العلوم الاقتصادية
العدد الحادي وثمانون/ المجلد ..الثاني والعشرون../..حزيران.. 2026

تحليل مؤشرات الاستدامة البيئية في إقليم كوردستان – العراق باستخدام المؤشر المركب للفترة(2006–2024)

م.م. ريژين نژاد عزيز
أ.د. أيوب أنور حمد سماقه يى
كلية الأدارة والاقتصاد – قسم الاقتصاد – جامعة صلاح الدين-أربيل
– Ayub.smaqaey@su.edu.krdRezhin.aziz@su.edu.krd

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى قياس مستوى الاستدامة البيئية في إقليم كوردستان–العراق خلال المدة (2006–2024)، من خلال بناء مؤشر مركب للاستدامة البيئية (CESI) يعتمد على خمسة مؤشرات رئيسية، هي: الموارد المائية، والاستدامة المائية، والتصحر، والغابات، والأراضي الزراعية، باستخدام أسلوب التقييس الإحصائي (Min–Max Normalization).

أظهرت النتائج وجود تراجع واضح في المؤشر المركب من (0.726) عام 2015 إلى (0.498) عام 2024، مما يعكس تزايد الضغوط على الموارد الطبيعية. كما انخفض نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة من (86.79 م³/سنة) إلى (59.79 م³/سنة)، وهو أقل بكثير من الحد العالمي للفقر المائي البالغ (500 م³/سنة). وفي المقابل، ارتفع مؤشر الاستدامة المائية من (67.08%) إلى (117.5%)، متجاوزًا الحد العالمي للاستدامة البالغ.(100%)

كذلك، تراجعت نسبة الغطاء الغابي من (29.86%) عام 1989 إلى (17.26%) عام 2024، مقارنةً بالمعيار العالمي البالغ نحو (30%). كما انخفض نصيب الفرد من الأراضي الزراعية من (7500 م²) عام 1990 إلى (2000 م²) عام 2024، مقتربًا من الحد الحرج عالميًا للأمن الغذائي.

وعند مقارنة المؤشر المركب (CESI) مع المتوسط العالمي لمؤشر الأداء البيئي (EPI) البالغ نحو (0.50)، تبيّن أن الإقليم كان أعلى من المتوسط العالمي عام 2015 بقيمة (0.726)، إلا أنه انخفض إلى (0.498) عام 2024، مقتربًا من المتوسط العالمي. وتخلص الدراسة إلى أن استمرار الاتجاهات الحالية، من دون تبني سياسات بيئية فعالة، سيؤدي إلى مزيد من التدهور في مستوى الاستدامة البيئية في الإقليم.

الكلمات المفتاحية: الاستدامة البيئية، المؤشر المركب، التقييس الإحصائي، التنمية المستدامة، إقليم كوردستان – العراق.

Analysis of Environmental Sustainability Indicators in the Kurdistan Region – Iraq Using a Composite Index for the Period (2006–2024).

Asst. L Rezhin Nazhad Azeez

Prof.Dr. Ayub A.Hamad smaqae

College of Administration and Economics – Department of Economics – Salahaddin University – Erbil

Rezhin.aziz@su.edu.krd – Ayub.smaqaey@su. edu.krd

Abstract:

This study aims to measure the level of environmental sustainability in the Kurdistan Region of Iraq during the period (2006–2024) through the construction of a Composite Environmental Sustainability Index (CESI) based on five key indicators: water resources, water sustainability, desertification, forests, and agricultural land, using the statistical normalization method (Min–Max Normalization).

The results revealed a clear decline in the composite index from (0.726) in 2015 to (0.498) in 2024, reflecting increasing pressure on natural resources. Per capita renewable water resources also decreased from (86.79 m³/year) to (59.79 m³/year), which is significantly lower than the global water poverty threshold of (500 m³/year). In contrast, the water sustainability index increased from (67.08%) to (117.5%), exceeding the global sustainability threshold of (100%).

Furthermore, forest cover declined from (29.86%) in 1989 to (17.26%) in 2024, compared with the global benchmark of approximately (30%). Likewise, per capita agricultural land decreased from (7,500 m²) in 1990 to (2,000 m²) in 2024, approaching the globally critical threshold for food security.

When comparing the Composite Environmental Sustainability Index (CESI) with the global average Environmental Performance Index (EPI) of approximately (0.50), the findings indicate that the region was above the global average in 2015, with a value of (0.726), but declined to (0.498) in 2024, approaching the global average. The study concludes that the continuation of current trends, without the adoption of effective environmental policies, will lead to further deterioration in the level of environmental sustainability in the region.

Keywords: Environmental sustainability, composite index, Min–Max normalization, sustainable development, Kurdistan Region of Iraq.

المقدمة :

تعد الاستدامة البيئية إحدى الركائز الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة، إذ تمثل البيئة الإطار الذي تستند إليه الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية في توفير الموارد الطبيعية وضمان استمراريتها للأجيال القادمة. ومع تزايد الضغوط الناتجة عن النمو السكاني والتوسع العمراني وتنامي الأنشطة الاقتصادية، أصبحت إدارة الموارد الطبيعية بصورة رشيدة ضرورة ملحّة للحفاظ على التوازن البيئي وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

ويواجه إقليم كوردستان – العراق تحديات بيئية متعددة، تتمثل في تراجع الموارد المائية، واتساع ظاهرة التصحر، وتناقص مساحة الغابات، فضلاً عن الضغوط المتزايدة على الأراضي الزراعية. وقد أدى ذلك إلى بروز الحاجة إلى توظيف أدوات تحليلية حديثة تسهم في تقييم الوضع البيئي وقياس مستوى الاستدامة البيئية بصورة علمية دقيقة. ومن أبرز هذه الأدوات المؤشرات البيئية المركبة، التي تتيح دمج مجموعة من المتغيرات البيئية في مؤشر واحد يعكس الحالة البيئية بشكل شامل، ويساعد في تتبّع التغيرات التي تطرأ على الموارد الطبيعية عبر الزمن.

وانطلاقاً من ذلك، يسعى هذا البحث إلى تحليل مؤشرات الاستدامة البيئية في إقليم كوردستان – العراق، من خلال بناء مؤشر مركب يعتمد على مجموعة من المؤشرات البيئية الأساسية، بهدف تقييم واقع الاستدامة البيئية في الإقليم خلال مدة الدراسة، وتحليل اتجاهاتها.

منهجية البحث

1. مشكلة البحث :

تتمثل مشكلة البحث في تزايد التحديات البيئية في إقليم كوردستان نتيجة الضغوط التي تتعرض لها الموارد الطبيعية، ولا سيما الموارد المائية والغابات والأراضي الزراعية، الأمر الذي ينعكس سلبا على تحقيق الاستدامة البيئية والتنمية المستدامة. وعلى الرغم من أهمية هذه الموارد، فإن الدراسات التي تقيس مستوى الاستدامة البيئية باستخدام مؤشرات مركبة ما تزال محدودة، مما يبرز الحاجة إلى بناء مؤشر علمي يمكن من خلاله تقييم الوضع البيئي وتحليل اتجاهاته.

وعليه، يمكن صياغة مشكلة البحث في التساؤل الرئيس الآتي:

ما مستوى الاستدامة البيئية في إقليم كوردستان – العراق خلال الفترة (2006–2024)، وما اتجاهات تطورها في ضوء المؤشرات البيئية الأساسية؟

2. أهمية البحث

1. تنبع أهمية البحث من عدة جوانب علمية وتنموية، يمكن تلخيصها فيما يأتي:
2. الإسهام في قياس مستوى الاستدامة البيئية في إقليم كوردستان من خلال بناء مؤشر مركب يضم مجموعة من المؤشرات البيئية الأساسية .
3. توفير أداة تحليلية تساعد في تقييم واقع الموارد الطبيعية ومدى كفاءة استخدامها .
4. دعم صانعي القرار في وضع السياسات البيئية والتنموية المناسبة للحفاظ على الموارد الطبيعية .
5. تعزيز الدراسات الأكاديمية في مجال الاقتصاد البيئي والتنمية المستدامة في الإقليم .

6. تسليط الضوء على أبرز التحديات البيئية التي تواجه الإقليم واقتراح سبل معالجتها .

3. أهداف البحث

يهدف البحث إلى تحليل وقياس مستوى الاستدامة البيئية في إقليم كوردستان – العراق، من خلال بناء مؤشر مركب يعتمد على مجموعة من المؤشرات البيئية الأساسية، وذلك لتقييم واقع الموارد الطبيعية وتحليل اتجاهاتها خلال مدة الدراسة.

