



## نمذجة تدهور الأراضي الزراعية في قضاء بكرة - محافظة واسط للمدة (١٩٩٥-٢٠١٥)

### باستخدام تقانة GIS0RS

م.د نورة زايد عاتي

الجامعة العراقية/ كلية الآداب/ قسم الجغرافية

noora.al-jizaniyah@aliraqia.edu.iq

### المستخلص

يُعَدُّ تدهور الأراضي من القضايا البيئية المعقدة نظرًا لتداخل العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة فيه، فضلاً عن انعكاساته المباشرة على إنتاجية النظم الزراعية. وتشير الدراسات العالمية إلى أن هذا التدهور يؤدي إلى انخفاض إنتاجية الأراضي الزراعية بنسبة تقارب ٧٥% على مستوى العالم، مما يجعله تهديداً جدياً للأمن الغذائي والتنمية المستدامة.

ويُعرف تدهور التربة بأنه فقدان التدرجي أو السريع لخصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية الأساسية، سواءً نتيجةً للعمليات الطبيعية مثل التعرية، أو بسبب الأنشطة البشرية كالإفراط في الاستغلال، والتوسع العمراني، والتلوث. ومن أبرز مسببات تدهور التربة وما ينجم عنه من تهديد لوظائفها البيئية الحيوية: التعرية، وانخفاض محتوى المادة العضوية، وفقدان التنوع البيولوجي، والضغط الميكانيكي، والتصلب السطحي، والتلوث بالمواد النفطية أو الكيميائية، إضافة إلى التملح.

تُعَدُّ تقنيات الاستشعار عن بُعد من الأدوات الفعالة لرصد وتقييم مؤشرات تدهور الأراضي، لما توفره من إمكانية تغطية مساحات شاسعة على مدى فترات زمنية مختلفة، مقارنةً بالأساليب التقليدية المحدودة في المجالين المكاني والزمني. وفي هذا الإطار، أُجريت دراسة لتقييم حالة الأراضي الزراعية في قضاء بكرة بمحافظة واسط، بالاعتماد على مجموعة من المؤشرات الطيفية المستخلصة من المرئيات الفضائية، وهي: مؤشر الرطوبة الأرضية (LSWI)، مؤشر الإجهاد النباتي (SI)، مؤشر الغطاء النباتي الطبيعي (NDVI)، ومؤشر التربة المعدل (SAVI).



اعتمدت الدراسة على تحليل صور الأقمار الصناعية لفترتين زمنيتين يفصل بينهما عشرون عامًا، حيث جرى اختيار عام ١٩٩٥ بوصفه فترة أساس، وعام ٢٠١٥ فترة للمقارنة. وبعد معالجة المرئيات وتحليل المؤشرات، أظهرت النتائج وجود تغيرات واضحة في أنماط استخدام الأرض وغطائها، خصوصًا في الأراضي الزراعية والمسطحات المائية والمناطق المتأثرة بالملوحة.

وتشير هذه التغيرات إلى تدهور ملحوظ في جودة الأراضي الزراعية ضمن المنطقة المدروسة، ويُعزى ذلك إلى مجموعة من العوامل، من أبرزها التغيرات المناخية التي يشهدها العراق بوجه عام، وقضاء بكرة على وجه الخصوص. ويؤدي هذا التدهور إلى تأثيرات سلبية مباشرة على الإنتاج الزراعي المحلي، مما يستدعي تطوير استراتيجيات فعالة لإدارة الأراضي بشكل مستدام، وتوظيف تقنيات الاستشعار عن بُعد في رسم السياسات الزراعية والبيئية المستقبلية.

**الكلمات المفتاحية:** تدهور الأراضي، المؤشرات الطيفية، جودة الأراضي الزراعية.

### **Modeling Agricultural Land Degradation in Badra District – Wasit Governorate For the period (1995-2015) using GIS&RS technology**

Dr. Noura Zayed Aati

Iraqi University / College of Arts /Department of Geography

noora.al-jizaniyah@aliraqia.edu.iq

#### **Abstract:**

Land degradation is a complex environmental issue due to the overlap of natural and human factors affecting it., and its direct impact on the productivity of agricultural systems. Global studies indicate that land degradation contributes to a decrease in agricultural land productivity by nearly 75% globally, posing a real threat to food security and sustainable development.

