ISSN: 3079-062X
مجلة علمية محكمة نصف سنوية تصدر عن الجمعية الليبية للعلوم التربوية والإنسانية
https://alasala.alandalus-libya.org.ly/ojs/index.php/aj/index

أطلـــــس تغيرات النظم البيئية في ليبيا

أ.د. كريمة مصطفى الهادي عمار*
قسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة الزاوية، ليبيا .
e.aduojaylah@zu.edu.ly

تاريخ الاستلام 2/25 / 2026م تاريخ القبول 11 / 5 / 2026م

Atlas of Ecosystem Changes in Libya

A. Dr. Karima Mustafa Al-Hadi Ammar*
Department of Geography, Faculty of Arts, University of Al-Zawiya, Libya.

Research Summary:

Libya's ecosystems are facing increasing pressures as a result of environmental and climatic changes caused by the interaction of natural and human factors. Despite the importance of the spatial dimension for analyzing these phenomena, there is a lack of a comprehensive environmental atlas that monitors and documents spatial and temporal changes in ecosystems. This lack of geographical documentation is an obstacle to an accurate understanding of changes in natural resources.

Recent research evidence and international and local reports indicate that Libya is experiencing apparent environmental changes that affect ecosystems in one way or another. According to the United Nations Development Programme report, the temperature has increased significantly, while at the same time rainfall rates have decreased and sea level has risen, which threatens the sustainability of water supplies and exacerbates desertification and loss of biodiversity At the same time, the RENEWAL project, implemented by UNOPS and IFAD, confirmed the worsening water scarcity and pressures on agricultural resources and livestock in northwestern Libya, represented in the Jafara and Western Mountain regions, Nalut, and Zuwara. Finally, the spatial reality of ecosystems in Libya indicates that the coastal and mountain systems do not exceed6% of the area and produce more than 60% of the national biomass and are characterized by a grazing capacity of up to 0.7 head/hectare, compared to the desert systems which constitute more than 85% of the area but with a grazing capacity of less than 0.1 head/hectare. This disparity

حقوق النشر © للمؤلف/للمؤلفين 2025. ينشر هذا البحث بموجب رخصة المشاع الإبداعي Creative Commons (CC BY-NC

reflects the quasi-linear relationship between the density of vegetation cover and productivity on the one hand, and the carrying capacity of pastures on the other hand.
A50% decrease in vegetation cover in transitional zones leads to a decline in grazing capacity exceeding 70%, while mountain systems represent the highest environmental efficiency in the country, where plant productivity exceeds 5 tons/hectare/year in some locations, which is five times the productivity in ecosystems where productivity is doubled compared to the desert system, despite its limited spread of 1%, in light of the fact that the environmental structure in Libya is not related to area as much as it is related to the availability of water and the climatic gradient, which leads to the concentration of biological activity in narrow zones that are highly sensitive to any environmental change or human use.
Keywords: Atlas, systems, environmental, changes.

الملخّـــــــص :

تواجـــه النظم البيئية في ليبيا ضـغوطاً متزايـدة كـأثر لتغيـرات بيئيـة ومناخيـة ناجمة عن تداخل العوامل الطبيعية والبشرية .وبالرغم من أهمية البعد المكاني لتحليل هـذه الظـواهر الا انهـا تفتقـر إلـى اطلـس بيئـي شـامل يهـتم برصـد وتوثيـق التغيـرات المكانية والزمنية في النظم البيئية، وهذا النقص في التوثيق الجغرافـي يعـد عائقـاً أمـام فهم دقيق للتغيرات في المـوارد الطبيعيـة، وفـي هـذا الخصـوص، يـأتي اعـداد أطلـس التغيرات في النظم البيئية في ليبيـا ليسـهم فـي توثيـق ورصـد وتحليـل هـذه التغيـرات باستخدام تقنيات حديثة مثل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيـة مـن خـلال تقديم صورة شاملة ودقيقة عن التغيرات المكانية والزمنيـة التـي طـرأت علـى الغطـاء الارضـي والنظم البيئية معاً.؛ إذ تشير الأدلة البحثية والتقارير الدولية والمحلية الحديثـة أن ليبيا تشهد تغيرات بيئية ظاهرة تؤثر بشكل او بآخر في الـنظم البيئيـة فتبعـاً لتقريـر برنامج الأمم المتحدة الإنمائي فإن درجة الحرارة شهدت تزايداً واضـحاً، وفـي الوقـت نفسه تراجع في معدلات الهطول المطري، وارتفاع مستوى سطح البحر، الأمـر الـذي يهدد استدامة الإمدادات المائية، ويدفع الى تفاقم التصـحر، وفقـدان التنـوع الحيـوي[1]، وفي الوقت ذاته أكد مشروع RENEWAL الـذي تنفـذه كـل مـنUNOPSوIFAD الذي اشار إلى النـدرة المائيـة المتفاقمـة والضـغوط علـى المـوارد الزراعيـة، والثـروة الحيوانية في شـمال غـرب ليبيـا ممثلـة فـي كـل مـن منطقـة الجفـارة والجبـل الغربـي، ونالوت، وزوارة.

وأخيرا يشير الواقع المكاني للنظم البيئية في ليبيا ان النظم الساحلية والجبلية فيها لا تتجاوز مساحتها عن 8% وتنتج اكثر من 60% من الكتلة الحيوية الوطنية وتتميز بقدرة استيعابية رعوية تصل الى0.7 راس/ هكتار، مقارنة بالنظم الصحراوية التي تشكل اكثر من 85% من المساحة ولكن بقدرة رعوية تقل 0.1 رأس/ هكتار، ويعكس هذا التفاوت العلاقة شبة الخطية بين كثافة الغطاء النباتي والانتاجية من جهة، والقدرة الاستيعابية للمراعي من جهة اخرى، إذ يؤدي انخفاض الغطاء النباتي بنسبة 50% في النطاقات الانتقالية الى تراجع القدرة الرعوية بما يفوق 70% ،في الوقت الذي تمثل فيه النظم الجبلية أعلى كفاءة بيئية في البلاد حيث تتجاوز الانتاجية النباتية 5 طن/هكتار/سنة في بعض المواقع، وهو ما يعادل خمسة اضعاف الانتاجية في النظم البيئية حيث تتضاعف الانتاجية مقارنة بالنظام الصحراوي رغم محدودية انتشاره 1% في ظل حقيقة أن البنية البيئية في ليبيا ليست مرتبطة بالمساحة بقدر ارتباطها بتوفر الماء والتدرج المناخي، مما يؤدي إلى تركز النشاط الحيوي في نطاقات ضيقة ذات حساسية عالية لأي تغير بيئي أو استخدام بشري.

الكلمات المفتاحية : أطلس، النظم ، البيئية ، التغيرات .

المقدمة :-

تعد ليبيا بحكم موقعها الجغرافي الممتد على الحوض الجنوبي للبحر المتوسط وعمقها الصحراوي في شمال إفريقيا نموذجاً فريداً للتباين البيئي والجيومورلوجي، فهي تضم نطاقات بيئية متمايزة تشمل البيئات الساحلية والبحرية، والسهول الزراعية، والجبال، فضلاً عن النظم الصحراوية، والواحات، مما يجعلها مجالاً حيوياً للتنوع الحيوي، ومورداً أساسيا للخدمات البيئية، غير أن هذه النظم تشهد منذ عقود سلسلة من التغيرات المكانية والزمنية ، نتيجة عوامل طبيعية وبشرية متداخلة، من أبرزها التغير المناخي، إذ تزداد معدلات التصحر، والاستخدام غير العقلاني للموارد المائية ،والتوسع العمراني والزراعي العشوائي، وتدهور الغطاء النباتي، وفي هذا الخصوص، يأتي اعداد أطلس التغيرات في النظم البيئية في ليبيا ليسهم في توثيق ورصد وتحليل هذه التغيرات باستخدام تقنيات حديثة مثل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من خلال تقديم صورة شاملة ودقيقة عن التغيرات المكانية والزمنية التي طرأت على الغطاء الارضي والنظم البيئية معاً.

إذ تشير الأدلة البحثية والتقارير الدولية والمحلية الحديثة أن ليبيا تشهد تغيرات بيئية ظاهرة تؤثر بشكل او بآخر في النظم البيئية فتبعاً لتقرير برنامج الأمم المتحدة الإنمائي

فإن درجة الحرارة شهدت تزايداً واضحاً، وفي الوقت نفسه تراجع في معدلات الهطول المطري، وارتفاع مستوى سطح البحر، الأمر الذي يهدد استدامة الإمدادات المائية، ويدفع الى تفاقم التصحر، وفقدان التنوع الحيوي[1]، وفي الوقت ذاته أكد مشروع RENEWAL الذي تنفذه كل من UNOPS وIFAD الذي اشار الى الندرة المائية المتفاقمة والضغوط على الموارد الزراعية، والثروة الحيوانية في شمال غرب ليبيا ممثلة في كل من منطقة الجفارة والجبل الغربي، ونالوت، وزوارة [2].

