه المناطق العديد من مصارف الكربون العالمية التي تُساعد على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. وتُوفر مصارف الكربون، مثل: الغابات والمحيطات حلولًا لتنفيذ استراتيجيات التكيف لمكافحة تغير المناخ. كما يُعزز برنامج اليونسكو "الإنسان والمحيط الحيوي" (MAB) العلاقة بين الإنسان والبيئة من خلال الجمع بين العلوم الطبيعية، والاجتماعية لتحسين سُبل العيش، وحماية النُظم البيئية، وتعزيز التنمية الاقتصادية المستدامة **(UNESCO, 2023)**.

وفي ذات السياق، تنقسم محميات المحيط الحيوي إلى ثلاث مناطق؛ لتنفيذ أنشطة متكاملة لحفظ التنوع البيولوجي، والاستخدام المُستدام للموارد الطبيعية:

- **المنطقة الأساسية:** وهي تعتبر قلب المحمية، ويُمنع فيها أي نشاط بشري مؤثر، لأنها مخصصة بالكامل لحماية الطبيعة. وتمثّل هذه المنطقة الشكل الطبيعي للنظام البيئي، وتُستخدم كمكان للمراقبة، والدراسة. وما يحدث فيها يُساعد العلماء على معرفة تأثير الأنشطة في المناطق المجاورة، ويُمكن استخدام بياناتها لتحسين المشاريع البيئية.
- **المنطقة العازلة:** تُحيط بالمنطقة الأساسية، وتُستخدم لحمايتها. ويُسمح ببعض الأنشطة فيها مثل: الأبحاث أو الزراعة أو السياحة البيئية، لكن بشرط ألا تضر بالبيئة. ويتمثل الهدف منها في إيجاد توازن بين حماية الطبيعة، والسماح ببعض الاستخدامات المُفيدة. وتكون كثافة النشاط البشري فيها قليلة نسبيًّا، وتوفر أيضًا فرصًا للتعليم والتدريب.
- **المنطقة الانتقالية (منطقة التعاون):** هي أوسع منطقة في المحمية، إذ يعيش فيها الناس، ويمارسون أنشطتهم مثل: الزراعة، والصناعة، والسكن، لكن بأسلوب يحافظ على البيئة. وتُسمى "منطقة التعاون" لأن السكان، والجهات المختلفة مثل: (العلماء، والمنظمات، والسلطات المحلية) يعملون معًا لإدارة الموارد بشكل مستدام، وتحقيق الفائدة للجميع دون الإضرار بالطبيعة.

٢. ١. أهمية محميات المحيط الحيوي:

تُعد محميات المحيط الحيوي نموذجًا متقدمًا لتحقيق التوازن بين الإنسان والطبيعة. فهي لا تقتصر على حماية الموارد الطبيعية، بل تسعى إلى استخدامها بطريقة مستدامة تُعزز رفاهية الإنسان، وتحافظ على التنوع البيولوجي للأجيال القادمة، وتُوفر حلولاً عملية لمشاكل بيئية، واقتصادية، واجتماعية مُعقدة من خلال إدارة شاملة، وتشاركية للموارد.

وفي الوقت الحاضر، تواجه الأرض تهديدات متزايدة بفقدان تنوع الجينات، والأنواع، والنُظم البيئية. وتُسهم محميات المحيط الحيوي في حماية هذا التنوع، الذي يُشكل أساسًا للغذاء، والأدوية، والصناعات، والبناء. فهي بمثابة "بنوك جينية طبيعية" تحفظ الأنواع النباتية، والحيوانية النادرة، والمهددة بالانقراض.

هذا وتلعب هذه المحميات دورًا مهمًا في دعم النُظم البيئية الصحية، من خلال منع تآكل التربة، وحماية مصادر المياه، وتحسين جودة الهواء والماء. كما تدعم العمليات الطبيعية التي تُعيد تدوير المغذيات، وتُقلل من التلوث، كما أنها تُوفر بيئة حية للبحث، والتجريب العلمي. فهي تُتيح دراسة النُظم البيئية المتأثرة بالنشاط البشري، ومراقبة تغير المناخ، واستعادة الأنواع المهددة، وإعادة تأهيل المناظر الطبيعية المتدهورة، كما تُسهم في اتخاذ قرارات بيئية أفضل على أُسس علمية.

وتُشجع على تخطيط مشترك لاستخدام الأراضي، بمشاركة جميع الأطراف من خلال الحكومات، والمزارعين، والعلماء، إلى الصناعيين، وجماعات حماية البيئة، وذلك عبر النقاش، والحوار لحل النزاعات، وتحقيق مصالح متوازنة للمستخدمين كافة.

كما أنها تُمكّن المجتمعات المحلية من المساهمة في حماية البيئة عبر طرح حلول محلية، ومستدامة للمشكلات الاجتماعية، والبيئية. كما تُوفر مجالًا لتجريب ممارسات اقتصادية جديدة تحمي التربة، والمياه، والنباتات، والحيوانات، وتُعزز الاستدامة على المدى البعيد. وتُساعد على تعزيز التعليم البيئي كونها أماكن تعليمية تُساعد السكان، والزوار على فهم ديناميكيات الطبيعة، وتعزيز الشعور بالانتماء إلى الأرض، وتُنمى الثقافات المحلية، وتُعزز قيم السلام، والتعاون بين السكان **(SINAC, 2025)**.

٢.٢. فوائد محميات المحيط الحيوي:

- تحقيق الاستدامة البيئية، والاقتصادية، والاجتماعية، وترشيد استخدام الموارد الطبيعية، والبشرية للوصول إلى التنمية المستدامة.

- حل النزاعات، وحماية التنوع البيولوجي بتوفير أدوات عملية لإدارة الأراضـــي بطريقة تُقلل من الخلافات، وتُساعد على حماية الأنواع، والنظم البيئية.
- الوصـول إلى المعرفة، والدعم من خلال التعاون مع الشـبكات الوطنية، والدولية لتبادل المعلومات، والخبرات، وإتاحة فرص التمويل، والدعم الفني.
- دعم الاقتصاد المحلي من خلال تشجيع المناطق الريفية للقيام بأنشطة اقتصادية مستدامة تساعد على توفير فرص العمل، وتحسين سُبل المعيشة.
- تسـاعد على إجراء البحوث والدراسـات، لأنها تُسـتخدم كمواقع بحثية مهمة للجامعات، والحكومات لدراسـة القضايا البيئية، والتنموية المحلية، مما يُعزز الفَهَم العلمي، ويوجه السياسات البيئية بشكل أفضل.
- تُسـتخدم كموقع تعليمية، وتوعوية، وأماكن تجريبية، وتطبيقية لمناهج التنمية المسـتدامة، كما أنها تُقدم دروسًـا قابلة للتطبيق، وتُبرز خصوصيتها الثقافية، والبيئية للمنطقة.
- تُعزز الانتماء، والمشاركة المجتمعية عبر تشجيع السكان، والزوار على التفاعل الإيجابي مع البيئة، مما يُعزز الشعور بالمسؤولية، والانتماء، وتُتيح فُرصًا لتعاون مختلف الأطراف، ومشاركة المتطوعين في أنشطة المحمية (**WBRA, 2025**).

٣.٢. محميات المحيط الحيوي في إفريقيا:

توجد في إفريقيا شـبكتان لمحميات المحيط الحيوي؛ **الشـبكة العربية لمحميات المحيط الحيوي (Arab MAB)**، والتي تحتوي على 33 محمية في 12 دولة، **والشـبكة الإفريقية لمحميات المحيط الحيوي (Afri MAB)** وتضـم 85 محمية في 31 دولة بجنوب الصحراء الكبرى.[١]

[١] تأسست شبكة اليونسكو الإقليمية للإنسان والمحيط الحيوي (MAB) لإفريقيا عام ١٩٩٦، وتُوجد محميات المحيط الحيوي في إفريقيا جنوب الصحراء؛ الغابات الاستوائية الرطبة في بيا (غانا)، وأومو (نيجيريا)، والغابات الاستوائية شبه الجبلية، والغابات دائمة الخضرة في شرق أوسامبارا (تنزانيا)، محمية "كيب"، و"ينلاندز" بجنوب إفريقيا، وحوض بحيرة تشاد، والكاميرون، وجمهورية إفريقيا الوسطى، والنيجر، ونيجيريا، ومدغشقر، وبنين، وبوركينا فاسو، وكينيا، وإثيوبيا، وغابات الصدع الألبرتي، والتي تمتد عبر أوغندا، وبوروندي، والكونغو، ومحمية المحيط الحيوي في جزيرة برينسيبي (جمهورية ساو تومي وبرينسيبي الديمقراطية) . لمزيد من المعلومات يرجى مطالعة الرابطين التاليين:

- UNESCO, (2017), Biosphere reserves promote sustainable development in Sub-Saharan African countries, available at: https://2h.ae/ssRT.
- UNESCO, (2013), AfriMAB: Biosphere Reserves in Sub-Saharan Africa; showcasing sustainable development, available at: https://2h.ae/WQWZ.

ففي الشبكة الإفريقية (Afri MAB)، تُوجد 38 محمية محيط حيوي جبلية، 17 منها تشمل غابات "أفرومونتان" (Afromontane forests)،[1] التي تُوجد على ارتفاع يزيد عن 1500 متر، وتتميز بتنوع بيولوجي غني، وهي موجودة قبل تكوين وادي الصدع الإفريقي، والجفاف بشرق إفريقيا، وهذه الغابات تعُد بؤرًا حيوية للتنوع البيولوجي ذات تركيز عالٍ من الأنواع المتوطنة، والمهددة بالانقراض **(Hubert Job and Kimario, 2021)**.

ومن أبرز الأمثلة: على محميات المحيط الحيوي الناجحة هي **(محمية سيرينجيتي–نجورونجورو)** في تنزانيا، التي تضم منتزه سيرينجيتي الوطني بالإضافة إلى محمية نجورونجورو –التي تقع في شمال تنزانيا، داخل الحلقة الشرقية لنظام الصدع الكبير، وعلى مقربة من الحدود مع كينيا، وتكتسب أهمية إيكولوجية كبيرة كجزء من نظام بيئي مترابط غني بالتنوع الحيوي المعتاد لملاقاة الهجرة السنوية، والتوزيع الطبيعي للأنواع البرية– ومناطق أخرى مُتصلة بالنظام البيئي، وتمتد لتربط بين "سيرينجيتي" في تنزانيا، و"ماساي مارا" في كينيا، مما يسمح بمرور الهجرة الكبرى للحيوانات، والتي تغطي أكثر من 4.3 مليون هكتار.

وتتميز هذه المحمية بوجود شعب الماساي الأصلي، [2] الذين يعيشون في انسجام مع الطبيعة، ويعتمدون على المعرفة التقليدية في التعايش مع البيئة المحيطة. ويُجسد هذا النموذج العلاقة المتوازنة بين الإنسان والطبيعة، مما يجعل من "نجورونجورو" مثالًا عالميًّا يُحتذى به في إدارة النُظم البيئية، والتنمية المستدامة **(United Nation, 2023)**.

وتستهدف محمية "نجورونجورو" حماية الموارد الطبيعية، والحفاظ على مصالح رعاة الماساي، إلى جانب تعزيز السياحة البيئية، إذ تضم نُظمًا بيئية متعددة، بفضل موقعها الجغرافي الذي له أهمية كبيرة في دراسة العلاقة بين الإنسان والبيئة.

---

[1] تقع غابات الأفرومونتان (Afromontane) في النطاق المداري من إفريقيا، وتمتد تقريبًا بين خطي عرض 7 درجات شمالًا، و7 درجات جنوبًا، وبين خطي طول 25° شرقًا، و40° شرقًا، أي في نطاق قريب جدًا من خط الاستواء. وتنتشر هذه الغابات على شكل مناطق جبلية معزولة تُعرف باسم أرخبيل الأفرومونتان، حيث تفصل بينها مناطق منخفضة واسعة، مما يجعل توزيعها أشبه بجُزر متفرقة وسط بحر من الأراضي المنخفضة. وتوجد هذه الغابات عادة على ارتفاعات تتراوح بين 1500 و2000 متر فوق مستوى سطح البحر، خاصة في المناطق القريبة من خط الاستواء، بينما قد تنخفض في بعض المناطق الجنوبية مثل: غابات كنيسنا–أماتول الجبلية في جنوب إفريقيا لتصل إلى ارتفاعات لا تتجاوز 300 متر. وفي شرق إفريقيا، تمتد الغابات الجبلية على مساحة إجمالية تبلغ نحو 65,500 كيلومتر مربع موزعة على 25 منطقة معزولة، وتتراوح ارتفاعاتها هناك بين 1000 و3500 متر وفقًا لطبيعة الجبال التي تقوم عليها. فهي تمتد في إفريقيا من المرتفعات الإثيوبية شمالًا، نزولًا على طول الجبال المحاذية للصدع الإفريقي الشرقي، وصولًا إلى جنوب إفريقيا، وتتميز هذه الغابات بتنوع بيولوجي غني، وتوفر خدمات بيئية حيوية، مثل: حماية مستجمعات المياه، وأحواض الكربون الكبيرة، والمواقع الثقافية، ومعالم الجذب السياحي الدولية، لمزيد من المعلومات يرجى مطالعة الرابط التالي: https://2h.ae/aVGy. Equatorial forests of Africa, available at:

[2] شعب الماساي هم مجموعة عرقية رعوية معروفة في شرق إفريقيا، اعتمدوا تقليديًّا على رعي ماشيتهم في هذه الأراضي، ووجودهم في هذه المنطقة يدل أن هناك تفاعلًا تاريخيًّا، وثقافيًّا عميقًا بين الإنسان والبيئة، وما زالوا يواصلون تقاليدهم الرعوية، بتربية الأبقار والأغنام والماعز والحمير. على الرغم من التغيرات الحديثة، لا يزال الرعي نشاطًا اقتصاديًّا.

وتحتوي المحمية على أدلة جيولوجية، وأثرية تمكنها من دراســـة تاريخ الأرض، وتطور البيئة الطبيعية، والأنماط السلوكية والتشريحية للبشر، والديناميكيات البيئية التي تأثرت بتغير المناخ عبر فترات زمنية مختلفة بوجود مواقع حفرية تعود إلى ملايين السنين، لفهم تأقلم الإنسان مع التغيرات البيئية عبر الزمن.

كما أنها تتمتع بالنظم الإيكولوجية التي تدعم اســتدامة الحياة البرية، وتوفر موارد ضــرورية للبشــر مثل: المياه، والأخشاب للمساعدة على تنظيم المناخ المحلي من خلال امتصاص الكربون وتخزينه، مما يُقلل من تأثيرات تغير المناخ، وتمتلك فوهة بركانية، ومناطق أثرية مهمة مثل: موقع "ليتولي"، ووادي "أولدفاي" الذي يضـــم ســـجلًا جيولوجيًّا مُهمًا يتعلق بتطور الإنسان.

المحور الثاني: دور المحميات الطبيعية في الحفاظ على التنوع البيولوجي

يتمثل دور المحميات الطبيعة في الحفاظ على التنوع البيولوجي، والتصـــدي للتحديات المجتمعية بما في ذلك مساهمتها في تقليل آثار تغير المناخ من خلال توفير تقنية المياه، والتخفيف كذلك من آثار الفيضانات، والحد من مخاطر الكوارث مع تحسين صحة التربة، والتنوع البيولوجي.

فالحفاظ على المحميات الطبيعية وزيادة عددها على المدى الطويل يؤدي إلى مرونة النظام البيئي، ومنع الناس من التأثير على الأجزاء التي لم تمس البرية للمحافظة عليها، كما أنها تحفظ الأنواع النادرة التي لو اختفت تدريجيًّا لأي سبب لا تؤثر في الأنواع الأخرى عبر السلاسل الغذائية، ويمتد تأثيرها ليشمل البيئة والإنسان على حد سواء.

وهناك آليات لقياس مدى فاعلية المحميات، إذ تستند إلى ثلاث ركائز أساسية: **أولًا، من الناحية البيئية**، يجب أن تُمثل هذه المناطق جميع الأنظمة البيئية، وأن تُغطي مســاحات كافية (لا تقل عن 5000 هكتار للمناطق البرية)، مع ضمان وجود تواصل بيئي بينها. **ثانيًا، من حيث الإدارة**، ينبغي توفر أدوات لتقييم الأداء مثل أداة (METT–4)، إلى جانب تطبيق خطط مراقبة منتظمة، وإشـــراك المجتمعات المحلية في جهود الحماية. **ثالثًا، من حيث الحوكمة**، يجب أن تكون هناك قوانين واضحة، وموارد مالية مخصصة كافية، وتنسيق فعال بين الجهات المسؤولة **(Pulido and Elina Virtanen, 2023)**.

هذا ويُطلق مصـطلح **مواقع التنوع البيولوجي** على المناطق التي تحتوي على أكثر من 1500 نوع من السـلالات المستوطنة التي لا توجد في أي مكان آخر، ومهددة بالانقراض، ويجب أن يتبقى 30% أو أقل من الغطاء النباتي الأصلي فيها. **(يوسف، ٢٠٢٣)**

واتصالًا لما سبق، تتمتع إفريقيا بمجموعة كبيرة من النُظم البيئية ما يقرب من ثلث التنوع البيولوجي في العالم، وفقًا للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة لعام 2005، مع أكثر من 9000 موقع أو منظر طبيعي محدد، وتُغطي 19%من الأراضي، والمياه الداخلية، و17% من المنطقة البحرية في إفريقيا.

وقد اتفق الاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة في إفريقيا على أن المناطق المحمية، والمحفوظة؛ هي مفتاح حماية التنوع البيولوجي، لأنها شديدة الحماية لعناصر التنوع كونها مناطق عازلة لآثار تغير المناخ، التي تُسبب الضغط المتزايد على الأراضي نتيجة للتنمية، والنمو السكاني، لذلك أصبح هنالك حاجة مُلحة لتأمين المناطق التي يزدهر فيها التنوع البيولوجي **(IUCN, 2023)**.

كما أن الحفاظ على التنوع البيولوجي، والنُظم الإيكولوجية يعُد دورًا حيويًّا في تخفيف آثار مخاطر تغير المناخ، وتحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDGs) وخاصة الهدف 13 **(العمل المناخي)**، والهدف 14 **(الحياة تحت الماء)**، والهدف 15 **(الحياة على اليابسة)**. للمساعدة على التخفيف من آثار تغير المناخ بالاستثمار في النظم البيئية للبر، والبحر كخطوة أساسية لضمان مستقبل آمن، ومستدام للأجيال القادمة، وتعزيز الاقتصاد، والصحة البشرية، والحيوانية، والنباتية لتوفير بيئة طبيعية مستقرة، ومتوازنة.

لذلك فوجود المحميات، والحفاظ عليها يُشكل فوائد عديدة منها؛ تحسين التغذية العالمية، والحصول على مياه الشرب النظيفة، واستدامة الأنظمة البيئية كوقف التصحر، وعدم تدهور الأراضي، والغابات، والمسطحات المائية. كما أنها تُحقق تناغمًا بين الإنسان والطبيعية، لوجود الموارد الطبيعية، والتنوع البيولوجي بها، إضافة لبنوك الجينات، وأنواعها، والنباتات، والحيوانات، والنظم الإيكولوجية المهددة بالانقراض، فهي مصدر للغذاء، والألياف، والأدوية، والمواد الخام الصناعية، والبنائية، وتتميز بأنها نُظم بيئية، وصحية.

كما تُعزز من صيانة الأنظمة التي تدعم الحياة، وتمنع تآكل التربة، وتحمي منابع المياه، والعوامل المحللة التي تُسهل إعادة تدوير العناصر الغذائية، وامتصاص ملوثات الهواء، والماء، وتُساعد المحميات في الدراسات المفتوحة للبحث لإجراء أبحاث الاستشعار عن بعد، والتنظيم، والحركة الديناميكية للموارد الطبيعية، للسماح من خلال إجراء الدراسات، والبحوث بإعادة إنشاء المناظر الطبيعية المتصلة بالعوامل البشرية، وتحديد الأنواع التي اختفت، ومراقبة عمليات تغير المناخ للسعي إلى استعادة النُظم البيئية، ومكوناتها.

كما أنها تُستخدم لمعرفة تخطيط استخدام الأراضي بطريقة تشاركية من جميع المجموعات القطاعية، ومُلاك الأراضي والمؤسسات العامة والعلماء، والمزارعين، والصناعة، ومجموعة الحفاظ على البيئة، والسكان المحليين، ومناقشة الخلافات، والمصالح المشتركة للعمل بالتنسيق، وإدارة شاملة لجميع الفئات المحيطة بالأراضي.

كذلك تمكن وتسهل عمل الحكومات المحلية، والبحث المشترك عن حلول للمشاكل الاجتماعية، والبيئية، من خلال التجربة في مساحات يتم فيها تطوير ممارسات اقتصادية مستدامة. فهي لا تسمح بحماية التربة فحسب، بل وأيضًا المياه، وأنواع النباتات، والحيوانات البرية، وتساعد أيضًا في التعليم البيئي من خلال مواقع تُسهل التعرف على ديناميكيات النُظم البيئية الطبيعية، والتعرف عليها، وتساعد على استعادتها **(SINAC, 2025)**.

ولها دور حيوي في الحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض، لأنها تحافظ على الكائنات الحية في بيئاتها الأصلية، وهناك بعض الأنواع الفريدة التي لا توجد إلا في أماكن معينة بعد أن كانت مُهددة بالزوال، وذلك لا يساعد فقط في إنقاذ تلك الأنواع، بل يحافظ أيضًا على التنوع الجيني، وهو عنصر أساسي لقدرة الكائنات على التكيف مع التغيرات البيئية، ويُعزز من تنوع الحياة على كوكب الأرض. وتساعد المحميات في نشر الوعي بين الناس حول أهمية حماية التنوع البيولوجي، وتشجع على التعاون المحلي، والدولي من أجل مستقبل أكثر استدامة للبيئة. **(جزيل، ٢٠٢٥)**

للمحميات دور فعال في الحفاظ على رأس المال الطبيعي الذي يشمل الغابات، والمياه، والشعاب المرجانية، وأشجار المانجروف التي تُسهم في حماية السواحل من تأثيرات العواصف، وارتفاع مستوى سطح البحر. فحماية المناطق الساحلية تُحد من تآكل الشواطئ، وتعمل كحواجز حيوية ضد المخاطر المناخية ما يُعزز من قدرتها على التكيف مع الظروف المتغيرة.

وتعمل الأنظمة البحرية مثل: الشعاب المرجانية، وأعشاب البحر، وغابات المانجروف، كأحواض طبيعية للكربون، وتمتص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، وتخزنه في جذورها، والتربة المحيطة بها، كما أن الحيتان، والأسماك الكبيرة تحتفظ بالكربون في أجسامها طوال حياتها، وعند موتها يتسلل الكربون معها إلى قاع المحيط مما يُسهم في تقليل انبعاثات الكربون.

فالموارد الطبيعية هي الركيزة الأساسية للاقتصاد العالمي، وتُسهم في أكثر من نصف الناتج المحلي الإجمالي في البلدان منخفضة الدخل التي يعتمد اقتصاداتها بنسبة 23% على رأس المال الطبيعي المتجدد. ورغم ذلك تعاني المحميات الطبيعية من فجوة تمويلية كبيرة تحول دون استغلالها بالشكل الأمثل، على الرغم من تحقيقها عوائد اقتصادية كبيرة، إذ يُحقق كل دولار يُستثمر فيها عائدًا يصل إلى ستة أضعاف. لذلك يُعد الاستثمار في المحميات الطبيعية، وحماية التنوع البيولوجي ضرورة مُلحة لضمان استدامة الموارد الطبيعية، والتصدي لتغير المناخ، وتحقيق التوازن البيئي، والاقتصادي.

ولأهميتها قام الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) بإصدار إرشادات، وتصنيفات للحفاظ عليها، وعدم المساس بها، وبرغم ذلك بدأت مساحة المحميات بالتقلص، وإلغاء تصنيفها من منظمة اليونسكو، وكشفت جائحة كوفيد_19 عن الطبيعة الهشـــة لحفظ الحياة البرية، والتنوع البيولوجي في إفريقيا، مع ضـــعف المناطق المحمية، والمحفوظة الذي تُعد أمرًا أساسـيًّا لحماية التنوع البيولوجي في مواجهة آثار تغير المناخ، لذلك أصـبح من الضـروري الحفاظ على المناطق المحمية التي تتمتع بالتنوع البيولوجي (**world bank, 2021**).

وتتمتع إفريقيا بالمساحات الشاسعة من المحميات، ولكنها ما زالت غير كافية لانخفاض تصـنيفها نظرًا للأنشطة الصناعية التي تؤدي إلى تجريف الأراضي، وتحويلها إلى منشأة صناعية، بالإضافة إلى مخاطر الصراع الناجمة بسـبب زيادة نسـبة السـكان في إفريقيا، وتوسـيع الأراضـي الزراعية، والاسـتغلال غير القانوني لها مثل: قطع الأشجار، والزراعة غير المستدامة أو تطوير البنية التحتية (**Desalegn, 2022**).

إن الهدر في المحميات يؤدي إلى إلغاء تصـنيفها بسـبب فقدان التنوع البيولوجي، واختلال التوازن البيئي، وانتشـار الأمراض بين الحيوانات، ومن ثم انتقالها إلى البشر مما يؤثر في الإنتاجية الاقتصـادية، إذ تشير التقديرات إلى أن غياب التدابير الوقائية قد يؤدي إلى خســـارة 7% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي بحلول عام 2050 أي ما يعادل 14 تريليون دولار أمريكي. (**الأمم المتحدة، ٢٠٢١**)

ففي السنوات الأخيرة، أصبحت المحميات تواجه معركة حاسمة ضد تغير المناخ، لأنها موطنًا للعديد من مصارف الكربون في العالم مثل: الغابات والمحيطات، وتُسـاعد على امتصـاص ثاني أكسـيد الكربون من الغلاف الجوي، وتوفر حلولًا في تنفيذ استراتيجيات التكيف لمكافحة تغير المناخ (**UNESCO, 2023**).

المحور الثالث: الإدارة المستدامة لمحمية "نجورونجورو" ودورها في الحد من مخاطر تغير المناخ "كدراسة الحالة"

تقع محمية "نجورونجورو" في إقليم أروشـا بشـمال تنزانيا يحدها من الغرب منتزه "سـيرينجيتي" الوطني، وتمتد على مسـاحة تقارب 810,001 هكتار، فوق جزء من وادي الصـدع الشـرقي (العظيم) في شـرق إفريقيا، وتحتوي على مجموعة متنوعة من الموائل والمناظر الطبيعية، وتتميز بتنوعها البيولوجي، والجغرافي الفريد للمنطقة، وهو ما يجعلها ذات أهمية إيكولوجية كبيرة، كما أنها معترف بها كمنطقة مهمة للطيور، (Important Bird and

Biodiversity Area) [1] لأنها تحتوي على أنواع نادرة، ومهددة عالميًا. ولها أهمية كبيرة سواء من الناحية البيئية أو التاريخية، بفضل تنوعها البيولوجي المدهش، وأهميتها الجيولوجية، كونها تضم أكبر فوهة بركانية غير مغمورة بالمياه "فوهة نجورونجورو"، وهي واحدة من أكثر التجمعات كثافة للحياة البرية في إفريقيا **(Stories, 2021)**.

٣. ١. التكامل البيئي الطبيعي لمحمية فوهة "نجورونجورو":

تضم محمية "نجورونجورو" عددًا من أبرز المعالم الأثرية التي توثق تطور الإنسان، وتفاعله مع البيئة منذ أكثر من أربعة ملايين سنة، وحتى بدايات العصر الحديث. وخلال أكثر من 80 عامًا من الأبحاث والدراسات، تم اكتشاف أدلة مادية على تطور المشي المنتصب لدى الإنسان، إلى جانب أدوات حجرية اُستخدمت في مضيقي "لايتولي" (Laetoli)، و"أولدوفاي" (Olduvai Gorge)، اللذين يحتويان على سجل أثري مهم يتعلق بالتطور البشري.

وفي عام 1951، أُدرجت المحمية كجزء من منتزه "سيرينجيتي" الوطني الأصلي، ولكن في عام 1959 تم تخصيصها بشكل منفصل، وهذا القرار يعكس الاعتراف بأهميتها الفريدة، وضرورة إدارتها بشكل منفصل، وتأسست في نفس العام لاحتوائها على مساحات واسعة من الغابات، والسافانا (الحياة البرية) فهي متعددة الاستخدام، يسكن فيها شعب الماساي يمارسون الرعي بالطرق التقليدية مع التعايش مع الحياة البرية، أضيفت إلى قائمة التراث العالمي لليونسكو في عام 1979، وسُجلت كمحمية حيوية من قِبل اليونسكو عام 1981 لأهميتها في الحفاظ على التنوع البيولوجي.[2]

أُدرجت المنطقة ضِمن المعايير الطبيعية لمواقع التراث العالمي (السابع، الثامن، التاسع، والعاشر) عام ١٩٧٩، [3] وأُضيف إليها البُعد الثقافي في عام 2010 **(Sustainable Travel International, 2025)**. وقد حافظت على تكاملها الطبيعي منذ ذلك الحين، إذ إن الأراضي العشبية، والغابات ما تزال تدعم أعدادًا كبيرة من الحيوانات دون

---

[1] IBA هو برنامج عالمي أطلقته منظمة BirdLife International لتحديد وحماية المواقع الأكثر أهمية على كوكب الأرض، للحفاظ على الطيور والأنواع الأخرى المرتبطة بها. في البداية كان التركيز على الطيور فقط (Important Bird Areas)، لكن لاحقًا تم توسيع المفهوم ليشمل التنوع البيولوجي عمومًا، فأصبح: Important Bird and Biodiversity Areas.

[2] الفوهة هي إحدى الظواهر الأرضية المصاحبة للبراكين، عبارة عن منخفض كبير الحجم يتكون بعد انفجار البركان وانهياره الذي يؤدي إلى صهر في أسفل البركان، وتنهار جوانب وقمة البركان إلى الداخل لتكون فاتحة كبيرة تُسمى "فوهة" يتراوح حجمها من كيلو متر إلى 100 كيلو متر (0.62 إلى 62 ميلًا) في القُطر. ولمزيد من المعلومات برجاء مطالعة الرابط التالي: https://2h.ae/dhXD

[3] علمًا بأن المعيار السابع: يحتوي الموقع على بعض الظواهر الطبيعية ذات الجمال الاستثنائي. المعيار الثامن: أن يكون الموقع مثالاً بارزًا على مرحلة انتقالية من تاريخ البشرية على الأرض، أو أن يكون مثالًا على العمليات الجيولوجية التي ساعدت على تكوين أو تطوير التضاريس. المعيار التاسع: أن يكون مثالًا على العمليات البيولوجية التي ساعدت على تطور إيكولوجية الأرض. المعيار العاشر: أن يضم الموقع تنوعًا بيولوجيًا أو أن يحتوي على الأنواع المهددة بالانقراض من النباتات أو الحيوانات.

أن تتأثر بالزراعة الدائمة أو مشروعات التنمية آنذاك. وفي عام 2018 سجلت المحمية كموقع جيولوجي عالمي، يعيش فيها حوالي ٢٥٠ ألف نسمة، معظمهم ينتمون إلى شعب الماساي **(UNESCO Global , 2025)**.

ويرتبط جزء من التكامل البيئي لمحمية "نجورونجورو" بنظام السيرينجيتي–مارا البيئي، لضرورة حماية هجرات الحيوانات، وتوفير مواطن طبيعية للأنواع المهددة بالانقراض مثل: وحيد القرن الأسود، والكلب البري الإفريقي، والقط الذهبي، وبناء منظومة بيئية ممتدة من التنوع البيولوجي في المناخ، والتضاريس الأرضية المرتفعة.

إن نظام "**السيرينجيتي– مارا**" البيئي هو إطار طبيعي واسع يمتد عبر شمال تنزانيا، وجنوب كينيا، ويُعد واحدًا من أغنى النظم البيئية تنوعًا في العالم. ويتكون من منتزه "سيرينجيتي" الوطني في تنزانيا، ومحمية "ماساي مارا" الوطنية في كينيا، إضافة إلى محمية "نجورونجورو"، ومناطق محمية أخرى مجاورة.

وتُهاجر ملايين الحيوانات العاشبة (التي تتغذى على النباتات فقط) سنويًا بين محميتي "سيرينجيتي"، و"ماساي مارا، وتكون فوهة محمية "نجورونجورو" مسارًا حيويًا للهجرة الكبرى بحثًا عن الماء، والعشب الطازج وفقًا للدورة الموسمية للأمطار، وتُعد من أكبر المشاهد الطبيعية للحياة البرية في العالم. كما يشهد النظام البيئي توافد العديد من الحيوانات المفترسة مثل: الأسود، والفهود، والنمور، **(Abraham, 2019)** ويُشكل ذلك شبكة بيئية مترابطة تعمل كوحدة متكاملة، لضمان حماية هجرات الحيوانات البرية، والحفاظ على توازن النظام البيئي.

ويعُد منتزه "**سيرينجيتي**" الوطني محمية طبيعية تقع في شمال تنزانيا، أُنشئت عام 1951، وتُغطي مساحة تُقدّر بحوالي 14,763 كيلومترًا مربعًا. وأُدرجت هذه المنطقة كموقع تراث عالمي لليونسكو منذ عام 1981، وتشتهر بالهجرة الكبرى لحيوانات النو، والحمار الوحشي، ويقع المنتزه فلكيًا عند حوالي 2°19′ جنوبًا، و34°49′ شرقًا **(Latlong.net, 2025)**.

وينقسم منتزه "**سيرينجيتي**" الوطني إلى ثلاث مناطق رئيسة تختلف في التضاريس، والأهمية البيئية. أولها **سهول سيرينجيتي**، التي تمتد في الجزء الجنوبي، والشرقي من المنتزه، وهي مساحات واسعة من الأراضي العشبية المفتوحة، وتُعد موقع نشأة معظم حيوانات النو خلال موسم الأمطار، وتقع فلكيًا بين 2° و3° جنوبًا، و34°–35° شرقًا. أما **الممر الغربي**، فيمتد غربًا على طول نهر "جروومتي"، ويتميز بغابات السافانا، والأنهار دائمة الجريان، ويُعرف بوجود تجمعات كبيرة من التماسيح خلال عبور الحيوانات النهر في أثناء الهجرة، ويقع فلكيًا بين 2° و2.5° جنوبًا، و34° شرقًا. وأخيرًا، **شمال سيرينجيتي**، الذي يقع بالقُرب من الحدود مع كينيا، ويتصل بمحمية ماساي مارا، وهو منطقة تلال، وسافانا أكثر اخضرارًا، ويشكل آخر محطة للهجرة الكبرى قبل عبور نهر مارا إلى كينيا، ويقع فلكيًا بين 1° و1.5° جنوبًا، و35° شرقًا **(Winton Africa Safaris, 2025)**.

٣. ٢. ظاهرة الهجرة السنوية "الكبرى":

تعتبر ظاهرة الهجرة الكبرى استثنائية من نوعها، ونظام بيئي حيّ نابض، يتحرك بإيقاع الطبيعة، وتغيرات الطقس، ويُظهر مدى الترابط العميق بين الكائنات الحية وبيئتها، وتُسهم الهجرة في تعزيز التنوع البيولوجي، واستدامة الحياة البرية، والحفاظ على التوازن البيئي، وذلك من خلال إعادة توزيع العناصـــر الغذائية داخل الأنظمة البيئية، كما تدعم هذه الحركة صحة التربة، والنباتات، وتُقوّي قدرة البيئة على التكيف مع آثار التغير المناخي.

إن الهجرة الكبرى في سهول شرق إفريقيا تَحدث، وتُصنّف كأحد أعظم المشاهد البرية على وجه الأرض. ويشارك فيها ما يقرب من 1.4 مليون من حيوانات النوّ (الويلدبيست)، بالإضافة إلى مئات الآلاف من الحمير الوحشية، والغزلان، التي تتحرك معًا عبر مساحات شاسعة بحثًا عن الماء، والمراعي، في دورة مستمرة من الحياة.

وتُحافظ على التوازن الطبيعي في المنطقة. وهذا الجدول يوضح تفاصيل الهجرة السنوية الكبرى للحيوانات البرية في شرق إفريقيا، بما في ذلك الأشهر، ومسار الهجرة، والمواسم، وأماكنها.

جدول (١)

مسارات الهجرة السنوية الكبرى في شرق إفريقيا

الشهر	مسار الهجرة		المواسم	ملاحظات
	من	إلى		
ديسمبر – يناير	تنتقل الحيوانات من المنطقة الشمالية الشرقية لمتنزه سيرينجيتي الوطني جنوبًا.	السهول المحيطة ببحيرة ندوتو (Ndutu) تقع في محمية نجورونجورو.	في هذا الوقت، تكون العديد من إناث النو في أشهر حملها الأخيرة.	يصعب التنبؤ بحركات الهجرة في هذا الوقت من العام، حيث تنقسم الحيوانات إلى قطعان كبيرة متعددة، وتتحرك بسرعة نحو السهول الجنوبية، في انتظار المطر.
يناير	تكون معظم القطعان قد وصلت إلى سهول ندوتو لبداية موسم الولادة.		بداية موسم الولادة.	--
فبراير	لا تتحرك الحيوانات كثيرًا لإتاحة الوقت الكافي للصغار لتنمو قبل أن تبدأ بالتحرك مجددًا. (مستقرون في السهول الجنوبية من سيرينجيتي).		ذروة موسم الولادة.	في ذلك التوقيت يتم ولادة حوالي 8000 عجل يوميًا (أو 400,000 خلال أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع)، وهو توقيت مشاهدة الحيوانات.

مارس	السهول الجنوبية (خاصة منطقة ندوتو – Ndutu) في سيرينجيتي.	تظل القطعان متمركزة في السهول الجنوبية (ندوتو، نجورونجورو). وتبدأ التحركات الأولية فعليًا في شهر أبريل نحو الغرب أو شمال غرب سيرينجيتي.	نهاية موسم الولادة.	في النصف الأول من مارس، تعتبر منطقة ندوتو موقعًا مثاليًّا لمشاهدة الهجرة البرية، إذ تُواصل بعض الإناث الولادة، بينما تكون معظم العجول أكثر ثباتًا وقدرة على الحركة. وهذا التوقيت مثاليًّا أيضًا لرصد الحيوانات المفترسة خلال الصيد، نظرًا لكثرة صغار الحيوانات في المنطقة.
أبريل	الجزء الجنوبي من منطقتين ندوتو (Ndutu) وسهول كوسيني (Kusini).	الشمال الغربي باتجاه منطقتي مورو (Moru) وسيمبا كوبجيز (Simba Kopjes).	يبدأ موسم الأمطار الطويل.	تتوزع القطعان بحثًا عن المرعى، وتعتبر مناطق مورو وسيمبا كوبجيز من أفضل الأماكن لرؤية تجمعات الأسود.
مايو	منطقة ندوتو Ndutu وكوسيني Kusini في السهول الجنوبية من سيرينجيتي.	تتجه القطعان إلى 40 كيلومترًا (25 ميلًا) نحو الشمال والشمال الغربي، مرورًا بـ: مورو كوبجيز Moru Kopjes (منطقة صخرية في جنوب–غرب سيرينجيتي)، ثم إلى غرب سيرونيرا Seronera (في وسط سيرينجيتي).	ينتهي موسم الأمطار الطويل.	تنطلق قطعان ضخمة مكونة من حوالي 1.5 مليون من حيوانات النوّ (الويلدبيست)، بالإضافة إلى آلاف الحمير الوحشية والغزلان، في حركة جماعية ضخمة بحثًا عن مصادر المياه والمراعي الخضراء.
يونيو	الممر الغربي لسيرينجيتي حول نهر جروميتي (Grumeti)، وآخرون من الحيوانات يعبرون نحو الشمال مرورًا بمنطقة سيرونيرا الوسطى.	يصلون عبر النهر إلى محميات سينجيتا جروميتي (Singita Grumeti Reserves).	موسم التزاوج.	تنتشر القطعان.
يوليو	الجزء الغربي من سيرينجيتي (Serengeti).	الجزء الأوسط من سيرينجيتي.	استمرار هجرة القطعان.	تواصل حيوانات النوّ (الويلدبيست) هجرتها نحو الشمال، منتشرةً على جبهة واسعة تمتد من الجزء الغربي إلى الجزء الأوسط من سيرينجيتي. وخلال هذه الفترة، تبدأ أولى عمليات عبور نهر مارا، حيث تَعبر بعض القطعان النهر في بدايات هذه المرحلة من الهجرة، وهي من المشاهد الطبيعية المثيرة التي تشتهر بها الهجرة الكبرى.

أغسطس	شمال سيرينجيتي لاماي Lamai، وكوجاتيندي Kogatende.	نهر مارا، والعبور إلى محمية ماساي مارا (كينيا).	نهاية موسم الجفاف.	عبور نهر مارا (Mara River Crossing) إذ إن الأراضي في "ماساي مارا" أكثر خضرة، ومليئة بالمياه مقارنة بسيرينجيتي في هذا التوقيت.
سبتمبر	شمال تنزانيا	محمية ماساي مارا في كينيا.	أفضل وقت لمشاهدة حيوانات النو(الويلدبيست).	أكثر من نصف القطيع يعبر الحدود إلى كينيا لرعي أفضل، يبقى جزء كبير من القطيع في شمال تنزانيا يتنقّل ذهابًا وإيابًا حسب هطول الأمطار المحلي.
أكتوبر	محمية "ماساي مارا" (كينيا).	العودة تدريجيًا إلى شمال سيرينجيتي (تنزانيا).	نهاية موسم الأمطار القصير في ماساي مارا، وبداية الأمطار المنتظمة في جنوب ووسط سيرينجيتي، ما يُحفّز العودة.	بداية عودة القطيع جنوبًا.
نوفمبر	شمال سيرينجيتي	الجنوب (سيرينجيتي الجنوبي)	الاستعداد للولادة	

ويوضـــح الجدول أعلاه أن دورة الهجرة الكبرى تبدأ من الســـهول المحيطة ببحيرة ندوتو (Ndutu) في **محمية نجورونجورو بتنزانيا**. وتقع هذه المناطق ضـمن الجزء الجنوبي من متنزه "سـيرينجيتي" الوطني، والذي يمثل نحو 97% من النظام البيئي لهجرة الحيوانات، بمساحة تُقدّر بـ 5700 ميل مربع. ومن هناك، تتحرك القطعان تدريجيًا شمالًا، عبر الممر الغربي، حتى تصـل إلى الحدود الشمالية للنظام البيئي عند نهر مارا، ومحمية ماسـاي مارا في كينيا، والتي تُشكّل 3% المتبقية من النظام.

تتبع الهجرة مسـارًا دائريًا باتجاه عقارب السـاعة، عبر شـمال تنزانيا وجنوب كينيا، وتسـتمر على مدار العام. ورغم أن المســـار المباشـــر للهجرة يبلغ نحو 500 كيلومتر (300 ميل)، فإن كل حيوان يقطع ما يقارب 800 كيلومتر (500 ميل) نتيجة التحركات المتكررة بين المراعي المختلفة. وقد تصـــل المســـافة الكلية التي تغطيها الهجرة إلى نحو 1200 ميل، حيث تتحرك الحيوانات ذهابًا وإيابًا، وقد تمكث في بعض المواقع أيامًا أو أســـابيع (**Gordon, 2025**).

لا تتحرك القطعان كوحدة واحدة، بل تنقسم إلى مجموعات ضخمة تسلك طرقًا متعددة نحو محمية "ماساي مارا" في كينيا. وبعد أن تبلغ القطعان أقصى الشمال، تبدأ بالعودة جنوبًا عبر المناطق الشرقية من "سيرينجيتي"، مثل: منطقة "لوبو" أو منطقة "لوليوندو" المُراقبة، لتُكمل الدورة بالوصول مجددًا إلى مناطق الولادة جنوبًا.

ويُعتبر هذا المشهد السنوي أكثر من مجرد حركة هجرة؛ إنه تجسيد للعلاقة المتناغمة بين الحيوانات، والطقس، والمواسم البيئية. إذ تُحدَّد توقيتات، ومسارات الهجرة بناءً على العوامل المناخية، والمائية المتغيرة، مثل: بداية الأمطار القصيرة في نوفمبر، التي تُحفّز نمو الأعشاب الخضراء في السهول الجنوبية، مما يدفع القطعان للعودة استعدادًا للتكاثر **(Macallister, 2025)**.

كما توضح الخريطة (١)، تحرك حيوانات النو (الويلدبيست) في مسار دائري عبر أراضي تنزانيا، وكينيا، ويتغيّر موقعها على مدار السنة حسب المواسم. وتبدأ الهجرة من الأجزاء الجنوبية من متنزه سيرينجيتي الوطني في تنزانيا، حيث يكون موسم الولادة عادة بين شهري فبراير، ومارس. ومن هناك، تتحرك القطعان تدريجيًّا نحو الشمال، مرورًا بالسهول الوسطى، وصولًا إلى نهر مارا، ومحمية "ماساي مارا" في كينيا خلال أشهر الصيف.

خريطة (١)

تحرك حيوانات النو (الويلدبيست) في مسار دائري عبر أراضي تنزانيا وكينيا

Source: (Hubert Job & Kimario, 2021).

إن هذه المناطق الشمالية تمثل أقصى نقطة تصل إليها القطعان، وبعدها تبدأ رحلة العودة جنوبًا مع نهاية العام، ولكن عبر الجانب الشرقي من "سيرينجيتي"، لتكتمل الدورة السنوية للهجرة.

٣. ٣. أبرز معالم محمية "نجورونجورو":

تُعد محمية "نجورونجورو" (Ngorongoro Conservation Area) من أبرز المناطق الطبيعية الغنية بالتنوع البيولوجي في شرق إفريقيا، ويعود ذلك إلى تداخل، وتنوع المواطن البيئية (Habitats) بها بما تتضمنه من مناظر طبيعية، وفي ظل ارتباطها بممرات الحركة البيئية (Ecological Corridors) التي تضمن بقاء الأنواع، واستمرار تدفقها الوراثي.

وتستضيف المحمية أكبر قطعان للحيوانات ذات الحوافر في العالم، بما في ذلك حيوانات النو (الحمار الوحشي البري)، وحمير الزرد السهلية، وغزلان طومسون، وغزلان جرانت. هذه التجمعات الضخمة من الحيوانات العاشبة هي من السمات المميزة للنظام البيئي في شرق إفريقيا، وتجذب السياح من جميع أنحاء العالم.

وتشمل بدورها الحيوانات المفترسة الأسود، والضباع المرقطة، والفهود، والفهود الصيادة (الشيتا). إن وجود هذه الحيوانات المفترسة يُشير إلى نظام بيئي صحي، ومتوازن، حيث تلعب دورًا حاسمًا في تنظيم أعداد الحيوانات العاشبة، كما يُمكن العثور فيها أيضًا على وحيد القرن الأسود المهدد بالانقراض، والكلب البري الإفريقي. لذا فوجود هذه الأنواع المهددة بالخطر يسلط الضوء على مدى أهمية المنطقة في الحفاظ على الأنواع، حيث إنه من بين أكثر من 400 نوع من الطيور في المنطقة، تبرز طيور الفلامنجو، وأبو قرن ذو الخدين الفضيين، والزرزور الرائع، وطيور الشمس البرونزية، وتاكاز. فهذا التنوع الغني في الطيور يجعل المنطقة جاذبة لمراقبي الطيور.

وعلى الرغم من أن الزراعة غير مسموح بها داخل المنطقة، فإنه يُسمح لحوالي 25,000 إلى 40,000 من شعب الماساي برعي ماشيتهم هناك. وهذا يُمثل تحديًا في إدارة المنطقة، حيث يجب تحقيق التوازن بين الحفاظ على البيئة، واحتياجات المجتمع المحلي التقليدية **(Britannica Academic, 2025)**.

هذا وتعتبر محمية "نجورونجورو" مثالًا حيويًّا على كيفية إدارة المواقع الطبيعية ذات الأهمية البيئية والثقافية، وتُقدم دروسًا مهمة في كيفية تكيف النظم البيئية مع تغير المناخ، إلى جانب الحفاظ على التراث الثقافي الغني، كونها بيئة آمنة للكائنات الحية المهددة، فهي واحدة من أكثر المناطق في العالم كثافة للحياة البرية بتنوعها البيولوجي الفريد الذي يُساهم في تحسين صحة النُظم البيئية، والحفاظ على سلاسل الغذاء، والتوازن البيئي، وهو أمر ضروري لمواجهة آثار تغير المناخ مثل: ارتفاع درجات الحرارة وغيرها من الظواهر المصاحبة.

كما أن موقعها الفريد يجعلها من المناطق التي تحتوي على مستويات عالية من الكربون الحيوي، إضافة إلى ضمان عدم تعرضها للأنشطة البشرية التي تؤدي إلى إطلاق الكربون المختزن، وتشتهر كذلك بالغابات الكثيفة، والأراضي الرطبة، والأشجار المعمرة التي تُخزن كميات كبيرة من الكربون في الكتلة الحيوية الحية مثل: الجذوع، والأوراق، والجذور في التربة.

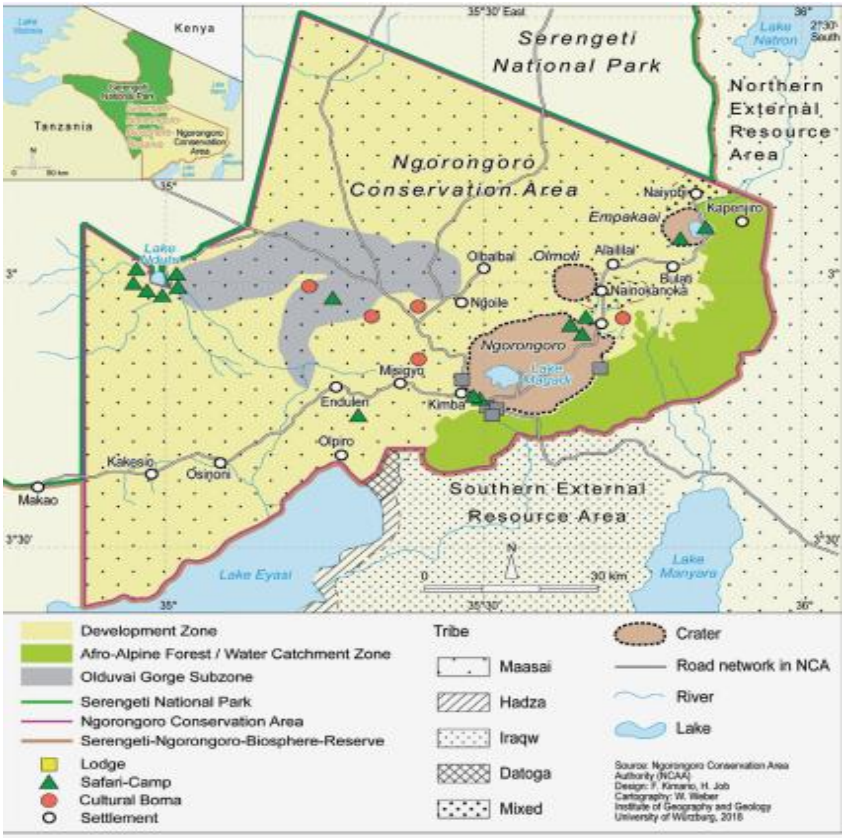
وتبذل الحكومة التنزانية بالتعاون مع هيئة إدارة محمية نجورونجورو (NCAA) خلال السنوات الخمس والعشرين الماضية، جهودًا كبيرة لمواصلة تطوير المحمية، ومعالجة التهديدات التي تواجهها، والاعتراف بالقيم البيولوجية الاستثنائية لموقعها للحفاظ على الثدييات الكبيرة في تنزانيا **(Ractl and Burgess, 2024)**.

كما أنها تعمل على رفع مستواها لتسهيل الأنشطة المدارة بداخلها مثل السياحة، وذلك بإنشاء مشروع "جيوبارك نجورونجورو–لونجاي" التطويري الشامل الذي يُعد الأول من نوعه في إفريقيا جنوب الصحراء، والثاني على مستوى القارة كخطوة استراتيجية لتعزيز مكانة تنزانيا كوِجهة سياحية عالمية، وحماية الموارد البيئية الفريدة الموجودة بها. وتنشئ مرافق سياحية حديثة مثل منصات مشاهدة في مناطق رئيسة كفوهة "إمباكاي"، و"سينيتو"، و"أولدونيو لينجاي.

ويعمل المشروع على بناء متحف جيولوجي كبير لعرض التاريخ الجيولوجي، والآثار القديمة، وترميم آثار أقدام البشر القدماء في ليتولي (Laetoli) مع تطوير 100 موقع بالقرب منه لزيادة إقامة السياح في منطقتي "موندولي"، و"كاراتو" بمقاطعة أروشا من خلال تحسين البنية التحتية والخدمات. ويكتمل المشروع بحلول يونيو 2025 بدعم من الصين، وبتمويل قدره 25 مليار شلن تنزاني **(Mirondo, 2024)**.

خريطة (٢)

معالم محمية "نجورونجورو" ونظامها البيئي وأبرز مواقعها



Source: (Hubert Job & Kimario, 2021).

تعتبر فوهة "نجورونجورو" (Ngorongoro Crater) أو "نجورونجورو" كالديرا (Ngorongoro Caldera)، [1] واحدة من أعظم التكوينات البركانية في العالم، إذ إنها أكبر فوهة بركانية غير نشـــطة، وغير مغمورة بالمياه في العالم، فقد تشـكلت في وادي الصـدع الشـرقي الإفريقي، نتيجة لانفجارات وانهيارات بركانية منذ ملايين السـنين، ويعود تاريخ النشاط البركاني فيها إلى أواخر العصر الطباشيري/الفترة التيرشيارية، وضمن سياق جيولوجي نشط يتميز بكثرة البراكين والزلازل؛ تُوجد بجانبها فوهتي "أولموتي"، و"إمباكاي"، كجزء من الوادي المتصدع الشرقي.

إن الفوهة تُعد واحدة من عجائب الدنيا السـبع الطبيعية في إفريقيا، وقد اختيرت عام ٢٠١٣ في مدينة "أروشـا" بتنزانيا لتكون ضِـمن أبرز المعالم الطبيعية العالمية. وتعتبر نقطة تجمع حيوية للحياة البرية في إفريقيا، وهي جزء من منتزه "سيرينجيتي" الوطني. **(Anze Chen et al, 2020)** وفي سياق متصل، تقع الفوهة في شرق إفريقيا داخل منطقة جيولوجية نشـــطة تتكرر فيها الزلازل، والانفجارات البركانية، مما منحها خصـــائص فريدة تجمع بين

[1] الكالديرا هو حفرة ضخمة تشكلت نتيجة لانفجار بركاني كبير، حيث انهارت القمة البركانية إلى الداخل بعد أن فرغت الغرفة البركانية من الصهارة. وهو عبارة عن حوض كبير يُشبه الوعاء يتشكل بعد انهيار بركان، ومساحته ٣٠٠ كيلومتر مربع تعادل تقريبًا مساحة دولة مثل: مالطا.

التضاريس البركانية، والنظم البيئية المتنوعة. وتبلغ أبعاد الفوهة حوالي 18 كيلومترًا في القُطر، وعُمقها نحو 610 أمتار، ويقع قاعها على ارتفاع 1700 متر فوق مستوى سطح البحر، بينما ترتفع الحافة المحيطة بها إلى 2300 متر، مما يخلق فرقًا في الارتفاع يزيد عن 600 متر.

ويغطي قاع الفوهة مروج عشبية، وغابات من أشجار الأكاسيا، تتحول الغابات الجبلية الكثيفة إلى مراعي مفتوحة مع وجود بحيرات، ومستنقعات تُعزز التنوع البيئي. أما جوانب الفوهة فتغطيها غابات جبلية دائمة الخضرة، ومروج متنوعة. ويزيد المشهد الطبيعي جمالًا بفضل الغطاء الثلجي الدائم على قمة البركان الذي انهار ليشكّل الفوهة، حيث تخلق بقايا الثلج المتناثر على القمم الجبلية تباينًا مدهشًا مع المراعي الإفريقية، والحياة البرية المحيطة.

كما يتوسط الفوهة بحيرة "ماجادي" (Lake Magadi)، وهي بحيرة صودية ضحلة تُعد القلب البيئي للفوهة، وتشتهر البحيرة بكونها موطنًا رئيسًا لآلاف طيور الفلامنجو الوردية، إلى جانب أنواع متعددة من الطيور المائية، مما يُضفي على الفوهة قيمة بيولوجية، وجمالية استثنائية، وتحيط بالبحيرة براكين خامدة تُشكل إطارًا طبيعيًّا يُزيد خصوصية المكان.

وتشمل مصادر المياه الحيوية نهرين هما: نهر "مونجي" في الغرب، ونهر "ليراي" في الشرق، بالإضافة إلى ينبوع "نجوتوكيتوك" الذي يتدفق ليُشكل مستنقعًا يُوفر مصدرًا مهمًا للمياه للحياة البرية بالمنطقة، مما يُساعد على دعم الحياة البرية المتنوعة في هذه المنطقة النائية **(UNESCO, Ngorongoro Conservation Area, 2025)**، فهذه الموارد المائية تُشكل شرايين حياة للفوهة، حيث تدعم النُظم البيئية، وتوفر مقومات البقاء للحيوانات، والنباتات، والطيور على حد سواء.

فهي ليست فقط معلمًا جيولوجيًّا، بل مركزًا بيئيًّا بالغ الأهمية في الحفاظ على النُظم البيئية، لأنها تُوفر موائل متنوعة، مما يعزز التنوع البيولوجي، ويؤمن استدامة الأنواع في ظل تغير المناخ، إذ تضم واحدة من أعلى كثافات الحياة البرية في العالم.

أضف لذلك، تتمتع الفوهة بثورة بيولوجية كبيرة من الموارد الطبيعية التي تُساعد بدورها في التخفيف من آثار مخاطر تغير المناخ، ومعرفة مدى فوائد المحميات بالنسبة للتوازن البيئي والإنسان، والعوامل التي تُساعد على تعزيز الاستخدام المستدام للموارد، والاستثمار في مبادرات استعادة النظام البيئي، وإجراءات الحفاظ على المحميات.

وتاريخيًّا، ارتبطت الفوهة بالبشر منذ قرون، فقد سكنت بها قبائل محلية متعددة، وكان شعب الماساي أبرزها، حيث مارسوا الرعي التقليدي، واعتبروا الماشية عنصرًا ثقافيًّا، واقتصاديًّا محوريًّا في حياتهم. وخلال الحقبة الاستعمارية

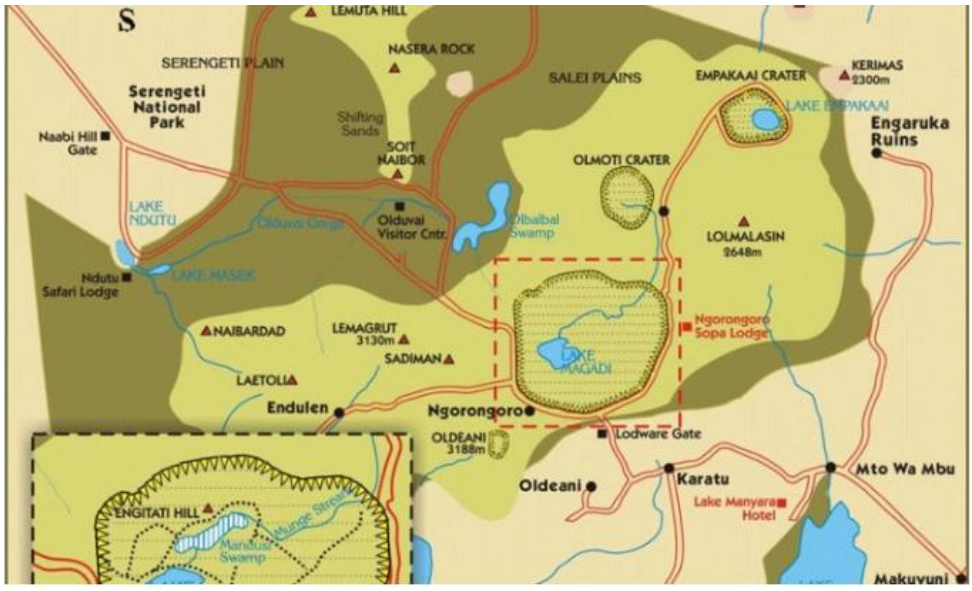
الألمانية، اســـتقر بعض المزارعين الألمان في المنطقة. وفي عام 1974، قررت الحكومة التنزانية ترحيل جميع السكان من قاع الفوهة، وخاصــة رعاة الماســاي، إلى الهضــاب المحيطة، مع السـماح لهم برعي ماشـيتهم خلال النهار داخل الفوهة.

واليوم، لا يزال الماســاي يعيشــون على الهضــاب المحيطة بالفوهة، ويشــاركون في إدارتها كمراقبين، وموظفين في مجال السياحة والبحث البيئي، بما في ذلك مشروع "الضبع". ويُسمح لهم بترك ماشيتهم تُرعى داخل الفوهة نهارًا، في إطار من التوازن بين الحفاظ على البيئة، وممارســة الأنشــطة التقليدية. هذا يشــير إلى وجود اتفاق يســمح للماساي بمواصلة بعض ممارساتهم التقليدية داخل الفوهة مع الحفاظ على البيئة.

كما أن الفوهة تعتبر بمثابة فرصة سياحية رائعة، للزوار للاستمتاع بالمشي على طول حافة الفوهة، فتوجد مسارات تقليدية يتبعها الرعاة "شـعب الماسـاي" المحليون. وهذه التجربة لا تقتصـر على مشـاهدة الحياة البرية فحسـب، بل تتيح للزوار أيضًـــا فرصـــة التعرف على ثقافة الماســـاي من خلال مرورهم بقراهم التقليدية، مما يُعزز فهم الزوار لتاريخ المنطقة، وعلاقتها بالطبيعة **(Tanzania Odyssey, 2025)**.

توضـح خريطة **محمية نجورونجورو** أنه يوجد وسـط فوهة "نجورونجورو" توجد بحيرة فوهة تُسـمى بحيرة "ماجادي" بمياه مالحة تجذب آلاف طيور النحام، وغيرها من الطيور، والحيوانات المائية. ويتم تجفيف البحيرة بواســـطة جداول صـغيرة مثل: "مونجي" عبر فوهة أولموتي في الشـمال، ومجرى "ليراي" من الجنوب الذي ينبع من الغابات الرطبة. وتسـتخرج النُزل القريبة في "نجورونجورو" حول حافة الفوهة مياهها من مجرى ليراي. ومن مصـادر المياه الرئيسـة الأخرى في الفوهة نبع "نجويتوكيتوك" الموجود في جدار الفوهة الشـرقي. إذ يوفر هذا المجرى منظرًا خلابًا للسياح بفضل مزيج المستنقع الكبير الذي يُعد موطنًا للفيلة وأفراس النهر. وتُعد بحيرات الفوهة، والجداول الصـغيرة مصدرًا للمياه لكل من الحيوانات، وشعب الماساي المحليين الذين يغادرون منطقة المحمية.

خريطة (٣)
موقع بحيرة ماجادي في فوهة محمية نجورونجورو



Source: Lake Manyara National Park, 2025).

تضم منطقة نجورونجورو المحمية المزيد من الفوهات المشابهة التي لا تزال نشطة مثل: "أولموتي"، و"إمباكاي"، وهي من المعالم الأصغر حجمًا، ولكنها مثيرة للإعجاب بنفس القدر في المناظر الطبيعية، والغابات المرتفعة حول محمية "نجورونجورو"، مثل تلك الموجودة في "أولموتي"، و"إمباكاي"، حيث نتجت عن الرماد البركاني، والتربة الخِصبة التي تُوفر الظروف المثالية لنمو الأشجار، ولا تقتصر جيولوجيا منطقة المحمية على التكوينات البركانية فحسب بل تضم المزيد من التكوينات الأخرى، مثل:

- **فوهة "إمباكاي"**: التي تقع شمال شرق فوهة "نجورونجورو"، على بُعد حوالي 40 كيلومترًا. وهو البركان النشط الوحيد في تنزانيا، ويوفر لك إطلالة رائعة على فوهة "إمباكاي"، ومنظر "أولدوينيو لينجاي".
- **فوهة "أولموتي"**؛ قاع الفوهة ضحل، ومغطى بالعُشب القصير، ويتجول شعب الماساي حول الفوهة مع مواشيهم، بالإضافة إلى الحيوانات البرية مثل: الجاموس، والحمار الوحشي، والظباء، وغيرها. ويصرف نهر "مونج" مياه الفوهة، الذي ينبع من جدران الفوهة، ويعبر المياه عبر المنحدرات، والبركان البركاني إلى أسفل المنحدرات.
- **مضيق "أولدفاي" (Olduvai Gorge)**؛ ويسمى أيضًا "أولدوباي"، الواقع في الجزء الشرقي من وادي الصدع العظيم شمال تنزانيا، بين فوهة "نجورونجورو"، وحديقة "سيرينجيتي" الوطنية. إذ يمتد المضيق على مسافة 48 كيلومترًا بعمق يصل إلى 90 مترًا، ويُعد موقعًا جيولوجيًّا فريدًا نشأ بفعل نشاط جيولوجي

عنيف، وتيارات مائية كالينابيع. ومنذ حوالي 30 ألف عام، يقع على بُعد نحو 30 ميلًا من منطقة "ليتولي" الغنية بالحفريات (**Kim Ann Zimmermann, 2013**).

وفي ذات السياق، يُعد مضيق أولدفاي جزءًا من السهول البركانية القديمة، ويُعرف باحتوائه على تسلسل تطوري مهم للإنسان، بدءًا من أنواع مبكرة مثل: "أوسترالوبيثكس" (Australopithecus)، أو ما يُعرف بـ 'القرد الجنوبي'، مثل: "زينجانثروبوس بويزي" (Paranthropus boisei)، وصولًا إلى أنواع أكثر تطورًا من جِنس الإنسان، مثل: الإنسان الماهر (Homo habilis) المعروف باستخدامه المبكر للأدوات الحجرية، والإنسان المنتصب (Homo erectus) الذي أظهر قدرات معرفية، وتنقّلية أكثر تطورًا، وانتهاءً بالإنسان العاقل (Homo sapiens) الذي يمثل بداية ظهور الإنسان الحديث من الناحية التشريحية (**Deks Safaris and Tours Ltd, 2025**).

كما أنه من المواقع الرائدة في دراسة تطور الإنسان، إذ يحتوي على أدلة حفرية تعود إلى حوالي 3.6 مليون سنة، مما يجعله واحدًا من أكثر المواقع فائدة لفهم تطور الإنسان وحياة أسلافه (**Noel Feans, 2016**).

وتُعد هذه الآثار المتحجرة سجلًا أثريًا غنيًا لتغير المناخ، والتكيفات البشرية عبر العصور، وتظهر كذلك التغييرات الجسدية التي مر بها البشر الأوائل لتحقيق القدرة على التنقل بطريقة فعالة على الأرض، مما يُسلط الضوء على التحولات البيئية التي أثرت في تطورهم. [١]

ومن المناطق أيضًا التي عُثر فيها على بقايا مبكرة للإنسان العاقل، **بحيرة ندوتو** (Lake Ndutu) فوجدوا فيها أدلة حول القدرات المعرفية المبكرة للإنسان، وكيف تعامل مع البيئة الطبيعية وقتها. تقع هذه البحيرة على الحدود الجنوبية لسهول سيرينجيتي الشهيرة وهي قلوية بطبيعتها، وتشتهر بجذب أنواع مختلفة من الطيور خلال فترات الجفاف، وعندما تجف تصبح شبيهة بسطح ملحي أبيض، مما يضفي عليها طابعًا مختلفًا تمامًا مقارنة بالمناظر الطبيعية المحيطة بها. وهي من المناطق الفريدة في رحلات السفاري للتنزه خلال موسم السياحة (**Pangolin Photo Safaris, 2025**).

٣. ٤. دور محمية نجورونجورو في الحد من مخاطر تغير المناخ:

تسهم محمية فوهة "نجورونجورو" في تخفيف آثار مخاطر تغير المناخ من خلال استقرار النظام البيئي، وتُعزيز قدرة البيئة على مقاومة تغير المناخ من خلال حماية التنوع البيولوجي، وتعزيز النظم البيئية الصحية، على سبيل

[١] " ليتولي" هو موقع للحفريات الأنثروبولوجية القديمة، يقع في شمال تنزانيا على بعد حوالي 40 كم (25 ميلا) من مضيق أولدوفاي. اكتشف عام 1978 من قبل ماري ليكي وزملائها. هذه الحفريات عبارة عن رواسب بركانية يعود تاريخها إلى 3.56 مليون سنة مضت، لآثار أقدام بشرية وحيوانية، وتاريخ مختصر للإنسان البشري يرجع إلى حوالي 120 ألف سنة. ينظر إلى
Britannica, Laetoli: anthropological and archaeological site,Tanzania.

المثال، الغابات التي تحتويها المحمية تمتص الكربون وتخزنه، مما يُقلل من كمية غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. بالإضافة إلى المناطق الرطبة في المحمية التي تساعد على تنظيم درجات الحرارة المحلية، وتوفير المياه العذبة خلال فترات الجفاف.

وتعتبر المحمية مثالًا حيًّا على كيفية إدارة المواقع الطبيعية ذات الأهمية البيئية، والثقافية، وتُقدم دروسًا مهمة في كيفية تكييف النظم البيئية مع تغير المناخ مع الحفاظ على التراث الثقافي الغني. ومع ذلك تتطلب المحمية جهودًا مستمرة في البحث والإدارة المستدامة، لضمان بقاء هذه الموارد للأجيال القادمة.

كما أنها تعتبر ذات أهمية كبيرة في دراسة تأثيرات تغير المناخ، حيث تمثل موقعًا بيئيًّا معقدًا يتيح فهم كيفية تفاعل الحياة البرية مع تغير المناخ. وتُعد الهجرة السنوية للحيوانات مثالاً واضحًا على كيفية تأثر الحياة البرية بتغير المناخ الموسمي، حيث يعتمد العديد من الأنواع على المناخ لتحديد توقيت الهجرة، والبحث عن الماء، والغذاء. وفي الوقت نفسه، تلعب المحمية دورًا حاسمًا في تخزين الكربون من خلال الحفاظ على النظم البيئية الطبيعية مثل: الغابات والأراضي العشبية، مما يُسهم في التخفيف من آثار تغير المناخ، وتكمن أهميتها في مواجهة تأثيرات المناخ من خلال الآتي:

- **تخزين الكربون:** تحتوي الفوهة على غابات شاهقة، ومناطق عشبية واسعة مما يجعلها بمثابة "مخازن للكربون" حيث تخزن كميات كبيرة من الكربون في النباتات، والتربة بامتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، وتخزينه في جذوع الأشجار، والتربة. وهذه العملية تساعد على التخفيف من الاحتباس الحراري، وتقليل آثار تغير المناخ.
- **تنظيم دورة المياه:** تعمل الفوهة البركانية، والبيئات المحيطة بها كمنطقة لتجميع المياه، مما يساعد على تنظيم الدورة المائية المحلية، ويُعد ذلك ضروريًّا للحفاظ على استقرار المناخ المحلي، والتقليل من تأثيرات الجفاف أو الفيضانات. كما تُعد الفوهة حوضًا طبيعيًّا يُسهم في حفظ التوازن المائي. هذا وتوفر البحيرات المتكونة داخلها مصادر مياه دائمة تدعم الحياة البرية، والنباتات، مما يعزز استدامة التنوع الحيوي في المنطقة.
- **الحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض:** فوهة "نجورونجورو" ليست مجرد ملاذ للحيوانات الكبيرة، بل تلعب دورًا رئيسًا في الحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض كوحيد القرن الأسود الذي يواجه خطر الانقراض، ويجد ملجأ آمنًا في "نجورونجورو"، إذ تُطبَّق إجراءات حماية صارمة لمنع الصيد غير المشروع، وتقوم هيئة إدارة محمية "نجورونجورو" ((Ngorongoro Conservation Area Authority (NCAA) بالتعاون مع وزارة الموارد الطبيعية، والسياحة، وبدعم تقني من جمعية فرانكفورت لعلوم الحيوان ("FZS" Frankfurt

Zoological Society)؛ بحماية أعداد وحيد القرن الخاصة بها من خلال استخدام علامات خاصة، وأجهزة إلكترونية للمراقبة الراديوية لتسهيل تتبعها، ومراقبتها. هذا الحفاظ على الأنواع يُعزز من قدرة النظم الإيكولوجية على التعافي من التأثيرات البيئية **(Tairo, 2021)**.

- **المساهمة في الهجرة الحيوانية العظمى:** الفوهة لها دور مركزي في واحدة من أكبر الهجرات الحيوانية في العالم، إذ يمر أكثر من مليون حيوان بري، بما في ذلك الحيوانات الكبيرة مثل: الغزلان، والحُمُر الوحشية، عبر منطقة "نجورونجورو" كجزء من هجرتهم السنوية. وهذه الهجرة تلعب دورًا في إعادة توزيع المغذيات عبر النظم البيئية، وتعزيز صحة التربة، مما يحسن من التوازن البيئي في المنطقة.

٣. ٥. التهديدات التي تواجه محمية "نجورونجورو":

إن التهديدات التي تواجه المحميات بصفة عامة تُصنف إلى نوعين رئيسين؛ ١) **النوع المباشر**، ويشمل تحويل استخدام الأراضي مثل: إزالة الغابات (يُفقد حوالي 10 ملايين هكتار سنويًا)، والاستغلال المفرط للموارد كالصيد الجائر الذي يؤثر في نحو 34% من الأنواع المهددة، والتلوث الذي يتجسد في وصول 8 ملايين طن من النفايات البلاستيكية إلى المحيطات سنويًا، **(Pulido and Elina Virtanen, 2023)**، ٢) **النوع غير المباشر**، ويتمثل في تغيّر المناخ، وانتشار الأنواع الدخيلة أو الغازية. فقد أدى تغيّر المناخ، الناتج عن الأنشطة البشرية مثل: حرق الوقود الأحفوري، وإزالة الغابات، إلى ارتفاع متوسط درجات الحرارة العالمية بنحو 1 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي، بهامش يتراوح بين 0.8 إلى 1.2 درجة مئوية، بحسب ما تشير إليه تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC).

وإذا استمر هذا المعدل الحالي من الاحترار، فمن المرجح أن يصل متوسط الزيادة إلى 1.5 درجة مئوية ما بين عامي 2030 و2052، وهو الحد الحرج الذي قد يؤدي تجاوزه إلى حدوث تغير مناخ جذري يطال النُظم البيئية، ويُزيد تواتر الظواهر المناخية المتطرفة مثل: الجفاف، والفيضانات، وحرائق الغابات **(IPCC, 2025)**.

بالإضافة إلى انتشار الأنواع الدخيلة التي تكون عبارة عن كائنات حية، يتم إدخالها إلى بيئات جديدة بفعل النشاط البشري، وهي من أكثر العوامل المهددة للتنوع البيولوجي بصورة غير مباشرة، إذ ساهمت في نحو 40% من حالات الانقراض حول العالم، كما تشير تقييمات المنصة الحكومية الدولية للعلوم والسياسات في مجال التنوع البيولوجي، وخدمات النظم الإيكولوجية (IPBES)، وتتماثل خطورة هذه الأنواع في قدرتها على التنافس مع الأنواع المحلية من خلال نقل الأمراض، وتغيير خصائص النظم البيئية التي تستوطنها.

إن تضافر هذه العوامل المناخية، والبيولوجية يفرض تحديات غير مسبوقة على النظم البيئية، ويزيد صعوبة تحقيق أهداف صون التنوع البيولوجي، خاصة في ظل تراجع قدرة النُظم الطبيعية على الصمود، والتجدد أمام الضغوط

المتزايدة، وبالفعل تأثرت محمية "نجورونجورو" (NCA) بشكل مباشر بالاستغلال المفرط للموارد، والصيد الجائر، وبشكل غير مباشر بتغير المناخ عام 1998 عندما حدثت ظاهرة النينيو،[1] كما أنها تواجه تحولًا سريعًا في الأنظمة الاجتماعية، والبيئية نتيجة لتغير المناخ، وغيرها من العوامل بشرية المنشأ التي تحدث بسرعة وبكميات متزايدة . **(NCAA, 2025)**

ومع ذلك تعمل هيئة محمية "نجورونجورو" (NCAA) على الحفاظ عليها كتراث عالمي من حيث موقعها، والمنطقة الواقعة بها، ودورها في دعم قطعان الماشية المهاجرة طوال العام. بالإضافة إلى ذلك، تواجه (NCA) تهديدات كبيرة نتيجة النمو السكاني المرتفع، والمواشي المقيمة داخل محمية "نجورونجورو"، بجانب التغيرات الاجتماعية، والثقافية الأخرى التي تطرأ على المنطقة بخلاف شعب الماساي، هذه التغيرات تؤثر في نمط الحياة التقليدي المستدام الذي كان يتبعه الشعب الأصلي، مما يهدد التوازن البيئي والاجتماعي **(Botha, 2021)**.

إن محمية "نجورونجورو" في تنزانيا تُثير إشكاليات متزايدة تتعلق بتداخل الاعتبارات البيئية والإنسانية، خصوصًا في ظل الوجود التاريخي لجماعة "الماساي" السكان الأصليين في المنطقة. وتبرز تساؤلات جوهرية حول طبيعة هذا الوجود: هل يُمكن اعتبار الماساي حماةً للنظام البيئي عبر ممارساتهم التقليدية التي لطالما انسجمت مع الطبيعة؟ أم أن أنماط حياتهم الحالية تمثل تهديدًا للتوازن البيئي للمحمية **(Kassimu, 2024)**.