Soil degradation is defined as the gradual or rapid loss of the basic physical, chemical and biological properties of a soil, whether as a result of natural processes such as erosion, or by human activities such as overexploitation, urbanization and pollution. The most prominent causes of soil degradation, and thus the threat to its vital environmental functions, are: erosion, low organic matter content, loss of biodiversity, mechanical stress, surface solidification, pollution by oil sources or chemicals, and salinization.

Remote sensing techniques are an effective tool in monitoring and evaluating land degradation indicators, as they provide the possibility of



covering large areas during different periods of time, compared to traditional methods limited in terms of time and space. In this context, a study was conducted to assess the state of agricultural land degradation in Badra district in Wasit Governorate, using a number of spectral indicators derived from satellite visualizations, namely: Ground Moisture Index (LSWI), Vegetation Stress Index (SI), Natural Vegetation Cover Index (NDVI), and Adjusted Soil Index (SAVI).

The study relied on the analysis of satellite imagery for two time periods separated by 20 years, where 1995 was chosen as the base period, and 2015 as a comparison period, the results showed after processing the visuals and analyzing the mentioned indicators that there are clear changes in the patterns of land use and cover, especially in agricultural lands, water bodies and soil areas affected by salinity.

These changes indicate a significant deterioration in the quality of agricultural land in the studied area, due to several factors, most notably the climate changes that Iraq is witnessing in general, and the Badra district in particular.

**Keywords:** land degradation, spectral indicators, quality of agricultural land.

#### المقدمة

يُعدّ الاهتمام بالبيئة ورصد التغيرات التي تطرأ عليها محوراً أساسياً منذ عقود، وذلك في ظل ما يشهده العالم من تحولات بيئية متسارعة تطل جميع الدول دون استثناء. وقد شكّل مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (UNCED)، المنعقد عام ١٩٩٢، محطة مفصلية في هذا السياق، حيث جرى اعتماد جدول أعمال القرن الحادي والعشرين بوصفه خطة عمل عالمية لتحقيق التنمية المستدامة (CIESIN)، ٢٠٠١. (وأكد الفصل الأربعون من هذا الجدول على ضرورة تحسين نظم المعلومات البيئية، باعتبارها شرطاً جوهرياً لمتابعة التقدم نحو تحقيق أهداف الاستدامة، وهو ما دفع الدول إلى إعداد تقارير وطنية دورية ترصد حالة البيئة).

وفي إطار تقييم تدهور الأراضي الزراعية، طوّرت مجموعة من المؤشرات التي تمتاز بقدرتها القياسية وفعاليتها في التعبير عن التغيرات البيئية، فضلاً عن حساسيتها في الكشف عن مظاهر التدهور.

ومن أبرز هذه المؤشرات:

١- الكثافة السكانية والضغط الديمغرافي.



٢-تغير أنماط استخدام الأراضي والغطاء الأرضي.

٣-إجمالي ضغط الرعي.

٤-معدلات تآكل التربة.

٥-مؤشر الفقر البشري.

٦-التغيرات في معدلات الهطول المطري.

٧-مؤشر الغطاء النباتي الموحد (NDVI).

٨-استهلاك المياه بحسب نوع المصدر.

٩-الرصد الدوري لمستويات المياه في طبقات المياه الجوفية غير الاستراتيجية.

١٠-القيمة الاقتصادية المضافة للمياه.

١١-جودة الموارد المائية.

١٢-مستوى التنوع الاقتصادي.

١٣-نسبة الإنفاق من الناتج المحلي الإجمالي على أبحاث الموارد البيئية.

١٤-القدرة المؤسسية على تخطيط استخدام الأراضي على المستويين الإقليمي والمحلي.

أما تدهور الأراضي الزراعية، فيُعرّف بأنه الانخفاض في القدرة الإنتاجية للأرض نتيجة أنماط معينة من الاستخدام، ويُعد من أبرز التحديات البيئية على المستوى العالمي. ويتجلى هذا التدهور في ثلاثة مكونات رئيسية: تدهور التربة، وتدهور الموارد المائية، وتراجع الغطاء النباتي. وقد عرّف برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP، ١٩٩٢) تدهور الأراضي بأنه الفقد أو التناقص الفعلي في القدرة الإنتاجية أو النفعية للأرض، سواء بفعل عوامل طبيعية أو بشرية، مما يؤدي تدريجياً إلى تراجع نوعية الموارد الأرضية بمرور الزمن.