وأخيرا يشير الواقع المكاني للنظم البيئية في ليبيا ان النظم الساحلية والجبلية فيها لا تتجاوز مساحتها عن 6% وتنتج اكثر من 60% من الكتلة الحيوية الوطنية وتتميز بقدرة استيعابية رعوية تصل الى0.7 راس/ هكتار، مقارنة بالنظم الصحراوية التي تشكل اكثر من 85% من المساحة ولكن بقدرة رعوية تقل 0.1 رأس/ هكتار ،ويعكس هذا التفاوت العلاقة شبة الخطية بين كثافة الغطاء النباتي والانتاجية من جهة، والقدرة الاستيعابية للمراعي من جهة اخرى، إذ يؤدي انخفاض الغطاء النباتي بنسبة 50% في النطاقات الانتقالية الى تراجع القدرة الرعوية بما يفوق 70% ،في الوقت الذي تمثل فيه النظم الجبلية أعلى كفاءة بيئية في البلاد حيث تتجاوز الانتاجية النباتية5 طن/هكتار/سنة في بعض المواقع، وهو يعادل خمسة اضعاف الانتاجية في النظم البيئية حيث تتضاعف الانتاجية مقارنة بالنظام الصحراوي رغم محدودية انتشاره1% في ظل حقيقة أن البنية البيئية في ليبيا ليست مرتبطة بالمساحة بقدر ارتباطها بتوفر الماء والتدرج المناخي، مما يؤدي الى تركز النشاط الحيوي في نطاقات ضيقة ذات حساسية عالية لأي تغير بيئي او استخدام بشري.

مشكلة البحث:-

تواجه النظم البيئية في ليبيا ضغوطاً متزايدة كأثر لتغيرات بيئية ومناخية ناجمة عن تداخل العوامل الطبيعية والبشرية .وبالرغم من أهمية البعد المكاني لتحليل هذه الظواهر الا انها تفتقر إلى اطلس بيئي شامل

يهتم برصد وتوثيق التغيرات المكانية والزمنية في النظم البيئية، وهذا النقص في التوثيق الجغرافي يعد عائقاً أمام فهم دقيق للتغيرات في الموارد الطبيعية ،الأمر الذي يحد من قدرة الباحثين وصناع القرار في اتخاذ تدابير فاعلة للتقليل من التحديات التي تواجه هذه النظم، وبناء عليه فإن مشكلة البحث تتمحور في التساؤلات التالية :-

1- ما مدى قدرة التقنيات الرقمية في انتاج أطلس التغيرات البيئية قائم على تحليل البيانات المكانية؟

2- ماهي التغيرات المكانية والزمنية التي طرأت على النظم البيئية في ليبيا؟
3- كيف يمكن لأطلس التغيرات البيئية دعم السياسة التخطيطية والتنمية المستديمة في ليبيا؟

فروض البحث:-

1- يوجد تباين مكاني وزمني واضحين في تغيرات النظم البيئية في ليبيا خلال العقود الأخيرة كأثر لمجموعة عوامل جغرافية متداخلة .
2- هناك ارتباط بين عدم وجود اطلس للتغيرات البيئية، وغياب رؤية متكاملة حول التدهور البيئي، وتوزيعه الجغرافي في البلاد.
3- توجد علاقة بين المناطق الساحلية والمناطق الجافة باعتبارهما أكثر المناطق تأثراً بالتغيرات البيئية مقارنة بالمناطق الأخرى.

أهداف البحث:-

يهدف البحث إلى تحقيق الأغراض التالية :-
ا- حصر التغيرات التي طرأت على النظم البيئية وانتاج خرائط لرصدها سواء أكانت في الغطاء النباتي ،واستخدامات الأراضي والتصحر، وتدهور التربة ، وتلوث المياه
2- تحليل العوامل التي ادت إلى تلك التغيرات وتقييم آثارها على التنوع الحيوي وتصنيف المناطق حسب درجة خطورة التغيرات فيها.
3- اعداد قاعدة بيانات ونماذج رقمية في ظل التنبؤات المناخية المختلفة، واقتراح السياسات ذات الصلة بالنظم البيئية، وحوكمة الموارد الطبيعية .

أهمية البحث :-

تكمن أهمية هذا البحث في كونه أداة شاملة تربط بين المعرفة العلمية، والتطبيق العملي في التخطيط البيئي والإقليمي من خلال توفير صورة دقيقة لتلك التغيرات يعتمد عليها جل الباحثون وصناع القرار، إلى جانب دعم التكيف مع التغير المناخي، ودعم جهود حماية البيئة في ادارة المحميات الطبيعية من جهة والموارد الحيوية بما يكفل استدامتها من جهة أخرى وانتاج خرائط رقمية لها.

منهج البحث: -

أ- المنهج الوصفي التحليلي المتمثل في تجميع البيانات ومقارنتها بالخرائط والنماذج والأشكال المختلفة.
ب- المنهج التحليلي المعتمد في تحليل خرائط الحوسبة ونماذجها من خلال عناصرها المختلفة، والعلاقات فيما بينها، علاوة على فهم التوزيع الجغرافي من خلال التحليل

المكاني لبياناتها المتباينة (الأساليب الرياضية والإحصائية)، علماً بأن هذا البحث يستدعي استخدام أدوات لعل من أبرزها:-

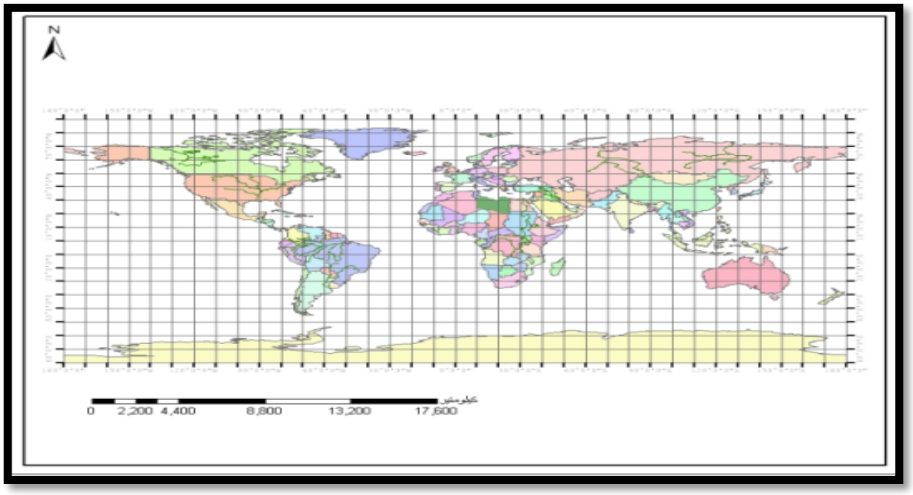
- المرئيات الفضائية للقمر الاصطناعي لاندسات، والقمرMODIS ،القمرSentinel
- المصفوفة البيئية.
- الجداول الإحصائية والكمية..
- الخرائط التفاعلية نظرا لارتباطها الوثيق بالحوسبة الجغرافية.

حدود البحث:-

اولاً- المجال المكاني:-

تحتل أرض ليبيا مساحة كبيرة من الجزء الشمالي للقارة الأفريقية، وتمتد حدودها من ساحل البحر المتوسط شمالاً، وتستمر جنوباً إلى أن تلتقي مع حدود كل من جمهوريتي النيجر وتشاد، أما شرقاً فتمتد مع حدود مصر، والسودان، وغرباً مع حدود جمهوريتي تونس والجزائر، أما الإحداثيات الجغرافية فهي تقع بين خطي طول َ9، وْ25 شرقاً، وبين دائرتي عرض َ18 وْ33 شمالاً(*)، الشكل (1).

شكل (1) الموقع الجغرافي لليبيا



المصدر:-عمل الباحثة استناداً إلى: أمانة التخطيط، مصلحة المساحة، الأطلس الوطني، طرابلس ،1978، ص 35.استخدام برنامج Arc GIS10.8

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arc G i s 10.8 استناداً إلى: أمانة التخطيط، مصلحة المساحة، الأطلس الوطني، طرابلس ،1978، ص 35.

هيكليته :-

تـم دراسـة التصـنيف البيئـي والجغرافـي لـنظم البيئيـة (السـاحلية، والجبليـة، والصحراوية، والرطبة)، وتوزيعها المكاني من خلال خرائط هذه النظم سواء كانت الطبيعية ام البشرية، ومن ثم تحليل التغيرات وتأثيراتها في النظم البيئية (المناخية، واستخدامات الأرض، والموارد الطبيعية والمائية، والتنوع الحيوي، وتقييم مدى فعالية السياسات الحالية في الحد من التغيرات المختلفة)، وإعداد اطلس لتلك التغيرات قائم على عدة تقنيات رقمية حديثة.

مصطلحاته:-

الأطلس البيئي هو أطلس يضم خرائط رقمية لجل الجوانب البيئية لمنطقة محددة ويهدف إلى تقديم رؤية

علمية للمخطط البيئي ومتخذي القرار لفهم مكونات الخصائص البيئية واستدامتها).

