




استخدام المؤشرات الطيفية (NDWI,BSI) للكشف عن تغيرات النطاق  
الغابي شمال شرق العراق للمدة (1982-2022)

م. م. بفرين جاسم محمد  
الجامعة العراقية \_ كلية الاداب

[bifreen.al-jabbari@aliraqia.edu.iq](mailto:bifreen.al-jabbari@aliraqia.edu.iq)



*Use of Spectral Indices (NDWI, BSI) for Detecting Forest Cover Changes in  
Northeastern Iraq for the Period (1982–2022)*

**Assistant Lecturer Bafreen Jasim Muhammad  
Al-Iraqia University – College of Arts**



## المستخلص

يهدف البحث الى مراقبة التغير الحاصل في النطاق الغابي خلال المدة (1982-2022) لشمال شرق محافظة السليمانية البالغ مساحتها 4217,64 كم<sup>2</sup> بين دائرتي عرض (35° 30' 0" و 36° 30' 0") شمالا وبين خطي طول (44° 0' 0" و 45° 44' 0") شرقا . باستخدام مؤشري NDWI,BSI وتقنية الاستشعار عن بعد للقمر الصناعي LandSat 3-5-7-8 وبعتماد برنامج Arc Gis 10.8 و Erdas 2014 بواقع موسمين ربيعي وخريفي اظهرت نتائج الدراسة زيادة النطاق الغابي بفضل استزراع مساحات واسعة من الغابات من اجل النهوض بواقع افضل وتحسين جودة الهواء وخواص التربة وان تراجع النطاق الغابي يرجع الى انخفاض كميات التساقط المطري وأن لسلوك البشري دور كبير في احداث تغير للنطاق الغابي من خلال عدة أساليب غير صحيحة سواء القطع او الحرائق المفتعلة او التعدين .  
الكلمات المفتاحية : المؤشرات الطيفية ، تغيرات ، النطاق الغابي

## Abstract

The research aims to monitor the changes occurring in the forest area during the period (1982-2022) in the northeastern region of Sulaymaniyah, which has an area of 4,217.64 km<sup>2</sup>, between the latitudes of (35° 30' 0" and 36° 30' 0") north and the longitudes of (44° 0' 0" and 45° 44' 0") east. Using the NDWI and BSI indices and remote sensing technology from Landsat satellites 3, 5, 7, and 8, and relying on ArcGIS 10.8 and Erdas 2014 software, over two seasons: spring and autumn, the study results showed an increase in the forest area due to the afforestation of large areas of forests to enhance the reality and improve air quality and soil properties. The decline in the forest area is attributed to decreased rainfall, and human behavior plays a significant role in causing changes to the forest area through various incorrect methods, including logging, arson, or mining.

Keywords: spectral indices, changes, forest zone

## بسم الله الرحمن الرحيم

### المقدمة

تعد المؤشرات النباتية الطيفية أسلوباً تحليلياً للكشف عن التغطية النباتية السائدة بالمنطقة وحالة النبات ومدى تعرضه للأجهاد إذ ترتبط بالغطاء النباتي عدداً من الموارد المتاحة للبيئة ومنها التربة التي تتعرض للتدهور وتصبح عارية ومهيأة لعمليات التعرية الريحية والمطرية. إذ الإمكان الكشف عن التغيرات التي تطرأ على النباتات عبر اعتماد تقنيات الاستشعار عن بعد ومعادلات خاصة بكل مؤشر لرصد تغيير مساحات النطاق الغابي وتحديد كثافة وتوزيع الغابات بما يتلائم مع الظروف البيئية المحلية السائدة إذ تعد الغابات أنظمة ديناميكية حية وهي في تغير مستمر ، فالتعاقب البيئي هو المتغير الأكثر تأثيراً على أنواع الغابات على المدى البعيد، والذي يتأثر بعوامل بيئية مثل نوع المناخ، ونظم المياه، ونوع التربة، والغطاء النباتي من جهة، وتأثير السلوك البشري من جهة أخرى، إذ تتعرض أراضي الغابات لضغوط كبيرة تتمثل بتحويل الغطاء الغابي الى أراضي زراعية أو تعرضها للحرائق المفتعلة إذ يمثل تدهور النطاق الغابي مقياساً للتدهور البيئي.

### الموقع

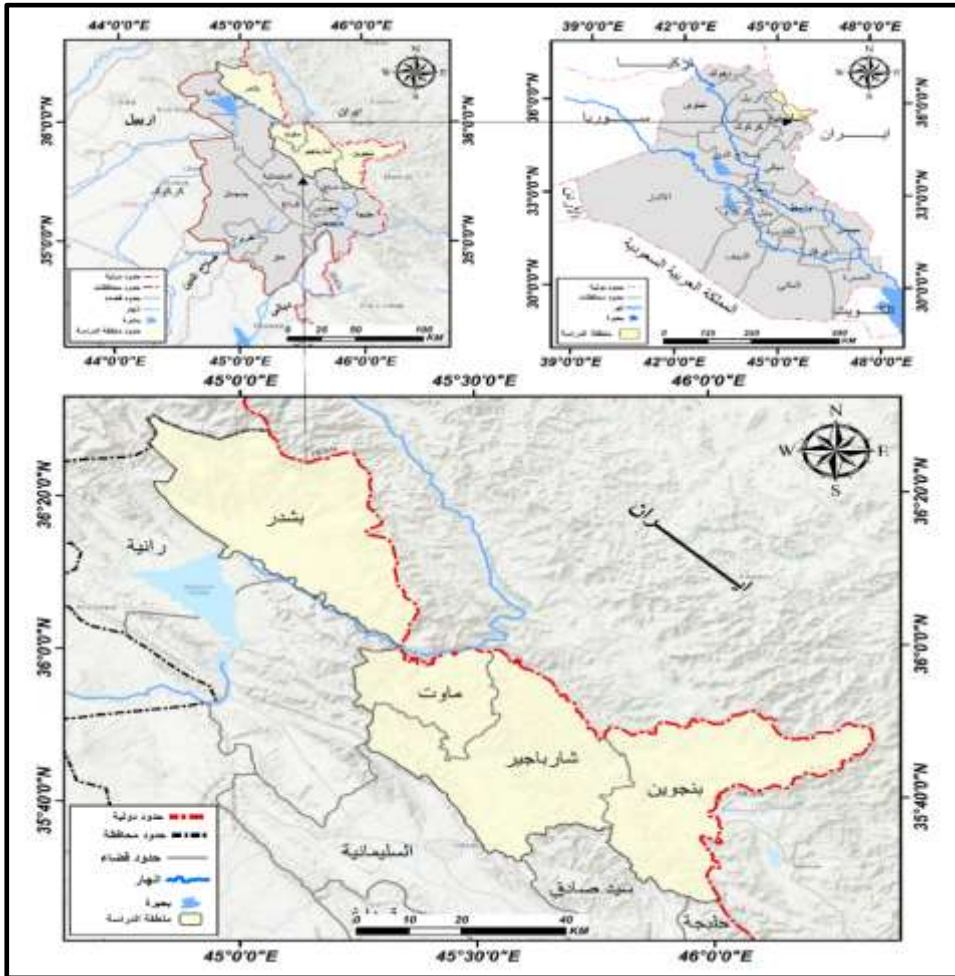
تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من العراق ضمن محافظة السليمانية كما موضح في خريطة (1) بين دائرتي عرض (36° 30' 0" و 35° 30' 0" شمالاً وبين خطي طول (44° 45' 0" و 46° 25' 0" شرقاً) يحد منطقة الدراسة من الشمال الشرقي الحدود العراقية الإيرانية المتمثلة بسلسلة جبال زاكروس ومن الغرب لها حدود مشتركة مع قضاء دوكان ومركز محافظة السليمانية ومن الشمال قضاء رانية ومن

الجنوب يحدها قضاء حلبجة وسيد صادق تبلغ مساحة منطقة الدراسة 4217.64 كم<sup>2</sup>.

### الحدود الزمانية:

تتمثل الحدود الزمانية بالمدة الزمنية وبيانات النطاق الغابي وتمثل ذلك ب ( 41 ) سنة للمدة ( ١٩٨٢-٢٠٢٢ ) .

### خريطة (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر: بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، خريطة العراق الإدارية لسنة 2012 .