---

[1] ظاهرة النينيو التي تدعى التذبذب الجنوبي" (ENSO) من أبرز الظواهر المناخية التي تُحدث تقلبات واسعة النطاق في مناخ الأرض، وتأتي في المرتبة الثانية بعد تأثير علاقة الأرض بالشمس. إذ تنشأ هذه الظاهرة نتيجة تفاعل معقد بين المحيط والغلاف الجوي في المنطقة الاستوائية من المحيط الهادي، وتتجلى في شكلين متعاكسين: النينيو والنينيا، حيث يتسبب كلاهما في تغيرات كبيرة في درجات الحرارة، وحركة الرياح، وأنماط الأمطار حول العالم، ما يؤدي إلى كوارث طبيعية كالجفاف والفيضانات، ويُهدد الأمن الغذائي والبنية التحتية. تحدث هذه الظاهرة كل عامين إلى سبعة أعوام، وتستمر تأثيراتها من تسعة أشهر إلى أكثر من عام ونصف، وغالبًا ما تكون النينيو أكثر تكرارًا. ولا تتوالى النينيو والنينيا بشكل منتظم، إلا أن ظهورهما يزيد احتمالات التطرف المناخي في مناطق مختلفة. وفي **مرحلة النينيو**، ترتفع حرارة سطح مياه المحيط الهادي الشرقي عن المعدلات الطبيعية، مما يؤدي إلى اضطرابات مناخية حادة. قد تشمل هذه الاضطرابات جفافًا في بعض المناطق وفيضانات في مناطق أخرى، إضافة إلى تلف المحاصيل، وتدهور جودة الهواء والماء، وانتشار أمراض مثل: الكوليرا، والملاريا، نتيجة تغير الظروف البيئية. كما يُضعف هذا الارتفاع عملية صعود المياه الباردة الغنية بالمغذيات، خاصة قبالة سواحل بيرو، وإكوادور، مما يُهدد الثروة السمكية، والأمن الغذائي في تلك المناطق.

أما النينيا، فهي تمثل الحالة العكسية، إذ تنخفض حرارة سطح البحر، وتقوى الرياح الشرقية، ما يُعيد توزيع حرارة المحيط بطريقة مختلفة تؤدي أيضًا إلى اضطرابات مناخية، فهذه المرحلة ترتبط بفيضانات شديدة في أستراليا، وشرق آسيا، مقابل جفاف قاسٍ على سواحل أمريكا الجنوبية، وتغيرات في الرياح الموسمية بالمحيط الهندي.

وتتفاوت تأثيرات الظاهرتين حسب شدتهما، ومدتهما، وتوقيت حدوثهما. وتبرز إفريقيا كواحدة من المناطق الأكثر تأثرًا؛ حيث ترتبط النينيو غالبًا بجفاف في الجنوب وأجزاء من الساحل، وأمطار غزيرة في الشرق خاصة بين أكتوبر وديسمبر، مما يُفاقم تحديات الزراعة والمياه. ولمزيد من المعلومات برجاء مطالعة الروابط التالية:

- المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ٢٠٢٤، متاح على الرابط للاطلاع: https://2h.ae/LIfl
- منظمة الصحة العالمية، ٢٠٢٣، متاح على الرابط للاطلاع: https://2h.ae/yqmb

فعلى الرغم من أن الماساي يُمثّلون جزءًا من التراث الثقافي، والبيئي "لنجورونجورو"، حيث كان نمط رعيهم المتنقل متلائمًا مع الموارد البيئية، فإن التحولات السكانية، والاجتماعية الأخيرة، من أبرزها الاستقرار في أنماط سكنية دائمة، والاعتماد المتزايد على الزراعة، وتربية المواشي بشكل مكثف، قد أدّت إلى ضغوط متصاعدة على الموارد الطبيعية، لا سيما المراعي، ومصادر المياه.

وقد حذرت منظمة اليونسكو في تقاريرها من أن هذه الضغوط تُهدد "القيم العالمية الاستثنائية" للمحمية المصنّفة ضِمن مواقع التراث العالمي، مُشيرة إلى تدهور الغطاء النباتي، وتراجع أعداد بعض الأنواع البرية نتيجة التنافس على الموارد، **(UNESCO, 2019)**. كما أكدت تقارير الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة (IUCN) أن استمرار الرعي الكثيف داخل حدود المحمية، دون حلول بيئية، واجتماعية متوازنة تراعي حقوق السكان الأصليين؛ قد يقود إلى تدهور طويل الأمد في النظام البيئي، ويُضعف من فاعلية جهود الحماية، والتنمية السياحية في المنطقة.

وعلى الرغم من أن السياحة البيئية في المحمية تُسهم في توفير موارد مالية مهمة تُعاد استثمارها في إدارة المنطقة، ودعم المجتمعات المحلية، فإن هناك تحديات ناشئة من بينها التغير في آليات توزيع التمويل، وارتفاع أعداد الزوار دون وجود تنظيم فعّال، مما قد يؤدي إلى تفاقم الضغوط البيئية. ويُعد النمو السكاني السريع داخل حدود المحمية من أبرز المخاوف طويلة الأجل، إذ يُفاقم التحديات المرتبطة بالاستخدام المكثف للموارد، ويضعف من جهود الحفظ.

ورغم معالجة بعض هذه التحديات جزئيًّا، لا تزال محمية "نجورونجورو" تحتفظ بقيمها البيئية العالمية فإن ممرات الحركة البيئية، تُتيح تنقل الحيوانات بين الفوهة، والمناطق المجاورة مثل: "سيرينجيتي"، و"أولبالبال"، ومضيق "أولدوفاي"، ومن "ندوتو" إلى المرتفعات عبر ممر الفوهة، وتشهد تفككًا متسارعًا نتيجة النمو السكاني المتزايد، والأنشطة البشرية المرتبطة به. ويؤدي هذا التدهور إلى تقليص المسارات الطبيعية للهجرة، مما يُهدد التوازن البيئي، ويُقلل من قدرة الأنواع البرية على التنقل بين المواطن الحيوية داخل المحمية وخارجها.

وهناك حاجة مُلحة لتعزيز التعاون مع المجتمعات المحلية للبحث عن بدائل مستدامة لسُبل العيش؛ تقلل من الضغط على الموارد. أما التهديدات الأخرى مثل: الحرائق، وانتقال الأمراض من الماشية إلى الحياة البرية، والنزاعات بين الإنسان والحيوان، فهي تُدار بشكل نسبي، ومدار.

لكن يبقى انتشار الأنواع النباتية الدخيلة شديدة الغزو (IAS) من أبرز المخاطر البيئية، خاصة في المناطق الواقعة خارج حدود "نجورونجورو". ويُعد الوعي المجتمعي، والاستجابة السريعة لمكافحتها أمرًا بالغ الأهمية لحماية المراعي الحساسة، لا سيما في الشمال الشرقي، ومناطق سيرينجيتي **(IUCN, 2020)**.

وعلى الرغم من أن تنزانيا من بين الدول الأكثر امتلاكًا لعناصـــر التنوع البيولوجي المتنوعة في العالم، إذ تحتوي على أنواع كثيرة من الكائنات الحية المهددة بالانقراض أو التدهور بسبب النشاط البشري أو التغيرات البيئية، فإنها تواجه تحديًا خطيرًا يتمثل في تغيّر المناخ، وهو ما يؤدي إلى اضـــطراب في البيئة، وتهديد حياة كثير من الأنواع، وبالتالي يُشكّل خطرًا على استدامة هذا التنوع البيولوجي.

٣. ٦. جهود الحكومة التنزانية في الحفاظ على المحميات:

قامت الحكومة التنزانية بعمل خطة اســـتراتيجية للحفاظ على التنوع البيولوجي: من خلال "الاســـتراتيجية الوطنية للتنوع البيولوجي، وخطة العمل" (NBSAP)، التي تُعد الوثيقة الأساسية التي تحدد رؤية الدولة طويلة الأجل في هذا المجال. فقد ركزت الخطة الأخيرة (2015–2020) على خمسة محاور رئيسة:

١. **تعزيز المعرفة بالتنوع البيولوجي:** جمع وتحليل البيانات لتحسين فهم التنوع البيولوجي في البلاد.
٢. **حماية النُظم البيئية** وإدارتها بشكل أفضل من خلال الحفاظ على المواطن الطبيعية للأنواع المختلفة.
٣. **الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية:** ضمان استخدام الموارد بشكل يحافظ على توازن الطبيعة دون استنزافها.
٤. **دمج مفاهيم الحفظ في السياسات والخطط الوطنية:** بحيث يُؤخذ الحفاظ على البيئة بعين الاعتبار في جميع القطاعات التنموية.
٥. **بناء القدرات:** تدريب الكوادر المحلية، وتطوير المؤسسات لضمان تنفيذ فعال لهذه الاستراتيجية.

أطلقت الحكومة أدوات الحماية، والتدخل من خلال شبكة المناطق المحمية التي أنشأتها تنزانيا، وتعتبر واحدة من أكبر الشبكات المحمية في إفريقيا، وتضم متنزهات وطنية، ومحميات بحرية وغابات، تغطي أكثر من 40% من مساحة اليابسة في البلاد، مما يُشكل ملاذًا للعديد من الكائنات الحية.

وتشارك المجتمعات المحلية بشكل مباشر في جهود الحفاظ على الطبيعة، مما يساعد على تحسين سُبل عيشهم، وتنمية الشعور بالانتماء، والملكية لمواردهم البيئية. كما أن الحكومة شجعت على إدارة الأراضي بشكل مستدام من خلال الممارسات الزراعية، والصيد، والغابات التي تحافظ على البيئة، مثل: الزراعة البيئية، وحفظ التربة، وطرق الصيد غير المدمرة.

وعملت الحكومة على استراتيجيات التكيف مع تغير المناخ، إذ تواجه تنزانيا تهديدات واضحة من تغير المناخ، لذا طورت سياسات لمواجهة ذلك، مثل: استعادة النظم البيئية المتدهورة، وتطوير محاصيل مقاومة للجفاف، والتوسع في اســـتخدام مصـــادر الطاقة المتجددة، **وختاما يمكن القول إنه برغم الجهود المذكورة فإن تنزانيا تواجه عدة**

تحديات مرتبطة بتغير المناخ، أبرزها: تغير توزيع الأنواع، بسبب ارتفاع درجات الحرارة، إذ تضطر بعض الكائنات إلى الهجرة، مما يُهدد التوازن البيئي، وفقدان الموائل مثل: الغابات، والمستنقعات، نتيجة الظواهر المناخية المتطرفة كالجفاف والفيضانات، وحرائق الغابات التي ازدادت بفعل المناخ، مما يؤدي إلى تدمير المواطن الحيوية، وانتشار الأنواع الغازية، وهي كائنات غير محلية قد تنتشر بسبب تغير المناخ، وتنافس الأنواع الأصلية.

وتتعامل تنزانيا مع هذه التحديدات من خلال التركيز على الإدارة التكيفية أي مراقبة مستمرة للبيئة، وتحديث طرق الحماية حسب الحاجة، وإعادة تأهيل المواطن الطبيعية: كإعادة التشجير، وإصلاح المناطق المتدهورة، وإنشاء ممرات بيئية تربط بين المناطق المحمية لتسهيل هجرة الأنواع وتأقلمه، والتعاون متعدد الأطراف بين الحكومة، والمجتمعات المحلية، والعلماء، لضمان حلول شاملة وطويلة الأمد. ومن خلال هذه الإدارة المتكاملة والمستدامة للمحميات الطبيعية، تسعى تنزانيا للحفاظ على مواردها البيئية القيمة، وضمان استدامة محمياتها الطبيعية في مواجهة تغير المناخ المستمر **(Evarister, 2024)**.

المحور الرابع: نتائج وتوصيات الدراسة

١. أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة:

- تعتبر المحميات الطبيعية ذات أهمية كبيرة في التصدي للمخاطر المناخية، لأنها تحتضن العديد من مصارف الكربون العالمية التي تساعد على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، كما توفر حلولًا في تنفيذ استراتيجيات التكيف لمكافحة تغير المناخ.
- تلعب المحميات الطبيعية دورًا مهمًا في دعم النظم البيئية الصحية، من خلال منع تآكل التربة، وحماية مصادر المياه، وتحسين جودة الهواء والماء.
- تُسهم المحميات الطبيعية في الحفاظ على التنوع البيولوجي، والثقافي، والتراثي، والحضاري، والتاريخي لمعرفة تطور البشرية، وعناصرها الحيوية، والمساهمة في الحفاظ على المناظر الطبيعية، والنظم البيئية، والتنوع الجيني، وضمان الاستدامة البيئية، والاقتصادية، والاجتماعية للمنطقة.
- تلعب المحميات الطبيعية دورًا حيويًّا في الحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض، لأنها تحافظ على الكائنات الحية في بيئاتها الأصلية، وتحافظ أيضًا على التنوع الجيني، وهو عنصر أساسي لقدرة الكائنات على التكيف مع التغيرات البيئية.
- تعتبر محمية "فوهة نجورونجور" بمثابة منطقة حماية للطيور لأنها تحتوي على أنواع نادرة، ومهددة عالميًّا، كونها تضم أكبر فوهة بركانية "فوهة نجورونجورو" غير المغمورة بالمياه والصحية على مستوى العالم، وتعد واحدة من أكثر التجمعات كثافة للحياة البرية في إفريقيا.

- تعتبر محمية "فوهة نجورونجورو" بمثابة مصارف للكربون، لأنها تحتوي على غابات كثيفة، ومناطق عشبية واسعة حيث تخزن كميات كبيرة من الكربون في النباتات، والتربة عبر امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، وتخزينه في جذوع الأشجار، والتربة. مما يساعد على التخفيف من الآثار السلبية لتغير المناخ.
- تعمل محمية "فوهة نجورونجورو" والبيئات المحيطة بها كمنطقة لتجميع المياه، مما يساعد على تنظيم الدورة المائية المحلية، بما يُسهم في استقرار المناخ المحلي، والتقليل من تأثيرات الجفاف أو الفيضانات. وكما تُعد الفوهة حوضًا طبيعيًّا يُسهم في حفظ التوازن المائي، وتوفر البحيرات المتكونة داخلها مصادر مياه دائمة تدعم الحياة البرية والنباتات، مما يُعزز استدامة التنوع الحيوي في المنطقة.
- تعتبر محمية "فوهة نجورونجورو" ملجأً للأنواع المهددة بالانقراض مثل: وحيد القرن الأسود، وذلك من خلال تطبيقها لإجراءات حماية صارمة لمنع الصيد غير المشروع، كاستخدام علامات خاصة، وأجهزة إلكترونية للمراقبة الراديوية لتسهيل تتبعها، ومراقبتها.
- يُعد النمو السكاني السريع داخل حدود محمية "فوهة نجورونجورو" من أبرز التحديات التي تواجه المحمية، إذ يُفاقم التحديات المرتبطة بالاستخدام المكثف للموارد، ويضعف من جهود حفظ، وحماية عناصر التنوع البيولوجي بها.

٢. التوصيات:

يمكن اقتراح توصـــيات كحلول ممنهجة الحفاظ على المحميات الطبيعية لتخفف من آثار تغير المناخ من خلال الآتي:

- **نظام الإدارة المتكامل:** من الضروري توسيع نظام الإدارة في محمية "نجورونجورو" ليتضمن نهجًا متكاملًا يجمع بين احتياجات النظام البيئي، والأهداف الثقافية، للحفاظ على الموقع الاســـتثنائي كتراث عالمي، وتحسين إدارة التنوع البيولوجي بالاستثمار في إدارة أحواض تصريف الأنهار، وتحسين الإدارة في الغابات، ومنع الجرائم المرتكبة ضد الحياة البرية.
- **التعاون بين المجتمع المحلي، وتقنيات مكافحة الصـــيد الجائر:** يلعب المجتمع المحلي دورًا فعالًا في حماية المحمية من خلال التعاون والمشاركة في تدريب فرق الاستجابة السريعة لمكافحة الصيد الجائر. وتتعاون هيئة محمية "نجورونجورو" (NCAA) مع منظمات مثل "African People and Wildlife" لتدريب وتجهيز هذه الفرق، والمجتمعات المحلية بأدوات حديثة لمراقبة ورصـــد الحياة البرية، مثل: الكاميرات، وأنظمة التتبع GPS. كما يتم تشجيع الحوار بين السكان المحليين، والسلطات من أجل الحفاظ على الحياة البرية، وتعزيز التعايش السلمي بينها، وبين الإنسان.

- **الاستثمار في التمويل الأخضر، والإدارة المستدامة:** على صانعي القرار توجيه الاستثمارات نحو التمويل الأخضر، والابتعاد عن الأنشطة التي تؤدي إلى تدهور النُظم البيئية. إذ تُشير البيانات العالمية بأنه ينبغي توفير حوالي 700 مليار دولار سنويًا للحفاظ على التنوع البيولوجي خلال العقد القادم لضرورة تحقيق أهداف التنمية المستدامة لحماية البيئة.
- **تحسين الأداء ومراقبة التنوع البيولوجي:** يتطلب إنشاء نظام دوري لمتابعة الأداء البيئي، والإداري في المحمية. ويمكن للحكومة التنزانية أن تضطلع بدور المنسق بين الجهات المختصة مثل: وزارة الموارد الطبيعية، والسياحة، وهيئات الغابات، لضمان تحقيق أهداف الحفظ البيئي. ويتم ذلك من خلال وضع مؤشرات واضحة لقياس الكفاءة، والشفافية، مما يضمن تنفيذ استراتيجيات الحفاظ على التنوع البيولوجي بشكل فعّال.
- **دور البحوث العلمية في دعم الإدارة البيئية:** استمرار البحوث في المحمية يعزز من القيمة المعرفية، والثقافية، والعلمية، والجيولوجية التراثية، ولاكتشاف المزيد من العناصر التي لم تكتشف بعد.

قائمة المراجع

أولًا: المراجع باللغة العربية

١. الأمم المتحدة، (٢٠٢١)، التنوع البيولوجي هو مفتاح بناء مستقبل مستدام للجميع، متاح على الرابط للاطلاع: https://2h.ae/OvEr

٢. جزيل، (٢٠٢٥)، دور المحميات الطبيعية في الحفاظ على التنوع الحيوي: دليل شامل، متاح على الرابط للاطلاع:https://2h.ae/zjNm

٣. الدبلوماسية الفرنسية، (٢٠٢٤)، الدبلوماسية الفرنسية، متاح على الرابط للاطلاع: https://2h.ae/UHwQ

٤. كروفتس، وجوردون، (٢٠٢٢)، إرشادات المحميات الجيولوجية في المناطق المحمية والمحفوظة، سويسرا: IUCN، متاح على الرابط للاطلاع: https://2h.ae/rwUf

٥. ميرفت، حسين محمد حساني خليل، (٢٠٢٤)، دور المحميات الطبيعية في التخفيف من التغير المناخي بالتطبيق على رأس محمد بالبحر الأحمر، مجلة المعهد العالي للدراسات النوعية، (الأردن: جامعة الأردن، مجلد ٤، العدد ٨)

٦. يوسف، عزة (٣٠٢٣)، ٨ مناطق للتنوع البيولوجي، متاح على الرابط للاطلاع : https://2h.ae/eWepy

ثانيا: المراجع الأجنبية:

1. ABCG. (2022, 6 28). Strategies for Managing Africa's Protected Areas: ABCG at APAC, available at: https://2h.ae/nmBM
2. Abraham, C, (2019), Insights into the Serengeti ecosystem, available at: https://2h.ae/RtPj
3. Botha, N. J, (2021), Potential and challenges of the Serengeti-Ngorongoro Biosphere Reserve, eco.mont – Journal on Protected Mountain Areas Research and Management, available at: https://2h.ae/ddXd
4. Britannica Academic, (2025), Ngorongoro Conservation Area, available at: https://2h.ae/ryom.
5. Deks Safaris & Tours Ltd. (2025). Olduvai Gorge Tanzania – All You Need to Know BEFORE You Go (with Photos & Videos), available at: https://2h.ae/jQnf
6. Desalegn, H, (2022), Africa's Responsibility to Protect Biodiversity, available at: https://2h.ae/GSuU
7. Evarister, S, (2024), How Can Tanzania's Biodiversity Amidst Climate Change Protecting Ecosystems? available at: https://2h.ae/YiUx
8. Geoparks, U. G, (2025, 6 19), UNESCO Global Geoparks, UNESCO Global Geoparks, available at: https://2h.ae/nDXh
9. IUCN, (2020), 2020 Conservation Outlook Assessment, IUCN.

10. IUCN, (2023), IUCN Africa Protected Areas Congress (APAC) Report, IUCN, available at: https://2h.ae/NxVY
11. Kai Song et.al, (2020), Improve the roles of nature reserves in conservation of endangered pheasant in a highly urbanized region, Scientific Reports volume 10.
12. Kassimu, Z, (2024), The Maasai and the true cost of conservation in Ngorongoro, available at: https://2h.ae/oaGI
13. Katherine Pulido-Chadid et.al, (2023), How effective are protected areas for reducing threats to biodiversity? A systematic review protocol, Environmental Evidence, Volume 12.
14. Kim Ann Zimmermann, (2013), Olduvai Gorge: Oldest Evidence of Mankind's Evolution, Live Science, available at: https://2h.ae/njyM
15. Liu, Y. and Zhao, W, (2023), The role of nature reserves in conservation effectiveness of ecosystem services in China. Journal of Environmental Management, 342.
16. Mirondo, R, (2024), Tanzania, China signs deal for Ngorongoro-Lengai Geopark project, THE CITIZEN, available at: https://2h.ae/ObXD
17. NCAA, (2025), Environmental management, The Ngorongoro Conservation Area Authority (NCAA), available at: https://2h.ae/WWkm
18. Noel Feans, (2016), The Prehistoric Secrets of Olduvai Gorge, Retrieved from JSTOR Daily, available at: https://2h.ae/aoLk.
19. Pangolin Photo Safaris, (2025), Ndutu Conservation Area, Retrieved from Pangolin Photo Safaris, available at: https://2h.ae/pSEl.
20. Pulido, K and Elina Virtanen, C. (2023), How effective are protected areas for reducing threats to biodiversity? A systematic review protocol, Environmental Evidence, available at: https://2h.ae/rwhn.
21. Ractl, C., & Burgess, N. (2024), Nature Forest Reserves in Tanzania and their importance for conservation, PLOS ONE, available at: https://2h.ae/LRdL
22. SINAC, (2025), Importance of Biosphere Reserves. Retrieved from National System of Conservation Areas (SINAC - Sistema Nacional de Áreas de Conservación), available at: https://2h.ae/ygcV.
23. Stories, A. G, (2021), Africa's Eden - a land before time, Africa Geographic Stories, available at: https://2h.ae/baTE.
24. Sustainable Travel International, (2025), Ngorongoro Conservation Area Sustainable Tourism Strategy, Sustainable Travel International, available at: https://2h.ae/gWvn.
25. Tairo, A, (2021), Endangered Black Rhino protection in Tanzania takes new stride, aiding tourism, Travel News Group, available at: https://2h.ae/ZCPu .
26. Tanzania Odyssey, (2025), Tanzania Holidays with Tanzania Odyssey, Tanzania Odyssey, available at: https://2h.ae/XdxQ
27. UNESCO Global, (2025), UNESCO Global Geoparks, UNESCO Global Geoparks, available at: https://2h.ae/nDXh
28. UNESCO, (2023), Biosphere reserves are evolving as pockets of hope. Available at: https://2h.ae/SNQI
29. UNESCO, (2025), Ngorongoro Conservation Area, UNESCO, available at: https://2h.ae/hxYZ
30. UNESCO, (2025), What are biosphere reserves, UNESCO, available at: https://2h.ae/FaKQ

31. United Nation, (2023, November 3), World's diverse biospheres 'making peace with the natural world', available at: https://2h.ae/dnLE .
32. WBRA, (2025), The Waterton Biosphere Reserve Association (WBRA), available at: https://2h.ae/Mhaq.
33. White and Case, (2023), Preserving Africa's biodiversity: Why global funding is vital, available at: https://2h.ae/OzLt
34. Wilson, J. W and Richard B. Primack, (2008), Classification of Protected Areas. Retrieved from The LibreTexts libraries, available at: https://2h.ae/vMBe
35. world bank, (2021), Global Wealth Has Grown, But at the Expense of Future Prosperity: World Bank, available at: https://2h.ae/zpMK.
36. Yue Liu et al, (2023), The role of nature reserves in conservation effectiveness of ecosystem services in China, Journal of Environmental Management, (China: Beijing Normal University, Volume 342)

Abstract:

Nature reserves play a crucial role in maintaining ecosystem biodiversity, making them an effective tool for mitigating the effects of climate change and promoting environmental sustainability. This study aims to explore the role of the Ngorongoro Crater Reserve, located southeast of the Serengeti National Park in Tanzania, as an integrated ecological model that combines natural and cultural heritage. The reserve spans diverse environments, including craters, forests, grasslands, plains, lakes, and swamps, making it a rich habitat for wildlife, including many endangered species.

The study addresses the importance of the reserve's geographical location in studying climate change, as its diverse ecosystems contribute to understanding the impact of climate on biodiversity. It reviews government efforts to protect the reserve from negative environmental impacts and enhance its ability to adapt to climate change through conservation strategies and sustainable management of natural resources.

The study highlights the economic and social role of the reserve, which provides a natural environment that supports eco-tourism and promotes local development. The reserve is also a scientific destination for research and study. The study also highlights the importance of reserves in providing a natural environment that helps reduce psychological stress through their breathtaking views and fresh air.

The study's results show that the Ngorongoro Reserve is a global model for sustainable reserve management, making it a key reference in preserving the environment and biodiversity for future generations.

Keywords: Nature reserves, Ngorongoro Crater, biodiversity, climate change, ecosystems, sustainable development, eco-tourism, eco-tourism, natural resource management, endangered species

المخاطر الهيدرومناخية بواحة "فركلة" جنوب حوض جريس بالمغرب
"الأسباب، الآثار، واستراتيجيات التدبير"

Hydrometeorological Risks in Ferkla Oasis in Morocco's Southern Ghris Basin
"Causes, Impacts, and Management Strategies"

مقدم من:

د. عبد الصمد خويا

دكتوراه في الآداب والعلوم الإنسانية – جامعة سيدي محمد بن عبد الله – سايس، المغرب

Dr. khoya Abdulsamad

Doctorate in Arts and Humanities - Sidi Mohamed Ben Abdellah University - Sais, Morocco

- تاريخ استلام البحث: ٢١ يونيو ٢٠٢٥
- تاريخ قبوله: ١٤ أغسطس ٢٠٢٥

المستخلص:

تناولت الدراسة تحليل المخاطر الهيدرومناخية [1] في جنوب حوض جريس بالمغرب، مع التركيز على العوامل الطبيعية والبشرية التي تُسهم في زيادة حدوثها. هذا وقد تم استخدام المنهجية الميدانية التي تشمل الملاحظة المباشرة، والبحث البيبليوجرافي [2]، والإحصائي، بالإضافة إلى المقابلات مع السكان المحليين والفاعلين في المنطقة. وقد أظهرت النتائج أن المخاطر الهيدرومناخية في المنطقة تتزايد بشكل ملحوظ بسبب تغير المناخ، والتوسع العمراني غير المنظم، وتدهور التربة. كما تبين أن البنية التحتية الحالية لا تكفي لمواجهة المخاطر المتزايدة. مما يؤدي إلى ضرورة اتخاذ إجراءات فعالة لتحسين إدارة المخاطر، وتوعية السكان، مع التركيز على تطوير الأنظمة البيئية، والحضرية لحماية الواحات من تأثيرات المخاطر الهيدرومناخية المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: المغرب، حوض جريس، المخاطر الهيدرومناخية، البيئة، المجتمع.

المقدمة:

تُعتبر الفيضانات من أبرز المخاطر الطبيعية التي تشهدها مناطق عديدة حول العالم، وقد ازدادت حدتها بشكل ملحوظ منذ منتصف القرن العشرين نتيجة للأمطار العنيفة الناجمة عن تغير المناخ، مما أسفر عن خسائر بشرية واقتصادية جسيمة (Smit & Ward, 1998). وتُعد دولة المغرب من المناطق الأكثر عُرضة لهذه الكوارث بسبب النمو الديموجرافي السريع الذي أدى إلى الضغط على الموارد الطبيعية والأراضي الزراعية بها، وتَسبَب في اجتثاث الغابات، والتدهور البيئي، إلى جانب التمركز البشري، والصناعي، والخدماتي، والسياحي على ضفاف الأودية، وفي المناطق الهشة، والرطبة أيضًا (محمد أزهار، ٢٠١٠)، ولعل من الأمثلة التاريخية البارزة على الفيضانات الكارثية في المغرب: فيضان "زيز بتافيلالت" في ٥ نوفمبر ١٩٦٥، وكارثة مدينة "صفرو" في ١٩٥٨، وفيضانات "تازة وأوريكا" في ١٩٩٥، و"الحاجب" في ١٩٩٧، و"مرزوكة" في ٢٠٠٦، و"طنجة" و"ميسور" في ٢٠٠٨، والدار البيضاء في ٢٠١٠. (أكريمي عبد الكريم، ٢٠١١) علاوة على ذلك، تُشير الأبحاث إلى أن التوسع العمراني العشوائي، وزيادة استخدامات الأراضي في المناطق المُعرضة للفيضانات يُسهمان في تفاقم آثارها. (Parker, 2000) كما أن التغير في استخدامات الأراضي، مثل: تحويل الأراضي الزراعية إلى مناطق سكنية أو تجارية، تُزيد كذلك من احتمالية حدوث الفيضانات وتفاقم آثارها.

[1] العلاقة بين المناخ، والمياه، والمخاطر الهيدرومناخية تشير إلى المخاطر الطبيعية التي تنشأ عن تأثير عناصر المناخ (الأمطار، الرياح، الحرارة) على الموارد المائية، واختصارًا تعتبر ناتج تفاعل المياه مع عناصر المناخ يسمى مخاطر هيدرومناخية

[2] عملية تحديد وتجميع مصادر البيانات ذات الصلة بموضوع معين، ثم تنظيمها وترتيبها في قائمة منظمة.

في هذا السياق، أصبح من الضروري دراسة المخاطر البيئية، نظرًا لحجم التحديات البيئية، والتنموية التي تواجه المناطق الهشة، والتي تؤدي في كثير من الأحيان إلى اختلال التوازن الإيكولوجي، وتُهدد حياة السكان المستقرين في هذه المناطق. (بويحياوي عبد العزيز، ٢٠١٣) ويُشير تقرير البنك الدولي عام ٢٠١٤ إلى أن تحسين إدارة الموارد المائية، وتنفيذ سياسات فعالة للحد من مخاطر الكوارث يُمكن أن يُساهم بشكل كبير في الحد من تأثير الفيضانات (World Bank, 2014).

أولًا: إشكالية الدراسة

تواجه واحة "فركلة"، الواقعة في الجنوب الشرقي للمغرب، تهديدات مستمرة من الفيضانات المتكررة، التي تتفاقم بفعل العوامل الطبيعية والبشرية. بالرغم من الجهود المبذولة لتحسين إدارة المياه، وحماية المناطق الهشة، لا تزال الفيضانات تشكل خطرًا كبيرًا على السكان، والبنية التحتية، والموارد الزراعية. لذا، تطرح هذه الدراسة تساؤلًا رئيسًا يتمثل في: ما العوامل الرئيسة المسببة للفيضانات في واحة "فركلة"، وكيف يُمكن تحسين آليات إدارة المخاطر للتخفيف من تأثيراتها؟

ثانيًا: فرضيات الدراسة

أ. **العوامل الطبيعية:**

- تغير المناخ، وغزارة الأمطار تُساهم بشكل كبير في حدوث الفيضانات.
- الطبيعة الجيولوجية، والهيدروجغرافية للمنطقة تجعلها عُرضة لتجمع المياه، وتفاقم خطر الفيضانات.

ب. **العوامل البشرية:**

- التوسع العمراني غير المنظم، والعشوائي يُزيدان تعرض المناطق للفيضانات.
- تدهور الغطاء النباتي بسبب الأنشطة البشرية يُساهم في زيادة انجراف التربة، وحدوث الفيضانات.

ج. **إدارة المياه والسياسات:**

- ضعف سياسات إدارة الموارد المائية، وعدم كفاءة البنية التحتية يُزيدان تأثير الفيضانات.
- ضعف استخدام التكنولوجيا، والإنذار المبكر مما يزيد احتمالية حدوث الأضرار بسبب الفيضانات.

ثالثًا: أهمية وأهداف الدراسة

١. **<u>أهمية الدراسة:</u>**

تنقسم أهمية الدراسة إلى أهمية علمية، وأخرى عملية، وثالثة اقتصادية، واجتماعية، والتي يُمكن تناولها على النحو التالي:

أ. **الأهمية العلمية:**

تنبع أهمية الدراسة من كونها؛ **أولًا**، تُسهم في فهم ديناميكيات الفيضانات في المناطق الهشة وشبه الجافة، مما يُعزز المعرفة العلمية حول تأثيرات تغير المناخ، واستخدامات الأراضي. **ثانيًا**، تقديم بيانات تاريخية، ومعاصرة تُساهم في تحسين النماذج التنبؤية، وإدارة المخاطر.

ب. **الأهمية العملية:**

على الجانب العملي تُساعد نتائج الدراسة الجهات المعنية في وضع سياسات فعالة لإدارة الموارد المائية، وتقليل مخاطر الفيضانات. كما تُسهم أيضًا في تحسين التخطيط العمراني، وتنظيم استخدامات الأراضي في المناطق المُعرضة للفيضانات. إضافة إلى كونها تستهدف تعزيز الوعي بين السكان المحليين حول أهمية الحفاظ على البيئة، والغطاء النباتي لحماية مناطقهم من الفيضانات.

ج. **الأهمية الاقتصادية والاجتماعية:**

تُسهم الدراسة في تقليل الخسائر الاقتصادية الناتجة عن الفيضانات من خلال تطبيق استراتيجيات فعالة للحد من المخاطر، إضافة إلى تحسين جودة الحياة للسكان المحليين من خلال تعزيز استقرار المناطق الهشة، وتحقيق تنمية مستدامة، ودعم جهود التنمية المحلية من خلال حماية الموارد الزراعية، والبنية التحتية الحيوية في المنطقة.

٢. <u>أهداف الدراسة:</u>

تهدف الدراسة إلى تسليط الضوء على العوامل المسببة للمخاطر الهيدرومناخية وأبعادها البيئية، والسوسيومجالية،[١] بجنوب حوض جريس (واحة فركلة)، وكيفية التعامل معها من قِبل مختلف الجهات المعنية، بهدف تحقيق تنمية مستدامة تُساهم في استقرار هذه المناطق الهشة، وتحسين جودة الحياة فيها. ومن خلال تطبيق استراتيجيات إدارة المخاطر المتكاملة، واستخدام التكنولوجيا الحديثة في التنبؤ، والإنذار المبكر، يُمكن الحد من تأثيرات تلك المخاطر على تلك المناطق.

رابعًا: منهجية الدراسة

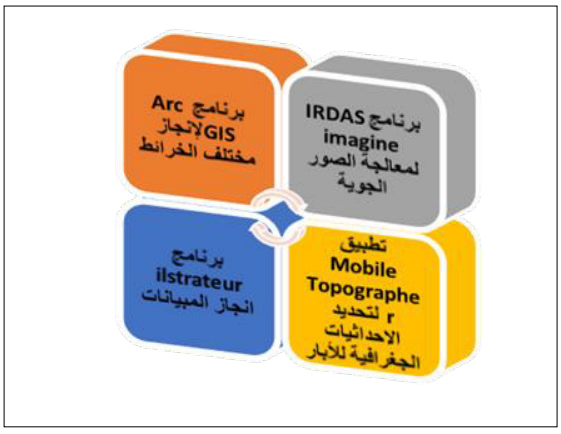
تم استخدام أدوات منهجية متنوعة أساسها الملاحظة، والمعاينة الميدانية، بالإضافة إلى العمل الكارتوجرافي [٢] الذي يهدف إلى تحديد مناطق الفيض، والغمر المائي، والمناطق المهددة في المستقبل. كما تم اعتماد المنهج التاريخي للبحث عن الأدلة التاريخية على حدوث الفيضانات في منطقة الدراسة، من خلال استقراء آراء السكان، والفاعلين،

[١] العلاقة المتبادلة بين المجتمع والبيئة.

[٢] علم رسم الخرائط واستخدامها.

والمسؤولين، بهدف تحديد المناطق المهددة، ومستويات الغمر المائي، وتوطينها على الخريطة. بالإضافة إلى ذلك، تم الاعتماد على البحث البيبليوجرافي، والإحصائي، واستخدام النهج الجغرافي المدعوم بصور توضيحية وخرائط. ولإثراء موضوع الدراسة؛ تم القيام بمقابلات شفهية.

شكل (١): البرامج المستعملة في الدراسة



خامسًا: الدراسات السابقة

يُعد الاطلاع على الدراسات السابقة ذات الصلة بالماء، والفيضانات خطوة ضرورية لفهم إشكالية الماء، والمخاطر المرتبطة بها، خصوصًا في واحات الجنوب الشرقي للمغرب. فقد أوضح تقرير البنك الدولي (World Bank, 2014) أن تحسين إدارة الموارد المائية، وتنفيذ سياسات فعالة للحد من مخاطر الكوارث يُسهم في الحد من تأثير الفيضانات.

كما أكد المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي (CESE, 2014) على أن تدهور الموارد المائية بالمغرب، خاصة في مناطق الواحات، تزداد بفعل تغير المناخ، والضغط البشري، مما يستوجب اعتماد مقاربة مندمجة من جهة أخرى.

هذا وقد قدمت مديرية إعداد التراب الوطني (٢٠٠٣) تحليلًا للخصائص الطبيعية للواحات، مُشيرة إلى أن قِلة المياه، ونُدرة التساقطات، وارتفاع درجات الحرارة ساهمت في ظهور فيضانات مفاجئة، في سياقات مناخية غير منتظمة.

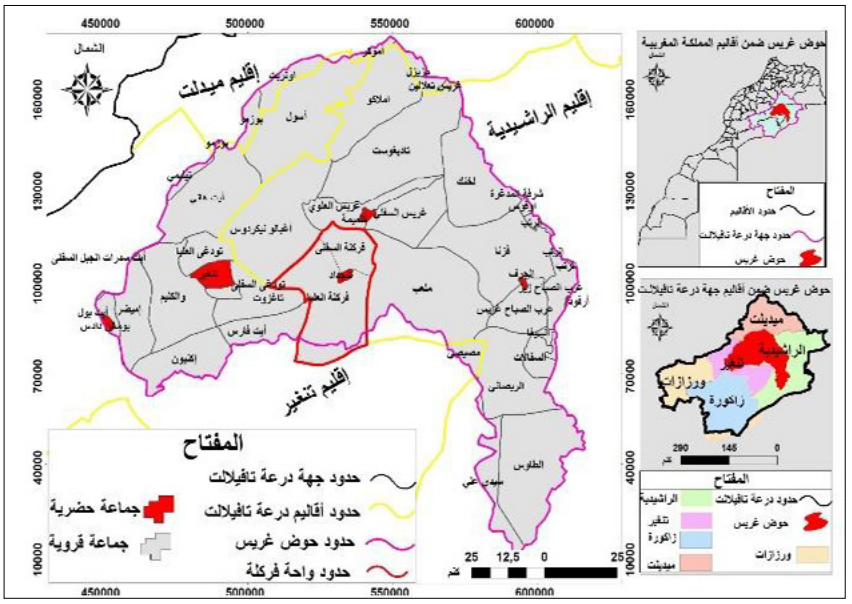
كما أن دراسات (Pascon and Margat, 1982) ركزت على أن العامل الجيولوجي والهيدرولوجي للمنطقة كان لهما دور كبير في نشأة خطر الفيضانات.

أما البحوث المغربية، فقد أولت أهمية خاصة للماء كعنصر مركزي في فهم التصحر، والمخاطر المرتبطة به، من خلال أعمال (أعفير، وآخرين، ٢٠١٠)، التي اعتمدت على مقاربات جغرافية، وسوسيولوجية، [١] وجيومورفولوجية [٢] لتفسير العلاقة بين الإنسان، والمجال في ظل تغير المناخ.

سادسًا: النطاق الجغرافي والمناخي الدراسة

تقع واحة "فركلة" في الجنوب الشرقي للمغرب، على بعد ٧٨ كيلومترًا من مدينة الرشيدية مركز الإقليم، ضِمن جهة "درعة تافيلالت". هذا وتنتمي الواحة إداريًّا لقيادة "فركلة" التابعة لدائرة كلميمة. وتمتد على مساحة تقارب ٩٣٠ كيلومترًا مربعًا، وتندرج ضِمن المجال الجغرافي لحوض جريس، إذ يُحدها شرقًا "جماعة ملاعب"، وجنوبًا "جماعة ألنيف"، وغربًا "عمالة تنغير" (خويا عبد الصمد، ٢٠٢٢). فمن الناحية الجغرافية، تقع الواحة بين خطي طول ٤ درجات، و٣٥ دقيقة، و٥ درجات، و١٥ دقيقة غرب خط غرينتش، وبين خطي عرض ٣١ درجة، و٢٠ دقيقة، و٣١ درجة، و٤٠ دقيقة شمال خط الاستواء (انظر الخريطة ١).

خريطة (١): موقع واحة فركلة بجنوب حوض جريس



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نُظم المعلومات الجغرافية ArcGis.

أما من ناحية مناخها، يتبين من خلال الإحصائيات، والمؤشرات أن واحة "فركلة" بجنوب حوض جريس، عبارة عن موقع يسوده المناخ الجاف، والصحراوي طيلة السنة، وهو ما أكدته الطرق العلمية لكوسن Gaussen،[٣] وحتى

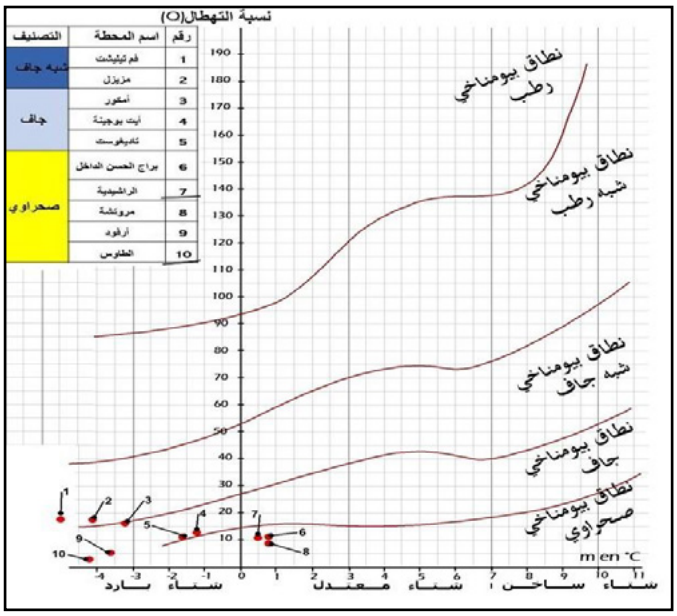
[١] الطرق أو المنهجيات التي يتم استخدامها لدراسة وتفسير الظواهر الاجتماعية.

[٢] العلم الذي يدرس تضاريس الأرض، كما يهتم بدراسة مختلف أشكال التضاريس، والسمات الهيكلية لمنطقة ما، وهي ضرورية لتحديد فئات تغذية المياه الجوفية، وفهم إمكاناتها لتنمية المياه الجوفية.

[٣] الطرق العلمية التي تم وضعها لدراسة العلاقة بين المناخ والنباتات.

التصنيف المناخي Emberger، [1] ثم تصنيف Koppen،[2] ومؤشر دو مارطون indice de De 'L Martonne،[3] كما يوضح الشكل (٢).

شكل (٢): مناخ محطات حوض زيز–جريس حسب طريقة أومبيرجي



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نُظم المعلومات الجغرافية ArcGis.

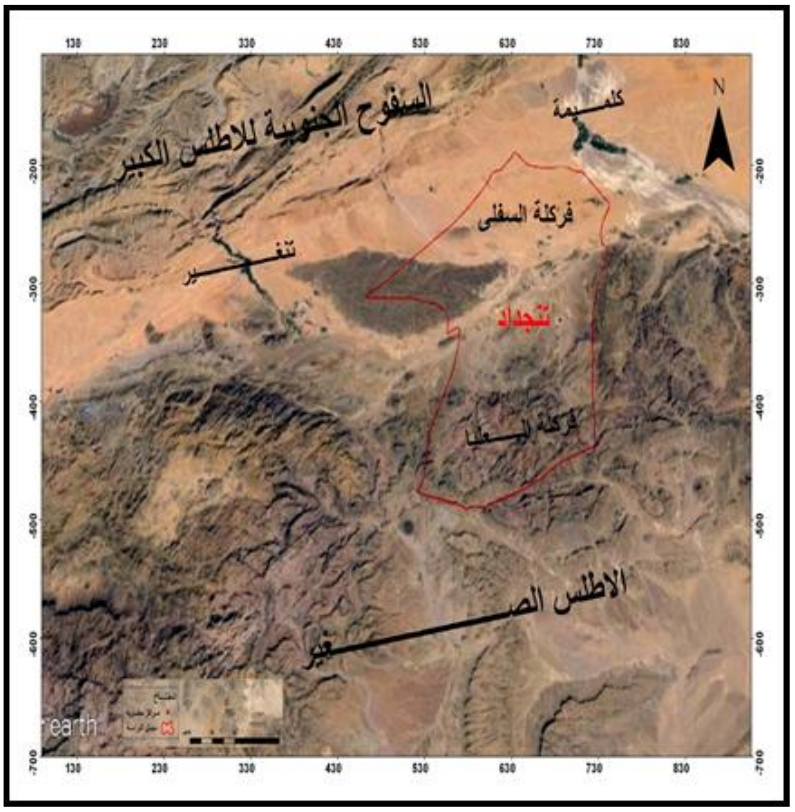
هذا وتتميّز واحة "فركلة" بتنوع تضاريسي واضح، إذ يشمل مجالها ثلاث وحدات تضاريسية رئيسة، **منها:** سلسلة جبال الأطلس الكبير، التي تمتد باتجاه شمال شرقي – جنوب غربي، وتفوق ارتفاعاتها ١٠٠٠ متر، حيث تُعد قمة جبل "إيخف نوفزا" بفركلة العليا أعلى نقطة على مستوى المنطقة، بعلو يصل إلى ١٣٠١ متر، ومن جانبه تُساهم هذه المرتفعات في تغذية الأودية الرئيسة مثل: "فركلة"، و"تانكارفة"، و"جريس"، عبر شبكة من الروافد المائية. أما جنوبًا، فتقع جبال الأطلس الصغير، التي تعود نشأتها إلى ما قبل الكمبري (أقدم زمن جيولوجي في تاريخ الأرض، ويمتد من نشأة الأرض قبل حوالي 4.6 مليار سنة إلى541 مليون سنة مضت) والزمن الجيولوجي الأول، ورغم خضوعها لعمليات التعرية، فإنها تحتفظ بقمم مرتفعة نسبيًّا، إذ يبلغ ارتفاع جبل "عبد الله" الذي ينتمي إلى سلسلة جبال "كنات"، حوالي ١٦٨٩ مترًا. وتخترق هذه الجبال روافد مائية تُغذي وادِ السات. وبين هاتين السلسلتين، يمتد سهل فركلة كمنخفض تضاريسي يُشكل المجال الحيوي للواحة، وتخترقه الأودية الثلاثة الرئيسة سالفة الذكر.

[1] تصنيف الأقاليم المناخية في المناطق المتوسطة وشبه الجافة.

[2] واحدة من أشهر التصنيفات المناخية، حيث يتم تصنيف المناخ وفقًا لدرجات الحرارة ومعدلات هطول الأمطار.

[3] أحد المؤشرات المناخية الكلاسيكية التي وضعها الجغرافي والمناخي الفرنسي إيمانويل دو مارطون، كما أنه يُعتبر من أبسط المؤشرات التي تجمع بين الحرارة والأمطار لتقدير درجة الرطوبة/الجفاف. استُخدم بكثرة في الدراسات الجغرافية والبيئية لتحديد الأقاليم المناخية خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

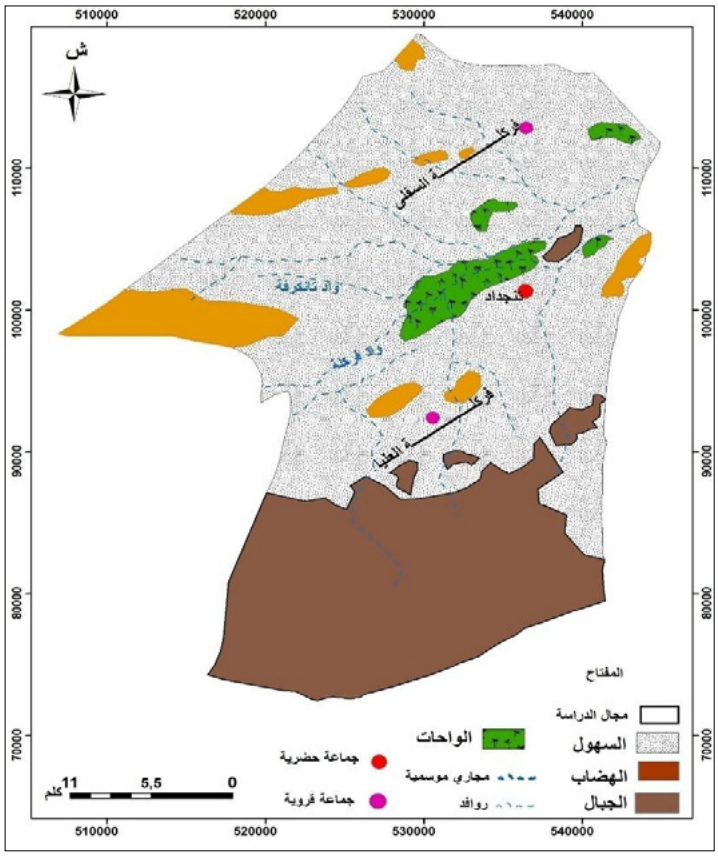
صورة جوية (١): موقع بواحة فركلة*



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على google maps، ونظم المعلومات الجغرافية ArcGis.

*الصورة الجوية (١)، والخريطة (١) تُبرز التضاريس السالف ذكرها بمجال الدراسة.

خريطة (٢): الوحدات التضاريسية بواحة فركلة



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نُظم المعلومات الجغرافية ArcGis.

إن تضاريس واحة "فركلة" وموقعها الجغرافي تؤثر بشكل كبير على مواردها المائية، حيث تقع الواحة بين جبال الأطلس الكبير والصغير، مما يُساهم في توفير المياه عبر الأودية التي تخترق المنطقة، لكن هذا الأمر يترافق مع تحديات مثل: الجفاف، وتغير المناخ. كما أن وجود السهول شبه الصحراوية يُعزز من هشاشة الموارد المائية، ويجعلها أكثر عُرضة للانخفاض في فترات الجفاف.

سابعًا: تقسيم الدراسة

المحور الأول: تاريخ الفيضانات الاستثنائية بمنطقة "تافيلالت"، و"فركلة" بجنوب حوض جريس وجانب من تأثيراتها.

المحور الثاني: العوامل الطبيعية المساعدة على تفاقم خطر الفيضانات داخل النطاق الجغرافي لواحة "فركلة".

المحور الثالث: دور الأنشطة البشرية غير الرشيدة في نشأة وتفاقم المخاطر البيئية بواحة "فركلة".

المحور الرابع: الإجراءات التي تم العمل بها للتخفيف من المخاطر الهيدرومناخية.

المحور الأول: تاريخ الفيضانات الاستثنائية بمنطقة "تافيلالت"، "وفركلة" بجنوب حوض جريس وجانب من تأثيراتها

تعد "تافيلالت" عمومًا، من أكثر المناطق عُرضة لخطر الفيضانات بسبب موقعها، وظروفها الطبيعية التي تُسهم في حدوث هذا الخطر. فقد تعرضت المنطقة لعِدة فيضانات تاريخية، من أبرزها فيضان ١٩٦٥، الذي كان له دور كبير في تسريع تبني مشروع حماية واحة "تافيلالت" من الفيضانات المدمرة. ففي عام ١٩٦٨، تم الإعلان عن بناء سد "الحسن" الداخل على واد "زيز" في موقع "فم جوير" شمال الرشيدية، والذي تم تشغيله عام ١٩٨١. رغم ذلك، استمرت المنطقة في التعرض لفيضانات مدمرة حتى بعد إتمام بناء السد، ومن بينها فيضانات ٤ مايو ١٩٦٧، و٢٢ أبريل ١٩٧١، و٢٩ نوفمبر ١٩٧٢، و١٤ أبريل ١٩٧٥، بالإضافة إلى فيضانات خطيرة أخرى مثل: فيضانات الدويرة ١٩٩٢، وفيضان مرزوكة يناير ٢٠٠٦ (أكريمي، ٢٠١١)، وفيضانات وادي "تانكارفة"، و"وادي فركلة" في الثمانينات، وعام ٢٠٠٥، و٢٠٢٤ التي تسببت في خسائر مادية جسيمة، حيث انهارت العديد من القصور، خاصة قصر "تايرزة"، مما دفع الدولة إلى بناء مساكن للأسر المتضررة قرب "إعدادية الوحدة". كما شملت الفيضانات العديد من القصور الأخرى مثل: قصر "أسرير"، و"تالالت" (خويا، ٢٠١٦). وقد أظهرت دراسات مشابهة في مناطق شبه قاحلة مثل: دراسة (Agha and Ozer, 2012)، تأثير التضاريس والمناخ على تفاقم مخاطر الفيضانات في مثل هذه المناطق.

جدول (١): بعض حالات الفيضانات بمجال الدراسة

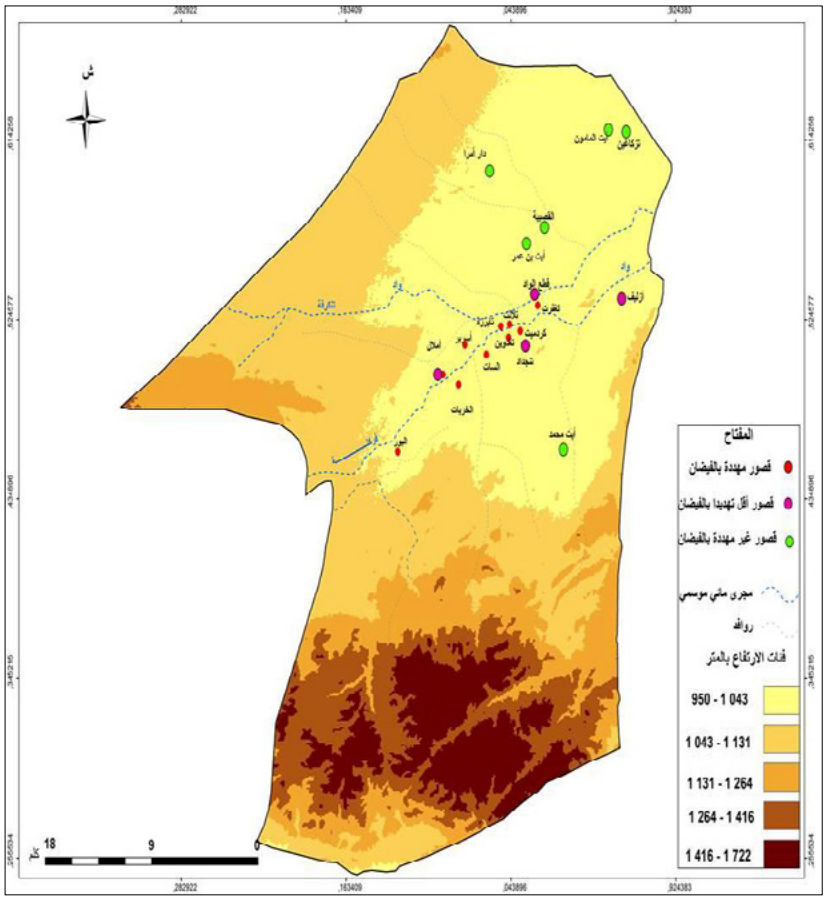
تاريخ الفيضان	مرجع الفيضان
٩٩٢ م	(ابن أبي زرع، ١٩٧٣)
١٩٦٠، ١٨٦٢ م	مخطوط الإحياء والانتعاش في ترجمة سادات زاوية آيت عباس، خزانة آيت عباس، المغرب.
١٩٢٣	الرواية الشفوية
١٩٢٥ م	(القرسي، ١٩٣٣)
١٩٦٥ م	(مديرية هندسة المياه بالرشيدية، ٢٠١٦)
١٩٦٧ م	(وكالة الحوض المائي بالرشيدية، ٢٠٢٠)
١٩٧٥م	(وكالة الحوض المائي بالرشيدية، ٢٠٢٠)

من جِهة ثانية، عرفت أودية واحة "فركلة" خلال السنوات الماضية عددًا من الفيضانات الاستثنائية، أبرزها في ٣٠ يناير ٢٠٠٥، حيث سجلت حمولة مائية عالية تسببت في أضرار بشرية، ومادية جسيمة. فقد أدت هذه الفيضانات إلى انهيار عدد من المنازل، وتهديد أخرى بالانهيار، خاصة في المراكز القروية مثل: "أسرير"، و"السات"، كما نتج عنها جَرف مساحات واسعة من الأراضي الزراعية، وإتلاف المحاصيل، وفقدان أعداد كبيرة من الأشجار والمواشي، مما أثر بشكل مباشر على النشاط الفلاحي. وتسببت الفيضانات أيضًا في انقطاع الطريق الوطني رقم ١٠ الرابط بين "الرشيدية" و"تنجير" عبر "تنجداد"، إضافة إلى انهيار بعض القناطر، وهدم السواقي، وتضرر بنايات حيوية مثل: المدارس، والمساكن، لا سيما في قصر "أسرير"، مما يُبرز هشاشة البنية التحتية في مواجهة الكوارث الطبيعية. (خويا عبد الصمد، ٢٠٢٢)

صورة (١)، (٢): فيضان واد "زيز بتافيلالت" سنة ١٩٥٠

أسفرت هذه الفيضانات عن ظهور مناطق مهددة بخطر الفيضانات، وهو ما يتماشى مع ما أشار إليه (Gaume and Bouvier, 2014) من أن المناطق شبه الجافة عُرضة بشكل خاص لخطر الفيضانات العارمة نتيجة لتغير المناخ. وتُبرز الخريطة التالية المناطق المهددة بخطر الفيضانات، باعتماد الدلائل التاريخية والاستمارة الميدانية.

خريطة (٣): المجالات المهددة والمتضررة من الفيضانات بواحة فركلة



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نُظم المعلومات الجغرافية ArcGis.

المحور الثاني: العوامل الطبيعيـة المساعـدة علـى تفاقم خطر الفيضانات داخل النطاق الجغرافي لواحة "فركلة"

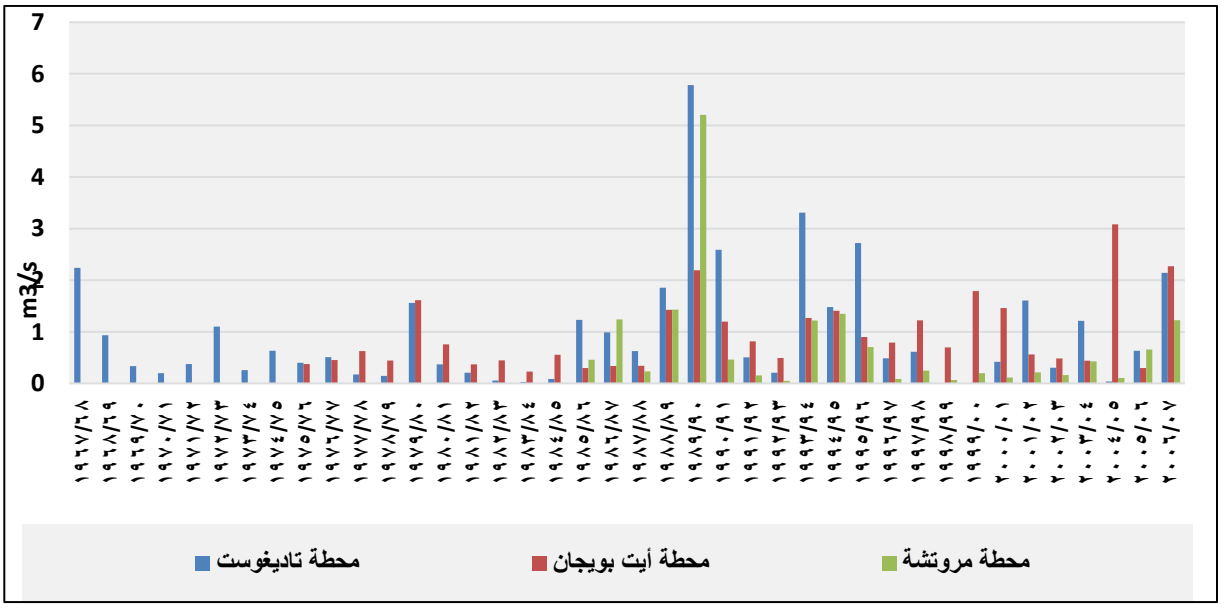
تُشكل طبيعة الموقع الجغرافي مثل: (الصخور الهشة غير ذات المسامية المرتفعة، والطبوغرافية المعقدة، والمناخ شبه الجاف، والتساقطات غير المنتظمة) إلى جانب الأنشطة البشرية مثل: (النمو الديموجرافي السريع، والتوسع العمراني غير المتحكم فيه، والاستغلال العشوائي للمواقع، والبنية التحتية الهشة) عوامل مُسببة لظاهرة الفيضانات في الحوض النهري لفركلة (Thornes, 1996). ومن ثم تتفاعل الطبيعة الجغرافية، والأنشطة البشرية في نشأة ظاهرة الفيضانات، وتتضافران لتعطيا للظاهرة بعدًا سوسيو–مجاليًّا خطيرًا (Bradshaw & Weaver, 1993; Parker, 2000; Alexander, 1993).

هذا وتتمثل العوامل المساعدة على نشأة وتفاقم خطر الفيضانات بواحة "فركلة" في مجموعة من العناصر، منها:

- **أثر المناخ المتقلب في تفاقم المخاطر البيئية:**

تندرج منطقة "فركلة" ضِمن المناخ الصحراوي، الذي يتميز بتعاقب فصلين: حار وجاف – بارد ورطب أو بارد وجاف. لكن السنوات الأخيرة شهدت المنطقة عدم استقرار مناخي كبير، وكان للتقلبات المناخية التي عرفتها المنطقة تأثيرات سلبية على عِدة مستويات نتيجة لتوالي سنوات الجفاف، وأيضًا حدوث أمطار استثنائية تميزت بعنف وقوة غير مسبوقين، وارتفع منسوب أودية واحة "فركلة" على نحو مفاجئ (شكل ١)، مما أدى إلى حدوث انجرافات، وسيول قوية تسببت في تدمير المنازل (لوحة ١)، وأتلفت المزروعات، وأزهقت أرواحًا بشرية وحيوانية. (Grove, 2004; Törnqvist & Hijma, 2012).

شكل (٣): عدم انتظام الصبيب في بعض محطات حوض جريس



المصدر: وكالة الحوض المائي بالرشيدية، ٢٠٢١، بتصرف.

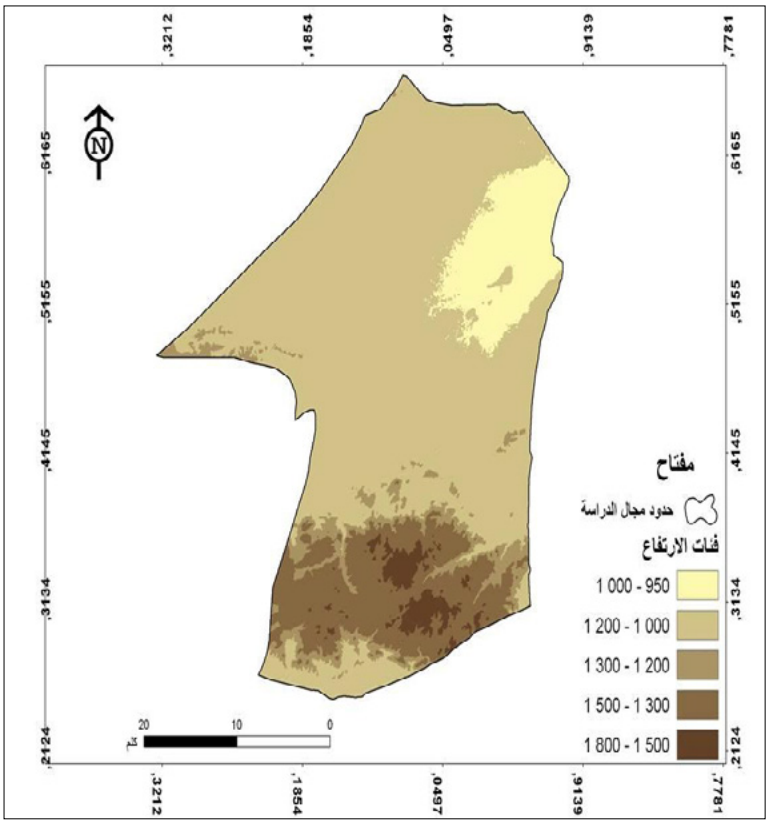
صورة ٣: حالات الفيضانات المدمرة بواحة فركلة سنة ٢٠٠٥ (أسرير بفركلة العليا)

المصدر: تم التقاط الصور بعدسة الباحث ٢٠٠٥.

- **دور العامل الطبوغرافي في حدوث الفيضانات:**

تتدخل العوامل الطبوغرافية بشكل مباشر في خلق تباينات في الوحدات التضاريسية، مما ينعكس على طبيعة السطح، (Gartet Abdelghani, 2007) كما أن تدرج الانحدارات من الجنوب باتجاه الشمال يُساهم في الدينامية النشطة لحركة الانزلاقات في منطقة "فركلة" العليا، ويساعد على تسريع وتيرة تحطم وانهدام الضفاف على طول وادِ "فركلة"، وواد "تانكرفة"، و"واد السات" (صورة ٤، ٥)، مما يُسهل عملية حدوث الفيضانات بسرعة. وعليه، فإن توزيع قيم الانحدارات يُحدد طريقة تجمع المياه، والسلوك الهيدرولوجي الذي ينتج عنه توزيع الفيضانات (قجاج عبد الرحيم، ٢٠٠٧). ويعتبر القسم الشمالي من الواحة أكثر عُرضة لخطر الفيضانات نظرًا لكونه أقل ارتفاعًا مقارنة بالقسم الجنوبي كما تُبين الخريطة التالية:

خريطة (٤): توزيع قيم الانحدارات بواحة "فركلة"



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على النموذج الرقمي للارتفاعات ونُظم المعلومات الجغرافية ArcGis

صورة (٤)، و(٥): انهيار ضفاف الأودية بحوض جريس سنة ٢٠٢٤

المصدر: تصوير شخصي، ٢٠٢٤.

- **كثافة الشبكة الهيدروغرافية وضعف الغطاء النباتي مما يُزيد خطر نشأة الفيضانات:**

تُعرف واحة "فركلة" بالتراجع والتدهور الكبيرين في غطائها النباتي، مما يعكس تأثيرات تغير المناخ، والأنشطة البشرية المتزايدة في المنطقة (Smith, 2020). كما تتميز طبيعة منطقة "تنجداد" بتضاريسها المعقدة، والانحدارات

القوية في الجنوب، نتيجة لكثافة الشبكة المائية التي تخترق المجال الجغرافي (Jones, 2019). إذ تلعب هذه الشبكة المائية، بالإضافة إلى ضعف الغطاء النباتي، دورًا مهمًا في ديناميكية الجريان السطحي عند حدوث الفيضانات في المنطقة، مما يُزيد خطر حدوث الكوارث الطبيعية، وتأثيرها في السكان المحليين (Brown et al, 2021). كما تُساهم هذه الأودية في التعرية الجانبية على ضفاف أودية "فركلة"، مثل: "فركلة"، و"السات"، و"تانكارفة"، مما يؤثر في استقرار الأراضي الزراعية والبنية التحتية في المنطقة (White, 2018).

صورة (٦): توزيع الغطاء النباتي بواحة "فركلة"

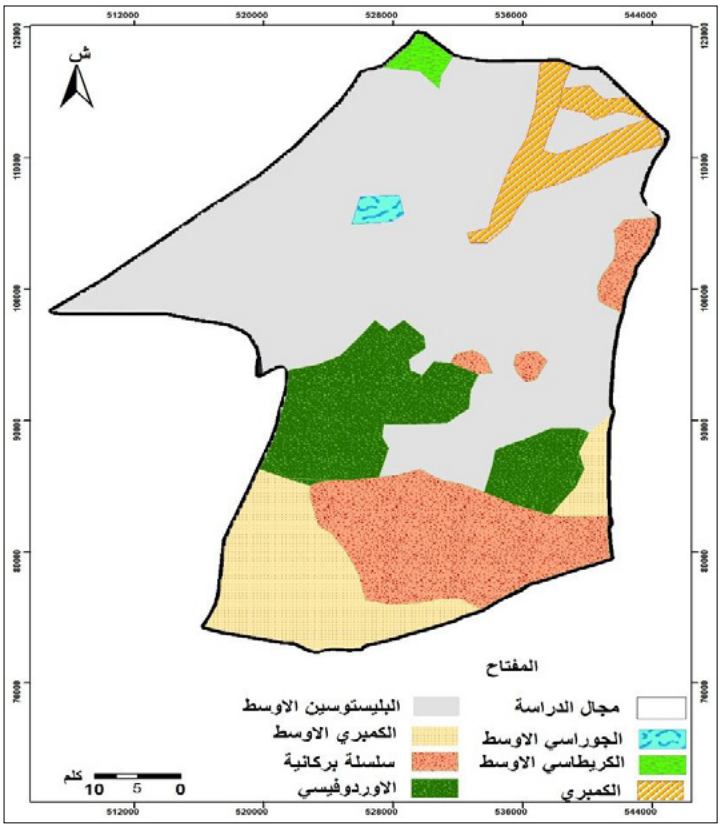
المصدر: Google Earth, 2024، بتاريخ ٢٠٢٤/١٢/٢٠.

- **أثر البنية الجيولوجية لا يسمح بتسرب الماء في الغالب:**

تعاني البنية الجيولوجية للمنطقة من قِلة تسرب الماء في معظم الأحيان. بالاستناد إلى معطيات الخريطة الجيولوجية، ونتائج العمل المخبري، يتبين أن المنطقة تسودها صخور هشة ذات نفاذية ضعيفة، مما يجعلها عُرضة بشكل كبير لتأثيرات الأمطار الغزيرة، وتغير المناخ (Dupont et al, 2017). بالإضافة إلى ذلك، فإن الانخفاض في نسبة تسرب الماء داخل التربة في سهل "فركلة" يؤثر بشكل كبير على ديناميكية الجريان السطحي، ويُساهم في حدوث

تآكل الأراضي (Martin & Lefebvre, 2019). وتلعب هذه العوامل دورًا مهمًا في تفاقم المشاكل البيئية، وتحديات إدارة الموارد المائية في المنطقة (Lambert, 2020).

خريطة (٥): التكوينات الجيولوجية بواحة "فركلة"

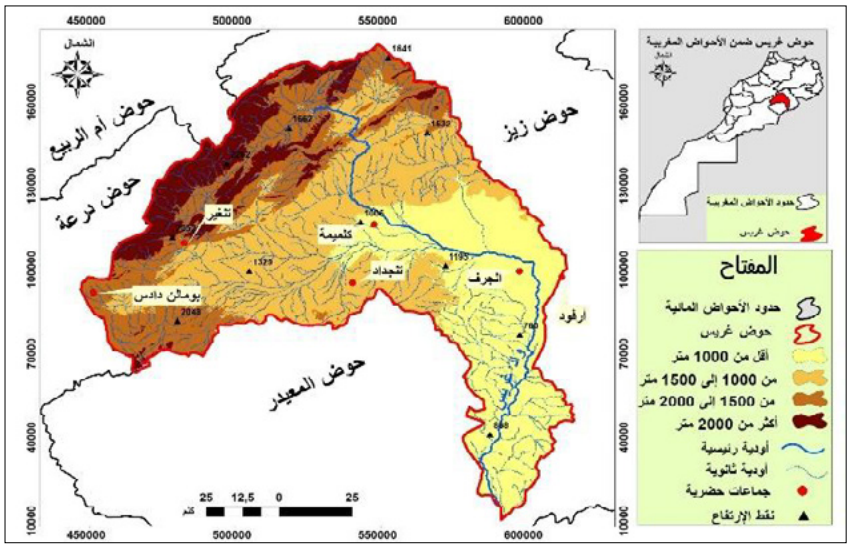


المصدر: عمل شخصي باعتماد نظام المعلومات الجغرافية ArcGis.

- **أثر طبوغرافية الحوض النهري في حدوث الفيضانات:**

إن الانحدارات القوية في جنوب الواحة، وضعف الغطاء النباتي، واتساع مساحة الحوض التي تقدر بحوالي ١٥١٥٠٧ هكتار (Akarajai, 1981)، بالإضافة إلى الارتفاعات الكبيرة للموقع، وكذلك الأمطار الغزيرة التي تشهدها في بعض الحالات، كلها عوامل تُساهم في حدوث الفيضانات. فالحوض النهري، بفضل شكله الهندسي (حوض نهري ذو شكل شبه دائري)، يُشكل استجابة سريعة للأمطار، وبالتالي وصول المياه في وقت قصير إلى كل من وادِ؛ "فركلة"، و"تانكرفة"، و"السات"، مما ينعكس على ارتفاع الصبيب (تدفق المياه). كما يتميز الحوض ذو الشكل الهندسي المستطيل بتصريف متفاوت للمياه، مما يؤدي إلى استمرارية في تزويد أودية "فركلة" بسيول مائية إضافية (Smith, 2002; Johnson, 2010).

خريطة (٦): الشكل الهندسي لحوض جريس



المصدر: من إعداد باعتماد نُظم المعلومات الجغرافية Arc Gis.

ومن ذلك يتضح أن العوامل الطبيعية تُفاقم من خطر الفيضانات في واحة "فركلة": فالمناخ الصحراوي المتقلب يؤدي إلى سقوط أمطار استثنائية، والعوامل الطبوغرافية تُسرع من حركة المياه، والانزلاقات، بالإضافة إلى شبكة هيدروغرافية كثيفة، وضعف الغطاء النباتي، مما يزيد ديناميكية الجريان السطحي، والتعرية الجانبية للأودية. كما تُسهم البنية الجيولوجية الهشة، وشكل الحوض النهري في زيادة الفيضانات، حيث تتجمع المياه بسرعة وتُصرف ببطء.

المحور الثالث: دور الأنشطة البشرية غير المسئولة في نشأة وتفاقم المخاطر البيئية بواحة "فركلة"

رغم الدور الذي تلعبه العوامل الطبيعية في تفاقم خطر الفيضانات بواحة "تنجداد"، يبقى التدخل البشري غير الرشيد من العوامل الرئيسة المسؤولة عن نشأة المناطق الهشة، والمهددة بخطر الفيضان داخل المنطقة، ولعل من أهم هذه العوامل: سياسات التخطيط التي هيمنت عليها الانتقائية، والمقاربة القطاعية، إذ عملت سياسات التخطيط على تهميش العالم القروي، والاهتمام أكثر بالمناطق الحضرية، كما أنه مع التطوير العمراني وطول فترات الجفاف خلال ثمانينيات القرن العشرين ظهر التوسع، والتطاول على المناطق الطبيعة، وتم تعبيد الطرق، وردم المنخفضات، والترخيص للبناء في قارعة وبطون الأودية، وعلى ضفافها إلا أن قوانين الطبيعة المناخية، وطبوغرافية المنطقة لم تسمح بهذا التوسع العمراني أن يدوم (محمد أزهار ٢٠١٠) .

صورة (٧)، (٨): خسائر فيضان واد تانكرفة بمركز أسرير سنة ٢٠٠٥.

المصدر: تصوير شخصي، سنة ٢٠٠٥.

تتميز واحة "فركلة" بانتشار كثيف للقنوات الرئيسة والثانوية التي أنشأها الإنسان لري الأراضي الزراعية، والتي تنطلق من الأودية الرئيسة (صورة رقم ٩، ١٠). إلا أن كثافة انتشار هذه الشبكة، واختراقها في كثير من الأحيان للتجمعات السكنية كان سببًا رئيسًا لغمر بعض المناطق بمياه الفيضانات في قصر "تغفرت"، و"تالالت"، و"تايرزة" وغيرها، خاصة عندما تأتي الفيضانات في وقت متأخر من الليل، وتصادف إغلاق المخارج التي تُصرف المياه الزائدة.

صورة (٩)، (١٠): سدود تحويلية للمياه

المصدر: جمعية واحة فركلة للبيئة والتراث، سنة ٢٠١٨.

كذلك يعتبر الفقر من بين الأسباب الرئيسة التي تدفع الأفراد إلى السكن في المناطق المهددة بالمخاطر بنسبة ٦٤٪ نظرًا للأوضاع المادية، والاجتماعية. كما أظهرت الدراسة الميدانية رصد مجموعة من الأنشطة العشوائية سواء في شكل مشاريع تهيئة تفتقد إلى الفعالية، أو من طرف الأفراد بوعي أو بدون وعي، مما أثر سلبًا على الموقع والبيئة.(خويا عبد الصمد، ٢٠٢٢) على سبيل المثال، القناطر المهيأة على طول واد "فركلة" لا تتناسب مع فترات الأمطار الاستثنائية مما يؤدي إلى اختناق مجرى الوادي(صورة ١١).

صورة (١١): إحدى قناطر وادي فركلة

المصدر: تصوير شخصي، سنة ٢٠٢٤.

إضافة إلى ذلك، تُوجد مجموعة من الحواجز في مجرى الأودية تعرقل الجريان، كما هو الحال في منطقة "تانجيرت" بين "كردميت"، و"تغفرت"، كذلك يتم إفراغ الأتربة ومخلفات البناء في الأودية. إضافة إلى أن نسبة كبيرة من سكان هذه المناطق قاموا ببناء منازلهم دون الحصول على رخصة بناء، وذلك في ظروف من التساهل، واللامبالاة التي شجعت على تفشي ظاهرة السكن العشوائي في المناطق الزراعية المهددة بمخاطر الفيضانات.

تلخيصًا لما سبق، فإنه رغم تأثير العوامل الطبيعية على نشأة الفيضانات في واحة "تنجداد"، فإن التدخل البشري غير الرشيد يُعتبر العامل الرئيس لنشأة المناطق الهشة المهددة بالفيضانات. وتهميش القرى والتركيز على الحضر، والتوسع العمراني غير المنظم، وغياب التخطيط السليم، وتلك العوامل ساهمت جميعها في زيادة المخاطر. كما أن انتشار القنوات الريفية دون تخطيط، وسوء إدارة البنية التحتية، مع بناء المنازل دون رخص قانونية في المناطق الفيضية، أدى إلى تزايد حِدة المشكلة.

