ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: https://eduj.uowasit.edu.iq

Resea. Aseel Jassim Mohammed

Dr. Ayad Ashour AL - Taee
University of Baghdad / College of Education (Ibn Rushd)

Dr. Abbas Fadil Abed

University of Wasit
College of Education for Human Sciences

Email:
aseeljassim@uowasit.edu.iq
ayad.ashour@ircoedu.uobaghdad.edu.iq
abbasalwan@uowasit.edu.iq

Keywords:

Remote Sensing, Satellite Visualizations, Hydrological Indicators , Biocrust

A r t i c l e i n f o

Article history:

Received 4.Jul.2024

Accepted 30.Jul.2024

Published 25.Aug.2024

Hydrological spectral indicators for Iraq using remote sensing and GIS

A B S T R A C T

The study of hydrological spectral indicators is one of the modern trends in detecting changes in water resources by adopting space visualizations and analyzing spectral fingerprints to detect water. Data from the satellites (Landsat-8-5) and (Sentinel-2B) were relied upon to detect hydrological indicators, including the natural water difference index for the wet and dry season in Iraq and the difference in the spatial distribution of the index categories by classification. The soil moisture difference index was adopted. The index was classified into five categories for the wet and dry season and the spatial change of the index was detected. The plant indicators were adopted, including the derivation of the vegetation difference index (NDVI) for Iraq and the adoption of the period 1980 for the wet and dry season and the year 2022 for the wet and dry season and extracting the changes between the period and adopting the (Marcov) model to predict spatial changes and their relationship to hydrological variables, as well as adopting the biological crust index (Crust Index (CI) and classifying it into five categories for the wet and dry season and detecting the extent of soil deterioration as a result of hydrological changes. The surface particle volume index was also adopted. (GSI) is one of the spectral indicators for calculating the volumes of surface soil particles, i.e. what the soil texture and components represent and their relationship to hydrological variables and their effect on soil texture and their effect on soil moisture and water retention. The Land Degradation Index (LDI) was adopted, which is an index of land cover degradation as a result of the loss of its biological and economic productivity. The land cover was classified for the wet and dry season and the spatial distribution of the difference in degradation of the surface of Iraq was calculated. The land cover (Land Use) and the extent of change in areas as a result of hydrological changes between the wet and dry season were classified. The agricultural drought and water stress index (hydrological desertification) was adopted. It is an index based on determining the location of agricultural lands that are affected by water stress (drought) and determining the spatial variables and calculating the rate of degradation in the land cover of Iraq

© 2022 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: https://doi.org/10.31185/eduj.Vol56.Iss2.4057

المؤشرات الطيفية الهيدرولوجية للعراق باستخدام Rs الاستشعار عن بعد وGIS ونظم المعلومات الجغرافية

مشرف اول	مشرف ثان	الباحثة:
أ.د. اياد عاشور حمزة	أ.م.د. عباس فاضل عبيد	أصيل جاسم محمد عواش
جامعة بغداد/ كلية التربية (ابن رشد)	جامعة واسط كلية التربية للعلوم الانسانية	

المستخلص

تعد دراسة المؤشرات الطيفية الهيدرولوجية أحد الاتجاهات الحديثة في الكشف عن التغيرات للموارد المائية من خلال اعتماد المرئيات الفضائية وتحليل البصمات الطيفية للكشف عن المياه تم الاعتماد على بيانات القمر (Landsat-8-5) و(Sentinel-2B) للكشف عن المؤشرات الهيدرولوجية ومنها مؤشر اختلاف المياه الطبيعي للموسم الرطب والجاف في العراق واختلاف التوزيع المساحي للفئات للمؤشر بالتصنيف وتم اعتماد مؤشر فرق رطوبة التربة تم تصنيف المؤشر الى خمس فئات للموسم الرطب والجاف والكشف عن التغير المساحي للمؤشر وتم اعتماد المؤشرات النباتية Vegetarian Indicators ومنها اشتقاق مؤشر اختلاف النباتي (NDVI) للعراق واعتماد المدة ١٩٨٠ للموسم الرطب والجاف وعام ٢٠٢٢ للموسم الرطب والجاف واستخراج التغيرات بين المدة واعتماد نموذج (Marcov) للتنبؤ بالتغيرات المساحية وعلاقتها بالمتغيرات الهيدرولوجية وكذلك اعتماد مؤشر القشرة البيولوجية Crust Index (CI) وتصنيفها الى خمس فئات وللموسم الرطب والجاف والكشف عن حجم التدهور بالتربة نتيجة التغيرات الهيدرولوجية وأيضا تم اعتماد مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) وهو أحد المؤشرات الطيفية لحساب حجوم دقائق التربة السطحية أي ما تمثله نسجه التربة ومكوناتها وعلاقتها بالمتغيرات الهيدرولوجية وتأثيرها على نسجه التربة وتأثيرها على رطوبة التربة واحتفاظها بالماء وتم اعتماد مؤشر تدهور الاراضي Land degradation Index (LDI) وهم مؤشر تدهور الغطاء الأراضي نتيجة فقدان انتاجيتها البيولوجية والاقتصادية وتم تصنيف الغطاء الأراضي للموسم الرطب والجاف وحساب التوزيع المساحي لاختلاف التدهور لسطح العراق وتم تصنيف الغطاء الأراضي (Land Use) ومدى تغير المساحات نتيجة التغيرات الهيدرولوجية بين الموسم الرطب والجاف وتم اعتماد مؤشر الاجهاد الزراعي الجفاف والمائي (التصحر الهيدرولوجي) هو مؤشر يعتمد على تحديد موقع الاراضي الزراعية التي تصاب بإجهاد مائي (جفاف) وتحديد المتغيرات المساحية وحساب معدل التدهور في الغطاء الأراضي للعراق .

الكلمات مفتاحية: الاستشعار عن بعد ، المرئيات الفضائية ، المؤشرات الهيدرولوجية ، القشرة البيولوجية

المقدمة

تعد الدراسات والبيانات المرصودة بالأقمار الصناعية مثل القمر لاند سات (Landsat) و(Sentinel-2B) المعتمدة كونها تحتوي على معلومات طبوغرافية وهيدرولوجية عن سطح الأرض والتي تؤثر على الدورة المائية وباستعمال GIS يمكن الاستفادة من المعلومات الطبوغرافية مع البيانات الأخرى المرصودة بالطرق المعروفة يتم التركيز على تحليل البيانات ذات الخرائط الخاصة بالغطاء الأراضي والتغيرات الهيدرولوجية. ويعد نموذج التصنيف الطبقي للغطاءات السطحية وباستخدام الاستشعار عن بعد لدراسة الموارد المائية. باستعمال النماذج والموديل الإحصائي والنمذجة المكانية هي عملية تحليلية تتم باستعمال برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من خلال اعتماد الطرق الأساسية الخاصة بالموقع المكاني والنمذجة عملية أساسية لا يمكن الاستغناء عنها في تحليل المكان وخصائصه عن طريق اعتماد

بنية البيانات المكانية وترابطها المكاني وتفاعلها بما يحيط بها من متغيرات ثابتة ومتغيرة خاصة بالموقع للظاهرة الجغرافية. ويتم هذا من خلال اعتماد المرئيات الفضائية واعتماد التحليل الالي والبصري للباحث او الكارتوكرافي من خلال فهمة وملاحظاته البصرية لتحليل المكان عن طريق اعتماد الأسلوب الرقمي وبناء قواعد البيانات المكانية داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية. ومن اهم النماذج المستخدمة للتنبؤ بالتغيرات المستقبلية هو نموذج (Marcov) وهو عبارة عن موديل رياضي للتنبؤ المستقبلي بتغيرات استعمالات الاراض من خلال الربط بين الماضي والحاضر يتم عن طريق اعتماد البيانات القديمة ومقارنتها مع البيانات الحديثة باستعمال الخلايا الرقمية المجاورة واحتمالية انتقال الخلايا من فئة الى فئه أخرى بحسب نوع التصنيف والاستعمال ونموذج (Marcov) هو ملف (Text) يحتوي على مصفوفة افقية وعمودية تحتوي على (Class) فئات من الطبقات تمثل استعمال الأراضي المصنفة للعراق تتمثل بها الاستعمالات للسنوات القديمة والسنوات الحديثة تحتوي هذه المصفوفات الأرقام الممثلة الى المساحات لاستعمالات الأرض بشكل عمودي وافقي بحسب نوع الخلايا المصممة من قبل الكارتوكرافي.

١- مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في (هل بناء النماذج الهيدرولوجية من المؤشرات الطيفية قادرة على تحليل المعطيات الهيدرولوجية وارتباطها بالغطاء الأراضي في العراق). ولذلك ظهرت مشاكل ثانوية تمثلت

أ- هل استخدام المؤشرات الهيدرولوجية الطيفية قدرة على كشف تدهور الأراضي نتيجة التغيرات الهيدرولوجية وتحويلها الى خرائط واشكال وتقارير رقمية كارتوكرافية

ب- هل المؤشرات الطيفية قادرة على بناء نماذج هيدرولوجية لمحاكاة الغطاء الأراضي في العراق

٢- فرضية الدراسة:

تمثل فرضية الدراسة إجابة على مشكلة الدراسة أو البحث عن التساؤلات العلمية للمشكلات الرئيسية والثانوية من أجل الوصول الى حلول مناسبة. لذلك توجد

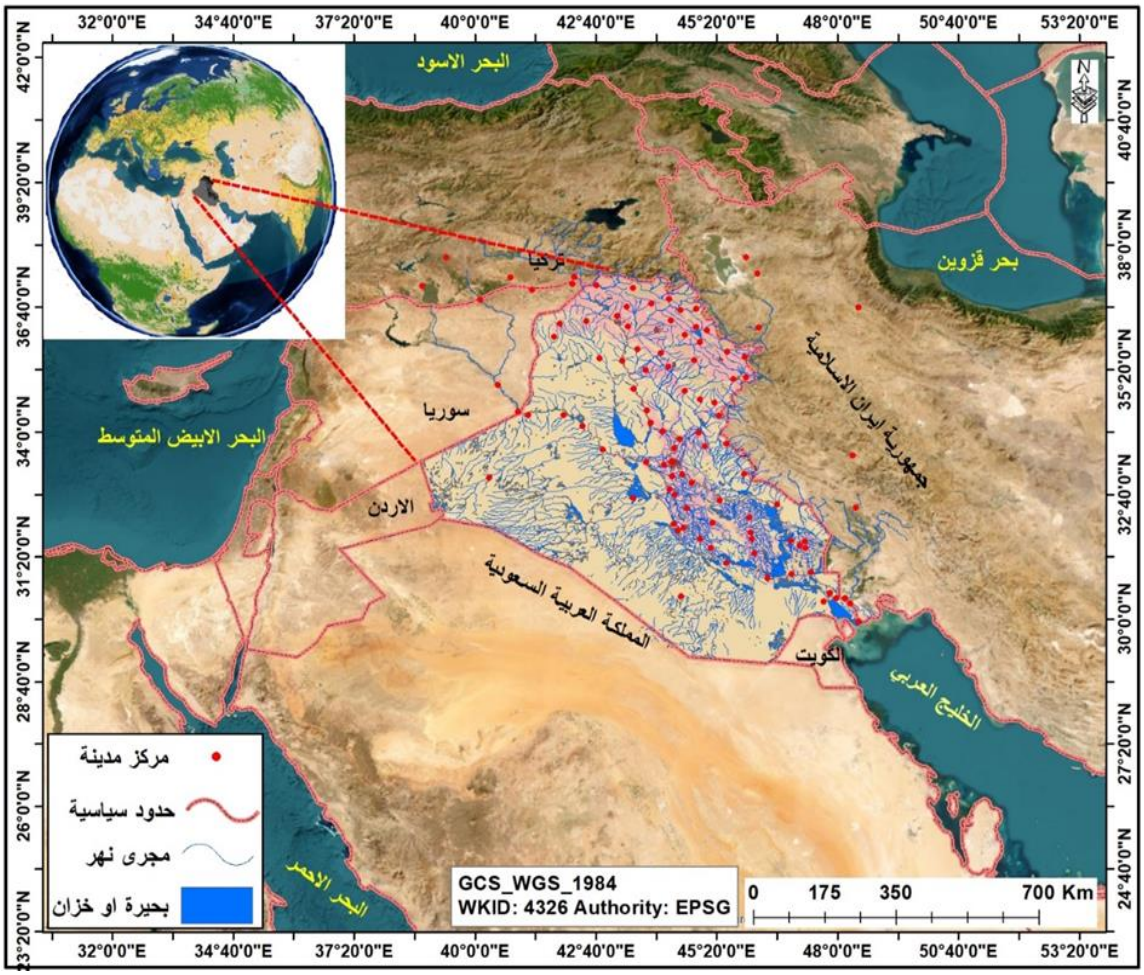
أ- للمؤشرات الطيفية قدرة على تحليل المعطيات الهيدرولوجية وتحليلها المكاني وارتباطها بالغطاء الأراضي والكشف عنها بالاختلال المؤشرات الزمانية

ب- للمؤشرات الهيدرولوجية الطيفية دور في كشف التغيرات ودرجات التدهور للأراضي في العراق والتنبؤ المستقبلي باتجاه التدهور وتحديد المساحات الأكثر تأثيرا للحد من تأثيراتها المكانية وتوسعها المستقبلي.

٣- حدود منطقة الدراسة:

تتمثل حدود موقع الدراسة بموقع العراق الجغرافي والفلكي من الناحية الجغرافية يقع العراق في الجزء الشمالي الشرقي من الوطن العربي والجنوب الغربي من قارة اسيا اما الدول المجاورة للعراق من الشمال تركيا بحدود تبلغ (٣٧٧كم) ومن الشرق جمهورية إيران الإسلامية بحدود تبلغ (١,٣٠٠كم) ومن الجنوب الكويت بحدود تبلغ (١٩٥كم) ومن الجنوب الغربي المملكة العربية السعودية بحدود تبلغ (٨١٢كم) ومن الغرب الأردن بحدود تبلغ طولها (١٧٨كم) ومن الشمال الغربي سوريا بحدود تبلغ طولها (٦٠٠كم). اما الموقع الفلكي يقع العراق بين دائرتي عرض (٢٩,٦-٣٧,٢٧) شمالا وبين خطي طول (٣٨,٣٩ – ٤٨,٣٦) شراقا. ينظر خريطة (١). تبلغ مساحة العراق (٤٣٥,٠٥٢كم٢).