التغير البيئي:- تحول ظاهر في حالة النظام البيئي بكل مكوناته بمرور الوقت .

النظم البيئية:- هي اية مساحة طبيعية وما تحتويه من كائنات حية وغير حية .

التغير المناخي :- هو تحولات طويلة الأجل في متوسطات او تقلبات خصائص المناخ كدرجات الحرارة ،وهطول الأمطار التي تستمر لفترات طويلة .

التصحر:- هو ظاهرة بيئية تتمثل في تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة، مما يؤدي إلى فقدان انتاجيتها الحيوية والاقتصادية.

الجفاف :- هو ندرة الماء بسبب قلة الأمطار الساقطة ، وارتفاع معدلات التبخر.

التنوع الحيوي:- هو تباين الكائنات البرية والمائية والتكوينات البيئية التي تشكل هذه النظم جزءاً منها ،كما يشمل التباين داخل الأنواع، وبين النظم البيئية المختلفة.

السياسة البيئية هي مجموعة من المبادئ والقوانين لمعالجة القضايا البيئية مثل التلوث، وإدارة و حوكمة الموارد .

اولاً ــ الواقع المكاني والبنية البيئية :-

يعتمد تصنيف النظام البيئي في ليبيا على تكامل مؤشرات عدة أهمها الإجهاد المناخي، والحيوية النباتية، والكفاءة الوظيفية، والمرونة الحيوية، والاعتماد المائي ، ووفقاً لذلك فإنه يصنف إلى النظم الساحلية، والجبلية، والصحراوية، والرطبة والمياه الداخلية وفقاً لتلك المؤشرات جاء توزيعها كالتالي[3]:-

1- **النظم البيئية الساحلية :** تتوزع هذه النظم على طول الساحل البحري الليبي من رأس اجدير غرباً حتى طبرق شرقاً، ويتراوح عرضه ما بين 5-10 كم، اذ يتسع في

سهل الجفارة، ويضيق في منطقة طلميثة، ويحظى بمناخ البحر المتوسط ويصل المعدل السنوي للأمطار ما بين 200-250مم، وهي الأكثر تنوعاً حيوياً من حيث الانواع النباتية والحيوانية ولو أنها تواجه تأثيرات بشرية واضحة (نشاط اقتصادي وبشري مرتفع) .

2- النظم البيئية الجبلية: وتتمثل هذه النظم في الجبل الأخضر الواقع شمال شرق ليبيا والمتميز بأعلى تنوع نباتي في البلاد كأثر للمناخ المعتدل، كما ينتشر ايضاً في جبل نفوسة الواقع شمال غرب البلاد الذي تسوده نباتات وشجيرات ساحلية متوسطة، إلى جانب جبال الهروج، وجبال تيبستي، وجبل العوينات الواقعة في الجنوب، إذ تسود النظم الجبلية الصحراوية، وهي محدودة المساحة رغم تنوعها النباتي مقارنة بالنظم الصحراوية .

3- النظم البيئية الصحراوية: تحتل عادة الجزء الأكبر من الجنوب الليبي، ويضم هضبة الحماده الحمراء، وحمادة تنغرت الواقعة في الجنوب الغربي، إضافة إلى منخفضات مثل الجغبوب، وأوجله، وجالو، واجخرة (جنوب شرق البلاد)، إلى جانب الأحواض الصحراوية (أوباري، ومرزق، والكفرة)، وبحر الرمال، وجبال تيبستي، وتشغل ما يقارب70% من مساحة البلاد، وأهم ما يؤخذ عليها انها ذات تثبيت نباتي منخفض ، وتحمل عال للجفاف .

4- النظم البيئية الرطبة والمياه الداخلية : تنحصر في الأودية الموسمية في بعض الوديان مثل وادي الشاطئ ، يضاف الى ذلك السباخ.

يبدو مما سبق أن تصنيف هذه النظم قد جاء وفق تدرج مكاني تحكمه العلاقة بين عوامل عدة أهمها المناخ، والتربة، والكتلة الحيوية، والمرونة الحيوية، في ظل حقيقة ان البلاد تزيد مساحتها عن1.76مليون كم^2، في الوقت الذي تجاوز فيه النظام الصحراوي 85% من المساحة الكلية، علماً بأن الكتلي الحيوية والنباتية لا تزيد عن 85%، وجلها تتركز في النظام الساحلي، وهذاما يفسر في احد جوانبه انخفاض الكفاءة الوظيفية للنظم، اذ تنخفض الانتاجية الاولية الصافية في النظم الصحراوية إلى أقل من20غ/م^2/سنة مقارنة بالنظم الساحلية وشبه الرطبة (250غ/م^2/سنة)[4]،الجدول (1).

جدول (1)خصائص النظم البيئية في ليبيا

النظام البيني	كثافة الغطاء النباتي (%)	NDVIمتوسط	انتاجية الكتلة الحيوية (طن / هكتار / سنة)	مستوى التنوع الحيوي	Forage توفر الغذاء النباتي	الخصائص الوظيفية
الساحلي	%60-35	0.40-0.25	3.0	مرتفع	مرتفع	انتاجية عالية واستقرار نسبي
الجبلي	%70 -45	0.50- 0.30	5.0-3.0	مرتفع جدا	مرتفع	بؤرة تنوع حيوي وتنظيم مناخي
الصحراوي	%10	0.08 -0.02	1.0	منخفض جدا تخصصي	منخفض جدا	نظام هش عالي الاجهاد البيئي
الرطب والمياه الداخلية	%55 -25	0.35 -0.18	5.0-2.0	متوسط – مرتفع محليا	مرتفع محليا	نظم مدعومة مائيا ومراكز حياة

المصدر :- عمل الباحثة بالاعتماد على :

1-FAO (2015) Global Forest Resources Assessment.2-Rome:- Food and Agriculture Organization pp82-90

2-UNEP(2019) Land Degradation Assessment in North Africa . Nairobi:- United Nation Environment Programme pp 115-1233-3UNEP(2019) Land Degradation Assessment in North Africa . Nairobi:- United Sahel pp 45-52.

يعد معامل الإجهاد المناخي المؤشر الأكثر حساسية في النظم البيئية من خلال ارتفاع المعدل الحراري في الجزء الجنوبي من البلاد إلى أكثر من 25 درجة مئوية مع تبخر محتمل يفوق2000مم/السنة، مقابل 1400مم في الشمال، الأمر الذي نتج عنه تدرجا حيويا في قيمةNDVIالتي تتراوح ما بين 0.35-0.55 في النظم الساحلية مقارنة بنحو0.10 في النظم الصحراوية، مما يؤكد انخفاض الكتلة الحيوية وتخصص التكوينات الحيوية وتراجع التنوع النباتي في بعض المناطق الصحراوية إلى10 أنواع مقابل أكثر من60 نوعاً/كم^2 في المرتفعات الساحلية سنة 2019 [5].

كما أشار تقرير منظمة NESCO سنة 2022 إلى ان الاعتماد على المياه الجوفية يمثل عاملاً مهما في تصنيف نظم الواحات، وهذا ما يؤكد ارتفاع الكثافة الحيوية في الواحات بنسبة تتجاوز 300% مقارنة بالمناطق الصحراوية المحيطة رغم وقوعها في نفس النطاق المناخي، مما يبرز أهمية مؤشر الاعتماد المائي في فهم الفروق الدقيقة داخل الاقليم الصحراوي نفسة، اما من حيث المرونة البيئية، فإن النظم ذات التنوع الاعلى تبدي قدرة اكبر على التعافي بعد الجفاف، أو الرعي الجائر، بما يتفق مع الأسس النظرية للوظيفية البيئية التي ترتبط بالكفاءة الوظيفية و بتعقيد البنية الحيوية لتلك النظم [6]، الجدولين (2، 3)،والشكل(2).

جدول (2)التوزيع الجغرافي والبنية البيئية للنظم في ليبيا

النظام البيئي	التوزيع الجغرافي	الكتلة الحيوية (طن/ هكتار)	الانتاجية النباتية	الوظيفة البيئية	القدرة الاستيعابية للمراعي (رأس / هكتار)
النظم الساحلية	الجبل الاخضر والسواحل والسهول الساحلية	**1.5-3.5**	مرتفعة- متوسطة	حماية التربة وتنظيم دورة المياه ودعم التنوع الحيوي والنتاج الزراعي	**0.30-0.40**
النظام الجبلي	والجبل الأخضر والهضاب الشمالية وجبل نفوسة والجبال الصحراوية	**1.5-3.5**	مرتفعة – متوسطة	حماية التربة وتنظيم دورة المياه ودعم التنوع الحيوي الانتاج الزراعي والرعي	**0.30-0.40**
النظم الصحراوية	الصحراء الليبية	**0.1-0.3**	منخفضة جدا	حفظ التنوع الحيوي الصحراوي وتنظيم المناخ المحلي	**0.05**
النظم الرطبة والمياه الداخلية	السباخ والأودية الموسمية	**2.0- 2.8**	متوسطة	دعم الزراعة المحلية وتنظيم الموارد المائية	**0.25**

المصدر : السابق

يبدو من بيانات الجدول التالي أن هناك تدرجاً بيئياً واضحاً وفقاً لشدة الاجهاد المناخي ،وكثافة الكتلة الحيوية، وتنوع الانواع، ومستوى الاعتماد المائي، إذ تتوزع ما بين نظم عالية الكفاءة الحيوية شمالاً، الى نظم منخفضة الانتاجية شديدة الاجهاد جنوباً، باستثناء بعض الواحات، علاوة على التباين في خدمات الأنظمة البيئية، الجدول(3).