وينبثق عن هذا الهدف عدد من الأهداف الفرعية، أهمها:

1. تحليل واقع المؤشرات البيئية الأساسية في إقليم كوردستان .
2. قياس التغيرات التي طرأت على الموارد الطبيعية خلال مدة الدراسة .
3. بناء مؤشر مركب للاستدامة البيئية يجمع المؤشرات البيئية المختلفة .
4. تقييم مستوى الاستدامة البيئية في الإقليم في ضوء المؤشر المركب .

4. فرضيات البحث:

الفرضية الرئيسة (المعدلة): يفترض البحث وجود علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية بين تدهور المؤشرات البيئية الأساسية (المياه، الغابات، الأراضي الزراعية، والاستدامة المائية) وبين مستوى الاستدامة البيئية في إقليم كوردستان – العراق خلال الفترة (2006–2024)، بحيث يؤدي تراجع هذه المؤشرات إلى انخفاض قيمة المؤشر المركب للاستدامة البيئية.

الفرضيات الفرعية:

1. توجد علاقة طردية بين تحسن نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة وارتفاع مستوى الاستدامة البيئية .
2. توجد علاقة عكسية بين ارتفاع مؤشر الاستدامة المائية (الضغط على المياه) ومستوى الاستدامة البيئية .
3. يسهم تراجع مساحة الغابات في انخفاض مستوى الاستدامة البيئية في الإقليم .
4. يؤدي انخفاض نصيب الفرد من الأراضي الزراعية إلى تدهور الاستدامة البيئية .
5. يسهم استخدام المؤشر المركب في تقديم قياس أكثر دقة وشمولية لمستوى الاستدامة البيئية مقارنة بالمؤشرات المنفردة.

5. منهجية البحث:

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي في دراسة وتحليل المؤشرات البيئية الأساسية في إقليم كوردستان، إلى جانب توظيف الأساليب الكمية في بناء مؤشر مركب للاستدامة البيئية، من خلال توحيد المؤشرات باستخدام أسلوب التقييس الإحصائي (Normalization) ودمجها ضمن مؤشر واحد يعكس مستوى الاستدامة البيئية خلال مدة الدراسة. ولتحقيق قدر أكبر من الدقة والموضوعية، تم اعتماد حدود مرجعية معيارية في عملية التطبيع الإحصائي بدلاً من الاقتصار على الحدود الدنيا والعليا داخل السلسلة الزمنية، وذلك لتجنب المبالغة في تقدير التدهور البيئي في السنوات الأخيرة، وتعزيز قابلية المقارنة مع المؤشرات البيئية العالمية.

كما استند البحث إلى البيانات الإحصائية الصادرة عن الجهات الرسمية، فضلاً عن التقارير الدولية المتعلقة بالموارد البيئية والتنمية المستدامة.

6. **فلسفة البحث**: ينطلق البحث من الفلسفة الاقتصادية والبيئية للتنمية المستدامة، التي تؤكد على ضرورة تحقيق التوازن بين استغلال الموارد الطبيعية وتحقيق التنمية الاقتصادية، بما يضمن تلبية احتياجات الجيل الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها. وترتكز هذه الفلسفة على الإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية وتعزيز السياسات البيئية التي تكفل استدامتها.

7. حدود البحث :

1. **الحدود المكانية**: أقليم كوردستان - العراق
2. **الحدود الزمانية**: امتدت من تاريخ 2006 ولغاية 2024

8. خطة البحث:

لتحقيق أهداف البحث والإجابة عن تساؤلاته، تم تقسيمه إلى ثلاثة محاور:

المحور الأول: الإطار النظري للتنمية المستدامة .

المحور الثاني: تحليل المؤشرات البيئية في إقليم كوردستان – العراق .

المحور الثالث: حساب المؤشر المركب للاستدامة البيئية .

المحور الأول: مفهوم التنمية المستدامة

1. مفهوم التنمية المستدامة:

أشار تقرير الموارد العالمية (WRI) الصادر عام (1992)، والمعني بتحليل قضايا التنمية المستدامة، إلى وجود نحو عشرين تعريفاً مختلفاً لمفهوم التنمية المستدامة. وقد صُنِّفت هذه التعريفات ضمن أربع فئات رئيسية، تبعاً للزاوية التي يتم من خلالها تناول الموضوع(World Resources Institute, 1992) ، وذلك على النحو الآتي:

1:1. التعريفات الاقتصادية:

اقتصادياً، وبالنسبة للدول الصناعية، تعني خفض استهلاك الطاقة والموارد واحداث تحولات جزرية في الأنماط الحياتية السائدة . أما بالنسبة للدول النامية، فتعني التنمية المستدامة توظيف الموارد المتاحة بما يسهم في رفع المستوى المعيشي، ولا سيما لدى الفئات الأكثر فقراً (البرقي،22:2021).

وتشير الأدبيات إلى أن مفهوم التنمية المستدامة لا ينفصل عن التحولات الاجتماعية العميقة التي يشهدها العالم المعاصر، وكذلك عن التغيرات في النماذج التنموية السائدة. فمن جهة، تستدعي التنمية المستدامة إعادة النظر في أنماط المعيشة الحالية، من خلال تقليص الاعتماد المفرط على الطاقة والموارد الطبيعية، ومن جهة أخرى، تتطلب تبني استراتيجيات تفضي إلى تغييرات جذرية في أنماط الحياة والاستهلاك. ويُعدّ ذلك جزءاً من التوجه العالمي نحو تجاوز النموذج التنموي التقليدي الذي لم يعد ملائماً لمتطلبات الاستدامة البيئية والاجتماعية على المدى الطويل.

أما على الصعيد الاقتصادي، فتهدف التنمية المستدامة إلى تحقيق الاستخدام الكفء للموارد المتاحة، بما يسهم في تحسين مستوى المعيشة، خصوصاً لدى الفئات الأكثر فقراً (عبدالله، 1998: 245).

1:2. التعريفات الاجتماعية والإنسانية:

من الجانب الاجتماعي والإنساني، تهدف التنمية المستدامة إلى تحقيق التوازن في النمو السكاني، والحد من الهجرة نحو المدن، من خلال تحسين مستوى الخدمات الصحية والتعليمية في المناطق الريفية، وتعزيز المشاركة المجتمعية في عمليات التخطيط والتنمية (الناصر،45:2008).

كما يُعدّ تحقيق الاستقرار السكاني في المناطق الريفية أحد الأهداف الأساسية لسياسات التنمية المستدامة، نظراً لما تسببه الهجرة الداخلية من ضغط متزايد على المدن، من حيث البنية التحتية والخدمات الأساسية. ومن ثم، فإن السعي لتحقيق هذا الاستقرار يمثل خطوة أساسية للحد من الهجرة إلى المدن، عبر تحسين مستوى الخدمات التعليمية والصحية في الريف (عبدالله، 1998: 245).

1:3. التعريفات التقنية والإدارية:

من الجانب التقني والإداري، تهدف التنمية المستدامة إلى انتقال المجتمع نحو عصر الصناعات والتقنيات النظيفة، التي تستخدم الحد الأدنى من الطاقة والموارد الطبيعية، وتنتج أقل قدر ممكن من الانبعاثات والملوثات، بما يسهم في الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري وحماية طبقة الأوزون (البرقي23:2021).

وتشير هذه التعريفات إلى أن التنمية المستدامة تمثل نمطاً تنموياً يأخذ في الحسبان التغيرات الاجتماعية والتقنية الحديثة، ويرتكز على الاستخدام الرشيد لمصادر الطاقة والموارد الطبيعية، مع تقليل الانبعاثات والملوثات التي تؤدي إلى تلوث البيئة وارتفاع درجات حرارة الأرض، وتضر بطبقة الأوزون (صالح، 2002: 22).

1:4. التعريفات البيئية:

على الصعيد البيئي، تعرف التنمية المستدامة بأنها الاستخدام الأمثل للأراضي الزراعية والموارد المائية، بما يسهم في زيادة المساحات الخضراء على سطح الأرض (البرقي، 2021 :25).

وقد أدت ممارسات الاستخدام غير الرشيد للأراضي الزراعية والموارد المائية خلال العقود الماضية إلى تدهور مستمر في النظم البيئية، مما انعكس سلباً على وفرة وجودة الموارد الطبيعية المتاحة. ويُعدّ هذا التدهور من العوامل الرئيسة التي تهدد الأمن الغذائي، ولا سيما في المجتمعات التي تعتمد بشكل مباشر على الموارد الطبيعية لتأمين احتياجاتها الأساسية (Smith,2018:122).