خريطة (١) موقع العراق الجغرافي والفلكي



المصدر:

الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية لاند سات ٨ والخريطة الطبوغرافية للعراق ٢٠١٤ مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ باستخدام برنامج Arc Map10.8

٤- منهجية الدراسة واساليبها: تتعدد وتختلف المناهج المعتمدة بالدراسات المكانية بتغير الظاهرات الجغرافية وتخصصاتها العلمية والمنهج هو الأسلوب المعتمد من الباحث للوصول الى النتائج والحلول. واعتمدت الدراسة على منهجين أساسيين الأول: هو المنهج الاستقرائي الوصفي التحليلي لوصف الظاهرة وتتبع النتائج التي تم التوصل اليها من خلال بناء ونمذجة الخرائط الهيدرولوجية وتحليلها واستنباط النتائج منها، وتبيان علاقتها بالعوامل المختلفة المؤثرة بها من خلال اعتماد التقنيات الحديثة وخاصة تقنيات علم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات المكانية. وبناء الموديلات الاحصائية الرياضية للوصول الى النتائج والوقائع العلمية. أما المنهج الاخر: فهو المنهج الاحصائي المقارن لمقارنة الخرائط الرقمية والمرئيات الفضائية والمسح الميداني واستخدام المؤشرات الطيفية الهيدرولوجية ومواقع الرصد والنماذج للكشف عن التغيرات الهيدرولوجية.

أولا: المؤشرات الهيدرولوجية (Hydrological Indicators) وتشمل

١-مؤشر اختلاف المياه الطبيعي (Normalized Differences Water Index (NDWI): من المؤشرات المهمة في تمييز حالة ومراقبة مؤشر المياه السطحية وتمييزها عن الغطاء الأراضي، ويتم عن طريق مراقبة مساحة المسطحات المائية والتغيرات في مستوى المياه ومراقبة الأراضي الأكثر تعرض لمؤشر المياه ومنها مساحة الاهوار

والخزانات المائية.(بارود ،٢٠١٩،ص٤٠٢). ومناطق المعرضة للفيضانات السيول كون المياه تمتلك انعكاسية عالية في المدى المرئي (الاخضر) على النقيض من الاشعة تحت الحمراء القريبة (Near infrared) وموجات الاشعة القصيرة تحت الحمراء (Shortwave infrareds)، وبذلك يمكن بسهولة الكشف عن مؤشر المسطحات المائية وكذلك المناطق الرطبة عن مظاهر الأرض للمنطقة (على ،٢٠١٨، ٨١). ومعظم الاشعاع الساقط الواصل والمنعكس على الاسطح المائية يمتص من قبل المياه أو ينعكس منها ، وبعض ما ينعكس باتجاه القمر الصناعي ، فالمياه تمتص اشعاع الموجات تحت الحمراء مما يجعل الاختلاف بينه وبين مواد الارض الاخرى كبيراً جداً في المرئية الفضائية المسجلة في نطاق اشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة ، اما الاشعاع في الموجات المرئية فمعظمه يمتص خلال الماء وينعكس حوالي (٥٠)% منه والمؤشر المعياري للمياه (NDWI) يؤشر بطرق إحصائية لتسجيل الانعكاس للمناطق الرطبة وتعزيز وجودها في المرئيات الرقمية المسجلة.(Mcfeeters،17.1996) يستخدم مؤشر NDWI الإشعاع المنعكس بالقرب من الأشعة تحت الحمراء والضوء الأخضر المرئي. ويمكن اعتماد المؤشر بالمعادلة الاتية (حسن،١٥،٢٠١٤):

$$NDWI = \frac{Band\ Green - Band(NIR)}{Band\ Green + Band(NIR)}$$

إذ إن: (Band NIR) = هو نطاق الاشعة تحت الحمراء. (Band Green) = يعني نطاق الاشعة المرئية الخضراء. القيم من (١- -٠) تعبر عن سطح بدون نباتات أو محتوى مائي القيم من (٠ -١) يمثل محتوى الماء (Stuart، 2013. 3549) بعد اشتقاق مؤشر الاختلاف الطبيعي للمياه من مرئية القمر الصناعي (Landsat 8) بتاريخ (١٨-٣-٢٠٢٣) يمثل الموسم رطب، وبتاريخ (١٤-٨-٢٠٢٢) يمثل الموسم جاف. وتبين ان هناك فرق في مساحة المناطق الرطبة في العراق وبين مساحة الاهوار والخزانات المائية ولذلك تم تصنيفها الى أربع فئات حسب مؤشر الاختلاف الطبيعي للمياه. ومن أهمها بحسب تصنيف المرئيات الفضائية للعراق للموسم الرطب والجاف واختلاف المساحات بين الموسمين أصناف مؤشر اختلاف المياه الطبيعي (NDWI) للعراق تتمثل بما يأتي

أ- المناطق الرطبة:

صنفت مساحة العراق الى أربع أصناف لمؤشر المياه الطبيعي للموسم الرطب والجاف حيث سجلت تباين في المساحات بلغ مساحة المناطقة الرطبة للموسم الرطب (١٠٥٨٧٢كم٢) وبنسبة (٢٤,٣٣٥%) من مساحة العراق اما الموسم الجاف سجلن المناطق الرطبة مساحة (٦٠٥٤٣كم٢) وبنسبة (١٣,٩١٦%) من مساحة العراق وهذا التباين بالمساحة نتيجة عوامل طبيعية وبشرية خلال الموسم الرطب تزداد مساحة المناطق الرطبة بسبب زيادة معدلات التساقط وزيادة معدل تصاريف المياه السطحية على عكس الموسم الجاف ينعدم التساقط بأنواعه وارتفاع معدلات درجات الحرارة وهذا انعكس على تقلص مساحة المناطق الرطبة إضافة الى العوامل البشرية نتيجة اختلاف الطلب على المياه بين الموسمين لمياه الشرب او الري . ينظر بيانات جدول (١) وشكل (١).

ب- مناطق كثيفة الغطاء النباتي:

تتباين مساحة المناطق الخضراء بين الموسم الرطب والموسم الجاف حيث بلغت مساحة المناطق الخضراء حلال الموسم الرطب (٢٤٠٤٣٢كم٢) وبنسبة (٥٥,٢٦٥%) اما الموسم الجاف سجلت (١٠٣٠٨٢كم٢) وبنسبة (٢٣,٦٩٤%) من مساحة العراق ويرجع سبب التباين الى وفرة الموارد المائية بين الفصول إضافة على عوامل مؤثرة اخرة تم الإشارة اليها سابقا.

ت- المناطق الجافة (الأراضي الجرداء):

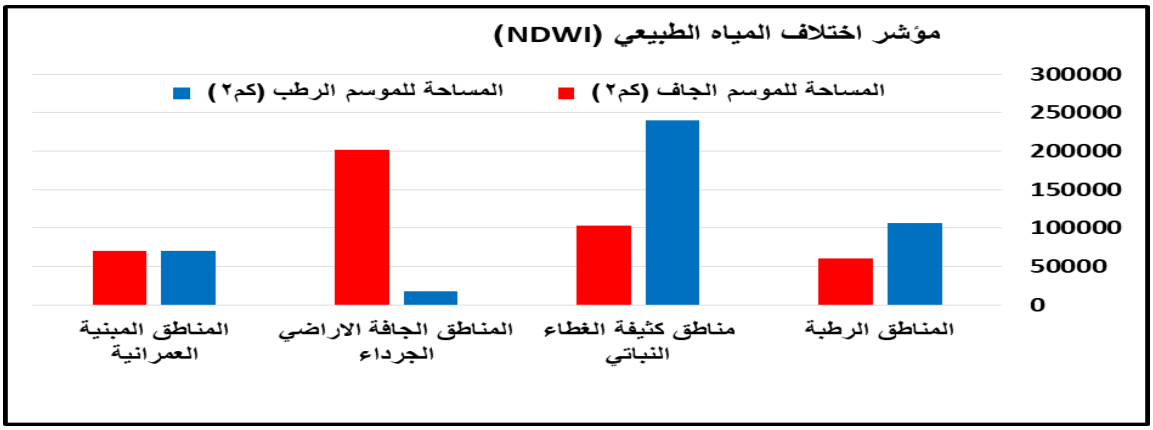
المناطق الجرداء هي المناطق الخالية من الغطاء النباتي بشكل دائمي او مؤقت حسب الفصول وتغيراتها ووفرة عامل المياه بشكل رئيسي لذلك سجلت تباين كبير بين الموسمين الجاف والرطب في نسبة التغطية. سجلت نسبة الأراضي الجرداء خلال الموسم الرطب مساحة (١٧٩٧٥كم٢) وبنسبة (٤,١٣٢%) من مساحة العراق. اما خلال الموسم الجاف سجلت مساحة كبيرة بلغت (٢٠١٢٥٤كم٢) وبنسبة (٤٦,٢٦٠%) ومن تحليل الجدول (١) نلاحظ اختلاف كبير بنسبة الأراضي الجرداء بين الموسمين وهذا ناتج بسبب العوامل الهيدرولوجية بين الموسمين إضافة الى العوامل الأخرى. ينظر خريطة (٢) و (٣).

جدول (١) مؤشر اختلاف المياه الطبيعي (NDWI) للموسم الرطب والجاف

ت	مؤشر اختلاف المياه الطبيعي للموسم الرطب	المساحة كم٢	النسبة المئوية	مؤشر اختلاف المياه الطبيعي للموسم الجاف	المساحة كم٢	النسبة المئوية
1	المناطق الرطبة	105872	24.335	المناطق الرطبة	60543	13.916
2	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	240432	55.265	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	103082	23.694
3	المناطق الجافة الاراضي الجرداء	17975	4.132	المناطق الجافة الاراضي الجرداء	201254	46.260
4	المناطق المبنية العمرانية	70773	16.268	المناطق المبنية العمرانية	70173	16.130
5	المجموع	435052	100	المجموع	435052	100

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (٢) (٣)

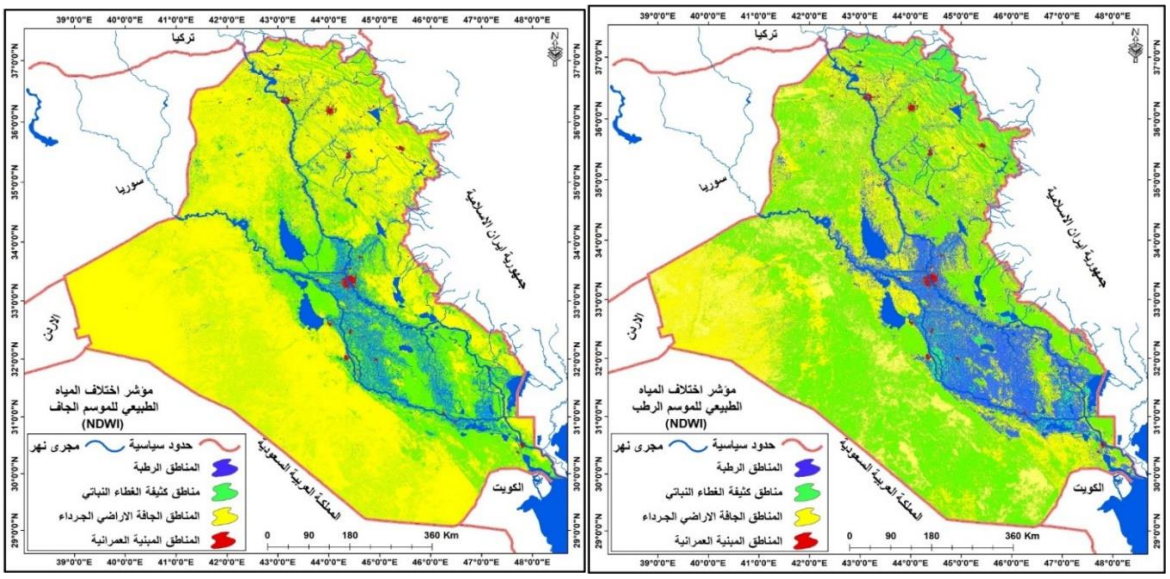
شكل (١) مؤشر اختلاف المياه الطبيعي (NDWI) للموسم الرطب والجاف



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)

ث- المناطق المبنية العمرانية: من خلال تحليل مساحة مؤشر المناطق العمرانية نلاحظ تساوي المساحات والنسب بين الموسمين حيث بلغت نسبتها (٧٠٧٧٣كم٢) وبنسبة (١٦,٢٦٨%). ان مؤشر المناطق العمرانية يحتاج الى تحليل خاص لتميز بين المناطق العمرانية المنازل والطرق والمشاريع العمرانية لا تشابه الانعكاس الطيفي لمواد البناء لذلك قد لا تمثل المساحات بشكل دقيق المناطق العمرانية او المبنية.

خريطة (٢) وخريطة (٣) مؤشر اختلاف المياه الطبيعي (NDWI) للموسم الرطب والجاف للعراق



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيات LandSat8 وبرنامج Arc map10.8

٢- مؤشر فرق رطوبة التربة (NDMI) Normalized Difference Moisture Index:

يعد من المؤشرات المهمة للكشف عن جفاف الترب وعن رطوبتها وتغدقها وكذلك سيادة مؤشر التصحر، وهو دليل حساب مقدار المياه العالقة او المخزونة في التربة وهذا يختلف من تربة لأخرى بناءً على خصائصها الفيزيائية والكيميائية وكذلك يرتبط بالغطاء النباتي وكثافة توزيعه لكل موسم، وهو يختلف عن مؤشر فرق المياه **(NDWI)** والذي يظهر المياه السطحية. يعتبر مؤشر الرطوبة مثاليًا للعثور على الإجهاد المائي في النباتات. يستخدم الموجات الكهرومغناطيسية القصيرة والأشعة تحت الحمراء القريبة لحساب مؤشر دليل الرطوبة. لكن انخفاض قيم مؤشر الرطوبة يشير إلى أن النباتات تتعرض لضغط بسبب عدم كفاية الرطوبة.لنمو النبات ويستخرج مؤشر فرق رطوبة التربة (NDMI) باستخدام المعادلة الاتية (بارود ،٢٠١٩، ص٤٠٦)

$$NDMI = \frac{\text{Band Green} - \text{Band Swir 1}}{\text{Band Green} + \text{Band Swir 2}}$$

إذ إن: (Band5) = نطاق تحت الحمراء (Nar) من الطيف الكهرومغناطيسي. (Band6) = نطاق تحت الحمراء القصيرة (Swir 1).