جدول (3)التكامل الوظيفي للنظم البيئية في ليبيا

النظم البيئي	التدرج البيئي	الكتلة الحيوية (طن / هكتار)	الوظيفة البيئية	خدمات النظم البيئية	القدرة الاستيعابية للمراعي (رأس / هكتار)
الغابات المتوسطية	شبة رطب	3.5-2.5	تثبيت التربة وتنظيم المياه	حماية التربة- دعم التنوع الحيوي – تخزين الكربون	0.40
المراعي شبة جافة	شبة جاف	2.0 -1.5	انتاج الاعلاف الطبيعية	دعم النشا الرعوي – تقليل التعرية	0.30

السهول الساحلية الزراعية	انتقالي	2.2 -1.8	الانتاج النباتي الزراعي	توفير الغذاء- تنظيم التربة	0.35
نظم الرطبة والمياه الداخلية	جاف	2.8- 2.0	تنظيم المياه الجوفية	دعم الزراعة المحلية – استقرار السكان	0.25
النظم الصحراوية	جاف جدا	0.3-0.1	حفظ التوازن البيئي الصحراوي	حفظ التنوع الحيوي الصحراوي	0.05

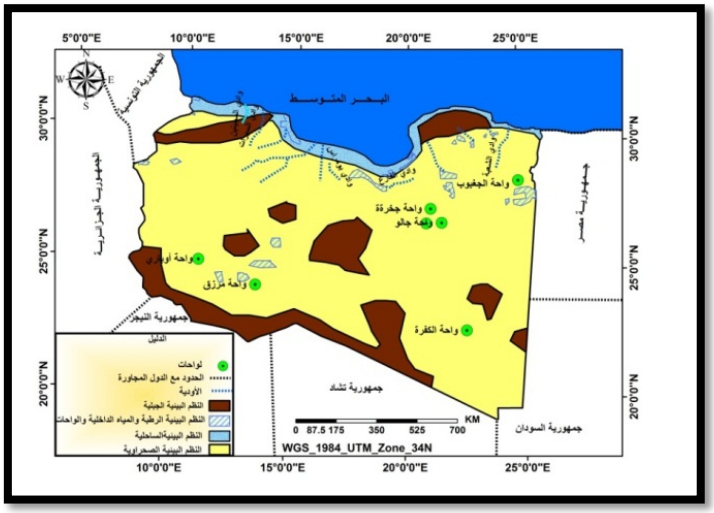
المصدر :عمل الباحثة بالاعتماد على :-

1-UNEP(2019) Land Degradation Assessment in North Africa . Nairobi:- United Sahel. pp 45-52

2-MEA Millennium Ecosystem Assessment. 2005 Ecosystems and Human Well- being 53-60Washington:- lsland Press pp

3-El-Shreef,A.et al.2022 Vegetation Change Detection Using NDVl in Al-Jabal Al-Akhdar 70-63Region pp

شكل (2)التوزيع الجغرافي للنظم البيئية في ليبيا



المصدر:-عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (2) باستخدام برنامج Arc GIS10.8

ثانياً ــ التغيرات في النظم البيئية:-

شهدت النظم البيئية في ليبيا خلال العقود الاربعة الاخيرة تحولات مكانية ووظيفية عميقة تعكس تفاعلاً معقداً بين التغير المناخي والأنشطة البشرية فمرئيات الاقمار الاصطناعية والتحليلات الزمنية لمؤشر الغطاء النباتي(NDVl) تظهر تراجعاً ملحوظاً في كثافة وحيوية الغطاء النباتي في الاقاليم شبة الجافة والانتقالية

تشير الدراسات المعتمدة على سلاسل(NDVI) طويلة الامد الى انخفاض متوسط في القيم يتراوح ما بين 8-15% في اجزاء من الجبل الاخضر، والسهل الساحلي خلال فترات الجفاف المتكررة، مقابل استقرار نسبي في مناطق اخرى نتيجة سنوات مطيرة محددة[7].

أما في النظام الصحراوي الذي يشغل الأكثر مساحة فإن التغير يبدو في زيادة شدة الاجهاد الحراري والمائي معاً فقد سجل ارتفاعاً في درجة حرارة الهواء السطحي بنحو(1.2-1.8م) منذ ثمانينات القرن المنصرم متزامنة مع زيادة التبخر- النتح المحتمل الذي تجاوز(5-10%)، مما نتج عنه انخفاض في الانتاجية الاولية الصافية (NPP) بأقل من (20غ /م/ سنة).[8]

وفي المقابل فإن المناطق الانتقالية تعد الأكثر تذبذباً إذ تظهر البيانات انخفاضاً في استقرار الغطاء النباتي وزيادة في التابين السنوي، مما أدى الى تراجع الكتلة الحيوية الرعوية بنسبة 10-25% خصوصاً في البيئات المتأثرة بالرعي الجائر، والتوسع الزراعي غير المنظم، مما يعني انخفاض قدرة التجدد الطبيعي للنباتات الحولية والمعمرة[9].

هذا وقد اتحذ التغير في نظم الواحات نمطاً آخراً ففي الوقت الذي شهدت فيه تحسن انتاجي محلي كأثر للزراعة المروية قابله ضغط متزايد على المخزون الجوفي، إذ سجل انخفاض في مناسيب بعض الخزانات الجوفية بمعدلات تقدر ما بين 0.5- 0.2 م/ سنة مما يهدد الاستدامة البيئية ويؤثر في البنية النباتية طويلة الامد[10]،الجدول (4)،والشكل (3).

جدول (4) العلاقة بين الغطاء النباتي والكتلة الحيوية والتنوع الحيوي وتوفر الغذاء النباتي في النظم البيئية

النظام البيئي	كثافة الغطاء النباتي (%)	NDVIمتوسط	انتاجية الكتلة الحيوية (طن / هكتار / سنة)	مستوى التنوع الحيوي	Forage توفر الغذاء النباتي	الخصائص الوظيفية
الساحلي	35-60%	0.40-0.25	3.0	مرتفع	مرتفع	انتاجية عالية واستقرار نسبي
الجبلي	45- 70%	0.50- 0.30	5.0-3.0	مرتفع جدا	مرتفع	بؤرة تنوع حيوي وتنظيم مناخي
الصحراوي	10%	0.08 -0.02	1.0	منخفض جدا تخصصي	منخفض جدا	نظام هش عالي الاجهاد البيني
الرطب والمياه الداخلية	25- 55%	0.35 -0.18	5.0-2.0	متوسط – مرتفع محليا	مرتفع محليا	نظم مدعومة مائيا ومراكز حياة

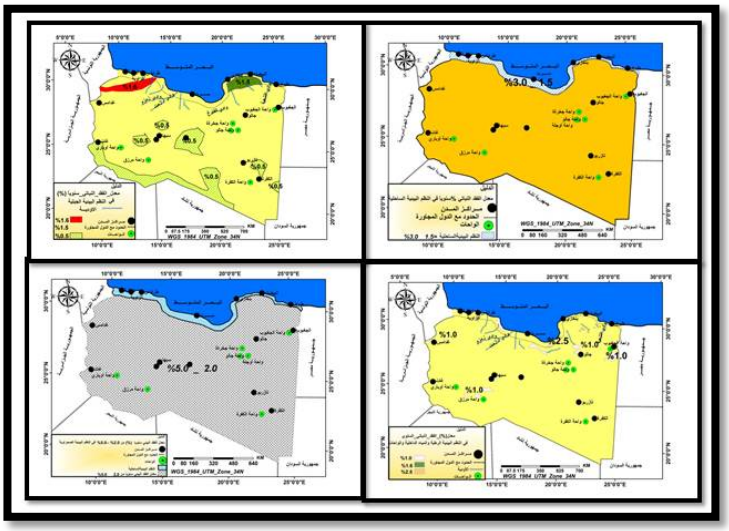
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على

1-الهيئة العامة للبيئة ،تقرير حالة البيئة في ليبيا ،طرابلس، 2022.

2 - وزارة الزراعة والثروة الحيوانية ،تقرير اوضاع المراعي والتصحر في ليبيا ،طرابلس 2020.

3 - تقارير منظمة الأغذية والزراعة 2022،و2021.