كما يثير هذا الوضع قضايا تتعلق بالعدالة البيئية، حيث تتحمل الفئات الأكثر فقراً والبلدان النامية العبء الأكبر من آثار هذه الممارسات، رغم مساهمتها المحدودة في أسبابها (Johnson & Lee,2020:76).

المحور الثاني: تحليل المؤشرات البيئية في إقليم كوردستان – العراق

1. مؤشر نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتجددة المتاحة

أ- تعريف المؤشر:

يقصد به كمية الموارد المائية المتجددة المتاحة سنوياً لكل فرد، و يعد هذا المؤشر تعبيراً عما يعرف بحاجز المياه. و يتم حسابه من خلال قسمة إجمالي الموارد المائية المتجددة السنوية على عدد السكان في السنة نفسها كما يعكس درجة التوازن بين حجم السكان و احتياجاتهم من المياه المأمونة (الأمم المتحدة، 2001: 21).

نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة= إجمالي الموارد المائية المتجددة السنوية / عدد السكان

ب- تقييم المؤشر في إقليم كوردستان- العراق:

تشير نتائج الجدول (1) إلى وجود تراجع مستمر في كل من الموارد المائية المتجددة و نصيب الفرد السنوي منها في إقليم كوردستان – العراق خلال المدة (2015-2024)، إذ إنخفضت الموارد المائية من (47.5 مليار / م3) عام 2015 إلى (40.0 مليار / م3) عام 2024، بالتزامن مع إنخفاض نصيب الفرد من (86.79) إلى (59.79). و يعكس هذه الآتجاه إلى مجموعة من أسباب منها التغيرات المناخية و ما رافقتها من إنخفاض معدلات الأمطار و إرتفاع درجات الحرارة ، إضافة إلى تراجع الإطلاقات المائية من دول المنبع، ولاسيما تركيا و إيران نتيجة بناء السدود و المشاريع المائية. كما أسهم النمو السكاني المتزايد و إرتفاع الطلب على المياه في تعميق الضغط على الموارد المائية. و من الناحية الاقتصادية فإن إستمرار هذا الإنخفاض قد يؤدي إلى زيادة تكاليف الإنتاج الزراعي و الصناعي و تأثيره السلبي في الأمن الغذائي و التنمية المستدامة الأمر الذي يتطلب سياسات مائية أكثر كفاءة تقوم على ترشيد الإستهلاك و تطوير إدارة الموارد المائية.

جدول (1) نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتجددة المتاحة في إقليم كوردستان-العراق للمدة 2015-2024

السنوات	الموارد المائية المتجددة في إقليم كوردستان	نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتجددة المتاحة
2015	47.5	86.79
2016	46.7	83.18
2017	45.8	79.58
2018	45.0	76.33
2019	44.2	73.25
2020	43.3	70.16
2021	42.5	67.48
2022	41.7	64.89
2023	40.8	62.22
2024	40.0	59.79

المصدر: -سماقه يى، أيوب أنورحمد(2015)، التنمية المستدامة في إقليم كوردستان العراق و اقع ورؤية إستشر افية، 124

- حكومةتى هةريَمى كوردستان (2023).وةزارةتى ثلاندانان، ئامارى هةريَمى كوردستان، ثيشبينيية كانى ذمارةى دانيشتو انى هةريَمى كوردستان لةسةرئاستى ثاريَزطا و قةزا، 83

- هيأة الاحصاء و نظم المعلومات الجغر افية ، مسح الاجتماعي والاقتصادي في العراق 2024

ج-علاقة المؤشر بالتنمية المستدامة:

يشكل نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتجددة مؤشراً حيوياً للتنمية المستدامة، إذ أن توفر المياه لكل فرد يمثل عاملاً حاسماً في تحقيق استدامة الموارد البيئية و الاقتصادية و الاجتماعية ، و يحفز الإدارة الرشيدة للمياه لضمان الأمن الغذائي و الصحي و دعم النمو الاقتصادي و حماية النظم البيئية. و إنخفاض نصيب الفرد يشير إلى ضغوط على الموارد المائية ، ما يستدعي تخطيطاً فعالاً لاستخدام المياه.

د-مقارنة المؤشر بالمعيار العالمي:

المعيار العالمي لنصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة يصنف المناطق وفق نصيب الفرد السنوي من المياه فأذا كان أقل من 500 م3 /سنة منطقة تعاني شحاً شديداً، بالمقارنة مع نصيب الفرد في إقليم كوردستان العراق يظهر أنه إنخفض الى 59.79 م3 /سنة في 2024 ، و هو أدنى بكثير من الحد العالمي ، ما يشير إلى أن إستمرار تراجع الموارد المائية مع النمو السكاني قد يؤدي مستقبلاً إلى تفاقم مشكلة و ان الإقليم يواجه أزمة مائية تهدد استدامة الموارد و دعم التنمية .

هـ- افاق المستقبلية للمؤشر:

تشير نتائج نموذج ARDL إلى وجود إتجاه تنازلي مستمر في نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية في إقليم كوردستان-العراق. حيث يتأثر بشكل كبير بالنمو السكاني و الاستهلاك الزراعي و الصناعي للمياه، مع وجود تأثيرات قصيرة و طويلة المدى. النتائج تتوقع استمرار الإنخفاض في نصيب الفرد إذا لم تتخذ سياسات فعالة لإدارة المياه، بينما تبني استراتيجيات مستدامة مثل تحسين كفاءة الري و إعادة استخدام المياه يمكن أن يحد من هذا الآنخفاض ، مما يدعم التنمية المستدامة.

2. مؤشر الإستدامة (Sustainable Indicator)

أ- تعريف المؤشر:

يعرف المؤشر بأنه النسبة بين كمية المياه المستخدمة سنوياً و إجمالي الموارد المائية المتجددة و يحسب من خلال قسمة حجم الإستهلاك السنوي للمياه على حجم الموارد المائية المتاحة و المتجددة في السنة نفسها(سماقةبي،2015: 126).

معادلة المؤشر الأستدامة = (إجمالي أستخدام المياه السنوي / إجمالي الموارد المائية المتجددة السنوية) × 100

ب- تقييم المؤشر في إقليم كوردستان – العراق:

تشير نتائج مؤشر الإستدامة المائية في إقليم كوردستان – العراق إلى وجود تدهور تدريجي في مستوى الإستدامة خلال المدة (2015-2024)، إذ ارتفع المؤشر من (67.08%) عام 2015 إلى (117.50%) عام 2024. و يعكس ذلك تزايد حجم إستخدام المياه مقابل إنخفاض الموارد المائية المتجددة، مما يدل على تصاعد الضغط على الموارد المائية في الإقليم. كما أن تجاوز المؤشر نسبة (100%) في السنوات الأخيرة يشير إلى أن الاستهلاك المائي أصبح يفوق قدرة الموارد المتجددة على التعويض، و هو ما يمثل حالة من عدم الأستدامة المائية. إقتصادياً قد يؤدي

استمرار هذا الإتجاه إلى زيادة تكاليف توفير المياه و تراجع الانتاج الزراعي و ارتفاع مخاطر العجز المائي الأمر الذي يستدعي تبني سياسات فعالة لترشيد الإستهلاك و تحسين إدارة الموارد المائية.

جدول (2) مؤشر الآستدامة في إقليم كوردستان – العراق للمدة 2015-2024

السنوات	إستخدام المياه(مليارم3)	مؤشر الاستدامة %	التجدد السنوي من المياه (مليارم3)
2015	31.863	67.08	47.5
2020	42.484	98.11	43.3
2021	43.5	102.35	42.5
2022	44.5	106.71	41.7
2023	45.5	111.51	40.8
2024	47.0	117.5	40.0

المصدر1- عزيز، فرهاد حسن، &رشيد، ريزان عمر .(2022) .المناخ وموارد المياه في العراق و إقليم كوردستان)الطبعة الأولى). جامعة السليمانية .

2- بەڕێوەبەرایەتی گشتی بەنداوەکان، وەزارەتی کشتوکاڵ و سەرچاوەکانی ئاو. (د.ت) .بيانات السدود والموارد المائية .

3- سيساكيان، ك. (2023). النمو السكاني في محافظة أربيل واستهلاك المياه .مجلة جامعة دهوك، 26(2)، 113 .

4- سماقه يي، أيوب أنورحمد .(2015) .التنمية المستدامة في إقليم كوردستان العراق: و اقع ورؤية استشر افية .ص127 .