المحور الرابع: الإجراءات التي تم العمل بها للتخفيف من المخاطر الهيدرومناخية

أمام استفحال وتفاقم المخاطر الهيدرومناخية، قامت السلطات العمومية بمجموعة من التدخلات والتدابير الرامية إلى معالجة هذه الظاهرة المعقدة عبر مشاريع وبرامج قطاعية متعددة، من ضمنها:

- **إنشاء وكالة الحوض المائي (كير – زيز – جريس – معيدر)**: المسؤولة في المقام الأول عن تدبير المقنن المائي العمومي بما فيها مياه المخاطر الهيدرومناخية في الأحواض المائية (زيز – كير – غريس – معيدر). كما تُوكل للوكالة مَهمة إنجاز المنشآت الفنية مثل: السدود، والحواجز للحماية من المخاطر الهيدرومناخية، وأيضًا إجراء الدراسات اللازمة لذلك، مثل: دراسات حماية مراكز: "الرشيدية"، و"بوذيب"، و"أرفود"، و"الريصاني"، و"مرزوكة" من المخاطر الهيدرومناخية، والتي أُوكلت لمكتب CAADI: Compagnie)

d'aménagement agricole et développement industriel) ONA. (وكالة الحوض المائي، ٢٠١٦) بالإضافة إلى الوكالة الوطنية لتنمية مناطق الواحات، وشجر الأركان، والجماعات القروية لفركلة. أضف لذلك أن الوكالة أيضًا عضو في اللجان الإقليمية للتعمير، ولها دور حاسم ورأيها ملزم.

- **وضع مجموعة من القوانين:** مثل قانون الماء ٣٦/١٥، الذي يهدف إلى محاربة المخاطر الهيدرومناخية والوقاية منها، وقانون التعمير ١٩/٩٠، وقانون ٩٠/٢٥ الخاص بالتجزئات العقارية، والمجموعات السكنية، بهدف تنظيم قطاع التعمير، ومحاربة السكن غير اللائق. بالإضافة إلى مجموعة من القرارات الخاصة بالوقاية من تهديدات المخاطر الهيدرومناخية. كما عملت السلطات العمومية على إصدار قوانين تخص حماية البيئة مثل قوانين ٠٣/١١، ٠٣/١٢، ٠٣/١٣، وقانون ٠٠/٢٨ الخاص بتدبير النفايات الصلبة.
- **بناء مجموعة من الحواجز (الجدران) على طول الأودية:** للتخفيف من حدة المخاطر الهيدرومناخية، ومنع تهدم ضفاف الأودية. وإنشاء مجموعة من قنوات السقي بمياه الفيض التي تخترق مجال الواحة الرئيس منها والثانوي. حيث جاء إنشاء هذه السواقي استجابة لهدفين أساسيين: **أولًا**، حماية قصور "فركلة" ("أسرير"، و"تغفرت"، و"تالالت"، و"أيت معمر"، وغيرها) من المخاطر الهيدرومناخية، **ثانيًا**، تحويل المياه الزائدة إلى سهل "فركلة" لسقي الحقول. لكن الإهمال الذي طال بعض هذه السواقي، وعدد من العيوب التقنية، وتوالي سنوات الجفاف، عرضها للردم في مواقع كثيرة، وانتشار تكوينات نباتية لأسفل السواقي، الأمر الذي أدى إلى تغيير وظيفتها بشكل كُلي فأصبحت تُهدد عِدة قصور بخطر الفيضانات.
- **مشروع إعادة تأهيل قطاع التطهير السائل بـ "تنجداد":** مشروع تصريف مياه الأمطار على طول حوالي ١٥٠٠ متر، والذي انتهت أشغاله سنة ٢٠١٥، بهدف تصريف المياه المستعملة، ومياه الأمطار داخل المواقع الحضرية، وإعادة استخدام مياه الأمطار في سقي الأراضي الزراعية.
- **نظام صرف الطوارئ:** يهدف إلى إقامة نظام خاص من القنوات التي تنطلق من المجرى الرئيس لاحتواء الفائض من المياه، وتحويله إلى مجاري فرعية. (أكريمي عبد الكريم، ٢٠١١) في واحة "فركلة"، تنتشر هذه القنوات على طول وادِ "فركلة" بشكل موازٍ للوادِ، إلا أنها شهدت خلال السنوات الأخيرة انهيار ضفافها بسبب توسع مجرى الوادي على حسابها، وتوجيه المياه نحو بحيرات طبيعية أو اصطناعية مثل: بحيرة "سغجي"، و "بمرزوكة" التي أُنشئت من طرف (ORMVA–TF) بين ١٩٧٩ –١٩٨٠ وتصل طاقتها إلى ٣ ملايين م^{٣}.

التوصيات:

رغم التدابير والتدخلات القطاعية سالفة الذكر، فإن واقع الحال يؤكد أن المنطقة لا تزال تشهد اختلالات عِدة، مما يُبرز قصور، ومحدودية التدخلات في هذا الإطار. بناءً على ذلك تُوصي الدراسة بما يلي:

- سن قانون خاص لمواجهة المخاطر الطبيعية والتأمين ضدها.

- تحديث قوانين التعمير، وسياسات التخطيط، وملاءمتها مع التطورات.
- تفعيل القانون وآليات المراقبة.
- إنشاء وكالة وطنية لمواجهة المخاطر الطبيعية.
- تعزيز دور المؤسسات المحلية في مواجهة المخاطر.
- تنفيذ تدابير عملية لتقليل المخاطر، والحد من الهشاشة، مثل: بناء سدود، وأحواض لجمع المياه لتقليل سرعة وقوة الجريان، وتهيئة الضفاف.
- تعميم شبكة الصرف الصحي على القصور المجاورة للمدينة.
- إنشاء جمعيات تُعنى بالبيئة داخل القصور، وتقديم الدعم لها، وتحفيزها على توعية السكان بأهمية المحافظة على البيئة، مثل: جمعية الواحة للمحافظة على البيئة والتراث.

الخاتمة:

بناءً على ما تم عرضه في هذه الدراسة حول العوامل المؤدية للفيضانات في واحة "فركلة"، يُمكن القول إن العوامل الطبيعية، والبشرية يُسهمان بشكل كبير في تفاقم هذه الظاهرة. فتغير المناخ يترتب عليه ظواهر متطرفة، إلى جانب الطبيعة الجيولوجية المعقدة، وضعف الغطاء النباتي، تلعب دورًا أساسيًّا في زيادة خطر الفيضانات في هذه المنطقة الهشة. من جِهة أخرى، تُسهم الأنشطة البشرية مثل: التوسع العمراني غير المنظم، واستخدام الأراضي العشوائي في زيادة تعرض المنطقة لهذه المخاطر.

أما من ناحية الحلول والتقنيات المبتكرة، فقد أظهرت الدراسة أهمية تبني استراتيجيات شاملة لإدارة المخاطر، تشمل تحسين البنية التحتية، وتعزيز سياسات إدارة الموارد المائية، وتفعيل آليات الإنذار المبكر. كما أن تبني حلول تكنولوجية مثل: استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) سيساهم في تحديد المناطق المهددة والتقليل من الخسائر الناتجة عن الفيضانات.

وختامًا، يتضح أن الحد من تأثيرات الفيضانات في واحة "فركلة" يتطلب تضافر جهود جميع الجهات المعنية، من مؤسسات حكومية، ومنظمات بيئية، وسكان محليين، بهدف تعزيز الوعي البيئي، وتنفيذ سياسات فعالة تضمن استدامة الموارد الطبيعية، وحماية حياة السكان، والبنية التحتية.

قائمة المراجع:

أولا المراجع العربية:

١. ابن أبي زرع،(١٩٧٣)، الأنيس المطرب بروض القرطاس في أخبار ملوك المغرب وتاريخ مدينة فاس (تحقيق إحسان عباس)، دار الثقافة.
٢. أكريمي عبد الكريم، (٢٠١١)، "المخاطر البيئية بحوض زيز السفلي: نموذج الفيضانات"، **رسالة الماجستير في الجغرافيا**، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، ظهر المهراز –فاس.
٣. بويحياوي عبد العزيز، (٢٠١٣)، إسهام في دراسة التشخيص الترابي لواحات تافيلالت: المقومات والتدخلات والآفاق المستقبلية، **أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا**، وحدة التكوين: تهيئة المناطق الهشة، الوقاية وتدبير المخاطر، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، فاس سايس.
٤. الحافيط إدريس، (٢٠٠٦)، "نشأة وتدبير الأخطار الهيدرولوجية داخل المدارات الحضرية حالة وجدة وبركان والسعدية (المغرب الشرقي)"، **أطروحة لنيل الدكتوراه في الجغرافيا**، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس –فاس.
٥. خويا عبد الصمد، (٢٠١٦)،"المناطق الهشة وتدبير المخاطر البيئية بواحة فركلة بتافيلالت"، **بحث لنيل شهادة الماجستير**، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية.
٦. قجاج عبد الرحيم، (٢٠٠٧)، "الأخطار الطبيعية بالمدار الحضري وشبه الحضري لتازة: النشأة والانعكاسات والتهيئة الحضرية، رسالة لنيل دبلوم الدراسات العليا المعمقة في الجغرافيا، **رسالة ماجستير المخاطر البيئية**، والوقاية، والتنبؤ، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس – فاس.
٧. القرسي عبد الرحيم،(١٩٣٣)، مخطوط غير منشور، محفوظ بزاوية سيدي بوبكر، الريصاني، المغرب.
٨. مجهول. (د.ت). الإحياء والانتعاش في ترجمة سادات زاوية آيت عباس، مخطوط غير منشور، محفوظ بخزانة زاوية آيت عباس، المغرب.
٩. مديرية هندسة المياه بالرشيدية،(٢٠١٦)، الحكامة عن طريق التدبير المندمج للموارد المائية في المغرب، رافعة أساسية للتنمية المستدامة، مطبعة سيباما، المغرب.
١٠. وكالة الحوض المائي بالرشيدية،(٢٠٢٠)، دراسة تحيين المخطط المديري للتنمية المندمجة للموارد المائية للأحواض المائية لكير زيز غريس ومعيدر.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

1. Agha, K., & Ozer, S, (2012), Flood hazard assessment in semi-arid regions: A case study from Morocco. Journal of Hydrology, 405(1–2), 123–137.
2. AKARAJAI, L, (1981), Étude hydrogéologique de la plaine de Toudgha-Ferkla. Centre National de Documentation, Rabat, Réf. 81-464 F1 et F2.
3. Alexander, D, (1993), Natural disasters, UCL Press.
4. Alpert, P., Ben-Gai, T and others, (2002), The Paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall despite decrease in total values, Geophysical Research Letters, 29(11), 1536, available at: https://doi.org/10.1029/2001GL013554
5. Bradshaw, M., & Weaver, R, (1993), Physical geography: An introduction to Earth environments. Mosby.
6. Brown, A., Johnson, L., & Davis, P, (2021), Flood dynamics and risk management in desert regions. Natural Hazards Journal, 33(4), 340–357.
7. Chamayon, J., Pascon, P., & Margat, J, (1982), Hydrologie et développement des oasis au sud-est marocain. CNRS.
8. Conseil Économique, Social et Environnemental (CESE), (2014), Le rapport sur la gestion intégrée des ressources en eau au Maroc: levier du développement durable. Rabat.
9. Dubois-Maury, J., & Haline, Cl, (2004), Les Risques Urbains (2e Ed.). Armand Colin.
10. Dupont, A., Durand, P., & Leroy, M, (2017), Géologie des régions arides: Études de cas et perspectives. Presses Universitaires de France.
11. Gaume, E., & Bouvier, C (2014). Analysis of flood risks and vulnerabilities in semi-arid areas: A comparative study. Journal of Environmental Management, 138, 94–104.
12. Gartet, A. (2007). Risques naturels, anthropiques et technologiques dans l'agglomération de Fès et son arrière-pays: Aménagement et gestion (Thèse de doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, FLSH Sais-Fès).
13. Grove, A. T, (2004), The changing environment of the Nile Basin and Northern Africa: Implications for future water resources development. Hydrological Sciences Journal, 49(4), 585–600, available at : https://doi.org/10.1623/hysj.49.4.585.54430
14. Hammouni, B, (2000), Étude Hydrogéologique Du Bassin Du Ferkla, Région De Tinjdad (Mémoire De Maîtrise, Faculté Des Sciences Et Techniques, Errachidia).
15. Hirschboeck, K. K, (1988), Flood hydroclimatology. In V. R. Baker, R. C. Kochel, & P. C. Patton (Eds.), Flood geomorphology (pp. 27–49). Wiley.
16. Jones, M, (2019), Geomorphological characteristics of arid landscapes, Earth Science Reviews, 28(2), 105–120.
17. Lambert, E, (2020), Gestion des ressources hydriques dans les zones semi-arides, Cahiers de l'Environnement, 27(1), 56–70.
18. Martin, J., & Lefebvre, C, (2019), Impacts des particules fines sur les dynamiques de ruissellement. Revue Française de Géotechnique, 45(2), 134–150.
19. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, (2003), Stratégie d'aménagement et de développement des oasis marocaines.
20. Parker, D. J, (2000), Floods. Routledge.

21. Petley, D. N, (2010), Land use change and flood risk. Journal of Flood Risk Management, 3(2), 126–136.
22. Smith, J, (2020), Impact of climate change on vegetation in arid regions. Journal of Environmental Studies, 15(3), 210–225.
23. Smith, K., & Ward, R. (1998). Floods: Physical processes and human impacts. Wiley.
24. Thornes, J. B, (1996), Environmental management of Mediterranean desertification: The case of Fuerteventura. Land Degradation & Development, 7(4), 339–357.
25. Törnqvist, T. E., & Hijma, M. P, (2012), Links between early Holocene ice-sheet decay, sea-level rise and abrupt climate change. Nature Geoscience, 5, 601–606, available at : https://doi.org/10.1038/ngeo1536
26. White, R, (2018), Soil erosion and conservation in semi-arid environments. Land Degradation & Development, 22(1), 45–60.
27. World Bank, (2014), Managing flood risk in developing countries. Washington, DC: World Bank Publications.
28. World Bank, (2014), Natural disasters in the Middle East and North Africa: A regional overview. Washington, DC: World Bank.
29. Zerhoun, M, (1999), Contribution à l'évaluation du processus de la désertification dans la région d'Er-Rachidia (cas de la commune rurale de Ferkla Soufla) (Mémoire de 3e cycle, École Nationale Forestière d'Ingénieurs).

ملحق (١)

استمارة موجهة لفئة مستعملي مياه الري

رقم الاستمارة		القصر او الدوار
التاريخ		الجنس
الجماعة		السن

١- ما هو مصدر الماء المستعمل في الري؟: خطارة ☐ بئر ☐ عين ☐ مياه الفيض ☐ آخر ـــــ

٢- طريقة السقي : الغمر ☐ قطرة قطرة ☐ الرش ☐

٣- طبيعة الملك : الشراء ☐ الكراء ☐ ملك خاص ☐

٤- نوع الحيازة: ملك ☐ كراء ☐ شراء ☐

٥- المجال المسقي : أراضي بورية ☐ واحة قديمة ☐ واحة جديدة ☐

٦- في أي فترة من اليوم تقوم بعملية السقي؟ الصباح ☐ بعد الظهيرة ☐ المساء ☐ الليل ☐

٧- سنوات جفاف الموارد المائية :_____

- سلوكات اتجاه الاقتصاد في الماء واستراتيجيات التكيف. (تدبير الفلة)

٨- هل تعتبر مياه السقي كافية؟ نعم ☐ لا ☐

٩- هل تفكرون في طرق لجلب مياه السقي ؟ ما هي _____

١٠- هل تعرفون طرق اقتصاد الماء؟ نعم ☐ لا ☐

١١- إذا كان الجواب نعم ، ما هي هذه الطرق ؟ الرش ☐ الموضعي ☐ وسيلة أخرى _____

١٢- ما هو تاريخ استعمال هذه الوسيلة؟ ـــــ هل هذه الطريقة فعالة ؟ و لماذا؟ _____

١٣- ماهي الاكراهات التي تعرقل انجاز تقنيات الاقتصاد في الماء؟ _____

١٤- هل استهلاك ماء الري مرتفع؟نعم ☐ متوسط ☐ لا ☐ هل ترى ضرورة اقتصاد ماء الري؟نعم ☐ لا ☐

١٥- هل هناك تدخلات همت الموارد المائية؟ نعم ☐ لا ☐

١٦- ما هي الجهة المتدخلة؟ مصالح تقنية ☐ الجماعة ☐ مجهودات فردية ☐ جمعيات ☐ آخر _____

١٧- كيفية التدخل : الاصلاح ☐ الحفر ☐ تعميق ☐ تجهيز بوسائل الضخ ☐ آخر _____

القيمة المادية للتدخل_____ بالدرهم تاريخ الاستفادة من التدخل _____ شروط الاستفادة من التدخل_____

_____

١٨- هل أنت راضي على هذا التدخل ؟ نعم ☐ لا ☐ لماذا _____

١٩- هل شاركت في هذه العملية ؟ نعم ☐ لا ☐ المدة التي استغرقها التدخل : _____

٢٠- طبيعة المشاكل التي تعرقل التدخل: مادية ☐ إدارية ☐ طبيعية ☐ تقنية ☐

٢١- كيف ترى هذا التدخل ؟ ناجح ☐ ترقيعي ☐. لماذا؟ _____

٢٢- ما هي أهم مشاكل التزود بالماء؟ مشكل الطاقة ☐ قلة الماء ☐ مشكل التضوب ☐ آخر _____

- سلوكات تجاه تدبير تدبير الوفرة (مياه الفيض)

٢٣- هل يتم الاستفادة من مياه الفيض ؟ نعم ☐ لا ☐ في حالة نعم، كيف يتم تدبيرها ؟ .....

.....

٢٤- طبيعة السواقي المستعملة: ترابية ☐ إسمنتية ☐

٢٥- هل سبق التعرض لخطر الفيضانات؟ نعم ☐ لا ☐ في حالة نعم في أي سنة: .....

٢٦- هل لحقكم خسائر بسبب الفيضانات؟ نعم ☐ لا ☐ في حالة نعم ما طبيعتها؟ مادية ☐ بشرية ☐

٢٧- ما المشاكل التي يعرفها تدبير هذه الموارد ؟ .....

٢٨- ما الحلول المقترحة لتدبير مياه الفيض ؟ .....

٢٩- أهم المشاكل الأخرى التي تعاني منها الفلاحة بغض النظر عن الماء : .....

٣٠- ما دور العمل الجمعوي في تدبير مياه الري؟.....

٣١- أهم الحلول المقترحة لتجاوز مشكل الماء و التأقلم مع التغيرات المناخية :.....

Abstract:

This study examined the hydro-meteorological hazards in the Southern Ghris basin in Morocco, focusing on the natural and human factors contributing to their escalation. A field methodology included direct observation, bibliographic and statistical research, and interviews with residents and regional stakeholders. The findings revealed that hydro-meteorological hazards in the area are increasing significantly due to climate change, unregulated urbanization, and soil degradation. It was also determined that the existing infrastructure is inadequate to manage the rising risks. This underscores the importance of implementing effective measures to improve risk management and raise public awareness, focusing on developing environmental and urban systems to safeguard oases from future impacts of hydro-meteorological hazards.

Keywords: Morocco, Ghris basin, hydrometeorological hazards, environment, society

الابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات وتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة

Innovation: A Mechanism to Improve the Governorates' Competitiveness Index and Achieve Sustainable Community Development

مقدم من:

د. سمر سعيد معوض

دكتوراه في التنمية والتخطيط- رئيسة وحدة التنمية المستدامة وباحثة في المكتب الفني لمحافظ الفيوم

Dr. Samar Said Mowad

Doctorate in Development and Planning – Researcher and Head of the Sustainable Development Unit at the Technical Office of the Fayoum Governor

- تاريخ استلام البحث: ١ يوليو ٢٠٢٥
- تاريخ قبوله: ٣٠ أغسطس ٢٠٢٥

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى وصف، وتحليل سياسات، وإجراءات الإدارة المحلية الداعمة للابتكار، ودورها في تحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية في إطار تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ورؤية مصر ٢٠٣٠. اعتمدت الدراسة على منهج **وصفي تحليلي** مدعوم بالمسح الاجتماعي بالعينة، حيث شملت (٣٣٢) مفردة من العاملين، والخبراء في وزارتي التنمية المحلية والتخطيط، إضافة إلى موظفي وحدات التنمية المستدامة، والمراكز التكنولوجية في محافظات (الفيوم– بورسعيد– البحيرة).

وأظهرت النتائج أن تعزيز الابتكار لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات، يتطلب توافر ثلاثة أبعاد رئيسة هي : **المتطلبات التنظيمية** (تطوير التشريعات، واللوائح، والهياكل الإدارية)، و**المتطلبات البشرية** (إعداد كوادر مؤهلة، وصف ثانٍ من القيادات الشابة)، و**المتطلبات المادية** (بنية معلوماتية، ومنصات رقمية، وآليات تواصل فعّالة مع المواطنين). كما كشفت النتائج عن وجود معوقات رئيسة من أبرزها: **ضِعف البنية المعلوماتية، وقُصور التشريعات، وقلة الكوادر المؤهلة.**

كما خَلص البحث إلى أن الابتكار يعد مُدخلًا استراتيجيًّا لتفعيل الحوكمة المحلية، بما يُعزز المشاركة المجتمعية، والشفافية، والمساءلة، ويُعظم الميزة التنافسية للمحافظات المصرية. لذا تُوصي الباحثة بضرورة صياغة رؤية متكاملة تُراعي خصوصية كل محافظة، وتستند إلى مقوماتها الاقتصادية، والاجتماعية لدعم استدامة التنمية المحلية.

الكلمات المفتاحية: الابتكار، مؤشر التنافسية للمحافظات، التنمية المستدامة، البيئة الممكنة للابتكار.

المقدمة:

أضحت الحكومات الحالية في حاجة مُلحة إلى تبني استراتيجيات تنموية مرنة ومبتكرة، تُمكنها من مواجهة الأزمات العالمية المتلاحقة، إلى جانب التحولات الاقتصادية، والتكنولوجية، وما تفرضه من تحديات، لذا اتخذت الدولة المصرية حِزمة من الإصلاحات الشاملة التي تهدف إلى احتواء معدلات التضخم، ودعم مرونة الاقتصاد المصري إلى جانب دعم سياسات العدالة الاجتماعية، وتوفير الحماية للفئات محدودة الدخل فضلًا عن توفير مناخ جاذب للاستثمارات، الأمر الذي استدعى إيجاد سُبل لتحسين الوضع التنافسي لكل محافظة على نحو يدعم خصوصيتها الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية، وزيادة معدلات الإنتاجية على مستوى كل محافظة، ويُحقق التنمية المستدامة.

ومن جانبه، طُرح مؤشر تنافسية المحافظات المصرية سعيًا لتعزيز فرص النمو المتوازن، والتنافسي، وتعظيم عائد المقومات، والموارد المتفردة بكل محافظة، حيث تحتاج كل محافظة بيئة مواتية، وإجراءات مختلفة تتناسب ومستهدفاتها، وتحدياتها، مما يترتب عليه ضرورة ابتكار استراتيجيات تنموية مستدامة، وغير تقليدية، تستند إلى نتائج دراسة، وتحليل الوضع الراهن بكل محافظة.

وبهذا يُعد الابتكار متغيرًا فاعلًا يؤثر في تطوير أدوات التخطيط المحلي، لتفي بمعايير الحوكمة، والتي تتضمن كُلًا من المشاركة المجتمعية، والشفافية، والمساءلة، والمحاسبة وغيرها، مما ينعكس على تحسين كفاءة أداء الإدارة المحلية لا سيما توظيف التكنولوجيا، والذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، وتطوير قنوات الاتصال بالمواطنين، لتعزيز مشاركتهم في إعداد الخطط التنموية التي تعكس أولويات المواطنين واحتياجاتهم، ويتسق هذا الطرح وتوجهات الدولة المصرية ضِمن رؤية مصر ٢٠٣٠، التي تضع آليات واضحة للتخطيط تضمنتها مواد قانون التخطيط العام للدولة رقم ١٨ لسنة ٢٠٢٢.

وانطلاقًا مما تقدم هل تتوفر بالمحافظات المصرية المتطلبات المؤسسية، والبيئية التي تتضمن الكوادر البشرية المؤهلة، والأطر القانونية، والتنظيمية، والإمكانيات المادية، اللازمة لتفعيل الابتكار بالمحافظات، بما يُسهم في تطبيق الحوكمة، والإدارة المحلية الرشيدة، وتعزيزًا لمؤشر التنافسية.

وعليه، يُناقش هذا البحث مفهوم الابتكار، وخاصة الابتكار التنظيمي، ودوره في رفع كفاءة الخدمات العامة مع استعراض بعض التجارب الدولية التي اعتمدت على تطبيق مبادئ الحوكمة المحلية في تطوير نُظم الإدارة المحلية.

أولًا: أهمية الدراسة

تَكُمن الأهمية العلمية للبحث في مساهمته في طرح مفهوم الابتكار بمجال الإدارة المحلية، وتحليل أثره في تحسين مؤشر التنافسية للمحافظات، في إطار جهود الدولة لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، كما يُقدم البحث إطارًا نظريًّا، وتحليليًّا لتصنيف المتطلبات التنظيمية، والبشرية، والمادية اللازمة لتفعيل الابتكار بالمستويات المحلية، الأمر الذي يفتح المجال أمام مزيد من الدراسات المقارنة، والتطبيقية في هذا الحقل المعرفي، مما يُعزز التنظير العلمي

حول العلاقة التفاعلية بين الابتكار، والحوكمة، ومؤشر تنافسية المحافظات، هذا إلى جانب أهمية النتائج التطبيقية، والتي يُمكن أن تُقدم لصانعي القرار رؤى تحليلية قد تُساهم في تطوير آليات عمل، ووحدات التنمية المستدامة، والمراكز التكنولوجية، من خلال تقديم توصيات عملية تتعلق بتطوير البنية المعلوماتية، وإعداد الكوادر البشرية، وتحديث الهياكل الإدارية، وتفعيل مشاركة المواطنين. وبذلك يُشكل البحث أداة عملية لدعم جهود الدولة في تنفيذ **رؤية مصر ٢٠٣٠**، وتحقيق تنمية محلية متوازنة، ومستدامة.

ثانيًا: الهدف من الدراسة

ينطلق البحث من هدف رئيس مؤداه "تحديد متطلبات الابتكار لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية"، ويتفرع منه عدد من الأهداف الفرعية المتمثلة في:

- تحديد المتطلبات التنظيمية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية.
- التعرف على المتطلبات البشرية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية.
- تحديد المتطلبات المادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية.
- استعراض بعض التجارب الدولية التي اعتمدت على تطبيق مبادئ الحوكمة المحلية في تطوير نُظم الإدارة المحلية.

ثالثًا: إشكالية الدراسة

انطلاقًا من ارتباط الإدارة المحلية بحياة المواطن اليومية، فإن الاهتمام برفع كفاءتها هو محور أساسي في برنامج الحكومة المصرية للفترة من ٢٠٢٤ إلى ٢٠٢٧، سعيًا لتحسين جودة حياة المواطن، ومن ثَمَ الاستقرار اللازم لتحقيق النمو الاقتصادي المستدام، والمنشود، لذا فهذا الأمر يتطلب ابتكار استراتيجيات تستند إلى آليات الحوكمة لإدارة المرافق العامة، وتقديم خدمات بمستوى عالٍ من الكفاءة والفاعلية، وتشمل تعزيز مستويات المشاركة المجتمعية، وتفعيل آليات الرقابة، والمساءلة على كافة المستويات.

فقد أرست الممارسات الحالية للإدارة المحلية تطبيق مبادئ، ومعايير الحوكمة في إطار الاستثمار الأمثل لجميع مخرجات قطاعات الدولة المختلفة (القطاع العام، والقطاع الخاص، والقطاع غير الهادف للربح)، بالإضافة إلى مبادرات المواطنين الفاعلين بالمجتمع، إلى جانب تعزيز جودة التشريعات، وسيادة القانون، والمساءلة، والمحاسبية، سعيًا لدعم الاقتصاد المحلي في مواجهة الأزمات الاقتصادية كنتيجة لتعزيز الجودة المؤسسية، والاستقرار الإداري والاقتصادي، حيث التنمية المستدامة التي تعتمد بشكل أساسي على المشاركة المجتمعية، والاستثمار الأمثل للموارد المتاحة، وتجميع الموارد الكامنة داخل المجتمعات المحلية، وتعزيز فرص التنمية الذاتية بالمجتمعات المحلية.

إن تداخل السياسات، والرؤى التنموية يتطلب ابتكار استراتيجيات، وبرامج تنموية تُعزز من قدرة المجتمعات المحلية على احتواء التحديات الاقتصادية، والاجتماعية، والتكنولوجية الحالية غير المسبوقة من ناحية، ورفع مستوى المعيشة للمواطنين، من خلال آليات دعم الاقتصاد المحلي، التي تُعد ركيزة أساسية لتحقيق النمو الاقتصادي على المستوى القومي من ناحية أخرى، وفي هذا السياق، يُطرح الابتكار كأحد المداخل الاستراتيجية، التي تستهدف إعادة صياغة دور الإدارة المحلية بما يُحقق مبادئ الحوكمة من شفافية، ومساءلة، ومشاركة مجتمعية، ويُعزز القدرة التنافسية لكل محافظة وفقًا لمواردها وخصوصيتها.

وتأسيسًا على ما سبق، يَكْمن التساؤل الرئيس للدراسة في: "**ما متطلبات الابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية**"، وذلك في إطار الجهود الحالية لاتخاذ خطوات جادة لتطبيق مبادئ الحوكمة بالقطاع العام، ويتفرع من هذا التساؤل عدد من التساؤلات الفرعية المتمثلة في:

١- ما المتطلبات التنظيمية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية؟

٢- ما المتطلبات البشرية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية؟

٣- ما المتطلبات المادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية؟

رابعًا: المنطلقات النظرية للدراسة

تنطلق الدراسة من مجموعة فرضيات نظرية طرحتها، كلٌّ من نظريتي رأس المال الاجتماعي، والابتكار الاجتماعي، حيث يُقدما تفسيرًا نظريًّا لمصادر الابتكار، وديناميكية عمله في المجتمعات المحلية، وأثره في تحقيق التنافسية بين المجتمعات المحلية، ومن ثَم تحقيق التنمية المستدامة، ويتضح ذلك من خلال الآتي:

١. نظرية رأس المال الاجتماعي (Social Capital Theory):

تفترض هذه النظرية أن العلاقات الاجتماعية القائمة على الثقة، والتعاون المحددة في إطار بعض القواعد، والمعايير المتفق عليها، يُمكن من خلالها إيجاد أعمال مقصودة تُساهم في إشباع الاحتياجات الاجتماعية، بناء عليه فإن عملية التنمية الموجهة للمجتمع المحلي (Community Driven Development: CDD) تقوم على أساس اتباع نهج السعي إلى بناء وتشجيع العمل الجماعي، حيث إنها بحاجة إلى مشاركين على درجة عالية من الثقة، والشفافية، وأن يكونوا قادرين على خلق شبكات اجتماعية لقضاء حوائجهم، وتمنح تلك المشاركة فُرصًا لابتكار خطط تنموية للمشكلات المجتمعية، من ناحية، كما تعمل كآلية لتحقيق مبادئ الحوكمة من ناحية أخرى. **(عبد الحميد، ٢٠٠٤)**

كما تؤكد النظرية على أن شبكات الثقة، والتعاون في المجتمع، هي أساس الأداء المؤسسي لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، لذا يعمل الابتكار كمُحفز لتفعيل رأس المال الاجتماعي داخل المحافظات؛ إذ تُسهم الحلول المبتكرة—

سواء في مجال تقديم الخدمات العامة أو إدارة الموارد أو إشراك المواطنين—في تعزيز الثقة المؤسسية، وتوسيع نطاق الشراكات بين القطاعات المختلفة (العام، الخاص، الأهلي) **(Woolcock and Dudwick, 2006)**.

٢- نظرية الابتكار الاجتماعي (Social Innovation Theory):

تفترض هذه النظرية أن معالجة التحديات الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية المعقدة لا يُمكن أن تتم بالوسائل التقليدية وحدها، وإنما تحتاج إلى ابتكار اجتماعي يتمثل في تطوير حلول جديدة أكثر فاعلية، واستدامة من الحلول السائدة، سواء تَمثل ذلك في منتجات أو خدمات أو نماذج تنظيمية جديدة. ويُنظر إلى الابتكار الاجتماعي كآلية جماعية تُعزز قدرة المجتمعات المحلية على التكيف مع التغيرات، وتحقيق توازن بين الاحتياجات الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية **(Yu, 2017)** .

وتؤكد هذه النظرية على أن الابتكار ليس مجرد عملية تقنية أو اقتصادية، بل هو عملية اجتماعية تشاركية تنشأ من تفاعل المؤسسات الرسمية مع منظمات المجتمع المدني، والقطاع الخاص، والمواطنين أنفسهم. ومن هذا المنطلق، يُصبح الابتكار الاجتماعي مدخلًا لتفعيل الحوكمة التشاركية، عبر صياغة خِطط محلية تستند إلى مشاركة المواطنين، بما يُسهم في زيادة مرونة الإدارة المحلية، وتحقيق مؤشرات تنافسية المحافظات **(Yu, 2017)**.

وبذلك، يُمثل الابتكار الاجتماعي إطارًا عمليًّا لإنتاج حلول غير تقليدية للتحديات التنموية، مثل: قضايا الفقر، والبطالة، وضِعف الخدمات الأساسية، أو إدارة الموارد المحلية بكفاءة، وهو ما يُفضي في النهاية إلى تعزيز القدرة التنافسية للمحافظات، وتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة في أبعادها الثلاثة: (الاقتصادية، الاجتماعية، البيئية).

إن هذه النظريات تُقدم إطارًا متكاملًا لفَهم ديناميكية الابتكار في السياقات المحلية. فمن ناحية، تُبرز نظرية رأس المال الاجتماعي كيف أن الثقة، وروح التعاون، والشبكات الاجتماعية الفاعلة تُمثل قاعدة أساسية لأي عملية تنموية ناجحة، وهو ما يتيح بيئة مواتية لتبنّي الأفكار المبتكرة، وتفعيلها على أرض الواقع. ومن ناحية أخرى، تُظهر نظرية الابتكار الاجتماعي أن قدرة المجتمعات المحلية على الاستجابة للتحديات التنموية لا تكمن فقط في توافر الموارد المادية أو الهياكل المؤسسية، بل في قدرتها على توليد حُلول جديدة، وتشاركية تُعيد تشكيل العلاقات بين الأفراد والمؤسسات، وتفتح مسارات بديلة أكثر استدامة للتنمية.

فهذا التكامل بين النظريتين يسمح للبحث بفهم الابتكار ليس فقط كأداة تقنية أو اقتصادية، بل كآلية مؤسسية، واجتماعية تُعيد بناء جسور الثقة، وتُعزّز الحوكمة الرشيدة، وتُحفّز على التنافس الإيجابي بين المحافظات من خلال استثمار مقوماتها المحلية بكفاءة. ومن ثَم، يُصبح الابتكار، في ضوء المنطلقات النظرية المطروحة حلقة الوصل

بين تعزيز مؤشر تنافسية المحافظات، وبين دفع مسارات التنمية المجتمعية المستدامة، بما يُحقق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية.

خامسًا: منهجية الدراسة

ينتمي هذا البحث إلى **البحوث الوصفية التحليلية**، حيث يستهدف وصف، وتحليل متطلبات الابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية.

كما تم استخدام **المسح الاجتماعي** بالعينة للعاملين بوحدات التنمية المستدامة، والمراكز التكنولوجية، وإدارات الإنتاج، والاستثمار بمحافظات المرحلة الأولى لمشروع إعداد التقارير الطوعية المحلية. (الفيوم، وبورسعيد، والبحيرة)

سادسًا: أدوات جمع البيانات

اعتمدت الدراسة في غالب الأمر على مصادر البيانات الميدانية، للإجابة عن تساؤلات الدراسة وفرضياتها، هذا إلى جانب المصادر المكتبية، وفيما يلي نورد لكم مصادر البيانات الميدانية التي تم الاستعانة بها.

أ- استمارة استبيان للعاملين بوحدات التنمية المستدامة بمحافظات (الفيوم، وبورسعيد، والبحيرة) باستخدام (Google Form).

ب-دليل مقابلة لقيادات للخبراء، والمتخصصين بوزارتي التنمية المحلية، والتخطيط والتنمية الاقتصادية والتعاون الدولي.

سابعًا: حدود الدراسة

أ- **الحدود المكانية:** محافظات (الفيوم، وبورسعيد، والبحيرة)، وذلك لما يميز تلك المحافظات من وجود وحدات للتنمية المستدامة، وأنهم محافظات المرحلة الأولى لمشروع إعداد التقارير الطوعية المحلية، حيث إن لديهم رصد لواقع معدلات مؤشرات التنمية المستدامة بتلك المحافظات، التي يُمكن الاستناد إليها لتحسين مؤشر التنافسية للمحافظات المصرية.

ب-**الحدود الزمنية:** استغرقت فترة جمع البيانات المدة الزمنية ما بين ٢٠٢٥/٣/١ إلى ٢٠٢٥/٤/١٣.

ثامنًا: الدراسات السابقة

استند البحث على مجموعة من الدراسات السابقة، فقد اعتمد على الفرضية التي أطلقتها دراسة **(Torfing and Sorensen, 2016)** ، والتي تُشير إلى أن الابتكار التشاركي في الإدارة المحلية يُمثل أداة فاعلة لتحسين جودة السياسات العامة، وتعزيز شرعيتها من خلال إدماج المواطنين في صنع القرار، كذلك دراسة (حسني، ٢٠٢٢)، والتي أشارت نتائجها إلى جهود وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية والتعاون الدولي لتجهيز البيئة المناسبة لتنفيذ

استراتيجية التنمية المستدامة خطة مصر ٢٠٣٠ بكافة الأجهزة الحكومية، والتي أثرت في تحقيق الشفافية بتلك الأجهزة بنسبة ٧٥.٩٪، وتضمنت تلك الجهود عدة متغيرات تمثلت في (متغير الحكومة المستجيبة، ومتغير إنفاذ القواعد التنظيمية، ومكافحة الفساد، وإنفاذ الموارد المالية).

بالإضافة إلى دراسة **(محرم، ٢٠١٩)**، والتي خَلصت إلى اعتماد الوزارات، والجهات الحكومية الخدمية على صفحاتها بمواقع التواصل الاجتماعي في تقديم، وعرض معلومات عن خدماتها، كذلك أكدت في اعتماد فئات من الجمهور المصري على الصفحات الرسمية للجهات الحكومية على مواقع التواصل الاجتماعي للحصول على المعلومات الخاصة بالخدمات الحكومية، وخاصة الإلكترونية، كما أشارت الدراسة إلى إسهامات الاعتماد على الصفحات الرسمية للجهات الحكومية على مواقع التواصل الاجتماعي في تطوير الأداء الحكومي للتواصل المباشر مع الجمهور، وأوصت الدراسة بالرغم من اهتمام الحكومة بتطوير آليات التواصل مع الجمهور، فإنها تحتاج إلى مراعاة بعض العوامل عند التخطيط لعملية التسويق الإلكتروني للخدمات الحكومية مثل: اختلاف خصائص الجمهور الديموجرافية، وتنوع اتجاهات، وقناعات الجمهور نحو الخدمات الحكومية.

وفي سياق متصل، أكدت دراسة **(بو.زيد، ٢٠١٣)** على أثر الآليات التي تم تطبيقها في بعض الدول العربية تنفيذًا لمبادئ الحوكمة لتكون أكثر تجاوبًا للمساءلة، وتعزيزًا للشفافية، لأجل تقليص دور الحكومة مُقابل مزيد من مشاركة المجتمع المدني، والسلطات المحلية غير الحكومية، لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، كما أوصت الدراسة بمزيد من الإجراءات لتعزيز أبعاد، ومبادئ الحُكم الرشيد لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وأشارت دراسة **(Monios, 2019)** إلى أن الحكومة الأسترالية اعتبرت تطبيق الحوكمة جزءً من أجندة الإصلاح الإداري للمؤسسات الحكومية التي تُقدم الخدمات العامة، وذلك سعيًا لتقديمها بطريقة تُناسب ظروفهم بعد تحديد أولويات الإنفاق الحكومي بمشاركة مُتَلَقْي الخِدمة، من خلال تطبيق مبادئ الحوكمة، كذلك خضوع تلك المؤسسات للمساءلة عن الإنجازات، والإخفاقات بوضع هياكل محاسبية لإدارة المال العام.

أما فيما يتعلق بالمحور الخاص بعرض الدراسات، والبحوث التي تناولت الإدارة المحلية، والتحديات المعاصرة، وكانت من بينها دراسة **(طيفور، ٢٠٢٣)**، التي أشارت إلى ما فرضته الظروف الاقتصادية، والاجتماعية، والأوضاع البيئية غير المسبوقة من أزمات أوجب تضافر كافة الجهود، وتطبيق مزيد من اللامركزية لاتخاذ قرارات لمواجهة تلك الأزمات من خلال دعم، ومساندة، ومشاركة الحكومة المحلية مع منظمات المجتمع، حيث أثبتت نتائج الدراسة وجود علاقة بين مستوى اللامركزية (اللامركزية الإدارية، والمالية، والسّياسية، واللامركزية الجغرافية)، وتحسين إدارة الأزمات، والكوارث بالمجتمعات المحلية.

كما خَلَصَت دراسة **(إسماعيل، ٢٠٠٥)** إلى وجود محددات اجتماعية، واقتصادية، وثقافية تُقيد حجم مشاركة المواطنين لتحقيق التنمية، ويجب أخذها في الاعتبار لتدعيم مشاركة المواطنين، كما أكدت نتائج الدراسة على أن التمويل أحد أهم التحديات التي تُواجه المؤسسات المحلية التي تتصدى لها مشاركة المواطنين.

واتضح من خلال العرض السابق أهمية الابتكار لتطبيق مبادئ الحوكمة، لتطوير نُظم الإدارة المحلية، حيث إن للحوكمة أثر في تحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، وذلك عن طريق الاعتماد على رقمنة الخدمات الحكومية كأحد آليات تقليص احتمالات الفساد الإداري، كذلك تطبيق الشفافية ينعكس على تحديث الخطط الاستراتيجية للحكومات، ما يؤثر في مؤشرات استجابتها لاحتياجات المواطنين، ومن ثَم تحقيق الاستقرار الاقتصادي، والاجتماعي، هذا إلى جانب تجاوب الحكومات للمساءلة المجتمعية، وتحديد مسارات واضحة يتبعها المواطنين لتعزيز هياكل المحاسبية لإدارة المال العام، وتخفيض إخفاقات القطاع العام.

تاسعًا: تقسيم الدراسة

تنقسم الدراسة إلى عدد من المحاور، تتناول من خلالها مفاهيم الابتكار في إطار تنافسية المحافظات لتحقيق التنمية المستدامة، بالإضافة إلى توضيح مفهوم الابتكار، وحوكمة الإدارة المحلية، ومفهوم التنمية المجتمعية المستدامة، كذلك مفهوم تنافسية المحافظات، والانتهاء بعرض وتحليل نتائج البحث، وعائد النتائج على السياسة المحلية.

المحور الأول: مفاهيم الابتكار في إطار تنافسية المحافظات لتحقيق التنمية المستدامة

المحور الثاني: عرض وتحليل نتائج البحث وعائد النتائج على السياسة المحلية

المحور الثالث: النتائج العامة للدراسة، والتوصيات المقترحة

المحور الأول: مفاهيم الابتكار في إطار تنافسية المحافظات لتحقيق التنمية المستدامة

يُعد الابتكار أحد ركائز الإدارة المعاصرة، في ظل التطورات التكنولوجية، وما يترتب عليه من تغيرات سريعة في الاحتياجات الإنسانية، التي خَلقت مستوى من المنافسة بين المؤسسات. فُرض الابتكار كسمة أساسية للاستمرار، ومواكبة التحولات الاقتصادية، والاجتماعية، والسياسية، إلى جانب الاستفادة من الموارد المتاحة (مادية، وبشرية، وتكنولوجية، ومعلوماتية)، للوصول لقيمة مضافة مرتبطة بكيفية استثمارها الاستثمار الأمثل. هذا ويصنف الابتكار داخل المنظمات المختلفة لثلاثة أنواع كما يلي **(محمد، ٢٠١٦)**:

- **ابتكار المنتج:** ويُقصد به تقديم منتج (سلع أو خدمة) جديد أو تطوير منتج حالي، وتغييره بشكل جذري باستخدام تقنيات متقدمة، وأساليب الإنتاج، لتُقابل احتياجات المستهلكين المتنوعة.
- **ابتكار العملية:** وتعنى تطبيق طرق جديدة للإنتاج، والتسويق، بهدف رفع الجودة، وتخفيض التكاليف، وبلوغ رضا المستهلك.
- **الابتكار التنظيمي (الإداري):** يقصد به تحديث الهيكل التنظيمي، وتصميم العمل، بجانب إضافة سياسات، واستراتيجيات المنظمة، وبهذا يتضمن مجموعة من الإجراءات، والعمليات، والسلوكيات التي تؤدي إلى رفع كفاءة الأداء العام للمنظمة، واتخاذ قرارات على أسس تُتيح خيارات متنوعة من خلال إشراك كافة الأطراف المعنية.

أولاً: إشكاليات مفهوم الابتكار

تعددت الرؤى والإرهاصات حول مفهوم الابتكار، وذلك باختلاف السياق القطاعي والمؤسسي، فقد وضح "Schumpeter" أن الابتكار يشير إلى إجراءات، وعمليات، ومسئوليات لاستثمار الأفكار الجديدة للإنتاج أو العمليات أو الإدارة لخلق منتجات أو ابتكار طرق إنتاج لم تكن معروفة بالسوق المستهدفة، لذا يُعتبر مزيجًا من إدارة عمليات الابتكار، وإدارة التغيير، ويتضمن منهجًا عمليًا له قواعد، وتخطيطًا، واستراتيجية عمل، أو هو المحرك الأساسي لمواجهة المستجدات، ومحاولة تجنب المخاطر، والاستفادة من نقاط القوة، وحتى نقاط الضعف التي تُساعد على التغيير الإيجابي خلال فترة زمنية مُحددة، وبأساليب، وطُرق معروفة لتحقيق هدف المؤسسة"، لذا يعتبر المحرك الأساسي للتنمية الاقتصادية **(Schumpeter, 1934)**.

بينما يُشار للابتكار بأدبيات الإدارة "كوسيلة لتحسين جودة الخدمات الحكومية، وتعزيز كفاءة الأداء بالمؤسسات العامة"، حيث عرفه "Osborne and Brown" على أنه نماذج تنظيمية، وإدارية، وتكنولوجية تُمكّن صانعي القرار من تحقيق أهداف الحوكمة بما تتضمنه من مبادئ المشاركة، والمساءلة، والشفافية، وغيرها .(Brown, 2011)

بناء على ما تَقدم فإن مفهوم الابتكار بالقطاع الخاص لا يقتصر على استحداث منتجات أو عمليات، إنما يتطرق إلى استراتيجيات، وأساليب الإدارة بهدف زيادة قُدرة المؤسسات التنافسية، بينما يشار إليه في القطاع الحكومي، والمؤسسات غير الهادفة للربح على أنه استجابة لتحديات إدارية وتنموية، مثل: تحسين فعالية تقديم الخدمة أو تعزيز مشاركة المواطنين. وفي هذا الإطار أكدت تقارير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) أن توظيف الابتكار في الإدارة المحلية يُسهم في رفع مؤشرات الأداء الحكومي، هذا إلى جانب زيادة معدلات إشراك المواطنين في عمليات التنمية (التخطيط، والمتابعة، والتقييم)، لا سيما في مجالات مثل: تصميم السياسات العامة، وتطوير الخدمات الرقمية **(OECD, 2017)**.

لذا تَنْاول الابتكار بوصفه أداة لتفعيل حوكمة الإدارة المحلية، وما يترتب عليه من تعزيز مؤشر تنافسية المحافظات، إنما يتطلب تحليلًا دقيقًا للسياق المحلي، وتُوظّيف الابتكار كوسيلة لتعزيز المشاركة المجتمعية، وتحقيق الاستجابة الفعالة للاحتياجات، وتقديم خدمات بكفاءة، وفاعلية، في إطار جُهود الدولة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة ورؤية مصر ٢٠٣٠.

ثانيًا: مفهوم حوكمة الإدارة المحلية

يتطلب عرض حوكمة الإدارة المحلية تفسير كل من **مفهوم حوكمة القطاع العام**، والذي طُرح كوسيلة للتخفيف من تداعيات ودرء حدوث الأزمات الإدارية، وكاستراتيجية لمكافحة الفساد الإداري، والقضاء على هدر الأموال الحكومية، وذلك من خلال تفعيل دور القيادات المجتمعية، وإتاحة آليات لمشاركة المواطنين في صناعة القرارات، وبذلك يُمكن اعتبار الحوكمة بالقطاع العام بأنها؛ "نظام شامل قائم على الشفافية، يتضمن مقاييس الأداء والإدارة الجيدة، وأساليب رقابية ذات آليات مُعلنة تتيح المساءلة لكافة المستويات الإدارية، مما يؤثر في تحسين عمليات صُنع القرار، ورفع مستوى مصداقية البيانات، والمعلومات، وتسهيل الحصول عليها، لتحقيق الاستقرار الاقتصادي، والاجتماعي على المدى الطويل، وتحقيق المزيد من الديمقراطية". **(كراجه و عريقات، ٢٠٢٢)**

أما فيما يتعلق بمفهوم **الإدارة المحلية:**

فهناك تعريفات عِدة لمفهوم الإدارة المحلية، والتي ترجع إلى اختلاف نُظم الحُكم، وتوزيع السلطات بكل دولة، إلى جانب تباين مستويات اللامركزية المُطبقة بها، في هذا الإطار فَرق الباحثين بين مفهومي الإدارة المحلية "Local Administration"، والحكم المحلي "Local Government"، حيث يُقصد بالإدارة المحلية تحقيق اللامركزية الإدارية، في حين يُشير الحكم المحلي إلى اللامركزية السياسية، والتي تنتشر بدول الاتحادات الفدرالية، فبعض وجهات النظر لا تعترف بوجود تباين بين المفهومين بل أن الإدارة المحلية خُطوة تمهيدية نحو تطبيق الحكم المحلي. **(الشيخ، ٢٠١٥)**

وبهذا يُمكن التمييز بين اتجاهين في تعريف الإدارة المحلية، وهما كالتالي **(البسام، ٢٠١٩)**:

- **<u>الاتجاه الأول</u>:** يُعرف الإدارة المحلية انطلاقًا من وظائفها، والتي تختلف من دولة لأخرى، حيث يشار لها على أنها "مجموعة المؤسسات والكيانات التي أنشأتها الدساتير الوطنية ليس فقط لتقديم مجموعة من الخدمات المحددة في منطقة صغيرة نسبيًّا، ومُحددة من الناحية الجغرافية، وإنما لإدارة شئون تلك المناطق الجُغرافية بسياسات، وقوانين مُستقلة، ولكن بما لا يتعارض والإطار العام للحكومات الفدرالية".

- **الاتجاه الثاني**: يُعرف الإدارة المحلية انطلاقًا من أهدافها، حيث تُعرف على أنها المستوى الأدنى للإدارة العامة، والتي تهدف إلى تمكين المواطنين من المشاركة بفعالية في صنع القرارات التي تؤثر في حياتهم اليومية، وبالتالي تقريب الحكومة من القاعدة الشعبية، بهدف رفع كفاءة وفاعلية الخدمات العامة.

ومما سبق يُلاحظ، أنه بالرغم من تباين الاتجاهين فإنهما اتفقا على أن الإدارة المحلية يتم بمقتضاها نقل قدر معين من الصلاحيات من السُلطة المركزية إلى الهيئات أو المؤسسات اللامركزية "المحلية"، لتحقيق بعض الوظائف العامة تحت رقابة الدولة، وتختلف درجة استقلاليتها تِبعًا لمستوى اللامركزية التي تنص عليها قوانين كل دولة، واختلاف حجم الصلاحيات بمثابة مؤشر لتصنيفها طِبقًا لما ورد بالاتجاهين.

وبناءً على الطرح السابق، يُمكن تعريف الإدارة المحلية على أنها: أسلوب من أساليب التنظيم الإداري لتوزيع وظائف تنفيذية بين السلطة المركزية، والهيئات الإدارية المحلية تِبعًا لتخصصاتها على أساس جغرافي، لتؤدي مهمة محددة تختص بتقديم الخدمات العامة للسكان المحليين تحت رقابة السلطة المركزية، والتي تتطلب توزيع قدر من الصلاحيات لاتخاذ قرارات تشغيلية، حيث تتمتع الوحدات الإدارية المحلية بشخصية اعتبارية في ضوء القوانين المنظمة لهذا الشأن، مع الأخذ في الاعتبار بعض الآليات التي تُمكن السلطة المركزية من المتابعة الإدارية. **(الزغبي، ٢٠٠٣)**

وفي ضوء التعريفات السابقة يُمكن تحديد القواسم المشتركة التي يُمكن من خلالها تعريف الإدارة المحلية على أنها "جزء من النظام العام للدولة منحتها الحكومة المركزية شخصية معنوية، وُجدت لتلبية احتياجات المجتمع المحلي".

واتساقًا لما سبق، يُقصد بالإدارة المحلية "مجموعة الإجراءات التي تتضمن إرساء قواعد، ومعايير تحسين عملية صُنع القرار، لتحقيق الاستقرار الاقتصادي، والاجتماعي، وتحقيق تنمية مستدامة، وعادلة عن طريق تطبيق المبادئ التالية:

- **المشاركة:** والتي تُشير إلى الإجراءات والآليات التي تتخذها الإدارة المحلية لتسهيل مشاركة المواطنين في صناعة القرارات، والتعبير عن أولوياتهم، كذلك تعني المزيد من الثقة، وقبول القرارات السياسية، مما يؤدي إلى زيادة الخبرات المحلية.
- **المساءلة:** توفر آليات تُخْضع صانع القرار في الأجهزة المحلية لمساءلة المواطنين، والأطراف الأخرى ذات الصلة.
- **الشفافية:** إتاحة البيانات، والمعلومات المدققة بسهولة لجميع المواطنين، والأطراف ذات الصلة.
- **الاستجابة:** أن يُترجم برنامج عمل الحكومات أولويات المواطنين كافة دون تمييز، ويهدف إلى سد احتياجاتهم، وجدير بالذكر أن الاستجابة ترتبط بشكل أساسي بدرجة المساءلة التي تستند بدورها على درجة الشفافية، وتوافر

الثقة بين الأجهزة المحلية والمواطن المحلي، وتنعكس على مشاركتهم للحكومة في تحقيق التنمية المجتمعية المستدامة.

ثالثًا: مفهوم التنمية المجتمعية المستدامة

يشير المعنى اللغوي لمصطلح **الاستدامة** إلى الاستمرار والدوام، فهي مصدر الفِعل "استدام"، (اللغة العربية، ١٩٨٦) ويشتمل المفهوم الاصطلاحي **للتنمية المجتمعية المستدامة** على عدد من الاعتبارات الأساسية، منه؛ ١) العمل على الحد من استنزاف الموارد الطبيعية، ٢)الحد من تأثير المخلفات الصناعية على تلوث البيئة بكافة أنواعها، ٣) ضرورة الحرص على استمرار النظام البيئي على نحو متوازن من شأنه الحيلولة دون استنزاف الموارد المتاحة للأجيال القادمة. **(عوض، ٢٠١٣، صفحة ٩١)**

كما أضاف مؤتمر منظمة الزراعة والأغذية العالمية (FAO) تعريف موسع للتنمية المجتمعية المستدامة بأنها "إدارة قاعدة الموارد، وصونها، وتوجيه عملية التغير البيولوجي، والمؤسسي على نحو يضمن إشباع الحاجات الإنسانية للأجيال الحاضرة، والمقبلة بصفة مُستمرة في كل القطاعات الاقتصادية، ولا تؤدي إلى تدهور البيئة، وأن تتسم بالقبول". **(الاجتماعية، نوفمبر ٢٠٠٥)**

إن التنمية المجتمعية المستدامة –بناء على ما ورد– تُعد بمثابة إطارًا شاملًا يهدف إلى تحقيق التوازن بين متطلبات النمو الاقتصادي، واحتياجات المجتمع، والحفاظ على البيئة. فهي تسعى إلى تلبية حاجات الحاضر دون المساس بحقوق الأجيال القادمة في الاستفادة من الموارد الطبيعية. ويقوم هذا المفهوم على مجموعة من الأبعاد المترابطة:

- **البُعد الاقتصادي:** الاستخدام الرشيد للموارد المتاحة بما يُحقق الكفاءة والإنتاجية، ويضمن استمرارية النشاط الاقتصادي.
- **البُعد الاجتماعي:** تعزيز العدالة الاجتماعية، وتمكين الفئات المختلفة داخل المجتمع، وتحقيق التكافؤ في الحصول على الخدمات الأساسية.
- **البُعد البيئي:** الحفاظ على النُظم البيئية، وتعظيم الاستفادة منها بما لا يؤثر سلبًا على قدرتها على التجدد، والحد من التلوث، والاستنزاف، بما يُحافظ على توازن البيئة الطبيعية.

رابعًا: مؤشر تنافسية المحافظات

يعتبر مؤشر تنافسية المحافظات إطارًا مرجعيًّا لقياس قُدرة الأقاليم المحلية على تحقيق التنمية المتوازنة والمستدامة، وذلك عبر تقييم مدى كفاءة استغلالها لمواردها الطبيعية والبشرية، وقدرتها على خلق بيئة جاذبة للاستثمار، ومُحفِّزة للنمو الاقتصادي والاجتماعي. ويعكس هذا المؤشر ديناميكية العلاقة بين عناصر البنية التحتية، وكفاءة المؤسسات،

ومستوى رأس المال البشري، إلى جانب نوعية الخدمات العامة التي تُقدمها الإدارة المحلية للمواطنين (Camagni, 2002).

وجدير بالإشارة، أن مؤشر التنافسية لا يقتصر على قياس النتائج الاقتصادية المباشرة مثل: معدلات الإنتاجية أو حجم الاستثمارات، بل يمتد ليشمل عوامل أخرى كجودة الحوكمة، ومستوى المشاركة المجتمعية، والقدرة على التكيف مع التحولات التكنولوجية، والبيئية وتغير المناخ. ومن هذا المنطلق، يُعتبر مؤشر تنافسية المحافظات أداة تشخيصية تُمكّن من فَهم أوجه القوة والضعف في كل محافظة، بما يسمح بتوجيه السياسات المحلية نحو تعزيز القدرات التنافسية طويلة الأجل.

يتميز هذا المؤشر عن غيره من أدوات القياس التنموي كونه يجمع بين البُعد الكمي (المؤشرات الإحصائية)، والبُعد النوعي (التقييم المؤسسي والسلوكي)، بما يتيح لصانعي القرار، وضع قاعدة معرفية متكاملة لرسم استراتيجيات التنمية المحلية. وبهذا، فهو يُشكل مرجعًا لتحليل الأداء المقارن بين المحافظات، ويُسهم في إعادة صياغة أولويات التخطيط على أسس موضوعية تتجاوز المقاربات التقليدية للتنمية الاقتصادية المستدامة (Annoni and Dijkstra, 2019).

خامسًا: حوكمة الإدارة المحلية والابتكار؛ نحو مقاربة تفاعلية لتحسين الأداء المحلي

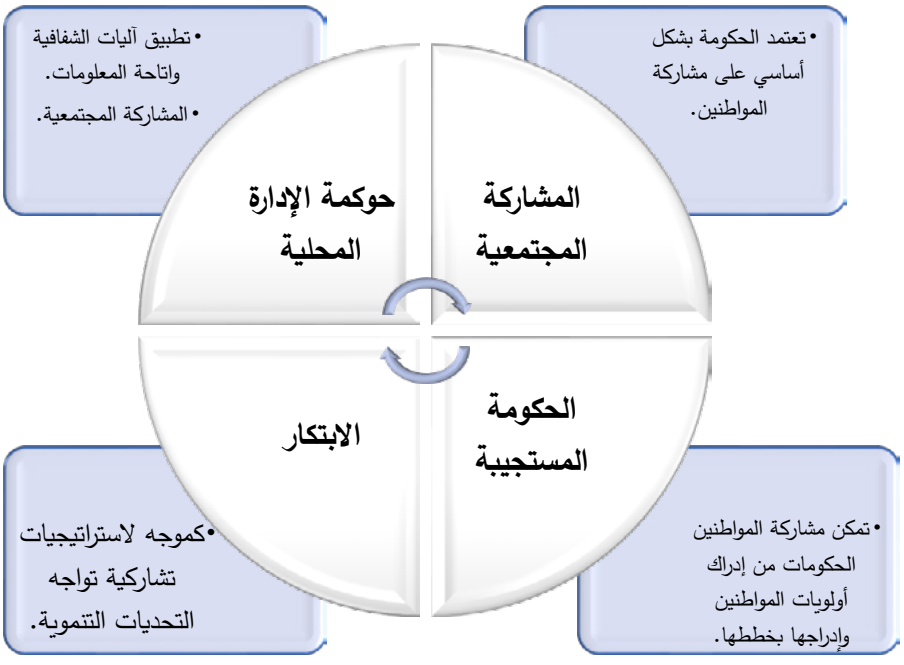
اتخذت الدولة خطوات جادة نحو تفعيل اللامركزية، وسد الفجوات التنموية الجغرافية، أو ما يطلق عليه التنمية المكانية، في هذا الإطار برز مفهوم حوكمة الإدارة المحلية كإطار تنظيمي، وإجرائي يُعنى بتوسيع قاعدة اتخاذ القرار، وتحقيق التوازن بين الكفاءة المؤسسية، وفاعليات الخدمات العامة، والمشروعات القومية من ناحية أخرى، من خلال إرساء مبادئ الشفافية، والمساءلة، والكفاءة، والمشاركة المجتمعية، وهي مبادئ لا تكتمل فاعليتها إلا بتطوير آليات مرنة قابلة للتطبيق، والتكيف مع واقع المجتمعات المحلية، والقوانين، والتشريعات المنظمة، كذلك المتغيرات العالمية المحيطة، وتداعياتها الاقتصادية، والاجتماعية المتنوعة، إضافة إلى تغير المناخ وتداعياته، وضرورة التعامل معه، وفي هذا المقام تتجلى الحاجة إلى إدماج الابتكار في صُلب العملية الإدارية المحلية، والذي لا يقتصر على إدخال أدوات تقنية أو تحديث الإجراءات فقط، بل كذلك إعادة هيكلة العلاقات المؤسسية، وإعادة تعريف أدوار الفاعلين المحليين، وخلق مساحات لترسيخ المشاركة في عملية اتخاذ القرار بإطار تشريعي مُنظم. لذا يُعد الابتكار شرطًا لازمًا لتحول الإدارة المحلية من نموذجها التقليدي القائم على تقديم الخدمة إلى نموذج أكثر ديناميكية قائم على تمكين المجتمع المحلي، وتوليد الحلول من القاعدة (Placeholder1).

لقد أفضى تطبيق الابتكار التشاركي (participatory innovation) في الإدارة المحلية إلى نتائج ملموسة في تحسين جودة السياسات العامة، خاصة عندما يُدمج المواطنون في مراحل التفكير المشترك، والتصميم، والتنفيذ، وهو

ما يُعزز شرعية القرارات، ويُقلل من فجوة الثقة بين الحكومة والمجتمع، وهذا ما دللت عليه التجربة البرازيلية في "بورتو أليجري"، وهي مدينة برازيلية بدأت في تطبيق نموذج الميزانية التشاركية منذ عام ١٩٨٩، بإشراك المواطنين مباشرة في تحديد أولويات الإنفاق العام، نتج عن تطبيق تلك الآليات؛ تعزيز مؤشر الشفافية، وتحسين توزيع الموارد، وزيادة مشاركة الفئات المهمشة، والمرأة، والشباب في صُنع القرار المحلي.**(Wampler, 2009)**

وبالتالي فالعلاقة بين الابتكار والحوكمة ليست خطية أو أحادية الاتجاه، بل هي علاقة تفاعلية، بحيث يُعد كل منهما محفزًا لتطور الآخر. فحوكمة رشيدة تخلق بيئة حاضنة للابتكار، فيما يوفّر الابتكار أدوات تُعزز من ممارسات الحوكمة، سواء في مجال التخطيط المحلي أو إدارة الموارد أو تصميم السياسات، والشكل التالي يوضح ديناميكية العلاقة بين الابتكار، وحوكمة الإدارة المحلية.

شكل (١) ديناميكية العلاقة بين رأس المال الاجتماعي وحوكمة الإدارة المحلية



يوضح الشكل السابق، أن الابتكار يُساهم كعنصر في تحقيق حوكمة الإدارة المحلية، والتي تؤسس لمشاركة المواطنين، مما يتيح مناخًا أفضل لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، وتُزيد معدلات استجابة الحكومات المحلية لاحتياجات المواطنين، من خلال إدراج أولويات المواطنين بخططها، مما يَدْعَم مد جسور الثقة الموجودة بين المواطنين وحكوماتهم، وتفعيل دور المواطنين في المساهمة الفعالة في العملية التنموية مع وجود آليات واضحة، ومتاحة للمساءلة بما يُعزز مؤشر الشفافية، الذي يدعم بشكل مباشر قدرة الحكومات على الابتكار بشكل يُحقق تكاملًا بين مؤسسات المجتمع، وتوحيد أهدافها، في إطار أهداف التنمية المستدامة، وخلق مجتمعًا واعيًا قادرًا على

تحقيق الرفاه الاجتماعي، فتحقيق التنمية في هذه الحالة بمثابة وسيلة لتحقيق جوانب التمكين (السياسية، والاجتماعية، والثقافية، والبيئية).

سادسًا: الابتكار كآلية لتعزيز الحوكمة وتفعيل مؤشر تنافسية المحافظات المصرية

طرح مؤشر تنافسية المحافظات المصرية في إطار التوجهات الدولية نحو اعتماد مؤشرات كمية، ونوعية في قياس الأداء التنموي، ليكون أداة تحليلية واستراتيجية تُمكّن صانعي القرار من رصد الفجوات التنموية، وتوجيه الموارد بفعالية نحو تحقيق أقصى عائد من الخصائص المحلية لكل محافظة، وبهذا يُعتبر مؤشر التنافسية أحد الأدوات التي تعكس قدرة الأقاليم، والمحافظات على استقطاب الاستثمارات، ورفع كفاءة الإنتاج، وتحسين جودة الحياة مقارنة بنظيراتها.

وفي إطار متصل، يمتد مؤشر تنافسية المحافظات ليقيس الأبعاد المؤسسية، والبنية التحتية، وجودة التعليم، والصحة، ومدى مرونة الإدارة المحلية، وتوافر بيئة مُشجعة على الابتكار، وريادة الأعمال، ولا يقتصر فقط على المخرجات الاقتصادية، وتتفق أبعاد مؤشر المحافظات مع معايير مؤشر التنافسية العالمي، الذي يتعلق بتحليل للعوامل التي تُمكن الاقتصادات الوطنية من تحقيق نمو اقتصادي مُستدام، وجدير بالذكر أن المنهجية المستخدمة لتقييم القدرة التنافسية الوطنية شهدت تطورات متتالية، فأصبحت تأخذ في الاعتبار أحدث الأفكار حول العوامل الدافعة للقدرة التنافسية والنمو، إذ تتعلق التنافسية بحجم مشاركة المحافظة بإجمالي الناتج القومي للدول، فهي عامل أساسي لدفع التنمية، والكفاءة، ومستويات الدخل، لذا تقيس تقارير التنافسية الجوانب المؤثرة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة طويلة الأجل، والتي تشمل استعداد الدولة للتغيير، وقدرة أصحاب المصلحة على التكيف، ومرونتهم بما في ذلك الحكومة، ويتم التقييم وفقًا لأربعة مجالات تتضمن الاثنى عشر محورًا الموضحين بالشكل التالي: **(المعهد.القومي.للحوكمة.والتنمية.المستدامة، ٢٠٢٠)**

شكل (٢) مجالات ومحاور مؤشر التنافسية العالمي

بيئة مواتية	رأس المال البشري	الأسواق	بيئة للابتكار
• المؤسسات. • البنية التحتية. • الاعتماد على التكنولوجيا الحديثة الصديقة للبيئة. • استقرار الاقتصاد.	• الصحة. • المهارات. • الوعي.	• سوق المنتجات. • سوق العمل. • النظام المالي. • حجم السوق.	• تنمية وتطوير بيئة الأعمال. • القدرة على الابتكار.

يعد **محور بيئة للابتكار**؛ من أهم المحاور التي تهيئ وتؤثر على معدلات المحاور الأخرى، حيث ترسيخ آليات تستهدف تطوير بيئة العمل، والتعامل بشكل غير تقليدي مع التحديات الاقتصادية، والاجتماعية، والسياسية، والبيئية، ذلك من خلال إشراك البيئة المؤسسية، وإرساء أُسس التفاعلات بين قطاعاتها (القطاع العام، والقطاع الخاص، والقطاع الأهلي)، لإنتاج السلع والخدمات، كما يشمل هذا المحور البيئة المؤسسية، والعوامل المؤثرة على تباطؤ عملية التنمية مثل: الفساد، والعوامل البيروقراطية، والافتقار إلى الشفافية، والوصول إلى المعلومات في الوقت المناسب، بالإضافة إلى الُنظم المحاسبية التي تأخذ في الاعتبار الأبعاد الاجتماعية والبيئية وغيرها من العوامل التي تؤثر في قرارات الاستثمار، وعمليات الإنتاج، وتوزيع المنافع، وكيفية دعم تكاليف التطوير، وإدراج التقنيات الحديثة، وضمان حُسن الإدارة، والحفاظ على ثقة المستثمر والمستهلك.

لذا أصبح تطبيق مبادئ الحوكمة القائم على الابتكار ضرورة لتحسين مؤشر التنافسية، وخاصة مبادئ الشفافية، والمحاسبية، والتي تتطلب صياغة أُطر قانونية تضمن الاستدامة، ويتم تطبيقها على كافة مستويات الإدارة المركزية والمحلية، في هذا السياق، فإن تطبيق مبادئ الحوكمة بالإدارة المحلية أحد معايير تقييم مؤشر التنافسية، حيث تأثيرها المُباشر على مستوى الإنتاجية، ومن ثَم تحقيق الاستقرار الاقتصادي، والتنمية المستدامة، وتأتي مبادرة "سيول الذكية" بكوريا الجنوبية، كنموذج تطبيق للطرح السابق، حيث تبنت مدينة "سيول" مفهوم "المدينة الذكية" من خلال استخدام التكنولوجيا لتحسين الخدمات العامة، مثل: النقل، وإدارة النفايات، والتفاعل مع المواطنين عبر المنصات الرقمية، ترتب عليه زيادة كفاءة الإدارة المحلية وتعزيز الشفافية **(Lim et al, 2023)**.

وبهذا يقوم الابتكار المحلي بدور محوري في تعزيز التنافسية، لكونه أداة لتكييف السياسات، والخدمات مع السياقات المحلية، وتوليد حلول غير تقليدية للتحديات التنموية بما فيها التحديات المناخية، لكن فعالية هذا المؤشر تظل مشروطة بمدى قُدرة المحافظات على بناء أنظمة معلومات محلية دقيقة ومحدثة، وتعزيز قدراتها الإحصائية، وهو ما يُعيد التأكيد على مركزية الابتكار في دعم دورة البيانات، بدءًا من جمعها، وحتى استخدامها في رسم السياسات، مما يُمثل أحد أبرز جوانب التفاعل بين الابتكار، ومؤشر التنافسية.

كما أن تصميم سياسات محلية قائمة على التنافسية يتطلب تفعيل دور المواطن كشريك في صياغة الأولويات، مما يستدعي إدارة محلية تتمتع بمرونة تنظيمية، ونموذج حوكمة مفتوح قادر على التفاعل مع المجتمع، وهي عناصر لا تتحقق إلا بوجود بيئة مؤسسية تتوفر بها مجموعة من مقومات الابتكار بكافة أنواعه المشار إليها سابقًا، ومأسسة التعلم التنظيمي، واستثمار الفضاء المحلي كمصدر للمعرفة، وليس فقط كمستقبِل للقرارات المركزية.

المحور الثاني: عرض وتحليل نتائج البحث وعائد النتائج على السياسة المحلية

ترتبط دائمًا النتائج بالمقدمات في البحث العلمي لهذا يتعلق المبحث الحالي بعرض نتائج اختبار صلاحية أدوات الدراسة إلى جانب، ومن ثَم مناقشة وتحليل نتائج تطبيق تلك الأدوات، تمهيدًا لصياغة توصيات البحث في ضوء تعزيز الابتكار لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات، وتحقيقًا للتنمية المجتمعية المستدامة.

أولًا: صِدق وثبات استمارة الاستبيان

تم اختبار ثبات الاستمارة بمعامل قياس التجانس الداخلي للمقاييس (Consistency) من أجل فحص ثباتها، وهذا النوع من الثبات يُشـير إلى قوة الارتباط بين الفقرات في الاسـتمارة، ومن أجل تقدير معامل التجانس اسـتخدمت الدراسـة طريقة **(كرونباخ ألفا)**، حيث بلغ مُعامل الثبات الكُلي (ألفا) **لأبعاد** الاسـتمارة (٠.٨٢)، وهذا يُعد معامل ثبات مرتفعًا، ومناسبًا لأغراض الدراسة الحالية.

جدول (١) يوضح نتائج اختبار الصدق البنائي وثبات كل بُعد من أبعاد استمارة الاستبيان

م	البعد	عدد العبارات	قيمة الارتباط	الحالة	قيمة معامل ألفا كرونباخ	الحالة
١	المتطلبات التنظيمية للابتكار	٩	٠.٧٩	صادق	٠.٨١	ثابت
٢	المتطلبات البشرية للابتكار	٩	٠.٨٠	صادق	٠.٨٢	ثابت
٣	المتطلبات المادية للابتكار	٧	٠.٧٤	صادق	٠.٨٠	ثابت
٤	المعوقات التي تواجه الابتكار كآلية لتحسين مؤشر التنافسية بالمحافظات	٨	٠.٦٣	صادق	٠.٧٨	ثابت
	الإجمالي الاستمارة	٣٣		صادق	٠.٨٢	ثابت

أظهرت البيانات المُدرجة في الجدول السابق، نتائج الصدق الذاتي للاستمارة، حيث تَبَين أن مُعاملات الارتباط بين درجات كل بُعد من أبعاد الاستمارة السابق الإشارة إليه، ودرجة جميع أبعاد الاستمارة إجمالًا، تتراوح بين (٠.٦٣ – ٠.٨٠)، ويتضح هذا الاتساق الداخلي بين أبعاد الاستمارة الحالية، مما يؤكد الصدق البنائي الاستمارة ككل.

ثانيًا: عرض وتحليل نتائج الدراسة الميدانية

١. خصائص عينة البحث:

تمثلت عينة البحث في ٣٣٢ مفردة تتضمن ٢٨ مفردة من الخبراء والمتخصصين بوزارتي التنمية المحلية، والتخطيط والتنمية الاقتصادية والتعاون الدولي، كذلك ٣٠٤ موظفين بالإدارات عينة الدراسة (وحدات التنمية المستدامة، وإدارات

التخطيط والتخطيط الإستراتيجي، ومراكز المعلومات ودعم واتخاذ القرار بالدواوين العامة للمحافظات عينة الدراسة) لديهم تطبيق واتساب لإرسال رابط الاستمارة، تم تحديدهم من إجمالي عدد الموظفين بتلك الإدارات والبالغ عددهم ١٤٦١ موظفًا، وباستخدام معادلة "ستيفن ثامبسون".

$$n = \frac{N \times p(1-p)}{\left[\left[N-1 \times \left(d^2 \div z^2\right)\right] + p(1-p)\right]}$$

حيث إن

حجم المجتمع	N=
الدرجة المعيارية المقابلة لمستوى الدلالة ٠.٩٥ وتساوي ١.٩٦	Z=
نسبة الخطأ وتساوي ٠.٠٥	D=
نسبة توفر الخاصية والمحايدة = ٠.٥٠	P=

وبتطبيق المعادلة تُحدد حجم العينة في (٣٠٤) مفردات

جدول (٢) خصائص عينة البحث

	الاستجابة	التكرار	النسبة		الاستجابة	التكرار	النسبة
النوع	ذكر	٨٩	٢٩.٣	محل الإقامة	ريف	٥٩	١٩.٤
	أنثى	٢١٥	٧٠.٧		حضر	٢٤٥	٨٠.٦
الفئات العمرية	أقل من ٣٠ سنة	١٨	٥.٩	المؤهل الدراسي	مؤهل عال	١٨٧	٦١.٥
	من ٣٠ سنة لأقل من ٤٠ سنة	٨٧	٢٨.٦		دبلومة دراسات عليا	٦٦	٢١.٧
	من ٤٠ سنة لأقل من ٥٠ سنة	١٥٤	٥٠.٧		درجة الماجستير	٢٣	٧.٦
	من ٥٠ سنة فأكثر	٤٥	١٤.٨		درجة الدكتوراه	٢٨	٩.٢
متوسط الدخل الشهري للأسرة	أقل من ٣٠٠٠ جنيه	٦١	٢٠.١	عدد سنوات الخبرة	أقل من ١٠ سنوات	٦٩	٢٢.٧
	من ٣٠٠٠ لأقل ٥٠٠٠	٥٤	١٧.٤		من ١٠ لأقل ١٥ سنة	١٢٩	٤٢
	من ٦٠٠٠ لأقل ٨٠٠٠	١٦٧	٥٤.٩		من ١٥ سنة لأقل ٢٠ سنة	٩٤	٣٠.٩
	٨٠٠٠ فأكثر	٢٣	٧.٦		من ٢٠ عامًا فأكثر	١٢	٣.٩

يوضح الجدول السابق، توزيع عينة البحث من العاملين بوحدات التنمية المستدامة بمحافظات المرحلة الأولى لمشروع إعداد التقارير الطوعية المحلية، طِبقًا للنوع، وتَبَين أن أعلى نسبة كانت للإناث، والتي بلغت (٧٠.٧٪)، بينما بلغت نسبة الذكور (٢٩.٣٪).