الشكل(3) معدل الفقد النباتي في النظم البيئية



المصدر:-عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (10)، باستخدام برنامج Arc GIS10.8

يبدو مما سبق ان التغير البيئي اثمر في تراجع الكفاءة البيئية للنظم، إذ ارتبط انخفاض الكتلة الحيوية بانخفاض خدمات النظم البيئية خصوصا خدمات التثبيت الكربوني، وتنظيم التربة وتقدر بعض الدراسات أن الخسائر الانتاجية البيولوجية في البيئات المتدهورة قد تصل الى(15-30%)[11] مع ارتفاع قابلية التربة للتعرية وزحف الرمال في الاقاليم الهشة، أفرزت تلك التغيرات البيئية في ليبيا حقيقة مفاداها اتجاه النظم تدريجياً نحو نظم اكثر اجهاداً واقل انتاجية، مع ظهور بؤر تحسن محلية محدودة، ويعكس هذا النمط تأثير متراكباً للتغير المناخي، وتذبذب الامطار، والاستخدام، بؤر تحسن محلية محدودة، ويعكس هذا النمط تأثير متراكباً للتغير المناخي، وتذبذب الامطار، والاستخدام البشري .

ثالثاً ـ إعداد أطلس التغيرات في النظم البيئية :

يتطلب إعداد أطلس للتغيرات في النظم البيئية في ليبيا بناء نموذجاً تحليلياً يدمج ثلاثة ابعاد رئيسة هي:- (البعد المكاني، و البعد الزمني، والبعد الوظيفي)انطلاقاً من أن النظام البيئي، وحدة تحليل جغرافية تتغير وظيفيًا وبنيوياً تحت تأثير المناخ والتأثير البشري، وعلى الجانب الآخر فإن إعداد مثل هذا النوع من الأطالس يعتمد على خطوات عدة لعل من ابرزها ما يلي:-

1- تحليل السلاسل الزمنية لبيانات الاستشعار عن بعد خلال فترة لا تقل عن20-30 سنة لرصد التحولات في الغطاء النباتي، والكتلة الحيوية، إذ تقسم البلاد الى اقاليم بيئية كبرى(متوسطي، وسهوب شبة جافة، وواحات، وصحراوي) ثم احتساب معدلات التغير السنوي لكل المؤشرات بما يسمح بتحديد بؤر الانكماش او التوسع البيئي بدقة مكانية مناسبة، الجدول (5).

جدول (5) دلائل التغير البيئي للنظم البيئية 1990-2023

النظام البيئي	معدل الامطار (ملم/ سنة)	الغطاء النباتي (%)	الكتلة الحيوية (طن/ هكتار)	مستوى قوى التأثير البيئي	دلالة التغير البيئي
الساحلي	400-200	60-30	متوسطة	مرتفع	تدهور تدريجي نتيجة التوسع العمراني وكثافة الانشطة البشرية
الجبلي	600-300	65-45	مرتفعة	متوسط	استقرار نسبي وتحسن موضعي في الغطاء النباتي
الصحراوي	اقل من 100	اقل من10	منخفضة	مرتفع جدا	تدهور حاد واتساع نطاق التصحر وزحف الرمال
الرطب (الواحات)	250-50 (مصادر جوفية)	35-20	منخفض – متوسط	مرتفع	استقرار نسبي مرتبط بالمياه الجوفية مع تذبذب المياه

المصدر :- عمل الباحثة بالاعتماد على :-

45-521-UNEP(2019) Land Degradation Assessment in North Africa . Nairobi:- UnitedSahel PP

2-MEA Millennium Ecosystem Assessment. 2005 Ecosystems and Human Well- being Washington:- 53-60lsland Press PP

3-El-Shreef,A.et al.2022 Vegetation Change Detection Using NDVl in Al-Jabal Al- Akhdar Region 70--63PP

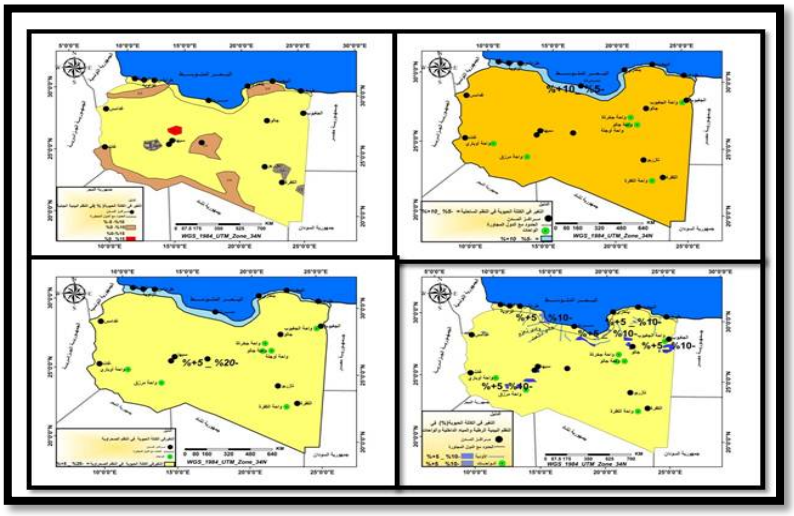
أظهر تحليل السلاسل الزمنية (1990-2023) لمؤشر الغطاء النباتي أن منطقتي(الجبل الاخضر، وسهل الجفاره) تشهد تذبذباً سنوياً (+8%)، مع اتجاه تناقصي صاف يقدر بنحو0.4%سنويًا، اي بمعدل فقد تراكمي يقارب 12-15%من الكتلة الخضراء، وفي المقابل انخفض متوسط الانتاجية الاولية الصافية إلى260غ كربون/م/ سنة، اي تراجع يصل(15%)، وهذا مرتبط بارتفاع درجة الحرارة الاقليمية إلى 1.2-1.6م ، وزيادة التبخر – نتح المحتمل بنسبة (6-10%).

أما في نطاق السهوب شبة الجافة التي تحظى بمعدلات امطار تتراوح ما بين 100-250 مم سنويًا، فيبدو التغير أكثر حدة، اذا سجل انخفاضاً تراكميًا، يتراوح ما بين

(18-25%) خلال ثلاثة عقود، مع تقلص المساحات الرعوية الجيدة بنحو (20%)، وتراجع القدرة الاستيعابية من متوسط(0.25 وحدة حيوانية/هكتار)، الى اقل من(0.18 وحدة/هكتار)، أي ما نسبته(28%)، وهذا يعني حساسية مرتفعة للاستخدام الرعوي وتذبذب الأمطار.

كما اظهرت البيانات ان واحتي (الكفرة، ومرزق) تتخذ نمطاً مزدوجًا يتمثل في زيادة المساحة الزراعية المروية بنسبة تتراوح ما بين 10-18% كأثر التوسع في الزراعة الدائرية، وفي الوقت نفسه يقابلها انخفاض في منسوب المياه الجوفية بمعدل 0.5-2م/سنة في بعض الاحواض، مما يعني تراجع معدل المرونة الهيدرولوجية للنظام بنسبة تقديرية تتراوح ما بين (20-30%)، مقارنة بعام1990، زد على ذلك ارتفاع مؤشر الاستنزاف المائي الى اكثر من (140%) من معدل التغذية الطبيعية، في حين سجلت الكتلة الحيوية اقل من20 غ كربون / م/ سنة في الإقليم الصحراوي الجنوبي (50 مم مطر)، ولو أن التغير النسبي يظهر عبر توسع مظاهر التعرية الريحيه بنسبة تقارب 12-17%، وزيادة تكرار العواصف الغبارية بنحو 20% خلال العقدين الأخيرين، مما يعكس تحولا في الوظيفة التنظيمية من تثبيت سطحي محدود الى نظام أكثر هشاشة، الجدول (6)،الشكل (4).

شكل (4)التغير في الكتلة الحيوية للنظم



المصدر:-عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (4))، باستخدام برنامج Arc GIS10.8

جدول (6) معدلات التغير السنوي لمؤشرات النظم البيئية في ليبيا خلا الفترة (1990-2023)

النظم البيئية	الفترة الزمنية	NDVI(سنويا%)	نسبة الغطاء النباتي (%سنويا	الكتلة الحيوية (%سنويا)	القدرة الاستيعابية للمراعي (%سنويا)	معدل التغير السنوي المركب(%)	الاتجاه العام
الساحلي	1990-2000	0.7 – 0.3-	0.5-0.2-	0.4 -0.2-	0.6 -0.3-	0.55- 0.25-	استقرار متراجع
	2000-2010	0.9- 0.6-	0.7- 0.4-	0.6- 0.3-	0.9- 0.5-	– 0.45- 0.78	تدهور تدريجي
	2010-2023	-0.8 -1.2	0.9- 0.6-	0.8-0.4-	1.1-0.6-	0.95- 0.6-	تدهور متسارع
الجبلي	1990-2000	+0.3 - +0.1	-+0.2 +0.4	- +0.2 +0.5	- +0.1 +0.3	- +0.15 0.38	تحسن طفيف
	2000-2010	+0.5 - +0.2	-+0.3 + 0.6	0.7- +0.3 +	-+0.2 +0.5	- +0.25 0.85	تحسن نسبي
	2010-2023	+0.6- +0.3	0.7 -0.4-	- + 0.4 + 1.0	+0.6-+0.2	-+0.35 +0.73	استقرار ايجابي
الصحراوي	1990-2000	-0.8 1.2	1.5- 1.0-	1.8- 1.2-	1.5- 1.0-	1.5 -1.0-	تدهور ملحوظ
	2000-2010	1.8-1.2-	2.0- 1.5-	2.5 -1.8-	2.0- 1.3-	2.1-1.45-	تدهور متسارع
	2010-2023	2.5- 1.5-	2.5- 2.0-	3.0- 2.2-	2.8- 1.5-	2.7- 1.8-	تدهور شديد
الرطب والواحات	1990-2000	+0.2 -0.1-	-0.2- +0.3	0.2 -0.1- +	+0.3- 0.2-	– 0.15- +0.25	تذبذب خفيف
	2000-2010	+0.4- 0	-0.1- +0.5	+0.6-0	+0.5- 0.1-	+ 0.5 -0	تحسن متقطع
	2010-2023	+0.4-0.3	- 0.3- +0.4	+0.8-0.2-	+0.6- 0.4-	- 0.3- +0.55	تذبذب

المصدر:- عمل الباحثة بالاعتماد على :-

1-ome:- Food and Agriculture Organization PP 82-90.