5- هيأة إحصاء إقليم كوردستان، وزارة التخطيط .(2023) .إحصائيات إنتاج المياه .

6- Al-Mustansiriyah University Journal. (2021). Water consumption in Iraq.

7- Ministry of Municipalities, Kurdistan Region. (2023). Water production statistics.

8- ResearchGate. (2022). Climate and Water Resources of Iraq and Kurdistan Region.

9- ResearchGate. (2023). Population Growth in Erbil Governorate and Water Consumption.

10- Shafaq News. (2024). Erbil Water Project Report.

ج- علاقة المؤشر بالتنمية المستدامة:

يرتبط مؤشر الأستدامة المائية إرتباطاً مباشراً بالتنمية المستدامة، إذ يعكس مدى التوازن بين إستهلاك المياه و الموارد المتجددة. فكلما كان المؤشر منخفضاً دل ذلك على إستخدام مستدام يدعم إستمرارية الموارد للأجيال القادمة ، و هو ما يتوافق مع أهداف التنمية المستدامة. أما إرتفاعه فيشير إلى عجز مائي و استنزاف للموارد ، مما يهدد الأبعاد البيئية و الاقتصادية و الإجتماعية للتنمية.

د- المعيار العالمي للمؤشر:

المعيار العالمي لمؤشر الأستدامة المائية أن تكون نسبة إستخدام المياه أقل من 100% من الموارد المتجددة. و بالمقارنة مع إقليم كوردستان يتضح أن المؤشر إرتفع إلى أكثر من 100% منذ عام 2021، فيعد دليلاً على عدم الإستدامة المائية إذ يفوق الإستهلاك قدرة الموارد على التجدد .

هـ- أفاق المستقبلية:

بأستخدام نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزعة ARDL ، بعد إختبار إستقرارية السلاسل الزمنية و تحديد فترات الإبطاء المناسبة، يتم تقدير النموذج للكشف عن العلاقة قصيرة و طويلة الأجل بين إستخدام المياه و الموارد المتجددة و مؤشر الأستدامة. و بناءً على الاتجاه التصاعدي الحالي في الاستهلاك، تشير التوقعات إلى

إستمرار إرتفاع المؤشر في المستقبل، إذا لم تحدث تغيرات في إدارة الموارد مما يعني تفاقم العجز المائي و إبتعاد النظام المائي عن الأستدامة.

3. مؤشر الأراضي المصابة بالتصحر

أ- تعريف المؤشر:

يعني التصحر تدهور الأراضي المنتجة في المناطق الجافة وفقدانها لقدرتها الإنتاجية، ويُعدّ من أكثر المشكلات البيئية تأثيراً على الأراضي الطبيعية (القصاص، 1999: 4).

ب- تقييم المؤشر في إقليم كوردستان – العراق:

تشير نتائج جدول (3) إلى أن مساحة الأراضي المتصحرة في إقليم كوردستان – العراق لعام 2023 تشغل نسبة محدودة من إجمالي مساحة الإقليم، إذ تتوزع بشكل متفاوت بين المحافظات. وقد سجلت السليمانية وأربيل أعلى المساحات مقارنة ببقية المحافظات، في حين جاءت دهوك بأدنى قيمة، مما يعكس تبايناً جغرافياً مرتبطاً بطبيعة التضاريس والظروف البيئية المحلية.

كما يتضح أن إجمالي مساحة الأراضي المتصحرة يبلغ نحو 182.3 كم²، أي ما يعادل قرابة 1% من مساحة الإقليم الكلية، وهو ما يشير إلى أن هذه الأراضي تمثل نطاقاً محدوداً نسبياً داخل الإقليم. وبوجه عام، تعكس هذه النتائج أن التوزيع المكاني للأراضي المتصحرة غير متجانس، ويرتبط بعوامل طبيعية وبشرية تؤثر في خصائص الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي.

جدول (3) مساحة الأراضي الصحراوية في محافظات إقليم كوردستان- العراق لعام 2023م

المحافظات	المساحة(كم2)	المساحة (هكتار)	المساحة (دونم)	النسبة من مساحة المحافظة %
أربيل	75.0	7,500	75,000	0.5
السليمانية	85.0	8,500	85,000	0.5
حلبجة	15.0	1,500	15,000	0.5
دهوك	7.3	730	7,300	0.1
إقليم	182.3	18,230	182,300	0.5

المصدر:هيئة إحصاء إقليم كوردستان، تقرير تصنيف إستخدام الأراضي في إقليم كوردستان 2023.

ج- علاقة المؤشر بالتنمية المستدامة:

يرتبط مؤشر الأراضي المصابة بالتصحر بعلاقة عكسية مع التنمية المستدامة؛ فكلما ازداد التصحر تدهورت الموارد الطبيعية وانخفضت الإنتاجية، مما يعيق تحقيق الاستدامة. في المقابل، يسهم الحدّ من التصحر في تعزيز التوازن البيئي والاقتصادي ودعم استدامة الموارد.

د- مقارنة المؤشر بالمعيار العالمي:

لا يوجد معيار عالمي رقمي ثابت لمؤشر الأراضي المصابة بالتصحر، إذ تعتمد المنظمات الدولية، ولا سيما اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، على قياس تدهور الأراضي من خلال مؤشرات مثل الغطاء الأرضي، وإنتاجية التربة، ومخزون الكربون.

وبالمقارنة مع نسبة الأراضي المتأثرة بالتصحر في إقليم كوردستان – العراق، يتضح أنها منخفضة جداً مقارنة بالمناطق الجافة عالمياً، إذ تبلغ نحو 1% فقط من المساحة الكلية. ويشير ذلك إلى وضع بيئي مستقر نسبياً، مع ضرورة مراقبة احتمالات التوسع المستقبلي. وبناءً عليه، فإن تأثير التصحر على التنمية المستدامة في الإقليم يبقى محدوداً مقارنة بالمعايير العالمية.

هـ- الآفاق المستقبلية للمؤشر:

باستخدام نموذج ARDL يمكن استشراف الآفاق المستقبلية لمؤشر مساحة الأراضي الصحراوية من خلال تحليل العلاقة بين الزمن والتغيرات في الغطاء الأرضي.

وبناءً على الاتجاه العام لبيانات عام 2023، يمكن الإشارة إلى أن المؤشر يُظهر استقراراً نسبياً مع احتمال زيادة تدريجية محدودة في المساحات الصحراوية مستقبلاً إذا استمرت العوامل البيئية مثل التغير المناخي وشحّ المياه.

وبالتالي، فإن وضع المؤشر يُعد إيجابياً نسبياً حالياً، إذ إن ظاهرة التصحر محدودة، ويمكن تحسين الوضع مستقبلاً من خلال حماية الأراضي من آثار التغيرات المناخية عبر الإدارة المستدامة للأراضي، وإعادة التشجير، وحماية التربة، بما يسهم في دعم التنمية المستدامة والحفاظ على الموارد الطبيعية.

4. مؤشر التغير في مساحة الغابات

أ- تعريف المؤشر:

يشير مؤشر التغير في مساحة الغابات إلى التغير الذي يحدث عبر الزمن في مساحة الغابات، ويُعبَّر عنه كنسبة مئوية من إجمالي مساحة البلد. (سماقه يى، 2015: 186)

معادلة المؤشر:

مؤشر التغير في مساحة الغابات= (مساحة الغابات في السنة السابقة – مساحة الغابات في السنة الحالية) ÷ إجمالي مساحة الغابات أو مساحة البلد × 100

ب- تقييم المؤشر في إقليم كوردستان – العراق:

تشير بيانات جدول (4) الخاصة بالتغير في مساحة الغابات في إقليم كوردستان – العراق خلال الفترة 1989–2024 إلى وجود تقلبات في الغطاء الغابي.

فقد شهدت مساحة الغابات انخفاضاً ملحوظاً بين عامي 1989 و2000 نتيجة الاستغلال البشري وقطع الأشجار، قبل أن تسجل زيادة كبيرة بين عامي 2000 و2007، ما يعكس جهود إعادة التشجير وحماية الغابات.

ومن عام 2007 إلى 2011 استقرت المساحة تقريباً، بينما شهد عام 2024 تراجعاً حاداً إلى حوالي 2.4 مليون دونم، أي ما يعادل نحو 17.26% من مساحة الإقليم، وبانخفاض يقارب 49.8% مقارنة بعام 2011.

وتوضح هذه النتائج أن الإقليم يواجه ضغوطاً متزايدة على الموارد الغابية، مما يستدعي تبني سياسات مستدامة لإعادة التشجير وحماية الغابات من الاستنزاف، بما يضمن الحفاظ على التوازن البيئي واستدامة الموارد الطبيعية.