## هدف الدراسة

1. كشف التغيرات في النطاق الغابي.
2. تحديد قيم التغير في النطاق الغابي.
3. تحديد المناطق الأكثر تعرضاً للتغير لأدارتها من قبل صناع القرار.

## مشكلة الدراسة

هل بالإمكان قياس كثافة الغطاء النباتي باستخدام مؤشرات NDWI,BSI شمال شرق سلیمانیه

## فرضية الدراسة

ان لمؤشرات الغطاء النباتي المختلفة أهمية في قياس كثافة النطاق الغابي شمال شرق محافظة السليمانية.

## أهمية الدراسة: -

تبرز أهمية دراسة المؤشرات الطيفية في الكشف عن تغيرات النطاق الغابي كونه يمثل أهم النظم البيئية وأكثرها تأثراً بالتغيرات المناخية المتمثلة بارتفاع درجات الحرارة وتراجع كميات التساقط المطري فضلاً عن تأثرها بالسلوكيات البشرية الخاطئة جاءت الدراسة الحالية بوصفها اسلوباً تطبيقياً حول كيفية الاستفادة من التقنيات الحديثة في التحليل والوقوف على أهم الأسباب لتغيرات النطاق الغابي للمدة (1982-2022) بالاستعانة بالمرئيات الفضائية وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية لبناء قاعدة بيانات لمراقبة التغيرات التي تطرأ عليها للاستفادة منها في عمليات التخطيط ، ولتكون فرشة علمية لصناع القرار والاستفادة منها في عمليات التنمية ، ودرء مخاطر التدهور البيئي بفعل تناقص النطاق الغابي

## منهجية البحث

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي والمنهج الوصفي والمنهج المقارن خلال مقارنة المرئيات الفضائية المعتمدة بدقة الأرض إذ تم اعتماد على المرئيات الفضائية والمتحسسات المختلفة ( ETM – OLI ) للقمر الصناعي ( Landsat3-5-7-8 ) إذ تم اعتماد تواريخ مختلفة لاستخراج التغيرات الفصلية للموسمين الربيعي والخريفي لكل عشر سنوات لتحديد مقدار التغير في النطاق الغابي ، ومن أجل الحصول على الدقة الطيفية 30 متر وبظروف مناسبة مع مراعاة زاوية سقوط أشعة الشمس ، وكمية السحب الموجودة في مواسم المنطقة لمعرفة التغيرات التي حصلت في مساحة النطاق الغابي ومقدار التدهور في النطاق الغابي.

## مؤشر الأراضي الجرداء : ( BSI ) Brightness Soil Index

وهو مؤشر رقمي يجمع النطاقات الطيفية للأشعة تحت الحمراء القريبة والضوء الأزرق لفهم تغيرات التربة، إذ تفسر الأشعة الحمراء القريبة والأشعة الطيفية الحمراء المعادن الموجودة في التربة في حين يستعمل الضوء الأزرق وضوء الأشعة تحت الحمراء القريبة من اللون الأحمر لتفسير وجود الغطاء النباتي، ويتراوح المدى الديناميكي لهذا المؤشر بين ( 0 - 1 ) ويتم احتسابه على وفق المعادلة . (منى، 2023، 299)

$$BSI = \frac{(SWIR1+RED)-(NIR+BLUE)}{(SWIR1+RED)+(NIR+BLUE)} + 1$$

(Swir1) = الأشعة تحت الحمراء القصيرة

( NIR) = الأشعة تحت الحمراء القريبة

+ 1 Landsat- 7 -5-3 ETM

$$BSI = \frac{(B5+B3)-(B4+B1)}{(B5+B3)+(B4+B1)}$$

+ 1 Landsat-8 OLI

$$BSI = \frac{(B6+B4)-(B5+B2)}{(B6+B4)+(B5+B2)}$$

طبق مؤشر الاراضي الجرداء على المرئيات الفضائية (Landsat 8-7-5-3) وبواقع موسمين لتقويم الوضع الحالي للغطاء النباتي السائد كما تم استخراج مساحة ونسبة التغير للموسمين الربيعي والخريفي لكل سنوات الدراسة اذ سجلت اعلى قيمة للموسم الرطب لعام 1982-5 بلغت ( 0.52 ) اما ادنى قيمة (0.36 -) اما في الموسم الجاف 1982-10 فبلغت أعلى قيمة (0.42) أما أدنى قيمة ( - 0.30 ) اما في عام 1992 فبلغت أعلى قيمة للموسم الرطب(0.26 ) أما أدنى قيمة ( - 0.55 ) أما في الموسم الجاف 1992-10 إذ بلغت اعلى قيمة ( 0.58 ) أما أدنى قيمة ( - 0.53 ) . وفي عام 2002 بلغت اعلى قيمة للموسم الرطب 2002-5 بلغت أعلى قيمة ( 0.33 ) أما أدنى قيمة ( 0.43 -)أما في الموسم الجاف 2002-10 فبلغت أعلى قيمة ( 0.10 ) أما أدنى قيمة ( 0.43 -) في حين سجل عام 5- 2012الموسم الرطب أعلى قيمة ( 0.36 ) أما أدنى قيمة ((0.73 - أما في الموسم الجاف 2012-10 فقد سجل أعلى قيمة ( 0.39 ) أما أدنى قيمة بلغت ( - 0.72 ) . وفي عام 5- 2022 الموسم الرطب بلغت أعلى قيمة (0.05) اما أدنى قيمة ( - 0.35 ) أما في الموسم الجاف فقد بلغت أعلى قيمة (0.25) أما أدنى قيمة فبلغت ( - 0.26 ) . ينظر جدول (1) ومن ملاحظة الخرائط نجد إنها تتدرج من اللون الأخضر الغامق الى اللون الفاتح مشيرة للأراضي الجرداء . وعند تحليل خريطة(2)، وجدول (2) يتبين لنا

جدول (1) القيم العليا والدنيا لمؤشر BSI

BSI			
اعلى قيمة	ادنى قيمة	الموسم	Sears
0.52	-0.36	رطب	1982
0.42	-0.30	جاف	
0.26	-0.55	رطب	1992
0.58	-0.53	جاف	
0.33	-0.43	رطب	2002
0.10	-0.43	جاف	
0.36	-0.73	رطب	2012
0.39	-0.72	جاف	
0.05	-0.35	رطب	2022
0.25	-0.26	جاف	

المصدر : باعتماد قيم المؤشرات الطيفية لمربيات القمر الصناعي Land sat 3-5-7-8

للموسمين الربيعي والخريفي

1 . إن صنف الغطاء النباتي الكثيف سجل أعلى مساحة لموسم الربيع عام 2002 بمقدار 535.4 كم<sup>2</sup> ونسبة 12.69 % إذ بلغ مجموع المساحات المزروعة بالأشجار 3980 دونم عام 2004 ثم تأخذ بالزيادة لتصل الى 2018 دونم عام 2015 ( مديرية الغابات والمراعي في محافظة السليمانية، بيانات غير منشورة ) أذ تم زراعة أصناف عديدة من أشجار الصنوبريات ، والزيتون ، والكالبتوس ، واللوز كما أن زيادة التساقط المطري في المراحل الأخيرة ولاسيما موسم الربيع زاد من كثافة

النطاق الغابي كما أن انخفاض مساحة الغابات المحروقة عام 2022 ووجود القوانين الصارمة بمنع قطع الغابات زاد من مساحة النطاق الغابي ، أما أقل مساحة فكانت عام 2012 بمقدار 240.332 كم<sup>2</sup> وبنسبة 5.69 % اما موسم الخريف فقد سجل أقل مساحة عام 2012 بمقدار 212.417 كم<sup>2</sup> وبنسبة 5.04 % وبفارق مساحي 27.915 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 11.61 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة .

2. اما صنف الغطاء النباتي متوسط الكثافة فسجل عام 1982 أكبر مساحة لموسم الربيع بمقدار 1581.56 كم<sup>2</sup> وبنسبة 37.49 % ، اما أقل مساحة فقد كانت عام 2012 بمقدار 1045.95 كم<sup>2</sup> وبنسبة 24.79 % اما موسم الخريف فسجل عام 2022 اعلى مساحة بمقدار 1222.44 كم<sup>2</sup> وبنسبة 28.98 % وبفارق مساحي 153.747 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 14.69 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة لتزداد بعد ذلك في عام 2022 الى 1429.07 كم<sup>2</sup> وبنسبة 33.88 % بفضل توجه الإقليم نحو استزراع أصناف متنوعة من الأشجار إذ تم زراعة 1337 دونم في قضاء بنجوين و1337 دونماً في قضاء بشدر و1306 دونم في قضاء ماوت وشاباجير مما زاد من مساحة النطاق الغابي (مديرية الغابات والمراعي في محافظة السليمانية ، بيانات غير منشورة ) . اما أقل مساحة لموسم الخريف فقد كانت عام 1982 بمقدار 751.922 كم<sup>2</sup> ، وبنسبة 17.82 % ، وبفارق مساحي 829.638 كم<sup>2</sup> ، وبنسبة تغير 52.45 % ، من مجمل مساحة منطقة الدراسة.

3 . اما صنف الغطاء النباتي قليل الكثافة فقد سجل أعلى مساحة عام 2012 لموسم الربيع بمقدار 1884.37 كم<sup>2</sup> وبنسبة 44.68 % اما أقل مساحة فكانت عام 1992 بمقدار 1555.971 كم<sup>2</sup> وبنسبة 36.89 % متأثرة بالظروف السياسية بالمنطقة اما موسم الخريف فسجل عام 1982 أعلى مساحة بمقدار 1940.49

كم<sup>2</sup> ، وبنسبة 46.00 وبفارق مساحي 365.15 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 23.17 % ، من مجمل مساحة منطقة الدراسة اما اقل مساحة فكانت عام 2012 بمقدار 1486.31 كم<sup>2</sup> وبنسبة 35.24 وبفارق مساحي 398.06 كم<sup>2</sup> ، وبنسبة تغير 21.12 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة

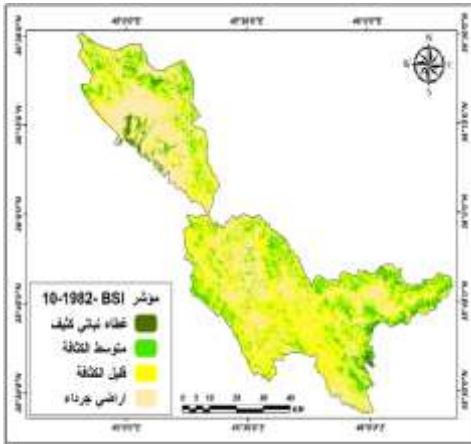
4. اما صنف الأراضي الجرداء فسجل موسم الربيع أعلى مساحة 1992 بمقدار 1129.95 كم<sup>2</sup> وبنسبة 26.79 % اما أقل مساحة فكانت عام 1982 بمقدار 472.083 كم<sup>2</sup> وبنسبة 11.19 % اما موسم الخريف فقد سجل أعلى مساحة عام 2012 بمقدار 1626.31 كم<sup>2</sup> وبنسبة 38.56 % وبفارق مساحي 579.32 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 55.33 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة. يذكر ان ارتفاع أسعار الوقود والأوضاع المعيشية الصعبة التي يعيشها الإقليم في عام 1992 وقساوة البرد دفع أغلب السكان إلى قطع مساحات عديدة من الغابات للاستفادة منها للتدفئة او التحطيب او التعدين وعدم توفر البدائل في تلك الفترة لتتناقص مساحة الغابات على حساب مساحة الأراضي الجرداء .

خريطة (2) التغير على وفق مؤشر BSI للموسمين الربيعي والخريفي لعام -2022

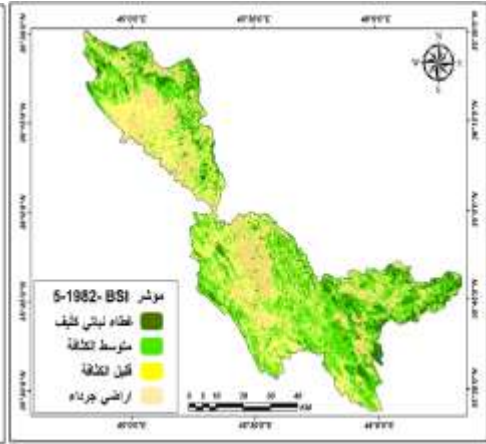
1982

استخدام المؤشرات الطيفية (NDWI,BSI) للكشف عن تغيرات النطاق الغابي شمال شرق العراق للمدة (2022-1982)

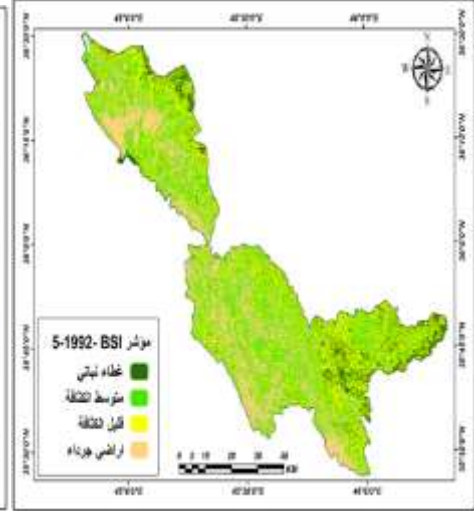
### مؤشر BSI لموسم الخريف 1982



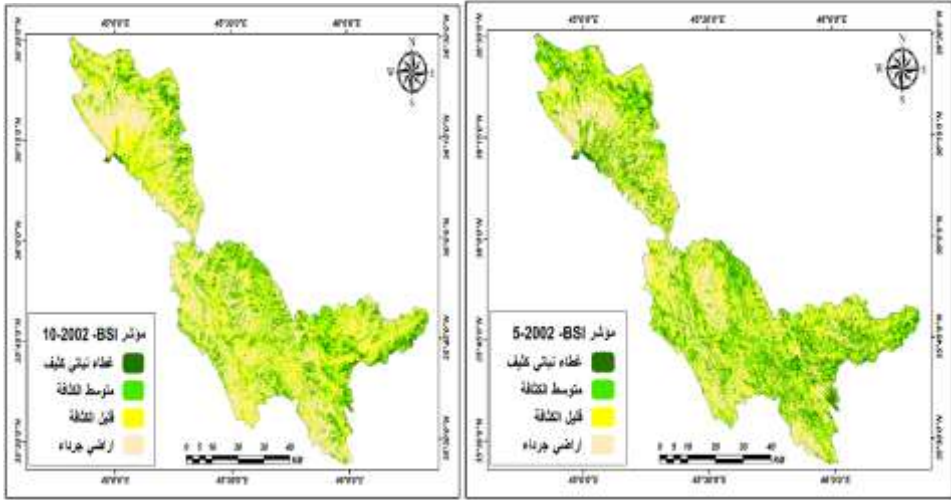
### مؤشر BSI لموسم الربيع 1982



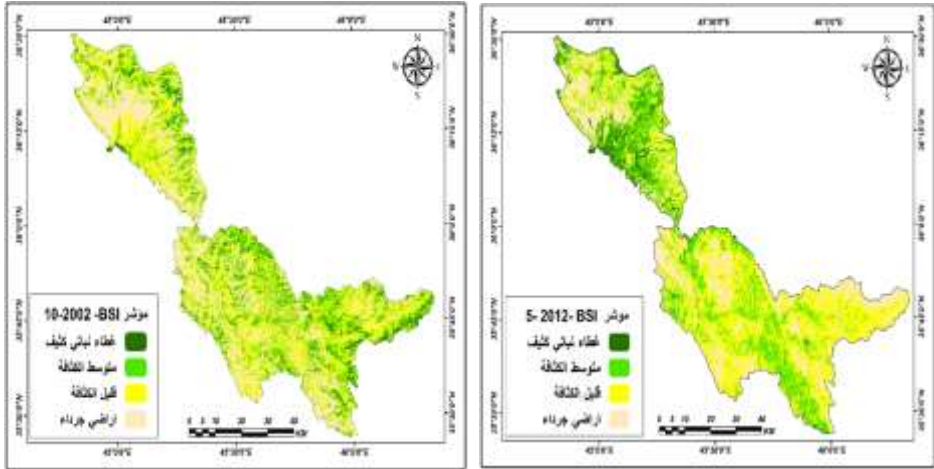
المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 3 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 1982-5-4 ، 1982-10-19 باستعمال برنامج ARC GIS 10.8



المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 3 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 1982-5-4 ، 1982-10-19 باستعمال برنامج ARC GIS 10.8

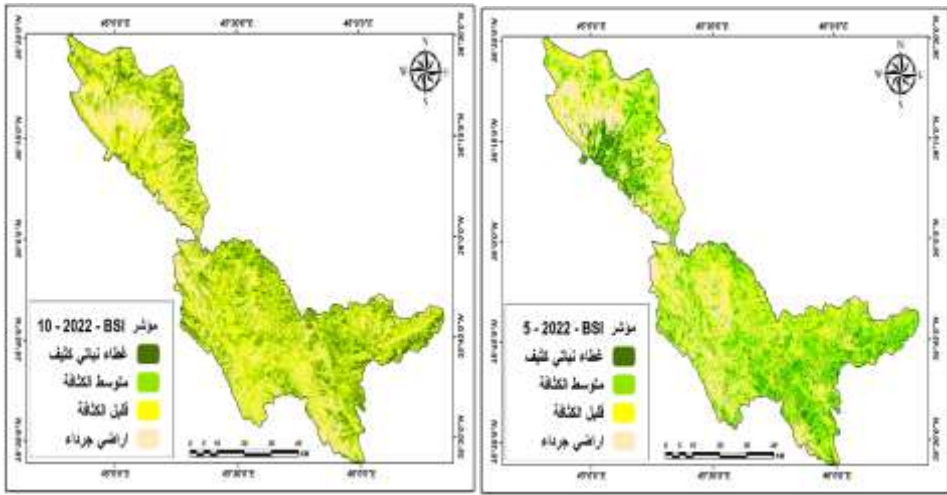


المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-7 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 2002-5-24، استعمال برنامج ARC GIS 10.8



المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-7 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 2012-5-14، 2012-5-10 باستعمال برنامج ARC GIS 10.8

استخدام المؤشرات الطيفية (NDWI,BSI) للكشف عن تغيرات النطاق الغابي شمال شرق العراق للمدة (2022-1982)



المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-8 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 2022-05-13، 16-10-2022 باستعمال برنامج ARCGIS 10.8

جدول (2) التغير على وفق مؤشر الأراضي الجرداء لموسم الربيع والخريفي لسنوات الدراسة

الغطاء النباتي	السنوات	الربيع	النسبة	الخريف	النسبة	التغير كم <sup>2</sup>	نسبة التغير %
الأراضي الجرداء	1982	472.08	11.19	1403.13	33.27	931.05	197.22
	1992	1129.95	26.79	1356.11	32.15	226.16	20.01
	2002	1002.54	23.77	1314.16	31.16	311.62	31.08
	2012	1046.99	24.82	1626.31	38.57	579.32	55.33
	2022	957.415	22.70	840.384	19.93	117.031	12.22
الغطاء النباتي قليل الكثافة	1982	1575.33	37.35	1940.49	46.01	365.16	23.17
	1992	1555.971	36.89	1580.98	37.48	25.009	1.60
	2002	1524.32	36.14	1642.81	38.95	118.49	7.77
	2012	1884.37	44.68	1486.31	35.24	- 398.06	- 21.12
	2022	1592.86	37.77	1565.3	37.11	- 27.56	- 1.73
	1982	1581.56	37.50	751.92	17.83	829.638	- 52.45

- 18.94	213.733	21.69	914.73	26.76	1128.46	1992	الغطاء النباتي متوسط الكثافة
- 21.00	242.63	21.64	912.75	27.39	1155.38	2002	
- 14.69	- 153.75	21.15	892.20	24.80	1045.95	2012	
- 5.88	- 76.49	28.98	1222.44	30.80	1298.93	2022	
197.22	931.05	33.27	1403.13	11.19	472.08	1982	غطاء نباتي كثيف
- 9.28	- 37.431	8.67	365.82	9.56	403.25	1992	
- 35.01	- 187.478	8.25	347.92	12.69	535.4	2002	
- 11.61	- 27.92	5.04	212.41	5.70	240.33	2012	
60.00	221.09	13.98	589.52	8.74	368.43	2022	

المصدر من عمل الباحثة: تم استخراج المساحة والنسبة بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3  
تم استخراج المساحة والنسبة نسبة التغير فيتم استخراجها ( هيفاء ، 2018 ، ص 264 )

$$X = ( A2 - A1 / A1 ) * 100$$

حيث ان المساحة في العام الاحدث A2 المساحة في العام الاقدم A1

التغيرات الشاملة على وفق مؤشر BSI للمدة (1982-2022)

بلغ مجموع المساحات المتغيرة على وفق مؤشر الأراضي الجرداء للمدة (2022-  
1982) 435.07 كم2 وبنسبة تغير 10.31 % من مجمل مساحة منطقة  
الدراسة وبمعدل تغير سنوي 10.61 كم2 سنويا.

ان صنف الغطاء النباتي الكثيف سجل زيادة بالمساحة وبمقدار 478.97 كم2 عام  
2022 في حين كان يشغل 355.38 كم2 ، عام 1982 ويفارق مساحي 123.59  
كم2 وبنسبة 34.77 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة. ينظر جدول (3)  
وشكل (1)

اما صنف الغطاء النباتي متوسط الكثافة فشهد زيادة عام 2022 بمقدار 1260.68  
كم2 وبنسبة 29.88 % ف كي حين كان يشغل 1166.74 كم2 وبنسبة 27.65

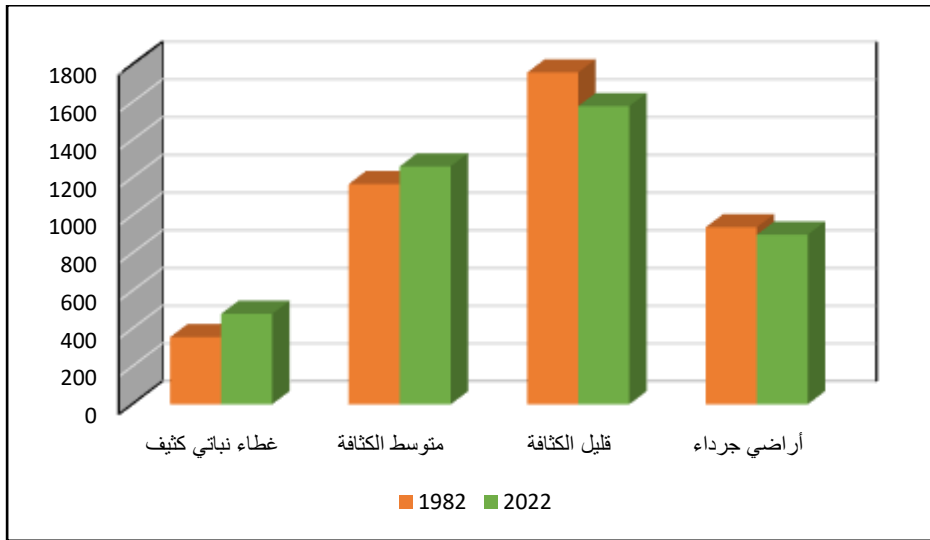
% ، عام 1982 وبفارق مساحي 93.94 كم<sup>2</sup> وبنسبة 8.05 % ، من مجمل مساحة منطقة الدراسة ، وهذه الزيادة ناتجة عن توجه نحو استزراع أصناف عديدة من الأشجار بهدف زيادة النطاق الغابي وتحسين الواقع البيئي. في حين سجل صنف الغطاء النباتي قليل الكثافة (الأراضي الزراعية) تراجعاً بالمساحة عام 2022 بمقدار 1579.08 كم<sup>2</sup> وبنسبة 34.43 % بينما كان يشغل 1757.91 كم<sup>2</sup> وبنسبة 41.67 % ، وهذا يرجع الى تغير الأحوال المناخية وارتفاع درجات الحرارة وقلّة موارد المياه. في حين شهد صنف الأراضي الجرداء تناقصاً بالمساحة في عام 1982 إذ بلغ 937.60 كم<sup>2</sup>، في حين أصبح 898.89 كم<sup>2</sup> عام 2022 ، وهذا يرجع الى تزايد حالات القطع وتجريد الأراضي الزراعية وبحسب النشاط البيئي فقد شهد عام 2020 اقتلاع أكثر من 20 ألف شجرة لأغراض زراعية و5 الالف شجرة للتدفئة وصناعة الفحم ويعتمد ما يقارب 40 % من سكان المنطقة على الأشجار إذ سجّل عام 2019 أعلى مساحة لحرائق الغابات بمقدار 53473 دونم أما أقل مساحة فسجل عام 2022 اقل مساحة بمقدار 23 دونم ، كما سجّل قضاء ماوت المرتبة الأولى من حيث مقدار المساحة المحروقة وتكرارها مما يؤثر في تناقص مقدار التغطية الغابية ( مديرية الغابات والمراعي في محافظة السليمانية ، بيانات غير منشورة ) .