أما فيما يتعلق بتوزيع عينة البحث طِبقًا للفئات العمرية، اتضح أن أعلى نسبة كانت لمن تقع أعمارهم في الفئة العمرية (من ٤٠ سنة لأقل من ٥٠ سنة) والتي بلغت (٥٠.٧٪)، أما من تقع أعمارهم في الفئة العمرية (من ٣٠ سنة لأقل من ٤٠ سنة) بلغت نسبتهم (٢٨.٦٪)، في حين من تقع أعمارهم في الفئة العمرية (من ٥٠ سنة فأكثر) بلغت نسبتهم (١٤.٨٪)، بينما من تقع أعمارهم في الفئة العمرية (أقل من ٣٠ سنة) بلغت نسبتهم (٥.٩٪).

أما فيما يتعلق بتوزيع عينة البحث طِبقًا لمتوسط الدخل الشهري، اتضح أن أعلى نسبة كانت لمن يقع دخل أسرهم الشهري في الفئة **(من ٦٠٠٠ جنيه لأقل ٨٠٠٠ جنيه)**، والتي بلغت (٥٤.٩٪)، أما من يقع دخل أسرهم الشهري في الفئة **(أقل من ٣٠٠٠ جنيه)** بلغت نسبتهم (٢٠.١٪)، في حين من يقع دخل أسرهم الشهري في الفئة **(من ٣٠٠٠ جنيه لأقل ٥٠٠٠ جنيه)** بلغت نسبتهم (١٧.٤٪)، كذلك من يقع دخل أسرهم الشهري في الفئة من **(٨٠٠٠ جنيه فأكثر)** بلغت نسبتهم (٧.٦٪).

أما فيما يتعلق بتوزيع عينة البحث طِبقًا لمحل الإقامة، تبين أن أعلى نسبة كانت للمقيمين بالحضر، والتي بلغت (٨٠.٦٪)، أما المقيمون بالريف بلغت نسبتهم (١٩.٤٪).

كما يتضح من الجدول (٢)، والذي يوضح توزيع عينة البحث طِبقًا للمؤهل الدراسي، تبين أن أعلى نسبة كانت للحاصلين على مؤهل عالٍ، والتي بلغت (٦١.٥٪)، أما الحاصلون على دبلومة دراسات عليا بلغت نسبتهم (٢١.٧٪)، في حين بلغت نسبة الحاصلين على درجة الماجستير (٧.٦٪).

أما فيما يتعلق بتوزيع عينة البحث طِبقًا لعدد سنوات الخبرة، تَبَيَن أن أعلى نسبة كانت لمن لديهم عدد سنوات خبرة تقع في الفئة (من ١٠ لأقل ١٥ سنة)، والتي بلغت (٤٢٪)، بينما من لديهم عدد سنوات خبرة تقع في الفئة (من ٢٠ عامًا فأكثر)، بلغت نسبتهم (٣.٩٪).

٢. النتائج المرتبطة بالبُعد الأول المتطلبات التنظيمية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية:

جدول (٣) يوضح ترتيب عبارات البعد الأول المتطلبات التنظيمية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية وفقًا للقوة النسبية

م	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة اختبار (T)	مستوى الدلالة	التفسير	الرأي	النسبة	ترتيب
١	تحتاج الإدارة المحلية لتطوير تشريعاتها لإرساء آليات المساءلة	٢.٧٢٤١	٠.٧٣٩٨٥	١٩.٤٤٢	٠.٠٠٠	دال	موافق	٩٠.٨	١
٢	اللوائح الحالية للإدارة المحلية في حاجة إلى تطوير لتفعيل مبادئ الحوكمة	٢.٦١٤٣	٠.٦٤٨٠٦	١٥.١٩٦	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٧.١	٤
٣	تطوير الهياكل الإداري للوحدات المحلية لتتناسب ومتطلبات الحوكمة	٢.٣٩١٣	٠.٧٠٠٥٩	٩.٧٤٦	٠.٠٠٠	دال	موافق	٧٩.٧	٦
٤	تطوير نُظم تقييم أداء العاملين بالإدارة المحلية	٢.١٦٨١	٠.٧٧٢٣٣	٣.٤٦١	٠.٠٠١	دال	إلى حد ما	٧٢.٣	٧
٥	تحديد مدى زمني للحصول على الخدمات العامة وإعلانها للجمهور	٢.٦٤٦٦	٠.٦٤٨٠٦	١٥.١٩٦	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٨.٢	٢
٦	اعلان آليات المساءلة المجتمعية عند إخلال أي مسئول بمهام الإدارة المحلية	٢.٦٣٧٩	٠.٦٠٨٦٩	١٥.٩٦٣	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٧.٩	٣
٧	تطوير آليات التواصل الدوري بالجمهور	٢.٤٤٨٣	٠.٧٠٠٥٩	٩.٧٤٦	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨١.٦	٥
	البعد ككل	**٢.٤٦٦٣**	**٣.٤٥١٤٥**	**٨.٩٥٧٢**	**٠.٠٠٠**	**دال**	**موافق**	**٨٢.٢**	

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

باستقراء الجدول السابق تبين أن المتوسطات الحسابية لاستجابات المبحوثين لمعظم العبارات ازدادت عن متوسط العبارة الفرضي وهو(٢) في اتجاه الموافقة، والانحرافات المعيارية التي اقتربت من الواحد الصحيح، وقيمة اختبار (T) كانت دالة إحصائيًا لمعظم عبارات البُعد، ويُمكن ملاحظة ذلك من خلال قيمتها الاحتمالية التي تقل عن مستوى الدلالة الإحصائية (٠.٠٥)، كما أكد أفراد العينة على وجود متطلبات تنظيمية لحوكمة نُظم الإدارة المحلية لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، كما يتضح من الجدول أعلاه أهم المتطلبات التنظيمية لحوكمة نُظم الإدارة المحلية لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، طِبقًا للاستجابات وذلك من خلال ترتيب العبارات حسب نسبة الموافقة، حيث جاءت العبارة (١)، والتي مفادها "تحتاج الإدارة المحلية لتطوير تشريعاتها لإرساء آليات المساءلة " في الترتيب الأول بنسبة (٩٠.٨٪)، مما يشير إلى الحاجة إلى أطر قانونية تُنظم آليات المساءلة المجتمعية وتحدد مساراتها. هذا وجاءت العبارة (٥) والتي مفادها "تحديد مدى زمني للحصول على الخدمات العامة وإعلانها للجمهور" في الترتيب الثاني بنسبة (٨٨.٢٪)، مما يُدلل على ضرورة شرح، وتوضيح مسارات العمل، وأهميتها لحماية حقوق المواطنين في إطار القوانين المُنظمة للخدمات العامة.

كما جاءت العبارة (٦) والتي مفادها "إعلان آليات المساءلة المجتمعية عند إخلال أي مسئول بمهام الإدارة المحلية" في الترتيب الثالث بنسبة (٨٧.٩٪)، هذا وجاءت العبارة (٢) والتي مفادها "اللوائح الحالية للإدارة المحلية في حاجة إلى تطوير لتفعيل مبادئ الحوكمة" في الترتيب الرابع بنسبة (٨٧.١٪)، مما يُدلل على ضرورة صياغة لوائح تضمن استدامة مكتسبات تطبيق مبادئ الحوكمة، وتنظيمها في إطار مؤسسي.

كذلك جاءت العبارة (٧) والتي مفادها "تطوير آليات التواصل الدوري بالجمهور" في الترتيب الخامس بنسبة (٨١.٦٪)، مما يشير إلى ضرورة تنظيم أُطر التواصل بالجمهور لضمان استدامتها، وجعلها جزء من منظومة عمل الإدارة المحلية.

كما جاءت العبارة (٣) والتي مفادها "تطوير الهياكل الإداري للوحدات المحلية لتتناسب، ومتطلبات الحوكمة" في الترتيب السادس بنسبة (٧٩.٧٪)، كذلك جاءت العبارة (٤) والتي مفادها "تطوير نُظم تقييم أداء العاملين بالإدارة المحلية" في السابع الثاني بنسبة (٧٢.٣٪).

ويخلص مما سبق، أن المتطلبات التنظيمية لحوكمة نُظم الإدارة المحلية لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة تتمثل في ضرورة تطوير التشريعات، والأطر القانونية لإرساء قواعد حوكمة الإدارة المحلية، وذلك طِبقًا لنِسب موافقة المبحوثين على عبارات البُعد التي تراوحت ما بين (٦٧.٤٪– ٩٠.٨٪).

٣. النتائج المرتبطة بالبُعد الثاني: المتطلبات البشرية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية:

جدول (٤) ترتيب عبارات البُعد الثاني؛ المتطلبات البشرية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية طبقاً للقوة النسبية

م	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة اختبار (T)	مستوى الدلالة	التفسير	الرأي	النسبة	ترتيب
١	ضرورة تأهيل القوى البشرية للإدارة المحلية لإعداد رؤية عامة للمحافظة	٢.٧٧٥٩	٠.٥٢٧٧٨	٢٢.٣٩١	٠.٠٠٠	دال	موافق	٩٢.٥	١
٢	إعداد صف ثان من الكوادر الشبابية بالإدارة المحلية	٢.٦٤٦٦	٠.٦٤٨٠٦	١٥.١٩٦	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٨.٢	٢
٣	تطوير منظومة تأهيل وبناء القدرات للعاملين بالإدارة المحلية	٢.٤٨٢٨	٠.٧٥٥٧٣	٩.٧٣	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٢.٨	٧
٤	دعم الثقافة المؤسسية التي تعتمد على الشفافية وإتاحة المعلومات	٢.٦٢٥	٠.٦٥٩١٨	١٤.٤٤٢	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٧.٥	٥
٥	دعم أسس العدالة بين العاملين بالإدارة المحلية	٢.٦٣٥٩	٠.٦٤٨٠٦	١٥.١٩٦	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٧.٩	٣
٦	وضع قواعد لتحفيز التطوير الذاتي للعاملين	٢.٦٢٧٩	٠.٦٠٨٦٩	١٥.٩٦٣	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٧.٦	٤

٧	الاعتماد على رأي الجمهور في تقييم العاملين بالإدارة المحلية	٢.٤٤٨٣	٠.٧٠٠٥٩	٩.٧٤٦	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨١.٦	٨
٨	تدريب العاملين على مبادئ الحوكمة بالإدارة المحلية	٢.١٦٨١	٠.٧٧٢٣٣	٣.٤٦١	٠.٠٠١	دال	إلى حد ما	٧٢.٣	٩
٩	نشر المهام الوظيفية للعاملين بالإدارة المحلية للجمهور	٢.٦١٦٦	٠.٦٤٨٠٦	١٥.١٩٦	٠.٠٠٠	دال	موافق	٨٧.٢	٦
	البعد ككل	**١١.٩٢٢٥**	**٣.٤٥١٤٥**	**٨.٩٥٧٢**	**٠.٠٠٠**	**دال**	**موافق**	**٨٥.٣**	

باستقراء الجدول السابق تَبين أن المتوسطات الحسابية لاستجابات المبحوثين على معظم العبارات ازدادت عن متوسط العبارة الفرضي وهو(٢) في اتجاه الموافقة، والانحرافات المعيارية التي اقتربت من الواحد الصحيح، وقيمة اختبار (T) كانت دالة إحصائيًّا لمعظم عبارات البُعد، ويُمكن ملاحظة ذلك من خلال قيمتها الاحتمالية التي تقل عن مستوى الدلالة الإحصائية (٠.٠٥)، هذا وقد أكد أفراد العينة على وجود متطلبات بشرية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية، كما يتضح من الجدول أعلاه أهم المتطلبات البشرية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية طِبقًا للاستجابات، وذلك من خلال ترتيب العبارات حسب نسبة الموافقة، حيث جاءت العبارة (١) والتي مفادها "ضرورة تأهيل القوى البشرية للإدارة المحلية لإعداد رؤية عامة للمحافظة" في الترتيب الأول بنسبة (٩٢.٥٪)، حيث تُشير استجابات المبحوثين إلى صياغة رؤية عامة للمحافظة تُعبر عن أولويات المحافظة، والتي تستهدف سد احتياجات المواطنين، ودعم الميزة التنافسية للمحافظة، بينما جاءت العبارة (٢) والتي مفادها "إعداد صف ثانٍ من الكوادر الشبابية بالإدارة المحلية" في الترتيب الثاني بنسبة (٨٨.٢٪)، مما يُدلل على ضرورة الاهتمام بإعداد كوادر بالإدارة المحلية تكون قادرة على توطين أهداف التنمية المستدامة وفرص استثمارية.

أما بالنسبة للعبارة (٥) والتي مفادها "دعم أُسس العدالة بين العاملين بالإدارة المحلية" جاءت في الترتيب الثالث بنسبة (٨٧.٩٪)، في حين جاءت العبارة (٦) والتي مفادها "وضع قواعد لتحفيز التطوير الذاتي للعاملين" في الترتيب الرابع بنسبة (٨٧.٦٪)، بينما جاءت العبارة (٤) والتي مفادها "دعم الثقافة المؤسسية التي تعتمد على الشفافية وإتاحة المعلومات" في الترتيب الخامس بنسبة (٨٧.٥).

أما بالنسبة للعبارة (٩) والتي مفادها "نشر المهام الوظيفية للعاملين بالإدارة المحلية للجمهور" جاءت في الترتيب السادس بنسبة (٨٧.٢٪). بينما جاءت العبارة (٣) والتي مفادها "تطوير منظومة تأهيل وبناء القدرات للعاملين بالإدارة المحلية" جاءت في الترتيب السابع بنسبة (٨٢.٨٪).

كما جاءت العبارة (٧) والتي مفادها "الاعتماد على رأي الجمهور في تقييم العاملين بالإدارة المحلية" في الترتيب الثامن بنسبة (٨١.٦٪). أما العبارة (٨) والتي مفادها "تدريب العاملين على مبادئ الحوكمة بالإدارة المحلية" في الترتيب التاسع بنسبة (٧٢.٣٪).

ومما سبق يمكن استنتاج، أن **المتطلبات البشرية لحوكمة نُظم الإدارة المحلية لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة،** تتمثل في ضرورة تأهيل القوى البشرية لإعداد رؤية عامة تتناسب وطبيعة المحافظة، وذلك طِبقًا لنِسب موافقة المبحوثين على عبارات البُعد، والتي تراوحت ما بين (٧٢.٣٪ إلى ٩٢.٥٪)، حيث تتطلب حوكمة الإدارة المحلية توفر كوادر بشرية مُدركة لأهداف التنمية المستدامة، وأهمية مشاركة المواطنين بخِطط تنمية المحافظة لتحقيق ذلك، وأن تطبيق مبادئ الحوكمة يُزيد خبرة العاملين، وتكامل الرؤى بين القائمين على التنفيذ والمواطنين، وتتفق تلك النتائج مع نتائج دراسة (**الوكيل**، ٢٠٢١)، والتي أكدت أن تطبيق مبادئ الحوكمة يُحسن أداء العاملين بالقطاع الحكومي؛ حيث يُثقل خبراتهم من خلال التواصل المباشر بالمواطنين، مما يجعلهم أكثر إلمامًا باحتياجاتهم وأولوياتهم.

٤. النتائج المرتبطة بالبُعد الثالث: المتطلبات المادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية:

جدول (٥) ترتيب عبارات البُعد الثالث المتطلبات المادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية طبقاً للقوة النسبية

م	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة اختبار (T)	مستوى الدلالة	التفسير	الرأي	النسبة	ترتيب
١	تحتاج مؤسسات الإدارة المحلية	٢.٦٤٦٦	٠.٦٤٨٠٦	١٥.١٩٦	٠	دال	موافق	٨٨.٢	٣

	الاعتماد على إتاحة المعلومات والبيانات على مواقع رسمية							
٢	يتطلب تطبيق مبادئ الحوكمة تأسيس بينية معلوماتية بديل لإدارة الورقية	٢.٦٣٧٩	٠.٦٠٨٦٩	١٥.٩٦٣	٠	دال	موافق	٨٧.٩	٤
٣	نشر التقارير الدورية على المواقع الرسمية لمتابعة أداء الإدارة المحلية	٢.٤٤٨٣	٠.٧٠٠٥٩	٩.٧٤٦	٠	دال	موافق	٨١.٦	٨
٤	تحتاج الإدارة المحلية مزيدًا من الرقابة الداخلية لوحدتها	٢.١٦٨١	٠.٧٧٢٣٣	٣.٤٦١	٠.٠٠١	دال	إلى حد ما	٧٢.٣	٩
٥	الإدارة المحلية في حاجة إلى صياغة سياسة عامة تعبر عن أولويات المحافظة	٢.٦١٥٤	٠.٦٤٨٠٦	١٥.١٩٦	٠	دال	موافق	٨٧.٢	٦
٦	يتطلب تطبيق مبادئ الحوكمة صياغة آليات للاستعانة بالكوادر المجتمعية لتحقيق التنمية	٢.٧٦٢٤	٠.٧٣٩٨٥	١٩.٤٤٢	٠	دال	موافق	٩٢.١	١
٧	تفعيل مشاركة المواطنين بالتخطيط لتحقيق التنمية المحلية	٢.٦٣٦٦	٠.٦٠٨٦٩	١٥.٩٦٣	٠	دال	موافق	٨٧.٩	٤م

٨	صياغة آلية لمتابعة مستوى رضا المواطنين عن أداء الإدارة المحلية بشكل دوري	٢.٦٠٣٤	٠.٦٥٦٣٦	١٤.٠٠٤	٠	دال	موافق	٨٦.٨	٧
٩	إعداد منصات رقمية لتسهيل التواصل المباشر بين المواطن والإدارة المحلية	٢.٧٢٤١	٠.٧٣٩٨٥	١٩.٤٤٢	٠	دال	موافق	٩٠.٨	٢
	البعد ككل	**٢.٥٨٢٥**	**٣.٤٥١٤٥**	**٨.٩٥٧٢**	**٠.٠٠٠**	**دال**	**موافق**	**٨٦**	

يلاحظ من الجدول (٥) أن المتوسطات الحسابية لاستجابات المبحوثين على مُعظم العبارات ازدادت عن متوسط العبارة الفرضي وهو(٢) في اتجاه الموافقة، والانحرافات المعيارية التي اقتربت من الواحد الصحيح، وقيمة اختبار (T) كانت دالة إحصائيًّا لمعظم عبارات البعد، ويُمكن ملاحظة ذلك من خلال قيمتها الاحتمالية التي تقل عن مستوى الدلالة الإحصائية (٠.٠٥)، وأكد أفراد العينة على وجود مُتطلبات مادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية، كما يتضح من الجدول أعلاه أهم المتطلبات المادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية، طِبقًا للاستجابات وذلك من خلال ترتيب العبارات حسب نسبة الموافقة، حيث جاءت العبارة (٦) والتي مفادها "يتطلب تطبيق مبادئ الحوكمة صياغة آليات للاستعانة بالكوادر المجتمعية لتحقيق التنمية " في الترتيب الأول بنسبة (٩٢.١٪)، بينما جاءت العبارة (٩) والتي مفادها "إعداد منصات رقمية لتسهيل التواصل المباشر بين المواطن والإدارة المحلية" في الترتيب الثاني بنسبة (٩٠.٨٪)، مما يُدلل على ضرورة إرسال وسائل التواصل بين المواطنين، والإدارة المحلية لتفعيل مشاركتهم في صنع القرار، وبيان مستوى رضاهم عن أداء الإدارة المحلية، وذلك في إطار تطبيق مبادئ الحوكمة.

أما العبارة (١) والتي مفادها "تحتاج مؤسسات الإدارة المحلية الاعتماد على إتاحة المعلومات، والبيانات على مواقع رسمية" جاءت في الترتيب الثالث بنسبة (٨٨.٢٪)، مما يُساهم في تطوير آليات نشر المعلومات والبيانات لتحقيق الشفافية، وإتاحتها كأحد مبادئ الحوكمة. كذلك جاءت العبارة (٢) والتي مفادها "يتطلب تطبيق مبادئ الحوكمة تأسيس بيئة معلوماتية بديلة لإدارة الورقية" في الترتيب الرابع بنسبة (٨٧.٩٪)، تعكس هذه الاستجابة ضرورة

الاهتمام بالبنية التحتية لمؤسسات الإدارة المحلية. كما جاءت في نفس الترتيب العبارة (٧) والتي مفادها "تفعيل مشاركة المواطنين بالتخطيط لتحقيق التنمية المحلية ".

أما العبارة (٥) والتي مفادها "الإدارة المحلية في حاجة إلى صياغة سياسة عامة تُعبر عن أولويات المحافظة" جاءت في الترتيب السادس بنسبة (٨٧.٢٪)، كذلك جاءت العبارة رقم (٨) والتي مفادها " صياغة آلية لمتابعة مستوى رضا المواطنين عن أداء الإدارة المحلية بشكل دوري" في الترتيب السابع بنسبة (٨٦.٨٪).

أما العبارة (٣) والتي مفادها "نشر التقارير الدورية على المواقع الرسمية لمتابعة أداء الإدارة المحلية." جاءت في الترتيب الثامن بنسبة (٨١.٦)، بينما جاءت العبارة (٤) والتي مفادها "تحتاج الإدارة المحلية مزيد من الرقابة الداخلية لوحدتها" في الترتيب التاسع بنسبة (٧٢.٣٪).

وتخلص الدراسة، إلى أن متطلبات البنية المؤسسية لحوكمة نُظم الإدارة المحلية لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، طِبقًا لنِسب موافقة المبحوثين على عبارات البُعد، والتي تراوحت ما بين (٧٢.٣٪ إلى ٩٢.١٪)، حيث تُشير استجابات المبحوثين إلى ضرورة توفير بنية معلوماتية لتسهيل متابعة، وتُقيم أداء الإدارة المحلية كذلك إعداد التواصل مع المواطنين. وتتفق تلك النتائج، ونتائج دراسة **(محرم، ٢٠١٩)**، والتي أشارت نتائجها إلى ضرورة تطوير الحكومة لآليات التواصل مع الجمهور، وخاصة الوسائل الإلكترونية لتطوير طُرق تقديم الخدمات وتقييم الأداء الحكومي.

جدول (٦) يوضح ترتيب متطلبات الابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية طبقاً للقوة النسبية

م	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة اختبار (T)	مستوى الدلالة	التفسير	الرأي	النسبة	ترتيب
١	**المتطلبات التنظيمية للابتكار**	**٢.٤٦٦٣**	**٣.٤٥١٤٥**	**٨.٩٥٧٢**	**٠**	**دال**	**موافق**	**٨٢.٢**	٣
٢	**المتطلبات البشرية للابتكار**	**١١.٩٢٢٥**	**٣.٤٥١٤٥**	**٨.٩٥٧٢**	**٠**	**دال**	**موافق**	**٨٥.٣**	٢
٣	**المتطلبات المادية لابتكار**	**٢.٥٨٢٥**	**٣.٤٥١٤٥**	**٨.٩٥٧٢**	**٠**	**دال**	**موافق**	**٨٦**	١
	البعد ككل	٥.٦٥٧١	٣.٤٥١٤٥	٨.٩٥٧٢	٠	دال	--	٨٤.٥	--

باستقراء الجدول السابق والذي يُوضح ترتيب متطلبات الابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية، تبين أن الترتيب الأول كان للمتطلبات المادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية، بنسبة

(٨٦٪)، أما المتطلبات البشرية جاءت في الترتيب الثاني بنسبة (٨٥.٣٪)، أما الترتيب الثالث كان للمتطلبات المادية بنسبة (٨٢.٢٪).

٥. النتائج المرتبطة بالبُعد الرابع: المعوقات التي تواجه الابتكار كآلية لتحسين مؤشر التنافسية بالمحافظات:

جدول (٧) يوضح ترتيب عبارات البعد الرابع التي تواجه الابتكار كآلية لتحسين مؤشر التنافسية بالمحافظات طبقاً للقوة النسبية

م	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة اختبار (T)	مستوى الدلالة	التفسير	الرأي	النسبة	ترتيب
١	عدم اهتمام بعض المواطنين بالمشاركة بالعمل العام	٢.٠٢١٦	٠.٧٢١٧٨	٠.٤٢	٠.٦٧٥	غير دال	إلي حد ما	٦٧.٤	٤
٢	قلة الكوادر البشرية المؤهل بالإدارة المحلية	١.٥١٧٢	٠.٦٨٣٥٥	١٠.٧٥٧	٠.٠٠٠	دال	موافق	٥٠.٦	٢
٣	الاعتماد على رؤية الحكومة المركزية في صياغة رؤية المحافظة	٢.١٤٥١	٠.٦٠٨٦٩	١٥.٩٦٣	٠.٠٠٠	دال	غير موافق	٧١.٥	٥
٤	جمود الهياكل الإدارية بالإدارة المحلية بما لا يتناسب وتطبيق مبادئ الحوكمة	٢.٠٠٨٦	٠.٨٣٢٢١	٠.١٥٨	٠.٨٧٥	غير دال	إلى حد ما	٦٧.٠	٣
٥	عدم تطوير التشريعات والأطر القانونية منظمة للابتكار بالإدارة المحلية	١.٤٥٦٩	٠.٦٨٨٧١	١٢.٠١١	٠.٠٠٠	دال	موافق	٤٨.٦	١
٦	عدم متابعة المواطنين	٢.٦٠٣٤	٠.٦٥٦٣٦	١٤.٠٠٤	٠.٠٠٠	دال	غير موافق	٨٦.٨	٧

	للمشروعات القومية وأهدافها							
٧	عدم وعي المواطنين بجهود الدولة الحالية لتحقيق التنمية المستدامة	٢.٤٨٢٨	٠.٧٥٥٧٣	٩.٧٣	٠.٠٠٠	دال	غير موافق	٨٢.٨	٦
٨	ضعف البنية المعلوماتية بالإدارة المحلية	٢.٦٤٦٦	٠.٦٤٨٠٦	١٥.١٩٦	٠.٠٠٠	دال	غير موافق	٨٨.٢	٨
	البعد ككل	**٢.١١٠٢٨**	**٠.٦٩٩٣٩**	**٩.٧٧٩٨٨**	**٠.٠٠٠**	**دال**		**٧٠.٣**	

باستقراء الجدول السابق تبين أن المتوسطات الحسابية لاستجابات المبحوثين على مُعظم العبارات ازدادت عن متوسط العبارة الفرضي وهو(٢) في اتجاه عدم الموافقة، والانحرافات المعيارية التي اقتربت من الواحد الصحيح، وقيمة اختبار (T) كانت دالة إحصائيًّا لمُعظم عبارات البعد، ويُمكن ملاحظة ذلك من خلال قيمتها الاحتمالية التي تقل عن مستوى الدلالة الإحصائية (٠.٠٥)، كما أكد أفراد العينة وجود المعوقات التي تواجه حوكمة نُظم الإدارة المحلية لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، كما يتضح من الجدول أعلاه أهم معوقات تواجه حوكمة نظم الإدارة المحلية لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، وذلك من خلال ترتيب العبارات حسب نسبة الموافقة، حيث جاءت العبارة (٥) والتي مفادها "عدم تطوير التشريعات والأطر القانونية المنظمة لعمل الإدارة المحلية" في الترتيب الأول بنسبة (٤٨.٦٪)، وبهذا تشير استجابات المبحوثين إلى أن التشريعات والأطر القانونية المنظمة لعمل الإدارة المحلية لا تتناسب، وتطبيق مبادئ الحوكمة، بينما جاءت العبارة (٢) والتي مفادها "قلة الكوادر البشرية المؤهل بالإدارة المحلية" في الترتيب الثاني بنسبة (٥٠.٦٪)، مما يدلل على ضرورة إعداد برامج تدريبية لتأهيل الكوادر البشرية بالإدارة المحلية لتطبيق مبادئ الحوكمة.

كذلك جاءت العبارة (٤) والتي مفادها "جمود الهياكل الإدارية بالإدارة المحلية بما لا يتناسب وتطبيق مبادئ الحوكمة" في الترتيب الثالث بنسبة (٦٧٪)، مما يُشير إلى ضرورة تطوير الهياكل الإدارية للإدارة المحلية لاستحداث وظائف تضمن تنفيذ مبادئ الحوكمة، كما جاءت العبارة (١) والتي مفادها "عدم اهتمام بعض المواطنين بالمشاركة بالعمل العام " في الترتيب الرابع بنسبة (٦٧.٤٪).

كذلك أشارت استجابات المبحوثين إلى عدم موافقتهم على وجود بعض المعوقات، والتي تتعلق بالاعتماد على رؤية الحكومة المركزية لصياغة رؤية المحافظة، مما يُشير إلى عدم إدراكهم لأهمية مراعاة خصوصية، وطبيعة المحافظة، ودعم الميزة التنافسية لها، واعتقادهم بقُدرة الحكومة المركزية على صياغة رؤية للمحافظة، هذا بالإضافة إلى تأكيد المبحوثين على متابعة المواطنين للمشروعات القومية التي يتم نشر بياناتها عن طريق وسائل الإعلام المختلفة، بالإضافة إلى الصفحات الرسمية على مواقع التواصل الاجتماعي.

المحور الثالث: النتائج العامة للبحث والتوصيات

أولًا: النتائج العامة للدراسة

يعرض هذا الجزء النتائج العامة للبحث بناء على المناقشات السابقة لنتائج الدراسة الميدانية، وفي ضوء الإطار النظري للبحث، لذا سوف يتم عرض النتائج العامة من خلال تساؤلات البحث:

- **نتائج التساؤل الأول والذي مؤداه** "ما المتطلبات التنظيمية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية؟"

اتضح من نتائج البحث أن المتطلبات التنظيمية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية، وتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة تتمثل في ضرورة تطوير التشريعات، والأطر القانونية لإرساء قواعد حوكمة الإدارة المحلية، وصياغة لوائح تضمن استدامة مكتسبات تطبيق مبادئ الحوكمة، وتنظيمها في إطار مؤسسي، هذا بالإضافة إلى تنظيم أُطر التواصل بالجمهور لضمان استدامتها، وجعلها جُزء من منظومة عمل الإدارة المحلية، كذلك تطوير الهياكل الإدارية للوحدات المحلية لتتناسب متطلبات الحوكمة إلى جانب تطوير نُظم تقييم أداء العاملين بالإدارة المحلية، وذلك طِبقًا لنِسب موافقة المبحوثين على عبارات البُعد الأول التي تراوحت ما بين (٦٧.٤٪- ٩٠.٨٪).

- **نتائج التساؤل الثاني والذي مؤداه "ما المتطلبات البشرية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية؟"**

أشارت نتائج البحث أن **المتطلبات البشرية لحوكمة نُظم الإدارة المحلية لتحقيق التنمية المجتمعية المستدامة،** تتمثل في ضرورة تأهيل القُوى البشرية لإعداد رؤية عامة تتناسب وطبيعة المحافظة، وذلك طِبقًا لنِسب موافقة المبحوثين على عبارات البُعد، والتي تراوحت ما بين (٧٢.٣٪ إلى ٩٢.٥٪)، حيث تتطلب حوكمة الإدارة المحلية توفر كوادر بشرية مُدركة لأهداف التنمية المستدامة، وأهمية مشاركة المواطنين بخطط تنمية المحافظة لتحقيق ذلك، وأن تطبيق مبادئ الحوكمة يُزيد خبِرة العاملين، وتكامل الرؤى بين القائمين على التنفيذ والمواطنين، وتتفق تلك

النتائج مع نتائج دراسة (**الوكيل، ٢٠٢١**)، والتي أكدت أن تطبيق مبادئ الحوكمة يُحسن أداء العاملين بالقطاع الحكومي حيث يثقل خبراتهم من خلال التواصل المباشر بالمواطنين، مما يجعلهم أكثر إلمامًا باحتياجاتهم وأولوياتهم.

- **نتائج التساؤل الثالث والذي مؤداه "ما المتطلبات المادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية؟"**

أشارت نتائج البحث أن **المتطلبات المادية للابتكار كآلية لتحسين مؤشر تنافسية المحافظات المصرية**، طِبقًا لنِسب موافقة المبحوثين على عبارات البُعد، والتي تراوحت ما بين (٧٢.٣٪ إلى ٩٢.١٪)، وتتمثل في إعداد منصات رقمية لتسهيل التواصل المباشر بين المواطن والإدارة المحلية، كذلك تُشير استجابات المبحوثين إلى ضرورة توفير بنية معلوماتية لتسهيل متابعة، وتقيم أداء الإدارة المحلية، وتتضمن نشر التقارير الدورية على المواقع الرسمية لمتابعة أداء الإدارة المحلية، وذلك بهدف تحقيق الشفافية، وإتاحة المعلومات والبيانات كأحد مبادئ الحوكمة، وتفعيل مشاركة المواطنين بالتخطيط لتحقيق التنمية المحلية، إلى جانب صياغة آلية لمتابعة مستوى رضا المواطنين عن أداء الإدارة المحلية بشكل دوري، بالإضافة إلى إعادة صياغة سياسة عامة تُعبر عن أولويات المحافظة، كذلك إعداد التواصل مع المواطنين.

ثانيًا: توصيات البحث

في ضوء نتائج البحث توصي الدراسة بضرورة تضافر كافة أجهزة الدولة لصياغة رؤية متكاملة تعكس أولويات المواطن بشتى المجالات، وتتناسب وطبيعة المحافظة، وتدعم الميزة التنافسية، في إطار تحقيق التنمية المجتمعية المستدامة، والتي تشمل ما يلي:

١. **التوصيات التنظيمية:**

- **استنادًا إلى ما أظهرته النتائج حول الحاجة إلى تطوير التشريعات والأطر القانونية؛** يُوصى بتطوير التشريعات المنظمة للإدارة المحلية بما يُرسخ مبادئ الحوكمة، ويُحدد بوضوح آليات المساءلة المجتمعية.
- **نظرًا لما كشفته النتائج من قصور في توافق اللوائح الداخلية الحالية مع متطلبات التنمية المستدامة؛** يُوصى بمراجعة هذه اللوائح وتحديثها لتتوائم مع متطلبات التحول المؤسسي الحديث.
- **تماشيًا مع ما بينته النتائج من ضرورة تعزيز الشفافية في الخدمات العامة؛** يُوصى بتفعيل أنظمة تضمن إعلان الأطر الزمنية لتقديم الخدمات، بما يضمن العدالة والمساواة.
- **في ضوء ما أظهرته النتائج من ضِعف في الأطر المؤسسية للمساءلة،** يُوصى بنشر آليات واضحة للمساءلة المجتمعية وتفعيلها عند التقصير.

- **استنادًا إلى نتائج البحث التي أبرزت القصور في الهياكل التنظيمية،** يُوصى بإعادة بناء الهياكل التنظيمية للوحدات المحلية، بما يشمل إنشاء وحدات متخصصة في الابتكار والتنمية المستدامة، استنادًا إلى دراسات جدوى تراعي الأبعاد البيئية والاجتماعية.
- **نظرًا لما أظهرته النتائج من غياب آليات لمتابعة أهداف التنمية المستدامة محليًّا؛** يُوصى بإنشاء وحدات متخصصة لمتابعة تنفيذ أهداف رؤية مصر ٢٠٣٠ داخل الوحدات المحلية.
- **انطلاقًا من النتائج التي أكدت الحاجة إلى تقييم دوري للأداء المؤسسي؛** يُوصى بتطبيق معايير وطنية موحدة لتقييم الأداء المؤسسي للإدارة المحلية.
- **استنادًا إلى النتائج التي أوضحت أهمية تعزيز مشاركة المواطنين؛** يُوصى بتضمين مشاركة المواطنين في صياغة الخطط المحلية ضِمن الأطر التنظيمية.
- **تماشيًا مع النتائج التي بينت ضعف نظم الشكاوى؛** يُوصى بتطوير نُظم الشكاوى، والاستجابة الفعالة، ودمجها في الهياكل التنظيمية.
- **استنادًا إلى النتائج التي أوضحت أهمية مشاركة ممثلي الفئات المجتمعية،** يُوصى بإنشاء مجالس محلية فرعية تضم كافة الفئات لضمان تكامل القرارات المحلية.

٢. **التوصيات المتعلقة بالموارد البشرية:**

- **في ضوء ما أظهرته النتائج من حاجة العاملين إلى تأهيل متخصص؛** يُوصى بإطلاق برامج تدريبية لتمكين العاملين في الإدارة المحلية من إعداد رؤى تنموية متكاملة متماشية مع طبيعة كل محافظة، مع رفع وعيهم بأهداف التنمية المستدامة.
- **استنادًا إلى النتائج التي أوضحت ضعف استثمار الكوادر الشابة؛** يُوصى بإنشاء قاعدة بيانات بالكوادر الشابة، وتأهيلهم لمسارات القيادة ضِمن هيكل المحليات.
- **نظرًا لما أظهرته النتائج من غياب حوافز مرتبطة بالأداء ؛** يُوصى بتصميم نظام حوافز قائم على الإنجاز، والابتكار في حل المشكلات المجتمعية.
- **تماشيًا مع ما أظهرته النتائج من ضرورة تحقيق العدالة الوظيفية؛** يُوصى بدعم العدالة الاجتماعية، وتكافؤ الفرص في الترقيات، والتكليفات داخل الوحدات المحلية.
- **استنادًا إلى النتائج التي أكدت الحاجة لثقافة تنظيمية تشاركية؛** يُوصى بتنمية ثقافة مؤسسية تقوم على الشفافية والمشاركة وتداول المعلومات.

- **نظرًا لما أوضحته النتائج من ضِعف في تواصل العاملين مع المواطنين؛** يُوصى بتدريبهم على تطبيق مبادئ الحوكمة، وأساليب التواصل الفعال.
- **بناءً على النتائج التي أكدت أهمية التقييم المجتمعي للأداء ؛** يُوصى بإشراك المواطنين في عملية تقييم أداء الموظفين المحليين.
- **تماشيًا مع ما أبرزته النتائج من أهمية نشر قصص النجاح؛** يُوصى بتوثيق وتعميم قصص النجاح الفردية، والجماعية داخل الوحدات المحلية كمحفز للتطوير.
- **استنادًا إلى النتائج التي أظهرت قصورًا في وضوح التوصيف الوظيفي؛** يُوصى بنشر المهام الوظيفية، والتوصيفات الخاصة بكل وظيفة عبر المنصات الرسمية للمحليات.

٣. **التوصيات المتعلقة بالموارد المادية والتكنولوجية:**

- **في ضوء ما أظهرته النتائج من قصور في البنية التكنولوجية؛** يُوصى بإنشاء بنية معلوماتية رقمية متكاملة تدعم الحوكمة الرقمية، وتتيح الوصول بسهولة إلى البيانات المحلية.
- **استنادًا إلى النتائج التي أوضحت ضِعف قنوات المشاركة الإلكترونية؛** يُوصى بإعداد منصات إلكترونية موحدة تتيح للمواطنين تقديم المقترحات ومتابعة الأداء.
- **تماشيًا مع النتائج التي أكدت أهمية متابعة الأداء التنموي؛** يُوصى بتفعيل أدوات تكنولوجية لرصد مؤشرات الأداء، وربطها بمؤشرات التنافسية.
- **استنادًا إلى النتائج التي بينت محدودية الموارد المادية والتكنولوجية؛** يُوصى بتخصيص موارد مالية وبشرية لتحديث البنية التحتية الرقمية داخل الوحدات المحلية.
- **نظرًا لما أوضحته النتائج من ضعف في إتاحة المعلومات؛** يُوصى بنشر تقارير الأداء بشكل دوري على المواقع الرسمية للمحليات لتفعيل حق المواطن في المعرفة.
- **استنادًا إلى ما أبرزته النتائج من أهمية تحليل البيانات الذكية؛** يُوصى باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات المواطنين، وتوجيه الخِطط المحلية وفق الاحتياجات الفعلية.
- **تماشيًا مع النتائج التي أكدت ضرورة إشراك المجتمع المدني؛** يُوصى بإشراك منظمات المجتمع المدني في دعم مشروعات الرقمنة وتطوير الخدمات الحكومية.

قائمة المراجع:

أولًا: المراجع العربية

١. إسماعيل، ع. ا،(2005)، دور الهيئات المحلية الفلسطينية في تعزيز المشاركة وإحداث التنمية السياسية، نابلس: رسالة ماجستير، برنامج التخطيط والتنمية السياسية، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية.

٢. البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة، ومعهد التخطيط القومي، (2010)، تقرير التنمية البشرية ٢٠١٠ مصر، القاهرة: البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة، معهد التخطيط القومي.

٣. البسام، ب. ب، (2019)، إطار مقترح لتبني الحوكمة في القطاع العام. مجلة جامعة الملك سعود "العلوم الإدارية"، مجلد ٢٨، العدد ٢.

٤. حسني، س. م، (2022)، رؤية مصر (٢٠٣٠) وأثرها على شفافية المؤسسات الحكومية، المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، جامعة قناة السويس، المجلد ١٣، العدد ٢ أبريل ٢٠٢٢.

٥. الزغبي،خ. س، (2003)، العلاقة بين الإدارة المركزية، والإدارة المحلية، وأساليب تكاملها، صلالة: الملتقى العربي الأول "نظم الإدارة المحلية في الوطن العربي" المنظمة العربية للتنمية الإدارية، جامعة الدول العربية.

٦. سياح، بو.زيد، (2013)، دور الحكم الرشيد في تحقيق التنمية المستدامة بالدولة العربية، تلمسان: رسالة دكتوراه في العلوم الاقتصادية كلية العلوم الاقتصادية والتجارية، جامعة أبى بكر بلقايد، تلمسان.

٧. الشيخ، ص. ع، (2015) ، سياسات حول إصلاح النظام المحلي في مصر، مجلة النهضة، المجلد السادس عشر، العدد الأول، يناير ٢٠١٥.

٨. طيفور، ف. أ، (2023)، اللامركزية كآلية في التخطيط لتحسين إدارة الأزمات والكوارث بالمجتمع المحلي، أسيوط: رسالة ماجستير، كلية الخدمة الاجتماعية جامعة أسيوط.

٩. عوض، م، خميس, ك، (2013) ، التنمية والديمقراطية وتطوير النظام الإقليمي العربي، القاهرة: المنظمة العربية لحقوق الإنسان.

١٠. عبد الحميد، إنجى، (٢٠٠٤)، رأس المال الاجتماعي: نحو نظرية في البناء والفعل الاجتماعي، المجلة الاجتماعية القومية، المركز القومي للبحوث الاجتماعية والجنائية، المجلد الحادي والأربعون، العدد الثاني.

١١. قوال، ف، (2022)، **دور الإدارة المحلية في تحقيق التنمية المحلية المستدامة:** دراسة لدور البلدية. مجلة الفكر المتوسطي، المجلد ١١، العدد ١.

١٢. كراجه، ل. م، وعريقات، **(2022)، أثر تطبيق الحوكمة على تحسين أداء العاملين في الوزارات الفلسطينية،** المجلة العربية للإدارة، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، جامعة الدول العربية، المجلد ٤٥، العدد ٢.

١٣. لجنة العمالة والسياسة الاجتماعية، (نوفمبر ٢٠٠٥)، تعزيز التنمية المستدامة لتحقيق سبل عيش مستدام. جنيف: مكتب العمل الدولي.

١٤. مجمع اللغة العربية، (1986)، المعجم الوسيط، القاهرة: دار الدعوة.

١٥. محرم، هـ. ف، (2019)، التواصل الإلكتروني وتطوير الأداء الحكومي، القاهرة: رسالة ماجستير، قسم الاجتماع، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس.

١٦. محمد، ن. ح، (2016)، دور الإبداع والابتكار المستمر في ضمان المركز التنافسي للمؤسسات الاقتصادية والدول، مجلة الإمارات العربية المتحدة، المجلد ٧، العدد٩.

١٧. المعهد القومي للحوكمة والتنمية المستدامة، (2020)، مؤشر التنافسية العالمي، القاهرة: وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية، المعهد القومي للحوكمة والتنمية المستدامة.

١٨. الوكيل, م. م، (2021)، تأثير مبادئ الحوكمة على الأداء الوظيفي: دراسة تطبيقية على حي شرق مدينة نصر. المجلة العربية للإدارة، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، جامعة الدول العربية، المجلد ٤١، العدد ٤.

ثانيا المراجع الأجنبية:

1. Brown, K. A. and Osborne, S, (2011), Innovation, Public Policy and Public Services Delivery in the UK. *Journal of Social Sciences, Vol 9, No.6.*
2. Camagni, R. (2002). On the concept of territorial competitiveness: sound or misleading? *42nd Congress of the European Regional Science Association: "From Industry to Advanced Services - Perspectives of European Metropolitan Regions*, Dortmund: European Regional Science Association (ERSA).
3. Lim, Y., Edelenbos, J., & Gianoli, A. (2023). Dynamics in the governance of smart cities: insights from South Korean smart cities. *International Journal of Urban Sciences, Volume 27.*
4. Monios, J. (2019). "Geographies of governance in the freight transport sector: The British case". *Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 121, March*.
5. OECD, O. (2017). *Fostering Innovation in the Public Sector.* Paris: OECD.
6. Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development.* Cambridge: Harvard University Press.
7. Sørensen, E., & Torfing, J. (2016). Metagoverning Collaborative Innovation in Governance Networks. *The American Review of Public Administration, 46(7)*.

8. Wampler, B. (2009). Participatory Budgeting in Brazil: Contestation, Cooperation, and Accountability. *Journal of Latin American Studies*.
9. Yu, Jae Eon. (2017). Understanding social innovation from systemic perspectives. International Journal of Business Policy and Strategy Management Vol. 4, No.2.

Abstract:

This research explores the role of innovation to enhance the competitiveness index of Egyptian governorates within the framework of achieving sustainable development goals and Egypt's Vision 2030. The study employed a descriptive-analytical approach, supported by a social survey that targeted 332 participants, including experts from the Ministries of Local Development and Planning, as well as employees in sustainable development units and technology centers in Fayoum, Port Said, and Behera governorates.

Findings reveal that strengthening innovation to enhance competitiveness requires three main dimensions: organizational requirements (updating legislations, regulations, and administrative structures), human requirements (capacity building and preparing a second line of young leaders), and material requirements (establishing information systems, digital platforms, and effective citizen engagement mechanisms). However, the study also identified significant challenges, including a weak information infrastructure, inadequate legal frameworks, and a shortage of qualified staff.

The study concludes that innovation represents a strategic entry point to operationalize local governance, enhancing community participation, transparency, and accountability, while leveraging the unique competitive advantages of each governorate. It recommends adopting an integrated vision tailored to local contexts to ensure sustainable local development.

Keywords: Innovation, governorates' competitiveness indicator, sustainable development, innovation enabling environment

Second: English Researches

4. Specialized Environmental Courts in Egypt: Toward Sustainable Environmental Justice

   Amir Aly Mahmoud AbdelWahab

5. Converting Agricultural Engines to Run on Hydrogen as a Sustainable Solution to Climate Challenges

   Ahmed G. Mohamed, Ahmed M. Ibrahem, and Moataz A. Mahfouz

Specialized Environmental Courts in Egypt: Toward Sustainable Environmental Justice

المحاكم البيئية المتخصصة في مصر: نحو عدالة بيئية مستدامة

مقدم من:

Amir Aly Mahmoud abdelwahab

Bachelor of Laws, The British University in Egypt & London South Bank University

أمير على محمود عبد الوهاب

بكالوريوس حقوق – الجامعة البريطانية في مصر وجامعة لندن ساوث بانك

- تاريخ استلام البحث: ٢٩ يونيو ٢٠٢٥
- تاريخ قبوله: ٢١ أغسطس ٢٠٢٥

Abstract

Before the rise of the Industrial Revolution, the world had lower emissions than it does nowadays. That era was characterized by industrial growth without considering the environmental consequences. Factories that adopted oil as a main energy source were widely spread, resulting in air and water pollution and contributing to the world's environmental challenges today.

In light of these environmental challenges, the international community has enacted several environmental protection agreements to reduce emissions and mitigate climate change. Various international environmental agreements have been ratified to enhance cooperation among states to save the environment. However, their effectiveness has been undermined by inefficient enforcement mechanisms, which have limited their ability to achieve their intended targets.

In addressing these challenges, there has been significant growth in establishing Environmental Courts and Tribunals (hereinafter mentioned as "ECTs") worldwide, motivating the need to protect our environment from ongoing damage and degradation. While not all ECTs have succeeded in delivering justice in environmental disputes, many have effectively addressed complex environmental issues.

This research examines the possibility of establishing Environmental Courts (hereinafter mentioned as "ECs") in Egypt. By drawing on successful international models, the study proposes a model for establishing ECs that aligns with Egypt's judiciary system.

Keywords: Environmental courts, specialized judiciary, international environment agreements, environmental courts and tribunals

Research Problem:

The current Egyptian judiciary system lacks specialized ECs established to handle the complexity of environmental issues. Environmental cases are typically adjudicated within the general judiciary system; they may go to the administrative judiciary if a public authority is involved and to the civil courts if the parties are private legal persons. They may also go to criminal courts. This fragmentation raises concerns about the adequacy, consistency, and specialization of judicial handling in environmental matters, highlighting the need to explore the potential role of ECs within the Egyptian legal system.

Aims and Objectives:

This research aims at exploring the possibility of establishing ECs in Egypt by first evaluating the current gaps within Egypt's judicial system and then examining the role of ECTs in other jurisdictions. It also aims at finding how Egypt can integrate such courts into its legal system.

Research Questions:

The primary research question guiding this study is:

1. How can ECs be effectively integrated into the Egyptian judiciary system?

To delve deeper into the context of environmental courts, secondary research questions are:

2. What structural and jurisdictional features should an EC system in Egypt have to effectively address environmental cases?

3. How are environmental disputes currently addressed within Egypt's judiciary system?

Research Methodology:

This research adopts both descriptive and analytical approaches to examine Egypt's formal institutions and its ability to implement ECs. The descriptive approach will outline Egypt's current judiciary system, while the analytical approach will involve studying global models of Environmental Courts. The overview of EC models relies on existing legal scholarship and judicial reports, rather than on original research, to identify the most suitable model for adaptation in Egypt.

This research falls under "reform-oriented" legal research, as it aims at assessing and proposing an EC model within Egypt's current judiciary system.

This research is evaluative, focusing on assessing Egypt's current environmental laws and judicial practices. Additionally, it is comparative, as it examines international examples of ECs, and projective-predictive, as it proposes how these courts could be established and how they could function in Egypt.

Literature Review:

Establishing specialized courts with exclusive jurisdiction over environmental disputes has been increasingly recognized as a better means of addressing complex environmental disputes in countries adopting this model.

In this literature review, the research will tackle various perspectives concerning this concept by reviewing case studies, juris opinions, and finally, the formal institutional sources necessary for creating effective ECs in Egypt. For clarity, this section will be divided into two parts:

1) Foundations and International Practices of ECTs

This research will start the literature review by demonstrating the research written by Brian J. Preston, the Chief Judge of the Land & Environment Court of New South Wales, addressing the main characteristics of successful ECTs. **(Preston, 2014)**

This article identifies 12 characteristics based on Preston's practical experience as a New South Wales Environment Court Chief Judge. He suggests that these characteristics should mainly exist to successfully operate these courts and thus achieve their aim of delivering environmental justice.

The first characteristic Preston addresses is status and authority, which refers to the level of credibility, recognition, and legitimacy an ECT must have to effectively address environmental disputes. According to Preston, successful ECTs do not necessarily need to be superior or higher courts within a judicial hierarchy, but at least they should enjoy recognition and legitimacy. Preston sees that it does not matter whether it takes the shape of a tribunal or a court. Also, hierarchy does not matter in a court, as he mentioned some unsuccessful ECs that enjoy superiority and unsuccessful inferior ECs. From Preston's perspective, what really matters to have a successful EC is that it should enjoy comprehensive jurisdiction, as tackled in the third characteristic below.

The second characteristic is independence from the government and impartiality. For ECTs to function effectively, judges must be free from external influences such as political pressures, industry interests, or public opinion, stressing that court judgments should only be based on legal and factual considerations.

The third one is a comprehensive and centralized jurisdiction; such a jurisdiction allows a court to address a wide range of environmental issues, thus centralizing all environmental cases within a single

specialized court instead of distributing them among the general courts in a country. In short, Preston recommends that ECs should have exclusive jurisdiction over environmental disputes.

The fourth characteristic is that judges and court members who assist judges should be more educated about environmental issues. This opportunity will improve their ability to respond to environmental disputes, improving their decision-making quality, effectiveness, and efficiency. Due to the scientific and technical complexity of these types of disputes, the court members shall also have some environmental knowledge to assist judges. Further, Preston stressed the same idea in the sixth criterion by extending access to scientific and technical expertise outside the court.

The fifth characteristic is called "Multi-Door Courthouse," which is a judicial approach designed to provide multiple pathways to resolve disputes beyond traditional litigation. This model integrates various alternative dispute resolution (hereinafter mentioned as "ADR") methods, such as mediation, arbitration, conciliation, and negotiation, within a single courthouse system, allowing parties to choose the most suitable process for their case.

The seventh characteristic is facilitating access to justice by removing some barriers during the litigation process, imposing flexible standing requirements, and allowing the public to participate and appeal in environmental decisions issued by the government. As Preston stated in introducing this characteristic, it reflects the essence that *delaying justice is a denial of justice.* Also, the eighth characteristic complements this, as it stresses achieving a just, quick, and affordable resolution of disputes.

The ninth characteristic is the court's responsiveness to pressing environmental issues like climate change and biodiversity loss. Successful ECTs not only address legal disputes but also promote remedies and solutions to these complex issues. Specialization in environmental law allows these courts to use their doctrine and provide more extensive remedies than ordinary courts. They will not be able to make their doctrine except by their response to the environmental issues through their day-to-day handling of cases, which is the idea of the tenth characteristic.

The eleventh characteristic is adopting a clear mission or statement of purpose, which should focus on protecting the environment for the public rather than protecting private rights.

The last characteristic emphasizes the value that ECTs can add beyond individual cases. ECTs contribute to developing environmental jurisprudence by interpreting and expanding environmental laws, often drawing on international case law to strengthen domestic regulations. Additionally, ECTs enhance administrative decision-making by formulating non-binding principles through merit review appeals. These principles guide future administrative decisions, ensuring consistency and clarity in environmental governance. ECTs are also known for their innovative legal practices and procedures, often implementing changes more swiftly than larger courts. Examples include eCourt systems and flexible dispute resolution methods like mediation and conciliation.

Overall, ECTs resolve disputes, shape environmental law, improve administrative practices, and drive innovation in environmental litigation.

2) The Need for Specialized ECs in Egypt

Under this fold, Counselor Mohamed Fayez's research, particularly the last chapter, will be reviewed. The research focuses on the need for establishing ECs in Egypt **(Hussien, 2024).** It highlights the importance of climate and environmental disputes and the need for a special court to handle them.

Counselor Mohamed Fayez Hussien mentioned two different approaches in his research by which a judge could handle environmental disputes. The first one recommends that judges avoid getting into the scientific details, seeing them as outside their expertise. While the second approach states that judges carefully look at the government policies and decisions to ensure they protect the right to a clean environment and meet national and international commitments.

Counselor Mohamed Fayez Hussien supports creating specialized courts focused on environmental and climate issues. In his research, he agrees with Donald W. Kaniaru, the Managing Partner of Kaniaru & Kaniaru Advocates in Kenya, who is the Chair of the National Environmental Tribunal of Kenya and represents the International Council of Environmental Law (ICEL) at the United Nations Environment Programme (UNEP) in Nairobi. Donald W. Kaniaru believes these courts are crucial for handling such disputes. These courts would allow cases related to environmental disputes to be dealt with more efficiently.

He also notes that regular courts may face challenges in handling environmental cases due to the high level of expertise needed to do so properly. He suggests creating a specialized environmental committee with legal and scientific experts as a solution. This committee could work with Egypt's National Climate Change Council to ensure that government decisions are informed by legal and scientific knowledge. It would also ensure that Egypt's environmental policies align with international climate agreements.

Introduction to the Means of Environmental Protection Globally

1. Environmental Global Issues

In this decade, the world has witnessed a significant atmospheric change due to global warming, which has negatively affected the environment, affecting all countries worldwide. The problem is that environmental challenges are unlike any other international community problems. That is because they require intensive measures and the collaboration of all countries, particularly the industrial ones, due to their high contribution to greenhouse gas emissions. Moreover, any delay or barriers in enforcing these measures will, unfortunately, result in a massive environmental dilemma that no state can contain.

The international community's awareness about the effects of climate change has grown, especially after the first important world conference on the environment, which was held in Stockholm in 1972 (United Nations Conference on the Human Environment, 1972). At this conference, several principles were adopted, including, but not limited to, recognizing the right to live in a healthy environment as a fundamental human right that cannot be derogated. For this reason, the right to live in a healthy environment is enshrined in most constitutions, including Egypt. The conference also highlighted the importance of scientific research and development for the environment in all countries, particularly developing countries, by providing them with the necessary tools to conduct this kind of research.

In 1985, a conference was held in Austria, where meteorologists warned the international community about a serious environmental threat resulting from the rise in global temperatures, which could threaten the existence of living organisms and human beings (Askar, 2013, p. 8). The rise of ocean and sea volume, resulting from icebergs melting, will cause coastal flooding, leading to human rights violations due to people's displacement from coastal cities, and numerous forms of chaos.

2. Overview of International Environmental Governance: Treaties and the Evolution of Climate Litigation

Recognizing the negative consequences of climate change, the international community managed to enact environmental agreements that hope to mitigate its impact. These agreements promote environmental governance, by which states are obliged to reduce greenhouse gas emissions. Even countries like Egypt, the United Kingdom, France, and Germany are committed to reducing these emissions. Accordingly, they incorporated the ratified international environmental conventions into their national laws (Hashish, 2024, p. 62).

The United Nations Conference on Human Environment (hereinafter mentioned as **"Stockholm Conference"**) was held in 1972 in Stockholm, Sweden. This conference is considered the first major world conference to address global environmental issues (Askar, 2013, pp. 122- 126). The Stockholm Conference established 26 principles that confirm the fundamental right to a healthy environment, the protection of natural resources for present and future generations, and the prevention of environmental harm, particularly pollution. They highlight the importance of rational planning, national institutions, and environmental education to foster responsible conduct. Additionally, the principles stress the necessity of scientific research, international cooperation in environmental law, and liability for environmental damage. Lastly, they call for global efforts to eliminate nuclear weapons and other means of mass destruction to safeguard both humanity and the environment.

After the Stockholm Conference, the United Nations Conference on Environment and Development, which is known as the Rio Earth Summit, was held 20 years later, in 1992, in Rio de Janeiro, the previous capital of Brazil (United Nations Conference on Environment and Development, 1992). The Rio Earth Summit issued 27 principles that balance environmental protection with economic development. Principle 10 highlights the importance of public access to justice and judicial remedies among the most important principles.

From our perspective, this declaration promoted the idea of establishing ECTs under the auspices of national states, by which each state has its own ECTs, as Principle 10 reads that "*...Effective access to judicial and administrative proceedings, including redress and remedy, shall be provided."* Consequently, the Rio Declaration ensures that individuals can effectively access judicial and administrative proceedings regarding environmental disputes. However, it does not clearly declare the establishment of a specified environmental court. Instead, it issued a broader principle of access to justice in environmental matters, leaving it to individual states to determine the most appropriate judicial mechanisms for addressing environmental disputes. This approach has led some countries to establish dedicated ECTs. In contrast, others have incorporated environmental adjudication within their existing judicial frameworks, without requiring specialized courts to address environmental disputes.

First: ECTs' National Models

1. Global Rise of ECTs

Environmental justice is the essence of environmental protection, as it is an important safeguard for environmental protection (Hou, Yang, & Hou, 2024, p. 57081). Due to their technical complexity and urgency, traditional judicial systems prove insufficient to address environmental cases. Consequently, over 60 nations have established ECTs (United Nations Environment Programme, 2022, p. 11).

The UNEP report shows many examples for ECTs (United Nations Environment Programme, 2022, pp. 11-14), including but not limited to the case of New Zealand, a country with two ECs and one tribunal specializing in resource management and environmental disputes. These courts balance

sustainable development with environmental protection. Moreover, Australia has a network of ECs across various states, including specialized tribunals in New South Wales, Queensland, South Australia, Victoria, and Western Australia. These courts address various environmental issues, such as pollution control, land use, and conservation, ensuring effective enforcement of environmental laws.

2. National Specialized ECs

Under this section, the research will focus on three ECTs in different jurisdictions: Sweden, China, and Australia. The research will focus on the structure, jurisdictions, and standing of parties, which are the pillars of the legal systems that govern how appeals are handled, how individuals' rights are protected, and how decisions are challenged within each jurisdiction.

2.1. Sweden

A) The Structure and Evolution of Sweden's ECs

The courts in Sweden are divided into three main categories: general courts, administrative courts, and special courts (Wang, 2016, p. 609). The general courts are the District Courts, the Appellate Courts, and the Supreme Court.

The District Courts are often the court of first instance. The general court's role is to hear disputes in private law and criminal cases. On the other hand, public law disputes are heard by the administrative courts, which consist of the Administrative Courts of Appeal, which have jurisdiction to review administrative decisions. The latter courts are divided into the Country Administrative Courts, the Administrative Courts of Appeal, and the Supreme Administrative Court.

A new system was established for environmental permits and appeals. As a result, Land and Environmental Courts (hereinafter mentioned as 'LEC') were created upon enacting the Environmental Code (hereinafter mentioned as 'EC') within five district courts (Lexadin, n.d.) to handle cases relating to permits, appeals of administrative decisions or orders, and actions for injunctions and damages under the Environmental Code.

So, suppose a party seeks to file a lawsuit regarding environmental matters. In that case, they must file it with any of the five Land and Environmental Courts in different regions of the country. Then, if any of the litigants wants to appeal a decision from the former, the next step is to appeal to the Land and Environment Court of Appeal (hereinafter mentioned as “LECoA”). This court is a division of the Svea Court of Appeal (Sweden, 1998, Chapter 20, Section 1), which is located in Stockholm. If any of the parties wants to challenge the former decision, then the only way is to challenge it before the Swedish Supreme Court (Sweden, 1998, Chapter 20, Section 1).

B) The Jurisdiction of LEC

LECs are considered a part of the administrative decision-making regarding environmental matters, which is mainly exercised by the Municipal Environmental Boards (hereinafter mentioned as "MEB"). They are local government bodies responsible for enforcing environmental regulations within their jurisdiction, and they are responsible for handling issues like waste management, pollution control, and local land use planning. MEBs operate independently, but their decisions can be appealed to the Country Administrative Boards (hereinafter mentioned as "CAB"), which work at the regional level, on a larger scale than MEB. They are responsible for handling environmental issues that affect entire

regions, such as water quality, air pollution, and biodiversity, as well as reviewing MEB's decisions (Wang, 2016, p. 610). Moreover, the decisions made by CABs are subject to appeal before LEC (Voigt & Makuch, n.d., p. 396). Consequently, cases started in the MEB cannot be appealed beyond LECoA, except under certain circumstances. In addition, if cases are started in the LEC, they could reach the Supreme Court (Voigt & Makuch, n.d., p. 397).

Moreover, big projects made by the government cannot be appealed against by the ordinary procedures provided previously; instead, people concerned, including NGOs, may apply for judicial review to the Supreme Administrative Court (Wang, 2016, p. 610). Furthermore, LEC may have jurisdiction in cases concerning compensation for environmental damage, including but not limited to compensation arising from public interventions, permit application procedures, water operations, fishing prohibitions, and private claims related to bodily injury, material damage, or financial loss (Sweden, 1998, Chapter 20, Section 2).

Regarding criminal cases, supervisory authorities are obligated to report to the police or the prosecution service if there is suspicion of a criminal offense. Once a suspected offense is reported, it may lead to a police investigation, which could result in the issuance of a fine by the prosecutor or the initiation of a prosecution in the court (Wang, 2016, p. 611).

Moreover, while specialized courts like LECs benefit from deep legal and technical expertise in environmental law, their separation from general courts can lead to inconsistencies, especially in criminal environmental matters, especially when the criminal is accused of several crimes, including an environmental one. There have been debates about whether such criminal cases should also fall under LECs, as many district courts lack sufficient experience due to the low volume of such cases (Voigt & Makuch, n.d., p. 395). Also, "*imprisonment is rarely used – there were only 3-4 environmental cases where imprisonment was imposed. Prof. Darpö explained that in these rare cases, it does not concern crimes committed by businesses / professional operators, but by individuals or groups of individuals. He gave the example of a recent case related to a waste burning incident which resulted in a 6-month jail sentence…..Also, the Land and Environmental Court of Appeal Judge confirmed that very few prison sentences have been imposed for environmental crimes committed by private individuals; if they were, it mostly concerns cases where these individuals were charged with other criminal activities too.*" (Philipsen & Faure, 2015, p. 19). The point is that environmental crimes shall be under the jurisdiction of LECs, as mentioned by Preston, that ECTs should enjoy comprehensive jurisdiction in administrative, civil, and criminal matters, as many successful ECTs around the world have been characterized by comprehensive jurisdiction (Preston, 2014, p. 372).

C) The Standing for Parties in Swedish ECs

Standing means who can bring a case or appeal a decision, and in this regard, environmental matters. In other words, it determines who has the right to participate in legal proceedings concerning environmental decisions or permits, under the EC, that "*any person who is the subject of a judgment or a decision against him*" has the right to appeal it (Sweden, 1998, Chapter 16, Section 12)**.** Also, it extends to non-profit organizations whose purpose is to promote nature conservation or environmental protection interests. Still, the organization shall at least have been working for 3 years in Sweden, and have no less than 2000 members (Sweden, 1998, Chapter 16, Section 13). However, this was overturned by the Court of Justice of the European Union (hereinafter mentioned as 'CJEU') and just reduced the number of members to 100, which can show that it has support from the public (*Djurgården-Lilla Värtans Miljöskyddsförening v. Stockholms kommun*, 2009). In this context, the '*public'* is defined as "*one or more natural or legal persons, in accordance with national legislation*

or practice, including their associations, organizations, or groups." (*Djurgården-Lilla Värtans Miljöskyddsförening v. Stockholms kommun*, 2009, paragraph 4). The public concerned, for the purposes of environmental protection, is considered to exist as long as individuals or groups are affected or likely to be affected by the matter in question, provided that they are recognized under national laws as promoting environmental protection. Consequently, if a foreign organization, like an NGO registered in Germany, wants to challenge an environmental decision in Sweden, the national criterion will not be fulfilled, and thus, it will not be able to challenge the decision because it lacks standing **(**Wang, 2016, p. 613).

2.2. China

A) The Development of Chinese ECTs

China's legal system is based on German and Japanese models, which historically started during the late 19th century (Lees & Viñuales, 2019, p. 139). However, modern law development was interrupted by a conflict that included civil wars and the Japanese invasion. Only after the Cultural Revolution (1966-1976) did China return to its legal modernization process, having adopted many laws and rules, including the environmental law. China's judiciary and legal services have continuously grown and developed (Lees & Viñuales, 2019, p. 139).

In the People's Republic of China, the courts system includes general and special courts. General courts are organized in the four levels; District People's Courts, Intermediate People's courts, High-people's Courts at the level of the province, and Supreme People's Court (hereinafter mentioned as 'SPC). At every level there are divisions, which deal with civil, administrative, criminal, and commercial matters. Special courts perform more specific functions (Wang, 2016, p. 615).

The SPC is at the top of the pyramid and coordinates the lower courts. It is responsible to the National People's Congress, and the lower courts are answerable to their respective local people's congresses. Judicial independence is provided in the Constitution, with courts operating independently from administrative bodies, public organizations, and even persons. China's journey toward specialized environmental adjudication can be divided into three major phases (Wang, 2016, p. 615).

In the first phase in 1989, grassroots tribunals emerged under local environmental agencies without a clear legal basis, leading to their dissolution by the SPC. The second phase was in 2007, where formal reforms integrating environmental courts into the judicial system as divisions, panels, circuit courts, and tribunals, with 88 District Courts, 19 Intermediate Courts, and 2 High People's Courts establishing environmental tribunals by 2012. In this phase, environmental courts enjoyed legitimacy unlike the grassroots tribunals during the first phase. In the present phase, the SPC launched a national initiative to strengthen environmental justice, creating its own environmental division, requiring High People's Courts to establish environmental units, and encouraging District and Intermediate Courts with significant caseloads to do the same. Consequently, by the end of 2014, 291 District Courts, 92 Intermediate Courts, and 17 High People's Courts had established environmental divisions or panels. These environmental units handle four categories of cases: criminal, administrative, civil, and enforcement of administrative orders (Preston, 2014, p. 376).

B) The Jurisdiction of Chinese Courts in Environmental Disputes

ECs mainly function as judicial bodies. Environmental divisions within the court system shall handle administrative, civil, and criminal environmental cases filed with them. When environmental public

authorities commit illegal acts, act improperly, or fail to act (administrative omission), affected or interested parties in China have two main ways: administrative appeals and judicial review. These are alternative and complementary remedies; individuals may first pursue an administrative appeal and, if unsatisfied with the result, still retain the right to initiate judicial proceedings by filing a judicial review (Wang, 2016, p. 616).

In addition to administrative cases, Chinese ECs also have the power to hear civil claims involving ecological damage, bodily injury, property damage, and financial loss. Courts may also issue injunctions before or during litigation to prevent ongoing or potential environmental harm. In criminal environmental cases, the power to prosecute lies with the People's Procuratorate. Any individual or organization suspecting an environmental crime has a duty to report it to the police or procuratorate (Wang, 2016, p. 616).

The Judicial Guidance of July 2014 provided the structural framework for ECs in China. It requires the establishment of environmental divisions in the Supreme People's Court and High People's Courts. However, Intermediate People's Courts are only required to create such divisions if they face many environmental disputes. So far, a fully centralized and uniform environmental jurisdiction across regions has not been realized (Wang, 2016, p. 616).

C) The Standing of Parties before Chinese ECs

China has improved access to environmental justice by expanding its legal standing in administrative litigation to include third parties affected by environmental decisions. Before this amendment, only parties affected by such a decision could stand before the courts exclusively. However, administrative appeals remain limited to the original parties, and civil litigation continues to face barriers due to judicial reluctance and technical complexity. Historically, NGOs lacked standing to bring public interest cases, but the 2012 Civil Procedure Law amendments and the 2015 judicial interpretation marked significant progress by granting standing to qualified social organizations. Article 58 of the revised Environmental Protection Law (hereinafter mentioned as “EPL”) mandates courts to accept these cases, strengthening public enforcement of environmental laws. This shift enhances legal accountability and aligns China more closely with international environmental standards (Wang, 2016, p. 617).

A study examining thirty-five cases accepted and heard in 2015 under Article 58 EPL found a notable diversification compared to the period between 2005 and 2014 (Lees & Viñuales, 2019, p. 139). Previously, environmental litigation primarily targeted water pollution and involved weaker individual defendants. In contrast, the 2015 cases covered a broader range of environmental harms, featured a wider array of plaintiffs, and often involved large corporate defendants. Proceedings were generally efficient and occasionally resulted in significant monetary awards or settlements.

Moreover, less than a third of these cases were filed before environmental tribunals, with most brought before general courts. Although ECs in China were not originally designed to accommodate administrative public interest litigation, the increased use of ordinary courts is a noteworthy trend.

2.3. Australia, New South Wales, Land & Environmental Court

A) Structure of Australia's Judicial System

The New South Wales court system has a three-level hierarchy. At the base of the system are the Local Courts (Magistrates' Courts), which handle most criminal matters, small civil claims, and committal hearings for more serious offenses. Decisions made by these courts can generally be appealed to the District Court (Stein, 2002, p. 7).
The District Court exercises first instance jurisdiction over serious crimes and civil disputes up to a monetary limit. Parties dissatisfied with a Local Court outcome may seek review here, and the District Court's own decisions can in turn be appealed to the Supreme Court's appellate division. Alongside the District Court, in this intermediate tier sits the Workers' Compensation Court, a specialist forum for disputes over workplace injuries and insurance entitlements. Appeals from tribunal or commission determinations proceed through this Court before moving on to the Supreme Court's Court of Appeal (Preston, 2012, p. 6).

The highest state trial court is the Supreme Court of New South Wales, which hears the most serious criminal charges, including murder, and civil claims without a financial cap. Within the Supreme Court sits the Court of Appeal, a separate division charged with reviewing decisions from the Supreme Court's trial divisions, the District Court, the Workers' Compensation Court, and designated specialist courts. Two of those specialist courts, the New South Wales Land & Environment Court (hereinafter mentioned as 'NSWLEC'), which was established to handle environmental matters, and the Industrial Court, occupy the same superior status and appeals of their decisions are heard by the Court of Appeal (Preston, 2012, p. 6). Finally, the appeal lies with the High Court of Australia.

B) Jurisdiction of NSWLEC

NSWLEC is a court with a comprehensive jurisdiction covering all environmental disputes whether civil, criminal, or administrative, including planning and land matters and the use of natural resources, which makes this court the ideal model of national ECs (Hussien, 2024, p. 256).

In detail, the NSWLEC jurisdiction "*falls into the following categories: administrative or merits review of governmental decisions; civil jurisdiction; civil enforcement; judicial review of governmental action; criminal enforcement (prosecutions); appeals against criminal convictions and sentences of the Local Court; and appeals against decisions of Commissioners of the Court.*" (Preston, 2012, p. 403).

Also, it can conduct merits review of government decisions, admitting new evidence and exercising the same functions and discretions as the original decision maker. Merits review is organized into three classes: (Preston, 2014, p. 374) Class 1 covers environmental, planning, and protection appeals; Class 2 covers local government and miscellaneous appeals; and Class 3 covers land tenure, valuation, compensation matters, and Aboriginal land claims.

Beyond merits review, the Court has original civil jurisdiction over tree and neighbor disputes under the Trees Act and over mining and petroleum disputes under the Mining Act and Petroleum Act (Preston, 2012, p. 404). In its civil enforcement role, it can order individuals, companies, or government bodies to remedy or restrain planning and environmental statutes breaches. In its criminal enforcement role, it prosecutes summary offenses under laws such as the Environmental Planning and Assessment Act 1979 and the Protection of the Environment Operations Act 1997 (Preston, 2012, p. 403).

C) Standing of Parties

NSWELC has facilitated access to justice by removing barriers to environmental litigation and promoting public interest litigation in environmental matters, interpreting the law with a liberal approach (Preston, 2014, p. 383). This means that a person or group does not have to show a direct personal interest in the matter (like financial loss or property damage) (Preston, 2008, p. 27). Instead, it is often enough to show that the case raises important environmental or planning issues that affect the community. This is different from many traditional systems, where only people directly harmed can sue.

3. Critical Analysis of the Swedish, Chinese, and Australian ECs

The Swedish ECs are characterized by their integrated and specialized approach, which leads to their efficiency in handling environmental disputes, due to the following: first, the comprehensive jurisdiction they have. Second, the courts enjoy widespread credibility and legitimacy, consequently gaining the trust of industry stakeholders and environmental NGOs, who view them as impartial and effective forums for dispute resolution. However, the procedural framework by which Swedish ECs operate is facing some challenges, particularly the parallel proceedings due to different proceedings under each statute, such as the Environmental Code, the Minerals Act (1991:45), the Act on Building of Railroads (1995:1649), and the Roads Act (1971:948), which create complexity and redundancy (Voigt & Makuch, n.d., p. 398). These parallel processes may delay decision-making and confuse stakeholders due to overlapping jurisdictions and inconsistent procedural timelines. Consequently, Swedish ECs indeed have administrative jurisdiction. However, it is still insufficient due to the conflict of jurisdiction that could arise due to administrative courts' jurisdiction on the other side.

China's environmental judicial system is characterized by multiple divisions across China, unlike Sweden and Australia, which have integrated ECs with broad, consolidated authority that streamlines processes and improves access to justice. It has its own justification, as each country is trying to integrate its EC structure to suit its geographical and population. That is why China's ECs structure, due to its large size and population, has multiple divisions of environment across its courts, which would likely be inefficient elsewhere. Other countries would prefer adopting a unified court model like Sweden's or Australia's, as these structures would serve their objectives.

While NSWELC enjoys an extensive jurisdiction covering environmental, planning, development, building, local government, land, and resource matters, the court exercises both merit review and judicial functions, a dual role enabling it to operate simultaneously as an administrative tribunal and a judicial authority. In addition to its appellate jurisdiction, it hears appeals from local courts and decisions rendered by its commissioners. Its original jurisdiction extends to tree disputes, mining issues, and other land use conflicts. These powers within a single institution promote efficiency, consistency, and legal coherence, effectively making it a centralized court for environmental litigation. Moreover, NSWLEC's success is further supported by its accessibility through technological innovations like eCourts, videoconferencing, and onsite inspections. These tools enhance public participation and reduce geographic and procedural barriers to environmental justice.

Second: The Implementation of ECs within the Current Egyptian Judiciary System

1. Addressing Environmental Disputes in Egypt

1.1. The Current Egyptian Judicial System

Egypt has a dual judiciary system, which means that there are ordinary courts and administrative courts (Arab Republic of Egypt, 2019, Section Three), along with a separate Supreme Constitutional Court. The ordinary courts are three-tiered and primarily deal with civil and criminal matters.

The Court of First Instance is composed of Primary Courts *(Al-Mahākim al-Kullīya/ Al-Mahākim al-abted`ya)* and Summary Courts *(Al-Mahākim al-Juz'īya)*. Their jurisdiction covers civil matters and is regulated under the Egyptian procedural law based on several criteria to determine their jurisdiction on cases (Arab Republic of Egypt, 1968, Arts. 28–68). Then, the next stage is the Court of Appeal *(Maḥakem- al-isti'nafīah)*, and the final one is the Court of Cassation *(Maḥkamat al-naqd)* (Arab Republic of Egypt, 1972a, Art. 1).

The criminal judiciary system in Egypt includes Misdemeanor Courts *(Maḥākim Jināḥ)* and Felony Courts *(Maḥākim Jināyāt)*. Felony Courts are divided into two levels: courts of First Instance and Courts of Appeal (Arab Republic of Egypt, 1951, Art. 216). Likewise, Misdemeanor Courts are divided into First-Instance Misdemeanor Courts and Appellate Misdemeanor Courts. Appeals arising from both are challenged before the Court of Cassation.

On the other hand, Egypt's administrative judiciary comprises four tiers: (Arab Republic of Egypt, 1972b, Art. 3) the Administrative Courts *(Maḥākim al Idāriyya)*, which act as courts of first instance; the Disciplinary Courts *(Maḥākim al Taʾdībiyya)*; the Courts of Administrative Justice *(Maḥkamat al Qaḍāʾ al Idārī)*, which review appeals and certain first instance matters; and finally, the Supreme Administrative Court *(Maḥkamat al Idāriyya al ʿUlyā)*, whose rulings are final. These courts have exclusive jurisdiction over administrative disputes (Arab Republic of Egypt, 1972b, Art. 10), including but not limited to election challenges, public employment matters, annulment of final administrative decisions, tax and nationality cases, disputes over quasi-judicial decisions, compensation claims, administrative contracts, and other matters defined by law.