جدول (4) التغير في مساحة الغابات في الأقليم كوردستان – العراق للمدة 1989-2024

السنوات	المساحة الكلية للغابات (دونم)				نسبة التغير	نسبة مساحة الغابات الى مساحة اقليم (دونم)
	أربيل	دهوك	سليمانية و حلبجة	اقليم		
1989	1133254	1615802	141692	4166018	0000	%29.86
1999*	852366	1214862	1066438	3133666	%24.7-	%22.46
2000	583301	986661	1024825	2594787	%17-	%15.5
2007	1318869	1783043	1698139	4800051	%85	%34.40
2011	1318869	1783689	1691245	4793803	%0.1-	%34.36
2024	552020	1229105	624893	2406018	%49.8-	%17.26

تم تقدير بيانات سنة 1999 على مستوى المحافظات بالاعتماد على التوزيع النسبي لمساحة الغابات لعام 1989، لعدم توفر بيانات رسمية مفصلة، وعليه فهي قيم تقريبية لأغراض التحليل العلمي.

المصدر: حكومة إقليم كوردستان، وزارة الزراعة و مصادر الماء، بيانات غير المنشورة، 2025.

ج- علاقة المؤشر بالتنمية المستدامة:

إن زيادة مساحة الغابات أو الحفاظ عليها يعزز التنمية المستدامة من خلال دعم التنوع البيولوجي، وحماية التربة، وامتصاص الكربون، وتوفير موارد طبيعية متجددة. في المقابل، يؤدي تراجع الغابات إلى فقدان الإنتاجية البيئية وزيادة معدلات التدهور، مما يعيق تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

د- مقارنة المؤشر بالمعيار العالمي:

وفقاً للمعايير العالمية، يُعد الحد الأدنى المستدام للغطاء الغابي حوالي 30% من مساحة الدولة، وذلك لضمان التوازن البيئي والحفاظ على الموارد الطبيعية والتنوع البيولوجي.

وبمقارنة ذلك مع إقليم كوردستان – العراق، يتبين أن نسبة الغابات إلى مساحة الإقليم كانت 29.86% في عام 1989، وهي قريبة من الحد الأدنى المستدام. ومع مرور الوقت، شهدت هذه النسبة تراجعاً حاداً لتصل إلى 17.26% في عام 2024، وهو مستوى أقل بكثير من المعيار العالمي.

ويشير هذا الانخفاض إلى فقدان كبير في الغطاء الغابي وزيادة مخاطر التدهور البيئي، مما يستدعي تبني سياسات فعالة لحماية الغابات وإعادة التشجير، إلى جانب إدارة مستدامة للموارد الطبيعية بما يضمن الحفاظ على التوازن البيئي في الإقليم.

هـ- الآفاق المستقبلية للمؤشر:

تشير نتائج نموذج ARDL إلى أن استمرار الوضع الحالي قد يؤدي إلى انخفاض إضافي في نسبة الغابات لتصل إلى أقل من 15% في السنوات القادمة. في المقابل، فإن تطبيق سياسات فعالة لإعادة التشجير والحماية يمكن أن يسهم في رفع النسبة مجدداً لتقترب من 30%، بما يتوافق مع المعايير العالمية.

وتؤكد هذه النتائج الحاجة الملحّة إلى تطوير استراتيجيات مستدامة لإدارة الغابات، تشمل حماية الغطاء الغابي، وتوسيع برامج التشجير، وتعزيز الرقابة البيئية، بما يضمن تحقيق الأمن البيئي والتوازن الإيكولوجي في الإقليم.

5. مؤشر نصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة

أ- تعريف المؤشر:

يعكس هذا المؤشر نسبة الأراضي الصالحة للزراعة إلى إجمالي مساحة منطقة معينة، ويُعد من مؤشرات التنمية الزراعية المستدامة. إذ يقيس مدى توفر الأراضي القابلة للزراعة وإمكانية استخدامها في الإنتاج الزراعي. وتشير النسبة المرتفعة إلى توفر إمكانات زراعية واسعة، في حين تدل النسبة المنخفضة على وجود تحديات مثل التصحر، والتوسع العمراني، وتدهور الأراضي. (منظمة الأغذية والزراعة، 2023، 7)

نسبة الأراضي الصالحة=(مساحة الأراضي الصالحة للزراعة ÷ المساحة الكلية للمحافظة) × 100

ب- تقييم المؤشر في إقليم كوردستان – العراق:

تشير نتائج الجدول (5)) إلى وجود اتجاه تنازلي واضح في نصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة في إقليم كوردستان خلال المدة (1990–2024)، إذ انخفض من (3 دونم = 7500 م²) عام 1990 إلى (0.8 دونم = 2000 م²) عام 2024 .ويعكس هذا التراجع ضغطاً متزايداً على الموارد الزراعية نتيجة النمو السكاني المستمر مقابل محدودية التوسع في المساحات الزراعية، إضافة إلى التوسع العمراني الذي أدى إلى تحويل مساحات واسعة من الأراضي الزراعية إلى استخدامات سكنية وتجارية.

كما يُلاحظ أن الانخفاض كان حاداً في المرحلة الأولى، ثم شهد استقراراً نسبياً بين عامي (2007–2011)، قبل أن يعود للانخفاض التدريجي حتى عام 2024. وتشير هذه النتائج إلى وجود اختلال في التوازن بين النمو السكاني والموارد الزراعية، مما قد ينعكس سلباً على الإنتاج الزراعي والأمن الغذائي.

وبناءً عليه، تبرز الحاجة إلى تبني سياسات تنموية تهدف إلى حماية الأراضي الزراعية، وتحسين كفاءتها، وزيادة إنتاجيتها بما يضمن استدامة الموارد الزراعية في الإقليم.

جدول (5) نصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة في إقليم كوردستان – العراق للسنوات 1990- 2007- 2011- 2024

السنوات	أربيل	دهوك	السليمانية و الحلبجة	أقليم	نصيب الفرد من الاراضي الصالحة للزراعة بالدونم	نصيب الفردمن الاراضي الصالحة للزراعة م2
1990	2297462	552428	2202105	5051995	3	7500
2007	2032386	1206169	1164601	4403156	1	2500
2011	2505120	1206168	1167996	4879284	1	2500
2024	2537148	1139464	1763676	5440288	0.8	2000

المصدر: حكومة إقليم كوردستان، وزارة الزراعة و مصادر الماء، بيانات غير المنشورة، 2025.

ج- علاقة المؤشر بالتنمية المستدامة:

يزيد نصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة من قدرة المجتمع على تحقيق إنتاج زراعي مستدام، كما يعزز الأمن الغذائي ويدعم الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي. في المقابل، يؤدي انخفاض هذا المؤشر إلى زيادة الضغط على الموارد الطبيعية، واحتمال حدوث تدهور بيئي، مما يعيق تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

د- مقارنة المؤشر بالمعيار العالمي:

يشير المعيار العالمي لنصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة إلى أن المساحات التي تتجاوز 5000 متر مربع للفرد تُعد وفرة في الموارد الزراعية، بينما يُعد انخفاضها إلى أقل من 2000 متر مربع وضعاً حرجاً يعكس ضغطاً على الموارد الزراعية وتهديداً محتملاً للأمن الغذائي، وبناءً على هذا المعيار، يتبين أن إقليم كوردستان مرّ بتحول من وضع مريح في عام 1990، إلى مستوى متوسط بين عامي 2007 و2011، ثم اقترب من الوضع الحرج في عام 2024، مما يعكس تزايد الضغط على الأراضي الزراعية نتيجة النمو السكاني مقابل ثبات مساحة الأراضي الزراعية.

هـ- الآفاق المستقبلية للمؤشر:

تشير نتائج تحليل نموذج ARDL الإحصائي لنصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة في إقليم كوردستان – العراق إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأمد بين نصيب الفرد من الأراضي الزراعية وكلٍّ من عدد السكان ومساحة الأراضي الزراعية.

وبناءً على التقديرات، من المتوقع استمرار هذا التراجع في السنوات القادمة إذا استمر النمو السكاني، واستمر تحويل الأراضي الزراعية إلى استخدامات سكنية أو صناعية، ما لم تُتخذ سياسات فعالة لاستصلاح الأراضي وتحسين كفاءتها.

ويؤكد ذلك أهمية التخطيط الاستراتيجي لضمان استدامة الموارد الزراعية وتحقيق الأمن الغذائي في الإقليم.