تتدرج قيم (NDMI) ما بين (١ – ١-) حيث ان القيمة ما بين (١-٠) تمثل مناطق ذات رطوبة عالية مثل المناطق الغدقة والتربة الرطبة، وما بين (٠-١-) فأنها تمثل مناطق ذات محتوى رطوبي اقل، فكلما قل محتوى رطوبة التربة فان قيمته تنخفض عن (١). واهم أصناف هذا المؤشر

١-ترب عالية الرطوبة: تتباين مساحة هذا الصنف بين الموسم الرطب والموسم الجاف نتيجة ارتباطها بالعوامل الهيدرولوجية للعراق لذلك تباينت المساحات بين كل فصل خلال الفصل الرطب سجلت مساحة بلغت (١١٢١٠كم٢) وبنسبة بلغت (٢,٥٧٧%) من مساحة العراق، اما الموسم الجاف سجلت مساحة (٦٢١٠كم٢) وبنسبة بلغت (١,٤٢٧%) نلاحظ تباين في معدل المساحة بين الموسمين وهي مرتبة بالموازنة الهيدرولوجية للعراق.

٢- ترب رطبة: تباينت مساحة المناطق الرطبة بين الموسمين حيث سجلت مساحة خلال الموسم الرطب بلغت (١٣٤١٢٠كم٢) وبنسبة بلغت (٣٠,٨٢٨%) اما خلال الموسم الجاف سجلت مساحة بلغت (١٠٣٠١٠كم٢) وبنسبة

بلغت (٢٣,٦٧٨%) حيث نلاحظ انخفاض مساحة الترب الرطبة بشكل كبير جدا بسبب التغيرات المناخية وانخفاض معدل التساقط وانعدام الغطاء النباتي.

٣-ترب متوسطة الرطوبة: تباين مساحة الأراضي للترب المتوسطة الرطوبة بين الموسم الرطب والجاف بحسب المتغيرات المناخية لكل فصل حيث سجلت مساحة بلغت (١٤٨٠١٢كم٢) وبنسبة بلغت (٣٤,٠٢٢%) للموسم الرطب اما الموسم الجاف سجلت مساحة بلغت (١٠٦٢٣١كم٢) وبنسبة بلغت (٢٤,٤١٨%) حيث نلاحظ تباين كبير بين الموسمين نتيجة العوامل التي تم الإشارة اليها.

٤-ترب قليلة الرطوبة: تتباين مساحة الأراضي القليلة الرطوبة بين الموسم الرطب والجاف في العراق نتيجة التغيرات الهيدرولوجية، حيث سجلت مساحة خلال الموسم الرطب مساحة بلغت (120050كم٢) وبنسبة بلغت (٢٧,٥٩٤%). اما الموسم الجاف سجلت مساحة بلغت (١٠٣٤٢١كم٢) وبنسبة بلغت (٢٣,٧٧٢%) هذا التباين نتيجة التغيرات المناخية والهيدرولوجية للمنطقة لقلة التساقط بأنواعه وانخفاض معدل التصريف السطحي خاصة لنهر دجلة والفرات والاودية الموسمية. ينظر شكل (٢) .

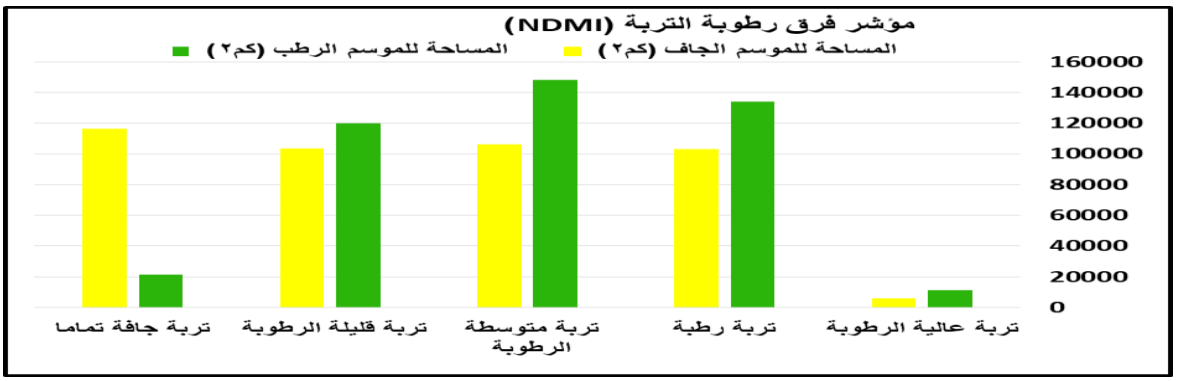
٥- ترب جافة تماماً: تتباين المساحة بين الموسم الرطب والجاف بسبب طبيعة التغيرات الطبيعية وكذلك نوعية الترب الهيدرولوجية للعراق حيث تتميز هذه المناطق بسطح صخري واراضي لا تحتفظ بالمياه مما جعلها عرضة للجفاف الهيدرولوجي. سجلت خلال الموسم الرطب مساحة (٢١٦٦٠كم٢) وبنسبة بلغت (٤,٩٧٩%) اما الموسم الجاف سجلت مساحة بلغت (١١٦١٨٠كم٢) وبنسبة بلغت (٢٦,٧٠٥%) حيث نلاحظ ارتفاع كبير في مساحة المناطق الجافة بين الموسم الرطب والجاف نتيجة العوامل المشار اليها. ينظر جدول (٢) وخريطة (٢) للموسم الرطب و(٣) للموسم

جدول (٢) مؤشر فرق رطوبة التربة (NDMI) للموسم الرطب والجاف

ت	مؤشر فرق رطوبة التربة للموسم الرطب	المساحة كم٢	النسبة المئوية%	مؤشر فرق رطوبة التربة للموسم الجاف	المساحة كم٢	النسبة المئوية %
1	تربة عالية الرطوبة	11210	2.577	تربة عالية الرطوبة	6210	1.427
2	تربة رطبة	134120	30.828	تربة رطبة	103010	23.678
3	تربة متوسطة الرطوبة	148012	34.022	تربة متوسطة الرطوبة	106231	24.418
4	تربة قليلة الرطوبة	120050	27.594	تربة قليلة الرطوبة	103421	23.772
5	تربة جافة تماما	21660	4.979	تربة جافة تماما	116180	26.705
6	المجموع	435052	100	المجموع	435052	100

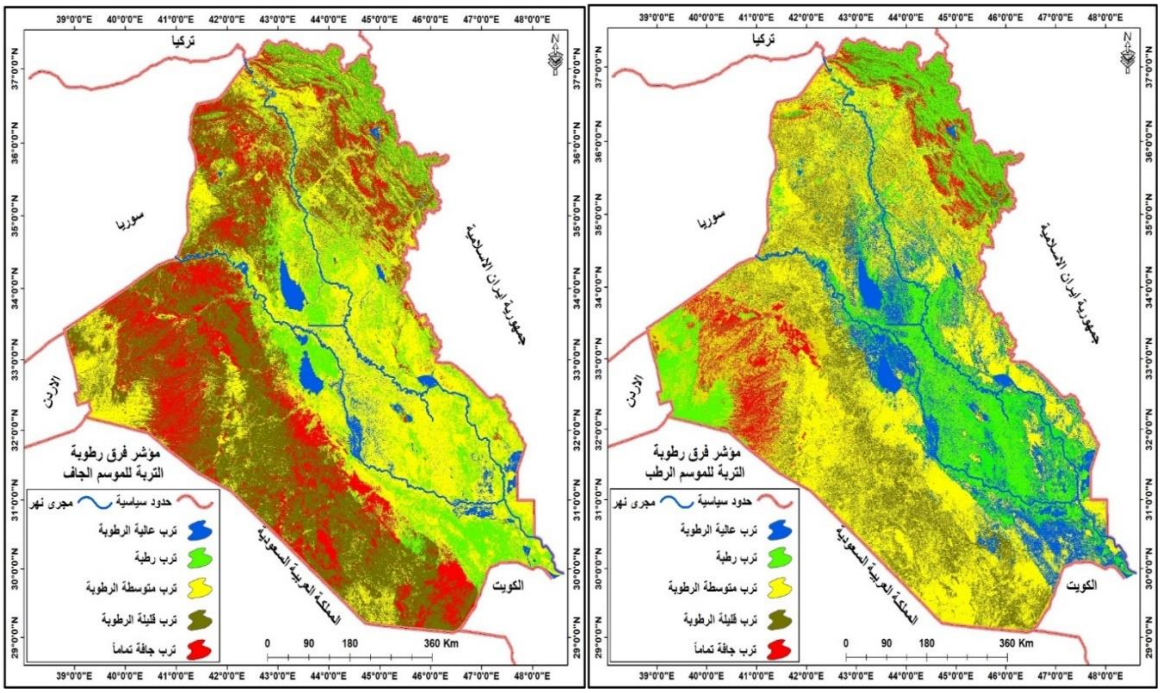
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (٢) (٣)

شكل (٢) مؤشر فرق رطوبة التربة (NDMI) للموسم الرطب والجاف



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٢)

خريطة (٤) و(٥) اصناف مؤشر رطوبة التربة (NDMI) للموسمين (الرطب والجاف) في العراق



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيات LandSat8 وبرنامج Arc map10.8

ثانيا: المؤشرات النباتية Vegetarian Indicators: توفر المؤشرات النباتية (الشذوذ في المؤشر الموحد لتباين الغطاء النباتي ودليل الغطاء النباتي ودليل الصحة النباتية) قياسات بديلة للصحة النباتية النسبية. ويمكن استخدام هذه المؤشرات لرصد المناطق التي قد تتعرض فيها النباتات للإجهاد كطريقة للكشف عن الجفاف المحتمل. وتقدم مؤشرات الهطولات تحليلاً عالمياً لمستويات الهطولات المطرية المطلقة (مم) والنسبية (%) في كل عشرة أيام، إضافة إلى المعدل طويل الأجل لمستويات الهطولات (ملم). وتتراوح قيم المؤشر الموحد من (+ ١ إلى −١) حيث تمثل القيم الموجبة العالية نباتات كثيفة وسليمة، أما القيم السالبة للمؤشر فتدل على حالة نباتات ضعيفة أو غطاء نباتي مبعثر واراضي جرداء من الغطاء النباتي. تم اشتقاق مؤشر اختلاف النباتي (NDVI) وفق المحاكاة الإحصائية وباستعمال مرئية (Landsat8) بتاريخ (١٤−٣−٢٠٢٢) للموسم الرطب، وبتاريخ (١٢−٨−٢٠٢٢) للموسم الجاف، وتبين ان هناك تباين في الغطاء النباتي في العراق بين المناطق الجبلية وشبة الجبلية ومناطق السهل الرسوبي والصحراء الغربية وتباينها من فصل الى اخر لذلك تم تصنيفها بحسب مؤشر الاختلاف النباتي، ينظر خريطة (٦) (٧) للغطاء النباتي لعام ١٩٨٠ للموسم الرطب والجاف وخريطة (٨) (٩) لعام ٢٠٢٢ للموسم الجاف والرطب. وحسب جدول (٣) لعام ١٩٨٠ وجدول (٤) لعام ٢٠٢٢.

١− مناطق الغطاء المائي: تتباين مساحة مناطق الغطاءات المائية. وبلغت مساحة المسطحات المائية في الموسم الرطب لعام ١٩٨٠(٢١٠٢١كم٢)، بنسبة (٤,٨٣٢%) اما لنفس السنة للموسم الجاف بلغت مساحته المؤشر (٦٢١٠كم٢) وبنسبة بلغت (١,٤٢٧%) اما مساحته المؤشر لعام ٢٠٢٢ بلغت خلال الموسم الرطب (٦٣٢١كم٢) وبنسبة بلغت (١,٤٥٣%) اما الموسم الجاف لنفس السنة بلغت (٧٣٤٥كم٢) وبنسبة بلغت (١,٦٨٨%) من تحليل المدتين لنفس المؤشر نلاحظ تباين في مساحة ونسبة المدتين نتيجة التغيرات المناخية وتأثيرها على الموارد المائية وبدورها انعكست على مساحة الغطاء الهيدرولوجي في العراق.

٢- **مناطق كثيفة الغطاء النباتي:** تباينت مساحة توزيع كثافة الغطاء النباتي بين المدتين وكذلك بين كل موسم من خلال حساب مساحة هذا المؤشر بطرق خرائطية واستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية. خلال المدة لعام ١٩٨٠ للموسم الرطب سجلت مساحة (١٤٢٠٠١كم٢) وبنسبة بلغت (٣٢,٦٤٠%) اما الموسم الجاف لنفس المدة سجلت مساحة (١١٣٢٤١كم٢) وبنسبة (٢٦,٠٢٩%). اما لعام ٢٠٢٢ سجلت تباين بالمساحة بين الموسمين خلال الموسم الرطب سجلت مساحة بلغت (١٧٤١٣١كم٢) وبنسبة بلغت (٤٠,٠٢٥%) والموسم الجاف لنفس السنة سجلت (١٠٢١٢٢كم٢) وبنسبة بلغت (٢٣,٤٧٤%) نلاحظ انخفاض نسبة الأراضي من الغطاء النباتي الكثيف خلال عام ٢٠٢٢ عن عام ١٩٨٠ وهذا نتيجة التغيرات المناخية.

٣- **مناطق شبة جرداء من الغطاء النباتي:** تتباين مساحة المناطق شبة الجرداء من الغطاء النباتي بين المدتين وكذلك بين كل موسم وهذا نتيجة التغيرات البيئية. خلال عام ١٩٨٠ سجلت خلال الموسم الرطب مساحة بلغت (١٧٠٠٢٠كم٢) وبنسبة (٣٩,٠٨٠%) اما الموسم الجاف سجلت مساحة (١٩٨٥٦٠كم٢) وبنسبة بلغت (٤٥,٦٤١%)

اما خلال عام ٢٠٢٢ سجلت مساحة بلغت خلال الموسم الرطب (١٥٧٥٤٠كم٢) وبنسبة بلغت (٣٦,٢١٢%) اما الموسم الجاف سجلت مساحة بلغت (١٤٩٠٢١كم٢) وبنسبة بلغت (٣٤,٢٥٤%) نلاحظ تباين كبير في نسبة المساحات بين المدتين وكذلك بين الموسمين.