جدول (3) التغيرات الشاملة على وفق مؤشر BSI للمدة (1982-2022)

نوع التغير	نسبة التغير	التغير كم <sup>٢</sup>	النسبة	2022 المساحة كم <sup>٢</sup>	النسبة	1982 المساحة كم <sup>٢</sup>	BSI مؤشر
زيادة	34.77	123.59	11.35	478.97	8.42	355.38	غطاء نباتي كثيف
زيادة	8.05	93.94	29.88	1260.68	27.65	1166.74	متوسط الكثافة
نقصان	10.17	-178.83	37.43	1579.08	41.67	1757.91	قليل الكثافة
نقصان	4.12 -	38.71	21.31	898.89	22.22	937.6	أراضي جرداء
			100	4217.64	100	4217.64	المجموع

من عمل الباحثة باعتماد على جدول (2)

شكل (1) التغيرات الشاملة وفق مؤشر الأراضي الجرداء للمدة (1982-2022).



باعتماد على جدول (3) باستعمال برنامج الاكسل

### مؤشر دليل المياه ( NDWI ) Normalized Difference Water Index

يعد مؤشر دليل المياه من المؤشرات التي تسهم في بيان حالة الاجهاد المائي للنبات ومخاطر نشوب الحرائق وحالات الجفاف كما يسهم في تحليل محتوى مياه النبات والتنبؤ بالمحاصيل، إذ إن للمياه خاصية انعكاسية ضئيلة جداً تميزها عن النبات والترتبة عند منطقة الأشعة تحت الحمراء ضمن الطيف الكهرومغناطيسي فللمياه قابلية

على امتصاص كل الأشعة الساقطة عليها وإن كانت ضئيلة حتى منطقة الأشعة الحمراء والأشعة المرئية (محاسن، 2022، 97) يستعمل بالقرب من نطاقات الأشعة تحت الحمراء القريبة وذلك لأن له تأثير على بنية الأوراق الداخلية مع الطول الموجي الأخضر كما في المعادلة ( Mc Feeters, 1996, 1425-1432 )

$$NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$$

$$NDWI = (B4 - B5) / (B4 + B5) \text{ (Landsat 7 - 5 - 3)}$$

$$NDWI = (B5 - B6) / (B5 + B6) \text{ (Landsat 8)}$$

يكون مدى المؤشر بين ( 1 - 1 ) حيث القيم الموجبة والقريبة من الواحد تمثل المياه السطحية والمياه العميقة أما القيم السالبة والقريبة من الصفر ولا تمثل المياه وإنما تشير إلى الاجهاد المائي والجفاف.

طبق مؤشر دليل المياه على المرئيات الفضائية (Landsat 8-7-5-3) وبواقع موسمين لتقويم الوضع الحالي للغطاء النباتي السائد كما تم استخراج مساحة ونسبة التغير للموسمين الربيعي والخريفي لكل سنوات الدراسة اذ سجلت أعلى قيمة للموسم الرطب لعام 5-1982 بلغت ( 0.54 ) أما أدنى قيمة ( -0.98 ) أما في الموسم الجاف 10-1982 بلغت أعلى قيمة (0.83) أما أدنى قيمة ( - 0.71 ) أما في عام 1992 فقد بلغت أعلى قيمة للموسم الرطب (0.98) أما أدنى قيمة ( - 0.52 ) ( أما في الموسم الجاف 10-1992 إذ بلغت أعلى قيمة ( 0.63 ) أما أدنى قيمة ( - 0.85 ) . وفي عام 2002 بلغت أعلى قيمة للموسم الرطب 5-2002 بلغت أعلى قيمة (0.88) أما أدنى قيمة ( -0.65 ) أما في الموسم الجاف 10-2002 فبلغت أعلى قيمة ( 0.56 ) أما أدنى قيمة ( - 0.29 ) في حين سجل عام

5- 2012 الموسم الرطب أعلى قيمة ( 0.77 ) أما أدنى قيمة ( 0.63 - ) اما في الموسم الجاف 2012-10 فقد سجل أعلى قيمة ( 0.65 ) اما ادنى قيمة فبلغت ( 0.62 - ) . وفي عام 5- 2022 الموسم الرطب بلغت أعلى قيمة ( 0.41 ) اما أدنى قيمة ( 0.32 - ) أما في الموسم الجاف فبلغت اعلى قيمة ( 0.39 ) اما ادنى قيمة فبلغت ( 0.60 - ) . ينظر جدول (4)

جدول (4) القيم الدنيا والعليا لمؤشر NDWI

NDWI			
السنوات	الموسم	ادنى قيمة	اعلى قيمة
1982	رطب	-0.98	0.54
	جاف	-0.71	0.83
1992	رطب	-0.52	0.98
	جاف	-0.85	0.63
2002	رطب	-0.65	0.88
	جاف	-0.29	0.56
2012	رطب	-0.63	0.77
	جاف	-0.62	0.65
2022	رطب	-0.32	0.41
	جاف	-0.6	0.39

المصدر: باعتماد على قيم المؤشرات الطيفية لمرئيات القمر 8-7-5-3 Land sat

ونلاحظ أن قيم المؤشر للموسم الخريفي قد انخفضت عن الموسم الربيعي وتوضح الخرائط التغير الحاصل

في قيم المؤشر في الموسمين، إذ يمكن عن طريق التمييز بين الأراضي عالية الرطوبة والأراضي الجافة للموسمين الرطب والجاف.

اذ تم تقسيم الغطاء النباتي الى أصناف عدة كما موضح في خريطة (3) وجدول (5) يتبين لنا إن صنف الاراضي العالية الرطوبة سجلت موسم الربيع عام

١٩٨٢ أعلى مساحة بمقدار ٤٣٠,٤٦ كم<sup>2</sup> وبنسبه ١٠.٢١٪ وتتمثل بالبحيرات والمناطق المنخفضة التي تتجمع فيها المياه وتتمثل بشكل نقطي بالأقسام الشرقية ويظهر انتشارها بوضوح في الأقسام الشمالية والوسطى ، وهذه المساحة ناتجة عن زيادة كميته تساقط المطري في المنطقة فبالرغم من تساقط الامطار الأ أن حدة فاعليتها تختلف من مكان لآخر وتتنخفض من موسم لآخر مما يؤثر على حاله الغطاء النباتي فيزداد نمو الغطاء النباتي في المواسم الرطبة وينخفض في المواسم الجافه. أما اقل مساحة لموسم الربيع كانت عام 2002 بمقدار 44.73 كم<sup>2</sup> وبنسبة 1.06 % ، أما الموسم الجاف فسجل أعلى مساحة عام 2022 بمقدار 449.78 كم<sup>2</sup> وبنسبة 10.66 % ، وبفارق مساحة عن موسم الربيع 193.92 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 75.79 % ، من مجمل مساحة منطقة الدراسة اما اقل مساحة لموسم الخريف عام 1982 بمقدار 140.56 كم<sup>2</sup> وبنسبة 3.33 % ، وبفارق مساحي 289.9 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 67.34 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة.