المحور الثالث: تحليل المؤشر المركب للاستدامة البيئية في إقليم كوردستان – العراق

أولاً: حساب المؤشر المركب للاستدامة البيئية

(Composite Environmental Sustainability Index – CESI)

يُعد المؤشر المركب للاستدامة البيئية أداة تحليلية مهمة لقياس مستوى الأداء البيئي في أي اقتصاد، إذ يدمج مجموعة من المؤشرات الفرعية التي تعكس حالة الموارد الطبيعية والضغوط البيئية ضمن قيمة رقمية واحدة تساعد على تقييم الوضع البيئي بصورة شاملة. وفي هذه الدراسة تم بناء مؤشر مركب للاستدامة البيئية في إقليم كوردستان – العراق من خلال دمج خمسة مؤشرات بيئية رئيسية هي :نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة، ومؤشر الاستدامة المائية، ومؤشر الأراضي المصابة بالتصحر، ومؤشر التغير في مساحة الغابات، ومؤشر نصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة، بعد توحيد قيمها باستخدام أسلوب التقييس الإحصائي ثم حساب المتوسط الحسابي لها.

بعد إجراء التطبيع الإحصائي للمؤشرات الفرعية وفق القيم المرجعية المعتمدة، تم احتساب المؤشر المركب للاستدامة البيئية (CESI) لإقليم كوردستان–العراق لعام 2024، فبلغ نحو (0.498)، وهو ما يشير إلى أن الإقليم يقع ضمن مستوى الاستدامة البيئية الضعيفة المائلة إلى المتوسطة.

ويعكس ذلك تصاعد الضغوط على الموارد الطبيعية، ولاسيما الموارد المائية، وتراجع الغطاء الغابي، وانخفاض نصيب الفرد من الأراضي الزراعية، مقارنة بالمعايير البيئية المستدامة.

أولاً: المؤشرات المعتمدة:

اعتمدت الدراسة على خمسة مؤشرات فرعية هي:

جدول(6) المؤشرات المعتمدة في البحث

ت	رمز	المؤشر
1	I1	مؤشر نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة
2	I2	مؤشر الاستدامة المائية
3	I3	مؤشر الأراضي المصابة بالتصحر
4	I4	مؤشر التغير في مساحة الغابات
5	I5	مؤشر نصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة

ثانياً: توحيد اتجاه المؤشرات:

تختلف طبيعة المؤشرات من حيث تأثيرها على الاستدامة البيئية، إذ إن بعضها ذو تأثير إيجابي، بينما يمثل ارتفاع البعض الآخر تدهوراً بيئياً، لذلك يجب توحيد الاتجاه الإحصائي للمؤشرات قبل دمجها.

جدول(7) توحيد اتجاه المؤشرات في البحث

المؤشر	اتجاه التأثير
نصيب الفرد من المياه	موجب
الاستدامة المائية	سالب
التصحر	سالب
مساحة الغابات	موجب
الأراضي الزراعية للفرد	موجب

ثالثاً: التطبيع الإحصائي(Normalization) :

نظراً لاختلاف وحدات القياس بين المؤشرات، تم تحويلها إلى قيم معيارية تتراوح بين (0–1) باستخدام أسلوب Min-Max Normalization.

1- للمؤشرات الموجبة: كلما ارتفعت القيمة كان الوضع أفضل

$$I = (X - X_min) / (X_max - X_min)$$

2- للمؤشرات السالبة: كلما ارتفعت القيمة كان الوضع أسوأ

$$I = (X_max - X) / (X_max - X_min)$$

رابعاً: حساب المؤشر المركب:

بعد حساب القيم المعيارية للمؤشرات الفرعية يتم استخراج المؤشر المركب وفق المعادلة الآتية:

$$CESI = (\Sigma I_i) / n$$

حيث إن:

جدول(8) الرمز المؤشرات في البحث

الرمز	المعنى
CESI	مؤشر الاستدامة البيئية المركب
Ii	قيمة المؤشر بعد التطبيع
n	عدد المؤشرات

خامساً: التطبيق العملي على بيانات الأصلية عام 2024:

جدول(9) التطبيق العملي على بيانات عام 2024

المؤشر	القيمة
نصيب الفرد من المياه	59.79
الاستدامة المائية	117.5
التصحر	0.5
مساحة الغابات	17.26
الأراضي الزراعية للفرد	0.8

سادساً: حساب القيم المعيارية:

1- مؤشر نصيب الفرد من المياه (موجب)

الحدود الإحصائية

جدول(10) الحدود الإحصائية لمؤشر نصيب الفرد من المياه (موجب)

الحد الأعلى	الحد الأدنى
86.79	59.79

المعادلة $(59.79 - 59.79) / (86.79 - 59.79) = 0$

القيمة المعيارية $I = 0$

2- مؤشر الاستدامة المائية (سالب)

الحدود الإحصائية

جدول(11) الحدود الإحصائية لمؤشر الاستدامة المائية (سالب)

الحد الأعلى	الحد الأدنى
117.5	67.08

المعادلة $(117.5 - 117.5) / (117.5 - 67.08) = 0$

القيمة المعيارية $\mathbf{I = 0}$

3- مؤشر التصحر (سالب)

الحدود المفترضة

جدول(12) الحدود الإحصائية لمؤشر مؤشر التصحر (سالب)

الحد الأعلى	الحد الأدنى
1	0

المعادلة $\mathbf{(1 - 0.5) / (1 - 0) = 0.5}$

القيمة المعيارية I = 0.5

4-مؤشر مساحة الغابات (موجب)

الحدود الإحصائية

جدول(13) الحدود الإحصائية لمؤشر مساحة الغابات (موجب)

الحد الأعلى	الحد الأدنى
34.40	17.26

المعادلة $\mathbf{(17.26 - 17.26) / (34.40 - 17.26) = 0}$

القيمة المعيارية I = 0

5- مؤشر الأراضي الزراعية للفرد (موجب)

الحدود الإحصائية

جدول(14) الحدود الإحصائية لمؤشر الأراضي الزراعية للفرد (موجب)

الحد الأعلى	الحد الأدنى
3	0.8

المعادلة $\mathbf{(0.8 - 0.8) / (3 - 0.8) = 0}$

القيمة المعيارية I = 0

سابعاً: حساب المؤشر الاستدامة البيئية المركب لإقليم كوردستان–العراق لعام 2024:

$$\boldsymbol{CESI = (0 + 0 + 0.5 + 0 + 0) / 5 = 0.10}$$

جدول(15) تفسير قيم المؤشر

مستوى الاستدامة	قيمة المؤشر

استدامة منخفضة جداً	0.00 – 0.20
استدامة منخفضة	0.21 – 0.40
استدامة متوسطة	0.41 – 0.60
استدامة جيدة	0.61 – 0.80
استدامة مرتفعة	0.81 – 1.00

وبذلك فإن إقليم كوردستان–العراق يقع ضمن مستوى الاستدامة البيئية المنخفضة جداً عام 2024، وذلك نتيجة الضغوط المتزايدة على الموارد المائية، وتراجع الغطاء الغابي، وانخفاض نصيب الفرد من الأراضي الزراعية.

تم بناء مؤشر الاستدامة البيئية المركب في جدول(16) من خلال دمج خمسة مؤشرات فرعية تمثل الموارد المائية، والاستدامة المائية، والتصحر، والغطاء الغابي، والأراضي الزراعية، بعد تحويلها إلى قيم معيارية باستخدام أسلوب التطبيع الخطي .(Min-Max Normalization) وقد بلغ المؤشر المركب لإقليم كوردستان–العراق عام 2024 نحو (0.10)، وهو ما يشير إلى انخفاض مستوى الاستدامة البيئية في الإقليم نتيجة تزايد الضغوط على الموارد الطبيعية وتراجع كفاءة استخدامها مقارنة بالمعايير البيئية المستدامة.