The administrative judicial body also composed of two other divisions the fatwa division and the legislative division, whose jurisdiction covers: (i) issuing advisory opinions on legal questions referred by bodies designated by law, (ii) reviewing and drafting bills or regulations of a legislative nature, and (iii) reviewing contracts in which the State or any public entity is a party (Arab Republic of Egypt, 1972b, Art. 2).

Moreover, there are courts with special jurisdictions, including the Economic Courts, Family Courts, and Military Courts. However, for the present research objectives, the focus will be exclusively on the Economic Courts, as they serve as the foundational model for the proposed ECs.

Article 1(2) of Economic Courts Law No. 120 of 2008, which states that each Economic Court is composed of "*first-instance circuits and appellate circuits,*" (Arab Republic of Egypt, 2008) while Article 1 makes clear that "*appeals from first-instance circuits lie exclusively to the appellate circuits within the same Economic Court.*" Under the Law No.120 of 2008, as amended by Law 146 / 2019, review before the Court of Cassation is an exceptional remedy; neither cassation nor retrial (*Al-tamaas*

i'aadat al-nazar) is available save for the limited grounds exhaustively listed under the law. Jurisdiction is likewise confined. Where a dispute falls within the closed list of "*economic matters*" mentioned under the law, it must be filed in the Economic Court. Causes of action governed by other legislation remain with the ordinary judiciary and follow the normal appeal path: first instance, then appeal, then cassation.

Accordingly, economic disputes are divided into two groups. The first comprises claims that begin before the Economic Court's first instance circuits; judgments here, and the appellate rulings that review them in noncriminal matters, are final, with no cassation lies. The explanatory memorandum stresses that this bar on further appeal serves the very purpose of the Economic Courts' swift resolution, legal certainty in commercial dealings, and an investment-friendly climate. The second group consists of claims that fall, in the first place, within the appellate circuits' original jurisdiction; the resulting judgments are subject to immediate cassation but not to an intermediate appeal, thus preserving the principle of "single-tier" litigation for these high-value or complex cases.

Cassation may be invoked on the grounds set out in article 248 of the Civil Procedure Code, misapplication or misinterpretation of law, or a procedural nullity affecting the judgment, or under article 249, where the appealed decision conflicts with an earlier final judgment between the same parties. Articles 11 and 12 of the Economic Courts Law repeated this restrictive regime, save for the Public Prosecutor's power under Article 250 of the Civil Procedure Code to file a "*cassation in the interests of law*" against any final decision, regardless of the issuing court, when it appears to violate the law.

Article 6 of the Economic Courts Law 120/2008 assigns exclusive jurisdiction to the Economic Court's primary circuits over all civil or commercial disputes worth more than or equal to EGP 10 million that "*arise from the application*" of 20 statutes (e.g., the Capital-Market Law, Leasing & Factoring Law, Competition Law, Intellectual-Property Law, Telecommunications Law, Investment Law). This list is exhaustive. If the resolution of a claim requires applying to one of those statutes, the Economic Court must hear it, except for what is reserved to the State Council (administrative judiciary) in relation to administrative disputes. Article 4 provides further exclusive criminal jurisdiction**,** both at first instance and on appeal**,** over offenses related to the aforementioned statutes, and extends to Anti Money Laundering and Cyber Crime laws. Thus, whether the dispute is civil or criminal, the Economic Court has the competence to hear the case.

1.2. Environmental Claims before Egyptian Courts

Under Egypt's current judicial system, environmental claims may be brought before the courts through civil, administrative, or criminal proceedings, as will be discussed below (Friends of the Environment Association, 1996, p. 197).

Any individual may report environmental crimes to the Public Prosecution or to one of the police officers, in accordance with article 25 of the Criminal Procedure Code and article 103 of the Egyptian Environmental Law. Additionally, a harmed party has the right to join the criminal proceedings as a civil claimant to seek compensation for damages resulting from the environmental offense. It is also possible to file a precautionary action known as a petition for fact-finding before the Summary Proceedings Court (Court of Urgent Matters), which may appoint an expert to examine the circumstances that are suspected to constitute an environmental violation. Another remedy is the action for restoration to the original state, which is filed before the competent civil court. Moreover, a claim may be brought for the removal of unlawful works with a threatening fine in the event of non-compliance with the removal order. Finally, it is possible to take action to compensate for damage

arising from environmental harm. This remedy enables claimants to pursue liability against environmental polluters.

Moreover, an action may be filed before the Administrative Judiciary by means of an annulment claim, where an administrative decision that violates the law affects any element of the environment. For such a claim to be admissible, the claimant must demonstrate a legal interest in having the decision annulled. This interest may be pecuniary or moral, actual or potential. The Supreme Administrative Court broadly interprets the concept of legal interest to the extent that it almost recognizes it in favor of any citizen concerned with public affairs (Supreme Administrative Court, Egypt, 1994). In 2001, an NGO concerned with protecting the environment filed a case against the Prime Minister, the Head of the Environmental Affairs Agency, the Chair of East Alexandria Neighbourhood, and the Head of the Egyptian General Authority for Shores Protection to challenge licenses granted for building clubs for the armed forces, police, and teachers on Rushdi and Kamal Mustafa Beaches, which are public property. The NGO argued that the construction would block the sea view, violate citizens' rights to enjoy public spaces, and breach Environmental Law No. 4 of 1994. The Administrative Court accepted the case on the grounds that the NGO had the legal right to defend the public interest in environmental matters. It ruled that the administrative decisions violated Article 74 of the Environmental Law, as no approval from the Environmental Affairs Agency or environmental assessment had been obtained, and accordingly annulled the decisions and halted all related procedures (Ahmad & Minan, 2021, p. 570). Consequently, the Egyptian administrative courts promote the principle of public interest litigation.

2. Adapting National ECs Models to the Egyptian Context

The current Egyptian Constitution acknowledged environmental protection as a national duty, as article 46 of it reads, "*Every individual has the right to live in a healthy, sound and balanced environment. Its protection is a national duty. The state is committed to taking the necessary measures to preserve it, avoid harming it, rationally use its natural resources to ensure that sustainable development is achieved, and guarantee the rights of future generations thereto."* Moreover, Egyptian environmental law (Arab Republic of Egypt, 1994) provides the most comprehensive legislation covering various aspects of environmental protection. Side by side and other laws include Law No. 48 of 1982, which focuses on the protection of the Nile River and waterways from pollution, and Law No. 102 of 1983, which is concerned with the protection of nature reserves.

Although these laws protect the environment, their enforcement is distributed across several courts, as today environmental cases may proceed under civil, criminal, or administrative law. For example, criminal courts hear pollution offenses, ordinary courts hear tort and contract disputes, and the Supreme Administrative Court reviews administrative decisions. Unfortunately, this attitude does not serve the ideal protection of the environment, although within the recognition of law to sentence environmental disputes urgently, as the environmental law No. 4 of 1994 stipulated in article 83 bis that "*Cases involving violations of the provisions of this law shall be heard on an expedited basis.*" So, the legislator admitted that any delay in environmental disputes does not serve environmental justice. That is why the former Minister of Justice, Mohamed Abdel-Aziz El Gendy, issued Decision No. 3009 for 2011, which stipulated making studies and recommendations to establish an independent EC in Egypt (Arab Republic of Egypt, 2011).

Therefore, access to justice is a cornerstone in achieving environmental justice (Preston, 2014, p. 382). Ideally, everyone in any country must be able to reach the courts without delays. In practice, however, the court systems in most countries struggle to meet this idea, suffering from slow litigation as caseloads

keep rising, judges and support staff are too few to handle all these cases, and some court buildings may lack the space and technology to handle a large number of litigants.

Despite Egypt's continuous efforts to address this issue, which is also a global challenge. This is perhaps why the principle of judicial specialization and ADR mechanisms were introduced to reduce the caseloads on courts. Former Minister of Justice, Counselor Omar Marwan, has acknowledged that Egypt once suffered from "*slow justice.*", while recent figures show improvement, the caseload still far exceeds judicial capacity; the nation ideally needs one judge for every 14,000 people, yet the bench remains understaffed, as a result, the courts handle roughly 11 million civil and criminal cases each year, far more than the current number of judges can comfortably process (Logroño Narbona & Hasona, 2022, p. 20).

Therefore, these challenges point to a clear need for specialized ECs against this backdrop to serve environmental justice. The Environmental Court's models that have been introduced in the previous section will be recalled, and then its applicability if adopted in the Egyptian jurisdiction will be analyzed.

Sweden's 1999 Environmental Code created five regional Land and Environmental Courts to hear permit applications, appeals against administrative orders, injunctions, and damage claims. Appeals go to the Land and Environment Court of Appeal, a specialist chamber of the Svea Court of Appeal in Stockholm. Further challenges are possible only before the Swedish Supreme Court.
China followed a decentralized path, as by 2014 it had established environmental divisions in 291 District Courts, 92 Intermediate Courts, and 17 High People's Courts. These units sometimes full divisions, elsewhere three-judge collegial panels with expert judges hear criminal, administrative, civil and enforcement actions arising from environmental disputes.

New South Wales operates a three-tier hierarchy. Local (Magistrates') Courts hear minor criminal and small civil matters; appeals reach the District Court. The District Court also acts as a first instance forum for serious crimes and civil claims, with further appeal to the Supreme Court's Court of Appeal. At the same superior level as the Supreme Court sit two specialist benches the Land & Environment Court and the Industrial Court, whose decisions could be challenged before the Court of Appeal.

Accordingly, based on this background, Egypt would benefit from a dedicated environmental court structure modeled on Sweden's LECs but with some changes to adapt to the local nature. Specifically, the research proposes amending the Economic Courts Law to include Egypt's environmental statutes among the Economic Courts' subject matters. The Economic Courts are already a nationwide specialized judiciary covering all Court of Appeal circuits. By law, they handle cases related to economic and commercial matters.

A legislative amendment to add the Environmental Protection Law and other environmentally relevant laws to this list would allow the seven geographically distributed Economic Courts (one in each appellate circuit) to hear environmental cases. These courts have two tiers (first instance and appeal) and specialized judges and operate under modern procedures. In fact, after recent reforms, litigants can now file claims electronically in the Economic Courts through a unified e-filing system as per the Minister of Justice decree No.8548 of 2020. This digital infrastructure would immediately extend to environmental cases filed in the Economic Courts, helping to overcome Egypt's slow litigation and improve access to justice, particularly in remote areas. In short, using the existing Economic Court network provides a quick, centralized way to introduce expert environmental adjudication across the

country, while respecting the constitutional rule that administrative review remains with the State Council.

The proposed Egyptian environmental court would therefore mirror Sweden's system in being part of the ordinary judiciary and focusing on substantive environmental issues, but with two key adjustments: excluding administrative appeals (which stay in the State Council) and including criminal enforcement. Combining criminal and civil jurisdiction in one specialized court would create the needed "*two-in-one*" approach, and retaining the administrative jurisdiction with the State Council due to the constitutional barriers. This process means the new courts could handle, for example, criminal prosecutions for industrial pollution or illegal waste dumping alongside injunctions, fines, and damage claims under environmental law. At the same time, civil suits for environmental damages and disputes over compliance could proceed in the same courts. By concentrating on such cases, judges can develop deep expertise in environmental facts and law, similar to the Swedish model, while the procedural flexibility could be borrowed from Sweden's reformatory administrative procedure.

From our perspective, these Swedish ECs are especially fitting for Egypt's unitary system. Unlike Australia, a federal country where the New South Wales Land and Environment Court serves only one state. Hence, Egypt requires a nationwide solution. The NSW court's jurisdiction is strictly limited to New South Wales, reflecting Australia's federated structure. In contrast, Sweden's LECs were designed for a unitary state and have a uniform national role. By following the Swedish idea, Egypt can establish environmental courts within the physical location of the economic courts. This step avoids the complexity of creating separate environmental tribunals in each governorate. Indeed, Sweden's experience shows that integrating environmental, planning, and land-use issues in one court branch promotes coherent case law and consistent enforcement nationwide. In contrast, an NSWELC-style court would not easily apply to Egypt because there is no parallel to Australian federalism.

3. Detailed Assessment and Identified Gaps in the Proposed EC model & Current Judicial System

In this section, the main characteristics observed by Judge Preston mentioned above in the literature review will be used in assessing the proposed EC model, namely status and authority, independence and impartiality, comprehensive and centralized jurisdiction, judicial expertise and access to technical knowledge, multi-door courthouse mechanisms, and access to justice.

The proposal benefits from the Economic Courts' established reputation as specialized and modern judicial bodies, giving it an immediate status advantage. This is supported by the fact that Egypt has constitutional provisions of the independence of the judicial branch, whereby only a few situations can be interfered with by the Court of Cassation, as mentioned before. Nevertheless, Preston points to the fact that actual power relies on the exhaustive jurisdiction. It is where the model is deficient, although the model unifies both civil and criminal cases of environmental disputes, administrative cases of environmental concerns remain within the jurisdiction of the State Council, as it is reinforced by the Constitution.

This partial consolidation of jurisdiction addresses some existing fragmentation but highlights another challenge, which is judicial expertise. Judges in the Economic Courts are highly experienced in commercial disputes, but they may lack deep knowledge of the nature of environmental disputes and environmental science. However, such an issue may be solved as long as time passes, as those reputable judges will gain the needed knowledge, especially when they create their own doctrine. Moreover, collaboration with experts from the Ministry of Justice would accelerate this process, and their

contribution is likely to become part of the court's evolving doctrine. While Preston prefers that those technical experts be integrated within the court structure, the proposal favors external collaboration. This preference, from our perspective, has its own justification, which is judicial independence, as integrating those experts within the court structure may affect the court's role and change it from adjudication to having an advisory role. By relying instead on external collaboration, the court can retain its independence while still ensuring access to specialized knowledge experts when needed.

In terms of accessibility, the nationwide reach of the Economic Courts and their e-filing system already reduces physical and procedural barriers, particularly for litigants in remote areas. However, strict standing requirements continue to limit the participation of citizens and NGOs with legitimate environmental interests, restricting the scope of public interest litigation. Article 103 of the Egyptian environmental law reads, "*Every citizen and organization concerned with the protection of the environment shall have the right to report any violation of the provisions of this Law."* In solving this issue, the research suggests amending this article to enable them to initiate lawsuits, not just report violations. This amendment would make citizens and organizations shift from being passive reporters to active litigants in protecting the environment.

A further limitation is the courts' heavy reliance on formal litigation procedures, with limited integration of ADR. Preston's "multi-door" approach, incorporating mediation, conciliation, and expert facilitation, could make environmental dispute resolution more flexible. The procedural structure of the Economic Courts already contains a mechanism that could be adapted for such purposes. Each court forms a Preparation Panel chaired by a judge from its appellate circuits and composed of a sufficient number of judges at the rank of Court President or Primary Court Judge, supported by administrative staff. This panel is responsible for verifying the completeness of case documents, reviewing the materials, holding hearings with the parties, and preparing a memorandum summarizing claims, legal grounds, and points of agreement or disagreement. Crucially, the panel is tasked with attempting reconciliation between the parties. If successful, the settlement is recorded, signed, and referred to the competent circuit for incorporation into the official record and adjudication in line with the Civil and Commercial Procedures Law. The panel may also consult experts and specialists when needed. This process supports what Preston had said regarding "multi-door" courts, instead of having specialized committees away from the judiciary review.

With targeted reform, this structure could evolve into a genuine multi-door entry point for environmental disputes, embedding ADR within the court's workflow while preserving judicial oversight. So, the ADR mechanism in the Economic Courts is not merely a procedural formality before commencing trial proceedings, and it is not required in criminal cases or in appeal cases as defined by law.

Conclusion

In this paper, the main research questions concerning the establishment of ECs in Egypt were answered. The research started with a comparative case study of the international ECs, their structures, jurisdictions, and standings, aimed at determining which of these has the best potential to fit into the Egyptian judiciary system. Based on this analysis, the research proposed a solution to fit with the current judiciary system in Egypt, which is extending the jurisdiction of the Economic Courts to include environmental laws.

References

1. Ahmad, S. A., & Minan, J. H. (2021). The role of the judiciary in promoting the right to a clean environment in Kuwait, Egypt and the United States. *Arab Law Quarterly, 35*(5), 549–579. https://www.jstor.org/stable /27227353.
2. Arab Republic of Egypt. (1951). *Law No. 150 of 1950 Promulgating the Code of Criminal Procedure.* Official Gazette, Issue No. 90, 15 October 1951.
3. Arab Republic of Egypt. (1968). *Law No. 13 of 1968 Promulgating the Civil and Commercial Procedure Law.* Official Gazette, Issue No. 19, 9 May 1968.
4. Arab Republic of Egypt. (1972a). *Law No. 46 of 1972 concerning the Judicial Authority.* Official Gazette, Issue No. 40, 5 October 1972.
5. Arab Republic of Egypt. (1972b). *Law No. 47 of 1972 concerning the State Council (Majlis al-Dawla).* Official Gazette, Issue No. 40, 5 October 1972.
6. Arab Republic of Egypt. (1994). *Law No. 4 of 1994 Promulgating the Law on the Environment.* Official Gazette, Issue No. 5, 3 February 1994.
7. Arab Republic of Egypt. (2008). *Law No. 120 of 2008 Promulgating the Law Establishing Economic Courts.* Official Gazette, Issue No. 21 (Supplement), 22 May 2008.
8. Arab Republic of Egypt. (2011). *Minister of Justice Decision No. 3009 of 2011 concerning the Establishment of the General Department for Environmental Affairs.* Official Gazette, Issue No. 80, 6 April 2011.
9. Arab Republic of Egypt. (2019). *Constitution of 2014 as amended in 2019.* Official Gazette, Issue 17 (bis D), 23 April 2019.
10. Askar, M. A. (2013). International environmental law (pp. 8, 122–126). Dar Al-Jami'a Al-Jadida.
11. Djurgården-Lilla Värtans Miljöskyddsförening v. Stockholms kommun genom dess marknämnd, Case C-263/08, [2009] ECR I-10259 (Court of Justice of the European Union, Second Chamber, 15 October 2009).
12. Friends of the Environment Association. (1996). *A simplified guide to environmental and health protection legislation in Egypt* (1st ed., p. 197).
13. Hashish, E. A. M. (2024). Climate change duty of care. *International Journal of Doctrine, Judiciary and Legislation, 5*(1), 58–95.
14. Hou, X., Yang, J., & Hou, C. (2024). Can strengthening environmental justice promote carbon reduction? Evidence from environmental courts in China. *Environmental Science and Pollution Research, 31*, 57081–57098. https://doi.org/10.1007/s11356-024-31907-z
15. Hussien, M. (2024). Towards the establishment of green courts to resolve environmental disputes: A study in light of the United Nations Environment Programme report on environmental courts. *Journal of Legal and Economic Research (Mansoura), 14*, 203–280. https://doi.org/10.21608/mjle.2024.386554
16. Lees, E., & Viñuales, J. E. (Eds.). (2019). *The Oxford handbook of comparative environmental law.* Oxford University Press.
17. Lexadin. (n.d.). Courts in Switzerland. The World Law Guide. https://www.lexadin.nl/wlg/courts/nofr/eur/lxctzwe.htm
18. Logroño Narbona, M. del M., & Hasona, Y. (Eds.). (2022). *Accessing justice in Arab countries beyond COVID-19: A view from civil society.* Arab Renaissance for Democracy & Development. https://ardd-jo.org/wp-content/uploads/2024/05/Accessing-Justice.pdf
19. Miljöbalken (Environmental Code) (SFS 1998:808) (Sweden).
20. Philipsen, N. J., & Faure, M. G. (2015). *Fighting environmental crime in Sweden: A country report.* Maastricht University, METRO.

21. Preston, B. J. (2008). Operating an environment court: The experience of the Land and Environment Court of New South Wales. *Environmental and Planning Law Journal, 25*(5), 385–398. https://ssrn.com/abstract=2346037
22. Preston, B. J. (2012). Benefits of judicial specialization in environmental law: The Land and Environment Court of New South Wales as a case study. *Pace Environmental Law Review, 29*(2), 396–420. https://doi.org/10.58948/0738-6206.1692
23. Preston, B. J. (2014). Characteristics of successful environmental courts and tribunals. *Journal of Environmental Law, 26*(3), 365–393. https://doi.org/10.1093/jel/equ019
24. Stein, P. (2002). Specialist environmental courts: The Land and Environment Court of New South Wales, Australia. *Environmental Law Review, 4*(1), 5–25. https://doi.org/10.1177/146145290200400102
25. United Nations Conference on Environment and Development. (1992). *Rio Declaration on Environment and Development* (UN Doc A/CONF.151/26 (Vol I)).
26. United Nations Conference on the Human Environment. (1972). *Report of the United Nations Conference on the Human Environment* (A/CONF.48/14/Rev.1).
27. United Nations Environment Programme. (2022). *Environmental courts and tribunals: A guide for policymakers.* Nairobi.
28. United Nations Framework Convention on Climate Change. (1992). *UNFCCC* (adopted 9 May 1992, entered into force 21 March 1994), 1771 UNTS 107.
29. Voigt, C., & Makuch, Z. (Eds.). (2018). *Courts and the environment.* Cheltenham, UK and Northampton, MA: Edward Elgar.
30. Wang, C. (2016). A comparative analysis of environmental courts in Sweden and China. *Fudan Journal of the Humanities and Social Sciences, 9*, 607–620. https://doi.org/10.1007/s40647-016-0136-9

المستخلص

قبل بداية الثورة الصناعية، كانت انبعاثات العالم أقل مما هي عليه اليوم؛ إذ تميزت تلك الحقبة بالنمو الصناعي دون مراعاة العواقب البيئية الناجمة عن المصانع المنتشرة على نطاق واسع، واعتماد النفط كمصدر رئيس للطاقة؛ مما أدى إلى تلوث الهواء والمياه وأسهم في تفاقم التحديات البيئية التي يواجهها العالم اليوم.

في ضوء هذه التحديات البيئية، قام المجتمع الدولي بعقد العديد من الاتفاقيات البيئية الدولية للحد من الانبعاثات والتخفيف من آثار تغير المناخ. وقد صدرت هذه الاتفاقيات لتعزيز التعاون بين الدول لحماية البيئة، إلا أن فعاليتها تأثرت سلبًا بسبب ضعف آليات التنفيذ؛ مما أثر على تحقيق أهدافها المرجوة.

وفي مواجهة هذه التحديات، شهد العالم نموًّا ملحوظًا في إنشاء المحاكم والهيئات القضائية البيئية، الأمر الذي يعكس الحاجة إلى حماية بيئتنا من الأضرار والتدهور المستمر. وعلى الرغم من أن بعض هذه المحاكم لم ينجح في تقديم العدالة في النزاعات البيئية، فإن العديد منها تمكن من معالجة القضايا البيئية المعقدة بشكل فعال.

بحثت هذه الدراسة إمكانية إنشاء محاكم بيئية في مصر من خلال الاستفادة من النماذج الدولية الناجحة، وتقترح نموذجًا لإنشاء هذه المحاكم يتوافق مع النظام القضائي في مصر.

الكلمات المفتاحية: المحاكم البيئية، القضاء المتخصص، الاتفاقيات البيئية الدولية، المحاكم والهيئات القضائية البيئية.

Converting Agricultural Engines to Run on Hydrogen: A Sustainable Solution to Climate Challenges

تحويل المحركات الزراعية للعمل بالهيدروجين كحل مستدام لمواجهة التحديات المناخية

مقدم من:

Ahmed M. Ibrahem, Ahmed G. Mohamed , and Moataz A. Mahfouz

Arab Academy for Science, Technology and Maritime Transport

أحمد محمد إبراهيم - أحمد جمعه محمد - معتز أحمد محفوظ

الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

- تاريخ استلام البحث: ٢ يوليو ٢٠٢٥
- تاريخ قبوله: ١ سبتمبر ٢٠٢٥

Abstract:

To meet the growing demand for low-emission agricultural machinery, researchers are exploring innovative and sustainable methods to reduce the environmental impact of internal combustion engines and lower greenhouse gas emissions. This study investigates the use of hydrogen as a supplementary fuel in diesel engines to maximize efficiency and minimize harmful emissions. The experiments were conducted at the Green Power H2O facility, where hydrogen was tested as a complete replacement for diesel fuel in a set of diesel engine pumps. Greenhouse gas emission levels were measured and compared between diesel and hydrogen operation, with strict adherence to safety standards for hydrogen usage. The tests were carried out under engine loads ranging from 30% to 70%. The results demonstrated a successful 100% replacement of diesel with hydrogen. No greenhouse gas emissions—carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO_2), or sulfur dioxide (SO_2)—were detected when using hydrogen. The exhaust gas velocity increased to 4 meters per second with the rise in hydrogen pressure. The water discharge rate reached 56 cubic meters per hour under the same engine load, surpassing that of diesel operation. This research highlights the potential of hydrogen as a clean and efficient alternative fuel, significantly reducing greenhouse gas emissions responsible for global warming while maintaining or enhancing engine performance.

Keywords: Carbon emissions**,** hydrogen, agricultural engines, sustainability, climate challenges

Introduction:

Achieving sustainability in the agricultural sector requires a multifaceted approach, including resource conservation, soil health management, efficient water use, and climate change mitigation. While agricultural machinery enhances productivity and expands farming operations, most machines still rely on diesel engines. Unfortunately, diesel engines contribute significantly to air pollution, emitting harmful substances such as carbon dioxide (CO_2), which accounts for 3% of global air pollution, along with nitrogen oxides (NOx), sulfur oxides (SOx), and particulate matter (PM) (Nader, 2018). Additionally, about 25% of diesel engine energy is lost as waste heat.

These emissions have a direct impact on climate change, reinforcing the urgent need for cleaner, emission-free energy solutions (Mohamed. A,2019); (Peterson, 2022); (Sajan, 2021). The global shift toward sustainable fuel alternatives has gained momentum, with hydrogen emerging as a promising candidate (Priya et al., 2024). While some studies focus on reducing fossil fuel dependency—given their environmental and ecological risks (Jenni Bai et al., 2023; Aravindan et al., 2023)—others emphasize the transition to hydrogen as a long-term solution (Pravin,2015). Research has also explored hydrogen production methods to ensure sustainability (Ibrahim & Canan, 2015).

This study aligns with Egypt's 2030 vision for a cleaner, emission-free environment by investigating hydrogen as a replacement for diesel in agricultural engines. The experimental results demonstrate a complete elimination of carbon emissions when using hydrogen, marking a significant step toward sustainable farming practices. Replacing diesel fuel in agricultural engines with hydrogen demonstrates remarkable results in eliminating carbon emissions.

Research Significance

With global agriculture under increasing pressure to reduce its carbon footprint, switching from diesel to hydrogen engines is emerging as a radical solution. On the one hand, conventional diesel-powered agricultural machinery is a major contributor to greenhouse gas emissions, releasing harmful pollutants such as carbon dioxide and sulfur dioxide, which contribute significantly to climate change. Hydrogen, on the other hand, offers a zero-emission alternative, as its combustion produces only water vapor, completely eliminating carbon emissions. In addition to environmental benefits, hydrogen enhances operational efficiency. Some studies suggest that hydrogen engines can match or outperform diesel engines, but less attention has been given to the critical importance of reducing or eliminating emissions with improved water discharge rates, which is critical for irrigation and agriculture in harsh environmental conditions. Furthermore, the scalability of hydrogen aligns with global sustainability goals, offering a practical path to decarbonizing food production while maintaining productivity.

Hydrogen adoption in agriculture is not just an innovation; it is essential to mitigate challenges, achieve climate emissions targets, and secure the future of the agricultural sector. By investing in this clean energy transition, stakeholders can boost environmental resilience and agricultural sustainability.

Research Problem

While hydrogen holds significant promise as a clean fuel for the agricultural sector, the conversion of traditional diesel engines to hydrogen faces several critical challenges. First, there are

technical obstacles related to developing safe and efficient infrastructure for hydrogen storage and distribution, particularly in rural and remote areas where agricultural activities are concentrated. Second, the high conversion costs for existing equipment may pose a barrier for farmers, especially in developing countries with limited resources.

Additionally, the lack of technical awareness among agricultural workers regarding the operation and maintenance of hydrogen-powered engines could slow the transition. Questions also arise regarding the source of hydrogen production itself. If it is generated using fossil fuels, the environmental benefits become limited.

However, this problem presents important research and practical opportunities. There is an urgent need for in-depth studies on improving hydrogen combustion efficiency, developing innovative financing solutions to facilitate the transition, and establishing supportive government policies. This promising field also requires international collaboration to share knowledge and develop unified safety and performance standards.

Thus, this research seeks to address these comprehensive challenges by assessing the technical and economic feasibility of equipment conversion, analyzing long-term environmental impacts, and proposing an integrated framework for real-world implementation.

Research Objectives

The primary objective of this research is to investigate the viability of hydrogen as a clean energy alternative for agricultural engines, with the overarching goal of reducing carbon emissions and mitigating climate change impacts. The study specifically aims to:

1. Evaluate the technical feasibility and assess the performance and efficiency of hydrogen-powered engines compared to conventional diesel engines under various operational conditions, including different load capacities (30% to 70%) and real-world farming scenarios.
2. Analyze the environmental benefits of reducing greenhouse gas emissions (CO, CO_2, and SO_2) achieved by replacing diesel with hydrogen, emphasizing the potential to meet global sustainability targets in the agricultural sector.
3. Identify implementation challenges and examine the infrastructural, economic, and safety barriers to widespread hydrogen adoption, including storage, distribution, and engine modification requirements.
4. Propose practical solutions and develop actionable strategies to overcome adoption hurdles, such as cost-effective conversion technologies, policy incentives, and training programs for farmers and technicians.
5. Promote sustainable practices and highlight hydrogen's role in supporting climate-smart agriculture, ensuring food security while aligning with the global transition to net-zero emissions.

By addressing these objectives, this research seeks to provide a comprehensive framework for decarbonizing agricultural machinery, contributing to environmental conservation, reducing greenhouse gas emissions, and making agricultural systems more sustainable.

Research Methodology

1. Experimental Approach
   - Conduct laboratory tests on diesel engines modified to run on hydrogen.
   - Compare engine performance using conventional diesel fuel versus hydrogen.
   - Measure emissions (CO_2, CO, SO_2, NOx) under different operating conditions (30%-70% of load).
2. Quantitative Analysis
   - Collect technical data (combustion efficiency, fuel consumption, service life).
   - Use precise measurement tools (e.g., exhaust analyzers, flow meters).
   - Apply statistical analysis to compare results.
3. Case Study Approach

- Apply the model to a specific farm/area.
- Monitor practical challenges during actual implementation.
- Measure key performance indicators (KPIs).

Previous Studies

Brzeziński and Pyza (2021), in their study titled “Carbon Dioxide Emission from Diesel Engine Vehicles in Intermodal Transport,” stated that many logistics operators operate in both domestic and foreign markets using various forms of transport organization. Choosing a corresponding technology and appropriate form of transport has an influence not only on delivery time and costs but also on the environment as a whole. There is a plethora of public research available in global literature discussing various ways of tapping transport. Nonetheless, there is a lack of complex studies detailing carbon emissions coming from transport activity, specifically where a theory of organic fuel combustion in the form of a chemical reaction with oxygen is considered. To fill this gap, we offer an innovative Emission Model of Industrial Sources (EMIS) method. This method makes it possible to determine the amount of CO_2 emitted into the atmosphere via various transport methods. It also enables us to estimate, in terms of CO_2 output, a threshold where transport of containers via combined mode becomes more favorable for the environment than road transport. We ran a simulation of our algorithm to create boundary conditions. This lets us prepare a regression function of CO_2 emissions for intermodal and road transport as a function of various transport distances. The simulation results suggest that our approach may be used by supervisory institutions responsible for developing and utilizing combined transport.

According to Megía et al. (2021), in a study titled "Hydrogen Production Technologies: From

Fossil Fuels toward Renewable Sources," the global economic growth, the increase in the population, and advances in technology lead to an increase in the global primary energy demand. Considering that most of this energy is currently supplied by fossil fuels, a considerable amount of greenhouse gases is emitted, contributing to climate change, which is the reason why the next European Union binding agreement is focused on reducing carbon emissions using hydrogen. This study reviews different technologies for hydrogen production using renewable and non-renewable resources. Furthermore, a comparative analysis is performed on renewable-based technologies to evaluate which technologies are economically and energetically more promising. The results show how biomass-based technologies allow for a similar hydrogen yield compared to those obtained with water-based technologies, but with higher energy efficiencies and lower operational costs. More specifically, biomass gasification and steam reforming obtained a proper balance between the studied parameters, with gasification being the technique that allows for higher hydrogen yields, while steam reforming is more energy-efficient. Nevertheless, the application of hydrogen as the energy vector of the future requires both the use of renewable feedstocks and a sustainable energy source. This combination would potentially produce green hydrogen while reducing carbon dioxide emissions, limiting global climate change, and, thus, achieving the so-called hydrogen economy.

Furthermore, as stated by Lee et al. (2023) in "Probabilistic Assessment of Cereal Rye Cover Crop Impacts on Regional Crop Yield and Soil Carbon," field studies on the effects of winter cover crops (WCCs) in agricultural systems are often costly, demand substantial labor, and are restricted in their applicability to localized sites. To overcome these limitations and enable broader spatial and temporal assessments, this study employed the Agricultural Production Systems Simulator (APSIM) model to investigate alternative crop rotation systems. Specifically, two WCC-integrated rotations—corn–rye–corn–rye and corn–rye–soybean–rye—were compared against conventional rotations of continuous corn and corn–soybean. Simulations were conducted across the state of Illinois at a spatial resolution of 5 km × 5 km over a twenty-year period (2000–2020).

The primary objective of this analysis was to assess the extent to which the integration of winter cover crops (WCCs) influences both soil organic carbon (SOC) dynamics and crop productivity across diverse environmental and management contexts. To enhance robustness, the modeling framework incorporated multiple sources of uncertainty, including baseline soil conditions, interannual climatic variability, heterogeneity in soil properties, and variations in management practices. By employing this probabilistic approach, the study was able not only to estimate the likelihood of positive or negative outcomes but also to quantify the expected magnitude of changes in crop yields and SOC following WCC adoption. This framework, therefore, offers a more comprehensive and scalable understanding of the potential benefits and trade-offs associated with integrating winter cover crops into agricultural systems.

The findings indicate that integrating cereal rye into rotations enhanced corn yield stability statewide. Notably, regions with a low probability of immediate SOC increase ($p < 0.75$) still showed significant potential for long-term carbon sequestration with sustained WCC use. This study offers the most comprehensive uncertainty analysis of WCC benefits to date, providing valuable insights into their spatially and temporally variable advantages to support broader adoption.

Moreover, a study by Bahmanpour et al. (2024), titled "The Effect of Temperature and Drying Method on Drying Time and Color Quality of Mint", examined the combined effects of low-concentration hydrogen peroxide (H_2O_2) solutions and transient spark discharge plasma on Pectobacterium inactivation. The interaction between these two treatments is evaluated for potential synergistic antimicrobial activity. Furthermore, the chemical and physical properties of the plasma-treated H_2O_2 solution are analyzed to better understand the underlying mechanisms. Ultimately, this approach can be presented as an eco-friendly solution for rinsing citrus fruits on an industrial scale.

Barzanouni et al. (2024) investigated the synergistic effect of Atmospheric Pressure Cold Plasma (APCP) and hydrogen peroxide (H_2O_2) on the control of citrus postharvest green mold. The fungal isolate was cultured on Sabouraud Dextrose Agar (pH 5.6) at 27 °C for seven days. The researchers adjusted the spore concentration to approximately 10^6 spores/mL using UV spectrophotometry (absorbance 0.1 at 420 nm), following the procedure described by Palou et al. (2002).

The experimental setup employed a point-to-plane plasma reactor, in which a high-voltage needle electrode was positioned 15 mm above a Petri dish containing the spore suspension mixed with H_2O_2 at concentrations of 0.05%, 0.1%, or 0.5% (v/v). A grounded electrode was submerged in the solution. The reactor was operated with an 18 kV transient spark discharge (pulse duration <100 ns, current >1 A, frequency 0.5–10 kHz) and supplied with an airflow of 2 L/min. The authors conducted treatments for 2.5, 5, 10, and 15 minutes on 5 mL spore suspensions. Following the treatments, they measured the concentrations of H_2O_2, NO_2^-, and NO_3^-, in addition to pH and electrical conductivity. The collected data were statistically analyzed using SAS version 9.4.

Additionally, Mattalitti, Hos, et al. (2024), stated in a study titled "Sustainable Agriculture Development and Food Security: A Systematic Review, Indonesian Annual Conference Series," that sustainable agriculture is essential to ensure food security, especially in agriculturally rich regions like Southeast Sulawesi. This review consolidates current research on sustainable agricultural practices in the region, evaluating their role in enhancing food security. Key themes explored include the synergy between traditional farming techniques and modern sustainable approaches, the influence of local institutions in promoting sustainable agriculture, and socioeconomic challenges, such as limited financial resources and labor availability, which hinder widespread adoption.

By analyzing existing methodologies, socioeconomic conditions, and institutional frameworks, this review offers a holistic perspective on how sustainable agriculture can strengthen food supply stability in Southeast Sulawesi. The findings provide actionable insights for policymakers and practitioners seeking to implement effective and scalable sustainable farming strategies (Felix Donkor &Kevin Mearns, 2021). In recent times, the environmental impacts of energy supply have progressively gained policy focus on the sustainable development agenda. The United Nations and other international organizations have encouraged governments to significantly expand the share of renewable energy, while greener technologies are being promoted, especially in resource-rich nations. However, countries are at diverse levels of development and thus confronted with unique energy challenges (San Miguel and Cerrato, 2020).

It is therefore necessary to introduce tailored measures to successfully transition to a low-carbon economy (Rana et al. 2020). The shift toward a low-carbon society represents a significant paradigm shift in the energy sphere toward sustainable development. Sustainable development denotes a development paradigm that seeks to enhance human development goals and concurrently safeguard the capacity of ecological systems to supply the natural resources and ecosystem services that support the social economy (Ozturk and Acaravci, 2011; Shaker, 2015). A more widespread definition traced to the Brundtland Report of the concept of sustainable development, first formally defined in 1987, emphasizes fulfilling current societal needs while safeguarding the capacity of future generations to meet theirs. Over time, this framework has evolved to integrate three key pillars: economic growth, social equity, and environmental protection, ensuring long-term planetary and societal well-being (Van Pelt et al. 2014).

Consequently, sustainability should be viewed as humanity's target of human-ecosystem equilibrium, while sustainable development refers to the holistic approach and temporal processes that lead us to the end point of sustainability (Shaker, 2015). There have been several policy innovations to address this agenda of sustainable development across the globe. The United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) are widely recognized as the global blueprint for facilitating the sustainable development agenda. In this regard, it is essential to use environmentally friendly approaches to meet the escalating global energy demands for clean energy solutions and sustainable development. In other words, sustainable development seeks to enhance the living standards of people, fulfill essential social needs, and minimize resource degradation during related processes, thereby ensuring a balance between economic growth, social welfare, and environmental protection (Ozturk and Acaravci, 2011). This study looks at a myriad of topics relating to clean energy use, environment, and sustainable development, highlighting the significance of clean energy usage for both developed and developing countries.

Furthermore, a study on hydrogen as an alternative fuel, by Vinoth Kanna (2018), states that as oil prices increase, the interest in alternative fuels increases. Growing concerns over global air pollution have intensified the urgency for cleaner energy solutions. Initiatives like India's demonstration programs highlight national commitments to addressing this challenge. Rising oil prices further accelerate the competitiveness of alternative fuels, though critical uncertainties remain—particularly regarding which fuels will dominate and to what extent they can displace gasoline as the primary petroleum derivative. The transition will likely involve a mix of alternatives, shaped by technical feasibility, policy support, and market dynamics.

However, widespread adoption faces barriers, including economic constraints, technological limitations, and infrastructural gaps. Historically, gasoline's affordability and abundance have overshadowed alternatives, but volatile oil markets could rapidly alter this landscape. Among the promising options, biomass-derived fuels and hydrogen stand out. Hydrogen, in particular, holds transformative potential: Fuel cells could replace batteries in portable electronics, power vehicles, and even residential electricity supply.

Lipei Fu et al. (2022) suggested in their study "Research Progress on CO_2 Capture and Utilization Technologies" that industrial expansion has led to escalating greenhouse gas emissions, thus exacerbating climate change impacts. As the primary driver of the greenhouse effect, CO_2 mitigation has

become a critical global priority. While source reduction efforts have shown limited success, emerging perspectives recognize CO_2 not merely as a pollutant but as a valuable carbon resource. This dual nature has spurred significant research into advanced capture and utilization strategies. This review first comprehensively evaluates state-of-the-art CO_2 capture technologies, including chemical absorption processes, adsorption using solid-phase porous materials, membrane separation systems, cryogenic separation techniques, hydrate-based methods, and microbiological approaches. The paper then systematically analyzes CO_2 utilization pathways across four domains: physical applications, chemical conversion processes, biological utilization methods, and mineralization techniques. Notably, the work highlights several cutting-edge CO_2 resource utilization technologies. Through comparative analysis of various methods' advantages and limitations, this review provides critical insights and references for addressing CO_2-related challenges, offering valuable guidance for future research directions in carbon capture and utilization.

As suggested by Singh et al (2023), in their study titled "Carbon Capture, Sequestration and Utilization for Sustainable Environmental Solutions: Current Advancements and Future Prospects," carbon capture and sequestration (CCS) has emerged as a critical component of global energy strategies, offering significant potential for reducing CO_2 emissions from conventional fossil fuel power plants. This comprehensive review examines current CCS technologies, including capture methods, pre-combustion systems, post-combustion processes, oxyfuel combustion technology, and direct air capture (DAC) systems. The study provides a detailed analysis of the technical parameters influencing CCS efficiency and implementation. Our evaluation reveals that existing CO_2 sequestration technologies are already being deployed at commercial scales, yielding valuable derivatives such as specialty chemicals, advanced polymers, and sustainable construction materials. Among emerging technologies, DAC has demonstrated particularly promising results with increasing commercial adoption. The review identifies several potential future applications while addressing current implementation challenges. We propose policy frameworks to accelerate CCS deployment and support global decarbonization efforts. This work serves as both a technical reference and a strategic guide for researchers and policymakers working toward sustainable carbon management solutions.

Materials and Methods:

This study investigates the partial substitution and complete replacement of diesel fuel with hydrogen in a diesel engine pump set. The experimental setup utilizes a modified diesel engine configuration, with Table 1 detailing the technical specifications of the pump set unit (https://www.man.eu/engines/en/products/on-road/busses-and-special-vehicles/busses-and-special-vehicles.html).

Table 1: Engine specifications

Model	APAN diesel RTM
Bore	78 mm
Stroke	78.4 mm
Power	20 HP
Cooling	Air
Starting system	Manual
Cylinder NO.	1
Pump inlet	5 Inch
Pump outlet	5 Inch
Q	80 m^3/hr.
Pressure	10 Pa

The research began with preliminary tests using conventional diesel fuel. The engine was operated according to standard procedures, while one of the researchers, who holds a license for measuring carbon emissions and preparing carbon footprint reports from the National Quality Institute of the Egyptian Organization for Standardization and Quality (license number: NQI/CFP/05/25/239), measured the amount of greenhouse gas emissions from the diesel fuel using the E8500 gas analyzer, as shown in Figure 1 (https://site.jjstech.com/pdf/E-Instruments/E8500-Manual.pdf). Table 2 shows the specifications and measurement range of the device, and the combustion equation for diesel fuel is given below:

$$C_{13}H_{28} + 20\ O_2 \rightarrow 13\ CO_2 + 14\ H_2O$$

Figure 1: Gas analyzer E8500

Source: https://analyserservices.com/product/e8500-plus-portable-industrial-combustion-gas-emissions-analyzer/

Table 2: Gas analyzer specification

Model	E8500	
Physical	Material: ABS plastic case with internal aluminum shielding. Dimensions (analyzer): 11.42" x 10.24" x 4.88"/29.0 x 26.0 x 12.4 cm. Weight: (analyzer): 11 lbs./5 kg. Carrying case (analyzer & all accessories): Approx. 22 lbs. / 10 kg	
Power	7.2 Volt, 8 AH rechargeable battery pack. Operating time: 4 to 8 hours, 110/240 VAC input, 12 V/2.5A fast charger. Charging time: 6 hours minimum.	
Instrument pumps	Gas sample pump: high-quality diaphragm pump with long-life motor. CO dilution pump. Automatic condensate drain pump.	
Gas-range	Carbon monoxide (CO)	0% - 10% 10% - 15%
	Carbon dioxide (CO_2)	0% - 20% 20% - 50%
	Hydrocarbons (HC or CxHy)	0 - 0.40 % 0.40 – 1.00 % 1.00 – 3.00 %
	Oxygen (O_2)	0 – 25%
Temperature	0 – 2000 ºF (0 – 1100ºC)	
Velocity	10 – 300 ft/sec (3 – 100 m/sec)	

In the second phase, the engine was transitioned from diesel to hydrogen fuel by gradually introducing hydrogen at 3 PSI while proportionally decreasing diesel input until achieving pure hydrogen operation, with critical safety measures implemented to prevent backfiring, including the installation of

a flashback arrestor between the hydrogen source and engine, as shown in Figure 2. The hydrogen was supplied directly from an electrolyzer cell (Figure 3 and Table 3), powered by a solar array, which continuously produced hydrogen through water electrolysis; the generated hydrogen then flowed through a regulator and buffer before entering the engine's combustion system, where it burned according to the stoichiometric hydrogen combustion equation, enabling carbon-free operation while maintaining performance comparable to diesel fuel. The hydrogen goes into the hydrogen poplar, then into the inlet to the engine for combustion according to the following equation:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

Figure 2: Flashback arrestor

Source: https://www.howoautopart.com/hirschmann-607495-sensor-davs-300-for-xcmg

Table 3: Electrolyzer aspects

Dimension	20*20*15 cm
Pressure	4 PSI
Rate	0.2 L/min
Solar cell	12 V & 30 A

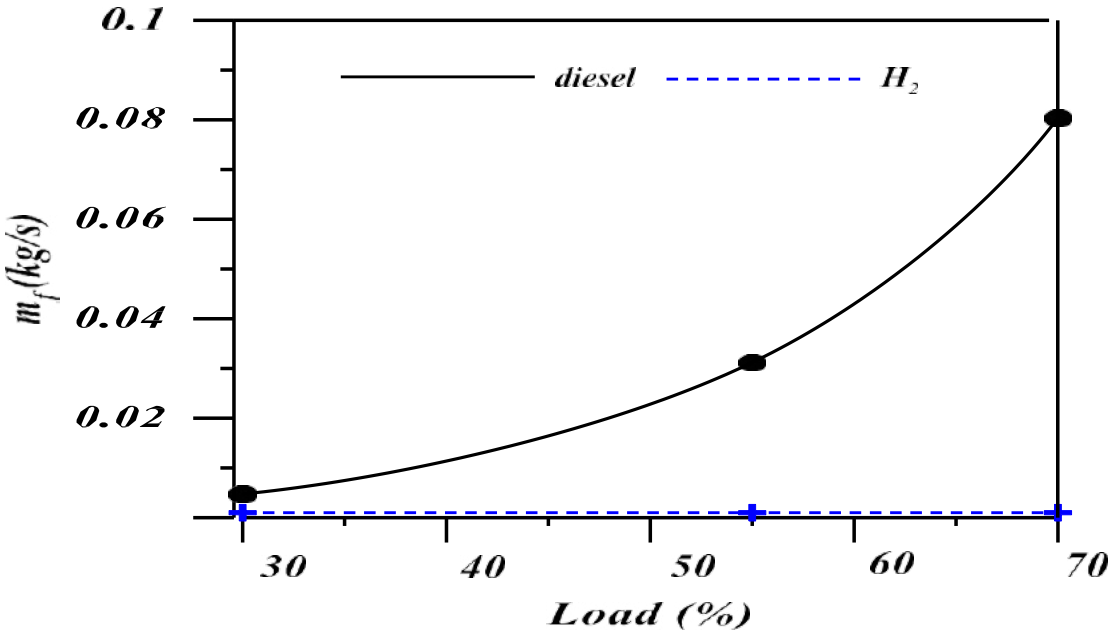
Figure 3: Hydrogen electrolyzer

Source: Manufactured by Green Power Company https://greenpowerh2o.website/

Results:

Experimental results demonstrated distinct performance characteristics between diesel and hydrogen across varying engine loads (30-70%). As shown in Figure 4, diesel fuel consumption increased linearly from 0.008 kg/s at 30% load to 0.08 kg/s at 70% load, while hydrogen maintained near-zero consumption under all load conditions. Comparative analysis revealed significant differences in exhaust temperatures, with hydrogen operation demonstrating near-elimination of carbon emissions (carbon monoxide, carbon dioxide, and sulfur oxides), with minimal secondary effects due to operational factors. Improved exhaust flow dynamics were observed, particularly at high pressures where hydrogen achieved superior speeds. Together, these results highlight the advantages of hydrogen in agricultural applications, offering comparable engine performance to diesel while significantly reducing fuel consumption and environmental impact through carbon-neutral combustion with minimal emissions that could be overcome in the future.

Figure 4: Engine load vs. fuel consumption

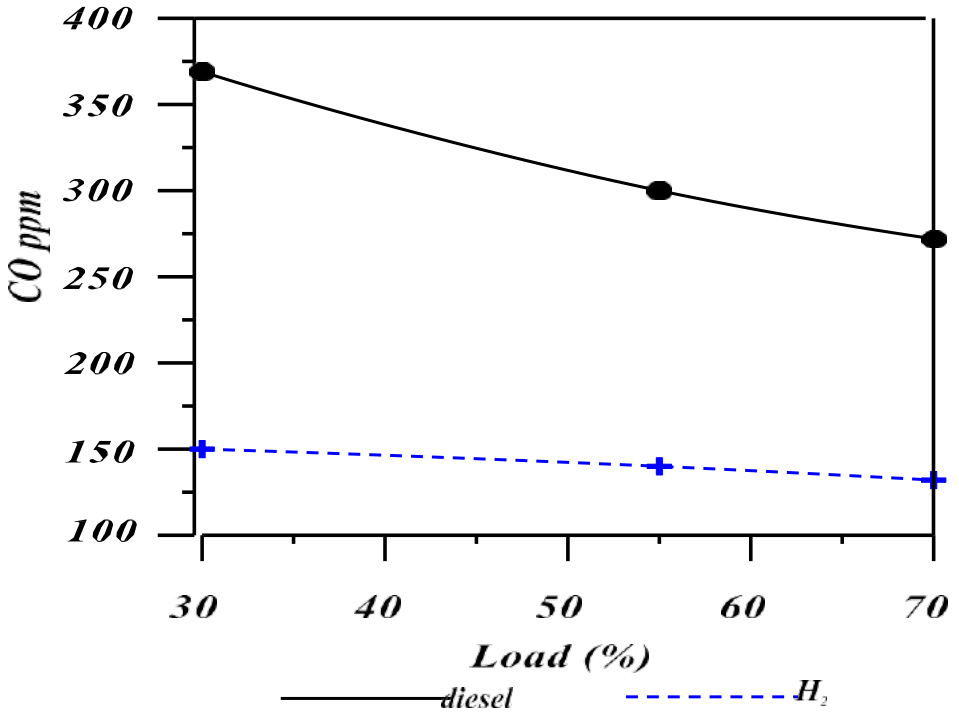


Source: Ahmed Mohamed Ibrahem; Ahmad Gomaa Mohamed; Moataz Ahmed Mahfouz, et al. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences (Damanhour University)*. (2024). Volume 23, Issue 1. Pages 372-386

As illustrated in **Figure 5**, the comparative analysis of carbon monoxide (CO) emissions reveals significant improvements when using hydrogen fuel versus conventional diesel. While diesel operation showed CO levels decreasing from 340 ppm to 270 ppm as engine load increased from 30% to 70%, hydrogen fuel demonstrated substantially lower emissions, ranging from just 150 ppm to 130 ppm across the same load spectrum. These results clearly indicate hydrogen's superior environmental performance,

with CO emissions reduced by approximately 55-60% compared to diesel operation, confirming its potential as a cleaner alternative fuel for agricultural machinery applications.

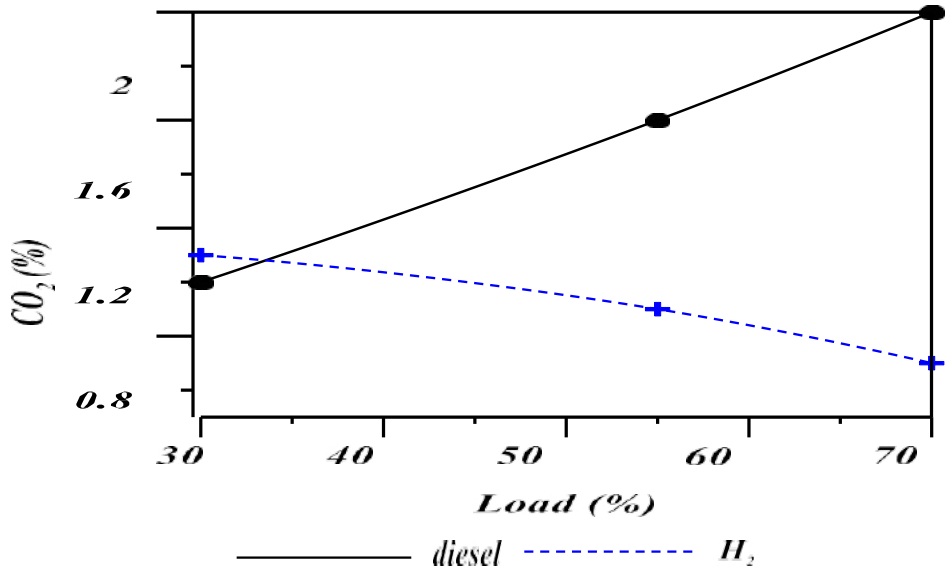
Figure 5: Engine load vs. carbon monoxide percentage



Source: Ahmed Mohamed Ibrahem; Ahmad Gomaa Mohamed; Moataz Ahmed Mahfouz, et al. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences (Damanhour University)*. (2024). Volume 23, Issue 1. Pages 372-386.

Figure 6 shows the relationship between engine load and carbon dioxide (CO_2) percentage when using both fuel types. The carbon dioxide increases from 1 % to 2 % with increased engine load when using diesel fuel, but when using hydrogen fuel, carbon dioxide decreases from 0.9 % to 0.7 % with increased engine load. So, it is a significant improvement in the percentage of carbon monoxide when using hydrogen fuel than diesel fuel.

Figure 6: Engine load vs. carbon dioxide percentage



Source: Ahmed Mohamed Ibrahem; Ahmad Gomaa Mohamed; Moataz Ahmed Mahfouz, et al. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences (Damanhour University)*. (2024). Volume 23, Issue 1. Pages 372-386

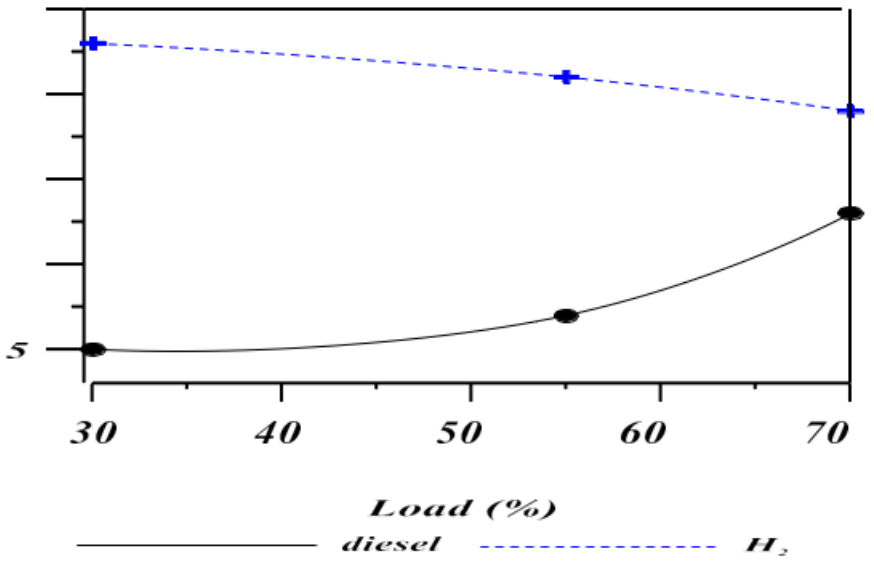
As shown in Figure 7, the results reveal distinct behaviors of nitrogen monoxide (NO) emissions between diesel and hydrogen operation. In the case of diesel fuel, NO emissions increase moderately from 5 ppm to 12.5 ppm as engine load rises. This trend can be attributed to higher in-cylinder temperatures at greater loads, which promote thermal NO formation via the Zeldovich mechanism. However, overall NO levels remain comparatively low because diesel combustion is not perfectly clean; the presence of carbonaceous species and incomplete oxidation consumes part of the available oxygen, thereby limiting nitrogen–oxygen interactions.

By contrast, hydrogen combustion produces significantly higher NO concentrations, starting at 23 ppm under low load. This is primarily due to hydrogen's unique combustion properties: a very rapid flame speed, high diffusivity, and elevated flame temperatures compared to diesel. These conditions create favorable environments for NO formation in the early stages of combustion. Interestingly, as the load increases, NO emissions decrease slightly (from 23 ppm to 18.6 ppm). This counterintuitive decline can be explained by improved mixture homogeneity and higher in-cylinder densities at elevated loads, which reduce localized hot spots and consequently lower peak NO generation.

On the one hand, diesel fuel produces lower NO emissions than hydrogen, yet this comes at the expense of significant carbon dioxide and particulate matter emissions. Hydrogen, on the other hand, eliminates CO_2 and PM completely but poses challenges related to NOx formation due to its high-temperature combustion characteristics. These findings highlight that the key challenge in adopting hydrogen as a sustainable fuel lies not in carbon-related emissions—which are entirely avoided—but in controlling nitrogen oxides. Future mitigation strategies could involve exhaust gas recirculation (EGR),

water or steam injection, or advanced catalytic after-treatment systems specifically designed for hydrogen engine emissions compared to hydrogen fuel.

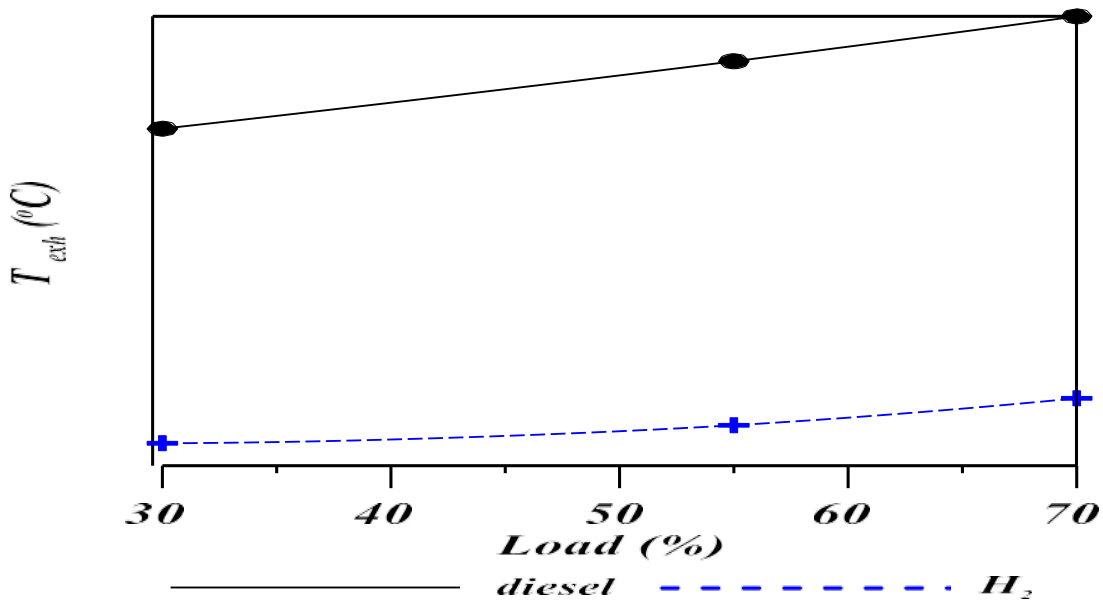
Figure 7: Engine load vs. nitrogen monoxide percentage



Source: Ahmed Mohamed Ibrahem; Ahmad Gomaa Mohamed; Moataz Ahmed Mahfouz, et al. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences (Damanhour University)*. (2024). Volume 23, Issue 1. Pages 372-386

Figure 8 shows the relationship between engine load and exhaust temperature, which increases from 145 °C to 150 °C when using diesel fuel and increases from approximately 131 °C to 133 °C when using hydrogen fuel under the same operating conditions. This comparison highlights the lower exhaust gas temperatures associated with hydrogen combustion, reflecting its cleaner burning characteristics and reduced heat release relative to diesel.

Figure 8: Engine load vs. exhaust temperature

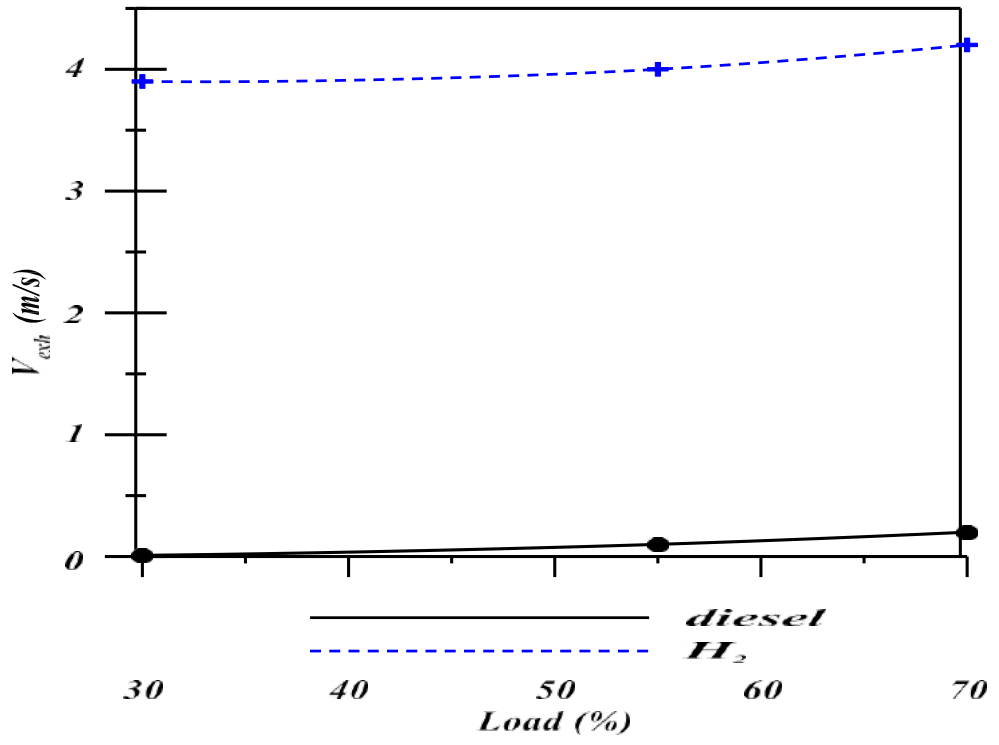


Source: Ahmed Mohamed Ibrahem; Ahmad Gomaa Mohamed; Moataz Ahmed Mahfouz, et al. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences (Damanhour University)*. (2024). Volume 23, Issue 1. Pages 372-386

Compared to conventional diesel fuel, the use of hydrogen results in lower exhaust gas temperatures, ranging between 131 °C and 133 °C under increasing engine load. This difference arises from the distinct combustion characteristics of hydrogen, which include higher flame propagation speed, the absence of carbon-based compounds, and more complete combustion with reduced formation of soot and unburned hydrocarbons. In contrast, diesel combustion involves slower flame development and partial oxidation of carbon-containing molecules, leading to higher heat release and consequently higher exhaust temperatures.

Figure 9 presents the relationship between engine load and exhaust velocity for both diesel and hydrogen fuel. The exhaust velocity increases from 0.001 m/s to 0.2 m/s with engine load when using diesel fuel, and the exhaust velocity increases from 3.95 m/s to 4.15 m/s with engine load when using hydrogen fuel, but when using hydrogen fuel, the velocity is higher than when using diesel fuel.

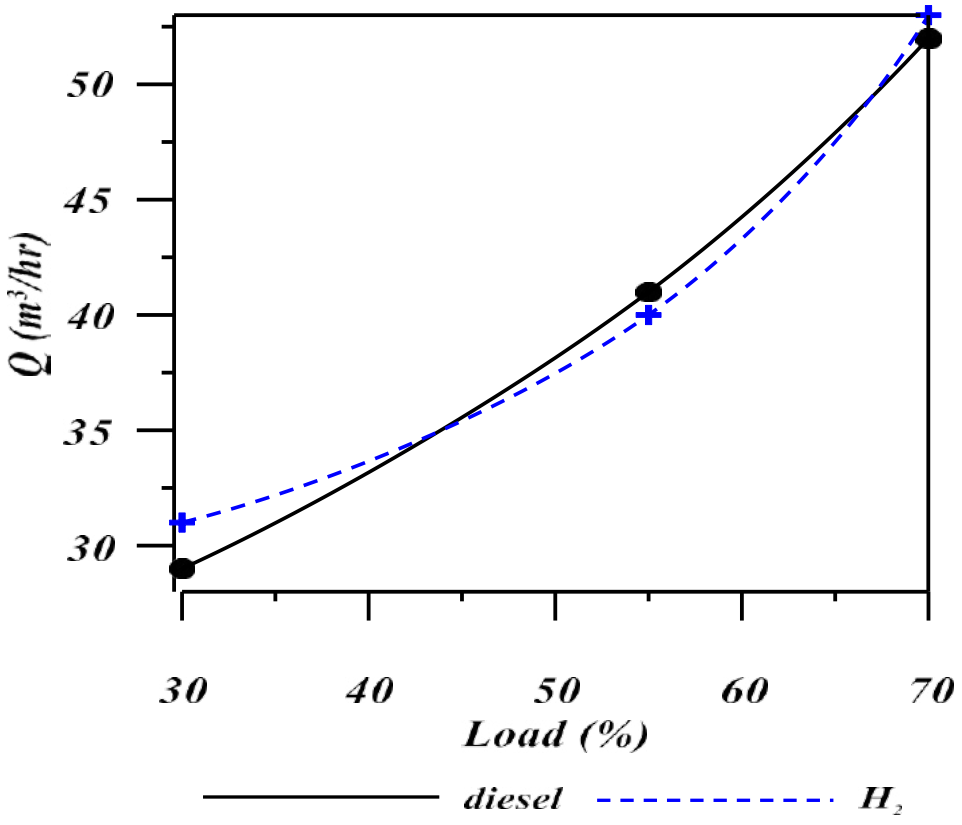
Figure 9: Engine load vs. exhaust velocity



Source: Ahmed Mohamed Ibrahem; Ahmad Gomaa Mohamed; Moataz Ahmed Mahfouz, et al. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences (Damanhour University)*. (2024). Volume 23, Issue 1. Pages 372-386

Figure 10 shows the relationship between engine load and pump discharge rate for both diesel and hydrogen fuels. For the diesel engine, the discharge rate increases from 28 m^3/hr. to 54.6 m^3/hr. as engine load rises. Similarly, with hydrogen fuel, the discharge rate increases from 32 m^3/hr. to 56 m^3/hr. Overall, the pump discharge rate is higher when using hydrogen fuel compared to diesel, indicating improved performance at the same engine load levels.

Figure 10: Engine load vs. pump discharge rate



Source: Ahmed Mohamed Ibrahem; Ahmad Gomaa Mohamed; Moataz Ahmed Mahfouz, et al. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences (Damanhour University)*. (2024). Volume 23, Issue 1. Pages 372-386

The Safety of Hydrogen Use in Agricultural Environments

The integration of hydrogen as a clean energy carrier in agricultural environments—powering machinery, irrigation pumps, and greenhouse operations—offers a promising path toward decarbonization. However, its safe deployment necessitates a rigorous understanding and implementation of specific safety protocols due to its unique physicochemical properties: a wide flammability range (4-75% in air), low ignition energy, and high propensity to leak.

- **Storage Safety:** On-farm hydrogen storage requires carefully designed safety systems, most commonly in the form of high-pressure gaseous storage or cryogenic liquid storage. For gaseous hydrogen, storage tanks must comply with international pressure vessel standards (e.g., ASME or ISO). They should be fitted with thermally activated pressure relief devices (TPRDs) to prevent over-pressurization and placed in secure, well-ventilated outdoor areas. These precautions reduce the risk of tank rupture and help avoid the buildup of leaked hydrogen, which could create a flammable atmosphere. In the case of liquid hydrogen (LH_2), storage dewars need to be equipped with vacuum insulation and pressure-build circuits to control boil-off gas. They should also be

located away from ignition sources and protected from direct sunlight to minimize safety hazards.

- **Transportation Safety**: The movement of hydrogen within the farm premises, whether via pipelines or mobile trailers, demands robust integrity. Pipelines should be constructed from hydrogen-compatible materials (e.g., specific grades of stainless steel) to avoid embrittlement and leakage. They must be clearly marked, buried, or shielded and feature automated shut-off valves. Mobile transport requires securing tanks to prevent damage during transit, following designated routes away from high-traffic areas, and ensuring all connections are leak-free before operation.
- **Maintenance and Operational Safety:** A comprehensive safety culture is paramount. This includes the mandatory use of hydrogen-specific leak detection sensors in storage, maintenance, and operational areas to provide early warnings. Strict ignition control protocols must be enforced, such as prohibiting open flames and using intrinsically safe electrical equipment. Crucially, personnel require specialized training in hazard awareness, emergency procedures (e.g., emergency shutdowns), and proper maintenance practices for hydrogen systems. All equipment must be grounded to prevent static electricity buildup, and regular maintenance schedules must be adhered to inspect for material fatigue and potential leaks (Ibrahim & Kannan, 2015; Sajjan, 2021).

Economic Feasibility of the Research

The transition from conventional diesel fuel to hydrogen represents a paradigm shift, not only environmentally but also economically. A comparative cost analysis reveals a complex interplay between direct expenses, capital investment, and externalities.

1. Fuel Cost (Based on Energy Content):

Diesel Fuel: Currently holds a significant price advantage. Its cost is relatively low and stable due to mature infrastructure and established global supply chains. It is typically priced per liter or gallon.

Hydrogen: The cost of hydrogen is currently substantially higher than that of diesel. Its price is highly dependent on the production pathway:

Grey/Brown Hydrogen (produced from fossil fuels via steam methane reforming): The cost is lower than green hydrogen but still exceeds diesel, while still generating carbon emissions.

Green Hydrogen (produced via electrolysis powered by renewable energy): It is the most expensive option currently, due to the high capital costs of electrolyzers and the price of renewable electricity. However, its cost is projected to decrease significantly with technological advancements and economies of scale (Aravindan & Praveen, 2023; Asim et al., 2023).

2. Efficiency and Energy Consumption:

Diesel Engines: They exhibit a typical thermal efficiency ranging from 35% to 40% in modern applications, meaning a substantial portion of the fuel's energy is lost as waste heat.

Hydrogen fuel cells exhibit substantially higher energy conversion efficiency, with the ability to

transform approximately 50–60% of the chemical energy stored in hydrogen into usable electrical power. In contrast, hydrogen internal combustion engines (H_2-ICEs) achieve efficiencies that are generally comparable to, or marginally greater than, those of conventional diesel engines. The superior efficiency of fuel cells directly contributes to a reduction in fuel consumption per unit of mechanical or electrical work output, thereby enhancing overall energy utilization and offering significant potential for improving the sustainability and cost-effectiveness of hydrogen-based energy systems.

3. Capital Expenditure (Initial Investment):

Diesel Systems: They entail relatively low capital outlay. Engines, fuel tanks, and refueling infrastructure are well-understood and manufactured cheaply at scale.

Hydrogen Systems: They require a substantially higher initial investment. These costs include storage systems, as high-pressure or cryogenic storage tanks are required, which are technologically complex and expensive to manufacture. Further, the conversion or new technology, as the cost of fuel cell stacks or modifying internal combustion engines to run on hydrogen, is significantly higher than that of conventional diesel engines. Finally, refueling infrastructure, as establishing a network for green hydrogen production, storage, and distribution, requires massive capital investment compared to the existing diesel infrastructure.

4. Maintenance Costs and Lifespan:

Diesel Engines: They are renowned for their durability and long operational lifespan. Maintenance costs are moderate and predictable (e.g., oil changes, filter replacements).

Hydrogen Fuel Cells: Long-term durability data is still emerging. While they have fewer moving parts, potentially reducing routine maintenance, the cost of replacing the fuel cell stack itself can be a significant future expense.

5. Externalities (Indirect Societal Costs):

Diesel Fuel: It carries high external costs not reflected in its market price, including: public health costs associated with air pollution (e.g., respiratory illnesses), environmental remediation costs from soil and water contamination, and the profound social and economic costs of climate change driven by carbon emissions.

Green Hydrogen: It has very low external costs. When produced from renewable sources, its lifecycle carbon emissions and local air pollutants are nearly negligible, thereby avoiding significant public health and environmental damage costs. The internalization of these externalities, through mechanisms like carbon pricing (Benzoni & Ru, 2023), drastically alters the economic calculus.

Recommendations

- Optimize hydrogen storage systems to enhance safety and efficiency for agricultural use.
- Conduct extensive testing under diverse operating conditions (e.g., high loads, hot and arid climates).
- Develop dual-fuel (diesel-hydrogen) hybrid engines as a transitional solution toward full

hydrogen adoption.

- Collaborate with agricultural machinery manufacturers to develop hydrogen-compatible models.
- Conduct on-the-ground feasibility studies on farms of varying scales.
- Promote green hydrogen production using renewable energy (solar, wind) to ensure sustainability.
- Integrate carbon capture technologies when using blue hydrogen as an interim solution.
- Monitor long-term emissions to identify any unexpected environmental impacts.
- Design awareness programs to educate farmers on hydrogen's environmental and economic benefits.
- Transition agricultural engines to hydrogen, which requires an integrated approach to ensure success as a sustainable solution. Future research should focus on bridging the gap between theory and practice.

Conclusion:

In conclusion, this study underscores the transformative potential of integrating hydrogen technology into Egypt's agricultural sector as a strategic pathway toward achieving Egypt's Vision 2030 and the aligned Sustainable Development Goals (SDGs). The findings demonstrate that hydrogen, as a clean energy carrier, can significantly decarbonize agricultural operations, enhance energy security, and promote environmental sustainability. By enabling the use of green hydrogen produced from renewable sources, this research directly supports SDG 7 (Affordable and Clean Energy) by providing a viable alternative to fossil fuels, reducing greenhouse gas emissions, and fostering the adoption of renewable energy in rural areas.

Furthermore, the adoption of hydrogen technology contributes to SDG 13 (Climate Action) by mitigating carbon emissions and reducing the agricultural sector's carbon footprint, thus supporting Egypt's commitments to global climate agreements. Additionally, by powering agricultural machinery and irrigation systems efficiently and sustainably, this technology enhances productivity and resilience, thereby supporting SDG 2 (Zero Hunger) through the promotion of sustainable agricultural practices and improved food security.

However, the successful implementation of hydrogen technology requires overcoming technical, economic, and regulatory challenges. Strategic investments in infrastructure, coupled with supportive policies and international cooperation, will be essential to unlock the full potential of hydrogen in agriculture. This research provides a foundational framework for policymakers, stakeholders, and researchers to leverage hydrogen technology as a catalyst for sustainable development, ensuring that Egypt's agricultural sector becomes a model of innovation and sustainability in line with Egypt's Vision 2030.