#### مشكلة الدراسة

غالبًا ما يُعدّ تدهور الأراضي الزراعية جزءًا فرعيًا من تدهور الأراضي بشكل عام. ويُعرّف تدهور الغطاء النباتي بأنه أحد أشكال هذا التدهور، ويتمثل في إحداث تغيير في مكونات الغطاء النباتي الطبيعي وبنيته وتوزيعه الجغرافي، بما في ذلك تدمير أو إزالة الأنواع المحلية أو إدخال أنواع غريبة وضارة. وغالبًا ما يكون هذا التغيير تدريجيًا ويمكن الاستدلال عليه من خلال مجموعة من المؤشرات البيئية.



يرتبط تدهور الغطاء النباتي ارتباطاً وثيقاً بظاهرة التصحر، ويؤثر بصورة مباشرة على المناطق الجافة وشبه الجافة وسكانها المحليين. ويتحدد خطره وفقاً للجوانب الاقتصادية والاجتماعية المرتبطة بتلك المجتمعات. وتشمل عملية التدهور إزالة أو تدمير مختلف أشكال الغطاء النباتي، من أشجار وشجيرات وأعشاب وحشائش، وذلك بفعل الرعي الجائر أو قطع الأشجار لاستخدامها كحطب أو بسبب الحرائق، مما يؤدي إلى تعرض بعض الأنواع النباتية لخطر الانقراض أو الاختفاء. ويتسع مفهوم تدهور الأراضي الزراعية ليشمل أيضاً اندثار بعض المحاصيل الزراعية.

### أهمية الدراسة

يمثل تدهور الأراضي تهديداً كبيراً للأمن الغذائي، واستدامة سبل العيش، وخدمات النظم البيئية، فضلاً عن تأثيره في الحفاظ على التنوع البيولوجي. وتشير التقديرات إلى أن المساحة الإجمالية للأراضي الصالحة للزراعة في العالم تبلغ نحو ٧,٦١٦ مليون فدان، أي ما يعادل ٢٤% فقط من إجمالي مساحة سطح الأرض. (Esri, n.d.)

وتكتسب دراسة تدهور الأراضي في ناحية بدة بمحافظة واسط أهمية خاصة نظراً لما تتمتع به المنطقة من مقومات زراعية، ولا سيما وفرة التربة الخصبة المناسبة للإنتاج الزراعي. فهي تُعدّ مصدراً رئيسياً لتوفير العديد من المحاصيل التي تلبي احتياجات المنطقة والمناطق المجاورة. ومن هذا المنطلق، تهدف الدراسة إلى الكشف عن مظاهر تدهور التربة واقتراح معالجات مناسبة، بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية التي تتميز بدقة عالية وقدرة على تغطية مساحات واسعة، إضافة إلى إمكانيةها في رصد التغيرات المكانية المرتبطة بتدهور التربة.

### فرضية الدراسة

انطلقت فرضية الدراسة بوصفها محاولة أولية لمعالجة المشكلة البحثية، ويمكن تلخيصها في

الآتي:

- ١- هل تعاني منطقة الدراسة من تدهور في الأراضي الزراعية خلال فترة الدراسة؟
- ٢- هل يمكن الاعتماد على المؤشرات الطيفية في دراسة وتقييم تدهور الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة؟

### أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى تحقيق جملة من الأهداف الرئيسة، أبرزها:



١- تقدير الوضع الراهن لتدهور الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، من خلال تحديد مساحة ونسبة كل متغير بالاستناد إلى المؤشرات الطيفية المعتمدة.

٢- دراسة مجموعة من المعايير المحددة التي تسهم في تقييم التدهور المكاني والزمني للأراضي الزراعية في منطقة الدراسة، مع اختيار أهمها لتمثيل صورة التدهور في قضاء بدره.

٣- حساب نسبة ومساحة التغيرات المكانية والزمانية في منطقة الدراسة، استناداً إلى المؤشرات الطيفية المستخدمة.

٤- إعداد خرائط تظهر مظاهر تدهور الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة، بالاعتماد على المؤشرات والمعايير الخاصة برصد تدهور الغطاء النباتي.