جدول (٣) مؤشر الغطاء النباتي NDVI للموسم الرطب والجاف لعام ١٩٨٠

ت	مؤشر الغطاء النباتي للموسم الرطب ١٩٨٠	المساحة كم٢	النسبة المئوية	مؤشر الغطاء النباتي للموسم الجاف ١٩٨٠	المساحة كم٢	النسبة المئوية
1	مناطق الغطاء المائي	21021	4.832	مناطق الغطاء المائي	6210	1.427
2	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	142001	32.640	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	113241	26.029
3	مناطق شبة جرداء من الغطاء النباتي	170020	39.080	مناطق شبة جرداء من الغطاء النباتي	198560	45.641
4	مناطق متوسطة الغطاء النباتي	102010	23.448	مناطق متوسطة الغطاء النباتي	117041	26.903
5	المجموع	435052	100	المجموع	435052	100

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (٦) (٧)

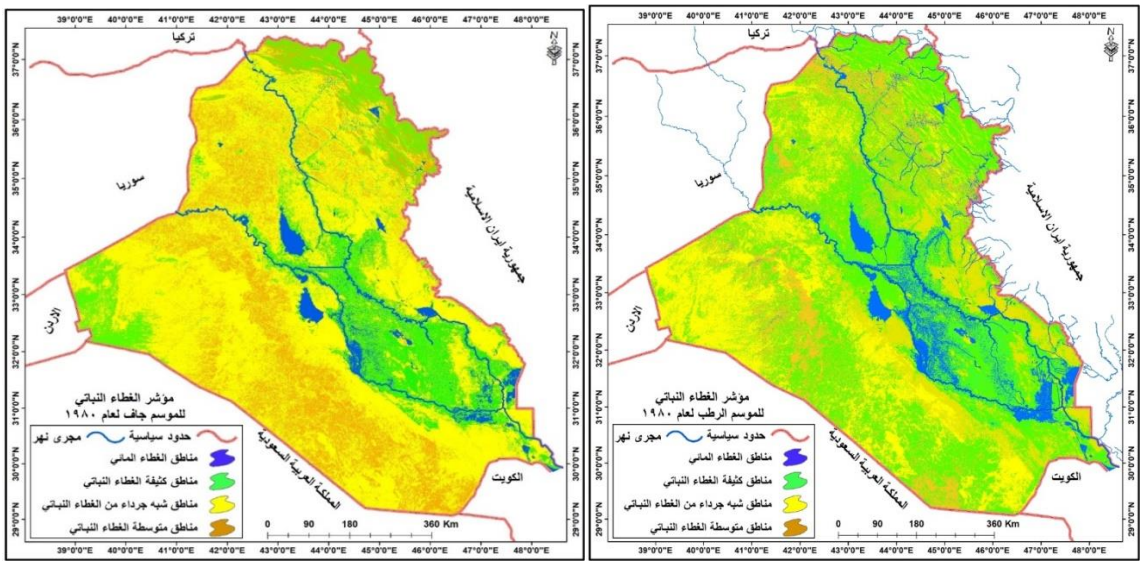
٤ - **مناطق كثيفة الغطاء النباتي:** تتباين مساحة المناطق المتوسطة الغطاء النباتي بين المدتين وبين الفصل الرطب والفصل الجاف. خلال الفصل الرطب لعام ١٩٨٠ سجلت مساحة المؤشر (١٠٢٠١٠كم٢) وبنسبة (٢٣,٤٤٨%) اما الموسم الجاف سجلت مساحة (١١٧٠٤١كم٢) وبنسبة بلغت (٢٦,٩٠٣%) ينظر شكل (٩٧). اما خلال المدة ٢٠٢٢ سجلت المساحات تباين نتيجة التغيرات المناخية والعوامل الهيدرولوجية. خلال الموسم الرطب سجلت مساحة (٩٧٠٦٠كم٢) وبنسبة (٢٢,٣١٠%) اما الموسم الجاف سجل مساحة (١٧٦٥٦٤كم٢) وبنسبة (٤٠,٥٨٥%) ينظر شكل (٣) مؤشر الغطاء النباتي لعام ٢٠٢٢ للموسمين الرطب والجاف.

جدول (٤) مؤشر الغطاء النباتي NDVI للموسم الرطب والجاف لعام ٢٠٢٢

ت	مؤشر الغطاء النباتي للموسم الرطب ٢٠٢٢	المساحة كم٢	النسبة المئوية	مؤشر الغطاء النباتي للموسم الجاف ٢٠٢٢	المساحة كم٢	النسبة المئوية
1	مناطق الغطاء المائي	6321	1.453	مناطق الغطاء المائي	7345	1.688
2	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	174131	40.025	مناطق كثيفة الغطاء النباتي	102122	23.474
3	مناطق شبة جرداء من الغطاء النباتي	157540	36.212	مناطق شبة جرداء من الغطاء النباتي	149021	34.254
4	مناطق متوسطة الغطاء النباتي	97060	22.310	مناطق متوسطة الغطاء النباتي	176564	40.585
5	المجموع	435052	100	المجموع	435052	100

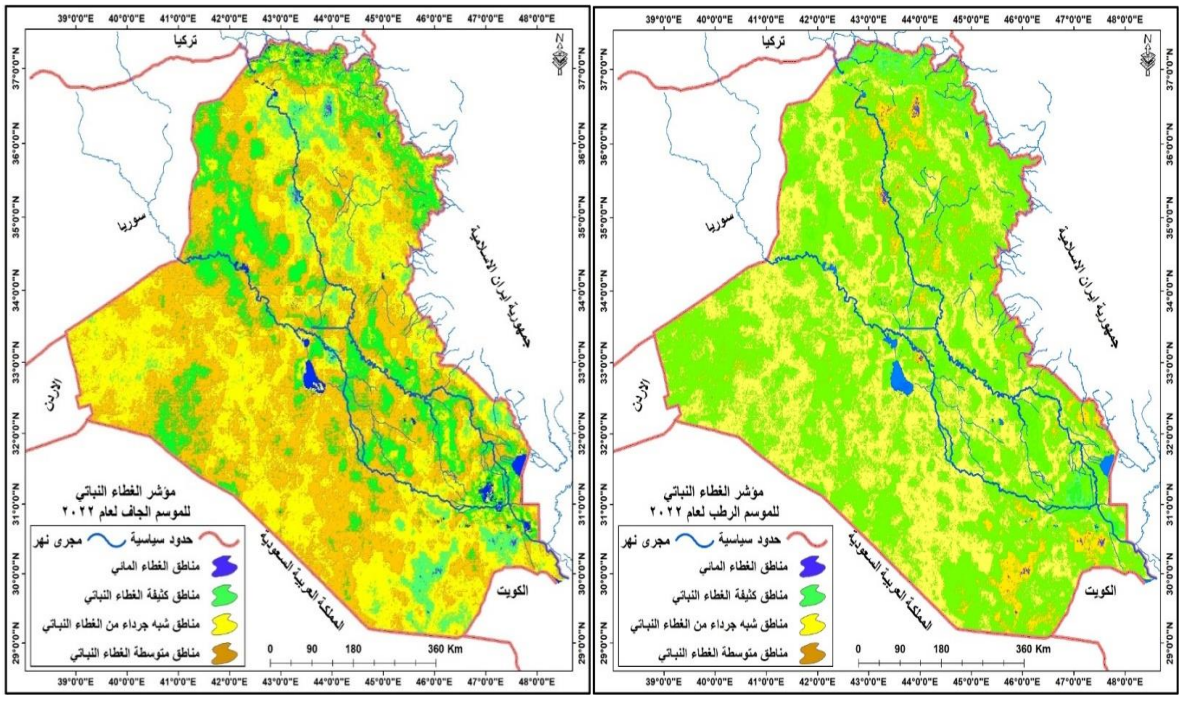
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (٨) (٩)

خريطة (٦) و(٧) تصنيف الغطاء النباتي (NDVI) للعراق للموسم الرطب والجاف لعام ١٩٨٠



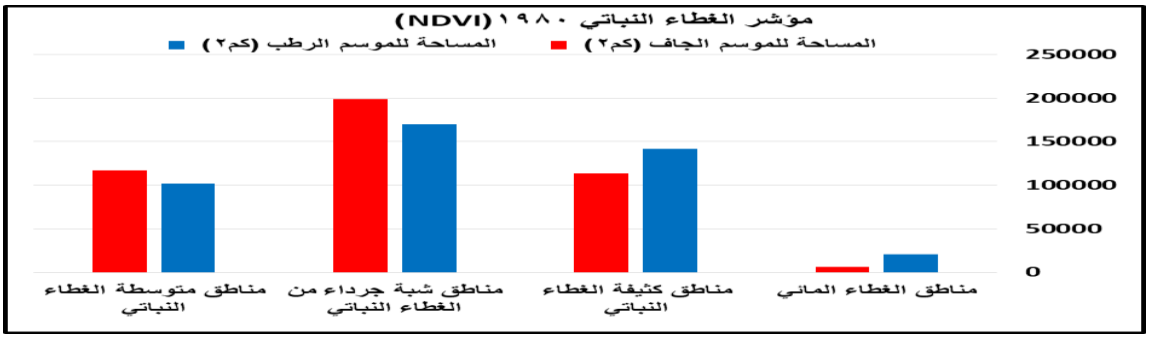
المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيات LandSat8 وبرنامج Arc map10.8

خريطة (٨) (٩) تصنيف الغطاء النباتي (NDVI) للعراق للموسم الرطب والجاف لعام ٢٠٢٢



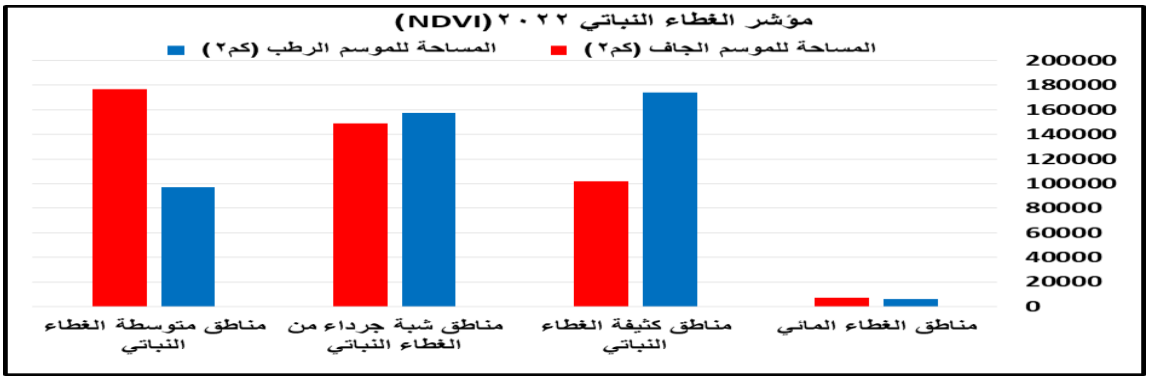
المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيات LandSat8 وبرنامج Arc map10.8

شكل (٣) مؤشر الغطاء النباتي NDVI للموسم الرطب والجاف لعام ١٩٨٠



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٣)

شكل (٤) مؤشر الغطاء النباتي NDVI للموسم الرطب والجاف لعام ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٤)

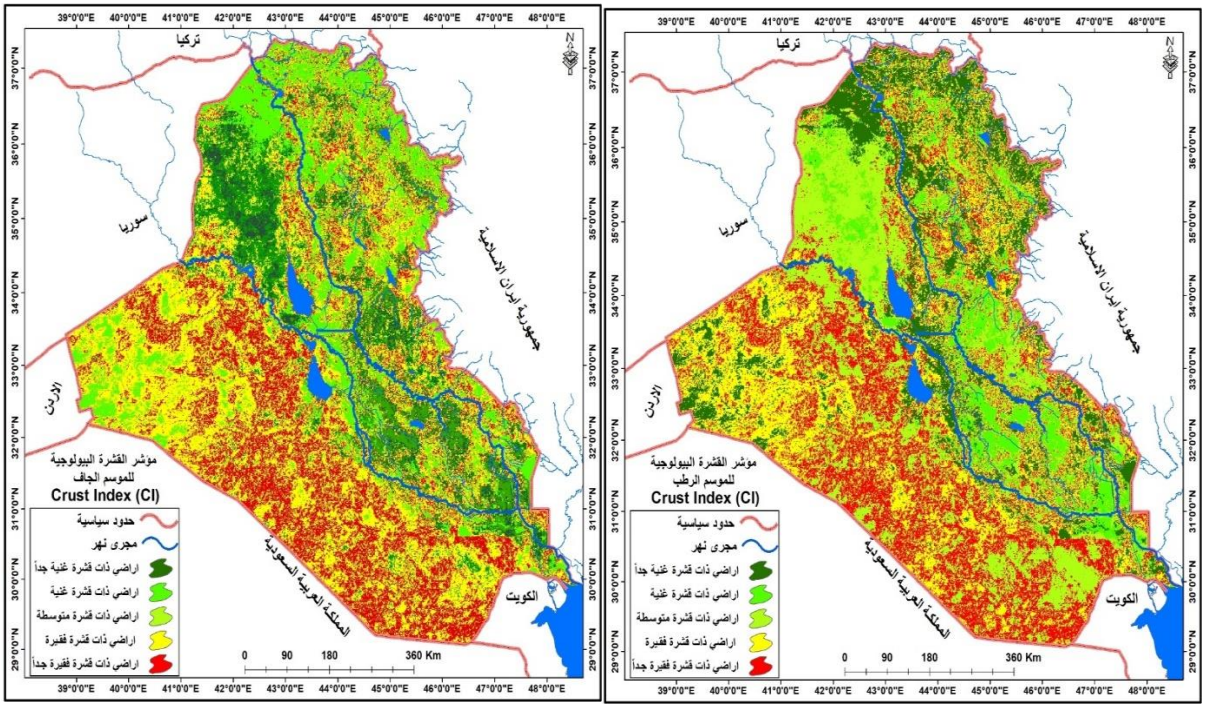
ثالثا: مؤشر القشرة البيولوجية Crust Index (CI): يمتاز مؤشر القشرة البيولوجية في رصد الطبقة الرقيقة من سطح التربة والتي تمتاز بوجود الأشنات والاعشاب والطحالب والبكتيريا والفطريات والمغذيات بالتربة وخاصة الغنية بالمواد الغذائية. وتعد من المكونات الضرورية للنظام الايكولوجي من خلال دورها الرئيسي في استقرار التربة وخصوبتها وانتاجية التربة وعملية تشكيل واستقرار التربة ومقاومتها لعمليات التعرية المائية والتعرية الريحية والتصحر. يعتمد هذا المؤشر على الفرق بين نطاق الاشعة الحمراء (Red) ونطاق الاشعة الزرقاء (Blue) على مجموعهما مطروحاً منه واحد، ويحسب وفق المعادلة الاتية :

$$CI = 1 - \frac{\text{Band Red} - \text{Band Blue}}{\text{Band Red} + \text{Band Blue}}$$

يمتد المؤشر بين (٠-٢) وتتراوح قيمة المؤشر (١-٢) عندما يكون نطاق الاشعة الزرقاء اعلى من نطاق الاشعة الحمراء، بعد استخراج مؤشر القشرة البيولوجية للمنطقة تبين ان هناك تباين من منطقة الى اخرى ولذلك تم تصنيفها الى خمسة اصناف (Jones.2003.11).