References:

1. Ahmed M.Ibrahem, Ahmed G.Mohamed, Moataz A.Mahfouz (2024). Achieving sustainability and occupational safety and health standards towards improving the emission of agricultural machine engines to run on hydrogen instead of diesel fuel. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences (Damanhour University), 23*(1), 372–386. https://doi.org/[10.21608/jaesj.2024.284553.1164
2. Ahmed, G. M., Mosleh, M., El-Maghlany, W. M., & Ammar, N. R. (2020). Performance analysis of supercritical ORC utilizing marine diesel engine waste heat recovery. *Alexandria Engineering Journal*, *(2)*, 893–904.
3. Ahmed, S., Assem, H., & Kamel, A. (2023). Sustainable hydrogen production methods for clean energy applications. *Journal of Renewable Energy Research, 15*(2), 45–59.
4. Aravindan, M. K. G., & Praveen. (2023). Hydrogen towards sustainable transition: A review of the production, economic, environmental impact, and scaling factors. *Energy Reports, 9*, 1235–1246. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.12.086
5. Asim, K. S., Azad, A., Rasul, M. G., & Doppalapudi, A. T. (2023). Prospect of green hydrogen generation from hybrid renewable energy sources: A review. *Energies, 16*(3), 1556. https://doi.org/10.3390/en16031556
6. Bahmanpour, H., Sajadiye, S. M., Sheikhdavoodi, M. J., & Zolfaghari, M. (2024). The effect of temperature and drying method on drying time and color quality of mint. *Journal of Agriculture Machinery, 14*(4), 355–366. https://doi.org/10.22067/jam.2023.82325.1165
7. Benzoni, J., & Ru, H. (2023). Carbon emissions trading and environmental protection: International evidence. *Journal of Environmental Economics and Management, 118*, 102787. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102787
8. Brzeziński, M., & Pyza, D. (2021). Carbon dioxide emissions from diesel engine vehicles in intermodal transport. *Transport, 36*(3), 213–223. https://doi.org/10.3846/transport.2021.15484
9. Canan, A., & Dincer, I. (2015). Review and evaluation of hydrogen production methods for better sustainability. *International Journal of Hydrogen Energy, 40*(34), 11094–11111. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.12.035
10. Choudhuri, S. (2021). Research on sustainable development. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), 10*(2), 1211–1218.
11. Ibrahim, H., & Kannan, R. (2015). Hydrogen safety considerations in fuel applications. *International Journal of Hydrogen Energy, 40*(35), 11627–11635. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.04.021
12. Lee, N., William, M., Davies, A., Villamil, M. B., & Dokoohaki, H. (2023). Probabilistic assessment of cereal rye cover crop impacts on regional crop yield and soil carbon. *Agriculture, 13*(1), 225. https://doi.org/10.3390/agriculture13010225
13. Lin, J. X. Z., & Wang, Q. (2023). Effects of agricultural machinery operations on PM2.5, PM10, and TSP in farmland under different tillage patterns. *Agriculture, 13*(5),

930. https://doi.org/10.3390/agriculture13050930

14. Lipei Fu, Zhangkun Ren, Wenzhe Si, Qianli Ma, Weiqiu Huang, Kaili Liao, Zhoulan Huang, Yu Wang, Junhua Li, Peng Xu, Research progress on CO2 capture and utilization technology, Journal of CO2 Utilization, Volume 66, 2022. https://doi.org/10.1016/j.jcou.2022.102260.
15. MAN Truck & Bus. (n.d.). *Buses and special vehicles*. Retrieved from https://www.man.eu/engines/en/products/on-road/busses-and-special-vehicles/busses-and-special-vehicles.html
16. Mattalitti, M. I., Hos, J. ., Moita, S. ., Upe, A., & Kariuki, C. N. . (2024). Sustainable Agriculture Development and Food Security: A Systematic Review. *Indonesian Annual Conference Series*, (Proceedings of IACS-IHCRGESND, Nigeria), 158-170. Retrieved from https://ojs.literacyinstitute.org/index.php/iacseries/article/view/1528
17. Megía, P. J., Vizcaíno, A. J., Calles, J. A., & Carrero, A. (2021). Hydrogen production technologies: From fossil fuels toward renewable sources. A mini review. *Energy & Fuels, 35*(20), 16403–16415. https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.1c02501
18. Mohamed, M. E. (2008). Design of marine hydrogen internal combustion engine. *Alexandria Engineering Journal, 47*(1), 57–65.
19. Mohammed, R., Khalil, M., & Youssef, A. (2019). Hydrogen utilization in internal combustion engines: Safety and performance aspects. *Energy and Environment Journal, 28*(4), 223–238.
20. Mosleh, M., Seddiek, I. S., & Adel, B. (2013). Prediction of the fuel saving and emissions reduction by decreasing speed of a catamaran. *Journal of Marine Engineering & Technology, 12*(2), 40–48.
21. Nader, R. A. (2018). Energy- and cost-efficiency analysis of greenhouse gas emission reduction using slow steaming of ships: Case study RO-RO cargo vessel. *Journal of Cleaner Production, 193*, 868–876. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.099
22. Nader, R. A. (2019). An environmental and economic analysis of methanol fuel for a cellular container ship. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 69*, 66–76. https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.01.016
23. Nader, R. A., & Seddiek, I. S. (2017). Eco-environmental analysis of ship emission control methods: Case study RO-RO cargo vessel. *Ocean Engineering, 137*, 166–173. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.03.052
24. Navi, P., & Suryawanshi, J. G. (2016). Effects of MBT spark timing on performance emission and combustion characteristics of S.I engine using hydrogen-CNG blends. *International Journal of Hydrogen Energy, 41*(2), 666–677. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.10.048
25. Oseghale, C. I., Abdalla, A. H., & Hall, P. J. (2016). Multiple regression analysis in the development of NiFe cells as energy storage solutions for intermittent power sources such as wind or solar. *International Journal of Hydrogen Energy, 41*(36), 16330–16340. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.04.229
26. Ozili, P. K. (2022). Sustainability and sustainable development research around the world. *Managing Global Transitions, 20*(3), 259–293.

27. Peterson, D., Wang, J., & Scott, M. (2022). Hydrogen as a sustainable fuel: Safety, storage, and application challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 165*, 112548. https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112548

28. Priya, K., Aravindan, R., & Bai, J. (2024). Green hydrogen as a sustainable alternative fuel: A global perspective. *Journal of Cleaner Production, 435*, 140325. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140325

29. Priya, S., Germinlou, D., & Lardi, A. B. Q. (2024). Sustainable hydrogen production, storage, and distribution – A systematic review for newfoundland and Labrador. *Journal of Sustainable Development, 17*(1), 1–20. https://doi.org/10.5539/jsd.v17n1p1

30. Sajjan, S. (2021). Hydrogen fuel and safety issues in agricultural applications. *International Journal of Agricultural Technology, 17*(6), 1459–1472.

31. Singh, N., Farina, I., Petrillo, A., Colangelo, F., & De Felice, F. (2023). Carbon capture, sequestration, and usage for clean and green environment: challenges and opportunities. International Journal of Sustainable Engineering, 16(1), 248–268. https://doi.org/10.1080/19397038.2023.2256379

32. Testo AG. (n.d.). *E8500 portable combustion analyzer manual*. JJS Technical Services. Retrieved from https://site.jjstech.com/pdf/E-Instruments/E8500-Manual.pdf

33. Thomas, L. F., & Paynter, D. J. (2015). Extending the relationship between global warming and cumulative carbon emissions to multi-millennial timescales. *Environmental Research Letters, 10*(7), 075002. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/7/075002

34. Tudor, A.-M., Matache, M., Grigore, I., Vlăduţoiu, L. C., Ungureanu, N., & Biriş, S. S. (2021). Environmental pollution caused by agricultural activities. *Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering, XIV*(2), 87–90.

35. Yousri, M. A. W., Mosleh, M., & Ammar, N. R. (2013). Energy analysis of a combined solid oxide fuel cell with a steam turbine power plant for marine applications. *Journal of Marine Science and Application, 12*(4), 473–483. https://doi.org/10.1007/s11804-013-1217-7

المستخلص

لتلبية الطلب المتزايد على الآلات الزراعية منخفضة الانبعاثات، يبحث العلماء عن أساليب مبتكرة ومستدامة لتقليل الأثر البيئي لمحركات الاحتراق الداخلي وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة. تبحث هذه الدراسة في استخدام الهيدروجين كوقود تكميلي في محركات الديزل؛ بهدف تعزيز الكفاءة وتقليل الانبعاثات الضارة. وقد أجريت التجارب في منشأة "جرين باور إتش تو"، حيث تم اختبار الهيدروجين كبديل كامل لوقود الديزل في مجموعة من مضخات محركات الديزل، وتم قياس مستويات انبعاثات الغازات الدفيئة ومقارنتها بين تشغيل الديزل والهيدروجين، مع الالتزام الصارم بمعايير السلامة لاستخدام الهيدروجين. أجريت الاختبارات تحت أحمال محرك تتراوح بين ٣٠٪ إلى ٧٠٪، وأظهرت تفوقًا بنسبة ١٠٠٪ في استبدال الديزل بالهيدروجين، ولم يتم رصد أي انبعاثات للغازات الدفيئة – أول أكسيد الكربون(CO) ، أو ثاني أكسيد الكربون(CO_2) ، أو ثاني أكسيد الكبريت – (SO_2) عند استخدام الهيدروجين. وقد زادت سرعة غاز العادم إلى ٤ أمتار في الثانية مع ارتفاع ضغط الهيدروجين. وقد بلغ معدل تفريغ المياه ٥٦ مترًا مكعبًا في الساعة تحت نفس حمل المحرك، متجاوزًا أداء تشغيل الديزل.

يسلط هذا البحث الضوء على إمكانات الهيدروجين كوقود بديل نظيف وفعال؛ مما يقلل بشكل كبير من انبعاثات الغازات الدفيئة المسببة للاحتباس الحراري مع الحفاظ على أداء المحرك أو حتى تعزيزه.

الكلمات المفتاحية: الكربون، الانبعاثات، الهيدروجين، المحركات الزراعية، الاستدامة، التحديات المناخية.

END OF

Second: English Researches

القسم الثاني

مراجعات لتقارير ومؤشرات دولية

١. مراجعة مؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥

أ/ آية مجدي محمود حسين

٢. مراجعة لتقرير متابعة الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة: تقييم التقدم المحرز في قطاع الطاقة لعام ٢٠٢٥

أ/ مرام مفرح محمد

٣. مراجعة لتقرير تحديث المناخ العالمي السنوي إلى العقدي للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ٢٠٢٥-٢٠٢٩

د. نرمين محمود

١. مراجعة مؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥

Review Climate Risk Index 2025

بقلم :

أ/ آية مجدي محمود

رئيسة فريق عمل بالإدارة العامة لدراسات مخاطر تغير المناخ

مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

- مقدمة.
- أولًا: الرسائل الرئيسة للمؤشر.
- ثانيًا: منهجية إعداد المؤشر.
- ثالثًا: النتائج الرئيسة لمؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥.
- رابعًا: تقديرات المخاطر المناخية للتجمعات الإقليمية.
- خامسًا: التقاطع بين مؤشر التنمية البشرية ومؤشر المخاطر المناخية.
- سادسًا: التعليق على مؤشر مخاطر المناخ (CRI).
- سابعًا: التوصيات.

مقدمة:

يصدر مؤشر مخاطر المناخ عن جانب المبادرة الدولية للمناخ (IKI: The International Climate Initiative) ممثلة عن وزارة الخارجية الألمانية، كما تنفذه مؤسسة (جيرمان ووتش) بالتعاون مع الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ) من خلال برنامج عمل الدبلوماسية المناخية (CDAP) الممول من الحكومة الاتحادية الألمانية. ويهدف إلى تقديم تصور واضح حول مدى تأثير الظواهر الجوية المتطرفة على الدول **خلال فترتين زمنيتين؛ الأولى، الثلاثون عامًا الماضية (١٩٩٣-٢٠٢٢)، والثانية؛ قبل عامين من صدور التقييم (٢٠٢٢).**

وتتضمن أهدافه أيضًا دعم نقاشات وسياسات المناخ دوليًا من خلال تقديم تقييم موضوعي، ومبني على بيانات دقيقة عن المخاطر المناخية التي تواجهها الدول، علمًا بأن المؤشر يُغطي أداء ١٧١ دولة.

ويجدر التوضيح أنه لا يُقصد من هذا المؤشر استخدامه كأداة للتنبؤ المباشر بتأثيرات المناخ المستقبلية، أو كمصدر مستقل لتخطيط إدارة المخاطر واتخاذ تدابير التكيف، وينظر إليه كأداة تحليلية تُسهم في تفسير مدى تأثر الدول بالمخاطر والتأثيرات المرتبطة بالمناخ، بالاعتماد على أفضل مجموعة بيانات تاريخية متاحة للجمهور حول آثار الظواهر الجوية المتطرفة، إلى جانب التحليلات الأخرى الداعمة.

يُقِيس المؤشر بدوره آثار الظواهر الجوية المتطرفة المرتبطة بالمناخ على الدول من خلال رصد أثر هذه المخاطر عليها، وتشمل هذه المخاطر: **المخاطر الهيدرولوجية**، مثل: الفيضانات (بما في ذلك الفيضانات العامة والفيضانات المفاجئة والفيضانات النهرية)، وحركة الكتلة الرطبة (بما في ذلك الانهيارات الجليدية الرطبة، والانهيارات الأرضية الرطبة، والانهيارات الطينية الرطبة، والانهيارات الصخرية الرطبة). **والمخاطر الجوية**، مثل: العواصف (والتي تشمل العاصفة خارج المدارية، والأعاصير المدارية، العاصفة الثلجية، العاصفة الرعدية، عاصفة رملية/ غبارية، العواصف العاتية، تأثير الرياح)، درجات الحرارة القصوى (بما في ذلك الظروف الشتوية القاسية، موجات الحر، موجات البرد). **والمخاطر المناخية**، مثل: حرائق الغابات، الجفاف، الفيضان.

وفي ذات السياق، يُصنِّف هذا المؤشر -الذي يعتمد على بيانات تاريخية- الدول وفقًا لدرجة تأثرها اقتصاديًا وبشريًا (عدد الوفيات، المصابين، المشردين، والمتضررين)، بحيث تحتل الدولة الأكثر تضررًا المرتبة الأولى في التصنيف، والأقل تأثرًا تتذيل التصنيف. ونظرًا لمحدودية البيانات المتعلقة بالخسائر البشرية والاقتصادية، لا يشمل المؤشر الظواهر التي تتطور ببطء مثل (المخاطر والآثار المرتبطة بارتفاع درجات الحرارة، والتصحر، وفقدان التنوع البيولوجي، وتدهور الأراضي والغابات، وانحسار الجليد، وتحمض المحيطات، وارتفاع مستوى سطح البحر، والتملح).

ويذكر أنه بدأ إصدار المؤشر لأول مرة في عام ٢٠٠٦، وبالتالي يُعد من أقدم المؤشرات السنوية التي ترصد آثار تغيُّر المناخ. ويصدر التقرير بشكل سنوي، ولكنه لم يُصدر خلال الفترة ٢٠٢٢ – ٢٠٢٤ وغير محدد سبب ذلك.

هذا ويستند المؤشر إلى قاعدة بيانات الكوارث الدولية (EM-DAT)، إضافةً إلى مصادر أخرى مثل البنك الدولي وصندوق النقد الدولي؛ ويركز على قياس التأثيرات المطلقة والنسبية عبر ثلاثة مؤشرات أساسية: الخسائر الاقتصادية، والوفيات، وعدد الأشخاص المتضررين، سواء بالأرقام المطلقة أو النسبية. حيث تم اختيار هذه المصادر بناءً على عدد من المعايير المتمثلة في: ١) توفر مصادر البيانات نظرًا لأن الدول من أعضاء منظمة الأمم المتحدة، ٢) توفر سلاسل زمنية للثلاثين عامًا الماضية، ٣) جمع البيانات وحفظها من جانب منظمات دولية موثوقة، وتمتلك سلطة فحص البيانات وجودتها.

وفيما يلي، سيتم تسليط الضوء على منهجية الحساب ومصادر البيانات للمؤشر، إضافة إلى الإسقاط على نتائج المؤشر للفترة ما بين ١٩٩٣ – ٢٠٢٢، وعام ٢٠٢٢، ونتائج المؤشر للتجمعات الإقليمية، والتقاطع بين المؤشر ومؤشر التنمية البشرية، وتناول فجوة البيانات كتحدٍ لتحديد المخاطر المناخية، وأخيرًا النتائج والتوصيات.

أولًا: الرسائل الرئيسة للمؤشر

- يشير تصنيف مؤشر مخاطر المناخ CRI، إلى أنه في الفترة ما بين ١٩٩٣ – ٢٠٢٢ كانت دومينيكا، والصين، وهندوراس من بين الدول الأكثر تضررًا من تأثيرات الحوادث المناخية المتطرفة.
- تعتبر باكستان، وبليز، وإيطاليا الدول الأكثر تأثرًا من الحوادث المناخية المتطرفة عام ٢٠٢٢.
- خلال الفترة ما بين ١٩٩٣ – ٢٠٢٢، توفي أكثر من ٧٦٥ ألف شخص في مختلف أنحاء العالم، وبلغت إجمالي الخسائر المادية المباشرة بما يقرب من ٤,٢ تريليونات دولار أمريكية (مع الأخذ في الاعتبار معدلات التضخم) نتيجة التعرض لأكثر من ٩٤٠٠ حدث مناخي متطرف.
- كانت تأثيرات الفيضانات، والعواصف، وموجات الحر، والجفاف الأبرز على الأفراد على المدى القصير والطويل، ففي الفترة ١٩٩٣ – ٢٠٢٢، تسببت كل من العواصف في ٣٥٪ من معظم الوفيات، وموجات الحر بنسبة ٣٠٪، والفيضانات بنسبة ٢٧٪، وتسببت العواصف بالنسبة الأكبر من الخسائر الاقتصادية بنحو ٥٦٪ أي ما يقارب ٢,٣٣ تريليون دولار أمريكي مع الأخذ في الاعتبار معدلات التضخم، تليها الفيضانات بنسبة ٣٢٪ من إجمالي الخسائر الاقتصادية أي ١,٣٣ تريليون دولار أمريكي.
- تقسم الدول الأكثر تضررًا في مؤشر مخاطر المناخ خلال الفترة ما بين ١٩٩٣ – ٢٠٢٢، إلى: ١) الدول الأكثر

تأثـرًا بالأحـداث المتطرفـة غيـر العادية مثل: دومينيكا، وهنـدوراس، وميانمار، وفانوتو، ٢) الـدول الأكثر تأثرًا من الأحـداث المناخيـة المتكررة مثل: الصيـن، والهند، والفلبين.

- يؤثر تغير المناخ الناجم عن الأنشـطة البشـرية على وتيرة وشـدة الظواهر الجوية المتطرفة، مما قد يوسـع نطاق الآثار المناخية السلبية.

ثانيًا: منهجية إعداد المؤشر

يُعد مؤشر المخاطر المناخية (CRI) مؤشرًا رجعيًا يعتمد على بيانات سابقة، ويقدّم تقييمًا للمخاطر الواقعة في ١٧١ دولة من دول منظمة الأمم المتحدة، كما تمت الإشارة سابقًا، وتنقسم الدول التي يشملها المؤشر إلى خمس مناطق جغرافية وهي: (آسيا – أوروبا –الأمريكتان – إفريقيا – أوقيانوسيا).

يستند المؤشر إلى متوسط القيم السنوية على مدى ٣٠ عامًا حيث يمكن تقسيم الدول المشمولة بالمؤشر إلى مجموعتين:

- الأكثر تأثرًا بالأحداث المتطرفة غير العادية.
- الأكثر تأثرًا بالأحداث المتطرفة المتكررة (التهديدات المستمرة).

ويقيس المؤشر أيضًا الظواهر الهيدرولوجية (الفيضانات)، والجوية، والمناخية، وبالتالي ينقسم المؤشر إلى ثلاث فئات من المخاطر (الهيدرولوجية – الجوية – المناخية) ويندرج أسفل هذه الفئات سبعة مخاطر، ويتم قياس عامل تأثير كل خطر بثلاثة مؤشرات رئيسة، ويُقاس كل منها بالقيمة المطلقة، والنسبية كما هو موضح بالجدول:

جدول (١) نظرة عامة على المؤشر

مؤشرات القياس	النسبة من إجمالي المؤشر		القيمة (المطلقة، النسبية)
	مطلق	نسبي	
الخسائر الاقتصادية الناتجة عن المخاطر	٪١٢,٥	٪٣٧,٥	الخسائر المطلقة (في تعادل القوة الشرائية) الخسائر كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي
أعداد الوفيات	٪٧,٥	٪٢٢,٥	العدد الإجمالي للوفيات المعدل النسبي للوفيات (لكل ١٠٠٠٠٠ نسمة)
أعداد المتضررين	٪٥	٪١٥	التأثير المطلق التأثير النسبي (لكل ١٠٠٠٠٠ نسمة)

الجدول من تصميم الباحث وفقًا لمؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥

ويُذكر، أنه يتم قياس عوامل الخطر **بالقيمتين المطلقة والنسبية**؛ وذلك لأن في الأرقام المطلقة تبرز التأثيرات بشكل أكبر في الدول ذات الكثافة السكانية الكبيرة أو الاقتصاديات المتقدمة، في حين أن القيم النسبية توضح التأثيرات الفعلية على الدول الصغيرة والأكثر فقرًا بشكل أدق، ولذلك يعتمد تحليل **مؤشر مخاطر المناخ (CRI)** على مؤشرات مطلقة ونسبية معًا، بهدف مراعاة كلا الجانبين في التقييم. ويُعطى WWفي الترتيب النهائي وزن أكبر للمؤشرات النسبية، مما يُعزز أهميتها في حساب درجة المؤشر النهائية.

كما يُعد إدراج **القيم النسبية** مكملًا ضروريًا للقيم المطلقة التي تُرجح في بعض الأحيان، إذ يسمح بتحليل الضرر في سياقه الفعلي وفق قدرات كل دولة وظروفها. فعلى سبيل المثال، قد لا يُشكل ضرر بقيمة مليار دولار عبئًا نسبيًا كبيرًا على اقتصادات كبرى مثل الولايات المتحدة أو اليابان، بينما تتسبب نفس القيمة في تأثيرات اقتصادية كبيرة على الدول الفقيرة، إذ قد يُشكل نسبة كبيرة من الناتج المحلي الإجمالي السنوي لتلك الدول.

كما تُحسب الخسائر الاقتصادية المطلقة باستخدام قيم تعادل القوة الشرائية (PPP)، بهدف تقديم تقدير أكثر شمولًا ودقة لتأثير الأضرار على المجتمعات المختلفة، حيث يتيح هذا الأسلوب قياسًا أدق لمدى تأثير خسارة دولار أمريكي واحد على السكان مقارنةً باستخدام أسعار الصرف الفعلية، حيث يعكس الاختلاف في مستويات الأسعار والقوة الشرائية بين الدول.

أما عن تعادل القوة الشرائية، فهو مقياس يُستخدم لمقارنة القدرة الفعلية للعملات على شراء مجموعة محددة من السلع والخدمات في دول مختلفة، ما يوضح حجم التأثير الاقتصادي الحقيقي.

أما فيما يخص مصادر بيانات المؤشر، فيعتمد المؤشر على قاعدة بيانات الأحداث الطارئة EM– DAT فيما يخص بيانات المخاطر والتأثيرات، وعلى بيانات البنك الدولي وصندوق النقد الدولي فيما يخص بيانات الناتج المحلي الإجمالي وتعادل القوة الشرائية والسكان.

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

طريقة حساب المؤشر:

١- يتم اختيار البيانات الأولية من مصادر موثوقة كما ورد سابقًا في منهجية إعداد المؤشر، في هذه المرحلة تُراجع البيانات للتحقق من دقتها، بما في ذلك تصحيح الأخطاء المحتملة، مثل أخطاء الجدولة الواردة من المصدر.

٢- إذا كانت بيانات أحد المؤشرات مفقودة في الدولة المعنية، يُصنَّف هذا المؤشر على أنه "مفقود"، ولا يُؤخذ في الاعتبار عند حساب المتوسط النهائي. وقد جرى اختيار البيانات بحيث تُغطي أكبر عدد ممكن من الدول الأعضاء في منظمة الأمم المتحدة.

٣- يتم تطبيع مؤشرات CRI من خلال حساب المسافة عن الدولة المتصدرة، حيث تُعطى الدولة الأولى قيمة ١٠٠، وتُصنَّف باقي الدول كنقاط مئوية أقل منها بحسب بُعدها عن المتصدرة.

٤- مؤشرات الخسائر الاقتصادية والبشرية والمطلقة مرجحة بنسبة ٨/١ (١٢,٥٪)، ومؤشرات الخسائر الاقتصادية والبشرية النسبية مُرجحة بنسبة ٨/٣ (٣٧,٥٪)، علمًا بأن مؤشر الخسائر البشرية ينقسم إلى مؤشرين: الأول، الوفيات نتيجة المخاطر وهي (مرجحة بنسبة ٥/٣ (٦٠٪)، والثاني، المتضررون بسبب المخاطر وهو مرجح بنسبة ٥/٢ (٤٠٪).

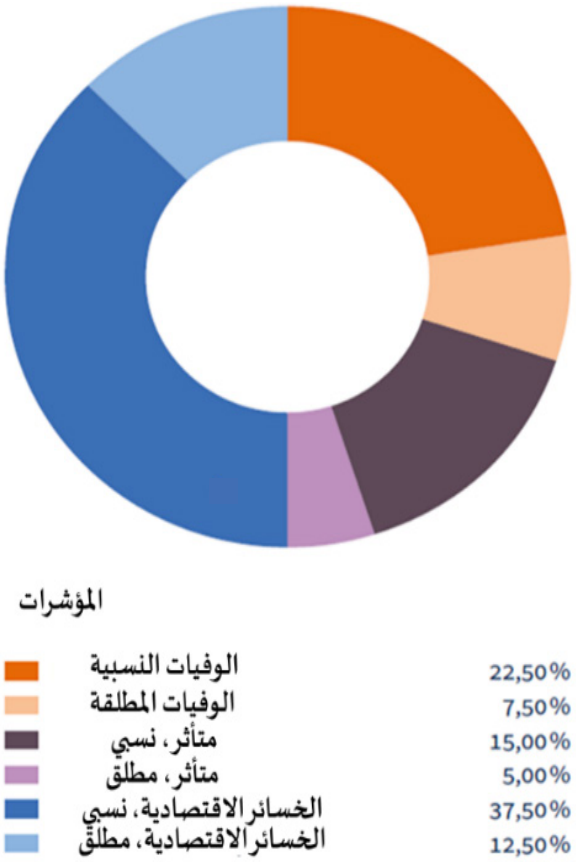
٥- ويُحسب إجمالي درجة المؤشر (CRI) وفق المعادلة التالية:

[٥/٣ (الوفيات المطلقة) + ٥/٢ (التأثير المطلق) *٨/١+[٥/٣(الوفيات النسبية) + ٥/٢ (التأثير النسبي)] * ٨/٣ + (الخسائر المطلقة) * ٨/١ +(الخسائر النسبية) *٨/٣.

٦- يتم ترجيح الوفيات في السنوات الأخيرة بشكل أعلى من أجل عكس الوضع الراهن بشكل أفضل، ولأخذ التأثير المتزايد لتغير المناخ في الاعتبار باعتباره مضاعفًا.

الشكل (١)

مؤشرات CRI وأوزانها النسبية



Source: CRI 2025.

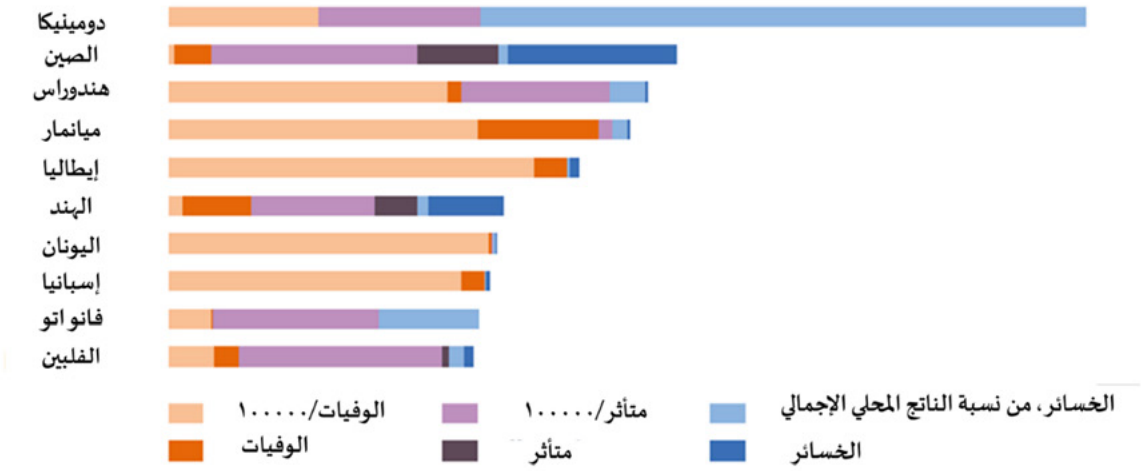
ثالثًا: النتائج الرئيسة لمؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥

١- نتائج مؤشر مخاطر المناخ للفترة (١٩٩٣ - ٢٠٢٢):

تتضح آثار تغير المناخ في مختلف أنحاء العالم من خلال تزايد حدة وتكرار الظواهر الجوية المتطرفة، فقد شهد العالم، بين عامي ١٩٩٣ و٢٠٢٢، أكثر من ٩٤٠٠ حدثًا من هذا النوع، وأسفرت عن وفاة ما يزيد عن ٧٦٥ ألف شخص، إضافة إلى خسائر اقتصادية مباشرة تُقدّر بنحو ٤,٢ تريليونات دولار أمريكية (معدلة بمعامل التضخم).

ويعرض الشكل (٢) قائمة بالدول العشر الأكثر تضررًا بسبب المخاطر المناخية خلال العقود الثلاثة الماضية، مع توضيح أبرز النتائج لكل منها وفقًا للمؤشرات الثلاثة التي شملها التحليل.

شكل (٢) الدول العشر الأكثر تضررًا في الفترة من ١٩٩٣- ٢٠٢٢



Source: CRI 2025.

تحتل **دومينيكا المرتبة الأولى** بين الدول الأكثر تضررًا، نتيجة لارتفاع خسائرها الاقتصادية النسبية، إلى جانب المعدلات المرتفعة للوفيات وعدد المتضررين، حيث تتعرض الجزيرة بشكل متكرر للأعاصير المدارية، مثل إعصار "ديبي Debby–" في أغسطس ٢٠٠٠، وإعصار "عمر Omar–" في أكتوبر ٢٠٠٨، والعاصفة الاستوائية "إريكا Erika– " في أغسطس ٢٠١٥، وإعصار "ماريا Maria–" في عام ٢٠١٧، وإعصار "دوريانDorian–" في أغسطس ٢٠١٩. وتُعد دومينيكا من أكثر دول منطقة البحر الكاريبي عُرضة للأعاصير، حيث تشهد في المتوسط عاصفة مدمرة كل عامين تقريبًا. وقد كان إعصار "ماريا – Maria" عام ٢٠١٧ استثنائيًّا في شدته، إذ خلف أضرارًا تُقدَّر بنحو ١,٨ مليار دولار أمريكي، أي ما يعادل ٢٧٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي لتلك الجزيرة الصغيرة.

وتأتي **الصين** في **المرتبة الثانية** بين الدول الأكثر تضررًا، وذلك نتيجة لحجم خسائرها المطلقة الكبيرة، وارتفاع عدد المتضررين بالنسبة لعدد السكان، حيث تُسجل الصين معدلات مرتفعة من الوفيات، والمتضررين نتيجة الظواهر الجوية المتطرفة التي تُخلف آثارًا اجتماعية، واقتصادية، وبيئية جسيمة. وقد تعرضت الصين لسلسلة من الكوارث المناخية، أبرزها الفيضانات المتكررة على طول نهر اليانغتسي، مثل فيضانات عامي ١٩٩٨ و٢٠١٦، والتي أسفرت عن تشريد مئات الآلاف وتدمير الزراعة والبنية التحتية. كما ضربت الأعاصير القوية المناطق الساحلية، مثل إعصار "فريد Fred–" عام ١٩٩٤ وإعصار "ساوماي Saomai–" في ٢٠٠٦، متسببة في دمار واسع وخسائر في الأرواح، زاد حدّتها العواصف والانهيارات الأرضية. وخلال الفترة من ١٩٩٣– ٢٠٢٢، شهدت الصين أكثر من ٦٠٠ حدث مناخي متطرف، نتج عنها خسائر مالية تُقدّر بـ ٧٠٦ مليارات دولار أمريكي (أخذًا في الاعتبار معدلات التضخم)، وما لا يقل عن ٤٢ ألف حالة وفاة.

هذا وتحتل **هندوراس المرتبة الثالثة** بين الدول الأكثر تضررًا، ويُعزى ذلك إلى ارتفاع معدلات الوفيات والمتضررين بالنسبة لعدد السكان، إلى جانب إجمالي الوفيات والخسائر الاقتصادية النسبية. وتُعد هندوراس من أفقر دول نصف الكرة الغربي، مما يزيد من هشاشتها في مواجهة آثار تغير المناخ.

وتتعرض بشكل متكرر لمخاطر مناخية متعددة، تشمل الأعاصير، والعواصف المدارية، والفيضانات، والجفاف، والانهيارات الأرضية، والتي تتسبب في تدمير المحاصيل الزراعية، والبنية التحتية الأساسية. وكان إعصار "ميتش Mitch–" عام ١٩٩٨ من أكثر الكوارث تدميرًا، إذ قضى على نحو ٧٠٪ من محاصيل البلاد وبنيتها التحتية، وأسفر عن أكثر من ١٤ ألف حالة وفاة، وخسائر اقتصادية تجاوزت ٧ مليارات دولار أمريكي، مما شكل انتكاسة كبيرة لمسيرة التنمية في هندوراس.

كما تأتي **ميانمار** في **المرتبة الرابعة**، إذ تتعرض لمجموعة متنوعة من المخاطر الطبيعية، تشمل موجات الحر الشديدة، والجفاف، والأعاصير، والفيضانات، والعواصف العنيفة، إلى جانب هطول الأمطار الغزيرة، ما يؤدي إلى غرق مناطق واسعة وتشريد السكان. وكان إعصار "نرجسNargis–" في عام ٢٠٠٨ من أكثر الكوارث تدميرًا في تاريخها، حيث أسفر عن مقتل نحو ١٤٠ ألف شخص نتيجة الفيضانات المصاحبة للأمطار الغزيرة، وخلّف أضرارًا مادية قُدّرت بنحو ٥,٧ مليارات دولار أمريكية.

وتحتل **إيطاليا المرتبة الخامسة** بين الدول الأكثر تضررًا، ويرجع ذلك أساسًا إلى ارتفاع أعداد الوفيات المطلقة والنسبية. وكان عاما ٢٠٠٣ و٢٠٢٢ من أكثر الأعوام تأثرًا بارتفاع درجات الحرارة؛ حيث شهدت البلاد ارتفاعًا غير مسبوق في عدد الوفيات المرتبطة بموجات الحر، إضافة إلى أضرار ناجمة عن الجفاف، وحرائق الغابات، وتراجع الإنتاج الزراعي، وتضرر البنية التحتية، فضلًا عن الضغوط الكبيرة على أنظمة الصحة العامة، وشبكات الطاقة. كما أسفرت الفيضانات الغزيرة، وخاصة على امتداد نهر "بو po"، عن دمار واسع، كما حدث في فيضانات "بييمونتي Piedmont" عامي ١٩٩٤ و٢٠٠٠، وبلغت الخسائر الاقتصادية في إيطاليا نحو ٦٠ مليار دولار أمريكي، في حين تجاوز عدد الوفيات ٣٨ ألف حالة.

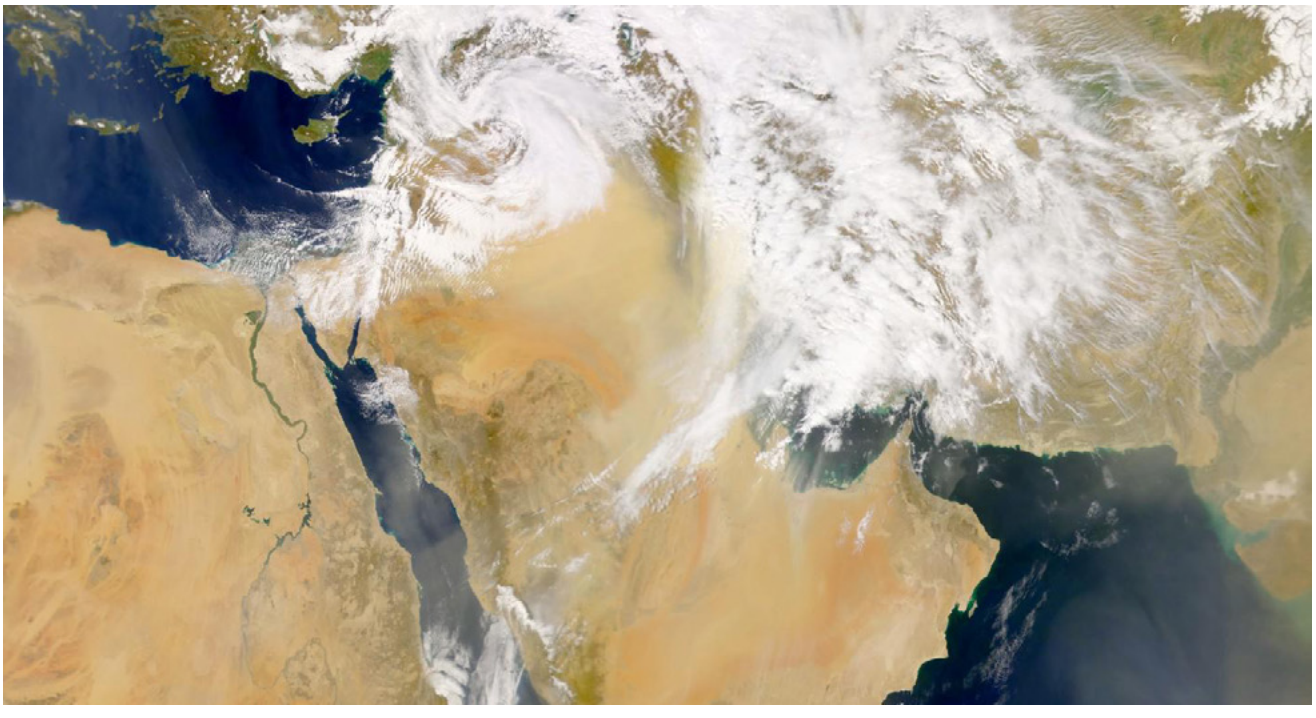
كما، تعرضت **الهند** التي تحتل **المرتبة السادسة** لمخاطر مناخية متنوعة ما بين فيضانات، وأعاصير، وانهيارات أرضية تسببت في العديد من الخسائر البشرية والاقتصادية، فعلى مدار العقود الثلاثة الماضية، تعرضت الهند لأكثر من ٤٠٠ حدث مناخي متطرف، نتج عنها خسائر تقارب الـ ١٨٠ مليار دولار أمريكي (مع الأخذ في الاعتبار معدلات التضخم)، وما لا يقل عن ٨٠ ألف حالة وفاة. وعلى غرارها تأتي **اليونان** التي تعرضت لخسائر اقتصادية خلال نفس الفترة بسبب الحوادث المناخية المتطرفة تقدر بأكثر من ٧ مليارات دولار، وفقدان أكثر من ٣٤٠٠ شخص لأرواحهم.

جدول (٢) نتائج مؤشر مخاطر المناخ للفترة من ١٩٩٣ - ٢٠٢٢ (المتوسطات السنوية)

دولة	الترتيب (١٩٩٣ - ٢٠٢٢)	التقييم	درجة المؤشر
دومينيكا	١	أكثر تأثرًا	٥٦,٧١٠٦٦٠
الصين	٢	أكثر تأثرًا	٣١,٣٢١٥٥٣
هندوراس	٣	أكثر تأثرًا	٢٩,٥٨٦٣١٥
ميانمار	٤	أكثر تأثرًا	٢٨,٤٦٧٧٩٩
إيطاليا	٥	أكثر تأثرًا	٢٥,٣٠١٩٦٢
مصر	١٦٢	قليلة التأثر	٠,٢٢٢٤٨٣
جزر المالديف	١٧٠	أقل تأثرًا	٠,٠٦٩٠٦٧
ليبيا	١٧١	أقل تأثرًا	٠,٠٥٢٢٠٠
الكويت	١٧٢	أقل تأثرًا	٠,٠٠٩٨٤١
قطر	١٧٣	أقل تأثرًا	٠,٠٠٤٢٦٦
الإمارات العربية المتحدة	١٧٤	أقل تأثرًا	٠,٠٠٠١٢٩

الجدول من تصميم الباحثة وفقًا للبيانات المدرجة في مؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥

يوضح الجدول السابق، ترتيب الدول الخمس الأولى الأكثر تأثرًا بالحوادث المناخية في مؤشر المخاطر المناخية ٢٠٢٥، فكانت دولة "دومينيكا"، و"الصين"، و"هندوراس"، و"ميانمار"، و"إيطاليا" من بين الدول الأكثر تضررًا بين عامي ١٩٩٣ و٢٠٢٢، بينما على النقيض جاءت كل من "الإمارات العربية المتحدة"، و"قطر"، و"الكويت"، و"ليبيا"، و"جزر المالديف"، من بين الدول الخمس الأقل تأثرًا بالمخاطر المناخية خلال نفس الفترة. أما مصر فتُصنف ضِمن الدول ذات أدنى معدلات التعرض للمخاطر المناخية، حيث تظهر بين الدول الأقل تعرضًا للمخاطر الناجمة عن الأحداث المناخية القصوى، ويرجع ذلك بالأساس إلى أن مصر ليست من بين الدول التي تتعرض لكوارث مناخية مثل: الفيضانات الاستوائية والحرائق أو الأعاصير.

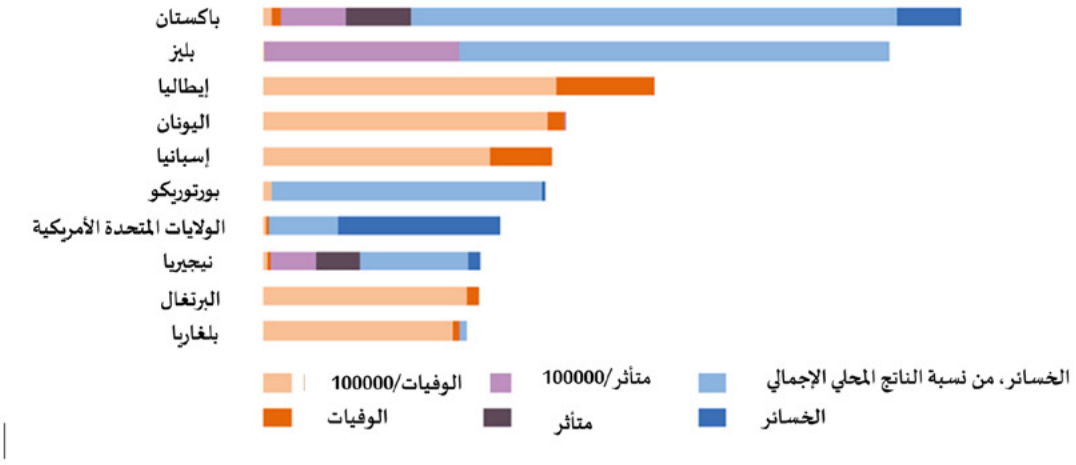


تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

٢- مؤشر مخاطر المناخ لعام ٢٠٢٢:

وفقًا لتصنيف مؤشر مخاطر تغير المناخ ((CRI، كانت "باكستان، وبليز، وإيطاليا من بين الدول الأكثر تضررًا في عام ٢٠٢٢، تليها كل من اليونان، إسبانيا، وبورتوريكو.

شكل (٣) الدول الأكثر تضررًا في مؤشر مخاطر المناخ عام ٢٠٢٢



Source: CRI 2025.

احتلت **باكستان** المرتبة الأولى في مؤشر CRI لعام ٢٠٢٢، فقد تعرضت البلاد بين يونيو وسبتمبر ٢٠٢٢ لفيضانات مُدمرة، وانهيارات أرضية، وعواصف عنيفة نتيجة موسم أمطار شديد الغزارة. ووصفت هذه الفيضانات بأنها الأسوأ في تاريخ باكستان، حيث أثرت في أكثر من ٣٣ مليون شخصًا، وأسفرت عن وفاة أكثر من ١٧٠٠ شخص، إلى جانب خسائر تقديرية بلغت نحو ١٥ مليار دولار.

وفي ٢٥ أغسطس ٢٠٢٢، أُعلنت حالة الطوارئ الوطنية بعد أن غمرت المياه حوالي ١٠٪ من مساحة البلاد. وفي أكتوبر من نفس العام، قدّر البنك الدولي تكلفة إعادة الإعمار بما يزيد عن ١٦ مليار دولار، مما يجعل هذه الكارثة واحدة من أكثر الكوارث تكلفة على مستوى العالم. وتشير التقديرات إلى أن تغير المناخ ساهم في زيادة معدل هطول الأمطار الموسمية بنسبة تصل إلى ٥٠٪، مما فاقم آثار الفيضانات، خاصة في المجتمعات الهشة، وقد سبقت هذه الفيضانات موجة حر شديدة بين مارس ومايو ٢٠٢٢، سجلت خلالها درجات حرارة قياسية بلغت ٤٩,٥ درجة مئوية في مدينة "نواب شاه"، وقد امتدت هذه الموجة أيضًا إلى الهند وبنغلاديش، وتسببت في وفاة أكثر من ٩٠ شخصًا.

كما احتلت **بليز** (وهي دولة تقع على ساحل الكاريبي شمال أمريكا الوسطى) **المرتبة الثانية** في مؤشر CRI لعام ٢٠٢٢ نتيجة لحجم الخسائر الاقتصادية النسبية الكبيرة وعدد المتضررين المرتفع. ففي ٢ نوفمبر ٢٠٢٢، اجتاح إعصار "ليزا Lisa-" – من الفئة الأولى – البلاد، مصحوبًا بأمطار غزيرة أدت إلى فيضانات واسعة النطاق تسببت في دمار كبير في مختلف أنحاء البلاد.

كانت مدينتا "دانجريجا" والعاصمة بليز من أكثر المناطق تضررًا، حيث تسبب الإعصار في تلف كبير للمنازل والبنية التحتية، بما في ذلك الطرق، أنظمة الصرف الصحي، الممتلكات العامة، وقطاع الثروة الحيوانية. وتشير البيانات إلى تضرر نحو ٥٠٠٠ منزل، وتأثر أكثر من ١٧٢ ألف شخص، لجأ عدد كبير منهم إلى مراكز الإيواء الحكومية. وقد تجاوزت الخسائر الاقتصادية الناتجة عن هذا الإعصار نحو ١٠٤ ملايين دولار أمريكي.

وفي **إيطاليا** التي جاءت في **المرتبة الثالثة** بلغ عدد الحرائق التي تعرضت لها خلال عام ٢٠٢٢ ثلاثة أضعاف المتوسط، ووصلت درجة الحرارة في روما نحو "٤٠,٨" درجة مئوية، وفي يوليو من نفس العام وُضعت ١٦ مدينة بما فيها روما تحت حالة الطوارئ والتأهب (الحمراء) وهي أعلى درجة للتحذير في الدولة. وتشير التقديرات إلى أن عدد الوفيات المرتبطة بسبب موجة الحر التي تعرضت لها وصل إلى أكثر من ١٨ ألف حالة.

وعلى غرارها تأتي **اليونان التي احتلت المرتبة الرابعة** في تصنيف المؤشر عام ٢٠٢٢، كما أنها كانت في المرتبة السابعة على مدار الثلاثين عامًا فيما يتعلق بالمخاطر المناخية، ففي عام ٢٠٢٢ تعرضت لموجة حر خلال أشهر الصيف تسببت في وفاة أكثر من ٣٠٠٠ شخص بمدينة "فثيوتيس"، وخلال نفس العام تعرضت الدولة لحرائق غابات كان لها بالغ التأثير في حياة ٥٥ ألف شخص.

هذا بالإضافة لتعرض **إسبانيا** التي احتلت **المرتبة الخامسة** أيضًا لحرائق الغابات وموجات الحر التي أسفرت عن وفاة أكثر من ١١ ألف شخص، ووقوع الضرر على ٣٥٠٠ شخص.

أما عن **بورتوريكو** (**المرتبة السادسة**) فقد تعرضت لإعصار "فيونا Fiona" سبتمبر ٢٠٢٢، والذي تسبب في أضرار قُدّرت بـ ٢,٦ مليار دولار، ومقتل ٢٥ شخصًا، كما أنه حرم ٣٣٪ من سكان الجزيرة من مياه الشرب أي قرابة مليون شخص.

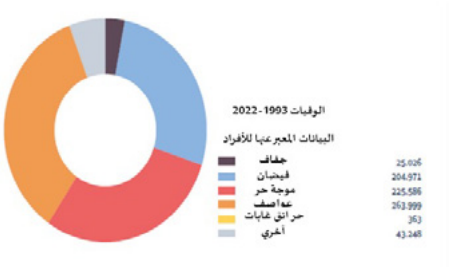
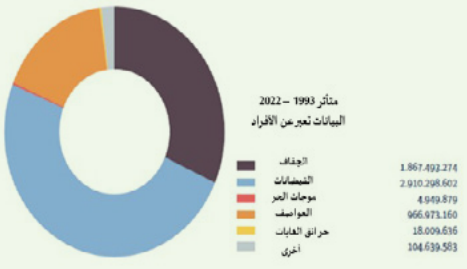
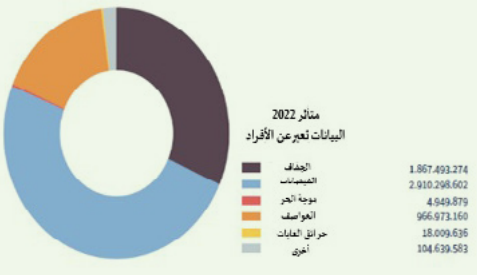
جدول (٣) نتائج مؤشر مخاطر المناخ عام ٢٠٢٢

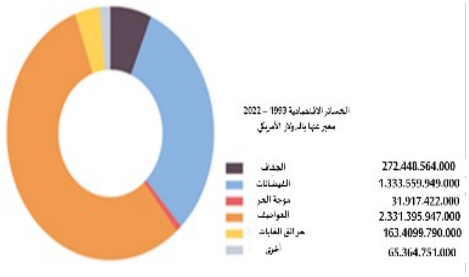
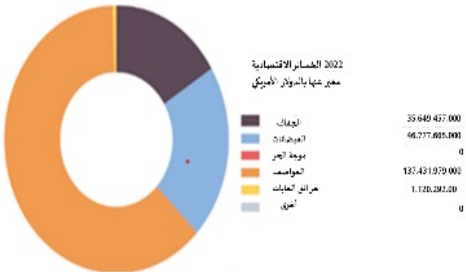
دولة	المرتبة لعام ٢٠٢٢	التقييم	درجة المؤشر
باكستان	١	الأكثر تأثرًا	٥٣,٦٢٦٨٩٠
بليز	٢	الأكثر تأثرًا	٤٨,١٤٤٧٥٩
إيطاليا	٣	الأكثر تأثرًا	٣٠,٠٠٠٢٥٠
اليونان	٤	الأكثر تأثرًا	٢٣,٢٧٠٤٢٩
إسبانيا	٥	الأكثر تأثرًا	٠,٢٢١٢٥٦٠٩
مصر	١٧٠	الأقل تأثرًا	٠
جزر القمر	١٧١	الأقل تأثرًا	٠
مولدوفا	١٧٢	الأقل تأثرًا	٠
ميانمار	١٧٣	الأقل تأثرًا	٠
جزر سليمان	١٧٤	الأقل تأثرًا	٠

الجدول من تصميم الباحثة وفقًا للبيانات المدرجة في مؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥

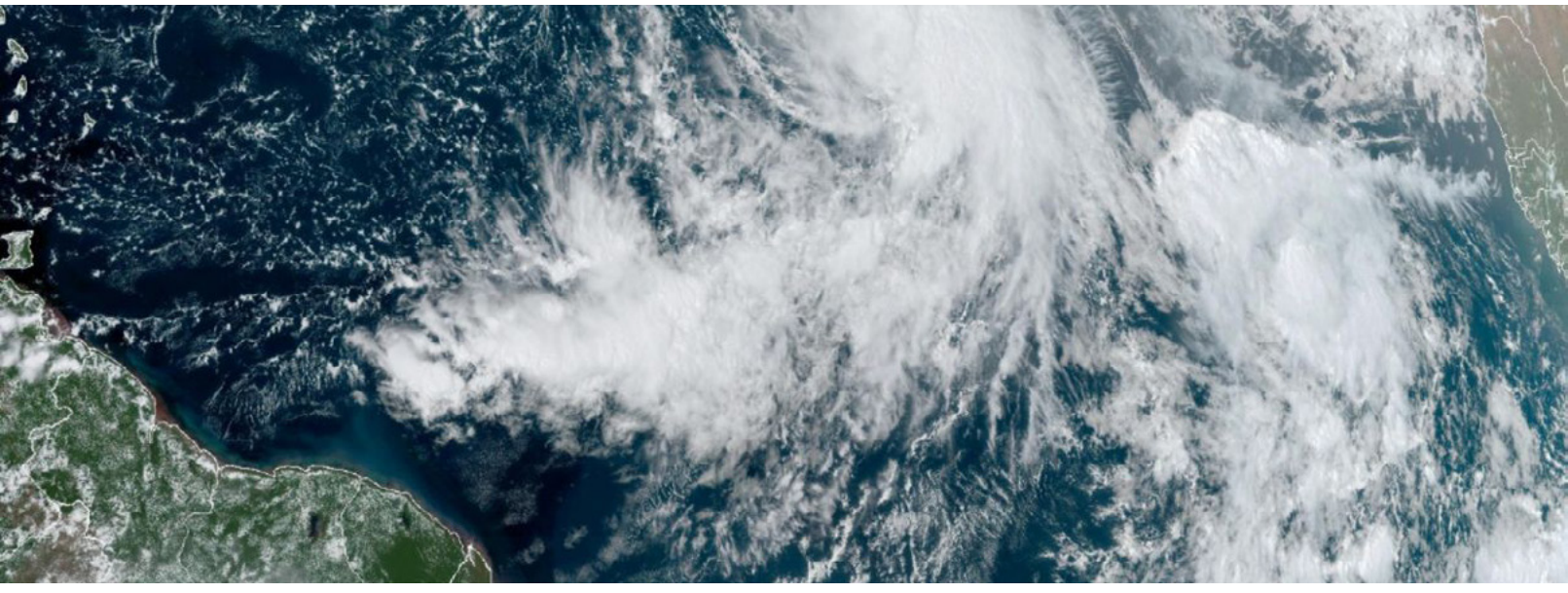
يتضمن الجدول السابق قائمة بأكثر خمس دول تضررًا وأفضل خمس دول أداءً خلال ذلك العام. ويوضح أيضًا، ترتيب مصر وسط الدول الأكثر والأقل تأثرًا بالمخاطر المناخية وفقًا لمؤشر مخاطر المناخ لعام ٢٠٢٥، فيتضح أن تصنيف **مصر** عام ٢٠٢٢ ضمن الدول ذات **أدنى معدلات المخاطر المناخية**، وتظهر بين أقل ٥ دول تعرضًا للمخاطر الناجمة عن الأحداث المناخية المتطرفة، حيث تظهر درجة المؤشر قيمة صفرية، وذلك إما بسبب عدم حدوث أي ظاهرة مناخية متطرفة ينتج عنها أي نوع من الخسائر في هذا العام، أو أنه لا يوجد بيانات، أو أن الدولة لم تطلب مساعدة دولية بشأن الحدث، أو أنها لم تضطر إلى إعلان حالة الطوارئ.

الجدول (٤) النتائج وفقًا للحوادث المناخية

المؤشرات الفرعية	الفترة من ١٩٩٣ – ٢٠٢٢	٢٠٢٢
الوفيات حسب الحدث	 على مدار الفترة من ١٩٩٣ – ٢٠٢٢، تسببت العواصف فيما يقرب من ٣٥٪ من حالات الوفاة، تلتها موجات الحر ٢٩٪ والفيضانات ٢٧٪ من إجمالي الوفيات.	في عام ٢٠٢٢، تسببت موجات الحر في نحو ٨٣٪ **من إجمالي الوفيات**، بإجمالي بلغ ٦١٧٧٨ **حالة وفاة**، تلتها **الفيضانات** التي أودت بحياة ٨٠٥٠ **شخصًا**، ثم **الجفاف** الذي أسفر عن ٢٦٠١ **حالة وفاة**.
عدد الأشخاص المتأثرين بالحدث	 خلال الفترة من ١٩٩٣– ٢٠٢٢ كانت الفيضانات هي المسئولة عما يقرب من نصف عدد المتضررين بنسبة ٤٩,٥٪، ثم الجفاف بنسبة ٣١,٨٪ ويليها العواصف ١٦,٤٪.	 شهد عام ٢٠٢٢ تضرر أكبر عدد من الأشخاص عالميًا بسبب الجفاف، حيث تأثر به نحو ١٠٧ ملايين شخص حول العالم وتخطت نسبتهم ٥٨,٨٪ من إجمالي المتضررين، وكان سكان كل من أوغندا، وبوركينا فاسو، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، وإثيوبيا، ونيجيريا، والسودان، والنيجر في إفريقيا الأكثر تضررًا بالجفاف، تليها الفيضانات التي أثرت في ما يتجاوز نسبته ٣١,٥٪ من إجمالي المتضررين حول العالم.

المؤشرات الفرعية	الفترة من ١٩٩٣ - ٢٠٢٢	٢٠٢٢
الخسائر الاقتصادية	 خلال الفترة من ١٩٩٣- ٢٠٢٢، كانت العواصف هي المتسببة في أكبر الخسائر الاقتصادية والتي شكلت حوالي ٢,٣٣ تريليون دولار أمريكي أي حوالي ٥٥,٥٪ من إجمالي الخسائر الاقتصادية.	 في عام ٢٠٢٢، سجلت العواصف أعلى الخسائر الاقتصادية على الإطلاق، حيث بلغت قيمتها نحو ١٣٧,٤٣ مليار دولار أمريكي، أي ما يعادل ٦٢٪ من إجمالي الخسائر. وكان لإعصار "إيان Ian-" النصيب الأكبر من هذه الخسائر، حيث تسبب وحده في خسائر بلغت ١٠٤ مليارات دولار أمريكي في الولايات المتحدة، ليُصنف كأكثر الظواهر المناخية تكلفة خلال العام. كما أسفرت الفيضانات عن أضرار جسيمة بلغت تكلفتها ٤٦,٧٨ مليار دولار أمريكي، وكانت فيضانات باكستان الأسوأ في تاريخها، إذ خلفت خسائر تُقدَّر بنحو ١٥ مليار دولار أمريكي، مما جعلها أكثر الدول تضررًا في عام ٢٠٢٢. كذلك تسبب الجفاف بخسائر بلغت ٣٥,٦٥ مليار دولار، بينما أدت حرائق الغابات إلى أضرار بقيمة ١,١٢مليار دولار أمريكي.

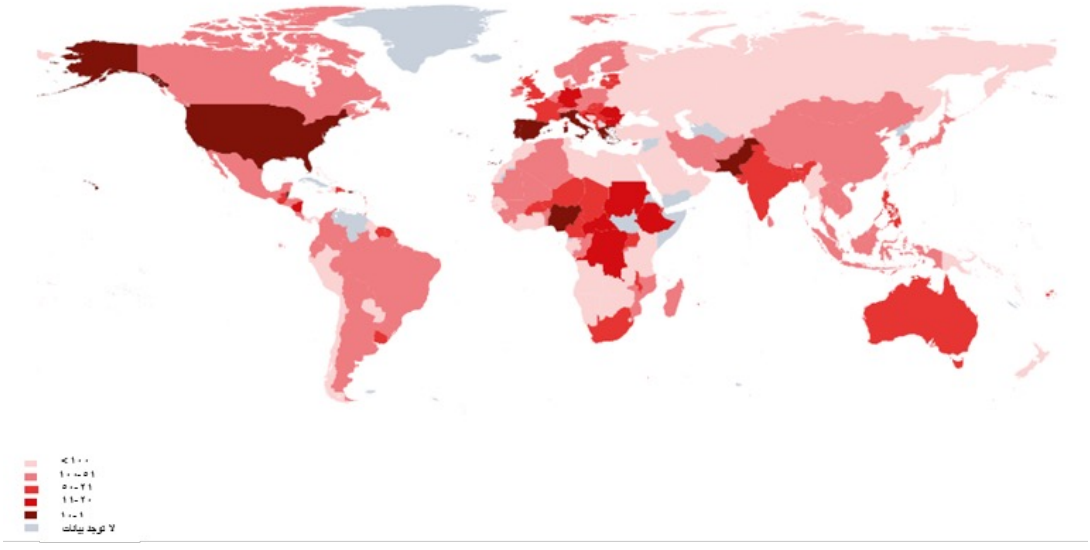
الجدول من تصميم الباحث وفقًا للبيانات المدرجة في مؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥



رابعًا: تقديرات المخاطر المناخية للتجمعات الإقليمية

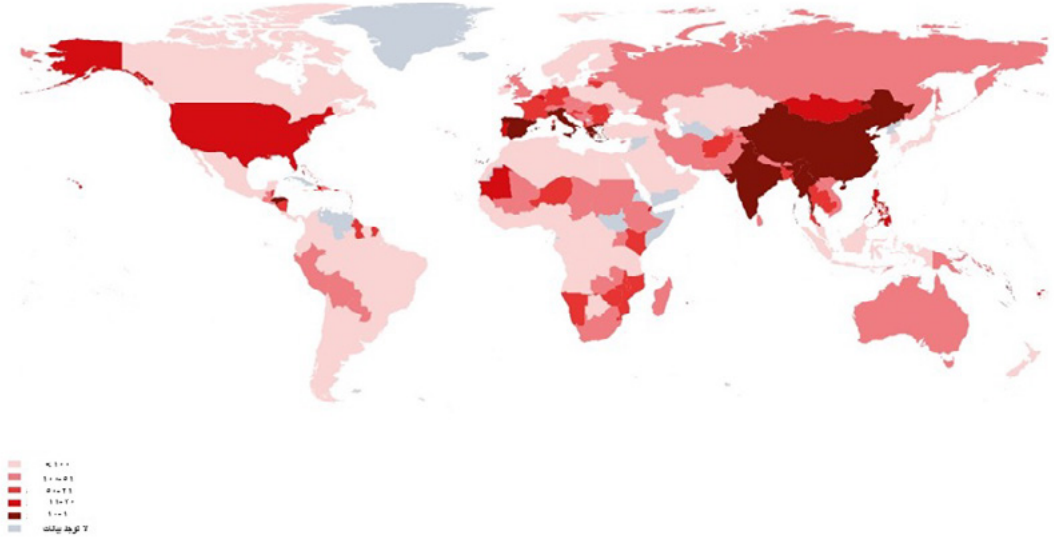
يتناول القسم التالي تقييم المخاطر المناخية للتجمعات الإقليمية وفقًا لمؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥، حيث سيتم تسليط الضوء على أوروبا، وآسيا، ودول الشمال والجنوب العالمي (تتمثل دول الشمال العالمي في: الدول الصناعية الكبرى مثل الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا، وكندا، وكوريا الجنوبية، واليابان، وتايوان، وأستراليا، ونيوزيلندا، في حين تتمثل دول الجنوب العالمي في الدول النامية أو الأقل نموًا والتي تواجه تحديات اقتصادية مختلفة ويقع في نطاقها معظم دول إفريقيا، ودول الشرق الأوسط وأمريكا اللاتينية وأوقيانوسيا باستثناء الدول الموجودة في الشمال العالمي)، وتتمثل أبرزها فيما يمكن تناوله على النحو التالي:

الخريطة (١) مؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٢



Source: CRI 2025.

الخريطة (٢) مؤشر مخاطر المناخ ١٩٩٣-٢٠٢٢



Source: CRI 2025.

١- قارة أوروبا:

أشار مؤشر مخاطر المناخ ٢٠٢٥ إلى أنه منذ ثمانينيات القرن العشرين تعتبر أوروبا القارة الأسرع احترارًا في العالم، حيث ارتفعت درجات الحرارة بها إلى ضعف المتوسط العالمي، وتوقع المؤشر أن تزداد وتيرة الحوادث المناخية غير الاعتيادية بالقارة. وأضاف أن أوروبا تتغير فيها أنماط الطقس، حيث ارتفاع درجات الحرارة، والجفاف، وتراجع معدل هطول الأمطار.

هذا وتعرضت إيطاليا (المرتبة ٣)، واليونان (٤)، وإسبانيا (٥)، والبرتغال (٩)، وبلغاريا (١٠)، إضافة إلى أجزاء كبيرة من القارة الأوروبية، لموجة حر شديدة وطويلة الأمد بشكل غير معتاد خلال عام ٢٠٢٢ حيث كان صيف ٢٠٢٢ هو الأشد حرارة في تاريخ أوروبا المسجل حتى ذلك الحين. وسجلت معظم مناطق جنوب غرب أوروبا أعلى متوسط لدرجات الحرارة اليومية منذ عام ١٩٥٠، كما شهد العام موجات استثنائية من الطقس الحار، وصلت في بعض الحالات إلى مستويات قياسية.

هذا الطقس الحار والجاف المستمر أدى إلى تفاقم موجات الجفاف، وتسبب في اندلاع حرائق غابات واسعة النطاق في مختلف أنحاء القارة. ووفقًا للمرصد الأوروبي للجفاف، فقد كان الجفاف المسجل في تلك الفترة "الأسوأ منذ ٥٠٠ عام". وتسبب في تحديات مرتبطة بنقص المياه، والتي تؤثر في ٣٠٪ من سكان أوروبا كل عام.

وجدير بالإشارة، أنه حدث فيضان في غرب أوروبا يوليو ٢٠٢١، تسبب في ١٣٤ حالة وفاة، وإصابة ٧٦٦ شخصًا، هذا بالإضافة إلى الفيضان في منطقة فالنسيا الإسبانية أكتوبر ٢٠٢٤، حيث أودى بحياة ٢٠٠ شخص، وكانت السمة المشتركة في الحدثين وفقًا لما أوضح المؤشر أن أنظمة الاستجابة للكوارث المناخية (أنظمة الإنذار المبكر) كانت غير فعالة، وبالتالي كانت الفئات الأكثر ضعفًا من السكان هي الأكثر تعرضًا لمخاطر تلك الحوادث، ففي إسبانيا كان أكثر من نصف الضحايا من كبار السن البالغين من العمر أكثر من ٧٠ عامًا.

٢- دول الشمال والجنوب العالمي:

تؤثر الظواهر الجوية المتطرفة على جميع أنحاء العالم، إلا أن البيانات طويلة الأجل خلال الثلاثين عامًا الماضية (١٩٩٣-٢٠٢٢) تشير إلى أن الدول الواقعة في الجنوب العالمي تحديدًا تعرضت لتأثيرات شديدة على وجه الخصوص. فقد كانت خمس من بين أكثر عشر دول تضررًا في تلك الفترة هي: هندوراس، وميانمار، والهند، وفانواتو، والفلبين، وتشترك ثلاث منها في كونها دولًا جزرية نامية وأقل البلدان نموًا (SIDS/LDCs)، وتتعرض هذه الدول، ولا سيما الفئات الأشد ضعفًا من سكانها، لتأثيرات مدمرة بشكل خاص من المخاطر المناخية. ويعود ذلك إلى اعتمادهم على موارد محدودة لكسب العيش، إضافة إلى ضعف قدرتهم على التكيف؛ فهم غالبًا ما يفتقرون إلى الموارد المالية المطلوبة لمواجهة الأزمات المناخية، ويحتاجون إلى فترات أطول للتعافي وإعادة البناء بعد الكوارث.

كما تضمنت القائمة دولتين من فئة الدخل المتوسط الأعلى (دومينيكا والصين)، وثلاث دول تنتمي إلى فئة الدخل المرتفع (إيطاليا، اليونان، وإسبانيا).

وتعكس هذه النتائج ما أكده تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، بأن "المجتمعات الأضعف، التي ساهمت تاريخيًا بأقل قدر في تغير المناخ، هي الأكثر تأثرًا بتبعاته في الوقت الراهن".

وفي تصنيف عام ٢٠٢٢، تبدلت الصورة إلى حد ما، حيث ضمت قائمة الدول العشر الأكثر تضررًا دولتين من فئة الدخل المتوسط الأدنى (باكستان ونيجيريا)، ودولة واحدة من فئة الدخل المتوسط الأعلى (بليز)، إلى جانب سبع دول وأقاليم ذات دخل مرتفع، من بينها خمس دول أوروبية (إيطاليا، اليونان، إسبانيا، البرتغال، وبلغاريا) بالإضافة إلى بورتوريكو والولايات المتحدة.

ومع ذلك يجب الإشارة إلى أنه بالرغم من تأثر الدول ذات الدخل المرتفع بالظواهر المناخية المتطرفة فإنها تمتلك قدرة أفضل على التكيف لإعادة البناء في أعقاب الكوارث، ولكن هذا لا ينفي تأثر الفئات الأكثر ضعفًا كبار السن والأطفال على حد سواء، ولهذا فمن الضروري تحسين إدارة المخاطر في تلك الدول.

وبالرغم من أهمية التصنيف السنوي في تقييم التأثيرات الآنية، فإنه تمثيل قصير المدى، بينما يوفر المؤشر الممتد على ثلاثين عامًا رؤية أكثر شمولية وعمقًا لتأثيرات الظواهر المناخية على المدى الطويل.

٣- قارة آسيا:

تعتبر قارة آسيا من بين أكثر القارات تضررًا بالحوادث المناخية المتطرفة، فعلى مدار الثلاثين عام الماضية (١٩٩٣ – ٢٠٢٢)، كانت كل من الصين وميانمار، والهند والفلبين ضمن الدول العشر الأكثر تأثرًا بالظواهر المناخية الحادة، وفي عام ٢٠٢٢ احتلت باكستان المرتبة الأولى في تصنيف الدول الأكثر تأثرًا بالظواهر المناخية، وذلك بسبب تنوع الظواهر المناخية في تلك القارة ما بين فيضانات وأعاصير وعواصف.

فعلى صعيد **باكستان**، احتلت المرتبة الأولى في مؤشر مخاطر المناخ عام ٢٠٢٢، بسبب الخسائر الاقتصادية النسبية والمطلقة التي تعرضت لها بفعل المخاطر المناخية. ففي الفترة من يونيو إلى سبتمبر من نفس العام تعرضت لفيضانات مدمرة وانهيارات أرضية، وعواصف بسبب موسم الرياح الموسمية الشديد والمصحوب بالأمطار الغزيرة، حيث تم وصف تلك الفيضانات بأنها الأسوأ في تاريخ الدولة، وتأثر بها أكثر من ٣٣ مليون شخص، وأسفرت عن وفاة أكثر من ١٧٠٠ شخص، وغمرت المياه ١٠٪ من مساحة الدولة، تسببت في خسائر مادية متراكمة تُقدر بنحو ١٥ مليار دولار أمريكي. وفي أكتوبر ٢٠٢٢ قدر البنك الدولي تكلفة إعادة الإعمار بأكثر من ١٦ مليار دولار أمريكي، مما يجعلها من أكثر الكوارث تكلفة في تاريخ العالم.

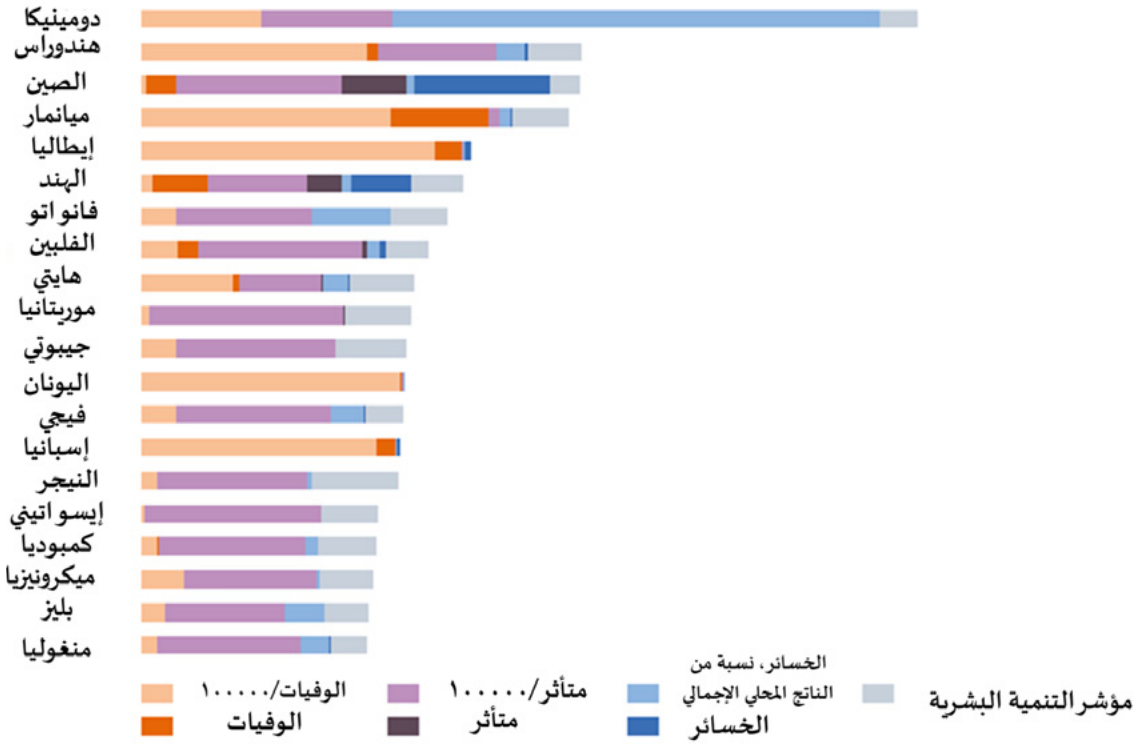
أما فيما يتعلق **بالصين**، كما سبقت الإشارة إليها أعلاه بأنها من ضمن الدول الأكثر تأثرًا على مدار الثلاثين عامًا الماضية، وفي ذات السياق احتلت **الهند** المرتبة السادسة خلال نفس الفترة، وذلك بسبب ارتفاع الأعداد المطلقة والنسبية للوفيات والخسائر الاقتصادية والمتضررين نتيجة الفيضانات، وموجات الحر والأعاصير والجفاف. مثل إعصار "جوجارات Gujarat–" ١٩٩٨، و"أوديشيا Odisha–" عام ١٩٩٩، وإعصاري "هدهد Hudhud–" ٢٠١٤، و"أمفان Amphan–" ٢٠٢٠، وعلى غرارها تأتي **ميانمار** كما سبق أن تمت الإشارة إليها بالأعلى، و**الفلبين**، التي تعرضت خلال تلك الفترة إلى ٣٧٢ حدثًا مناخيًا متطرفًا، وتسبب في خسائر بلغت ٣٤ مليار دولار أمريكي مع الأخذ في الاعتبار معدلات التضخم.

خامسًا: مؤشر التنمية البشرية ومؤشر المخاطر المناخية

يوجد ارتباط بين الدول الأكثر تضررًا والمستوى الاقتصادي للدولة أو بالأحرى قدرتها المالية على التكيف مع المخاطر المناخية، وكذلك وجد المؤشر أن من المُجدي تصحيح نتائجه بمؤشر التنمية البشرية للدول، حيث يُظهر مؤشر التنمية البشرية أن دول الجنوب العالمي والأقل نموًا هي الأكثر عرضة للمخاطر المناخية في مؤشر مخاطر المناخ (CRI) ومؤشر ND-GAIN كما تم الاستعانة بمؤشر HDI كمقوم لـ CRI أيضًا كتعويض عن البيانات المفقودة. فعلى سبيل المثال هنالك حالات لدول جزرية صغيرة نامية ذات تصنيفات مرتفعة في مؤشر التنمية البشرية في حين أنها على الجانب الآخر لا تزال تعاني فجوات كبيرة في البيانات، وفيما يتعلق بتكافؤ الفرص، فيستخدم مؤشر التنمية البشرية كمقياس لتوافر البيانات، حيث تحدد أولًا، فجوة مؤشر التنمية البشرية للدولة ودرجتها، ثم ترجح النتيجة وتضاف إلى درجة مؤشر تكافؤ الفرص، كتصحيح لمؤشر التنمية البشرية، ولتجنب الإفراط في تصحيح حسابات البيانات الفعلية في مؤشر تكافؤ الفرص، يستخدم ترجيح معتدل بنسبة ١٠٪ للتصحيح، إضافة إلى استبعاد الدول ذات الدرجة المرتفعة للغاية في مؤشر التنمية البشرية (أكبر من أو يساوي ٠,٨) بافتراض احتمالية وجود فجوات أقل في البيانات بداخلها.

لذا؛ يحدث التقاطع بين مؤشري مخاطر المناخ والتنمية البشرية -والذي يتناول الأبعاد الرئيسة الثلاثة للتنمية البشرية وهي ١) الصحة: من خلال مؤشر متوسط العمر المتوقع، و٢) المعرفة: من خلال مؤشر التعليم، و٣) مستوى المعيشة اللائق: من خلال مؤشر الدخل القومي الإجمالي)، حيث تُظهر نتائج المؤشرين أن الدول ذات التنمية البشرية المنخفضة في الغالب تكون من دول الجنوب العالمي، وخاصة الدول الإفريقية وبعض دول آسيا والمحيط الهادي، والتي تأتي بين الدول الأكثر تضررًا من الأحداث المناخية المتطرفة.

شكل (٤) الدول العشرون الأكثر تضررًا في الفترة من ١٩٩٣- ٢٠٢٢ (بعد تصحيح مؤشر التنمية البشرية)



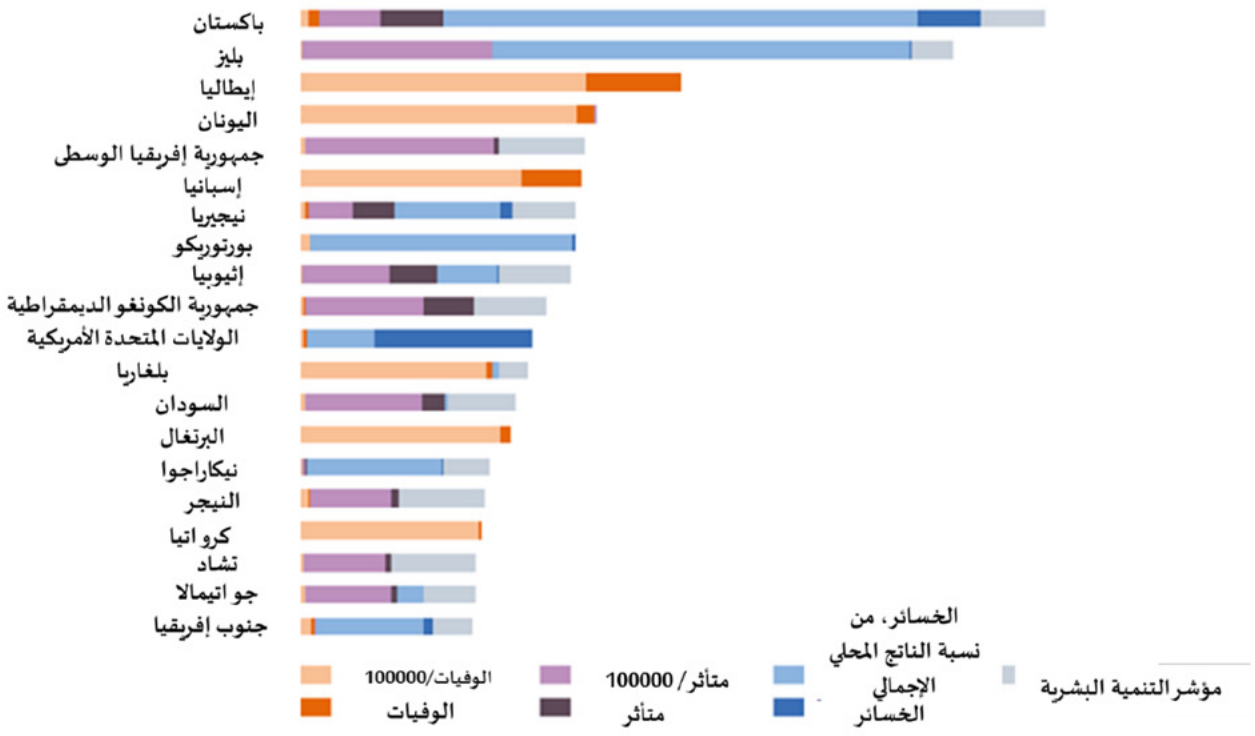
Source: CRI 2025.