2-UNEP(2019) Land Degradation Assessment in North Africa . Nairobi:- UnitedSahel PP 45-52.

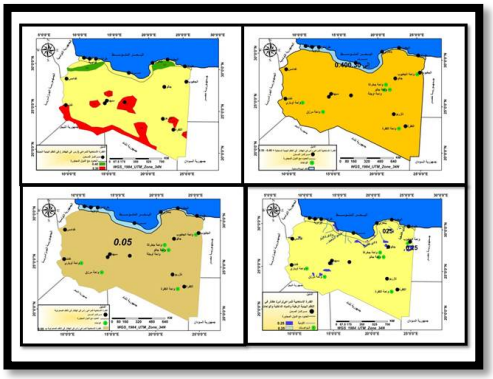
3-MEA Millennium Ecosystem Assessment. 2005 Ecosystems and Human Well- being Washington:- lsland Press PP 53-60.

4-El-Shreef,A.et al.2022 Vegetation Change Detection Using NDVl in Al-Jabal Al- Akhdar Region PP70-63.

نلاحظ من ارقام الجدول السابق تزايد التدهور في النظـام السـاحلي بسـبب النشـاط البشري والتوسع العمراني، وهـذا بالفعـل مـا يؤكـده معـدل التغيـر المركـب للفتـرة مـا بين2010-2023، مقارنة بالنظام الجبلي الذي يشهد استقرار نسبي وتحسن طفيف في

مؤشرات الكتلة الحيوية والقدرة الاستيعابية، في الوقت الذي سجل فيه النظام الصحراوي أعلى معدلات التدهور بعد عام2000 كأثر للانخفاض الواضح في كتلته الحيوية وقدرته الاستيعابية ، الشكل(5).

شكل (5)القدرة الاستيعابية



المصدر:-عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (4) ، باستخدام برنامج Arc GIS10.8

النظم البيني	NDVI مؤشر	الغطاء النباتي	الكتلة الحيوية	القدرة الاستيعابية للمراعي	الحرارة (C)	الامطار (%)	كثافة السكان	الرعي (رؤوس/كم2)	التوسع العمراني (%)	استنزاف المياه الجوفية (م3 سنة)	معامل الارتباط المكاني	الاتجاه العام
الساحلي	0.7- – 1.0	0.5- 0.9-	0.4- 0.8	0.6- 1.1	+1.1	5-	65	25	+12	180	0.42	تدهور تدريجي بسبب الضغط البشري
الجبلي	+0.2 - +0.6	0.3 - + 0.7 +	+0.4 1.0 - +	-+0.2 +0.6	+0.8	+3	20	8	+5	60	0.31	تحسن نسبي مقاومة للتغيرات المناخية
الصحراوي	1.2- 2.0	- 1.5 2.5	1.8- 3.0	1.5- 2.8	+1.5	10-	12	5	+3	120	0.51	تدهور حاد مرتبط بتغير المناخ ونشاط بشري مرتفع

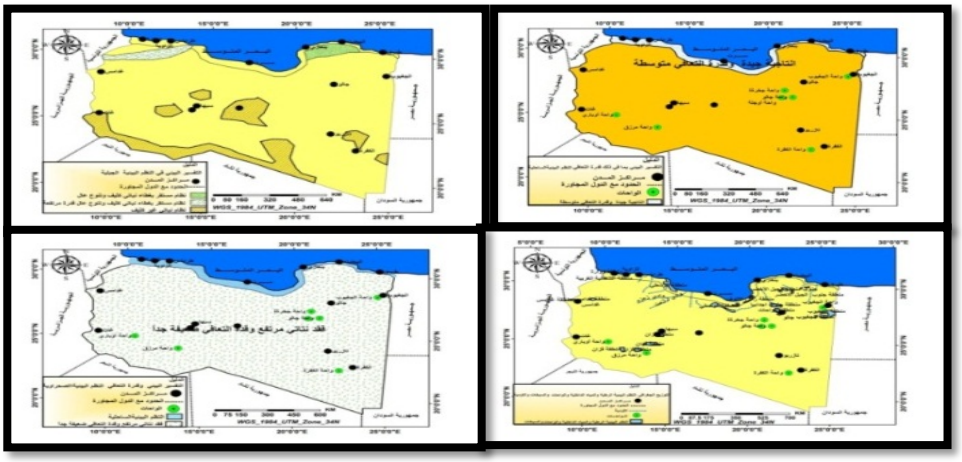
الرطب الواحات	0.2- - +0.4	0.3- – 0.8 +	-0.2- +0.8	- 0.4- +0.6	+0.9	2-	8	10	+4	40	0.28
تذبذب حساس للتقلبات المائية والمناخ ية											

جدول (7) التحليل المكاني لمؤشر النظم البيئية والتغيرات المناخية والبشرية في ليبيا (1990-2023)
المصدر:- عمل الباحثة بالاعتماد:- 1-باستخدام برنامج GIS 2-برنامج SPSS.

2- دمج نتائج التحليل المناخي (تغير الحرارة، والامطار)، ونتائج التحليل البشري (الكثافة الرعوية، و التوسع العمراني، واستنزاف المياه الجوفية) في نموذج تفسيري سببي يبين العلاقة بين الضغط البيئي والاستجابة الحيوية للنظام، وهذا لا يتأتى إلا باستخدام تحليل الانحدار المكاني، او معامل الارتباط الجغرافي لإظهار ما اذا كانت التغيرات عشوائية أم متكتلة مكانياً، الجدول (7) .

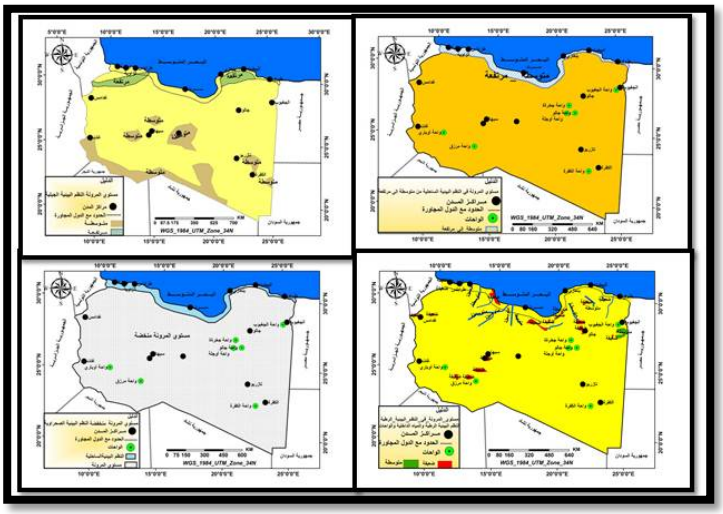
3 - استخدام المؤشر التركيبي(مؤشر مرونة النظام البيئي الليبي) الذي يمكن حسابه من خلال دمج اربعة متغيرات معيارية هي تغير الكتلة الحيوية، والانتاجية الاولية، و معدل فقد الغطاء النباتي، وأخيراً التأثير البشري، إذ تصنف نتائج هذا المؤشر إلى خمس درجات هي(مرتفعة المرونة ، ومتوسطة، ومنخفضة، وهشة، ومتدهورة)، مما يسمح بإنتاج خرائط تحليلية تفسيرية عن الأنظمة البيئية الجدولين(8،9)، والشكلين (6،7).