١- **أراضي ذات قشرة غنية جدا:** تتباين المساحات لمؤشر القشرة البيولوجية للتربة وهو مدى توفر المغذيات للتربة من العناصر الغذائية والتي تعتبر مصدر الغذاء للنبات وترتبط القشرة البيولوجية بمدى رطوبة التربة إذا الدورة الهيدرولوجية لها علاقة كبيرة بالمؤشر البيولوجية للتربة لذلك تم تصنيف مساحة العراق الى خمسة مؤشرات بحسب الانعكاس الطيفي للمرئيات الفضائية والمعتمدة من قبل منظمة الغذاء العالمية في تصنيف العالم ومنها العراق (الحربو،١٠٣،٢٠١٨). وقد بلغت مساحة مؤشر الأراضي ذات القشرة الغنية جدا للموسم الرطب (٥١٤٣٢كم٢) وبنسبة بلغت (١١,٨٢٢%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (١١٣٥١كم٢) وبنسبة (٢,٦٠٩%) نلاحظ اختلاف المساحة بين الموسمين.

خريطة (١٠) (١١) مؤشر القشرة البيولوجية Crust Index (CI) للموسم الرطب والجاف للعراق



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيات LandSat8 وبرنامج Arc map10.8

٢- **أراضي ذات قشرة غنية:** تباينت المساحات ذات القشرة الغنية للتربة بين الموسم الرطب والجاف. حيث سجلت مساحة للموسم الرطب (١١٣٠٣٢كم٢) وبنسبة بلغت (٢٥,٩٨١%) اما الموسم الجاف بلغت مساحة المؤشر (١١٧٦٢كم٢) وبنسبة بلغت (٢,٧٠٤%) نلاحظ تباين كبير في مساحة المؤشر نتيجة التغيرات المناخية وقلة الموارد المائية خلال الموسم الجاف مما ينعكس على خصائص التربة.

٣- **أراضي ذات قشرة متوسطة:** تباينت مساحة الأراضي ذات القشرة المتوسطة الغنية بالعناصر المغذية للتربة والنبات بين الموسم الرطب والموسم الجاف. خلال الموسم الرطب سجلت مساحة بلغت (٢١٧٦٣كم٢) وبنسبة بلغت (٥,٠٠٢%) اما الموسم الجاف بلغت (١٠٧٦٢كم٢) وبنسبة بلغت (٢,٤٧٤%) نلاحظ اقل المؤشرات سجلت تغير بالمساحة ونسبة التغير بين الموسمين لصغر المساحة لهذا المؤشر. ينظر جدول (٥) وشكل (٥) وخريطة (١٠) (١١).

٤- **أراضي ذات قشرة فقيرة:** تتباين مساحة المؤشر بين الموسمين الجاف والرطب بسبب التغيرات الطبيعية إضافة الى طبيعة اقسام السطح ودرجة الانحدار واختلاف تصاريف نهري دجلة والفرات انعكس على مساحة كل مؤشر من المؤشرات سجل مساحة للموسم الرطب (١٧٦١٢كم٢) وبنسبة بلغت (٤,٠٤٨%). اما الموسم الجاف بلغت المساحة (١٠١٠٢١كم٢) وبنسبة بلغت (٢٣,٢٢٠%) نلاحظ اختلاف كبير في مساحة الاراض بين الموسم الرطب والجاف فقد سجلت مساحات عالية خلال الموسم الجاف نتيجة التغيرات المناخية والعامل الهيدرولوجي كان الأثر الأكبر في تباين المساحة بين الموسم الرطب والموسم الجاف.

٥- **أراضي ذات قشرة فقيرة جدا:** يشكل هذا المؤشر أكثر المؤشرات مساحة من مساحة المؤشر الخاص بالتنوع البيولوجي للتربة حيث سجلت المساحة خلال الموسم الرطب (٢٣١٢١٣كم٢) وبنسبة بلغت (٥٣,١٤٦%) وهي اعلى مساحة من المؤشرات. اما الموسم الجاف سجلت مساحة بلغت (٣٠٠١٥٦كم٢) وبنسبة بلغت (٦٨,٩٩٣%) وهي اعلى مساحة ونسبة من مساحة المؤشرات لمساحة العراق مما يدل على ان أراضي العراق تعرضت الى تغير كبير إداي الى ان أراضي العراق

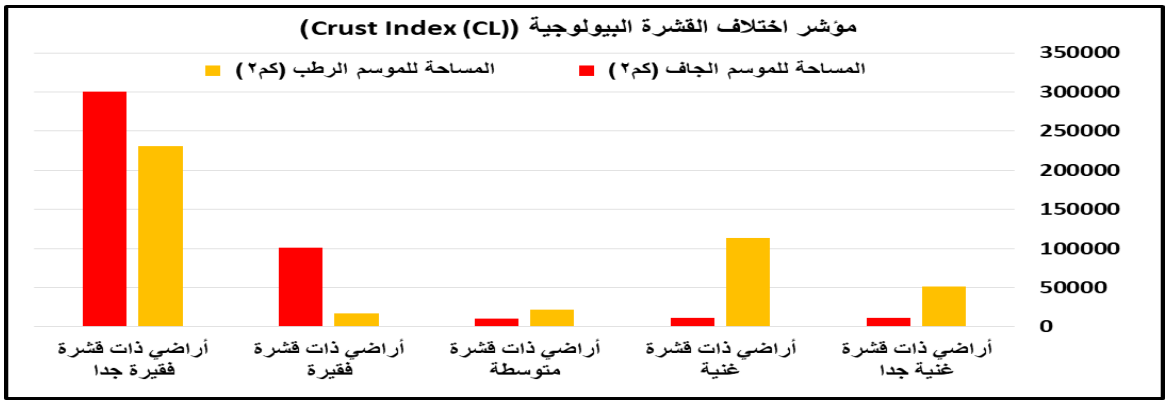
فقير من الناحية البيولوجية وهذا انعكس على الغطاء النباتي والإنتاج الزراعي نتيجة التلوث وقلة مصادر المياه والعوامل البشرية أيضا لها تأثير على المؤشر.

جدول (٥) مؤشر القشرة البيولوجية Crust Index (CI) للموسم الرطب والجاف للعراق

ت	مؤشر القشرة البيلوجية للموسم الرطب	المساحة كم٢	النسبة المئوية	مؤشر القشرة البيولوجية للموسم الرطب	المساحة كم٢	النسبة المئوية
1	أراضي ذات قشرة غنية جدا	51432	11.822	أراضي ذات قشرة غنية جدا	11351	2.609
2	أراضي ذات قشرة غنية	113032	25.981	أراضي ذات قشرة غنية	11762	2.704
3	أراضي ذات قشرة متوسطة	21763	5.002	أراضي ذات قشرة متوسطة	10762	2.474
4	أراضي ذات قشرة فقيرة	17612	4.048	أراضي ذات قشرة فقيرة	101021	23.220
5	أراضي ذات قشرة فقيرة جدا	231213	53.146	أراضي ذات قشرة فقيرة جدا	300156	68.993
6	المجموع	435052	100	المجموع	435052	100

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (١٠) (١١)

شكل (٥) مؤشر القشرة البيولوجية Crust Index (CI) للموسم الرطب والجاف للعراق



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٥)

رابعا: مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI):

وهو أحد المؤشرات الطيفية لحساب حجوم دقائق التربة السطحية أي ما تمثله نسجه التربة ومكوناتها ، اذ توجد علاقة ارتباط طردية مع محتوى الرمل الناعم والعلاقات الهيدرولوجية خاصة عمليات الارتشاح والحفاظ على جودة التربة والغطاء النباتي وبالتالي الانعكاس على حجوم التربة ونسجتها المكانية ، نلاحظ علاقة ارتباط عكسية مع نسجه التربة وحجوم دقائق الطين والغرين والرمل للطبقة السطحية في المناطق الجافة للأراضي ذات الغطاء النباتي المنخفض، يدل هذا المؤشر الفعال للكشف عن درجات التصحر، وان زيادة قيم هذا المؤشر تدل قوام سطح خشن اذ تشير القيم المرتفعة الى ان التربة خشنة النسجة ولا تتأثر بالتصحر. ويستخرج وفق المعادلة الاتية (اطخيخ،٦٠،٢٠٢٠):

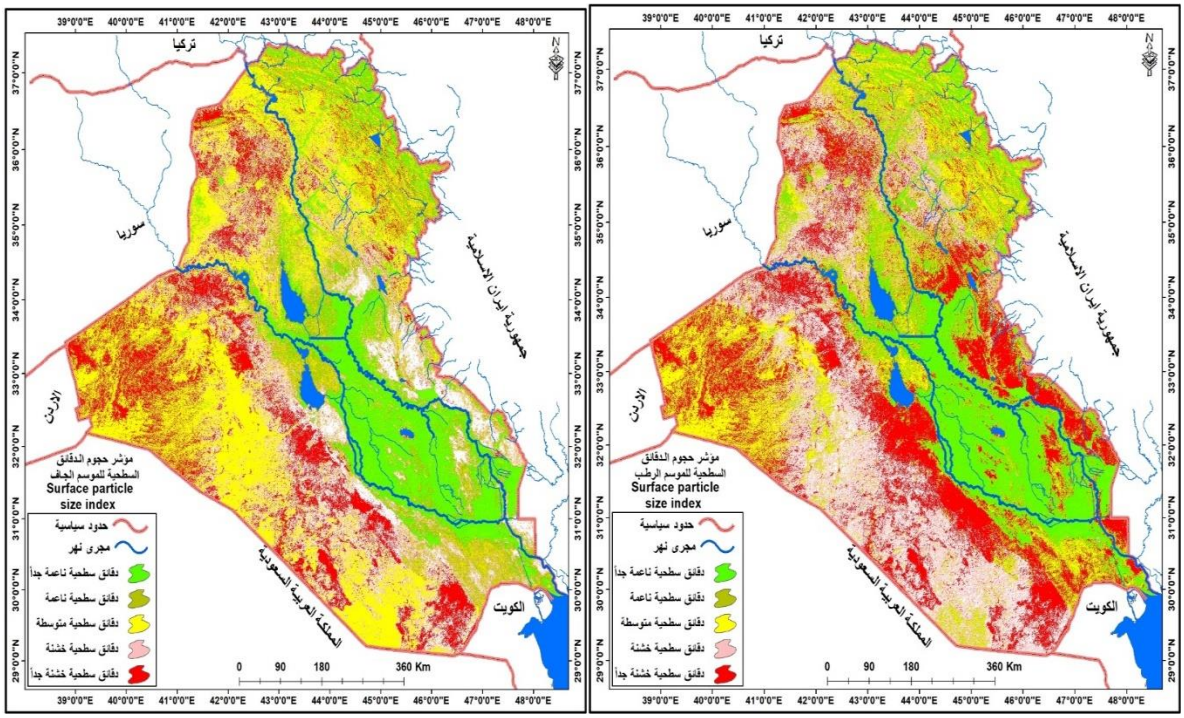
$$GSI = \frac{(Band.Red - Band.Blue)}{(Band.Red + Band.Blue + Band.Green)}$$

بعد اشتقاق مؤشر حجوم الدقائق السطحية وفق المعادلة، وباستعمال مرئية (Lands 8) لسنة ٢٠٢٢ تم تصنيف المؤشر الى خمسة فئات تتدرج بحجم التربة واختلافها بين الفصل الرطب والفصل الجاف نتيجة التغيرات الهيدرولوجية ومن اهم هذه المؤشرات. ينظر خريطة (١٢) للموسم الرطب وخريطة (١٣) للموسم الجاف

١- **دقائق سطحية ناعمة جداً:** يمثل هذا الصنف الترب الناعمة جداً ذات النسجة الطينية حيث تباينت المساحات بين الفصل الرطب والجاف حيث سجلت مساحة تبلغ (١٠٣٣٥١كم٢) وبنسبة بلغت (١٩,٣١٦%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٨٧٦٤٢كم٢) وبنسبة بلغت (١٦,٣٨٠) نلاحظ سجلت مساحة أكبر خلال الموسم الرطب بسبب عمليات النقل والترسيب بواسطة العوامل الهيدرولوجية.

٢- **دقائق سطحية ناعمة:** ويشمل هذا الصنف الترب الناعمة النسجة وهي الترب المزيجية الغرينية. حيث بلغت مساحة هذا الصنف خلال الموسم الرطب مساحة (٨٧٣٢٠كم٢) وبنسبة بلغت (١٦,٣٢٠%) اما خلال الموسم الجاف بلغت المساحة (٩٩٨٧٢كم٢) وبنسبة بلغت (١٨,٦٦٦%) نلاحظ تقارب في قيم المساحة بين الموسمين كونه مناطق رطبة وتضم ترب مزيجية.