اما صنف الأراضي متوسطة الرطوبة فسجل موسم الربيع عام 1982 أعلى مساحة بمقدار 1434.6 كم<sup>2</sup> وبنسبة 34.01 % منتشرة بشكل واضح بالأقسام الشمالية والوسطى من منطقة الدراسة ثم تأخذ بالانخفاض لتسجل عام 1992 أقل مساحة بمقدار 794.7746 كم<sup>2</sup> وبنسبة 18.84 % ويلاحظ أنها تتقدم وتتراجع وهذا يرجع الى انخفاض مناسيب المياه وتزايد حالات الجفاف لتضاف مساحتها الى الأراضي قليلة الرطوبة ، أما في الموسم الجاف فسجل أعلى مساحة عام 2022 بمقدار 1266.44 كم<sup>2</sup> وبنسبة 30.03 % ، وبفارق مساحي 183.04 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 16.89 % ، من مجمل مساحة منطقة الدراسة أما أقل مساحة فكانت عام

**1982** بمقدار  $804.587 \text{ كم}^2$  وبنسبة  $19.08\%$  ، وبفارق مساحي  $630.013 \text{ كم}^2$  ، وبمعدل تغير  $43.91\%$  من مجمل مساحة منطقة الدراسة .

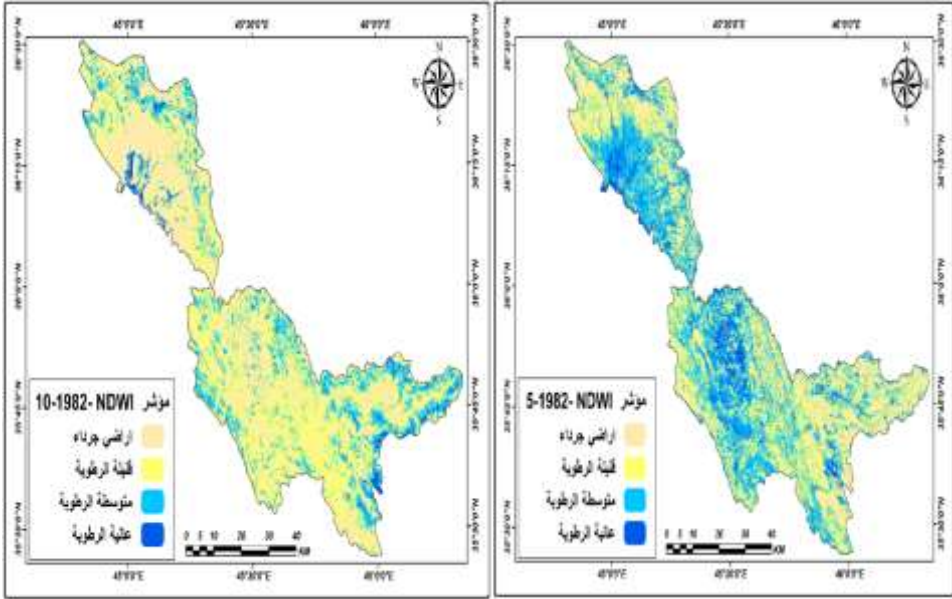
3 - في حين سجل **صنف الأراضي قليلة الرطوبة** في موسم الربيع عام **2002** أعلى مساحة بمقدار  $1895.76 \text{ كم}^2$  وبنسبة  $44.95\%$  إذ تتوزع بالأقسام الشمالية والوسطى من منطقة الدراسة في حين سجل موسم الربيع عام **1982** أقل مساحة بمقدار  $1611.4 \text{ كم}^2$  وبنسبة  $38.21\%$  في حين سجل موسم الخريف عام **1982** أعلى مساحة بمقدار  $46.61\%$  وبفارق مساحي  $351.64 \text{ كم}^2$  وبنسبة تغير  $22.00\%$  من مجمل مساحة منطقة الدراسة أما أقل مساحة فكانت عام **2022** بمقدار  $1630.86 \text{ كم}^2$  وبنسبة  $38.67\%$  وبفارق مساحي  $100.27 \text{ كم}^2$  وبنسبة تغير  $5.79\%$  من مجمل مساحة منطقة الدراسة.

4 - اما **صنف الأراضي الجافة** فقد سجل موسم الربيع عام **1992** أعلى مساحة اذ بلغت  $1529.51 \text{ كم}^2$  وبنسبة  $36.26\%$  ، حيث تتعدم مساحة المسطحات المائية وتوزعت بالأقسام الشمالية والوسطى من منطقة الدراسة أما أقل مساحة فكانت عام **1982** بمقدار  $17.57\%$  . أما موسم الخريف فقد كانت أعلى مساحة عام **1982** بمقدار  $1306.48 \text{ كم}^2$  وبنسبة  $30.97\%$  وبفارق مساحي عن موسم الربيع بمقدار  $565.30 \text{ كم}^2$  وبنسبة  $76.27\%$  ، أما أقل مساحة فكانت عام **2022** بمقدار  $870.56 \text{ كم}^2$  وبنسبة  $20.64\%$  وبفارق مساحي عن موسم الربيع بمقدار  $276.78 \text{ كم}^2$  وبنسبة تغير  $24.11\%$  من مجمل مساحة منطقة الدراسة.

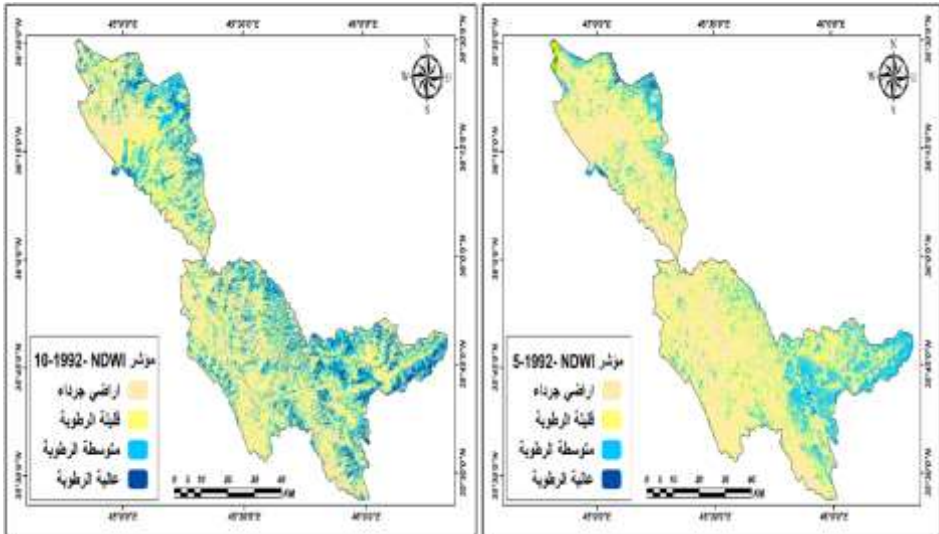
خريطة (3) التغير على وفق مؤشر **NDWI** للموسمين الربيعي والخريفي لعام **1982-2022**

استخدام المؤشرات الطيفية (NDWI,BSI) للكشف عن تغيرات النطاق الغابي شمال شرق العراق للمدة (2022-1982)

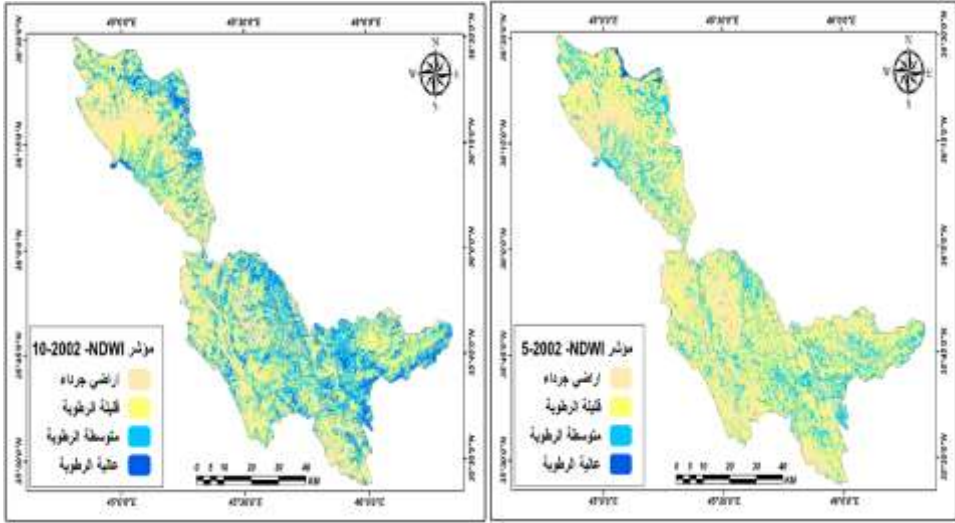
مؤشر NDWI لموسم الربيع عام 1982 مؤشر NDWI لموسم الخريف لعام 1982