يُظهر الشكل أن القائمة المصححة تضم تسع دول نامية ضمن الدول العشر الأكثر تضررًا، مقارنة بسبع دول فقط في الترتيب غير المصحح. وقد ارتفع تصنيف كل من هندوراس، وفانواتو، والفلبين، وهايتي بفضل تعديل مؤشر التنمية البشرية.

أما **إيطاليا**، فقد احتفظت بموقعها ضمن المراكز العشرة الأولى نتيجة لارتفاع عدد الوفيات الناتجة عن موجة الحر في عام ٢٠٢٢، في حين خرجت جميع الدول المتقدمة الأخرى من هذه المجموعة، بما في ذلك اليونان وإسبانيا.

وتبرز أهمية تصحيح مؤشر التنمية البشرية بوضوح عند استعراض قائمة الدول العشرين الأكثر تضررًا خلال الفترة من ١٩٩٣ إلى ٢٠٢٢، حيث أصبحت الدول النامية تمثل ١٧ من أصل ٢٠ دولة، مقارنة بـ ١٢ دولة فقط في الترتيب غير المصحح.

شكل (٥) الدول العشرون الأكثر تضررًا عام ٢٠٢٢ (بعد تصحيح مؤشر التنمية البشرية)



Source: CRI 2025.

يوضح الشكل أنه بعد تصحيح مؤشر التنمية البشرية تصدرَت القائمة سبع دول نامية ضمن الدول العشر الأكثر تضررًا، مقارنة بأربع دول فقط في التصنيف غير المصحح، كما ظهرت في الترتيب دول نامية مثل: جمهورية إفريقيا الوسطى، ونيجيريا، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، في حين خرجت دول متقدمة من القائمة مثل الولايات المتحدة، حيث أصبحت القائمة بعد التصحيح تضم ١٣ دولة نامية من أصل ٢٠ دولة، مقارنة بـ ١٠ فقط في التصنيف غير المصحح.

سادسًا: التعليق على مؤشر مخاطر المناخ (CRI)

يواجه مؤشر مخاطر المناخ تحدٍ رئيس مرتبط بالبيانات، لأن توفر البيانات وجودتها يعد أمرً جوهريًّا لتحديد جودة المؤشر، وفيما يلي نورد أسباب هذه الفجوة ودرجة تأثيرها كما يلي:

- **اختلاف جودة البيانات وتغطيتها من دولة إلى أخرى بل وداخل الدولة أيضًا**، وهو ما قد يؤدي إلى تحيز جغرافي في قاعدة البيانات (EM-DAT) التي يعتمد عليها المؤشر كمصدر للبيانات، بسبب عدم المساواة في جودة التقارير وتغطيتها. مما يُسفر عن تمثيل غير دقيق لوضع تلك الدول داخل المؤشر.
- **عدم كفاية البيانات وترتيبها بشكل منهجي**، حيث إن كمية البيانات ونوعيتها ودرجة تغطيتها للحوادث المناخية غير كافٍ في بعض المناطق، وهذا الأمر يتسبب في ضعف المعلومات وهشاشتها، لأن الجمع والفهرسة للبيانات بشكل منهجي يُعد أساسًا لصنع سياسات قوية لمواجهة الصدمات المناخية.
- **التوزيع غير العادل لمحطات الأرصاد الجوية في مختلف أنحاء العالم**، وهو ما يؤدي إلى فجوات كبيرة في البيانات لا سيما في الدول النامية، لأن محطات الرصد توفر كم كبير من البيانات عالية الجودة، وتعد ضرورية لتسجيل الظواهر المناخية المتطرفة.
- **استخدام تقنيات مختلفة لجمع البيانات**، حيث تستخدم الدول تقنيات مختلفة لجمع البيانات حول الظواهر المناخية المتطرفة، وهو ما قد يؤدي إلى نتائج مؤشرات مشوهة، كأن يتم استخدام معدل الوفيات لتحديد الوفيات المرتبطة بموجات الحر في بعض الدول، على عكس العدد المسجل رسميًّا لهذه الوفيات.
- **ضعف تمثيل مناطق معينة في البحث العلمي**، حيث إن الأبحاث المتعلقة بتغير المناخ ليست ممثلة بصورة متساوية في العالم، ويرجع ذلك إلى أن أبحاث المناخ تُجرى من جانب معاهد البحوث في دول الشمال العالمي، مما يؤدي إلى تحيز تجاه الأحداث المناخية في هذه الدول على حساب دول الجنوب العالمي.
- **الحدود المنهجية لجمع البيانات**، يواجه تحديد الخسائر البشرية تحديات للقائمين على جمع البيانات، فعلى سبيل المثال؛ عند تحديد سبب وفاة شخص كبير في العمل، هل كان ناتجًا عن ارتفاع درجات الحرارة أو بسبب تقدمه في السن.
- تظهر درجة المؤشر صفرية في بعض الدول ويرجع ذلك إلى عدة أسباب، إما نتيجة عدم حدوث أي ظاهرة مناخية متطرفة ينتج عنها أي نوع من الخسائر في هذا العام، أو أنه لا يوجد بيانات، أو أن الدولة لم تطلب مساعدة دولية بشأن الحدث، أو أنها لم تضطر إلى إعلان حالة الطوارئ.

هذا وقد أوضح المؤشر أنه لا يُقصد منه استخدامه كأداة للتنبؤ المباشر بتأثيرات المناخ المستقبلية، أو كمصدر مستقل لتخطيط إدارة المخاطر واتخاذ تدابير التكيف، وإنما ينظر إليه كأداة تحليلية تُسهم في تفسير مدى تأثر الدول بالمخاطر والتأثيرات المرتبطة بالمناخ، بالاعتماد على أفضل مجموعة بيانات تاريخية متاحة للجمهور حول آثار الظواهر الجوية المتطرفة، إلى جانب التحليلات الأخرى الداعمة.

سابعًا: توصيات المؤشر

- **تتحمّل الدول ذات الدخل المرتفع** والتي تسهم بالنصيب الأكبر من الانبعاثات العالمية مسؤوليتها التاريخية والأخلاقية في مواجهة أزمة المناخ، من خلال زيادة إجراءات التخفيف، والالتزام الصارم بخفض انبعاثات غازات الدفيئة بما لا يقل عن النصف بحلول عام ٢٠٣٠.

- يتعين إدماج **مفهوم العدالة المناخية** في صميم السياسات المناخية، لضمان ألا يستمر الفقراء والفئات الأكثر هشاشة في تحمّل العبء الأكبر لتأثيرات لم يتسببوا في حدوثها، حيث ساهم ١٠٪ من السكان ذوي الدخل الأعلى بنسبة ٤٨٪ من الانبعاثات عام ٢٠٢٢، في حين ساهم أصحاب الدخل الأدنى بما يعادل فقط ١٢٪ من إجمالي حجم الانبعاثات.

- **تعزيز القدرات الوطنية والمحلية**، في مجال جمع وتحليل البيانات، والإحصاءات المتعلقة بالمخاطر، خصوصًا في الدول النامية، والأقل نموًا والدول الجزرية الصغيرة.

- **تحسين الحوكمة** من خلال تطوير آليات فعالة لإدارة مخاطر الكوارث، تشمل المؤسسات الوطنية والمحلية، وتعزز من الشفافية والمساءلة.

- **زيادة الاستثمار في أنظمة الإنذار المبكر متعددة المخاطر**، لا سيما في المناطق المعرضة بشدة لمخاطر تغير المناخ، بما يضمن الوصول السريع إلى المعلومات، واتخاذ التدابير الاستباقية.

- **تعزيز الدعم الدولي الفني والمالي** للدول النامية، مع التركيز على نقل التكنولوجيا، وبناء القدرات، وتسهيل الوصول إلى تمويل الحد من المخاطر والتكيف مع الكوارث.

- **الربط بين الحد من المخاطر والتنمية المستدامة**، من خلال دمج استراتيجيات الحد من المخاطر في الخطط الوطنية للتنمية والتعليم والصحة.

- **التركيز على الفئات الهشة** (مثل النساء، الأطفال، كبار السن، والمجتمعات المحلية)، بوضع سياسات تأخذ في الاعتبار احتياجاتهم في إدارة الكوارث والتعافي من آثارها.

- **تطوير حلول مبتكرة وتكنولوجية** لتحسين تقييم المخاطر، وتحسين سرعة الاستجابة، وبناء مجتمعات أكثر صمودًا.

٢. مراجعة لتقرير متابعة الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة: تقييم التقدم المحرز في قطاع الطاقة لعام ٢٠٢٥

Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2025 Review

بقلم :

مرام مفرح محمد

باحثة اقتصادية بالإدارة العامة لدراسات مخاطر تغير المناخ

مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

- مقدمة.
- أولًا: إتاحة الوصول إلى الكهرباء.
- ثانيًا: إتاحة الوصول إلى الوقود النظيف والتكنولوجيا للطهي.
- ثالثًا: الطاقة المتجددة.
- رابعًا: كفاءة الطاقة.
- خامسًا: التدفقات المالية العامة الدولية إلى الدول النامية لدعم الطاقة النظيفة.
- سادسًا: التقدم المحرز في قطاع الطاقة في مصر.
- سابعًا: التوصيات.

مقدمة:

يُعنى تقرير "**متابعة الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة: بتقييم التقدم المحرز في قطاع الطاقة لعام ٢٠٢٥** " "Tracking SDG7: The Energy Progress Report"؛ حيث يسلط الضوء على التطورات السنوية في قطاع الطاقة على مستوى العالم، ويستعرض هذا العدد من **مجلة آفاق المناخ** نسخته الصادرة في يونيو عام ٢٠٢٥. حيث يُعد التقرير المرجع العالمي الرئيس للحصول على المعلومات المتعلقة بالتقدم المحرز نحو تحقيق الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة ضمن خطة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، وذلك مُنذُ صدوره لأول مرة في عام ٢٠١٨.

ويُعنى الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة **بضمان الوصول إلى طاقة حديثة وموثوقة ومستدامة وبأسعار معقولة للجميع بحلول عام ٢٠٣٠**. ويصدر التقرير سنويًا من قِبل الوكالة الدولية للطاقة (IEA)، والوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، وشعبة الإحصاءات بالأمم المتحدة (UNSD)، والبنك الدولي، ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، وهي الوكالات الخمس الراعية (Custodian Agencies) المسؤولة عن تتبع التقدم المُنجز نحو تحقيق الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة، والتي تعتمد على البيانات الوطنية التي ترصد التقدم المحرز بقطاع الطاقة في دول العالم المختلفة.

ويندرج تحت الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة المعني بتقييم التقدم العالمي بقطاع الطاقة عدد من الأهداف الفرعية لقياس مدى التقدم المحرز في تحقيق الهدف من عدة جوانب مختلفة كالآتي:

- الهدف الفرعي ٧,١ ويعنى بمتابعة التقدم نحو تحقيق **الوصول الشامل إلى الطاقة الحديثة**، ويشمل المؤشرات الفرعية المعنية بإتاحة الوصول إلى الكهرباء وإتاحة الوصول إلى الوقود النظيف والتكنولوجيا للطهي، ويتولى البنك الدولي ومنظمة الصحة العالمية (WHO) مسؤولية متابعة التقدم المحرز نحو هذا الهدف الفرعي.
- الهدف الفرعي ٧,٢، والخاص **بزيادة نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة**، ويقع على عاتق كل من الوكالة الدولية للطاقة (IEA)، والوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، وقسم الإحصاءات التابع للأمم المتحدة (UNSD).
- الهدف الفرعي ٧,٣، الذي يُعنى **بتحسين كفاءة الطاقة**، فتُشرف عليه الوكالة الدولية للطاقة بالتعاون مع قسم الإحصاءات بالأمم المتحدة.
- الهدف الفرعي 7. a المتعلق **بتعزيز التعاون الدولي**، وتتولى الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، بالشراكة مع منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، مسؤولية رصد التقدم نحو هذا الهدف الفرعي.
- الهدف الفرعي 7. b، والذي **يتعلق بتعزيز وتطوير البنية التحتية للطاقة المتجددة**. ويتولى برنامج المساعدة في إدارة قطاع الطاقة التابع للبنك الدولي (ESMAP) مسؤولية متابعة هذا الهدف الفرعي.

استنتج التقرير أن التقدم المُحرَز نحو تحقيق الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة، والمتعلق بضمان الحصول على طاقة نظيفة وبأسعار معقولة، لا يزال بعيدًا عن المسار المأمول، لا سيَّما في منطقة جنوب الصحراء بقارة إفريقيا، التي لا تزال تُعاني من فجوات كبيرة في الوصول إلى خدمات الطاقة الحديثة. ويُعزى هذا التباطؤ جزئيًا إلى تداعيات جائحة كوفيد-١٩، التي عطّلت العديد من برامج ومشروعات الطاقة، وكذلك إلى أزمة الطاقة العالمية في عام ٢٠٢٢، والتي أدت إلى تقلبات حادة في أسعار الطاقة، وتحويل الأولويات الاستثمارية نحو حلول قصيرة الأجل.

ورغم ذلك، فقد أظهرت السياسات العامة والتطورات التكنولوجية على المستوى العالمي بوادر إيجابية، خصوصًا في مجال التوسع السريع في قدرات الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. وذلك تزامنًا مع تحقيق بعض التحسينات في كفاءة استخدام الطاقة، فإن هذه الإنجازات لا تزال غير كافية لتواكب النمو المتسارع في الطلب، خاصة في الدول النامية.

وعلى صعيد العمل متعدد الأطراف، شهدت السنوات الأخيرة اعتماد عدد من الاتفاقيات والجهود الدولية التي ساهمت في تعزيز الزخم السياسي والمؤسسي حول الهدف السابع. من بين أبرز هذه الاتفاقيات:

- التوافق الذي تم التوصل إليه خلال مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ لعام ٢٠٢٣ (COP٢٨)، والذي تضمّن التزامًا جماعيًا بمضاعفة القدرة العالمية للطاقة المتجددة ثلاث مرات، ومضاعفة المعدل السنوي العالمي لتحسين كفاءة الطاقة بحلول عام ٢٠٣٠. ويُعَدّ هذا الالتزام خطوة محورية لتسريع التحول العالمي نحو أنظمة طاقة مستدامة ومنخفضة الانبعاثات.

- إعلان دار السلام لعام ٢٠٢٥ والذي يعتبر محطة مهمة في مسار الجهود القارية لتعزيز الوصول إلى الكهرباء، حيث أيده ٤٨ بلدًا إفريقيًا، من بينها مصر، مما يعكس التزامًا مشتركًا نحو تضييق فجوة الحصول على الطاقة، خصوصًا في المناطق الريفية. ويُتوقّع أن تُسهم تلك الجهود والمبادرات، في حشد المزيد من الاستثمارات الدولية وتحفيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص لتوسيع البنية التحتية للطاقة، وضمان استفادة الفئات الأكثر تهميشًا من ثمار التحول في الطاقة.

وفيما يلي تستعرض المراجعة ما خلص إليه التقرير فيما يتعلق بالمؤشرات الفرعية نحو تحقيق الهدف السابع ألا وهي: ١) إتاحة الوصول إلى الكهرباء، ٢) إتاحة الوصول إلى الوقود النظيف والتكنولوجيا للطهي، ٣) الطاقة المتجددة، ٤) كفاءة الطاقة، ٥) التدفقات المالية العامة الدولية إلى الدول النامية لدعم الطاقة النظيفة، ٦) التقدم المحرز في قطاع الطاقة في مصر.

أولاً: إتاحة الوصول إلى الكهرباء: (متابعة الهدف الفرعي ٧,١؛ متابعة التقدم نحو تحقيق الوصول الشامل إلى الطاقة الحديثة)

الشكل (١): نسبة السكان المتاح لهم الكهرباء حول العالم بين عامي ٢٠١٥ و٢٠٢٣، مع توقعات عام ٢٠٣٠

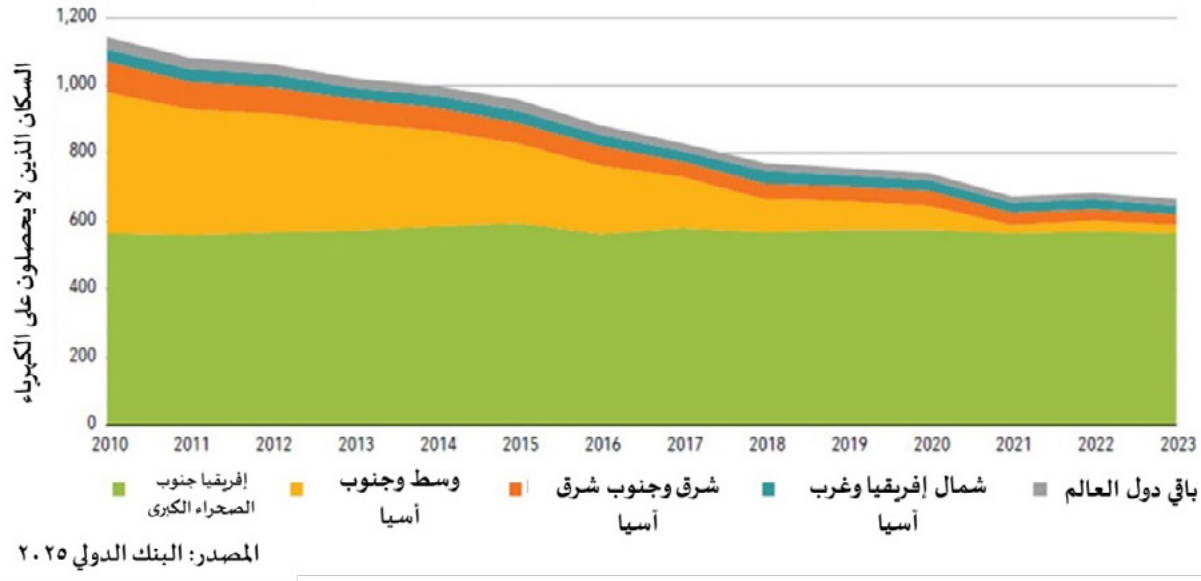
المصدر: البنك الدولي 2025

يشير الشكل السابق إلى أن الكهرباء كانت متاحة لـ ٨٧٪ من سكان العالم في عام ٢٠١٠، ومع نهاية عام ٢٠٢٣، باتت الكهرباء متاحة لقرابة ٩٢٪ من سكان العالم، الأمر الذي ترك حوالي ٦٦٦ مليون شخص يفتقرون إلى الوصول إلى الكهرباء، علمًا بأن ٥٦٥ مليونًا يعيشون في منطقة جنوب الصحراء بقارة إفريقيا. ولكن بالرغم من الزيادة الملحوظة في أعداد السكان المتاح لهم الكهرباء منُذ عام ٢٠١٥، وكما هو موضح بالشكل السابق، يظل معدل النمو أقل مما هو مطلوب لتحقيق الوصول الشامل بحلول عام ٢٠٣٠؛ واستنادًا إلى الاتجاهات الحالية، من المتوقع أن يبقى حوالي ٦٤٥ مليون شخص دون إمكانية الوصول إلى خدمات الكهرباء بحلول عام ٢٠٣٠.

واتساقًا مع ما سبق، تعاني منطقة جنوب الصحراء بقارة إفريقيا من أكبر فجوة في الوصول للكهرباء، حيث يعيش نسبة ٨٥ ٪ من إجمالي السكان دون خدمات الكهرباء. وفي عام ٢٠٢٣، وكان ١٨ من أصل ٢٠ دولة تعاني أكبر عجز في الوصول إلى الكهرباء تقع في هذه المنطقة، حيث تتسم تلك البلدان بالهشاشة والصراعات والعنف، وهي ظروف تعرقل مسار النمو الاقتصادي، وتحد من قدرة الحكومات على تنفيذ مشروعات توسيع الشبكات الكهربائية، كما تُضعف الطلب الاستهلاكي لدى السكان. ولذلك، يتطلب تحقيق الوصول الشامل إلى الكهرباء تركيزًا متجددًا على هذه المنطقة.

ومن ناحية أخرى، شهدت منطقتا وسط وجنوب آسيا أكبر معدل نمو في الوصول إلى الكهرباء خلال الفترة من ٢٠٢٠ إلى ٢٠٢٣، حيث تم تقليص عدد الأشخاص الذين لا تتوفر لهم خدمات الكهرباء من ٤١٤ مليونًا في عام ٢٠١٠ إلى ٢٧ مليونًا فقط في عام ٢٠٢٣.

الشكل (٢): عدد السكان دون خدمات الوصول للطاقة في الأقاليم الجغرافية المختلفة من عام ٢٠١٠- ٢٠٢٣



المصدر: البنك الدولي ٢٠٢٥

وعلى صعيد الريف والحضر العالمي، ارتفع معدل الوصول إلى الكهرباء في المناطق الحضرية بشكل طفيف من ٩٦٪ في عام ٢٠١٠ إلى ٩٧,٨٪ في عام ٢٠٢٣، بينما ارتفع معدل الوصول إلى الكهرباء في المناطق الريفية من ٧٣٪ إلى ٨٤٪ في نفس الفترة. وتتركز أبرز التحديات لتحقيق الوصول الشامل للكهرباء. وخلال تلك الفترة، ارتفع عدد سكان المناطق الحضرية الذين حصلوا على خدمات الطاقة بمقدار مليار شخص، في حين ازداد عدد سكان المناطق الريفية الذين حصلوا على تلك الخدمات بمقدار ٤٨٠ مليون شخص فقط. ويرجع التباين بين النسب المئوية والأعداد المُطلقة بالريف والحضر إلى الكثافة السكانية العالية في الحضر مقارنةً بالكثافة السكانية الأقل في الريف.

وعلى نهج مماثل، انخفض عدد سكان الريف الذين لا تتوفر لهم خدمات الكهرباء من ٣٨٣ مليونًا في عام ٢٠١٠ إلى أقل من ٢٥ مليونًا في عام ٢٠٢٣ في وسط وجنوب آسيا، في حين ازداد عدد سكان الريف الذين لا تتوفر لهم خدمات الكهرباء في منطقة جنوب الصحراء بقارة إفريقيا من ٣٧٦ مليونًا إلى ٤٥١,١ مليونًا، حيث يعود هذا الارتفاع إلى الزيادة السكانية في المنطقة. ولحسن الحظ، أصبحت الحلول اللامركزية أكثر قابلية للتطبيق بالنسبة للمجتمعات المتناثرة جغرافيًا، إلا أن تقييم الأثر المحتمل لأي خطة توسع كهربي يجب أن تستند إلى تحليلات جغرافية دقيقة ومحددة لكل حالة على حدة.

وفيما يتعلق بسبل توسيع نطاق الوصول للكهرباء تُعتبر حلول الطاقة الشمسية المستقلة عن الشبكة [١] وشبكات التوزيع المصغّرة من العناصر الأساسية لتوسيع نطاق الوصول إلى الكهرباء، نظرًا لسهولة تنفيذها وقدرتها على تلبية الأحمال الصغيرة والمتفرقة بشكل فعّال من حيث التكلفة. وعلى الرغم من أن برامج التوسع في الكهرباء ركزت تقليديًا على توصيل الشبكة الوطنية، فإن التجارب الحديثة في الدول التي تعاني عجزًا كبيرًا في الطاقة في منطقة إفريقيا جنوب الصحراء أظهرت أن تكاليف تمديد الشبكة الوطنية مرتفعة للغاية في المناطق النائية أو ذات الكثافة السكانية المنخفضة.

١ – الطاقة الشمسية المستقلة عن الشبكة: وهي نظام طاقة شمسية يعمل دون الحاجة إلى دعم شبكة الكهرباء المحلية، ويعتمد على البطاريات لتخزين الكهرباء لاستخدامها لاحقًا.

وقد وفرت حلول الطاقة اللامركزية نسبة ٥٥٪ من التوصيلات الجديدة في إفريقيا جنوب الصحراء بين عامي ٢٠٢٠ و٢٠٢٢، مما أثبت قدرتها على الصمود في وجه التحديات الاقتصادية الكلية، وعادةً ما يمكن نشر حلول الطاقة اللامركزية بشكل أسرع من تمديد الشبكة، وبتكلفة أقل لكل توصيلة، مما يجعلها خيارًا جاذبًا للتمويل من القطاعين العام والخاص. كما تُعد الشبكات المصغّرة أكثر اعتمادية وقادرة على دعم مجموعة واسعة من الاستخدامات الإنتاجية.

توقعات التقرير فيما يتعلق بإتاحة الوصول إلى الكهرباء:

يتطلب تحقيق الوصول الشامل للكهرباء بحلول عام ٢٠٣٠ توصيل الخدمة إلى نحو ١٢٠ مليون شخص سنويًا، وهو ما يستدعي استثمارات تقدر بحوالي ٤٥ مليار دولار سنويًا حتى ذلك العام، وفق تقديرات وكالة الطاقة الدولية. وتشمل هذه الاستثمارات مجالات توليد الكهرباء، وتوسيع شبكاتها، والحلول اللامركزية. ويلعب الدعم الدولي، ولا سيما التمويل الميسر، دورًا حاسمًا في ظل استمرار الضغوط المالية العامة بعد توالي الأزمات العالمية. ويمكن لتشجيع مشاركة القطاع الخاص في قطاع الكهرباء، واستخدام التمويل الميسر لتقليل المخاطر الاستثمارية، أن يسهم في تسريع وتيرة التقدم، خاصة في السياقات التي تتمتع بأسواق طاقة متطورة نسبيًا وتتوافر فيها مشاريع قابلة للتمويل. كما تُعد التغييرات في السياسات عنصرًا أساسيًا في هذا المسار، حيث ركزت العديد من مبادرات الكهربة الناجحة على تزويد المرافق الصحية والمدارس والمشاريع الإنتاجية، بما فيها الزراعية، بالطاقة إلى جانب تلبية احتياجات الأسر. وسيعتمد النجاح بدرجة كبيرة على وضع أطر تنظيمية ملائمة للحلول اللامركزية، وتحسين أنظمة التتبع والرصد، وتطوير البيانات الجغرافية المكانية لتمكين القطاع الخاص من استهداف المجتمعات بشكل أفضل، إضافة إلى توفير حزمة من المشاريع الجاهزة للتمويل، وضمان تمويل عام كافٍ يشمل المنح من المؤسسات الدولية والجهات المانحة الخيرية.

ومن المتوقع أن تزداد مساهمة الأنظمة اللامركزية في سد فجوات الوصول إلى الكهرباء، خاصة في القارة الإفريقية، حيث ساعد انخفاض تكاليف هذه التقنيات وتحسن جودتها وابتكار نماذج أعمال أكثر ملاءمة على إيصال الطاقة إلى المجتمعات النائية الواقعة خارج خطط التوسع الشبكي في الأجل القصير. ومع ذلك، تظل مسألة القدرة على تحمل التكاليف تحديًا رئيسيًا، إذ إن نحو ثلث سكان إفريقيا جنوب الصحراء غير الموصولين بالكهرباء حاليًا لا يستطيعون الحصول على خدمات الطاقة الأساسية من دون دعم مالي إضافي.

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

■ ثانيًا: إتاحة الوصول إلى الوقود النظيف للطهي: (متابعة الهدف الفرعي ٧,١؛ متابعة التقدم نحو تحقيق الوصول الشامل إلى الطاقة الحديثة)

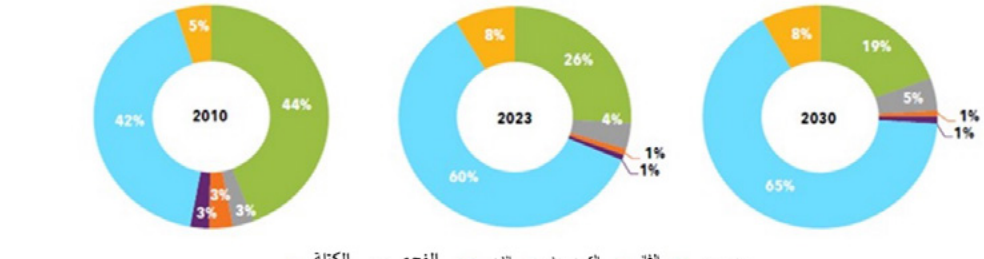
عام ٢٠٢٣، أشارت التقديرات أن ٧٤ ٪ من سكان العالم تمكنوا من الوصول لوقود وتقنيات طهي نظيفة، **مثل الكهرباء، وغاز البترول المسال، والغاز الطبيعي، والغاز الحيوي، والطاقة الشمسية، والمواقد التي تعمل بالكحول**، مقارنةً ب ٥٧ ٪ عام ٢٠١٠، ويمثل هذا الرقم زيادة قدرها ١٧٪. في حين أن حوالي ٢,١ مليار شخص يعتمدون على أنواع الوقود المُلوِّث، **مثل الحطب، والفحم النباتي، ومخلفات المحاصيل، والكيروسين، والفحم الحجري**، في أغلب عمليات الطهي. إذ يتعدى آثار حدود تلوث الهواء داخل المنازل، حيث تهدد هذه الاستخدامات صحة النساء والأطفال، وتؤثر سلبًا على سبل معيشة الأفراد، كما تعرقل الجهود الرامية إلى تحقيق الأهداف البيئية العالمية.

أما بالنسبة للتوجهات العالمية والإقليمية لاستخدام الوقود، في عام ٢٠٢٣، كان غاز البترول المسال (LPG)، والغاز الطبيعي، والكهرباء هي مصادر الوقود الأكثر شيوعًا للطهي في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل. كما لا يزال الاعتماد على الوقود الصلب المستمد من الكتلة الحيوية- مثل الحطب وروث الحيوانات والمخلفات الزراعية - قائمًا بشكل كبير في المناطق الريفية والمناطق شبه الحضرية. أما استخدام الفحم والكيروسين، فقد شهد تراجعًا ملحوظًا، حيث لم يعد يشكل سوى أقل من ١٪ من إجمالي الاستخدام العالمي.

يشير التقرير أن العالم لا يزال بعيدًا عن تحقيق الوصول الشامل إلى الوقود النظيف والتكنولوجيا للطهي في عام ٢٠٣٠ بالرغم من التقدم المُحرز مؤخرًا، حيث تشير التقديرات أنه بحلول عام ٢٠٣٠ سيكون ٧٨٪ فقط من سكان العالم قادرين على الوصول إلى وسائل الطهي النظيف، مما سيترك نحو ١,٨ مليار شخص معتمدين على الوقود الملوث في الطهي. والجدير بالذكر أنه يمكن لعدة عوامل أن تعيق تحقيق التقدم المنشود، مثل النمو السكاني، وضعف الأطر السياسية، وعدم كفاية البنية التحتية، وتباطؤ الابتكار، ومحدودية القدرة على تحمل تكاليف حلول الطهي النظيف.

فضلًا على ذلك، يمثل الاستخدام المستدام لوسائل الطهي النظيف تحديًا آخر، حيث تميل العديد من الأسر، سواء في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل أو في الدول ذات الدخل المرتفع، إلى استخدام مزيج من أنواع الوقود والتقنيات المختلفة بدلًا من التحول الكامل إلى خيار واحد نظيف للطهي أو التدفئة أو الإضاءة. ومع ذلك، تؤدي تقلبات أسعار الوقود وعدم انتظام توفره إلى دفع العديد من الأسر نحو الاعتماد على خيارات أكثر تلوثًا ضمن مزيج الوقود المستخدم، مما يُضعف من فعالية حلول الطهي النظيف في الحد من تلوث الهواء داخل المنازل. ومن هنا، فإن تمكين الأسر من تبني مزيج يعتمد على أنظف أنواع الوقود والتقنيات المتاحة يُعد أمرًا جوهريًا لتحقيق الفوائد الصحية والبيئية والاجتماعية المرتبطة، بما في ذلك تحسين الصحة العامة، وتعزيز العدالة الاجتماعية، والمساواة بين الجنسين، والمساهمة في التخفيف من آثار تغير المناخ.

الشكل (٣): مقارنة نسب السكان في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل الذين يستخدمون أنواعًا مختلفة من الوقود في عامي ٢٠١٠ و٢٠٢٣، مع توقعات عام ٢٠٣٠



المصدر: منظمة الصحة العالمية

بالإضافة إلى ذلك، يؤثر نقص الوصول إلى الوقود النظيف للطهي بشكل غير متوازن على الفئات الفقيرة والأكثر هشاشة، حيث تحظى الأسر ذات الدخل المرتفع بفرص أكبر للوصول إلى هذه الخدمات، خاصة في منطقة جنوب الصحراء بقارة إفريقيا. وتتحمل النساء والفتيات العبء الأكبر نتيجة هذا النقص، إذ يقضين وقتًا طويلًا في جمع الوقود والطهي باستخدام مواقد غير فعالة، مما يعرّضهن لتلوث الهواء داخل المنازل ويُقيد فرصهن التعليمية والاقتصادية.

وفي سياق الجهود العالمية لقياس تأثير تلوث الهواء المنزلي، تشير تقديرات منظمة الصحة العالمية إلى أن هذا النوع من التلوث كان سببًا في نحو ٢,٩ مليون حالة وفاة سنويًا في عام ٢٠٢١ من بينها أكثر من ٣٢٩,٠٠٠ طفل دون سن الخامسة. وعلى الرغم من تراجع معدلات الوفيات المرتبطة بتلوث الهواء المنزلي خلال العقد الأخير، بالتزامن مع زيادة عدد الأشخاص الذين يستخدمون وقودًا وتقنيات نظيفة للطهي، فإن المخاطر الصحية لا تزال قائمة. ففي عام ٢٠٢٣، كان لا يزال هناك نحو ٢,١ مليار شخص (بتقديرات تتراوح بين ١,٩ و٢,٥ مليار) لا يتوفر لهم خدمات الطهي النظيف، مما يعني تعرض عدد كبير منهم لدخان الطهي السام بشكل يومي. هذا التعرض المستمر يُسهم في وقوع ملايين الوفيات المبكرة سنويًا، وتتحمل النساء والأطفال العبء الأكبر من هذه التداعيات الصحية.

وعلى نهج مماثل لما ذُكر آنفًا في مؤشر إتاحة الوصول إلى الكهرباء، شهدت مناطق شرق آسيا وجنوب شرق آسيا، إلى جانب وسط وجنوب آسيا، تقلصًا مضطردًا في فجوات إتاحة الوصول للطاقة النظيفة والتكنولوجيا للطهي. وفي المقابل عانت منطقة جنوب الصحراء بإفريقيا من أكبر نسب متدنية في هذا المؤشر مقارنةً بباقي الدول، إذ كانت نسبة ٢١ ٪ فقط من سكان المنطقة متاحًا لهم خدمات الوقود النظيف للطهي في عام ٢٠٢٣، مما ترك باقي السكان دون تلك الخدمات؛ أي ما يعادل حوالي ٩٥٥,٣ مليون شخص.

وتعتبر منطقة جنوب الصحراء بقارة إفريقيا المنطقة الوحيدة التي لا يزال العدد المطلق للأشخاص المحرومين من الوصول إلى الطاقة النظيفة للطهي في تزايد مستمر بمعدل يبلغ ١٤ مليون شخص سنويًا. وعلى الرغم من أن بعض دول تلك المنطقة قد شرعت في تبنّي سياسات لتشجيع استخدام الوقود والتقنيات النظيفة والمحسّنة، فإن وتيرة التقدم المحرز لا تزال غير كافية مقارنة بمعدل النمو السكاني المتسارع، الذي يعادل حوالي ٧٠ مليون شخص سنويًا. وبجانب النمو السكاني، لا تزال هناك حواجز أخرى تعيق التقدم نحو تحقيق الوصول الشامل إلى وسائل الطهي النظيف، ومنها نقص التمويل الكافي لتوسيع نطاق حلول الطهي النظيف. وفي ظل هذا الوضع القائم، فإن عدم اتخاذ إجراءات عاجلة سيُعرّض المنطقة لمزيد من التأخر عن تحقيق أهدافها. الأمر الذي يؤدي إلى تعقيد الأوضاع التي يعاني منها بالفعل قرابة مليار شخص ممن يتعرضون لمخاطر الطهي باستخدام وقود ملوث، مما يُلحق أضرارًا جسيمة بصحتهم ورفاههم ونوعية حياتهم، ويُهدد التقدم العالمي الذي تحقق حتى الآن، وربما يؤدي إلى تراجعه.

ومن ناحية أخرى، أثبتت تجارب عدة مناطق في قارة آسيا، منها شرق آسيا وجنوب شرق آسيا، ومؤخرًا آسيا الوسطى وجنوب آسيا، أن البرامج الحكومية، والاستثمار في البنية التحتية، والنمو الاقتصادي يمكن أن تؤدي إلى تقليص الفجوات في الوصول لطهي أنظف خلال فترة زمنية قصيرة نسبيًا. وفي نفس السياق، أسهمت البرامج الوطنية الواسعة في تسريع وتيرة الوصول، سواء في المناطق الحضرية أو الريفية، رغم استمرار التفاوتات داخل بعض الدول. كما ساعد التحضر السريع واستقرار إمدادات غاز البترول المسال (LPG) والكهرباء في شرق آسيا وجنوب شرق آسيا على تعزيز الانتشار الواسع لوسائل الطهي النظيف في العديد من البلدان.

توقعات التقرير فيما يتعلق بالوصول إلى الوقود النظيف للطهي:

إذا استمرت الاتجاهات الحالية حتى عام ٢٠٣٠، تتوقع منظمة الصحة العالمية أن يعتمد حوالي ٦٠٪ **من سكان البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل على الغاز** و٨٪ **على الكهرباء** كوقود رئيسي للطهي. في المقابل، سيظل ١٩٪ **يعتمدون على الكتلة الحيوية التقليدية**، و٥٪ **على الفحم النباتي**، وما يقارب ٢٪ **على الكيروسين والفحم الحجري**. وسيكون النمو في استخدام الطهي النظيف مدفوعًا بالأساس بزيادة الاعتماد على الوقود الغازي.

ويُظهر تقرير الوكالة الدولية للطاقة (٢٠٢٤) أن تحقيق الوصول الشامل إلى الطهي النظيف يمكن أن يقلل انبعاثات غازات الدفيئة بما يعادل **١,٥ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون**، نتيجة انخفاض حرق الكتلة الحيوية وتراجع معدلات إزالة الغابات، وهو رقم يقارب إجمالي الانبعاثات السنوية الحالية من قطاعي الطيران والشحن مجتمعين. كما تشير أن تحقيق الوصول الشامل لتقنيات الطهي النظيف والبنية التحتية المرتبطة بها يتطلب استثمارات سنوية تقارب ١٠ مليارات دولار أمريكي حتى عام ٢٠٣٠، أي ما يعادل نحو أربعة أضعاف مستوى الاستثمارات الحالية البالغ ٢,٥ مليار دولار فقط.

ولا تقتصر الفوائد على المناخ فحسب، بل تشمل أيضًا **مكاسب صحية واجتماعية كبيرة**؛ إذ إن تقليل تلوث الهواء المنزلي يحسّن الصحة العامة، ويخفف الحاجة اليومية لجمع الحطب -مهمة تقع غالبًا على عاتق النساء والأطفال- مما يتيح لهم وقتًا أكبر للتعليم والعمل والراحة.

ثالثًا: الطاقة المتجددة

(متابعة الهدف الفرعي ٧,٢؛ زيادة نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة، والهدف الفرعي 7.b؛ تعزيز وتطوير البنية التحتية للطاقة المتجددة)

إن تحقيق الوصول الشامل إلى طاقة حديثة ومستدامة وموثوقة وبأسعار معقولة يقتضي تسريع التوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة في مجالات توليد الكهرباء والتدفئة وقطاع النقل. ويُركز الهدف ٧,٢ من أهداف التنمية المستدامة على زيادة مساهمة الطاقة المتجددة في المزيج العالمي للطاقة بحلول عام ٢٠٣٠.

ويُقاس التقدم في هذا الهدف من خلال حصة الطاقة المتجددة من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة (Total Final Energy Consumption TFEC). وعلى الرغم من عدم وجود هدف كمي محدد، فإن الاتجاهات الحالية تُظهر أن وتيرة التقدم غير كافية لتحقيق هذا الهدف أو الوفاء بالالتزامات المناخية والتنموية العالمية. لذلك، فإن توسيع نطاق استخدام الطاقة المتجددة، إلى جانب تعزيز كفاءة الطاقة، يُعد أمرًا ضروريًا، ولا سيما في قطاعي النقل والتدفئة حيث لا يزال التقدم محدودًا.

خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٢، شهد استهلاك الطاقة المتجددة عالميًا زيادة بنسبة ٨٩٪، بينما ارتفع إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة بنسبة ٦٠٪، مما أدى إلى بقاء نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في إجمالي الاستهلاك شبه مستقرة دون تغير كبير. وفي عام ٢٠٢٢، **شكّلت مصادر الطاقة المتجددة نحو ١٧,٩٪ من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة على مستوى العالم، بما في ذلك الاستخدامات التقليدية للكتلة الحيوية، ونحو ١٣٪ عند استثناء تلك الاستخدامات.** وعلى الرغم من أن إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة قد تضاعف خلال السنوات الخمس عشرة السابقة، واستمر في الارتفاع رغم تداعيات جائحة كوفيد-١٩ وأزمة الطاقة اللاحقة، فإن حصة الطاقة المتجددة ظلّت مستقرة نسبيًا خلال العقود الثلاثة الماضية. حيث شهدت نموًا طفيفًا بمقدار ٢,٨ نقطة مئوية بين عامي ٢٠١٢ و٢٠٢٢، وذلك رغم التوسع الملحوظ في استخدامها في توليد الكهرباء.

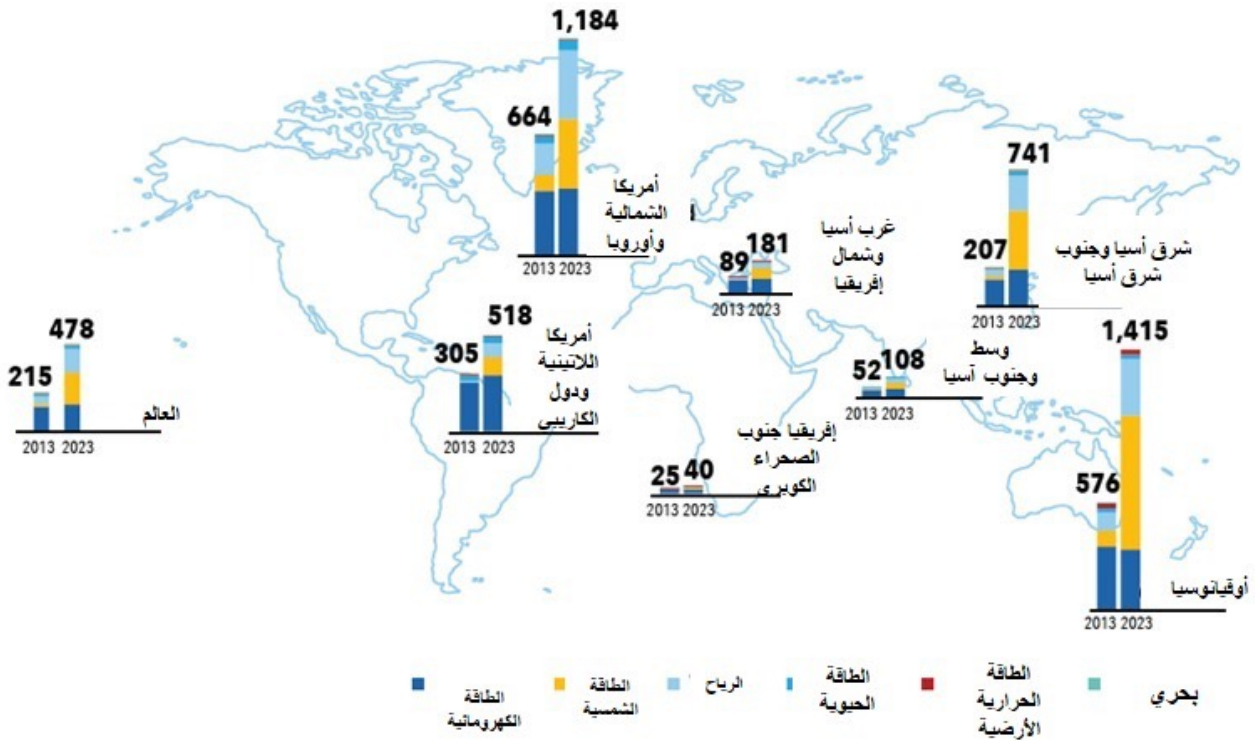
فمن عام ٢٠٢١ إلى عام ٢٠٢٢، جاء النمو في استخدام الطاقة المتجددة بشكل رئيس من الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وطاقة الرياح، والاستخدامات الحديثة للطاقة الحيوية، تليها الطاقة الكهرومائية، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الشمسية الحرارية، بينما انخفضت الاستخدامات التقليدية للكتلة الحيوية بشكل طفيف. وقد نمت حصص الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح في إجمالي الكهرباء المستهلكة بنحو ٢٧٪ و١٤٪ على التوالي على أساس سنوي، وكانتا معًا مسؤولتين عن ثلاثة أرباع الزيادة في الكهرباء المعتمدة على مصادر الطاقة المتجددة.

فوفقًا للوكالة الدولية للطاقة المتجددة، تتصدر الدول النامية - بما في ذلك الصين والبرازيل والهند - العالم في معدل توليد الطاقة المتجددة للفرد. ففي عام ٢٠٢٣، سجلت هذه الدول نموًا سنويًا في القدرة المُركّبة لتوليد الطاقة المتجددة للفرد الواحد[٢] بلغ ١٧٪، ومعدل نمو سنوي مركب قدره ١١,١٪ خلال السنوات الخمس الماضية، متجاوزة

٢ القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة مقسومة على إجمالي سكان الدولة. تُعرّف القدرة بأنها الحد الأقصى الصافي للقدرة الكهربائية المركبة في نهاية العام، وتُعرّف مصادر الطاقة المتجددة وفقًا لتعريفات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA).

بذلك معدلات النمو المسجلة في الدولة المتقدمة. ويُعزى هذا التقدم إلى السياسات الحكومية الفعالة والاستثمارات التي ساعدت على خفض تكاليف التكنولوجيا، وذلك في ظل تصاعد الاهتمام العالمي بالطاقة المتجددة ضمن الخطط والسياسات الاستراتيجية. ولكن، على الرغم من الانتشار المتزايد للطاقة المتجددة بالدول النامية، فإن معدلات النمو المحققة لا تزال غير كافية. إذ تواجه الدول النامية صعوبات في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة، وتعزيز التنمية المستدامة، والحد من فقر الطاقة.

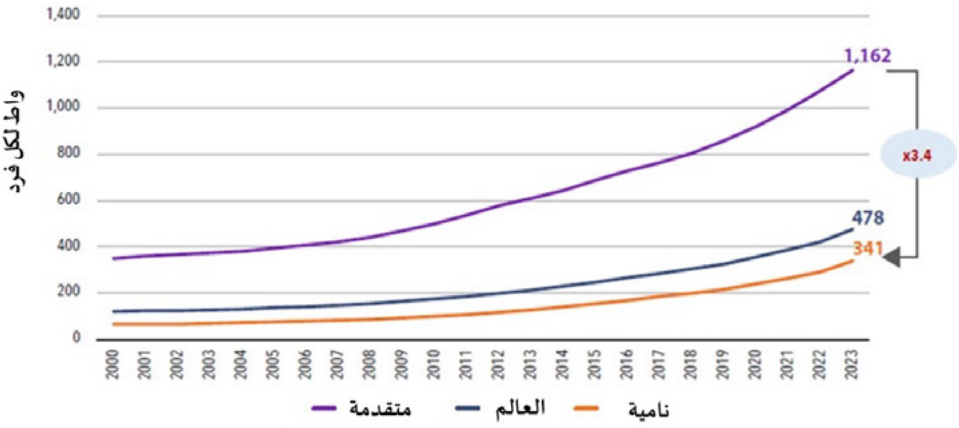
خريطة (٢): نمو قدرة توليد الطاقة المتجددة للفرد الواحد حسب التكنولوجيا المستخدمة في المناطق الجغرافية (٢٠١٠ -٢٠٢٣)



Source: Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2025.

يوجد تفاوت واضح بين الدول المتقدمة والدول النامية بالنسبة للقدرة المركبة لتوليد الطاقة المتجددة للفرد الواحد. ففي عام ٢٠٢٣، وبالرغم من التقدم المُحرز، لا تزال الدول المتقدمة تمتلك قدرة أعلى بمقدار ٣.٤ مرات مقارنةً بالدول النامية، وذلك وفقًا لما هو موضح بالشكل التالي. حيث تُظهر النسب المتفاوتة أن سكان الدول النامية يلبّون احتياجاتهم من الطاقة باستخدام أقل من ثلث الطاقة المتجددة المتاحة للشخص العادي في الدول المتقدمة. وإذا استُبعدت البرازيل والصين والهند من فئة الدول النامية، سينخفض متوسط استهلاك الفرد في هذه الفئة إلى ١٢٦ واط فقط في عام ٢٠٢٣، مما يُظهر التأثير الهائل لبعض الدول الأكبر حجمًا بسبب التوزيع غير المتكافئ لاستهلاك الطاقة المتجددة. ومن ناحية أخرى، تتصدّر أوقيانوسيا وأمريكا الشمالية وأوروبا العالم من حيث قدرة الطاقة المتجددة المركّبة للفرد، إذ تتجاوز ١١٠٠ واط للفرد، في حين تتخلف منطقة إفريقيا جنوب الصحراء بشكل كبير، إذ لا تتجاوز القدرة المركّبة فيها ٤٠ واطًا فقط للفرد.

الشكل (٤) : النمو السنوي للقدرة المركبة لتوليد الطاقة المتجددة للفرد الواحد من عام ٢٠٠٠ إلى ٢٠٢٣



المصدر: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة

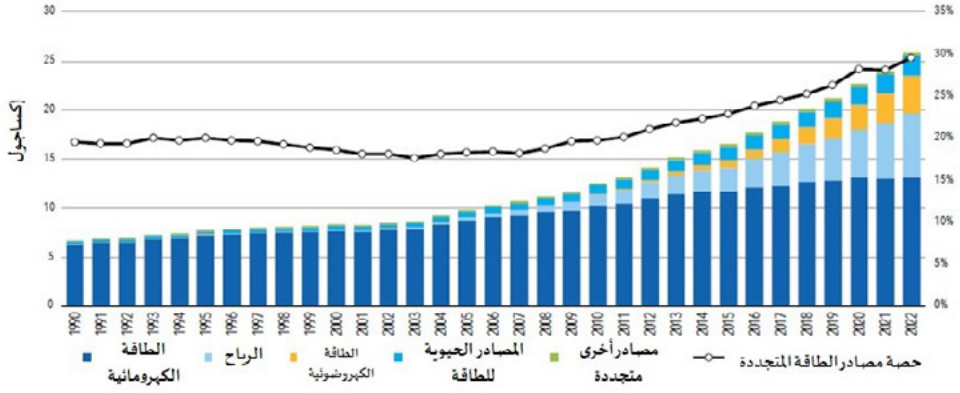
ومن ناحية أخرى، ارتفعت حصص الدول النامية من الطاقة المتجددة بشكل مطرد خلال العقدين الماضيين، لتصل إلى ٤٣,٥٪ من إجمالي قدرة توليد الطاقة في عام ٢٠٢٣. إلا أن المصادر غير المتجددة لا تزال مهيمنة. وبينما تستكشف العديد من المناطق تقنيات الطاقة المتجددة، وخاصةً الطاقة الشمسية، كخيارات أقل تكلفة لتوليد الطاقة الجديدة، فإن التحديات الفريدة، ولا سيما القيود المالية وقيود القدرات، تعيق انتشار مصادر الطاقة المتجددة في الدول النامية.

إلى جانب ذلك، يُعد قطاع الكهرباء هو المحرك الرئيسي لزيادة استخدام الطاقة المتجددة، في حين أن التقدم في استخداماتها في قطاعي النقل والتدفئة لا يزال محدودًا. وعليه، يستلزم ضمان الوصول إلى طاقة حديثة، مستدامة، موثوقة، وميسورة للجميع، زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة في جميع فئات الاستخدام النهائي الثلاثة الرئيسة، وهي: التدفئة، والنقل، والكهرباء. وقد شكل قطاع التدفئة ٤٦٪ من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة (TFEC) في عام ٢٠٢٢، وقطاع النقل ٣١٪، أما قطاع الكهرباء فقد شكل ٢٣٪ من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة (TFEC) في عام ٢٠٢٢.

وقد شهد **قطاع الكهرباء** أسرع نمو في استخدام الطاقة المتجددة، حيث ارتفعت حصتها من ٢٣٪ عام ٢٠١٥ إلى نحو ٣٠٪ في عام ٢٠٢٢. أما **قطاع التدفئة**، فبلغت حصة الطاقة المتجددة فيه حوالي ٢١٪ من إجمالي الاستهلاك، لكن نصفها تقريبًا كان من الكتلة الحيوية التقليدية، والتي تراجعت بنسبة طفيفة بلغت ٠,٢٪ في ٢٠٢٢. وفي المقابل، يظل **قطاع النقل** الأقل اعتمادًا على الطاقة المتجددة عالميًا، إذ لم تتجاوز حصته ٤٪ من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي خلال عام ٢٠٢٢.

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

الشكل (٥): الاستهلاك العالمي للكهرباء القائم على مصادر الطاقة المتجددة حسب التكنولوجيا، ١٩٩٠-٢٠٢٢



المصدر: وكالة الطاقة الدولية، ومنظمة الأمم المتحدة

وعليه، يتضح أن زيادة حصة الطاقة المتجددة من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة لا تزال متواضعة على الرغم من الإضافات القياسية للطاقة المتجددة خلال نفس الفترة. فضلًا عن ذلك، تُوجَد تفاوتات كبيرة في قدرة الطاقة المتجددة المُركّبة بين الدول النامية والمتقدمة، وكذلك بين الدول النامية وبعضها البعض. ولكن التوافق الدولي في قمة المناخ COP٢٨ بشأن مضاعفة قدرة الطاقة المتجددة ثلاث مرات، ومضاعفة كفاءة الطاقة، والتحول عن الوقود الأحفوري من شأنه أن يُساهم في إحداث نقلة نوعية في زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العالمي.

توقعات التقرير فيما يتعلق بالطاقة المتجددة:

تظل التوقعات الخاصة بالطاقة المتجددة إيجابية في جميع المناطق وفقًا لسيناريو السياسات المعلنة للوكالة الدولية للطاقة (IEA) وسيناريو الطاقة المخطط للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، وذلك على الرغم من التحديات الناتجة عن الأزمات الأخيرة في سلاسل الإمداد وارتفاع الأسعار. ويعود هذا التفاؤل إلى السياسات المستهدفة وانخفاض تكاليف التقنيات. ووفقًا لسيناريو السياسات المعلنة للوكالة الدولية للطاقة، من المتوقع أن ترتفع حصة جميع أنواع الطاقة المتجددة (بما في ذلك الاستخدامات التقليدية للكتلة الحيوية) في الاستهلاك النهائي للطاقة (TFEC) من ١٧٪ في ٢٠٢٣ إلى ٢٣٪ في ٢٠٣٠، في حين سترتفع حصة الطاقة المتجددة الحديثة (باستثناء الكتلة الحيوية التقليدية) من ١٣٪ إلى ١٩٪ خلال الفترة نفسها.

الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء تواصل كونها أسرع مصادر الطاقة نموًا على مستوى العالم. فخلال الفترة ٢٠٢٣-٢٠٣٠، من المتوقع أن تتضاعف ثلاث مرات الإضافات السنوية في القدرات مقارنة بما تحقق بين ٢٠١٥-٢٠٢٢، بقيادة الطاقة الشمسية الكهروضوئية والرياح. ورغم أن هذا المعدل لا يحقق بالكامل هدف قمة COP٢٨ المتمثل في تثليث القدرة الحالية بحلول ٢٠٣٠، فإنه يقترب كثيرًا منه، إذ من المتوقع أن تسهم الطاقة المتجددة في نحو ٨٠٪ من التقدم المطلوب بحلول نهاية العقد وفق سيناريو السياسات المعلنة.

وفقًا لتقديرات عام ٢٠٢٥، ستتجاوز مصادر الطاقة المتجددة الفحم لتصبح المصدر الأبرز لتوليد الكهرباء، حيث ستلبي الطاقة الشمسية وحدها نحو نصف الزيادة في الطلب على الكهرباء خلال ٢٠٢٣-٢٠٣٠، تليها طاقة الرياح بحوالي ٣٥٪. وستظل الطاقة الكهرومائية أكبر مصدر عالمي للكهرباء منخفضة الانبعاثات حتى ٢٠٣٠، لما توفره من مرونة ودعم للخدمات الأساسية في أنظمة الطاقة.

رابعًا: كفاءة الطاقة: (متابعة الهدف الفرعي ٧,٣: تحسين كفاءة الطاقة)

يُعنى هذا الجزء من مراجعة التقرير بالهدف ٧,٣ من أهداف التنمية المستدامة، والذي يقيس نسبة التغير السنوي في كثافة استهلاك الطاقة. وترتبط كفاءة الطاقة بكثافة الطاقة من خلال علاقة عكسية فكلما تحسنت كفاءة الطاقة انخفضت كثافة الطاقة المستهلكة، ويمكن تعريف كثافة الطاقة أنها نسبة إجمالي إمدادات الطاقة إلى الناتج المحلي الإجمالي، مما يبيّن كمية الطاقة المستهلكة لكل وحدة من الناتج الاقتصادي. وتساعد كثافة الطاقة على تتبع التغيرات في استهلاك الطاقة والعوامل المؤثرة عليها، مثل التغيرات في الهيكل الاقتصادي، والطقس، والسلوك. مع تساوي جميع هذه العوامل، حيث تنخفض كثافة الطاقة مع تحسن كفاءة الطاقة. حيث إن الهدف هو مضاعفة المعدل العالمي لتحسن كثافة الطاقة مقارنة بمتوسط الفترة ١٩٩٠–٢٠١٠.

في بادئ الأمر، أوصت الأمم المتحدة بأنه يتعين تحسين كثافة الطاقة سنويًا بنسبة ٢,٦٪ بين عامي ٢٠١٠ و٢٠٣٠ لتحقيق الهدف ٧,٣. ولكن نظرًا لبطء وتيرة التقدم العالمي في جميع السنوات باستثناء عام ٢٠١٥، استلزم الأمر تحسين كثافة الطاقة بمعدل سنوي قدره ٤,٠٪ بدءًا من عام ٢٠٢٢ فصاعدًا. إلى جانب ذلك، يتوافق هذا الرقم تقريبًا مع سيناريو وكالة الطاقة الدولية بتحقيق "صافي الانبعاثات الصفرية بحلول عام ٢٠٥٠"، والذي بموجبه يتجاوز متوسط معدل التحسن ٤٪ بقليل في الفترة ٢٠٢٢–٢٠٣٠. كما يتماشى هذا المعدل مع هدف مضاعفة متوسط المعدل السنوي العالمي لتحسين كفاءة الطاقة بحلول عام ٢٠٣٠، وذلك وفقًا لما هو متفق عليه خلال مؤتمر الأطراف الثامن والعشرين.

وقد تحسنت كثافة الطاقة العالمية بنسبة ٢,١٪ في عام ٢٠٢٢، لتصل إلى ٣,٨٧ ميجا جول/دولار أمريكي (بمعادل القوة الشرائية لعام ٢٠٢١)، مقارنةً بنسبة ٠,٥٪ في عام ٢٠٢١. ويعود ذلك بشكل كبير إلى أزمة الطاقة العالمية، التي تسببت في اضطرابات كبيرة في الطلب على الطاقة في أنحاء كثيرة من العالم. ومع ذلك، ونظرًا للتقدم الأبطأ من المطلوب في السنوات السابقة، فإن العالم لا يزال بعيدًا عن تحقيق الهدف ٧,٣ من أهداف التنمية المستدامة بحلول عام ٢٠٣٠.

وقد شهد عام ٢٠٢٢ تغيرًا كبيرًا نتيجة الصدمات القوية التي أصابت نظام الطاقة، إذ أدى ارتفاع أسعار الطاقة ومخاطر الإمداد إلى دفع الأسر والشركات نحو تقليص استهلاكها. وقد نما إجمالي إمدادات الطاقة بمعدل أبطأ من الناتج المحلي الإجمالي في عام ٢٠٢٢، بل وانكمش العرض – بنحو ٥٪ في أوروبا و٢٪ في أوقيانوسيا. وشهدت أمريكا الشمالية وأوروبا أبطأ نمو في الناتج المحلي الإجمالي، بنحو ٢٪. وفي الوقت نفسه، كان النمو في وسط وجنوب آسيا أسرع حيث بلغ ٤٪ في قطاع الطاقة و٦٪ في الناتج المحلي الإجمالي.

وبما أن هذا التراجع في الاستهلاك جاء تحت وطأة الضغوط، فلا يمكن اعتبار التحسن في كثافة الطاقة خلال ذلك العام إنجازًا حقيقيًا بالكامل؛ إذ اضطرت العديد من الشركات إلى الإغلاق أو تقليص نشاطها، وعانى كثير من الأفراد حول العالم من صعوبة في تلبية احتياجاتهم الأساسية من الطاقة، وتشير التقديرات إلى أن وتيرة هذا التحسن قد تراجعت خلال عامي ٢٠٢٣ و٢٠٢٤ مع انحسار آثار أزمة الطاقة. لذلك، تحقيق تحسن مستدام في كثافة الطاقة يستلزم اعتماد تدابير هيكلية لتعزيز كفاءة استخدام الطاقة.

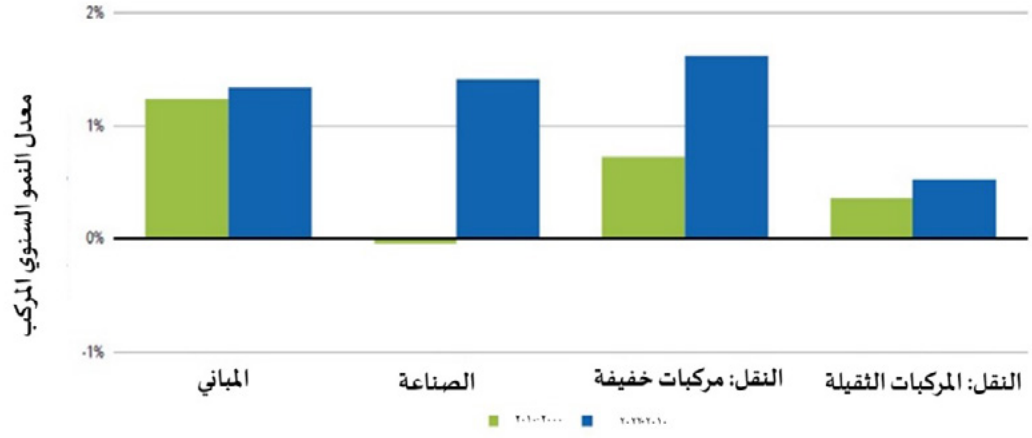
وفيما يخص التقدم المُحرز في القطاعات المختلفة، فبين عامي ٢٠٠٠ و٢٠١٠، كان التقدم في كثافة استهلاك الطاقة الأسرع في قطاع المباني، تلاه قطاع النقل الخاص بالركاب ثم الشاحنات الثقيلة، في حين أصبحت كثافة الطاقة في القطاع الصناعي أكثر ارتفاعًا بشكل طفيف. وفيما يلي سوف نتطرق لكل قطاع بمزيد من التفاصيل.

وفقًا للشكل التالي، فخلال الفترة من ٢٠١٠ إلى ٢٠٢٢، سجلت جميع القطاعات النهائية تحسنًا في كثافة استهلاك الطاقة مقارنة بالعقد السابق. **ففي قطاع المباني**، ارتفع متوسط معدل التحسن السنوي بشكل طفيف، من ٢,١٪ إلى نحو ٣,١٪، وذلك نتيجة لتحسين كفاءة المباني القائمة من خلال اعتماد التدفئة الكهربائية، واستخدام أجهزة أكثر كفاءة.

وكان أكبر تحسن بالمقارنة مع العقد السابق من نصيب **القطاع الصناعي**، حيث ارتفع معدل التحسن من نحو ٠٪ إلى ١,٤٪. ويُعزى هذا إلى زيادة كفاءة العمليات الصناعية وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري في عمليات التسخين الصناعي، مما ساهم في تحقيق مكاسب في الكفاءة.

كما سجلت **المركبات الخاصة والعامة** تحسنًا مماثلًا في كفاءة الطاقة، حيث ارتفع متوسط معدل التحسن من نحو ٠,٧٪ سنويًا في الفترة ٢٠٠٠–٢٠١٠ إلى ١,٦٪ خلال الفترة ٢٠١٠–٢٠٢٢. ويُعزى هذا الاتجاه الإيجابي إلى تحسين معايير كفاءة استهلاك الوقود، واعتماد المركبات الكهربائية (EVs) بشكل متسارع، بما يشمل الدراجات النارية ذات العجلتين والثلاث عجلات والحافلات. ومع ذلك، فإن مبيعات المركبات الكهربائية لا تزال تتركز بشكل كبير في الصين وأوروبا والولايات المتحدة. أما أبطأ معدلات التحسن مقارنة بالعقد السابق فكانت في قطاع **الشاحنات الثقيلة**، حيث ارتفع متوسط التحسن السنوي من نحو ٠,٤٪ إلى ٠,٥٪ فقط.

الشكل (٦): متوسط النمو السنوي لكثافة الطاقة في القطاعات المختلفة خلال الفترة من ٢٠٠٠–٢٠٢٢



المصدر: وكالة الطاقة الدولية، ومنظمة الأمم المتحدة

ومن ناحية أخرى، ارتفعت الاستثمارات في كفاءة الطاقة، والكهرباء، ومصادر الطاقة المتجددة للاستخدام النهائي بنحو ٤٥٪ منذ عام ٢٠١٩، لتصل إلى ما يقارب ٦٤٠ مليار دولار أمريكي. وكان قطاع النقل هو الأسرع نموًا من حيث استثمارات الاستخدام النهائي، بزيادة قدرها حوالي ٧٧٪، يليه قطاع المباني بنسبة ٣٤٪، ثم القطاع الصناعي بنسبة ١٣٪. وبالمقارنة مع عام ٢٠٢١، ارتفع إجمالي الاستثمار المتعلق بالاستخدام النهائي بحوالي ١٦٪، مسجّلًا مستويات

غير مسبوقة. ويُعد قطاع المباني صاحب الحصة الأكبر من استثمارات الاستخدام النهائي عالميًّا، بنحو ٣٧٠ مليار دولار، يليه قطاع النقل بما يقارب ٢٢٠ مليار دولار. ولكن، لا تزال الاستثمارات العالمية في الاستخدام النهائي متمركزة بشكل كبير في كل من الولايات المتحدة وأوروبا والصين، حيث استحوذت هذه المناطق مجتمعة على نحو ثلاثة أرباع إجمالي الاستثمار العالمي.

توقعات التقرير فيما يتعلق بكفاءة الطاقة:

يُعد التوسع في كهربة الطاقة أحد أهم استراتيجيات تحسين كفاءة الطاقة، إذ يعتمد على استخدام تقنيات أكثر كفاءة مثل المضخات الحرارية الكهربائية والمركبات الكهربائية. فهذه التقنيات تستهلك طاقة أقل مقارنة بالمصادر المعتمدة على الوقود الأحفوري، وتساهم في الوقت ذاته في خفض الانبعاثات. ومع تزايد دمج مصادر الطاقة المتجددة في شبكات الكهرباء، ستصبح فوائد الكفاءة وإزالة الكربون الناتجة عن الكهرباء أكثر وضوحًا.

في قطاع النقل، شهد عام ٢٠٢٣ تقدمًا ملحوظًا في الكهربة، لكنه لا يزال غير كافٍ لتحقيق أهداف سيناريو ١,٥ درجة مئوية للوكالة الدولية للطاقة المتجددة. فبحلول عام ٢٠٣٠، ينبغي أن تصل نسبة الكهرباء في الاستهلاك النهائي للطاقة في النقل إلى نحو ٧٪، مع بقاء النقل البري المجال الأكبر للنمو. ويتطلب ذلك زيادة مخزون المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات والهجينة القابلة للشحن إلى تسعة أضعاف ليصل إلى ٣٦٠ مليون مركبة بحلول ٢٠٣٠، وهو مسار يفوق بكثير معدلات النمو الحالية.

أما في قطاع التدفئة، فإن التوسع المستمر في استخدام المضخات الحرارية يُعد أمرًا أساسيًّا لتحقيق إزالة الكربون بكفاءة عالية. وعلى الرغم من التقدم المُحرز في مختلف القطاعات النهائية، فإنه ما زال غير كافٍ لتحقيق الأهداف المرجوة.

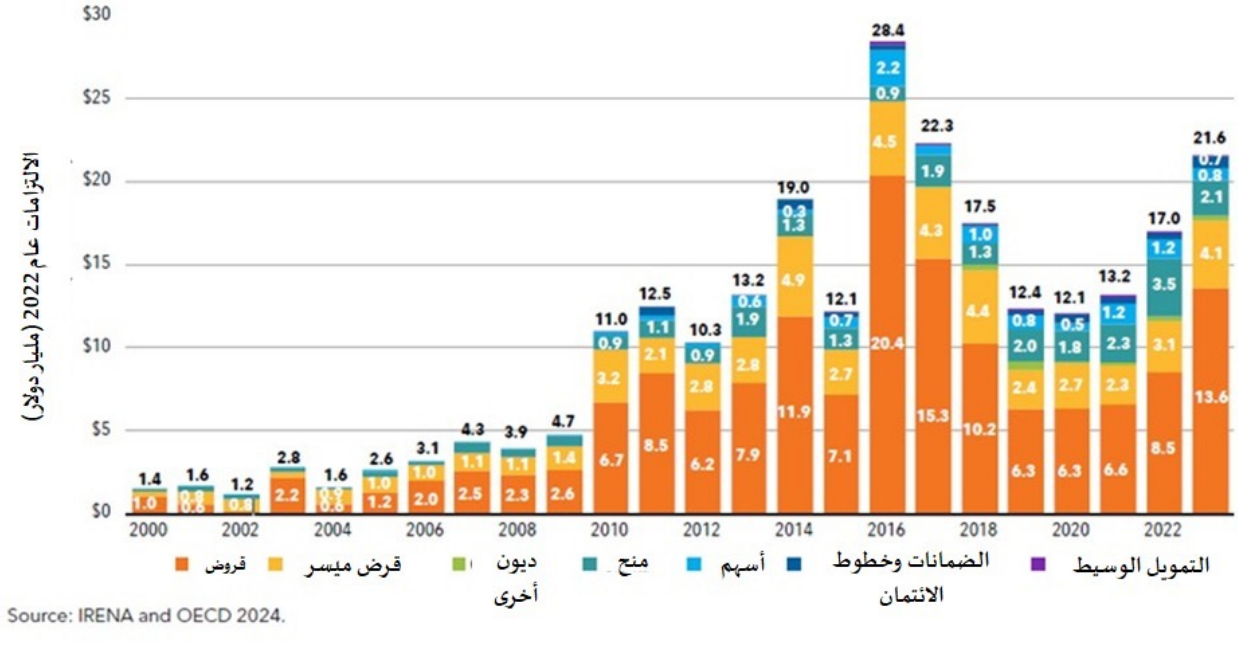
تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

■ خامسًا: التدفقات المالية العامة الدولية إلى الدول النامية لدعم الطاقة النظيفة: (متابعة الهدف الفرعي 7.A: تعزيز التعاون الدولي)

ارتفعت التدفقات المالية العامة الدولية الداعمة لأبحاث وتطوير الطاقة النظيفة وإنتاج الطاقة المتجددة في الدول النامية للعام الثالث على التوالي، لتصل إلى ٢١,٦ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٣. ولم يحدث هذا النمو على مدار ثلاث سنوات مُتتالية إلا مرة واحدة من قبل، في الفترة ٢٠٠٤-٢٠٠٧، أي قبل الأزمة المالية عام ٢٠٠٨ والتي عطلت التدفقات المالية بشكل كبير. وقد حدث هذا النمو على مدار ثلاث سنوات شَهدت عدة أزمات اقتصادية وصحية وجيوسياسية، مما ساهم في دفع المانحين نحو تحويل أولوياتهم إلى احتياجات الطاقة المحلية، مثل الصحة، واللاجئين، والمساعدات الإنسانية، وتخفيف أعباء الديون.

جدير بالذكر أنه لا يوجد هدف كمي مُحدد لتعزيز التعاون الدولي وزيادة التدفقات المالية العامة الدولية إلى الدول النامية لدعم الطاقة النظيفة. وقد تلقت الدول النامية تدفقات عامة أقل في عام ٢٠٢٣ مقارنة بعام ٢٠١٦، وهي السنة التي بلغت التدفقات الدولية من الدول المتقدمة ذروتها عند ٢٨,٤ مليار دولار أمريكي، وفقًا لما هو موضح بالشكل التالي. أما بالنسبة للأدوات المالية، وبالرغم من أن ارتفاع أسعار الفائدة أدى إلى رفع تكلفة الدين إلى مستويات قياسية في عام ٢٠٢٣، فإن حصة الأدوات القائمة على الدين نمت من ٧٠٪ إلى ٨٣٪ بين عامي ٢٠٢٢ و٢٠٢٣. فضلًا عن ذلك، ظلت القروض الأداة المالية الأكثر استخدامًا في عام ٢٠٢٣، بقيمة ١٣,٦ مليار دولار أمريكي (٦٣٪ من الإجمالي)، تليها القروض الميسرة بقيمة ٤ مليارات دولار أمريكي (١٨,٨٪). في الوقت نفسه، انخفضت المنح إلى ٢,١ مليار دولار أمريكي (بانخفاض قدره ٣٩٪ عن عام ٢٠٢٢)، لتشكل ٩,٨٪ فقط من التدفقات في عام ٢٠٢٣ مقارنة بنسبة ٢٠,٥٪ في عام ٢٠٢٢. وانخفض تمويل الأسهم إلى ٨٠٧ ملايين دولار أمريكي في عام ٢٠٢٣، وهو ما يمثل ٣,٧٪ فقط من التدفقات.

الشكل (٧): تدفقات المالية العامة الدولية إلى الدول النامية لدعم الطاقة النظيفة سنويًا (٢٠٠٠-٢٠٢٣)



تجدر الإشارة إلى أن في عام ٢٠٢٣، ازداد توجه تدفقات البنوك مُتعددة الأطراف نحو مصادر الطاقة المتجددة؛ فعلى سبيل المثال، كان البنك الدولي للإنشاء والتعمير (IBRD)، والمؤسسة الدولية للتنمية (IDA)، ومؤسسة التمويل الدولية (IFC) التابعة لمجموعة البنك الدولي، أكبر ثلاثة مُقدّمين للتدفقات، حيث بلغ مجموعها ٨,٧٤ مليارات دولار أمريكية، بزيادة قدرها ٢,٥ ضعف عن عام ٢٠٢٢، كما ظلت دولة الصين المانح الأكبر للتدفقات المالية.

١. توزيع التدفقات المالية للدول النامية وفقًا لنوع تكنولوجيا الطاقة المتجددة:

تتوجه غالبية التدفقات نحو الطاقة الشمسية بنسبة ٤٤٪، وهي أعلى نسبة لها على الإطلاق في عام واحد، حيث بلغت قيمة التدفقات نحو ٩,٤٤ مليارات دولار أمريكية. وكان أكبر مشروع لمنشأة لتصنيع خلايا ووحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الهند، بقيمة ٤١٠ ملايين دولار أمريكية.

فضلًا عن ذلك، اتجهت نسبة ١١,٣٪ من التدفقات إلى طاقة الرياح، وهو ما يعادل ٢,٤ مليار دولار أمريكي، حيث تضمنت مشاريع طاقة الرياح البحرية واسعة النطاق الممولة من دولة اليابان بشرق آسيا، والتي تجاوزت قيمتها ٩٠٠ مليون دولار أمريكي، بالإضافة إلى مشروع آخر بقيمة ٣٤٩ مليون دولار أمريكي موّله البنك الدولي للإنشاء والتعمير والمؤسسة الدولية للتنمية في الهند. أما بالنسبة لمشاريع الطاقة الكهرومائية، فقد شَكلت ١٠,٧٪ من التدفقات، وهو ما يعادل ٢,٣ مليار دولار أمريكي – في عام ٢٠٢٣.

تم توجيه أكثر من ثلث التدفقات (٣٣٪) إلى مشروعات تدعم مصادر طاقة متجددة متعددة أو غير محددة. وقد ارتفعت حصة هذه الفئة من التدفقات، لأنها تشمل الالتزامات المالية للمشروعات التي لا تحدد تقنية معينة بوضوح. وعادةً ما تستهدف هذه المشروعات مجموعة واسعة من تقنيات الطاقة المتجددة دون تقديم تفصيل مالي خاص بكل تقنية على حدة. وقد تشمل هذه المشروعات مبادرات كبيرة تجمع بين عدة تقنيات للطاقة المتجددة، مثل **برامج الكهربة و/أو كفاءة الطاقة، وتطوير شبكات النقل والتوزيع، وإنشاء مصانع للمركبات الكهربائية.** كما قد تكون على نطاق أصغر، مثل **برامج الدعم الفني متعددة التقنيات، والأدوات المالية متعددة الأغراض مثل السندات الخضراء وصناديق الاستثمار، التي تُستخدم عائداتها في دعم تقنيات متعددة.**

ولكن، بالرغم من هيمنة مصادر الطاقة المتجددة على التدفقات العامة الدولية، مُحققةً زيادة قدرها ٨٤٪ في عام ٢٠٢٣، فلا تزال التدفقات نحو مصادر الطاقة غير المتجددة في ازدياد، حيث ارتفعت إلى ٤ مليارات دولار أمريكية في عام ٢٠٢٣، مقارنةً بأدنى مستوى لها عند ١,٧ مليار دولار أمريكي في عام.

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

٢. توزيع التدفقات المالية للدول النامية وفقًا للمناطق الجغرافية بالعالم:

- ومن ناحية أخرى، حققت منطقتا آسيا الوسطى وجنوب آسيا، بالإضافة إلى أمريكا الشمالية وأوروبا، أرقام قياسية من التدفقات المالية بين عامي ٢٠٢٢ و٢٠٢٣. توجهت حوالي ٨٩٪ التدفقات المالية بمنطقة آسيا الوسطى وجنوب آسيا إلى بلدين فقط: الهند (٥٧,٣٪) وأوزبكستان (٣٢٪)، حيث كان بنك التنمية الآسيوي والبنك الدولي للإنشاء والتعمير أكبر مُقدِّمي التمويل كما قدمت المملكة العربية السعودية أول التزام لها على الإطلاق تجاه المنطقة بتمويل محطتين للطاقة الكهرومائية في باكستان وطاجيكستان بقروض ميسرة.