خريطة (١٢) (١٣) مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) للموسم الرطب والجاف



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيات LandSat8 وبرنامج Arc map10.8

٣- **دقائق سطحية متوسطة:** يشمل هذا الصنف الترب المتوسطة النسجة اي الترب المزيجية الرملية والغرينية. تباينت مساحة بين الموسم الرطب والموسم الجاف خلال الموسم رطب بلغت المساحة (٦٨٧٦٢كم٢) وبنسبة بلغت (١٢,٨٥١%). اما خلال الموسم الجاف سجلت مساحة بلغت (٢٠٠١٨٣كم٢) وبنسبة بلغت (٣٧,٤١٤%) إذا نلاحظ زيادة مساحة التربة خلال الموسم الجاف نتيجة التغيرات الهيدرولوجية للعراق.

٤- **دقائق سطحية خشنة:** يمثل هذا الصنف الترب الخشنة النسجة وهي تمتد على مساحات واسعة من العراق. تتباين المساحة بين الموسم الرطب والموسم الجاف بلغت المساحة خلال الموسم الرطب (٧٢٥٣٤كم٢) وبنسبة بلغت (١٣,٥٥٦%). اما المساحة خلال الموسم الجاف بلغت (٦٩٦٢٣كم٢) وبنسبة بلغت (١٣,٠١٢%) نلاحظ تباين قليل في مساحة المؤشر بين الفصلين وهي تمتد على مساحة متنوعة من العراق.

٥- **دقائق سطحية خشنة جداً:** يمثل هذا الفئة الترب الخشنة النسجة، تبلغ مساحة المؤشر للموسم الرطب (٢٠٣٠٨٥كم٢) وبنسبة تبلغ (٣٧,٩٥٦%). اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٧٧٧٣٢كم٢) وبنسبة بلغت (١٤,٥٢٨%) نلاحظ مناطق الترب الخشنة تحتل مساحة كبيرة من العراق وتمتد على جميع أجزاء العراق وتتباين بين

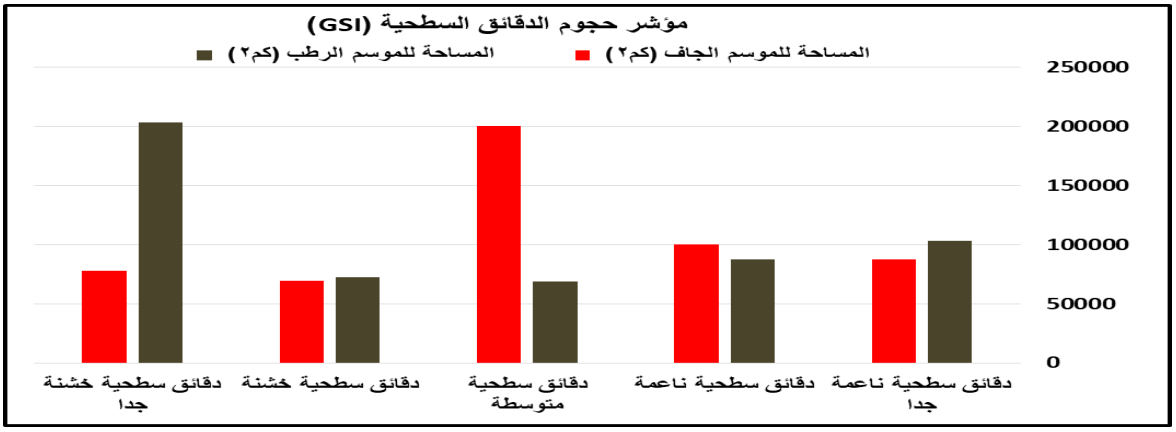
الموسم الرطب والجاف حيث سجلت خلال الموسم مساحة أكبر بسبب العوامل الهيدرولوجية للمياه بنقل الرواسب الناعمة وظهور الترسبات الخشنة ينظر وجدول (٦) وشكل (٦).

جدول (٦) مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) للموسم الرطب والجاف

ت	مؤشر حجوم الدقائق السطحية للموسم الرطب	المساحة كم٢	النسبة المئوية	مؤشر حجوم الدقائق السطحية للموسم الجاف	المساحة كم٢	النسبة المئوية
1	دقائق سطحية ناعمة جدا	103351	23.756	دقائق سطحية ناعمة جدا	87642	20.145
2	دقائق سطحية ناعمة	87320	20.071	دقائق سطحية ناعمة	99872	22.956
3	دقائق سطحية متوسطة	68762	15.805	دقائق سطحية متوسطة	100183	23.028
4	دقائق سطحية خشنة	72534	16.672	دقائق سطحية خشنة	69623	16.003
5	دقائق سطحية خشنة جدا	103085	23.695	دقائق سطحية خشنة جدا	77732	17.867
6	المجموع	435052	100	المجموع	435052	100

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (١٢) (١٣)

شكل (٦) مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) للموسم الرطب والجاف



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٦)

خامسا: مؤشر تدهور الاراضي Land degradation Index (LDI):

يعرف تدهور الأراضي حسب اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر UNCCD على انه تقليل او فقدان الاراض قدرتها على الإنتاجية البيولوجية والاقتصادية وهي ظاهرة عالمية ولها تأثير محلي وعالمي. وينجم عن تدهور الأراضي ناجم عن الأنشطة البشرية ويتفاقم أيضا بسبب العمليات الطبيعية (Ronayne.2005.19). من أهمها

١- التغيرات المناخية سيما انزياح الفصول والمواسم المطرية وظهور الظواهر المتطرفة مثل موجات الحر والهطولات المطرية الشديدة او الاحتباس الهطولات لفترات طويلة

٢- زيادة ظاهر الجفاف التي تقلل من رطوبة التربة وتؤثر على الغطاء النباتي وبالتالي تقل إنتاجية الأراضي والضرر بالأنظمة البيئية

٣- انجراف التربة المائي والريحي

٤- الإدارة الغير جيدة واستنزاف الموارد الطبيعية مثل استنزاف المياه الجوفية وتخريب الأنظمة البيئية والعمليات الزراعية الغير جيدة وتراجع خصوبة التربة (الكتيف،٤٢،٢٠١٩).

وتم تحديد عدة مؤشرات لتدهور الأراضي بالعراق وقد حددت اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر ثلاثة مؤشرات فرعية وأساسية وممكن إضافة عليها بعض المؤشرات بحسب طبيعة كل دولة ومن أهم هذه المؤشرات:

١- التغيرات في الغطاء الأراضي (استعمالات الأرض) والذي يعبر عن تغير الأنظمة البيئية ومنها

٢- تغير إنتاجية الاراض Net Primary Productivity والتغيرات الناتجة عنها خلال مدة الدراسة Land Productivity Dynamic والتي تعبر عن إنتاجية النظام البيئي مثل (زراعي غابات ومراعي)

٣- الكاربون العضوي المخزن في التربة Organic Carbon Stock ان الكاربون الموجود بالتربة هو أحد مؤشرات خصوبة التربة لتقليل انبعاثه الى الغلاف الجوي ويقاس عند عمق (٠-٣٠سم) Soil organic Carbon Stock حيث تشير زيادة الكاربون بالتربة الى زيادة خصوبتها الإنتاجية والتي تمثل نطاق امتصاص الكلوروفيل، وعلى نطاق (Blue) التي تمثل الطول الموجي الاخضر. ويحسب وفق المعادلة الاتية (التغلبي ،٢٠١٨،٤٧):

$$LDI = (1/ (255 (B_2 + B^3)) / (255+ (B_2+ B3))$$

بعد اشتقاق مؤشر تدهور التربة للعراق تبين ان هناك تباين في تدهور التربة من منطقة الى اخرى وعلى ضوء ذلك تم تصنيفها الى خمسة فئات، ينظر خريطة (١٤) للموسم الرطب وخريطة (١٥) للموسم الجاف وهي:

١- اراضي خالية من التدهور:

تمثل هذه الفئة الاراضي الخالية من التدهور والتي تتميز بالإنتاج الزراعي العالي والترب العالية الإنتاج. ولكنها تختلف بين الموسم الرطب والجاف. بلغت مساحتها خلال الموسم الرطب (١٢٣٤١٢كم٢) وبنسبة بلغت (٢٣,٠٦٥%). اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٧٨٥٣٠كم٢) وبنسبة بلغت (١٤,٦٧٧%) وتتباين المساحة بين الفصلين خلال الموسم الرطب سجلت أكبر مساحة بسبب وفرة الخصائص الهيدرولوجية ووفرة التساقط المطري والأرض الرطبة.

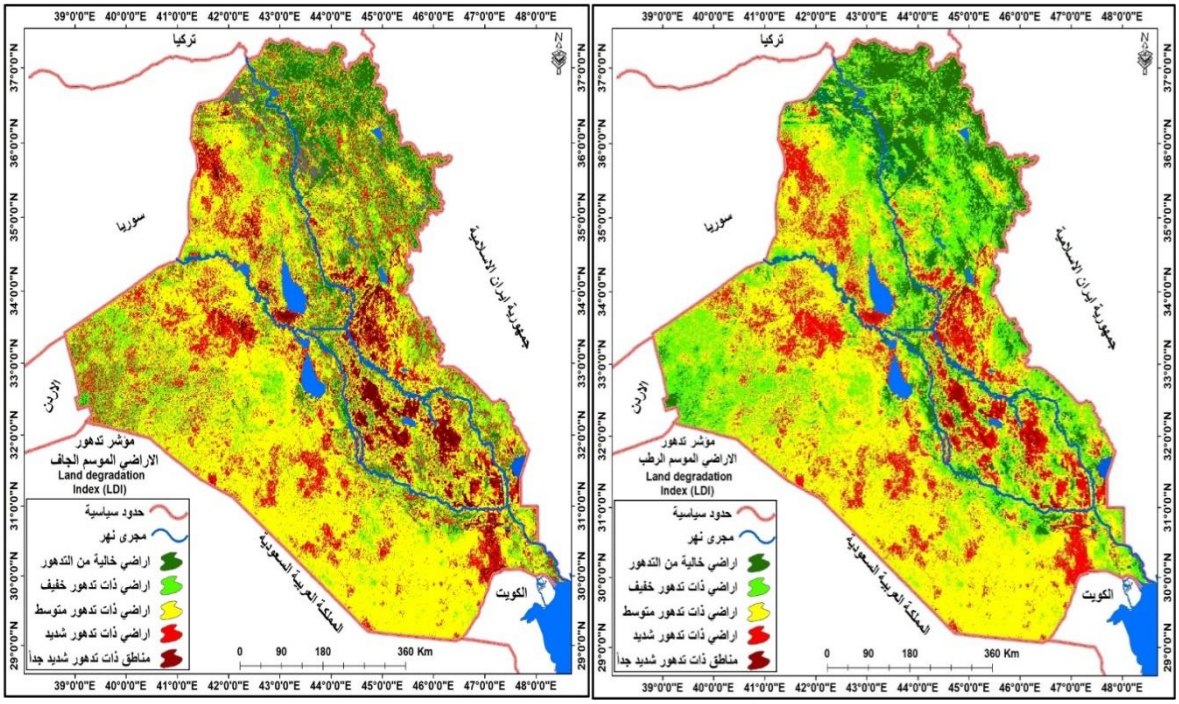
٢ - اراضي ذات تدهور خفيف:

تتباين المساحة بين الفصل الرطب والفصل الجاف الى الأراضي ذات التدهور الخفيف ، بلغت مساحة الأراضي خلال الموسم الرطب (٩٨٧٥٠كم٢) وبنسبة بلغت (١٨,٤٥٦%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٤٥٣٢٠كم٢) وبنسبة بلغت (٨,٤٧٠%) نلاحظ من تباين المساحات حيث سجلت انخفاض بالموسم الجاف نتيجة تحول الأراضي الى أراضي ذات تدهور متوسط نتيجة التغير الهيدرولوجي من خلال انخفاض تصاريف نهري دجلة والفرات وانعدام التساقط المطري. ينظر جدول (٧) وشكل (٧).

٤- اراضي ذات تدهور متوسط:

تتباين المساحات لهذه الفئة من الفئات حيث سجلت تباين بين الموسم الرطب والموسم الجاف. حيث سجلت خلال الموسم الرطب مساحة (٢٣١٧٦٠كم٢) وبنسبة بلغت (٤٣,٣١٥%). اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٣٠٤٠٢٠كم٢) وبنسبة بلغت (٥٦,٨٢١%) وهي اعلى مساحة من مساحات الفئات لمساحة العراق حيث سجلت اعلى مساحة تعرضت الى التدهور المتوسط خاصة خلال الموسم الجاف هذا التدهور جاء على حساب المساحات الأخرى من الفئات وخاصة الفئة الأولى والثانية.