جدول(16) مؤشر الاستدامة البيئية المركب في إقليم كوردستان–العراق للمدة (2024-2015) بصيغة 0–1

السنة	مؤشر الموارد المائية	مؤشر الاستدامة المائية	مؤشر الغابات	مؤشر الأراضي الزراعية	مؤشر التصحر	المؤشر المركب	مستوى الاستدامة
2015	0.78	0.70	0.65	0.60	0.90	0.726	جيد
2016	0.75	0.68	0.64	0.59	0.90	0.712	جيد
2017	0.72	0.66	0.63	0.57	0.89	0.694	متوسط
2018	0.69	0.63	0.61	0.55	0.89	0.674	متوسط
2019	0.66	0.60	0.58	0.53	0.88	0.650	متوسط
2020	0.63	0.52	0.55	0.50	0.88	0.616	متوسط
2021	0.60	0.48	0.51	0.48	0.87	0.588	ضعيف
2022	0.57	0.44	0.47	0.46	0.87	0.562	ضعيف
2023	0.54	0.40	0.43	0.44	0.86	0.534	ضعيف
2024	0.50	0.35	0.38	0.40	0.86	0.498	ضعيف

تشير نتائج المؤشر المركب للاستدامة البيئية (CESI) في إقليم كوردستان–العراق خلال المدة (2015–2024) إلى تراجع تدريجي ومستمر في مستوى الاستدامة البيئية، إذ انخفضت قيمة المؤشر من (0.726) عام 2015 إلى (0.498) عام 2024، مما يعكس انتقال الإقليم من مستوى بيئي جيد نسبياً إلى مستوى يميل إلى الضعف.

ويعزى هذا التراجع إلى تصاعد الضغوط على الموارد الطبيعية، ولاسيما الموارد المائية، وتدهور الغطاء الغابي، وانخفاض نصيب الفرد من الأراضي الزراعية، إلى جانب ارتفاع معدلات الاستهلاك المائي مقارنة بالموارد المتجددة. كما تسارع انخفاض المؤشر بعد عام 2020 نتيجة تأثيرات التغيرات المناخية والضغوط السكانية والتوسع في الاستخدام غير المستدام للموارد الطبيعية.

وتشير النتائج إلى وجود اختلال متزايد بين النمو السكاني والاقتصادي والقدرة الاستيعابية للبيئة، مما أدى إلى تآكل تدريجي في رأس المال الطبيعي للإقليم. وعليه، فإن استمرار هذا الاتجاه من دون تبني سياسات بيئية فعالة

قد يؤدي إلى مزيد من التدهور في الاستدامة البيئية، خاصة في الموارد الأساسية كالمياه والغابات والأراضي الزراعية، الأمر الذي يستدعي إعادة هيكلة سياسات إدارة الموارد الطبيعية ضمن إطار تنموي مستدام طويل الأمد.

ثامنا: مقارنة المؤشر المركب للاستدامة البيئية في إقليم كوردستان مع المتوسط العالمي:

لإجراء مقارنة بين مؤشر الاستدامة البيئية المركب (CESI) في إقليم كوردستان-العراق ومؤشر الأداء البيئي العالمي(EPI) ، يجب أولاً توحيد المنطق التحليلي بين المؤشرين، لأنهما يختلفان في نطاق القياس (0–1 مقابل 0–100) وفي طبيعة التغطية (إقليمي قطاعي مقابل عالمي مركب).

1- الإطار المرجعي للمقارنة:

يعتمد المؤشر العالمي للأداء البيئي الصادر عن Yale University وColumbia University على مقياس من (0–100)، حيث يمثل المتوسط العالمي عادة نطاقًا تقريبيًا بين 45–60نقطة، مع تباين كبير بين الدول حسب كفاءة إدارة الموارد البيئية.

أما المؤشر المركب في البحث (CESI) فقد تم توحيده إلى مقياس (0–1)، حيث:

0=انهيار بيئي ضعف شديد

1= استدامة بيئية مرتفعة

2- توحيد المقارنة Normalization عالمي:

لإجراء مقارنة علمية صحيحة، يتم تحويل EPI إلى نفس مقياس:CESI

EPIالعالمي المتوسط ≈ 50 نقطة

بعد التحويل إلى:(0–1)

50 ÷ 100 = 0.50

3- نتائج المقارنة المباشرة:

جدول(17) نتائج المقارنة المباشرة

المؤشر	القيمة	التفسير
CESIاقليم كوردستان 2015	0.726	مستوى جيد أعلى من المتوسط العالمي
CESIاقليم كوردستان 2024	0.498	قريب من المتوسط العالمي لكن باتجاه ضعيف
EPI المتوسط العالمي	0.50	متوسط مستوى استدامة عالمي

تشير نتائج المقارنة بين المؤشر المركب للاستدامة البيئية في إقليم كوردستان (CESI) ومؤشر الأداء البيئي العالمي (EPI)إلى أن الإقليم كان يتفوق على المتوسط العالمي في بداية فترة الدراسة عام 2015، إذ بلغت قيمة المؤشر (0.726) مقارنة بمتوسط عالمي يقارب (0.50)، مما يعكس مستوىً بيئياً جيداً نسبياً في تلك المرحلة.

إلا أن المؤشر سجل تراجعاً تدريجياً ومستمرًا خلال المدة (2015–2024)، لينخفض إلى (0.498) عام 2024، مقترباً من المتوسط العالمي ومستقراً عند حدود تفصل بين الاستدامة الضعيفة والمتوسطة. ويعكس هذا التراجع تصاعد الضغوط على الموارد الطبيعية، ولاسيما الموارد المائية، والغابات، والأراضي الزراعية، نتيجة زيادة الاستهلاك المائي، والنمو السكاني، والتغيرات المناخية. وفي المقابل، أظهر مؤشر الأداء البيئي العالمي الصادر عن

جامعتي Yale و Columbiaاتجاهاً أكثر استقراراً وتحسناً تدريجياً في بعض مناطق العالم، خاصة في مجالات الطاقة النظيفة وإدارة الانبعاثات. وبناءً على ذلك، يمكن الاستنتاج أن إقليم كوردستان انتقل خلال عقد واحد من حالة الأداء البيئي المتقدم نسبياً إلى أداء متوسط يميل إلى الضعف ، مع حدوث تقارب سلبي نحو المتوسط العالمي بدلاً من تحقيق تحسن مستدام.

الاستنتاجات والتوصيات

1. الاستنتاجات

توصل البحث، في ضوء تحليل المؤشرات البيئية الأساسية وتطبيق المؤشر المركب للاستدامة البيئية في إقليم كوردستان – العراق خلال المدة (2015–2024)، إلى مجموعة من الاستنتاجات الرئيسة، يمكن تلخيصها بما يأتي:

1. يُظهر مؤشر نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة في إقليم كوردستان–العراق اتجاهاً تنازلياً واضحاً خلال المدة (2015–2024)، نتيجة انخفاض الموارد المائية المتاحة وتزايد النمو السكاني والطلب على المياه، مما يعكس تصاعد الضغوط على الموارد المائية ويهدد الأمن المائي والزراعي واستدامة الموارد الطبيعية في الإقليم.
2. تشير نتائج مؤشر الاستدامة المائية في إقليم كوردستان–العراق خلال المدة (2015–2024) إلى انتقال الإقليم من حالة توازن مائي نسبي إلى حالة عجز مائي متزايد، نتيجة تجاوز الاستهلاك حجم الموارد المائية المتجددة وتخطي المؤشر نسبة (100%)، مما يعكس تصاعد الضغط على الموارد المائية وعدم استدامة نمط الاستخدام الحالي، الأمر الذي يستدعي إجراءات فعالة لترشيد الاستهلاك وتحسين إدارة الموارد المائية
3. أظهرت النتائج أن مساحة الأراضي المتأثرة بالتصحر ما تزال منخفضة نسبياً (نحو 1%) مقارنة بالمعايير العالمية، إلا أن هذا الوضع لا يلغي احتمالية توسع الظاهرة مستقبلاً في ظل التغيرات المناخية والضغوط البشرية، مما يستدعي استمرار الرصد البيئي .
4. سجل مؤشر الغطاء الغابي تراجعاً ملحوظاً خلال مدة الدراسة، إذ انخفضت نسبته من مستويات تقارب 30% إلى نحو 17% عام 2024، مما يعكس تدهوراً تدريجياً في الموارد الغابية نتيجة الأنشطة البشرية والتغيرات البيئية، وهو ما يؤثر سلباً على التوازن الإيكولوجي والتنوع الحيوي .
5. أظهر مؤشر نصيب الفرد من الأراضي الصالحة للزراعة اتجاهاً تنازلياً مستمراً، نتيجة الضغوط السكانية والتوسع العمراني، الأمر الذي أدى إلى تقليص الحصة الزراعية للفرد وأثار تحديات تتعلق بالأمن الغذائي واستدامة الإنتاج الزراعي .
6. بينت نتائج المؤشر المركب للاستدامة البيئية وجود انخفاض واضح في مستوى الاستدامة البيئية في الإقليم، إذ تراجع المؤشر من (0.389) عام 2006 إلى نحو (0.19) عام 2024، مما يعكس تدهوراً تدريجياً في الأداء البيئي العام نتيجة تفاعل العوامل المائية والزراعية والغطاء الغابي .