- أما بالنسبة لمنطقة أمريكا الشمالية وأوروبا، فتَخطت المنطقة حاجز المليار دولار لأول مرة مُنذ عام ٢٠٠٠، حيث توجه حوالي ٨٠٪ من التدفقات إلى صربيا ومقدونيا الشمالية، إلى جانب أوكرانيا ومونتينيجرو. وكان البنك الأوروبي للإنشاء والتعمير (EBRD) المصدر الرئيسي لتلك التدفقات، حيث قدم في المقام الأول قروضًا قياسية لدعم المرافق المملوكة للدولة في مشاريع البناء الجديدة، بالإضافة إلى دعم السيولة لمشاريع الطاقة المتجددة القائمة. وشكلت المنح ما يقرب من ٢٣٪ من التمويل المقدم للمنطقة، وذهب ثلاثة أرباع هذا التمويل إلى أوكرانيا، وذلك بشكل رئيسي لحلول الطاقة المتجددة اللامركزية للبنية التحتية الاجتماعية والعامة.

- إلى جانب ذلك، سجلت ثلاث مناطق رئيسية، جنوب الصحراء بقارة إفريقيا، وغرب آسيا وشمال إفريقيا، وشرق آسيا وجنوب شرق آسيا، زيادات ملحوظة في تدفقات التمويل الموجهة لمشاريع الطاقة المتجددة خلال عام ٢٠٢٣. ففي جنوب الصحراء، ارتفعت التدفقات بنسبة ١٨٪ مقارنة بعام ٢٠٢٢، لتصل إلى ٥,٦ مليارات دولار أمريكي، وجاءت معظم هذه التدفقات من مؤسسات دولية كبرى، أبرزها مجموعة البنك الدولي، ودولة ألمانيا، والاتحاد الأوروبي، كما تُعد المنطقة أكبر مستفيد من المنح على مستوى العالم من حيث القيمة المطلقة.

- وبالنسبة لغرب آسيا وشمال إفريقيا، شهدت التدفقات نموًا بنسبة ٣٢٪ خلال نفس الفترة، لتبلغ ٢,٧ مليار دولار أمريكي، حيث خُصصت معظم الالتزامات لمشاريع الطاقة الشمسية (٤٠٪) وطاقة الرياح (١٧٪)، بينما وُجهت نسبة ٣٩٪ لمشروعات متعددة أو أخرى للطاقة المتجددة. **وتصدرت تركيا قائمة الدول المستفيدة، مستحوذة على أكثر من نصف التمويل، تليها تونس والمغرب ومصر، لتشكل هذه الدول الأربع مجتمعة نحو ٨٤٪ من إجمالي التمويل للمنطقة.** وكان من أبرز الجهات الممولة البنك الدولي للإنشاء والتعمير (IBRD) والبنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD)، اللذان قدما التزامات قياسية بلغت ٩٦٧ مليون دولار و٥٨٦ مليون دولار على التوالي.

- وبالنسبة لشرق آسيا وجنوب شرق آسيا، فقد ارتفعت التدفقات بنسبة ٢٩٪ خلال عام ٢٠٢٣، ويرجع ذلك بشكل رئيس إلى قفزة كبيرة في الاستثمارات الموجهة لمشاريع طاقة الرياح، حيث تضاعف التمويل لهذا القطاع بنحو ست مرات، ما يعكس تنامي الزخم نحو التحول إلى مصادر طاقة أنظف وأكثر استدامة في المنطقة. ويجدر الإشارة أن التدفقات المالية العامة متركزة في عدد صغير نسبيًا من الدول، حيث مثلت ٢٩ دولة حوالي ٨٠٪ من التدفق في عام ٢٠٢٣.

توقعات التقرير فيما يتعلق بالتدفقات التمويلية للدول النامية:

وفقًا لسيناريو ١,٥ درجة مئوية للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، يتطلب تحقيق أهداف القدرة المتجددة وكفاءة الطاقة الواردة في توافق الإمارات استثمارات تراكمية تصل إلى ٣١,٥ تريليون دولار بحلول عام ٢٠٣٠، تشمل الطاقة المتجددة والشبكات وتدابير المرونة وكفاءة الطاقة والحفاظ عليها.

في عام ٢٠٢٣، بلغت الاستثمارات السنوية في قدرات الطاقة المتجددة مستوى قياسيًا قدره ٥٧٠ مليار دولار، لكنها تبقى بعيدة عن المتوسط المطلوب البالغ١,٥ تريليون دولار سنويًا خلال ٢٠٢٤-٢٠٣٠. وتشير تقديرات IRENA إلى أن الاستثمارات في الطاقة الشمسية الكهروضوئية تسير بالاتجاه الصحيح لتحقيق هدف تثليث القدرة العالمية للطاقة المتجددة، في حين لا تزال الاستثمارات في تقنيات أخرى مثل الرياح والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية والطاقة الشمسية المركزة والطاقة الحرارية الجوفية أقل من المطلوب. كما أن الاستثمارات في شبكات الكهرباء وتدابير المرونة (خصوصًا تخزين الطاقة) تظل حاجة ملحّة، حيث يُقدّر متوسطها المطلوب بنحو٧١٧ مليار دولار سنويًا بين ٢٠٢٤ و٢٠٣٠، أي ما يقارب ضعف استثمارات ٢٠٢٣.

أما على صعيد كفاءة الطاقة، فإن مضاعفتها تتطلب رفع الاستثمارات الحالية (٣٢٣ مليار دولار في ٢٠٢٣) إلى نحو سبعة أضعاف، أي ما يعادل ٢,٢ تريليون دولار سنويًا عبر قطاعات المباني والنقل والصناعة خلال الفترة ٢٠٢٤-٢٠٣٠.

سادسًا: التقدم المحرز في قطاع الطاقة في مصر

تجدر الإشارة إلى أن التقرير لم يذكر التقدم المحرز في مصر فيما يتعلق بالهدف السابع خلال تقييماته وتوقعاته المستقبلية على وجه التحديد، وبناءً على ذلك، نستعرض فيما يلي البيانات الواردة في الموقع الرسمي للتقرير حول التقدم القطري المحرز في تحقيق الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة في مصر، على النحو التالي:

- **الكهرباء مُتاحة لـ ١٠٠٪ من السكان في مصر في عام ٢٠٢٣، كما كان الوقود النظيف للطهي مُتاحًا لـ ١٠٠٪ من السكان في عام ٢٠٢٣**، مما يشير أن مصر قد نجحت بالفعل في تحقيق تلك الأهداف وذلك قبل عام ٢٠٣٠.

- في عام ٢٠٢٢، شَكلت الطاقة المُتجددة **حوالي ٦٪ من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة** وكانت تلك النسبة أقل من المتوسط العالمي البالغ ١٧,٩٪ في نفس العام، ومن ناحية أخرى، كانت **القدرة المركبة لتوليد الطاقة المتجددة للفرد الواحد في مصر ٥٨,٦ واط للفرد فقط في عام ٢٠٢٣**، وهو ما يقل بكثير عن المتوسط العالمي البالغ ٤٧٨ واط للفرد، مما يشير أن هنالك حاجة إلى المزيد من العمل في هذا المجال.

- وبالنسبة لكثافة الطاقة، وهي المؤشر المستخدم لقياس التقدم نحو الهدف المعني بتحسين كفاءة الطاقة، **فقد كانت تعادل ٢,٣ ميجا جول لكل دولار أمريكي (تعادل القوة الشرائية)** في عام ٢٠٢١، وهي نسبة تتفوق على المتوسط العالمي البالغ ٣,٩ ميجا جول لكل دولار أمريكي تقريبًا (كلما قلت نسبة كثافة الطاقة كلما تحسنت كفاءة الطاقة)، مما يشير إلى أن مصر أكثر كفاءة في استخدام الطاقة من المتوسط العالمي، أي أنها تستخدم كمية أقل من الطاقة لإنتاج نفس الناتج الاقتصادي.

- وأخيرًا، حصلت مصر على **٢٣٤ مليون دولار** تدفقات مالية دولية لتمويل المشروعات في مجال الطاقة النظيفة من إجمالي التدفقات المالية العالمية التي بلغت ٢١,٦ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٣.

وإضافة إلى ما ذكر في موقع التقرير، نفيد أن الحكومة المصرية تتبع نهجًا مصحوبًا بخطوات واضحة حيال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وتعزيز التحول نحو الطاقة المتجددة بقطاع الطاقة في ضوء الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة، إذ تستهدف مصر بحلول عام ٢٠٣٠ أن تمثل مصادر الطاقة المتجددة نحو ٤٢٪ من مزيج الطاقة الكهربائية المولدة في مصر، مما يتطلب تكثيفًا ممتدًا للجهود لتوسيع وتحديث شبكات النقل والتوزيع، إلى جانب الاستثمار في التقنيات الرقمية والبنية التحتية لتخزين الطاقة. وفي هذا الإطار، تم تبنّي سياسة تهدف إلى تنويع مزيج الطاقة وتعزيز كفاءتها والتي يتم تنفيذها من خلال مجموعة من الإجراءات والمشاريع من أجل تحقيق تلك الأهداف الطموحة.

إذ أعلنت وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، عن تنفيذ **٢١ مبادرة** لتوليد قدرات كبيرة من الطاقة المتجددة باستخدام أحدث التقنيات. تشمل هذه المبادرات محطات كهرومائية (مثل السد العالي وخزان أسوان وإسنا ونجع حمادي وأسيوط)، ومشروعات واسعة لطاقة الرياح والطاقة الشمسية، أبرزها **مجمع بنبان للطاقة الشمسية** (١,٤٦٥ ميجاوات)، ومزارع رياح **جبل الزيت** (٥٨٠ ميجاوات)، و**رأس غارب** (٢٦٢ ميجاوات). كما يجري تنفيذ مشروعات أخرى في كوم أمبو، الزعفرانة، غرب بكر، وخليج السويس، إلى جانب مشروعات مستقلة مثل محطة كوم أمبو التابعة لشركة "أكوا باور" ومزرعة "أمونت ١".

وتتضمن الخطة مشروعات توسعية وشراكات دولية، منها مزرعة رياح بحرية في البحر الأحمر، ومحطات شمسية جديدة بقدرات تصل إلى ١,٠٠٠ ميجاوات، إضافة إلى أنظمة لتخزين الطاقة بالبطاريات. وتنفذ هذه المشروعات بالتعاون مع شركات أوروبية وخليجية وآسيوية، بما يعزز مكانة مصر كمركز إقليمي للطاقة المتجددة في إطار الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة.

هذا بالإضافة إلى مشروع محطة الضبعة النووية والمقرر الانتهاء منه بحلول عام ٢٠٣٠، على مسافة ٢٥٠ كيلومترًا إلى الغرب من مدينة الإسكندرية وتهدف المحطة إلى تغطية حوالي ٣٪ من إجمالي إنتاج الطاقة المتوقع، وتتكون من أربع وحدات من مفاعلات الماء المضغوط PWR من الطراز الروسي، والمشروع هو شراكة دولية بين هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء (NPPA) بصفتها مُشغل المشروع ومؤسسة روساتوم (ROSATOM) والشركات التابعة لها.

كما أطلقت الحكومة **الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين منخفض الكربون** ضمن الخطط الوطنية للتحول نحو اقتصاد منخفض الانبعاثات وتعزيز الاستدامة البيئية، وذلك من خلال التوسع في استخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة وتقليل انبعاثات الكربون.

تشير الإجراءات المذكورة أعلاه أن مصر تتبع خطوات جدية من أجل تعزيز التقدم نحو الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة، وبما يتماشى مع الأولويات الوطنية والالتزامات المناخية العالمية. وقد حققت مصر نتائج ملموسة في توسيع قدرات توليد الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، وإقامة شراكات مؤثرة بين القطاعين العام والخاص، هذا وبالإضافة إلى تحقيقها الوصول الشامل للكهرباء والطاقة النظيفة للطهي لجميع السكان. وتمثل هذه الإنجازات خطوة مهمة نحو ضمان الوصول الشامل إلى طاقة حديثة، موثوقة، مستدامة، وبتكلفة ميسورة، بما يتماشى مع الأولويات الوطنية والالتزامات المناخية العالمية.

سابعًا: توصيات التقرير

إجمالا أوصى التقرير وفقًا لما ورد من متابعة تنفيذ دول العالم للهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة بالآتي:

- تعزيز إتاحة حلول الطاقة النظيفة ميسورة التكلفة للجميع، وخصوصًا للأسر ذات الدخل المحدود، من خلال تقديم الدعم المالي المباشر، مثل الإعانات والمنح، وتوفير برامج تمويل ميسّرة مما يستهدف ضمان إدراج جميع الفئات في التحول الطاقي وتحقيق العدالة في الوصول إلى الطاقة النظيفة، مع مراعاة احتياجات الفئات السكانية الضعيفة على وجه الخصوص ودمجهم في عملية صنع القرار.

- من الضروري تعزيز التعاون العالمي وتوسيع نطاق التمويل. ويمكن الاستفادة من مبادرات التمويل الدولي للمناخ، مثل أسواق الكربون والمساعدات التنموية، لتوسيع نطاق مبادرات الطاقة النظيفة، مع إدراك فوائدها بعيدة المدى على الصحة والمساواة بين الجنسين والإنصاف والتخفيف من آثار تغير المناخ. بما في ذلك في مجال تبادل التكنولوجيا والمعرفة، وبناء القدرات، والحصول على التمويل الكافي لتمكين الوصول العادل إلى الطاقة والقدرة على التخلص من دوامة الفقر والاستغلال التي تعيق التنمية الاقتصادية.

- يتعين على التمويل العام الدولي أن يتخطى اعتبارات القابلية المصرفية الضيقة ليتضمن تأثير بعض المشاريع عالية المخاطر في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. حيث إن التركيز الضيق للغاية على القابلية المصرفية والربحية في نشر الطاقة المتجددة يُخاطر بإهمال العديد من المجتمعات المهمشة وبالأخص في البلدان الأقل نموًا.

- وضع سياسات متكاملة لدعم الهدف الثامن من أهداف التنمية المستدامة، والذي يسعى إلى "تعزيز النمو الاقتصادي المستدام والشامل للجميع، والعمالة الكاملة والمنتجة، وتوفير العمل اللائق للجميع" في نفس الإطار مع الهدف السابع. وعليه، يتطلب الأمر إيلاء اهتمام مستمر لضمان توفير فرص عمل لائقة، إعطاء الأولوية لتنمية القوى العاملة الشاملة وسياسات الانتقال العادل، وتعميم المساواة بين الجنسين في جميع عمليات صنع سياسات الطاقة الدولية والوطنية والمحلية.

- ينبغي للدول ذات الدخل المرتفع، بالإضافة إلى دعم الجهود العالمية، أن تعطي الأولوية أيضًا لتحولاتها نحو الطاقة المنزلية المستدامة، عن طريق التخلص التدريجي من أنظمة الطهي والتدفئة القائمة على الوقود الأحفوري من خلال الكهربة، وكفاءة الطاقة، والحلول القائمة على مصادر الطاقة المتجددة التي تتوافق مع أهداف صافي الانبعاثات الصفرية.

- تعزيز الوعي المجتمعي عبر القطاع الصحي، حيث إنه يمكن أن يلعب دورًا محوريًا في تعزيز هذا التحول، إذ تُعد الطاقة المنزلية النظيفة تدخّلًا صحيًا بقدر ما هي حلٌّ في مجال الطاقة. لذا، يجب تمكين وزارات الصحة والعاملين في المجال الصحي، بمن فيهم المتخصصون في الصحة العامة والسريرية، من التعرف على مخاطر تلوث الهواء داخل المنازل والتوعية بها، و"وصف" حلول الطاقة المنزلية النظيفة كخيار وقائي وعلاجي. ومن خلال تحديد وترويج السياسات والتدخلات الفعالة على مستوى المجتمعات المحلية، يستطيع قطاع الصحة أن يساهم في رفع مستوى الوعي العام وتعزيز الطلب على هواء نظيف في المنازل وحلول طاقة صحية وآمنة.

- تعزيز آليات التتبع والرصد، وتطوير بيانات جغرافية مكانية دقيقة، بما يمكّن استهداف المجتمعات الأكثر احتياجًا بشكل أكثر فعالية. فضلًا عن استغلال الحلول الرقمية، بما في ذلك التطورات في مجال الذكاء الاصطناعي، فرصًا جديدة لكيفية إنتاج الطاقة المستدامة واستهلاكها وتمويلها.

وختاما، لا يزال هناك حاجة إلى المزيد من الجهود من أجل تسريع وتيرة التغيير لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة النظيفة، مع مواجهة تحديات تغير المناخ، فتحقيق الهدف السابع يتعلق بضمان رفاهيتنا الجماعية، وحماية صحة كوكبنا، وبناء أنظمة طاقة مرنة قادرة على خدمة الأجيال القادمة. ومن خلال الاستفادة من الزخم العالمي الحالي، يمكن للحكومة المصرية حشد المزيد من الاستثمارات، وتعزيز الابتكار والتبادل التكنولوجي خاصةً مع الدول النامية صاحبة التجارب الناجحة في التحول الطاقي نحو الطاقة المتجددة مثل الهند والصين، وضمان تقاسم فوائد التحول في مجال الطاقة بشكل عادل، مما يضمن وصولها إلى التغيير الجذري والتحول الشامل نحو الطاقة النظيفة والمتجددة.

٣. مراجعة تقرير التحديث المناخي العالمي السنوي إلى العقدي للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ٢٠٢٥-٢٠٢٩

WMO Global Annual to Decadal Climate Update 2025-2029 Review

بقلم :

د. نيرمين محمود

خبيرة بإدارة دراسات مخاطر تغير المناخ

مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

- مقدمة.
- الرسائل الرئيسة للتقرير.
- منهجية التقرير.
- أولًا: المناخ في خلال الفترة (٢٠٢٠-٢٠٢٤).
- ثانيًا: توقعات مؤشر المناخ العالمي (٢٠٢٥-٢٠٢٩).
- ثالثًا: التوقعات الإقليمية لعام ٢٠٢٥.
- رابعًا: التوقعات الإقليمية خلال السنوات الخمس (٢٠٢٥-٢٠٢٩).
- خامسًا: مؤشرات التوقعات الإقليمية.
- سادسًا: التوصيات.

مقدمة:

يُعد تقرير "التحديث المناخي العالمي السنوي إلى العقدي ٢٠٢٥-٢٠٢٩" الصادر عن المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) في ٢٨ مايو ٢٠٢٥ أداة أساسية لتقييم التوجهات المناخية وفهم احتمالات التغيرات المناخية في السنوات القادمة. حيث يقدم تحليلًا شاملًا للتنبؤات المناخية، ويصدر التقرير سنويًا ليغطي توقعات تمتد من عام واحد (قصيرة الأجل) إلى ٥-١٠ سنوات (متوسطة إلى طويلة الأجل). بالاعتماد على مراكز الإنتاج العالمية (مؤسسات بحثية ومراكز أرصاد متخصصة تنتج التنبؤات الرسمية المعتمدة للتقرير)، ومراكز المساهمة (مؤسسات بحثية تشارك ببيانات أو نماذج تعزز دقة التنبؤات وتزيد من موثوقية النتائج)، كما يساعد التقرير في دعم صناع القرار والهيئات الوطنية والإقليمية في التخطيط للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره. بما يسهم في تعزيز الجاهزية العالمية لمواجهة التحديات المناخية، ودعم وضع السياسات والخطط المبنية على الأدلة العلمية، بما يتوافق مع أهداف اتفاق باريس.

يعتمد التقرير على مجموعة كبيرة من النماذج المناخية، ويستعرض أحدث التوقعات لمتوسط درجات الحرارة العالمية، وأنماط هطول الأمطار والضغط الجوي، وحالة المحيطات والجليد البحري، بالإضافة إلى الظواهر المناخية الكبرى مثل ظاهرة النينيو/النينيا والتذبذبات المناخية الإقليمية. وتكشف بيانات التقرير أن الفترة (٢٠٢٥-٢٠٢٩) ستشهد على الأرجح استمرار درجات الحرارة العالمية عند مستويات قياسية أو قريبة منها، مع احتمالية عالية لتجاوز حد ١,٥°م فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي خلال عام واحد على الأقل في الفترة (٢٠٢٥-٢٠٢٩).

الرسائل الرئيسة للتقرير:

١. استمرار درجات الحرارة العالمية عند مستويات قياسية: من المرجح أن يتراوح متوسط درجة الحرارة السنوي خلال الفترة ٢٠٢٥-٢٠٢٩ بين ١,٢°م و١,٩°م فوق متوسط (١٨٥٠-١٩٠٠).

٢. احتمال كبير لتجاوز حد ١,٥°م: هناك احتمال بنسبة ٨٦٪ تجاوز درجة الحرارة العالمية حد ١,٥°م في سنة واحدة على الأقل، واحتمال بنسبة ٧٠٪ لتجاوز المتوسط الخماسي (٢٠٢٥-٢٠٢٩) لهذا الحد.

٣. احتمال تسجيل عام واحد على الأقل حرارة أكثر من أي وقت مضى: هناك احتمال بنسبة ٨٠٪ لأن تكون سنة واحدة على الأقل بين (٢٠٢٥ و٢٠٢٩) أكثر حرارة من السنة الأشد حرارة حاليًا وهي (٢٠٢٤)، ويوجد احتمال يصل إلى ١٪ لتجاوز درجة الحرارة حد ٢°م في سنة واحدة خلال نفس الفترة.

٤. الاحترار طويل الأمد لا يزال دون ١,٥°م: المتوسط العقدي للاحترار ما زال أقل من حد ١,٥°م، رغم الارتفاع المؤقت المحتمل.

٥. توقعات منطقة النينيو٣,٤ (وهي عبارة عن شريط من المحيط الهادي تتأثر درجة حرارة سطح البحر فيه بشكل مباشر بالتغيرات المناخية العالمية مثل الأمطار الموسمية، الأعاصير، والجفاف): وتشير النماذج إلى غياب هيمنة النينيو أو النينيا.

٦. تسارع الاحترار في القطب الشمالي: يُتوقع أن يكون متوسط الزيادة الحرارية في شتاء القطب الشمالي (نوفمبر-مارس) خلال السنوات الخمس المقبلة ٢,٤°م، أي أكثر من ثلاثة أضعاف ونصف متوسط درجة الحرارة العالمية.

٧. انخفاض الجليد البحري في القطب الشمالي: يتوقع استمرار الانخفاض في تركيز الجليد البحري في بحار بارنتس وبيرنج وبحر أوخوتسك (Barents Sea. Bering Sea. and Sea of Okhotsk).

٨. أنماط هطول الأمطار: تشير أنماط هطول الأمطار المتوقعة للفترة من مايو إلى سبتمبر ٢٠٢٥-٢٠٢٩، مقارنةً بمتوسط الفترة ١٩٩١-٢٠٢٠، إلى رطوبة أعلى من المعدل الطبيعي في منطقة الساحل وشمال أوروبا وألاسكا وشمال سيبيريا، وظروف جفاف أشد من المعدل الطبيعي لهذا الموسم في منطقة الأمازون، فقد شهدت منطقة جنوب آسيا خلال السنوات الأخيرة باستثناء عام ٢٠٢٣ رطوبة غير طبيعية، وتشير التوقعات إلى استمرار هذا الوضع خلال الفترة ٢٠٢٥-٢٠٢٩. وقد لا ينطبق هذا على جميع الفصول في هذه الفترة.

يشتمل التقرير على خمسة أقسام رئيسية؛ يعرض **القسم الأول** المناخ خلال الفترة ٢٠٢٠-٢٠٢٤ لتوفير الأساس العلمي لفهم التوجهات الراهنة، بينما يتناول **القسم الثاني** توقعات مؤشر المناخ العالمي للفترة ٢٠٢٥-٢٠٢٩، موضحًا الاتجاهات المستقبلية لدرجات الحرارة والظواهر المناخية الكبرى. ويقدم **القسم الثالث** التوقعات الإقليمية لعام ٢٠٢٥، متبوعًا **بالقسم الرابع** الذي يركز على التوقعات الإقليمية الممتدة للسنوات الخمس المقبلة (٢٠٢٥-٢٠٢٩) مع إبراز الفروق الموسمية والإقليمية. أما **القسم الخامس** فيعرض مؤشرات التوقعات الإقليمية التي تهدف إلى دعم المراكز والمنتديات المناخية الإقليمية في تفسير التوقعات العالمية وتحويلها إلى معلومات عملية قابلة للتطبيق محليًا .ويختتم التقرير بمجموعة من التوصيات.

منهجية إعداد التقرير:

تقوم منهجية التقرير على دمج نماذج مناخية متعددة، تبدأ من الأوضاع المناخية الراهنة، كما تستخدم أساليب إحصائية دقيقة للتحقق من دقة التوقعات، مع دمج عدة مؤشرات مناخية عالمية وإقليمية لبناء صورة شاملة موثوقة لتطورات المناخ خلال السنوات القادمة، وتتضمن منهجية إعداده الخطوات التالية:

١- استخدام البيانات التاريخية في التوقعات المستقبلية للتنبؤ:

تستند التنبؤات إلى النماذج المناخية الصادرة عن مراكز الإنتاج العالمية المعتمدة لدى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) والمراكز المساهمة الأخرى، بحيث يتم دمج نتائج ٢٢٠ نموذجًا من ١٤ مؤسسة مختلفة لتحقيق التوقعات، من بينها أربعة مراكز إنتاج رئيسة هي:

- مركز الحوسبة الفائقة في برشلونة (BSC).
- المركز الكندي لنمذجة وتحليل المناخ .(CCCma)
- هيئة الأرصاد الجوية الألمانية (DWD).
- مكتب الأرصاد البريطاني .(Met Office)

٢- التقييم باستخدام التنبؤات السابقة:

تبدأ عمليات التنبؤ المناخي من ١ نوفمبر ٢٠٢٤ أو ١ يناير ٢٠٢٥ (بحسب النظام المستخدم في كل مركز تنبؤ)، حيث تُهيأ النماذج المناخية بناءً على الحالة الراهنة للمناخ، ولحساب الانحرافات الحرارية تستخدم بيانات عن الفترة التاريخية ١٨٥٠-١٩٠٠ فترة ما قبل الثورة الصناعية، باعتبارها المرجع الذي تُقاس عليه مستويات الاحترار العالمي (وهو نفس المعيار الذي اعتمدته اتفاقية باريس)، وتضاف الفروق المناخية المقاسة بالنسبة إلى الفترة المرجعية الحديثة ١٩٩١-٢٠٢٠، لأنها تمثل المناخ "الحديث" المتاح بأعلى جودة من البيانات، ولتقييم مهارة ودقة النماذج تجرى تنبؤات استرجاعية تمتد من ١٩٦٠ إلى ٢٠١٨، هذه التنبؤات تشغل كما لو كنا في تلك السنوات الماضية، ثم تقارن نتائجها بالبيانات المناخية المرصودة فعليًا، وإذا استطاعت النماذج استرجاع أنماط المناخ السابقة بدقة، فهذا يعني أن لديها قدرة أكبر على التنبؤ بالمستقبل. كما يتضمن التقرير طريقة استخدام نتائج التنبؤ كإرشادات لمراكز الأرصاد الإقليمية والوطنية، مع التنويه بأن هذه التنبؤات تمثل الاحتمالات المرجحة إحصائيًا وليست توقعات رسمية مطلقة.

٣- استخدام مؤشرات مناخية متعددة لتقدير مستويات الاحترار العالمي الحالية:

تتضمن التنبؤات تحليل مؤشرات مناخية عديدة مثل: متوسط درجة حرارة السطح، التغيرات الأطلسية طويلة الأمد (AMV)، مؤشر النينيو ٣,٤، وتذبذبات القطبين الشمالي والجنوبي، إلى جانب أنماط هطول الأمطار والضغط الجوي. ويتم عرض النتائج مع مستوى الثقة الإحصائية (٩٠٪) لتوضيح حدود عدم اليقين.

٤- التقييم والتحقق:

تُقارن التنبؤات مع البيانات المرصودة لتحديد معامل الارتباط (Correlation Skill) الذي يعكس مدى توافق التنبؤات مع الواقع، ومؤشر مهارة التنبؤ (MSSS)، الذي يعكس جودة التنبؤ (مرسومة في شكل دوائر كلما زادت درجة تظليلها دلت على موثوقية النتائج التي تم التوصل إليها).

وتستخدم الخرائط المكانية ومؤشرات التوزيع لتحديد المناطق التي تحقق فيها النماذج مستوى مهارة منخفضة أو متوسطة أو مرتفعة، بما يسمح بتقدير مستوى الثقة بالنتائج.

٥- تضمين الاعتبارات الخاصة:

- يتم إصدار تحديثات جديدة للتوقعات عند وقوع الكوارث مثل ثورات البراكين التي يمكن أن تغير السيناريوهات المناخية.

-وعلى الصعيد السياسي، يدمج التقرير في منهجيته أطر العمل الدولية، وفي مقدمتها اتفاق باريس للمناخ، حيث يتم تحليل احتمالات تجاوز حد ١,٥°م على المدى القصير والمتوسط، وقياس مدى توافق السيناريوهات المناخية المتوقعة مع الالتزامات الدولية لخفض الانبعاثات، مما يعزز القيمة الاستراتيجية للتقرير في دعم قرارات التخفيف والتكيف على المستويين الوطني والعالمي.

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

أولًا: المناخ خلال الفترة (٢٠٢٠-٢٠٢٤)

يمثل هذا الجزء من التقرير الأساس العلمي لفهم التوقعات المستقبلية، حيث يقدم تحليلًا شاملًا للأحداث المناخية الفعلية التي حدثت خلال ٢٠٢٠-٢٠٢٤، مما يوفر السياق الضروري لتفسير التنبؤات اللاحقة:

١- درجات الحرارة:

* حطم عام ٢٠٢٤ جميع الأرقام القياسية المناخية ليصبح أدفأ عام في السجل التاريخي لدرجات الحرارة العالمية حيث بلغت درجة حرارة الأرض ١,٥٥°م ± ٠,١٣°م فوق خط الأساس فترة ما قبل الثورة الصناعية (١٨٥٠-١٩٠٠)، والأمر الأكثر إثارة للقلق أن العقد الماضي (٢٠١٥-٢٠٢٤) يضم أدفأ ١٠ سنوات مسجلة تاريخيًا، نتيجة ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي إلى أعلى مستوياته منذ ٨٠٠ ألف سنة، مما يؤكد أن ما يتم مشاهدته ليس مجرد تقلبات طبيعية بل تغيرًا جذريًا في النظام المناخي العالمي.

* شمل الاحترار معظم مناطق اليابسة، لا سيما في المناطق المدارية، وأمريكا الشمالية، وشمال إفريقيا، وأوروبا، وأجزاء من آسيا. وعلى الرغم من سيطرة ظاهرة لا نينيا (La Niña) على المناخ لثلاث سنوات متتالية، فقد استمر الاحترار العالمي، الأمر الذي يعكس أن تأثير التغير المناخي طويل الأمد الناجم عن تراكم غازات الاحتباس الحراري يفوق التأثيرات الطبيعية المؤقتة. وكان القطب الشمالي الأكثر تأثرًا، إذ ارتفعت حرارته بمعدلات أسرع من المتوسط العالمي، ما يعزز المخاطر المرتبطة بذوبان الجليد القطبي وتسارع ارتفاع مستوى سطح البحر.

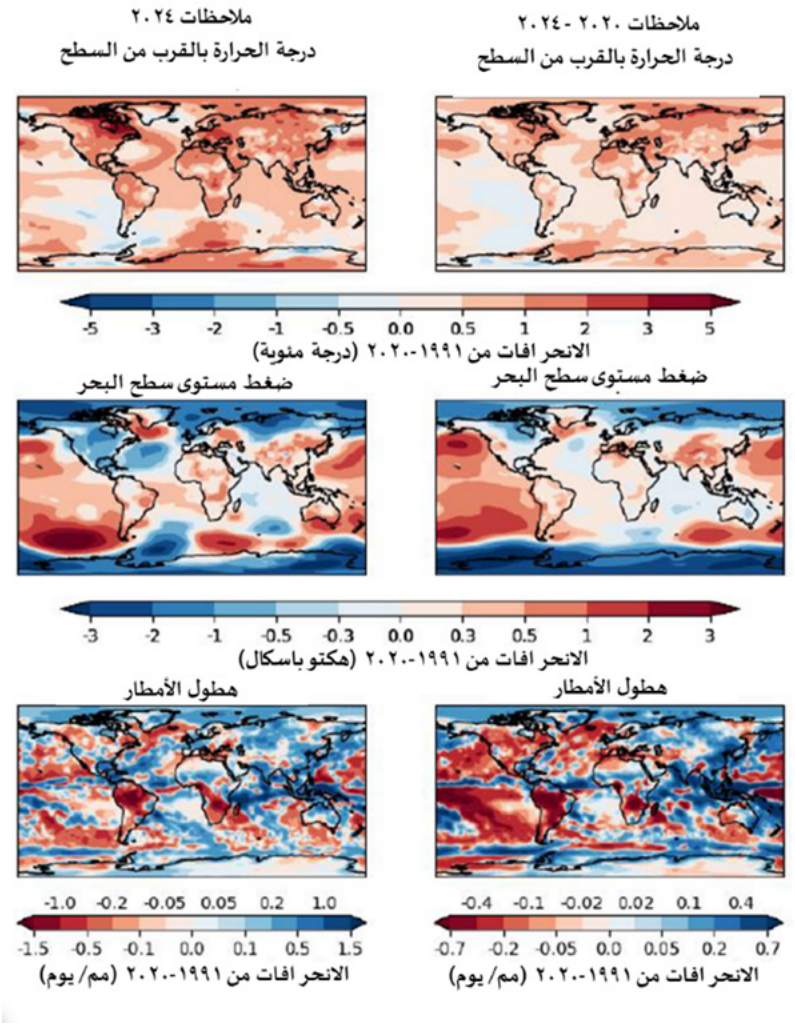
إن استمرار تسجيل أرقام حرارة قياسية يكشف تجاوز العالم حدود الأمان المناخي، ويُلزم الدول بتعزيز خطط خفض الانبعاثات والتكيف مع موجات الحر والجفاف. ويمثل ضغطًا على الجهود الدولية لتحقيق أهداف اتفاق باريس.

٢- الضغط الجوي والأمطار:

* يؤكد التقرير أن الضغط الجوي فوق القارة القطبية الجنوبية شهد انخفاضًا غير مسبوق، وأن المنخفض الألوتياني (Aleutian Low) فوق شمال المحيط الهادي كان ضعيفًا. والمنخفض الألوتياني هو منطقة ضغط جوي منخفض دائمة الوجود تقريبا تقع فوق شمال غرب المحيط الهادي قرب جزر الألوتيان، ويلعب دورًا مهمًا في أنماط الطقس في تلك المنطقة وشمال أمريكا الشمالية.

* وقد شهد عام ٢٠٢٤ ظروف جفاف حادة في وسط وجنوب إفريقيا وأمريكا الجنوبية. وعلى امتداد الفترة ٢٠٢٠-٢٠٢٤، استمرت أنماط الجفاف في جنوب إفريقيا وغرب أستراليا وأجزاء من أمريكا الجنوبية وجنوب أوروبا، في حين سجلت آسيا ومنطقة الساحل الإفريقي ارتفاعات ملحوظة في معدلات هطول الأمطار.

الشكل ١: الأنماط العالمية لدرجة حرارة الهواء السطحي، وضغط مستوى سطح البحر، وانحرافات الهطول المطري خلال العام الماضي (٢٠٢٤) وفترة السنوات الخمس (٢٠٢٠-٢٠٢٤)، وذلك بالمقارنة مع المعدل المناخي المرجعي الأخير (متوسط الفترة ١٩٩١-٢٠٢٠)



Source: WMO Global Annual to Decadal Climate Update 2025-2029.

يوضح الشكل الانحرافات المرصودة في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة القريبة من السطح، والضغط الجوي، وهطول الأمطار مقارنة بالفترة المرجعية فترة ما قبل الثورة الصناعية (١٩٩١-٢٠٢٠)، حيث يظهر العمود الأيسر سنة ٢٠٢٤، بينما يوضح العمود الأيمن متوسط الفترة (٢٠٢٠-٢٠٢٤). كما يبين الشكل أن التغير الحراري في عام ٢٠٢٤ لم يكن متجانسًا عالميًّا؛ إذ سجلت المناطق المدارية وأمريكا الشمالية وشمال إفريقيا وأوروبا وأجزاء من آسيا ارتفاعًا يفوق المتوسط التاريخي، في حين أظهرت مناطق مثل شرق المحيط الهادي المداري وأجزاء من أمريكا الجنوبية وأستراليا والهند قيمًا أقل دفئًا أو قريبة من المعدل الطبيعي. كما كان القطب الشمالي الأسرع في الاحترار.

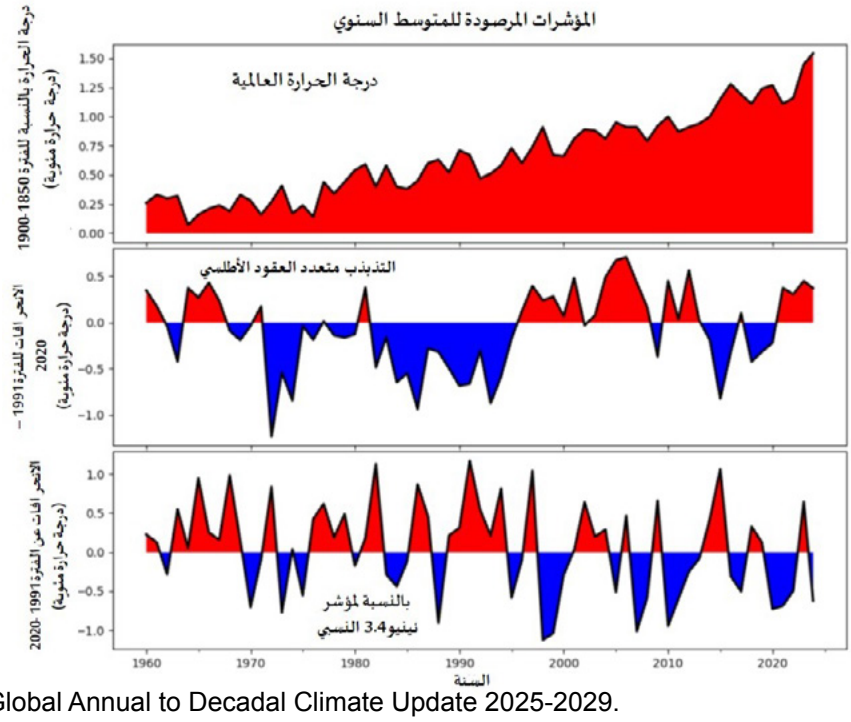
كما يبين الشكل أيضا أن المحيطات شهدت وتيرة أبطأ في الاحترار مقارنة باليابسة، نتيجة لقدرتها الأكبر على تخزين الحرارة، وهو ما يجعل اليابسة أكثر استجابة للتغيرات المناخية. والأهم أن النمط الحراري المرصود في عام ٢٠٢٤ يتطابق بدرجة كبيرة مع متوسط الفترة الخمسية ٢٠٢٠-٢٠٢٤، مما يؤكد أن الاحترار ليس حالة استثنائية مؤقتة، بل اتجاه مستمر ومتسارع.

الاستنتاج:

من خلال المعطيات المرصودة خلال عام ٢٠٢٤ والفترة (٢٠٢٠-٢٠٢٤) نستطيع القول أن أنماط المناخ لم تكن متجانسة عالميًا، حيث برزت مناطق تعاني سخونة وجفافًا ممتدين مقابل مناطق أخرى شهدت رطوبة أعلى من المعدل. ويكشف هذا التوزيع غير المتوازن عن تطرف مناخي متزايد يتوقع أن يؤدي إلى تحديات متنامية تمس الأمنين المائي والغذائي على المستوى العالمي.

٣- الارتباط بين الاحتباس الحراري والظواهر المناخية الكبرى:

الشكل ٢: تطور متوسط درجات الحرارة العالمية والتذبذب متعدد العقود في المحيط الأطلسي(AMV)، ومؤشر النينيو ٣,٤، مقارنة بالفترات المرجعية



Source: WMO Global Annual to Decadal Climate Update 2025-2029.

يعرض الشكل ثلاثة مؤشرات مناخية رئيسة من خلال ثلاث رسومات بيانية رئيسة:

- الجزء الأول الأعلى: يوضح تطور متوسط درجات الحرارة السنوية العالمية بالنسبة لمتوسط الفترة المرجعية فترة ما قبل الثورة الصناعية (١٨٥٠-١٩٠٠). ويلاحظ وجود ارتفاع تدريجي واضح منذ الستينيات وتسارع منحنى الارتفاع مؤخرًا بعد عام ٢٠٠٠ مع تسجيل الذروة عام ٢٠٢٤ بالقرب من ١,٥٥ °C فوق المتوسط المرجعي، مع هامش خطأ ±٠,١٣ °C.

- الجزء الثاني الأوسط: يعرض تطورات مؤشر التغيرات الأطلسية طويلة الأمد (AMV)، وهو مؤشر يقيس دورات احترار وتبريد شمال الأطلسي، ويؤثر في أنماط الطقس في أوروبا وأمريكا الشمالية، ويبين بوضوح أن السنوات الأربع الأخيرة سجلت قيمًا موجبة (دفء شمال الأطلسي).

- الجزء الثالث الأسفل: يوضح مؤشر نينيو ٣,٤ لفصول ديسمبر-فبراير، ويظهر انتقالًا من الظروف النينا (البرودة- قيم سالبة)، النينو (السخونة - قيم موجبة) في بداية ٢٠٢٤، ثم عودة إلى القيم السالبة في ٢٠٢٥.

الاستنتاج:

- هناك ارتفاع مطرد وواضح لدرجات الحرارة العالمية مرتبط بثاني أكسيد الكربون.
- ظاهرة AMV الإيجابية أسهمت في دفء شمال الأطلسي مقارنة ببقية المحيطات خاصة في السنوات الأخيرة.
- التنقل بين ظاهرتي النينيو (الدفء) والنينيا (البرودة) كان له أثر على السنوات الأخيرة، مع عودة سريع للنينيا في ٢٠٢٥ بعد عام نينيو قوي في ٢٠٢٤.

٤- تقييم التوقعات السابقة لعام ٢٠٢٤:

استنادًا إلى ما عرض في القسم الأول حول الأحداث المناخية خلال ٢٠٢٠-٢٠٢٤، يستعرض الجزء التالي مدى صدق وموثوقية التوقعات السابقة لعام ٢٠٢٤ على النحو التالي:

- درجات الحرارة قرب سطح الأرض: كانت التوقعات قريبة من الواقع في معظم المناطق، لكن في بعض المناطق مثل شرق شمال الأطلسي، شرق أوروبا، وأجزاء من إفريقيا، قدرت التوقعات التغير في درجات الحرارة أقل مما حدث بالفعل. أما المناطق التي شهدت انخفاضًا في درجات الحرارة مثل آيسلندا وجنوب جرينلاند وشرق جنوب المحيط الهادي، فقد تم رصدها ضمن نطاق التوقعات. مدى تطابق التوقعات مع الواقع كان جيدًا مقارنة بالمتغيرات الأخرى.
- الضغط فوق سطح البحر: كانت التوقعات متوافقة إلى حد ما مع الواقع، حيث تم تسجيل انخفاض في الضغط فوق القطبين الشمالي والجنوبي، وارتفاع في الضغط فوق معظم مناطق المحيط الهادي والمحيط الجنوبي. لكن التوقعات كانت تقلل من شدة هذه التغيرات، ولم تشمل بعض التغيرات القوية التي حدثت في المحيط الجنوبي.
- هطول الأمطار: أظهرت التوقعات الاتجاهات الصحيحة في العديد من المناطق، مثل زيادة الأمطار في وسط أوروبا وآسيا ومنطقة الساحل في إفريقيا، وانخفاضها في أمريكا الجنوبية وجنوب إفريقيا. ومع ذلك، لم تغطِ التوقعات بالكامل بعض حالات الأمطار الغزيرة في المناطق القطبية الشمالية وبعض حالات الجفاف في منطقة الأمازون.

تظهر التوقعات السابقة لعام ٢٠٢٤ توافقًا مع متوسطات السنوات الماضية حيث استمرت درجات الحرارة بالارتفاع، وخاصة فوق القطب الشمالي وأوراسيا، وبشكل أكبر فوق اليابسة مقارنة بالمحيطات، خاصة في نصف الكرة الشمالي. كما تظهر أنماط الضغط الجوي وهطول الأمطار توافقًا مع التوجهات العامة، إذ رصدت الرطوبة في آسيا والهند وإفريقيا جنوب الصحراء في مقابل جفاف ملحوظ في مناطق مثل جنوب إفريقيا وأمريكا الجنوبية. إلا أن بعض الظواهر مثل الرطوبة في شرق آسيا والجفاف في الأمريكيتين كانت خارج النطاق المتوقع. وسجل عام ٢٠٢٤ كأحد أكثر الأعوام حرارة، مع استمرار ارتفاع حرارة المحيطات ومستوى سطح البحر، مما يعكس تأثيرات التغير المناخي المستمرة.

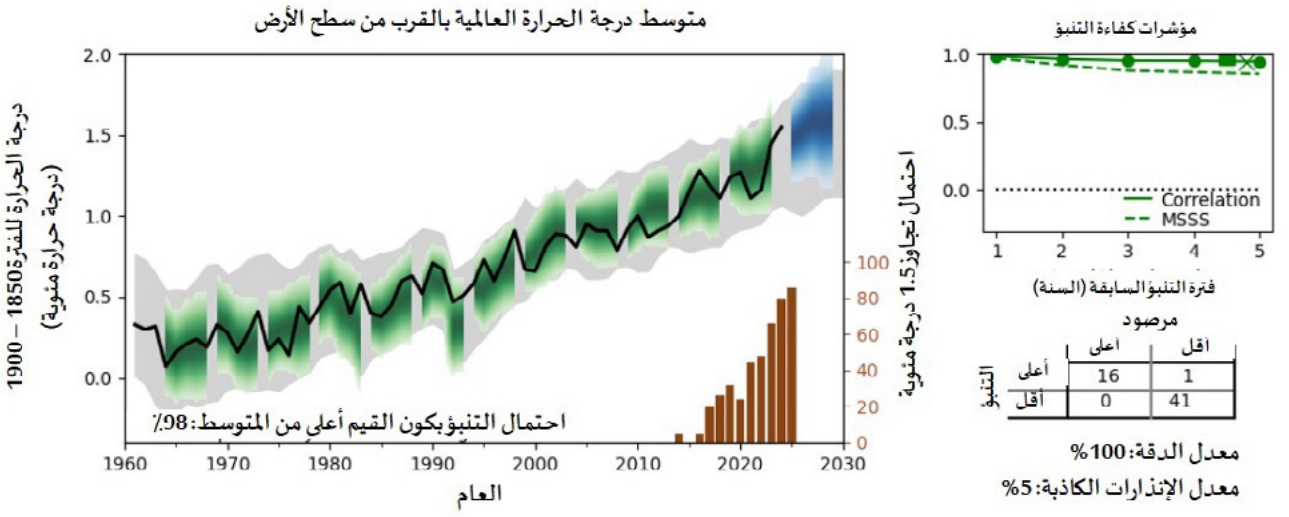
يستنتج من التقييم أن نماذج التنبؤ المناخي قادرة بشكل جيد على توقع الاتجاهات العامة لتغير المناخ على المدى القصير، لكنها تميل إلى تقليل حجم بعض التغيرات القوية في بعض المناطق. لذلك، من المهم مواصلة تطوير هذه النماذج وتحسين بيانات الرصد لمساعدة صناع القرار في الاستعداد بشكل أفضل لمواجهة تأثيرات التغير المناخي.

■ ثانيًا: توقعات مؤشر المناخ العالمي ٢٠٢٥-٢٠٢٩

يُعد مؤشر المناخ العالمي أداة علمية مهمة لمتابعة التغيرات المناخية وتقديم توقعات موثوقة لصانعي القرار والباحثين كما تعكس التوقعات للفترة (٢٠٢٥- ٢٠٢٩) الاتجاهات المستقبلية لدرجة الحرارة العالمية، وتقلبات المحيط الأطلسي طويلة الأمد، وظواهر النينيو/النينيا، بالإضافة إلى التوزيع الإقليمي لدرجات الحرارة، مما يمكن من تقييم المخاطر المناخية المحتملة على الأنظمة البيئية والاجتماعية والاقتصادية.

تؤكد التوقعات استمرار الارتفاع في درجات الحرارة العالمية عند مستويات قياسية مقارنة بفترة ما قبل الثورة الصناعية، مع احتمال كبير يصل إلى ٨٦٪ أن تتجاوز درجة الحرارة العالمية حد١,٥ °C في سنة واحدة على الأقل خلال الفترة ٢٠٢٥-٢٠٢٩. كما تشير التقديرات إلى احتمال يصل إلى ٨٠٪ بأن يشهد أحد الأعوام القادمة مستوى حرارة يفوق العام الأكثر سخونة على الإطلاق وهو (٢٠٢٤). ورغم أن فرصة تجاوز ٢ °C ما زالت محدودة (نحو ١٪)، فإن احتمالية المخاطر القصوى تظل قائمة. وفيما يتعلق بالتذبذب الأطلسي طويل الأمد (AMV)، يُرجح بنسبة ٨٧٪ أن يبقى المؤشر في النطاق الإيجابي، بما يشير إلى استمرار دفء شمال الأطلسي مقارنة بالمتوسط، مع ما يحمله ذلك من تأثيرات محتملة على أنماط الطقس في أوروبا وإفريقيا والمحيط الأطلسي.

الشكل (٣) توقعات متوسط درجة الحرارة العالمية قرب السطح للفترة من ١٩٦٠ حتى ٢٠٣٠ مقارنة بفترة ما قبل الثورة الصناعية (١٨٥٠-١٩٠٠)



Source: WMO Global Annual to Decadal Climate Update 2025-2029.

يوضح الشكل توقعات درجات الحرارة العالمية للخمس سنوات القادمة مع مستويات الثقة، مبرزًا أن العالم يقترب بدرجة كبيرة من تجاوز حد ١,٥ °C فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية في سنة واحدة على الأقل خلال الفترة ٢٠٢٥-٢٠٢٩. مما يدل على استمرار ظاهرة الاحترار العالمي بوتيرة متزايدة. ويمثل تجاوز هذا الحد، ولو لسنوات قليلة، ضغطًا كبيرًا على النظم البيئية والموارد المائية والزراعة. كما إن استمرار هذا الاتجاه يجعل تحقيق أهداف اتفاق باريس أصعب، لأننا نقترب بسرعة من الحد الأقصى (١,٥ °C) الذي اتفقت عليه الدول للحد من الآثار الكارثية للمناخ. والرسالة الأهم من الشكل هي أن الاحترار لم يعد سيناريو مستقبلي، بل واقع متسارع، وأن الفترات الباردة النسبية أصبحت أقل احتمالاً.

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

ثالثًا: التوقعات الإقليمية لعام ٢٠٢٥

من المتوقع أن تكون درجات الحرارة القريبة من سطح الأرض في عام ٢٠٢٥ أعلى من المعدل الطبيعي (١٩٩١-٢٠٢٠) في معظم مناطق العالم وترتبط التغيرات المناخية المتوقعة بعدة عوامل محيطية تؤثر على توزيع الحرارة والأمطار عالميًا فما يحدث في المحيطات الكبرى (الأطلسي والهادي والجنوبي) لا يبقى محصورًا فيها، بل يغير أنظمة الضغط والرياح العالمية.

١. دفء شمال المحيط الأطلسي:

عندما تزداد حرارة مياه شمال الأطلسي، ينتقل المزيد من بخار الماء إلى الغلاف الجوي، مما يؤدي إلى زيادة الأمطار في بعض المناطق المدارية القريبة من خط الاستواء.

٢. ضعف منخفض ألوتيان (**The Aleutian Low**):

وهو منخفض جوي دائم فوق شمال المحيط الهادي. عندما يضعف هذا النظام، تتغير حركة الرياح والعواصف في المحيط الهادي، مما قد يؤثر على مناخ أمريكا الشمالية وشرق آسيا.

٣. ضغط مرتفع غير معتاد فوق جنوب المحيط الهادي:

يشير إلى وجود أنظمة جوية غير مألوفة، قد تعني طقسًا أكثر جفافًا في بعض مناطق نصف الكرة الجنوبي (مثل أستراليا وأمريكا الجنوبية).

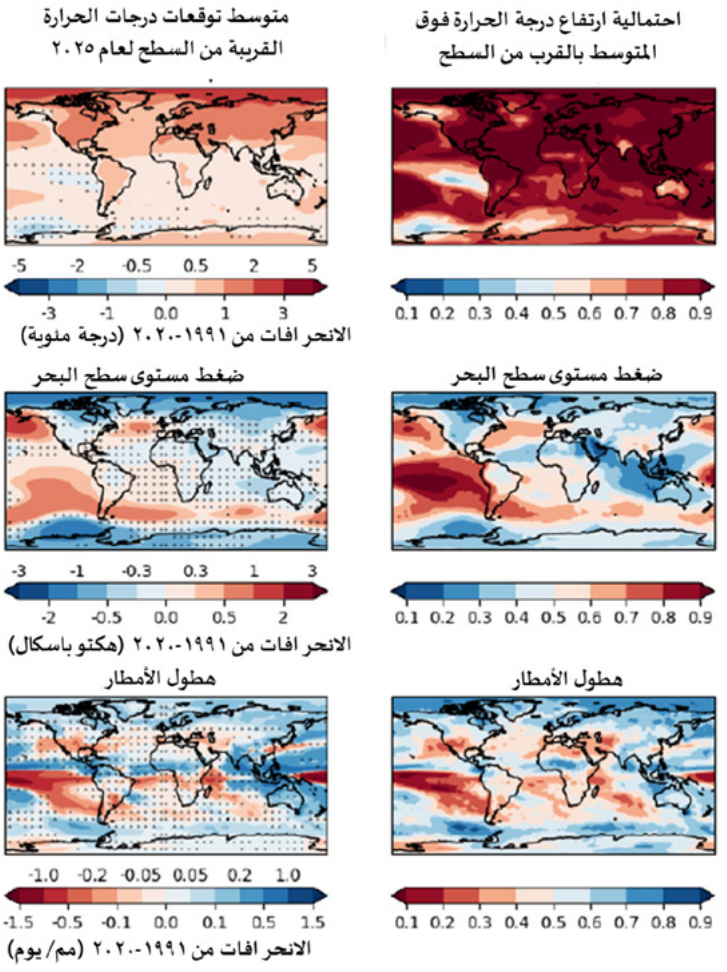
٤. تحرك منطقة التقاء الرياح المدارية (**ITCZ**) نحو الشمال:

هذه المنطقة هي شريط ضيق حول خط الاستواء تلتقي فيه الرياح من نصف الكرة الشمالي والجنوبي، مما يسبب زيادة في هطول الأمطار، ويعني تحركها شمالًا أن الأمطار ستزداد في المناطق الواقعة بشمال خط الاستواء مثل الساحل الإفريقي وجنوب آسيا.

٥. تذبذب إيجابي في القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا):

وهو نمط من التغير في الضغط الجوي حول القارة القطبية. عندما يكون إيجابيًا، فإنه يحصر الهواء البارد في القطب، ويدفع الرياح الغربية لتصبح أقوى حول خطوط العرض الوسطى، ما قد يسبب تغيرات في الأمطار والرياح في مناطق مثل أمريكا الجنوبية وأستراليا.

شكل (٤) توقعات الانحرافات المناخية لعام ٢٠٢٥ (درجة الحرارة، الضغط الجوي، والأمطار) مقارنة بالفترة المرجعية ١٩٩١-٢٠٢٠



Source: WMO Global Annual to Decadal Climate Update 2025-2029.

يعرض الشكل تغير درجات الحرارة المتوقعة في عام ٢٠٢٥ مقارنة بمتوسط ١٩٩١-٢٠٢٠، حيث تُظهر النتائج أن معظم مناطق العالم ستكون أكثر دفئًا من المعتاد، خاصة اليابسة في نصف الكرة الشمالي، بينما تشكل بعض المناطق مثل جنوب المحيط الهادي والمحيط الجنوبي استثناءً.

الاستنتاج:

- الحرارة: هي المؤشر الأكثر ثباتًا والنتيجة المستخلصة ضرورة الاستعداد لموجات حر وجفاف تؤثر على الزراعة والمياه والطاقة.

- توقعات الضغط الجوي: أقل يقينًا لكنها تشير إلى احتمال تغير أنظمة الطقس، وقد تؤدي إلى عواصف أو فترات جفاف إقليمي.

الأمطار: أكثر تقلبًا وأضعف في التوقع ويجب التعامل معها كمؤشرات إرشادية فقط.

وعلى الحكومات تعزيز خطط التكيف (إدارة الموارد المائية، الزراعة، البنية التحتية) وعلى مراكز الأرصاد والمجتمع البحثي توفير متابعة محلية دقيقة لدعم القرارات.

رابعًا: التوقعات الإقليمية للسنوات الخمس (٢٠٢٥- ٢٠٢٩)

يعرض هذا القسم من التقرير قراءة شاملة للتغيرات المناخية المتوقعة خلال السنوات الخمس من (٢٠٢٥ - ٢٠٢٩)، معتمدًا على نتائج النماذج على فترتين رئيستين هما (مايو-سبتمبر) و(نوفمبر-مارس) لأنها تمثل المواسم المناخية الأكثر أهمية عالميًا؛ إذ يشهد النصف الشمالي من الكرة الأرضية صيفه خلال الفترة الأولى، حيث تبرز الحرارة القصوى والأمطار الموسمية، بينما تمثل الفترة الثانية موسم الشتاء في الشمال والصيف في الجنوب، حيث تزداد العواصف الشتوية في أوروبا وأمريكا الشمالية، وتتضح الأمطار الموسمية في نصف الكرة الجنوبي. ويساعد هذا التقسيم الموسمي على إبراز الفروق الواضحة في التأثيرات المناخية وتسهيل دمجها في السياسات الزراعية وإدارة الموارد المائية.

ويعزز هذا القسم من التقرير فهم الاتجاهات المناخية على المدى المتوسط، ويؤكد أن الاحترار العالمي يظل السمة الغالبة، بينما تظل التغيرات في الأمطار أكثر تباينًا وأقل قابلية للتنبؤ. كما يبرز أهمية دمج هذه التوقعات في خطط التكيف الإقليمية، مع مراعاة مستويات الثقة المختلفة بين الحرارة وهطول الأمطار، لضمان مرونة أكبر في مواجهة المخاطر المناخية المتوقعة خلال الفترة (٢٠٢٥ -٢٠٢٩).

١- خلال الفترة من مايو إلى سبتمبر ٢٠٢٥-٢٠٢٩، تشير التوقعات إلى أن:

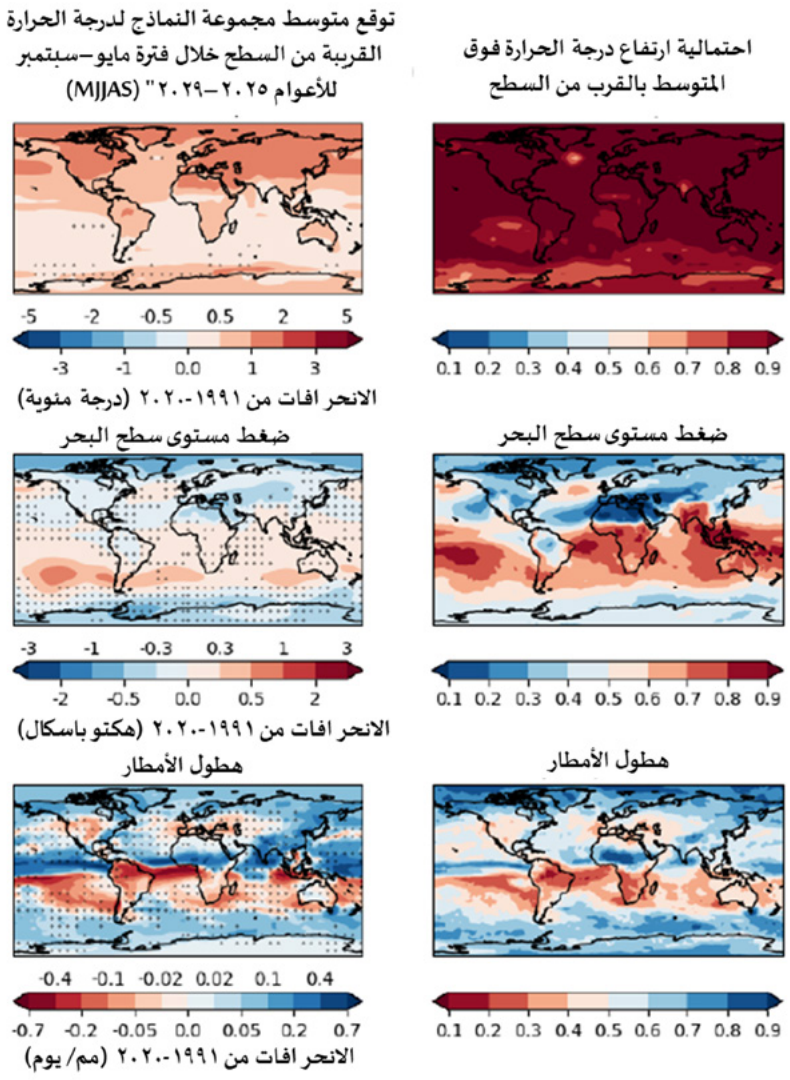
- درجات الحرارة ستكون في معظم مناطق العالم أعلى من متوسط الفترة المرجعية (١٩٩١-٢٠٢٠)، ويظهر هذا الارتفاع بوضوح فوق اليابسة في نصف الكرة الشمالي، مما يزيد احتمالية زيادة موجات الحر والجفاف خلال فصل الصيف، وهو ما قد يؤثر في القطاعات الحيوية مثل الزراعة وإمدادات المياه والطاقة، ويؤثر في جودة الحياة.

- ومن المتوقع أن يكون الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر منخفضًا بشكل غير معتاد فوق البحر الأبيض المتوسط والمناطق المحيطة به، في حين يُتوقع أن يكون هناك ارتفاع في الضغط فوق جنوب المحيط الهادي وخطوط العرض الوسطى للمحيطات الأخرى في نصف الكرة الجنوبي.

- ويشير انخفاض الضغط فوق البحر الأبيض المتوسط إلى احتمالية ازدياد حالات عدم الاستقرار الجوي وما يرتبط بها من أمطار غزيرة أو عواصف، بينما يعكس ارتفاع الضغط فوق جنوب المحيط الهادي والمناطق الوسطى في نصف الكرة الجنوبي أنظمة جوية أكثر استقرارًا، ما قد يؤدي إلى طقس جاف أو فترات جفاف أطول في مناطق مثل أستراليا وأمريكا الجنوبية.

شكل (٥) توقعات الانحرافات المناخية للفترة مايو-سبتمبر (٢٠٢٥-٢٠٢٩)

مقارنة بمتوسط (١٩٩١-٢٠٢٠)



Source: WMO Global Annual to Decadal Climate Update 2025-2029

- يظهر الشكل توقعات الفترة مايو-سبتمبر (٢٠٢٥-٢٠٢٩) مقارنة بمتوسط (١٩٩١- ٢٠٢٠)، حيث يتوقع ارتفاع درجات الحرارة في معظم المناطق، مع تغيرات في أنماط الضغط الجوي وهطول الأمطار. وتشير مناطق التظليل إلى عدم اتفاق النماذج على اتجاه التغير، بينما يوضح العمود الأيمن احتمالية تجاوز القيم للمعدلات الطبيعية.

- ويوضح الشكل ارتفاعًا واضحًا في درجات الحرارة فوق معظم مناطق اليابسة، خاصة في نصف الكرة الشمالي، مع انخفاض في الضغط الجوي فوق البحر الأبيض المتوسط وارتفاعه فوق جنوب المحيط الهادي، إلى جانب زيادة في الأمطار في المناطق الشمالية وتراجعها في الجنوبية، ويعكس هذا المخاطر المناخية المتوقعة خلال صيف الفترة (٢٠٢٥-٢٠٢٩) حيث إن ارتفاع درجات الحرارة فوق اليابسة، وخاصة في نصف الكرة الشمالي، يزيد احتمالية موجات الحر والجفاف بما قد ينعكس سلبًا على قطاعات الزراعة والمياه والطاقة.

٢. خلال الفترة من نوفمبر إلى مارس ٢٠٢٥-٢٠٢٩، تشير التوقعات إلى أن:

- معظم مناطق العالم ستشهد درجات حرارة أعلى من المعدل الطبيعي، ويكون الارتفاع أكبر فوق اليابسة مقارنة بالمحيطات. ويُتوقع أن يسجل القطب الشمالي (شمال خط عرض ٦٠°) ارتفاعًا في درجة الحرارة يبلغ حوالي ٢,٤ درجة مئوية فوق متوسط الفترة (١٩٩١-٢٠٢٠)، أي أكثر من ثلاثة أضعاف ونصف متوسط درجة الحرارة العالمية. وتظل بعض المناطق مثل شمال المحيط الهادي وأجزاء من آسيا وأستراليا والمحيط الجنوبي أكثر صعوبة في التنبؤ، حيث تختلف النماذج المناخية في تقدير اتجاه التغير فيها.

- ويُتوقع أن يشهد غرب ووسط المحيط الهادي ارتفاعًا في الضغط الجوي، في حين يكون هناك انخفاض في الضغط فوق القطب الشمالي. أما شمال الأطلسي فقد يشهد ضغطًا مرتفعًا، لكن النماذج تختلف في تقدير قوة هذا التغير. فهناك احتمال لزيادة تكرار حالات تغير الضغط الجوي (NAO+)، فعندما يكون المؤشر إيجابيًا، تزداد قوة الرياح الغربية فوق شمال الأطلسي، مما يؤدي إلى شتاءات أكثر دفئًا ورطوبة في شمال أوروبا، لكنه في المقابل يسبب طقسًا أكثر جفافًا في جنوب أوروبا وشمال إفريقيا. وتكمن أهمية هذا التغير في أنه قد يفرض على دول شمال أوروبا تعزيز استعدادها لفيضانات وأمطار شديدة، بينما تحتاج دول جنوب أوروبا وشمال إفريقيا إلى سياسات أقوى لإدارة الموارد المائية والتعامل مع خطر الجفاف المتزايد.

- ويتوقع أن تشهد مواسم الشتاء زيادة في الأمطار في نصف الكرة الشمالي، مثل أجزاء من شمال أوروبا وأمريكا الشمالية. وفي المقابل، يُتوقع أن ينخفض معدل الأمطار في نصف الكرة الجنوبي مثل أجزاء من أستراليا وأمريكا الجنوبية. أما مناطق شمال أوراسيا وجرينلاند والقطب الشمالي الكندي، فمن المرجح أن تكون الظروف المناخية فيها معتدلة نسبيًا.

وتلخيصًا لما سبق قد تواجه المناطق ذات الأمطار الزائدة مخاطر الفيضانات والتأثيرات على البنية التحتية والزراعة، بينما ستواجه المناطق شبه المدارية تحديات أكبر مرتبطة بندرة المياه والجفاف، مما يستدعي خططًا للتكيف تشمل إدارة الموارد المائية بشكل أكثر كفاءة وتعزيز البنية التحتية لمقاومة الفيضانات.

دلالات التوقعات الإقليمية خلال السنوات الخمس (٢٠٢٥-٢٠٢٩):

ينعكس ارتفاع درجات الحرارة فوق معظم اليابسة، وخاصة في نصف الكرة الشمالي، خلال الصيف وزيادة احتمالية موجات الحر والجفاف على الأمن الغذائي (تأثر المحاصيل) والموارد المائية (زيادة الطلب)، والطاقة (زيادة استهلاك الكهرباء للتبريد). كما سيؤدي ارتفاع حرارة القطب الشمالي بمقدار (٢,٤°م)، وهو معدل ارتفاع يفوق المتوسط العالمي، مما سيسفر عن تسارع ذوبان الجليد وارتفاع مستوى سطح البحر، ويهدد الدول الساحلية بالغرق والفيضانات وتداخل مياه البحر مع المياه العذبة. لذلك تحتاج الدول الساحلية إلى تعزيز البنية التحتية الساحلية (سدود وحواجز)، وتطبيق تخطيط عمراني ذكي يمنع البناء في المناطق المنخفضة، إضافة إلى إدارة أفضل للموارد المائية وأنظمة إنذار مبكر لمواجهة الكوارث، مثلما هو ضروري في دلتا النيل بمصر التي تُعد من أكثر المناطق عرضة لهذه الأخطار.

تشير التغيرات في الضغط الجوي إلى أنه على الحكومات الاستعداد لمخاطر متنوعة: فشمال أوروبا قد يواجه فيضانات وأمطار غزيرة تتطلب تعزيز البنية التحتية وإدارة الطوارئ، بينما جنوب أوروبا وشمال إفريقيا أمام خطر متزايد للجفاف ونقص المياه مما يستدعي سياسات قوية لإدارة الموارد المائية والزراعة. أما في أستراليا وأمريكا الجنوبية فالجفاف المتوقع يفرض خططًا للتكيف الزراعي وتوفير بدائل مائية. ويفتح هذا مجالًا لدراسات تطبيقية تربط بين التغيرات المناخية والسياسات العملية، بما يدعم القرارات المبنية على الأدلة، ويعزز قدرة المجتمعات على الصمود.

تفرض التغيرات في أنماط الأمطار على الحكومات في نصف الكرة الشمالي الاستعداد لمخاطر الفيضانات عبر تعزيز البنية التحتية وحماية الزراعة، بينما تواجه دول نصف الكرة الجنوبي تحديات متزايدة من موجات الجفاف ما يستدعي خططًا أكثر كفاءة لإدارة الموارد المائية وضمان الأمن الغذائي. يفتح هذا مجالًا لتطوير نماذج أكثر دقة لفهم تباين الأمطار وتقديم توصيات عملية تساعد صناع القرار على التكيف مع هذه المخاطر وضمان مرونة المجتمعات.

تصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

■ خامسًا: مؤشرات التوقعات الإقليمية:

يقدم هذا القسم مؤشرات للتوقعات المناخية على الصعيد الإقليمي، مستندة إلى أبرز النتائج التي أظهرتها النماذج العالمية الموثوقة. وتهدف هذه المؤشرات إلى دعم المراكز والمنتديات المناخية الإقليمية في تفسير التوقعات العالمية وتحويلها إلى معلومات عملية تسهم في التنبؤ بالمواسم الحرجة مثل الأمطار الموسمية والظواهر المناخية الإقليمية. ويساعد وجود هذه المؤشرات في دعم صناع القرار ووضع خطط موسمية تناسب ظروف كل إقليم ومن أهمها:

- مؤشر التنبؤ الإقليمي: في منطقة جنوب آسيا (SASCOF) التي تقع ضمن موسم الرياح الموسمية من مايو إلى سبتمبر، حيث شهدت السنوات الأخيرة (باستثناء ٢٠٢٣) مستويات غير عادية من الأمطار. وتشير التوقعات إلى استمرار زيادة هطول الأمطار خلال الفترة ٢٠٢٥-٢٠٢٩، وأن معدل الأمطار سيكون أ على من المتوسط بنسبة ٨٢٪، وهذه النتيجة تعني أن جنوب آسيا قد يشهد مواسم زراعية أكثر إنتاجية إذا تمت إدارة الموارد المائية بكفاءة، لكن في نفس الوقت هناك خطر متزايد من الفيضانات التي قد تُلحق أضرارًا بالمدن والقرى والبنية التحتية.

- توقعات الجليد البحري للأعوام (٢٠٢٥-٢٠٢٩): يتم تقييم هذه التوقعات من خلال فحص خرائط تركيز الجليد البحري (أي نسبة تغطية الجليد في مناطق محددة) إلى جانب تتبع تغير مدى الجليد البحري (المساحة التي يغطيها الجليد) عبر الزمن بطريقة مستمرة. حيث يعد انخفاض الجليد البحري في القطب الشمالي، خاصة في الصيف، من أوضح الاتجاهات وأكثرها ثقة بينما تظل التوقعات في القطب الجنوبي أكثر تباينًا وأقل يقينًا. ففي نصف الكرة الشمالي خلال شهر مارس، وهو الوقت الذي يبلغ فيه الجليد البحري ذروته (أي أكبر مساحة للتغطية الجليدية سنويًا)، من المتوقع حدوث انخفاضات كبيرة في تركيز الجليد البحري. أما في موسم ذوبان الجليد في سبتمبر، وهي أدنى مستوى لتركيز الجليد السنوي: من المتوقع حدوث انخفاضات كبيرة في الجليد البحري. يعكس انخفاض الجليد البحري استمرار ظاهرة الاحتباس الحراري، ويؤثر في النظام البيئي والملاحة البحرية، ويفتح مسارات نقل جديدة في القطب الشمالي مما يستلزم تحديث خطط النقل، ويصبح على الدول ذات السواحل القطبية الاستعداد لتحديات بيئية واقتصادية مثل تغيرات مصايد الأسماك وارتفاع مستويات البحار وتأثيرها على المجتمعات والبنية التحتية. ويجب استخدام التوقعات في التخطيط لإدارة المخاطر المناخية، تطوير بنية تحتية مقاومة، وحماية الموارد الطبيعية والحياة البرية. ودعم البحث العلمي وتحسين نماذج التنبؤ ضروري لمواجهة تحديات تغير المناخ المرتبطة بتغيرات الجليد البحري.

سادسًا التوصيات:

رغم أن التقرير لم يتضمن توصيات مباشرة، فإن نتائجه العلمية توفر أساسًا مهمًا تسترشد به الدول في تبني التدابير والسياسات التالية لمواجهة التنبؤات المناخية المتوقعة:

١- تسريع خفض الانبعاثات:

- الالتزام بمسارات أكثر طموحًا لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بما يتجاوز التعهدات الحالية في إطار **اتفاق باريس**، لتقليل احتمال تجاوز حد ١,٥°م وتجنب الوصول إلى مستويات حرجة من الاحترار.
- تعزيز سياسات الطاقة المتجددة، كفاءة الطاقة، وتسعير الكربون.

٢- تعزيز خطط التكيف الوطنية والإقليمية:

- تحديث خطط التكيف (NAPs) لتشمل **التوقعات المناخية للفترة (٢٠٢٥-٢٠٢٩)**، خصوصًا في القطاعات الأكثر تعرضًا (الزراعة، المياه، الصحة، والبنية التحتية).
- الاستثمار في **البنية التحتية المتكيفة مع المناخ**، مثل شبكات الصرف الحضري، السدود الذكية، وأنظمة التبريد الحضرية لمواجهة موجات الحر.

٣- الأمن المائي والغذائي:

- تطوير استراتيجيات متكاملة لإدارة المياه في المناطق المعرضة للجفاف (جنوب أوروبا، شمال إفريقيا، أجزاء من أستراليا وأمريكا الجنوبية).
- تعزيز **إدارة الزراعة الذكية مناخيًا**، مع تطوير نظم إنذار مبكر للجفاف والفيضانات.

٤- القطب الشمالي والجليد البحري:

- إطلاق برامج دولية لمراقبة وفهم **ذوبان الجليد البحري** وتداعياته على مستوى سطح البحار والملاحة البحرية.
- الاستعداد للتحديات الاقتصادية والبيئية الجديدة مثل تغير مصايد الأسماك وفتح مسارات بحرية جديدة.

٥- التأهب للكوارث المناخية:

- تقوية **أنظمة الإنذار المبكر** متعددة المخاطر (حرائق، أعاصير، فيضانات، موجات حر).
- إعداد خطط إدارة مخاطر تستند إلى التنبؤات الفصلية والخماسية.

٦- تعزيز المعرفة والبحث العلمي:

- دعم تطوير **النماذج المناخية الإقليمية والمحلية** لتحسين دقة التوقعات.
- الاستثمار في بناء قدرات المراكز الوطنية للأرصاد الجوية لتفسير التوقعات وتوصيلها بفعالية لصنّاع القرار.

٧- التعاون الدولي:

- تعزيز **التعاون بين الشمال والجنوب العالميين** لضمان توفير التمويل والتكنولوجيا للدول النامية الأكثر عرضة للمخاطر.
- ربط التوقعات المناخية بخطط **التحول العادل** لضمان أن السياسات لا تزيد التفاوت الاجتماعي والاقتصادي.

الخاتمة:

من المؤكد أن الفترة (٢٠٢٥-٢٠٢٩) ستكون الأشد حرارة في التاريخ، مع احتمال مرتفع جدًا لتجاوز حد ١,٥°م فوق متوسط ما قبل الثورة الصناعية، وستتباين التأثيرات المناخية إقليميًا؛ إذ يُرجح أن تشهد مناطق مثل إفريقيا وآسيا أمطارًا غزيرة وفيضانات، بينما ستعاني مناطق أخرى مثل البحر المتوسط وأستراليا وجنوب إفريقيا من جفاف متكرر وظروف أكثر قسوة. وستستمر الظواهر المناخية الكبرى التأثير في التوزيع الإقليمي للحرارة والأمطار من عام لآخر، غير أن الاتجاه طويل الأمد سيبقى محكومًا بالاحترار العالمي المتسارع الناجم عن تراكم انبعاثات الغازات الدفيئة، وهو ما يجعل السنوات المقبلة تتسم بزيادة المخاطر المناخية (موجات حر، جفاف، فيضانات) ويجعل التحرك الفوري على المستويات الوطنية والإقليمية والدولية ضرورة ملحة لتجنب أسوأ السيناريوهات وحماية الأمن المائي والغذائي والمجتمعات.

مجلس الوزراء
مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

نبتا
نمو بيئة تنمو أفضل

الحي الحكومي – العاصمة الإدارية الجديدة – مصر

رقم بريدي: 4829902 ص.ب: 191 الحي السكني R3

تليفون: 4-3-2-1-20546600 (202+) فاكس: 20532115 (202+)

CJ@idsc.gov.eg
البريد الإلكتروني للمجلة

afm.journals.ekb.eg
الموقع الإلكتروني للمجلة على بنك المعرفة المصري