خريطة (١٤) (١٥) مؤشر تدهور الأراضي (LDI) للموسم الرطب والجاف للعراق



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيات LandSat8 وبرنامج Arc map10.8

جدول (٧) مؤشر تدهور الأراضي (LDI) للموسم الرطب والجاف للعراق

ت	مؤشر تدهور الاراضي للموسم الرطب	المساحة كم٢	النسبة المئوية	مؤشر تدهور الاراضي للموسم الجاف	المساحة كم٢	النسبة المئوية
1	أراضي خالية من التدهور	123412	28.367	أراضي خالية من التدهور	78530	18.051
2	أراضي ذات تدهور خفيف	98750	22.698	أراضي ذات تدهور خفيف	45320	10.417
3	أراضي ذات تدهور متوسط	131760	30.286	أراضي ذات تدهور متوسط	204020	46.896
4	أراضي ذات تدهور شديد	72340	16.628	أراضي ذات تدهور شديد	97420	22.393
5	أراضي ذات تدهور شديد جدا	8790	2.020	أراضي ذات تدهور شديد جدا	9762	2.244
6	المجموع	435052	100	المجموع	435052	100

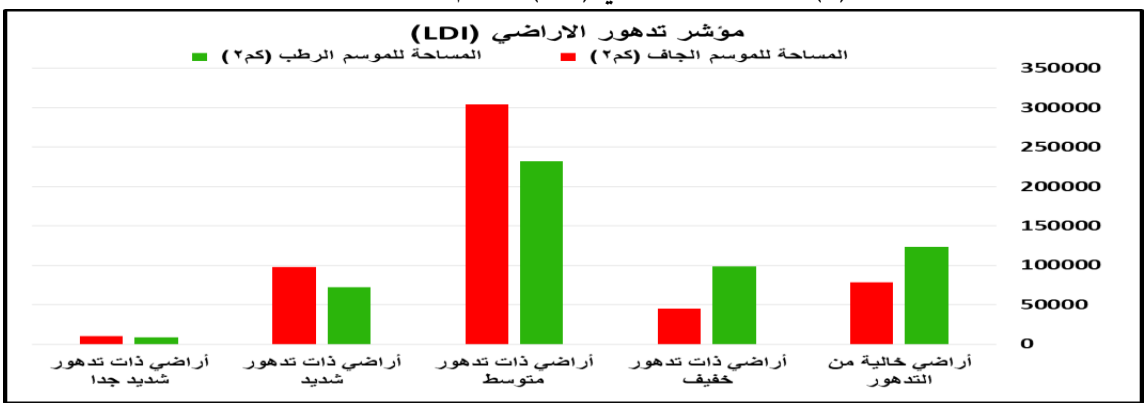
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (١٤) (١٥)

٤- **اراضي ذات تدهور شديد:** يعد هذا الفئة او المؤشر من الاراضي ذات التدهور الشديد والتي تعاني قلة الغطاء النباتي وجفاف التربة وزيادة الأراضي الصحراوية خاصة الأراضي الغدقة المالحة. وسجلت تباين بين الموسم الرطب والجاف حيث بلغت مساحة الأراضي خلال الموسم الرطب (٧٢٣٤٠كم٢) وبنسبة بلغت (١٣,٥٢٠%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٩٧٤٢٠كم٢) وبنسبة بلغت (١٨,٢٠٨%)

٥- **مناطق ذات تدهور شديد جداً:** يمثل هذا الصنف الاراضي التي تتعرض الى تدهور شديد جداً وهي خالية من الغطاء النباتي وسيادة التعرية والجفاف الهيدرولوجي (العزاوي ،٢٠٢٢،٤٥). وتتباين مساحة هذا المؤشر من الفئات لأنه يمثل أكثر الأراضي تدهورا ويحتاج الى جهود مؤسسات ودوائر للحد من ظاهر التدهور للتربة والتدهور البيئي والبيولوجي والتنوع

الاحيائي. وتتباين المساحات بين الموسم الرطب والجاف حيث بلغت خلال الموسم الرطب (٨٧٩٠كم٢) وبنسبة بلغت (١,٦٤٣%) اما المساحة خلال الموسم الجاف بلغت (٩٧٦٢كم٢) وبنسبة بلغت (١,٨٢٤%) وهي تمثل اقل المساحات من الفئات لمساحة العراق الكلية. ينظر شكل (٧).

شكل (٧) مؤشر تدهور الأراضي (LDI) للموسم الرطب والجاف للعراق



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٧)

تاسعا: نظام تصنيف الغطاء الأراضي (Land Use):

يمثل اشتقاق خرائط استخدام الاراض والكشف عن تدهور الغطاء النباتي والحفاظ على التربة لذلك عند انتاج خرائط استخدام الاراض نحتاج الى المعلومات المكانية عن الموقع ولتحديد استخدام الاراض او تصنيفها نحتاج الى عاملين هما:

١- **دراسة نوع الغطاء النباتي** (أراضي زراعية، أراضي عشبية، غابات، أراضي رطبة، أراضي جرداء، مناطق حضرية)

٢- **نوع استخدام الاراض:** تتمثل أراضي مستخدمة أراضي محمية أراضي حضرية الأراضي المروية خليط من الأراضي الزراعية والمراعي وتكون على عدة فئات أراضي (أراضي خالية، أراضي كثافة منخفضة، أراضي كثافة متوسطة، أراضي كثافة عالية).

تم الاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Sentinel-2 Land Cover Explorer) لتصنيف الغطاء الأراضي واستخدامات الاراض في العراق لعام ٢٠١٧ ينظر خريطة (٦٥) (٦٦) تصنيف الغطاء الأراضي للعراق. تم تصنيف الغطاء الأراضي للعراق الى تسعة فئات بحسب تصنيف المرئية الفضائية للقمر (Sentinel-2) لعام ٢٠٢٢ للموسم الرطب والجاف وحساب التغير بالمساحات بين الموسمين ومن أهم الأصناف هي:

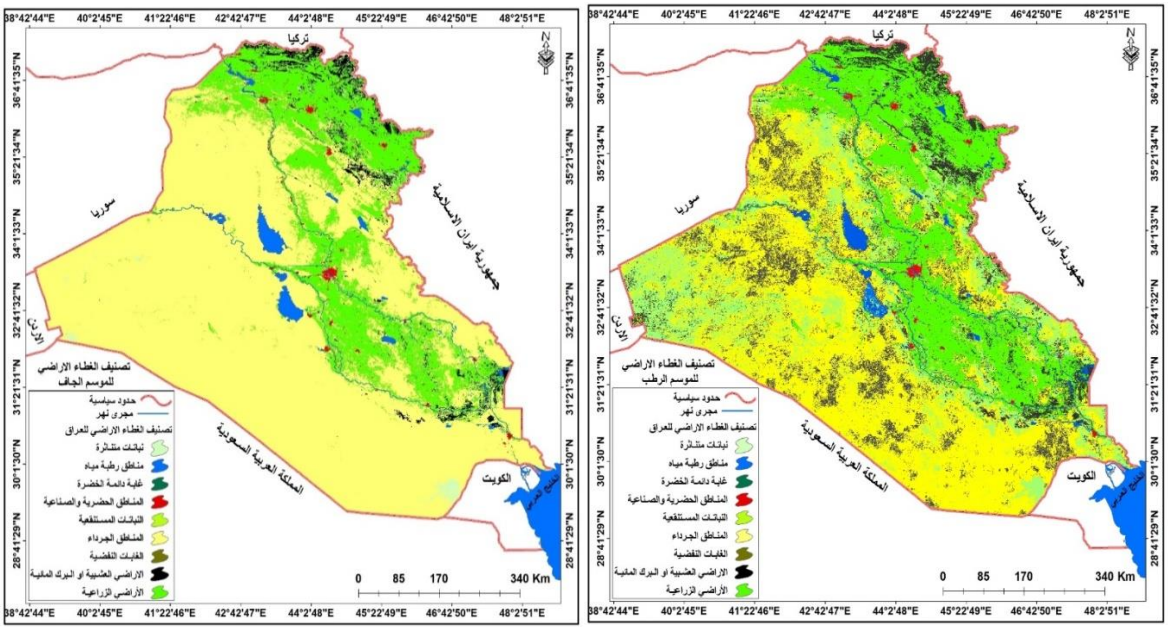
١- **أراضي النباتات المتناثرة:** تتباين المساحات للموسم الرطب والجاف نتيجة التغير في الميزان الهيدرولوجي للعراق. حيث بلغت المساحة للموسم الرطب (٦٥٣٢١كم٢) وبنسبة بلغت (١٥,٠١٥%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٣٧٦٢كم٢) وبنسبة بلغت (٠,٨٦٥%) نلاحظ تباين بالمساحة حيث سجلت الموسم الرطب مساحة أكبر نتيجة وفرة الموارد المائية وكذلك التساقط المطري مما أدى الى زيادة الأراضي الرطبة عما علية في الموسم الجاف.

٢- **الأراضي الرطبة:** تمثل مساحة الأراضي الرطبة مناطق مجاري الأنهار والبحيرات والخزانات إضافة الى مساحة الاهوار حيث تباينت المساحة بين الموسمين حيث بلغت المساحة خلال الموسم الرطب (٧٤٣٢كم٢) وبنسبة بلغت (١,٧٠٨%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٥٠١٢كم٢) وبنسبة بلغت (١,١٥٢%) نلاحظ خلال سنة ٢٠٢٢ لا يوجد اختلاف كبير في مساحة الأراضي الرطبة بالعراق.

٣- **أراضي الغابات دائمة الخضر:** تمثل مساحة الغابات بالعراق مساحات صغيرة جدا وهي نفس المساحة بين الموسم الرطب والجاف حيث بلغت المساحة (٢٦,٦٨كم٢) وبنسبة بلغت (٠,٠٠٦%) اما الموسم الجاف فهي نفس المساحة المسجلة وهذا يدل على ان العراق يعاني من قلة مساحة الغابات نتيجة الإهمال والقطع وعدم الاهتمام بالغابات مما سجلت اقل مساحة من مساحة المناطق الخضراء بالعراق.

٤- **أراضي المناطق الحضرية والصناعية:** تمثل المناطق الحضرية والصناعية المدن والطرق العبدة والبنايات وهي لا تظهر جميعها بالمرئية الفضائية عند تمثيلها خرائطيا خاصة المنازل بالمناطق الريفية بسب الدقة المكانية للمرئيات المعتمدة ومنها مرئية القمر (Sentinel-2) كون الدقة المكانية (١٠م) وهذا يعني عدم ظهور المنازل ذات المساحة التي تقل عن (١٠ م) لذلك صعب التميز بينها من الناحية الطيفية وبلغت مساحة للموسم الرطب والجاف وهي نفسها للموسمين (٢٦٤٦كم٢) وبنسبة (٠,٦٠٨%) هذه المساحة تم حسابها حسب القمر المشار الية بالمرئية الفضائية . ينظر شكل (١٠٢) موقع بيانات القمر (Sentinel-2).

خريطة (١٦) (١٧) تصنيف الغطاء الأراضي للعراق للموسم الرطب والجاف لعام ٢٠٢٢



المصدر: الباحثة بالاعتماد على موقع Sentinel-2 Land Cover Explorer
https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer

٥- **أراضي النباتات المستنقعية:** تتباين مساحة النباتات المستنقعية بحسب زيادة وقلة المساحات الرطبة خاصة مناطق الاهوار والمنخفضات في العراق بلغت مساحتها خلال الموسم الرطب (٦٤٣٠كم٢) وبنسبة بلغت (١,٤٧٨%). اما الموسم الجاف سجلت مساحة اقل بسبب انحسار مساحة الأراضي الرطبة حيث بلغت (٣٤٠,٣٨كم٢) وبنسبة بلغت (٠,٠٧٨%). ينظر جدول (٨).

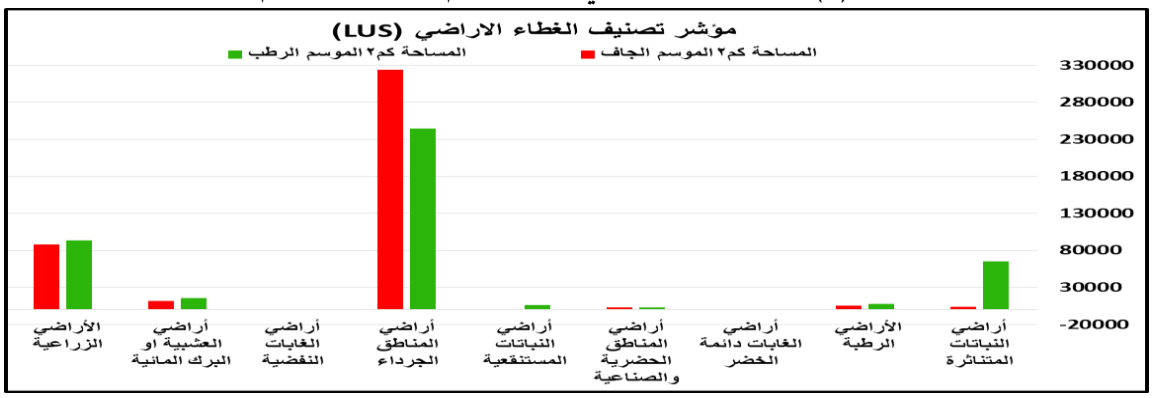
٦- **أراضي المناطق الجرداء:** تتباين مساحة الأراضي الجرداء بالعراق بين الموسم الرطب والموسم الجاف وهي تمثل اعلى مساحة من فئات مؤشرات السطح بالعراق حيث بلغت المساحة في الموسم الرطب (٢٤٤٣١٠كم٢) وبنسبة بلغت (٥٦,١٥٦%) وهي اعلى مساحة سجلت خلال الموسم الرطب من مساحة العراق وبنسبة عالية. اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٣٢٣٩٥٤كم٢) وبنسبة بلغت (٧٤,٤٦٣%) وهي تفوق مساحة جميع الفئات للموسم الجاف مما يدل على ان العراق يعاني من عجز كبير بالموازنة الهيدرولوجية نتيجة انخفاض مناسيب مجرى نهري دجلة والفرات وروافدهما وكذلك انعدام التساقط بأنواعه وارتفاع معدل درجات الحرارة وانعدام الغطاء النباتي. ينظر شكل (٨).

جدول (٨) تصنيف الغطاء الأراضي للعراق للموسم الرطب والجاف لعام ٢٠٢٢

ت	تصنيف الغطاء الأراضي	المساحة كم٢	النسبة المئوية	تصنيف الغطاء الأراضي	المساحة كم٢	النسبة المئوية
1	أراضي النباتات المتناثرة	65321	15.015	أراضي النباتات المتناثرة	3762	0.865
2	الأراضي الرطبة	7432	1.708	الأراضي الرطبة	5012	1.152
3	أراضي الغابات دائمة الخضر	26.68	0.006	أراضي الغابات دائمة الخضر	26.68	0.006
4	أراضي المناطق الحضرية والصناعية	2646	0.608	أراضي المناطق الحضرية والصناعية	2646	0.608
5	أراضي النباتات المستنقعية	6430	1.478	أراضي النباتات المستنقعية	340.38	0.078
6	أراضي المناطق الجرداء	244310	56.156	أراضي المناطق الجرداء	323954	74.463
7	أراضي الغابات النفضية	35.761	0.008	أراضي الغابات النفضية	30.96	0.007
8	أراضي العشبية او البرك المائية	15431	3.547	أراضي العشبية او البرك المائية	11214	2.578
9	الأراضي الزراعية	93420	21.473	الأراضي الزراعية	88066	20.243
10	المجموع	435052	100	المجموع	435052	100

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (١٦) (١٧)

جدول (٨) تصنيف الغطاء الأراضي للعراق للموسم الرطب والجاف لعام ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٨)

٧- **أراضي الغابات النفضية:** تتباين المساحة بين الموسمين حيث بلغت مساحة الغابات النفضية الموسم الرطب (٣٥,٧٦١كم٢) وبنسبة بلغت (٠,٠٠٨%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٣٠,٩٦كم٢) وبنسبة بلغت (٠,٠٠٧%) نلاحظ قلة المساحات للغابات النفضية في العراق بسبب عدم الاهتمام بالغابات وتعرضها الى القطع والحرائق ونلاحظ ان الغابات الدائمة والنفضة تتوزع في المناطق الشمالية من العراق وان وجدت في أماكن أخرى فهي تسجل مساحات صغيرة جدا وهي الغابات الاصطناعية أي من عمل الانسان وهي أيضا تعاني من الإهمال والقطع الجائر.