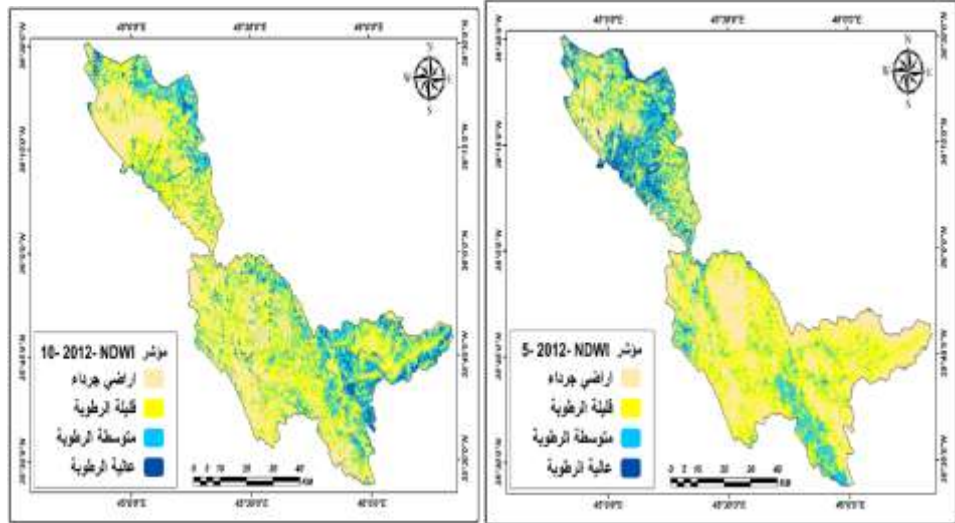
المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 3 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 4-5-1982 ،  
1982-10-19 باستعمال برنامج ARC GIS 10.8



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat -5 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 14-5-1992 ،  
بتاريخ 1992-10-9 باستعمال برنامج ARC GIS 10.8

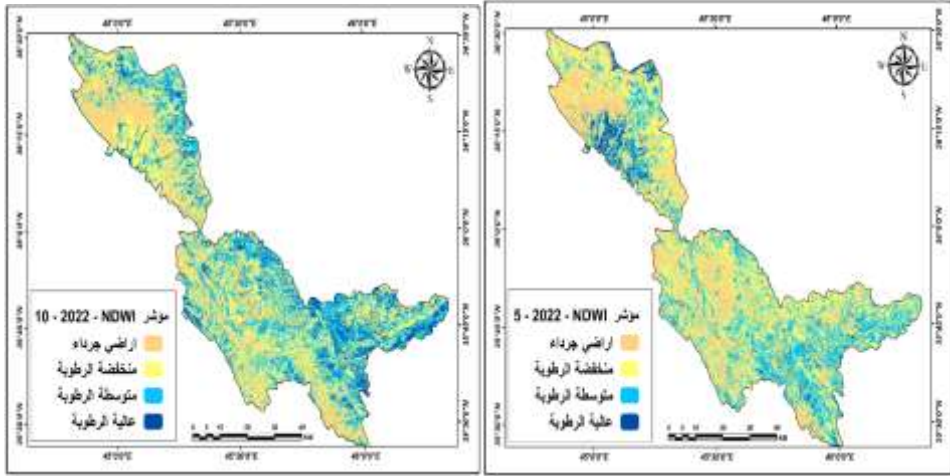


المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-7 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 14-5-2012، 2012-10-5 باستعمال برنامج ARC GIS 10.8



المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-7 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 14-5-2012، 2012-10-5 باستعمال برنامج ARC GIS 10.8

استخدام المؤشرات الطيفية (NDWI,BSI) للكشف عن تغيرات النطاق الغابي شمال شرق العراق للمدة (1982-2022)



المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat -8 من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS والتي تم التقاطها بتاريخ 2022-05-13، 2022-10-16 باستعمال برنامج ARCGIS 10.8

جدول (5) التغير على وفق مؤشر دليل المياه للموسمين الربيعي والخريفي لسنوات

الدراسة

نسبة التغير %	التغير كم 2	النسبة %	مساحة كم <sup>2</sup> موسم الخريف - 10	النسبة %	مساحة كم <sup>2</sup> موسم الربيع -5	السنوات	الغطاء النباتي
- 67.34	- 289.9	3.33	140.56	10.21	430.46	1982	الأراضي عالية الرطوبة
5.45	-323.17	1.32	55.51	8.98	378.68	1992	
773.37	345.93	9.26	390.66	1.06	44.73	2002	
- 7.75	- 18.48	5.21	219.94	5.65	238.42	2012	
25.486	-193.92	6.07	255.86	10.66	449.78	2022	
- 43.91	- 630.02	19.08	804.58	34.01	1434.6	1982	متوسطة الرطوبة
-23.07	-238.37	18.84	794.77	24.50	1033.14	1992	
25.66	240.71	27.94	1178.45	22.23	937.74	2002	
14.61	121.52	22.59	952.84	19.71	831.32	2012	
-14.45	-183.04	25.69	1083.4	30.03	1266.44	2022	

22.00	354.61	46.61	1966.01	38.21	1611.4	1982	قليلة الرطوبة
7.98	135.9	43.58	1837.84	40.35	1701.94	1992	
- 12.74	- 241.65	39.22	1654.11	44.95	1895.76	2002	
3.90	71.6	45.21	1906.92	43.52	1835.32	2012	
6.14	100.27	41.05	1731.13	38.67	1630.86	2022	
76.27	565.309	30.98	1306.48	17.57	741.17	1982	الأراضي الجافة
38.55	425.64	36.26	1529.51	26.17	1103.87	1992	
- 25.75	- 344.99	23.58	994.42	31.76	1339.41	2002	
- 13.30	- 174.65	26.98	1137.93	31.12	1312.58	2012	
31.78	276.68	27.20	1147.24	20.64	870.56	2022	

المصدر من عمل الباحثة: تم استخراج المساحة والنسبة بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3 مما تقدم يتبين لنا أن صنف الأراضي الجافة قد سجل أعلى مساحة لموسم الربيع عام 1992 وأقل مساحة كانت عام 1982 أما صنف الأراضي عالية الرطوبة فسجل موسم الربيع أعلى مساحة عام 1982 أما أقل مساحة فكانت لموسم الربيع عام 2002 ، وسجل صنف الأراضي متوسطة الرطوبة أعلى مساحة عام 1982 وأقل مساحة عام 1992 في حين سجل صنف الأراضي قليلة الرطوبة أعلى مساحة عام 2002 أما أقل مساحة فكانت عام 1982 .

التغيرات الشاملة على وفق مؤشر دليل المياه للمدة (1982-2022) بلغ مجموع المساحات المتغيرة للمدة (1982 - 2022 ) على وفق مؤشر دليل المياه 245.27 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير كلي لمنطقة الدراسة 5.81 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة وبمعدل تغير سنوي بلغ 5.98 كم<sup>2</sup> سنويا .

من خلال تحليل جدول (6) وشكل (2) يتبين لنا ان اما صنف الأراضي عالية الرطوبة فقد سجل زيادة بالمساحة عام 2022 بمقدار 352.82 كم<sup>2</sup> في حين كانت تشغل 285.51 كم<sup>2</sup> عام 1982 وبمعدل تغير سنوي 67.31 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 23.57 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة. وهذه الزيادة ناتجة عن تزايد الأمطار إذ تمثل الأرض مستودعاً آمناً تتصرف اليه مياه الأمطار والثلوج الذائبة فتتشبع التربة بالمياه وتنتقل إلى الغطاء النباتي فيزداد خضرة وكثافة.

اما صنف الأراضي متوسطة الرطوبة فسجل تزايد بالمساحة عام 2022 إذ شغل 1174.92 كم<sup>2</sup> بعد ان كان يشغل 1119.59 كم<sup>2</sup> وبمعدل تغير 55.33 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 117.39 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة. كما سجل صنف الأراضي قليلة الرطوبة تناقصاً عام 2022 ، بمقدار 1680.99 كم<sup>2</sup> وبنسبة 39.85 % ، في حين كان يشغل 1788.70 كم<sup>2</sup> عام 1982 ، وبنسبة تغير 1679.99% من مجمل مساحة منطقة الدراسة وبفارق مساحة 107.71 كم<sup>2</sup>.