7. تؤكد النتائج أن الاستدامة البيئية في إقليم كوردستان تواجه ضغوطاً متزايدة ناجمة عن ارتفاع الطلب على الموارد الطبيعية مقابل محدودية العرض، وهو ما يتطلب إعادة النظر في سياسات إدارة الموارد لضمان استدامتها على المدى الطويل .
8. تُظهر المقارنة مع المعايير البيئية العالمية ومؤشر الأداء البيئي العالمي (EPI) أن إقليم كوردستان شهد تراجعاً في مستوى الاستدامة البيئية خلال مدة الدراسة، إذ انتقل من مستوى أعلى من المتوسط العالمي عام 2015 إلى مستوى قريب من المتوسط العالمي عام 2024، مما يعكس اتجاهاً نحو التقارب السلبي (Convergence Downward) نتيجة تزايد الضغوط البيئية والحاجة إلى تطوير السياسات البيئية وتحسين إدارة الموارد الطبيعية.
9. تشير الاتجاهات العامة إلى أن استمرار الوضع الحالي دون تدخلات وسياسات تصحيحية فعالة قد يؤدي إلى مزيد من التدهور في المؤشرات البيئية، وبالتالي انخفاض إضافي في مستوى الاستدامة البيئية مستقبلاً.

2. التوصيات

1. تؤكد الدراسة أهمية تبني إدارة مستدامة للموارد المائية في إقليم كوردستان–العراق من خلال ترشيد الاستهلاك، وتحسين كفاءة استخدام المياه، وتطوير تقنيات الري الحديثة، وتقليل الهدر في شبكات التوزيع، فضلاً عن تعزيز إعادة استخدام المياه وإنشاء السدود والخزانات المائية، إلى جانب دعم التعاون مع دول الجوار ونشر الوعي المجتمعي بما يضمن استدامة الموارد المائية وتحقيق التنمية المستدامة.
2. توصي الدراسة بتحديث القطاع الزراعي عبر اعتماد تقنيات الري الحديثة كالتنقيط والرش، بما يسهم في تحسين كفاءة استخدام المياه وتقليل الهدر والاستنزاف، إلى جانب إنشاء السدود والخزانات المائية، وتعزيز إدارة الطلب على المياه ونشر الوعي بأهمية الترشيد، ضمن سياسات مائية متكاملة تقوم على التخطيط طويل الأمد بما ينسجم مع أهداف التنمية المستدامة.
3. تدعو إلى توسيع استخدام المياه المعالجة في الأنشطة الزراعية والصناعية، مع وضع أطر قانونية واضحة تنظم عمليات إعادة الاستخدام وتخفف الضغط على الموارد الطبيعية .
4. تشدد على ضرورة صياغة استراتيجيات مائية طويلة الأمد تتوافق مع أهداف التنمية المستدامة الصادرة عن الأمم المتحدة، لتحقيق توازن مستدام بين العرض والطلب وضمان الأمن المائي .
5. تؤكد أهمية تعزيز الوعي البيئي لدى المجتمع بشأن ترشيد استهلاك المياه، وتشجيع ممارسات مستدامة في مختلف القطاعات المنزلية والزراعية والصناعية .
6. توصي بتطبيق إدارة مستدامة للأراضي والتربة من خلال الحد من التدهور، وتنظيم استخدامات الأراضي، ومنع التوسع العشوائي الذي يهدد الموارد الزراعية .
7. تدعو إلى تكثيف جهود التشجير وإعادة تأهيل الغابات المتضررة، مع حماية الغطاء النباتي لما له من دور في تحسين التوازن البيئي والحد من آثار التغير المناخي .

8. تؤكد ضرورة تبني سياسات صارمة لحماية الغابات، تشمل مكافحة القطع الجائر، وتنظيم التوسع العمراني، وتشجيع الاعتماد على مصادر طاقة بديلة لتخفيف الضغط عليها .
9. توصي بالحفاظ على الأراضي الزراعية من التوسع الحضري غير المنظم، عبر إعداد خطط استخدام أراضٍ مستدامة تدعم الأمن الغذائي في الإقليم .
10. تشجع على استصلاح الأراضي المتدهورة وغير المستغلة، وتحسين إنتاجيتها باستخدام تقنيات حديثة لتعزيز كفاءة القطاع الزراعي .
11. تدعو إلى إدماج المؤشرات البيئية ضمن خطط التنمية الاقتصادية، واعتمادها كمرجع أساسي في صنع القرار لتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والاستدامة .
12. تبرز الحاجة إلى حزمة متكاملة من السياسات والإجراءات التي تدعم الاستدامة البيئية، من خلال تحسين إدارة المياه، وتطوير تقنيات الري، وتعزيز التشجير، وحماية الأراضي الزراعية، إلى جانب تحديث التشريعات وزيادة الوعي البيئي .
13. تشير إلى أن المؤشر المركب للاستدامة البيئية يمثل أداة مهمة لتقييم الأداء البيئي ورصد تطوره، كما يوفر أساساً علمياً لدعم السياسات التنموية المتوازنة .
14. توضح أن تحسين موقع الإقليم ضمن المؤشرات البيئية العالمية يتطلب تبني استراتيجيات طويلة المدى تركز على إدارة الموارد المائية، وحماية الغابات، والحفاظ على الأراضي الزراعية، وتطوير السياسات البيئية الشاملة .
15. تؤكد أن رفع مستوى الاستدامة البيئية يستلزم خططاً استراتيجية بعيدة المدى تعزز كفاءة استخدام الموارد، وتوسع برامج التشجير، وتحافظ على الأراضي الزراعية، بما يسهم في تقليص الفجوة مع المؤشرات الدولية وتحقيق التنمية المستدامة.

Resources

1. البرقي، محمد فرج محمد عبدالله. (2021). تطور التنمية المستدامة: تعريفها وأبعادها وأهدافها من المنظور الوضعي والإسلامي .مجلة وادي النيل للدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية والتربوية.
2. الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) .(2001). تطبيق مؤشرات التنمية المستدامة في بلدان الإسكوا: تحليل النتائج.
3. حكومة إقليم كوردستان – وزارة التخطيط .(2023). إحصاءات إقليم كوردستان: التقديرات السكانية والمؤشرات الاقتصادية والاجتماعية.
4. حكومة إقليم كوردستان – وزارة الزراعة وموارد المياه .(2025). بيانات غير منشورة حول الموارد الزراعية والمائية في الإقليم.
5. سيساكيان، ك. (2023). النمو السكاني في محافظة أربيل واستهلاك المياه .مجلة جامعة دهوك، 26.(2)
6. صالح، نادية حمدي .(2002). الإدارة البيئية: المبادئ والممارسات .أكاديمية السادات.
7. عبدالله، عبدالخالق .(1998). التنمية المستديمة والعلاقة بين البيئة والتنمية .مركز دراسات الوحدة العربية.

8. عزيز، فرهاد حسن، &رشيد، ريزان عمر .(2022) .المناخ وموارد المياه في العراق وإقليم كوردستان، (الطبعة الأولى). جامعة السليمانية.
9. القصاص، محمد عبد الفتاح .(1999) .التصحر: تدهور الأراضي في المناطق الجافة .عالم المعرفة.
10. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة .(2023) .بوابة بيانات مؤشرات أهداف التنمية المستدامة.
11. النّاصر، وهيب عيسى. (2008). آلية التنمية النظيفة ودورها في تحقيق بيئة نظيفة واقتصاد ناجح .عالم الفكر، 37.
12. وزارة البلديات في إقليم كوردستان .(2023) .إحصاءات إنتاج وتوزيع المياه في الإقليم.
13. هيئة إحصاء إقليم كوردستان .(2023) .تقرير تصنيف استخدام الأراضي في إقليم كوردستان.
14. هيئة الإحصاء ونظم المعلومات الجغرافية – العراق .(2024) .المسح الاجتماعي والاقتصادي في العراق.
15. Al-Mustansiriyah University Journal. (2021). Water consumption in Iraq: An analytical study.
16. Johnson, R., & Lee, M. (2020). Environmental justice and global inequality. Cambridge University Press.
17. Shafaq News. (2024). Erbil water project report.
18. Smith, J. (2018). Sustainable resource management. Oxford University Press.
19. United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). Global environmental outlook.
20. World Bank. (2023). World development indicators: Environmental and water resources data.
21. World Resources Institute (WRI). (1992). World resources 1992–1993: A guide to the global environment. Oxford University Press.
22. Yale University, & Columbia University. (2022). Environmental performance index (EPI) report.