شكل (6) التحليل البيئي والقدرة على التعافي للنظم



المصدر :-عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (10) باستخدام برنامج Arc GIS10.8

الشكل(7) مستوى المرونة للنظم البيئة



المصدر :-عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (10) باستخدام برنامج Arc GI10.8

جدول (8)المصفوفة البيئية

النشاط البشري	الغابات المتوسطية الجبل الاخضر	المراعي شبة جافة جبل نفوسة	السهول الساحلية الزراعية	النظم الرطبة	النظم الصحراوية
التوسع الزراعي	تأثير مرتفع على الغطاء النباتي تدهور التربة استنزاف المياه الجوفية	تأثير متوسط فقدان بعض الغطاء النباتي	تأثير مرتفع جدا استنزاف المياه ضغط بشري مرتفع	تأثير منخفض	تأثير منخفض جدا
الرعي الجائر	تأثير متوسط تدهور بعض المراعي	تأثير مرتفع تراجع الكتلة الحيوية انخفاض القدرة الاستيعابية	تأثير متوسط	تأثير منخفض	تأثير منخفض
التوسع العمراني	تأثير متوسط على التربة والغطاء النباتي	تأثير منخفض	تأثير مرتفع على الموارد المائية	تأثير منخفض	تأثير منخفض
استخراج المياه الجوفية	تأثير متوسط على توازن المياه	تأثير متوسط	تأثير مرتفع على الموارد المائية	تأثير مرتفع جدا على التوازن الهيدرولوجي	تأثير متوسط
الانشطة النفطية	تأثير منخفض	تأثير منخفض	تأثير متوسط	تأثير متوسط	تأثير منخفض

المصدر:- عمل الباحثة بالاعتماد على:-

Leopold, L .B., Clarke , F.,E Hanshaw , B.B.,& Balsley ,J. R .(1971).

جدول (9) تطور التأثير البشري والمائي في النظم البيئية في ليبيا خلال الفترة (1990-2023)

السنة	عدد السكان (مليون نسمة)	الكثافة السكانية (نسمة / كم)	متوسط استهلاك المياه للفرد (م / سنة)	اجمالي السحب المائي مليار م/ سنة	مؤشر الضغط المائي	معدل التغير السنوي التقريبي
1990	4.3	2.4	320	4.5	45	-
2000	5.2	2.9	360	5.3	53	%1.6
2010	6.2	3.5	410	6.0	60	%1.3
2020	6.8	3.8	450	6.5	65	%0.9
2023	7.1	4.0	470	6.8	68	%0.8

المصدر:-عمل الباحثة بالاعتماد على :-

1-Food and Agriculture Organization(FAO)2016 AQUASTAT Country Profile:- Libya Rome FAO
2-World Bank 2021 Water Scarcity in the Middle East and North Africa . Washington:- World Bank ص71- 64
3-United Nations Environment Programme (UNEP) 2019 Land Degradation Assessment in North Africa UNEP. 115-123
4-Allan, J.A 2001 The Middle East Water Question Hydropolitics and the Global Economy London l.B Tauris,PP 210-218
5-General Water Authority of Libya 2018 Water Resources Report . Tripoli,PP22-30

تشير القيم التالية الى ان ما يقارب(40-45%) من مساحة ليبيا الواقعة ضمن نظم الهشاشة البيئية المتوسطة الى العالية مقابل اقل من 15% فقط ضمن نظم الاستقرار النسبي (الشمال الرطب) جاء توزيعها كالتالي:-

1- الاقليم المتوسط المتميز مرونة متوسطة تميل الى الانخفاض (0.62) .

2- السهوب شبة الجافة التي تحظى بمرونة منخفضة (0.48).

3- الواحات وهي اكثر تأثراً باستخدام اللاعقلاني للمياه أي مرونة هشة(0.44).

4-الصحراء هي ذات مرونة طبيعية منخفضة بالرغم من حساسيتها العالية لأية تغيرات بيئية(0.35)،الجدول (10)،والشكل(8).

جدول (10) مؤشر المرونة للنظم البيئية وفقاً للتغير في الكتلة الحيوية والانتاجية الأولية والتأثير البشري خلال الفترة 1990-2023

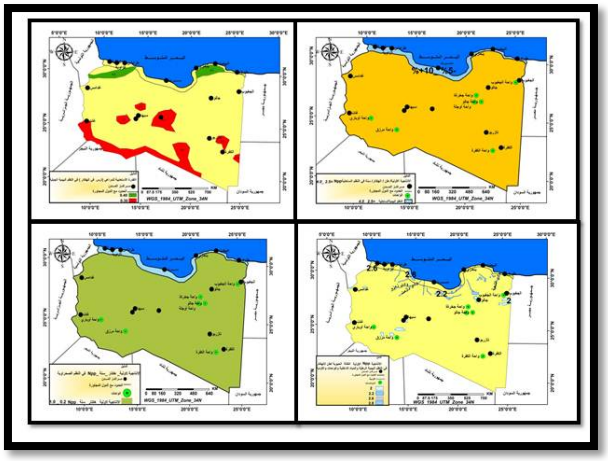
النظام البيئي	التغير في الكتلة الحيوية (%)	NPPالانتاجية الاولية (طن / هكتار / سنة)	الضغط البشري (1-0)	معدل الفقد النباتي (%سنويا)	مؤشر المرونة المركب	مستوى المرونة	لتفسير البيئي (بما في ذلك قدرة التعافي)
الساحلي	5%- الى 10%+	4.0 -2.5	0.6- 0.8	1.5- 3.0%	0.55- 0.77	متوسطة - مرتفعة	انتاجية جيدة لكن يتعرض لضغط بشري مرتفع قدرة التعافي متوسطة وتعتمد على ادارة الموارد وتقليل التوسع العمراني

الجبلي	0% الى +15%	5.0 -3.0	– 0.3 0.5	1.5- 0.5 %	-0.77 0.85	مرتفعة	نظام مستقر بغطاء نباتي كثيف وتنوع عال قدرة التعافي مرتفعة نتيجة توفر المياه وتماسك التربة
الصحراوي	20%- الى +5%	1.0 -0.2	-0.1 0.3	5.0- 2.0 %	– 0.20 0.35	منخفضة	فقد نباتي مرتفع واجهاد بيئي شديد قدرة التعافي ضعيفة جدا بسبب ندرة المياه وبطء نمو النباتات
الرطب	10%- الى +20%	4.5 – 2.0	– 0.4 0.7	– 1.0 %2.5	-0.50 0.65	متوسطة	انتاجية عالية نسبيا لكن حساس مائيا قدرة التعافي متوسطة الى مرتفعة بشرط استقرار الموارد المائية

المصدر :- عمل الباحثة بالاعتماد على :-

1-NASA (2020) MODlS Net Productivity and Vegetation lndex Guide
2-(FAO) 2015 Global Forest Resources Assessment,2022
lPCC (2021). Sixth Assessment Report(AR6)
UNEP(2019) Global Environment Outlook
WORLD BANK 2023.

الشكل (8)الانتاجية الأولية للنظم البيئية

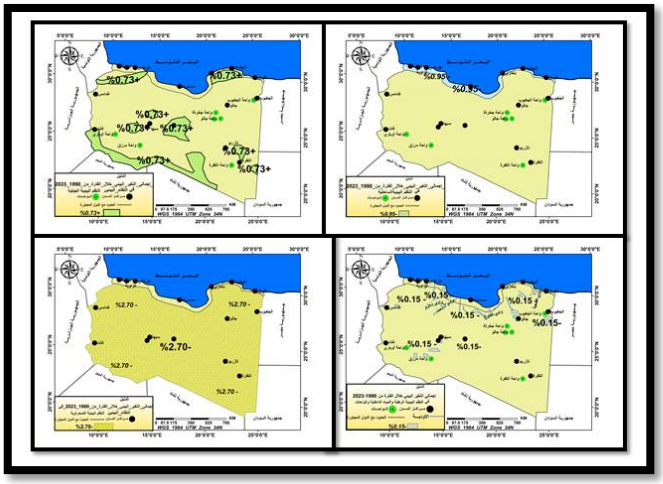


المصدر :- عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (10) باستخدام برنامج Arc GI10.8

وأخيراً يبنى الاطلس على استخدام عدة خرائط ابرزها:- خرائط الاساس الطبيعي(مناخ تضاريس وتربة، وخرائط الواقع البيئي الراهن، والتغير الزمني المقارن، وخرائط الوظائف البيئية والخدمات، و القدرة الاستيعابي، وحدة الاستدامة تسهيلاً لإنتاج خرائط تتعلق بخرائط نسب التغير لكل عقد زمني، الشكل(8)، وخرائط

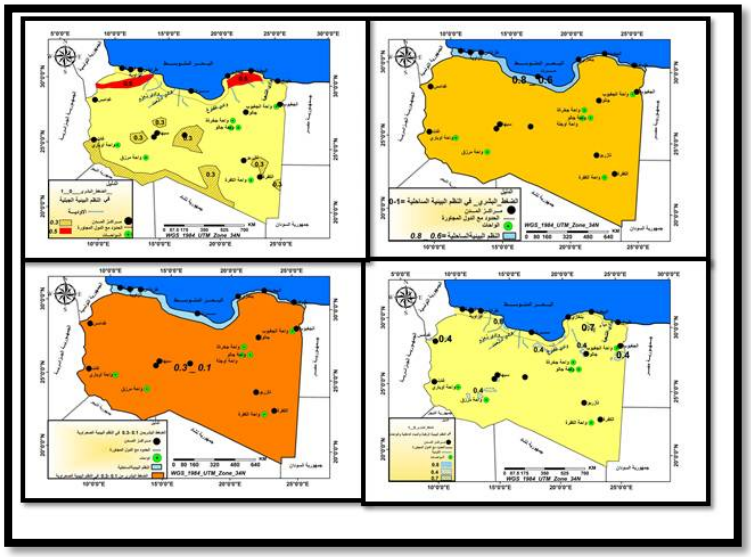
القدرة الاستيعابية، الشكل(5)والمرونة البيئية، الشكل(6)، والتأثير البشري والمائي، الجدول (11)،والشكلين(10،9).