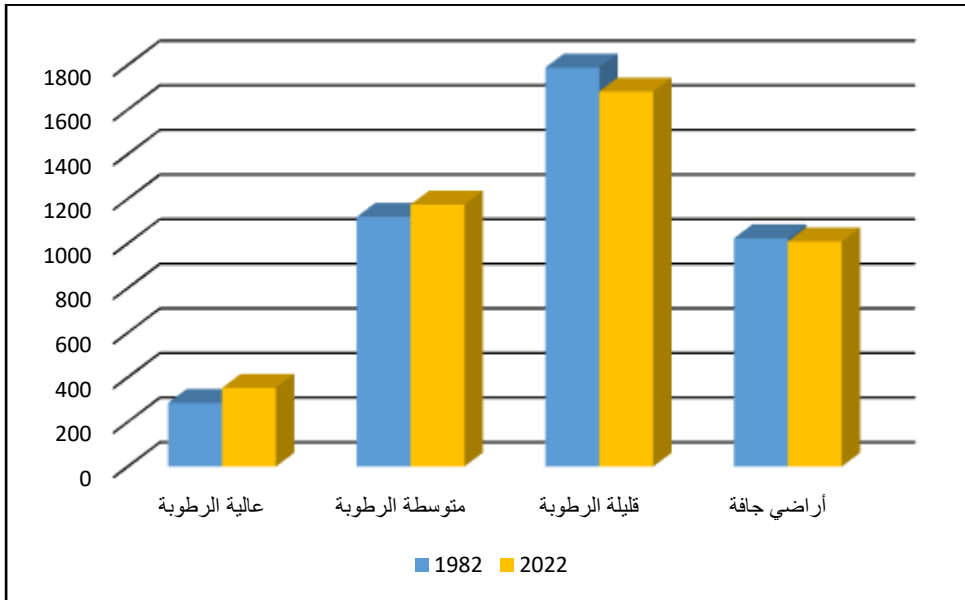
صنف الأراضي الجافة سجل تراجعاً بالمساحة عام 2022 فقد بلغ 1008.9 كم<sup>2</sup> وبنسبة 23.92 % في حين كان يشغل 1023.82 كم<sup>2</sup> ، وبنسبة 24.27 % عام 1982 ، وبفارق مساحة 14.924 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 1.45 % ، من مجمل مساحة الأراضي الجرداء وهذا يرجع الى تناقص كمية الامطار بالمنطقة .

جدول (6) حساب التغير الشامل على وفق مؤشر NDWI للمدة 1982-2022

نوع التغير	نسبة التغير	مساحة التغير	2022		1982		NDWI
			النسبة	المساحة كم <sup>2</sup>	النسبة	المساحة كم <sup>2</sup>	
نقصان	23.57	- 67.31	8.36	352.82	6.76	285.51	عالية الرطوبة
زيادة	117.39	55.33	27.99	1174.92	26.54	1119.59	متوسطة الرطوبة
نقصان	1679.99	-107.71	39.86	1680.99	42.40	1788.70	قليلة الرطوبة
نقصان	1.45	-14.92	23.92	1008.9	24.27	1023.82	أراضي جافة
			100	4217.64	100	4217.64	المجموع

باعتدال على جدول (5) باستعمال برنامج Arc map 10.3

شكل (2) التغير على وفق مؤشر دليل المياه ( 1982-2022 )



باعتدال على جدول (6) باستعمال برنامج الاكسل

الاستنتاجات

1. تؤدي التقنيات الحديثة دوراً فعالاً في مراقبة التغير الحاصل في النطاق الغابي

2. اما صنف الغطاء النباتي متوسط الكثافة فشهد زيادة عام 2022 بمقدار

1260.68 كم<sup>2</sup> وبنسبة 29.88 % ف كي حين كان يشغل 1166.74 كم<sup>2</sup>

- وبنسبة 27.65 % ، عام 1982 وبفارق مساحي 93.94 كم<sup>2</sup> وبنسبة 8.05 % ، من مجمل مساحة منطقة الدراسة ، وهذه الزيادة ناتجة عن توجه نحو استزراع أصناف عديدة من الأشجار بهدف زيادة النطاق الغابي
- 3 . **شهد صنف الأراضي الجرداء وفق مؤشر bsi تناقصاً بالمساحة في حين يشغل 937.60 كم<sup>2</sup>، في حين اصبح 898.89 كم<sup>2</sup> عام 2022 ، وهذا يرجع الى تزايد حالات القطع وتجريد الأراضي الزراعية**
4. **صنف الغطاء النباتي الكثيف سجل زيادة بالمساحة وفق مؤشر الأراضي الجرداء وبمقدار 478.97 كم<sup>2</sup> عام 2022 في حين كان يشغل 355.38 كم<sup>2</sup> ، عام 1982 وبفارق مساحي 123.59 كم<sup>2</sup> وبنسبة 34.77 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة**
5. **اما صنف الأراضي عالية الرطوبة فقد سجل زيادة بالمساحة عام 2022 بمقدار 352.8245 كم<sup>2</sup> في حين كانت تشغل 285.518 كم<sup>2</sup> عام 1982 وبمعدل تغير سنوي 67.3065 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 4.94 % من مجمل مساحة منطقة الدراسة. وهذه الزيادة ناتجة عن تزايد الأمطار إذ تمثل الأرض مستودعاً أمنياً تتصرف اليه مياه الأمطار والثلوج الذائبة فتتشبع التربة بالمياه وتنتقل إلى الغطاء النباتي فيزداد خضرة وكثافة.**
- 6 . **صنف الأراضي الجافة سجل تراجعاً بالمساحة عام 2022 فقد بلغ 1008.90 كم<sup>2</sup> وبنسبة 23.92 % في حين كان يشغل 1023.82 كم<sup>2</sup> ، وبنسبة 24.27 % عام 1982 ، وبفارق مساحة 14.924 كم<sup>2</sup> وبنسبة تغير 1.45 % ، من مجمل مساحة الأراضي الجرداء وهذا يرجع الى تناقص كمية الامطار بالمنطقة .**

## المصادر :

- 1 - مديرية الغابات والمراعي في محافظة السليمانية ، قسم التخطيط ، بيانات غير منشورة
- 2- محمد ، هيفاء احمد ، البليسي ، حسام هشام ، كشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي باستخدام المؤشرات الطيفية ، دراسات المجلة الأردنية للعلوم الإنسانية والاجتماعية ، المجلد 11 ، العدد 2 ، 2018 ، ص 264.
- 3- محسن ، منى مثنى ، حميد ، تنزيه مجيد ، نمذجة التدهور البيئي في ناحية الوجيهية ما بين عامين 1995 - 2022 باستخدام المؤشرات الطيفية ، مجلة ديالى للبحوث الإنسانية ، مؤتمر خاص ببحوث الدراسات العليا ، العدد الأول ، 2023 ، ص 299 .
- 4 \_ المرسومي ، محاسن قاسم حمود ، تغير الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في ناحية ابي صيدا باستخدام المؤشرات الطيفية ، رسالة ماجستير ، جامعة ديالى ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، 2022، ص97 .

1. Mc Feeters, 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- 1432.

## References:

1. Directorate of Forests and Rangelands in Sulaymaniyah Governorate, Planning Department, unpublished data.
2. Al-Muhammad, Haifa Ahmad & Al-Balilisi, Hossam Hisham. “Detecting and Analyzing Vegetation Cover Change Using Spectral Indices,” *Jordan Journal of Humanities and Social Sciences Studies*, Vol. 11, No. 2, 2018, p. 264.
3. Mohsen, Muna Muthanna & Hamid, Tanzih Majid. “Modeling Environmental Degradation in Al-Wajihya District Between 1995 and 2022 Using Spectral Indices,” *Diyala Journal for Human Research*, Special Issue of Graduate Studies Research Conference, No. 1, 2023, p. 299.
4. Al-Marsoumi, Mahasin Qasim Hammoud. *Land Cover and Land Use Change in Abu Saida District Using Spectral Indices*, Master’s thesis, University of Diyala, College of Education for Human Sciences, 2022, p. 97.
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), 1425–1432.