٨- **أراضي العشبية او البرك المائية:** تمثل الأراضي العشبية او اعشاب البرك المائية في العراق تباين بين الموسمين نتيجة التغيرات المناخية والهيدرولوجية بالعراق. حيث تباينت المساحة بين الموسمين حيث سجلت مساحة في الموسم الرطب بلغت (١٥٤٣١كم٢) وبنسبة بلغت (٣,٥٤٧%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (١١٢١٤كم٢) وبنسبة بلغت (٢,٥٧٨%) وهي تتباين بين الموسم الرطب والجاف.

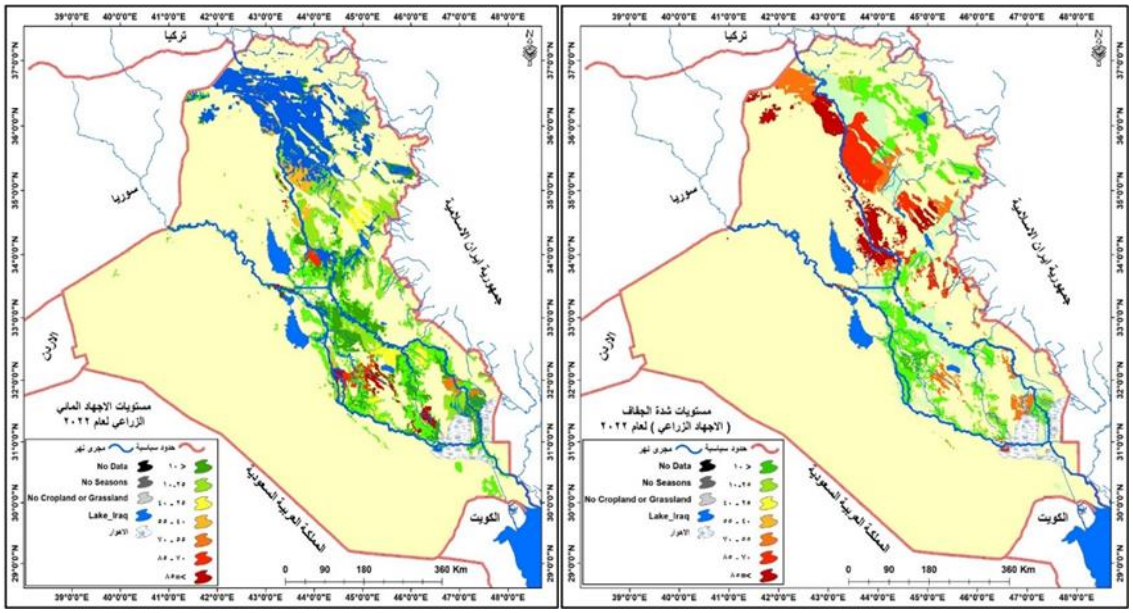
٩- **الأراضي الزراعية:** تتباين مساحة الأراضي الزراعية في العراق بين الموسم الرطب الممطر وبين الموسم الجاف خاصة وان أكبر مساحة من الأراضي الزراعية تزرع خلال الموسم الرطب اما الموسم الجاف تقل المساحة وهي مرتبطة بالموارد المائية وخاصة المياه السطحية والجوفية. حيث بلغت المساحة خلال الموسم الرطب (٩٣٤٢٠كم٢) وبنسبة بلغت (٢١,٤٧٣%) اما الموسم الجاف بلغت المساحة (٨٨٠٦٦كم٢) وبنسبة بلغت (٢٠,٢٤٣%) حيث نلاحظ انخفاض مساحة الأراضي الزراعية خلال الموسم الجاف وبنسبة متأينة قليلة نتيجة الاعتماد على المياه السطحية والجوفية وكون الأراضي الزراعية في المناطق المعتمدة على الامطار تصنف ضمن مناطق الأراضي العشبية كون لا يمكن التميز بينها وبين مناطق المراعي لعدم انتظامها من ناحية التميز والتفسير البصري والالي لتفسير المرئية الفضائية.

عاشر: مؤشر الاجهاد الزراعي الجفاف والمائي (التصحر الهيدرولوجي): مؤشر الإجهاد الزراعي الهيدرولوجي هو مؤشر يعتمد على تحديد موقع الاراضي الزراعية التي تصاب بإجهاد مائي (جفاف). ويعتمد هذا المؤشر على إدماج مؤشر الصحة النباتية والغطاء النباتي وعملية تقييم الجفاف الذي يصيب الزارعة خلال البعد الزمني والبعد المكاني. ينظر خريطة (١٨) (١٩). يعد تقييم الإجهاد المائي مؤشر أداء رئيسي (KPI) يستخدم في التحليل الزراعي لمرئيات الأقمار الصناعية لتقييم مدى توفر المياه وتوزيعها في الأراضي الزراعية للعراق. ويقدم نظرة شاملة لمستويات الإجهاد المائي الذي تعاني منه المحاصيل الزراعية، مما يساعد المزارعين ومديريات الري على اتخاذ قرارات مهمة فيما يتعلق بالري وتخصيص الموارد المائية الى الأراضي الزراعية. وتستخدم المعادلة لحساب الاجهاد المائي للمحاصيل الزراعية ومنها.

الإجهاد المائي (%) = (التبخر الفعلي / الاحتياجات المائية للمحاصيل) × 100

يمثل التبخر الفعلي كمية المياه المفقودة بسبب التبخر من سطح التربة والنتح من النباتات او المحاصيل الزراعية، في حين تشير متطلبات مياه المحصول إلى الطلب على المياه اللازم لنمو المحاصيل الزراعية المعتمدة بالزراعة **(إن قسمة التبخر الفعلي على احتياجات المحاصيل المائية وضربها في ١٠٠ توفر نسبة الإجهاد المائي)**. ومن تحليل خرائط الاجهاد الزراعي والاجهاد المائي نلاحظ تأثر مساحات كبير من الأراضي بالعراق بالجفاف الهيدرولوجي للمحاصيل الزراعية لذلك على الجهات ذات العلاقة اعتماد على زراعية المحاصيل التي لها القدرة على تحمل الجفاف الزراعي ونقص الاجهاد المائي نتيجة قلة واردات نهري دجلة والفرات وقلة التساقط المطري نتيجة التغيرات المناخية العالمية والمحلية لذلك يجب وضع الخطط كون الاجهاد المائي يتدهور خلال السنوات القادمة وهذا مأتم الإشارة الية من منظمة الأغذية العالمية الفاو الى وضع سياسات لمواجه ازمة الجفاف الزراعي او الجفاف الهيدرولوجي للسنوات القادمة للحد من تأثيرات تغير المناخ .ينظر خريطة (١٨) (١٩) مستويات شدة الجفاف والاجهاد الزراعي للعراق .

خريطة (١٨) (١٩) مستويات شدة الجفاف الاجهاد الزراعي للموسم الجاف والاجهاد المائي للموسم الرطب للعراق لعام ٢٠٢٢



المصدر: الباحثة بالاعتماد على موقع https://finmodelslab.com/ar/blogs/kpi-metrics/satellite-imagery-agricultural-analysis-kpi-metrics

الاستنتاجات والتوصيات

١-تم اعتماد نموذج (Marcov) لتصنيف وحساب دليل تصنيف مؤشرات حساب التغيرات الهيدرولوجية والغطاء الأراضي وهو أفضل نموذج للتنبؤ بالتغيرات للغطاء الأراضي.

٢-كشف مؤشر الاختلاف الطبيعي للمياه (NDWI) وتصنيف سطح الأرض للعراق الى أربع فئات وللموسمين الرطب والجاف حيث سجل مؤشر الأراضي الجرداء اعلى نسبة خلال الموسم الجاف بلغ (٤٦%) من مساحة العراق.

٣-كشف مؤشر فرق رطوبة التربة (NDMI) تم تصنيف سطح الأرض الى خمس فئات سجلت اعلى فئة الأراضي الجافة تماما خلال الفصل الجاف واعلى مؤشر سجل تغير هو مؤشر الترب المتوسطة الرطوبة أكثر تغيران بلغ (٣٤%) عن الموسم الرطب والجاف.

٤-تم الكشف عن المؤشرات النباتية (الشذوذ في المؤشر الموحد لتباين الغطاء النباتي ودليل الغطاء النباتي ودليل الصحة النباتية) قياسات بديلة للصحة النباتية النسبية العالمية وللعراق للكشف عن التدهور في الغطاء الأراضي للنبات الطبيعي.

٥-تم حساب شذوذ المؤشر الموحد لتباين الغطاء النباتي في العراق حسب المؤشرات النباتية الشهرية لعام ٢٠٢٢ ولجميع الأشهر لهذه السنة والكشف عن الشذوذ في تباين الغطاء النباتي بين فصول السنة الشهرية والتغيرات البيئية الكبيرة.

٦-تبين ان مؤشر الغطاء النباتي NDVI للموسم الرطب والجاف لعام ١٩٨٠ سجل اعلى مؤشر تغير مناطق شبة جرداء حيث سجل نسبة (٤٥%) خلال الموسم الجاف من مساحة العراق وهي نسبة عالية مما يدل على تدهور الغطاء النباتي نتيجة قلة الوارد المائي وقلة التساقط المطري. لسنة ١٩٨٠-٢٠٢٢.

٧-كشف مؤشر القشرة البيولوجية (Crust Index (CI الى خمس فئات سجلت فئة الأراضي ذات قشرة فقيرة جدا نسبة (٦٨,٩٩%) من مساحة الأراضي بالعراق نتيجة التدهور بالموارد المائية

٨-كشف مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) للموسم الرطب والجاف سجلت الفئات الخمسة تغيرات بين الموسم الرطب والجاف في حجوم الترب حيث سجل صنف الترب الناعمة نسبة (٢٣%) وصنف الترب الخشنة جدا (٢٣%) للموسمين الرطب والجاف.

٩-مؤشر تدهور الاراضي (Land degradation Index (LDI تم تصنيف سطح العراق الى خمسة فئات سجل صنف الترب ذات التدهور المتوسط اعلى نسبة بلغت (٤٦,٨%) خلال الموسم الجاف وهي مساحة كبيرة من مساحة العراق.

١٠-كشف مؤشر تصنيف الغطاء الأراضي (Land Use) تم تصنيف سطح العراق الى تسعة فئات سجل اعلى فئة هو صنف الأراضي الجرداء بلغ (٧٤%) من أراضي العراق أراضي جرداء وهذا مؤشر كبير على تدهور الموارد المائية بالعراق.

١١-كشف مؤشر الاجهاد الزراعي الجفاف والمائي (التصحر الهيدرولوجي) الى تعرض مساحات كبير من أراضي العراق الى الجفاف المائي نتيجة قلة الواردات المائية وقلة التساقط المطري.

<u>التوصيات</u>

١- اعتماد بيانات الأقمار الصناعية في مراقبة تصنيف الغطاء الأراضي والكشف عن حجم التدهور بالتربة والغطاء النباتي بالعراق

٢- استخدام مؤشرات الذكاء الاصطناعي للكشف عن المؤشرات الهيدرولوجية وقياس حجم التغير.

٣- استخدام نموذج الكارتوكرافي في اعداد الخرائط وتمثيل البيانات الجغرافية الخاصة بتوزيع الظواهر الجغرافية وترابطها المكاني

المصادر

١-- العزاوي، سعاد ناجي، (٢٠٢٢) تأثير سدود منابع نهري دجلة والفرات على تصحر الأراضي في العراق، جامعة كولورادو والمناجم في الولايات المتحدة، كلية الهندسة البيئية، المجلة العربية للبحث العلمي، العدد (٥).

2- Rango A. 1990 Remot Sensing of water resources accomplishments challenges and relevance to global monitoring. 3-16. In International Symposium Remote Sensing and Water Resources Enschede .The Nether lands August

٣- - بارود، خميس فاخر، (٢٠١٩) تطبيقات الاستشعار عن بعد في برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Map، الطبعة الأولى، الجامعة الإسلامية، كلية الآداب.

٤- علي، مصطفى حلو، (٢٠١٨) دراسة تغيرات الغطاء الارضي واستعمالات الارض في محافظة ميسان باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة البصرة.

5- Mcfeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features, International Journal of Remote Sensing, 17(7), 1425-

٥- حسن، ابتهال تقي، (٢٠١٤) استخدام الادلة ((ndvi، ndbi))، و(ndwi) لكشف التغيرات في غطاء الارض لمناطق مختارة من محافظة النجف الاشرف للحقبة بين (٢٠٠١-٢٠٠٦) باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد، مجلة جامعة الكوفة، مجلد ٦، العدد٢.

7 -Stuart K. McFeeters،2013 Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within A Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement، A Practical Approach، Remote Sensing journal، No.5, P: 3549:

٨-عمار خالد ابراهيم الحربو، (٢٠١٨) تكامل بيانات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التغير للغطاء النباتي بين موسمين التون كوبري دراسة حالة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل.

9- Grimm M. R. Jones E. 2003 p.15 Rusco and L. Montanarella. Soil Erosion Risk in Italy: a revised Usle approach. European Soil Bureau - Research Report

١٠-محمد اطخيخ ما هود المالكي، (٢٠٢٠) التمثيل الخرائطي لظاهرة التصحر في محافظة واسط باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة البصرة.

11- Ronayne M. 2005. The Cultural and Environmental Impact of Large Dams in Southeast Turkey Fact-Finding Mission Report. National University of Ireland ،Galway.

١٢- مصطفى الكتيف، (٢٠١٩) تدهور الأراضي والتقييم الكمي والنوعي للتعرية المائية بالحوض النهري لكريفلة الأسفل، جامعة محمد الخامس، كلية الآداب، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)،

١٣-التغلبي، رؤى قيس محمود، (٢٠١٨) تقييم حالة التدهور والتصحر لبعض الترب باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية شمالي العراق رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الزراعة، جامعة تكريت