الشكل (9) نسب التغير البيئي للنظم خلال الفترة 1990-2023



المصدر:- عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (10) باستخدام برنامج Arc GIS10.8

الشكل (10)التأثير البشري على الأنظمة البيئية



المصدر :- عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (10) باستخدام برنامج Arc GIS10.8

جدول (11) شدة الاثر البيئي والسياسات التقويمية في ليبيا

النظام البيئي	طبيعة النظام	اهم الضغوط	درجة الشدة	مؤشرات التدهور	السياسات البيئية للتقويم
النظم الساحلية	بيئية انتقالية (بحر–يابسة)	تلوث نفطي توسع عمراني صيد جائر	شديد	تلوث المياه تأكل السواحل فقدان التنوع البحري	سن قوانين حماية الساحل تنظيم الصيد انشاء محميات بحرية برامج مكافحة التلوث
النظم الجبيلية	غطاء نباتي وتربة خصبة	قطع الاشجار الرعي الجائر الانجراف	متوسط -مرتفع	تدهور الغطاء النباتي انجراف التربة	اعادة التشجير تنظيم الرعي حماية الغابات برامج ادارة التربة
النظم الصحراوية	بيئة جافة هشة	التصحر زحف الرمال الجفاف	متوسط	زحف الرمال تراجع الغطاء النباتي	مشاريع تثبيت الرمال حماية الغطاء النباتي ادارة الاستخدام الارضي
النظم الرعوية	مراعي طبيعية	الرعي الجائر الضغط الحيواني	مرتفع	انخفاض الانتاجية تدهور المراعي	تنظيم اعداد ثروة الحيوانية تطبيق نظام الرعي الدوري استصلاح المراعي
النظم الرطبة و المياه الداخلية	واحات ومياه جوفية	استنزاف تملح تلوث	شديد	انخفاض منسوب المياه تلمح التربة	ترشيد استخدام المياه تقنيات الري الحديثة حماية المياه الجوفية مراقبة السحب

المصدر :- عمل الباحثة بالاعتماد على

. 1- منظمة الأغذية والزراعة تقارير التصحر وتدهور الأراضي والمراعي في ليبيا ،روما

2- برنامج الامم المتحدة للبيئة ،تقرير حالة البيئة في ليبيا ،نيروبي 2014.

3- البخاري عبد السلام وآخرون مراجعة لأساليب تدهور المراعي في ليبيا مجلة Pastoralism ,Research ,Policy and Practice المجلد الثامن،2018.

النتائج :

1- أظهرت التحليلات المكانية و الزمنية لمؤشرات الغطاء النباتي، والكتلة الحيوية، والانتاجية الاولية أن النظم البيئية في ليبيا تتوزع ضمن نطاق النظم المتوسطية شبة الرطبة في الشمال، و النظم الصحراوية شديدة الجفاف في الجنوب، افرز عن هذا التدرج تبايناً ظاهراً في المرونة البيئية، إذ سجلت نظم الواحات أعلى قدرة للاستجابة البيئية (مؤشر مرونة 0.66)، كأثر لتوازن الموارد المائية الجوفية، في الوقت الذي سجل مؤشر المرونة في المراعي شبة الجافه انخفضاً واضحاً(0.38) بسبب الرعي الجائر وتذبذب معدلات الامطار فيها وهذا بالفعل ما أكدته الفرضية الأولى .

2- تراجع الكتلة الحيوية في بعض النظم الزراعية بنسبة تتراوح ما بين12-18%، وفي المقابل شهدت الواحات زيادة واضحة في كتلتها الحيوية(8-15%) بسبب التوسع الزراعي، واستغلال الموارد المائية وفقاً لبيانات السلسلة الزمنية للغطاء النباتي خلال الفترة ما بين 1990-2023 .

3- يشكل النظام البشري عاملاً مهماً في اعادة تشكيل بنية النظم البيئية الأخرى خاصة في المناطق الزراعية، والمراعي (40-60%)، بينما انخفض ذلك التأثير الى أقل من(20%) في النظم الصحراوية قليلة السكان، مما يفسر في احد جوانبه تراجع مرونة النظم الطبيعية مقارنة بالنظم الزراعية، وهوما يؤكد التحولات الوظيفية في استخدام الارض، وانتقال بعض النظم من الوظائف البيئية الطبيعية الى وظائف انتاجية مرتبطة بالنشاط البشري مما يؤكد صحة الفرضية الثالثة .

4- أكدت المقارنة بين مؤشري التدهور البيئي ، والتدرج البيئي أن النظم الواقعة في نطاق المناخ شبة الجاف تمثل منطقة انتقالية حساسة، إذ ترتفع معدلات الفقد النباتي الى نحو(25-30)، نتيجة التفاعل بين التغير المناخي، والتأثير البشري، مما يعني ان التفاعلات البيئية في ليبيا لا ترتبط فحسب بالعوامل المناخية بل و بفعل التداخل بين المرونة البيئية ، والقدرة الاستيعابية للنظم والاستخدامات البشرية أيضاً، وهذا بالفعل والقوة ما أكدته الفرضية الثانية.

التوصيات :-

1- ضرورة إدارة النظم في ليبيا إدارة مكانية متكاملة تقوم على مراقبة التغيرات التي تطرأ على الغطاء النباتي والكتلة الحيوية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد لقدرتها على تتبع التغيرات البيئية على المدى الطويل.

2- إعداد اطلس وطني للتغيرات البيئية يعتمد على السلاسل الزمنية للبيانات الفضائية، بهدف دعم التخطيط البيئي وادارة الموارد المائية.

2- العمل وبجدية على إعادة تنظيم استخدامات الاراضي في مناطق المراعي شبة جافة للحد من الضغط الرعوي، وزيادة القدرة الاستيعابية للنظم البيئية، اضافة إلى لتعزير برامج تنمية الغطاء النباتي في المناطق المتدهورة من خلال التشجير وادارة المراعي المستدامة.

3 – زيادة كفاءة تقييم الاستدامة البيئية من خلال اعتماد مؤشرات مركبة، لقياس مرونة النظم البيئية تجمع بين الكتلة الحيوية ،والانتاجية الاولية، والاستخدام البشري .

4- إنشاء قاعدة بيانات جغرافية وطنية للنظم البيئية ،تربط بين المؤشرات البيئية، والاقتصادية، والاجتماعية بما يسمح بتطوير نماذج تنبؤيه للتغيرات المستقبلية في النظم البيئية ،ودعم سياسات الادارة المستديمة للموارد الطبيعية في ليبيا.

بيان تضارب المصالـــح:

يُقر المؤلف بعدم وجود أي تضارب مالي أو علاقات شخصية معروفة قد تؤثر على العمل المذكور في هذه الورقة

المصادر والمراجع:

1- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي 2022،ص 47.

.-IFD&unops,2021,p32.2

3-Odum Eugene P .(1971) Fundamentals Of Ecology(3rd) Philadelphia W.B Saunders Company,p57-63 .

4-Food and Agriculture Organization(FAO)2016 AQUASTAT Country Profile:- Libya FAOpp12-18.

5- M.J Tucker ,M., A Fleming , C.H., et al .(2019) A comprehensive analysis of autocorrelation and bias in home range estimation Ecological Monographs 89 (2) https:-doi org 10 . 1002 ecm 1344.

6- Odum Eugene P .(1971) Fundamentals Of Ecology(3rd) Philadelphia W.B Saunders Company,p57-63 .

7- M.J Tucker ,M., A Fleming , C.H., et al .(2019) A comprehensive analysis of autocorrelation and bias in home range estimation Ecological Monographs 89 (2) https:-doi org 10 . 1002 ecm 1344.

8- lPCC (2021). Sixth Assessment Report:- Working Group l- The Physical Science Basis Cambridge University Press ,PP. 185-204-1513-1520

9- FAO (2023) Land and Vegetation Dynamics in North Africa Rome:-FAO Publishing ,PP 61-75.

of the Sahara. Paris :- UNESCO PP 10-UNESCO(2022)Groundwater Systems 88-93-112-118.

11-UNEP(2022) Global Land Outlook ,second Edition:-Land Restoration for Recovery and Resilience Nairobi:- United Nations Environment , Progrmme,p 152.