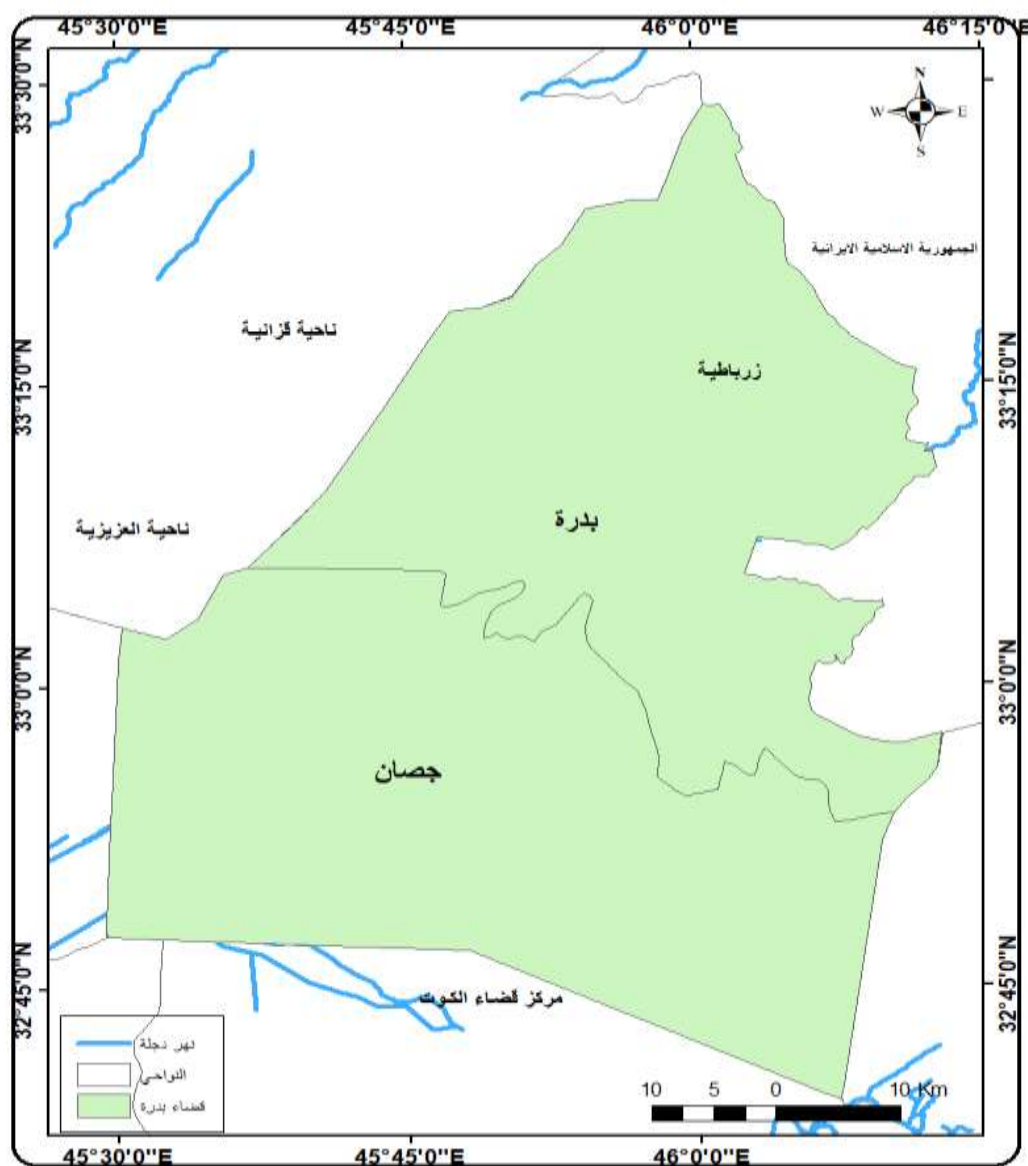
منهجية الدراسة

اعتمد الباحث في دراسته على المنهج الاستنباطي الذي ينطلق من المعطيات الكلية وصولاً إلى الجزئيات، مستنداً إلى أسلوب المعالجة الرقمية للبيانات المصنفة زمنياً ضمن سلسلة صور الأقمار الصناعية. وقد استخدم برنامج ArcMap 10.4.1 لتطبيق المعادلات الرياضية الطيفية الخاصة بالمؤشرات الطيفية، بالإضافة إلى جمع البيانات الميدانية التي تسهم في تحسين تفسير النتائج وتحليلها.

الحدود المكانية

تعد منطقة الدراسة جزءاً من السهل الرسوبي في محافظة واسط ويقع قضاء بدره بين دائرتي عرض (خط العرض)  $33.0833^{\circ}$  (شمالاً) وخطي طول خط الطول  $45.9000^{\circ}$  (شرقاً) تقع مركز قضاء بدره في محافظة واسط شمال شرق مدينة مركز المحافظة الكوت يبعد عنها 72 كم، تبلغ مساحة منطقة الدراسة (3650 كم<sup>2</sup>) ويقع قضاء بدره وسط الحوض الهيدرولوجي (حوض بدره-جسان) وباتجاه الشمال الشرقي منه ناحية زرباطية وجنوبه ناحية جسان وتقع منطقة الدراسة بين نطاقين طبيعيين هي سلسلة جبال حميرين شمال شرق القضاء والسهل الرسوبي بالجنوب الغربي اما إدارياً يحدها من الشرق جمهورية إيران الإسلامية ومن الشمال ناحية مندلي التابعة الى محافظة ديالى ومن الغرب قضاء الكوت ومن الجنوب ناحية العزيزية، يلاحظ خريطة (١)

خريطة (١) الحدود الادارية لقضاء بدره / محافظة واسط



المصدر : بالاعتماد على خريطة العراق الادارية بمقياس وبرنامج Arc map 10.5  
تتكون منطقة الدراسة من الناحية الادارية من مركز قضاء بدره وناحية جسان وناحية زرباطية، يلاحظ جدول(1)  
تتكون منطقة الدراسة من الناحية الادارية من مركز قضاء بدره وناحية جسان وناحية زرباطية،  
يلاحظ جدول (١)



جدول (١) الوحدات الادارية لقضاء بدرة/ محافظة واسط

| الوحدة الادارية | المساحة كم <sup>٢</sup> | النسبة المئوية % |
|-----------------|-------------------------|------------------|
| مركز قضاء بدرة  | ١٢١٤                    | ٢١,٤٩            |
| ناحية جصان      | ١٨٥٦                    | ٣٢,٨٦            |
| ناحية زرباطية   | ٥٨٠                     | ١٠,٢٧            |

المصدر: جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية للأعوام ٢٠١٠-٢٠١١.

المواد وطرق العمل

وفرت التقانات الجغرافية الحديثة، عند توظيفها في التحليل المكاني، إمكانيات واسعة تتيح مراقبة التغيرات البيئية وتحليلها والتنبؤ بها عبر أبعاد مكانية وزمنية مختلفة. ومن هنا تبرز أهمية هذه الدراسة التي تهدف إلى الكشف عن أبرز المؤشرات الطيفية المرتبطة بالإنتاج الزراعي، وعناصر التربة والمياه، بوصفها عوامل رئيسية في تغير أنماط استخدام الأراضي الزراعية، إلى جانب العوامل البشرية الأخرى. وتُعدّ منطقة الدراسة إحدى المناطق الزراعية المهمة في محافظة واسط، إلا أنها تواجه تحديات متزايدة تتعلق بالإنتاج الزراعي والتغيرات المناخية وسوء الإدارة. وبناءً على ذلك، جرى اختيار مجموعة من المؤشرات الطيفية المناسبة لرصد مظاهر تدهور الأراضي الزراعية في قضاء بدرة، استجابةً لمجموعة من المتغيرات مثل: الجفاف الموسمي، التملح الناتج عن ضعف تصريف المياه، أنماط الزراعة غير المستدامة، وقلة الغطاء النباتي.

الخطوات المنهجية للدراسة:

تحميل المرئيات الفضائية:

تم تنزيل الصور الفضائية الخاصة بسنتي الأساس (٢٠١٤) والمقارنة (٢٠٢٤) من موقع هيئة

المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS) عبر منصة Earth Explorer

اذ أن انعكاسية النبات تكون كبيرة في النطاق تحت الأحمر القريب NIR وانخفاض انعكاسيته في

النطاق المرئي R (أكرم، ٢٠٢١، ص. ٤٩)

ويمكن احتساب هذا المؤشر بالاعتماد على المعادلة التالية (Index Database", n.d):

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

( )

اذا ان:

NDVI = قيمة مؤشر الاخضرار الطبيعي

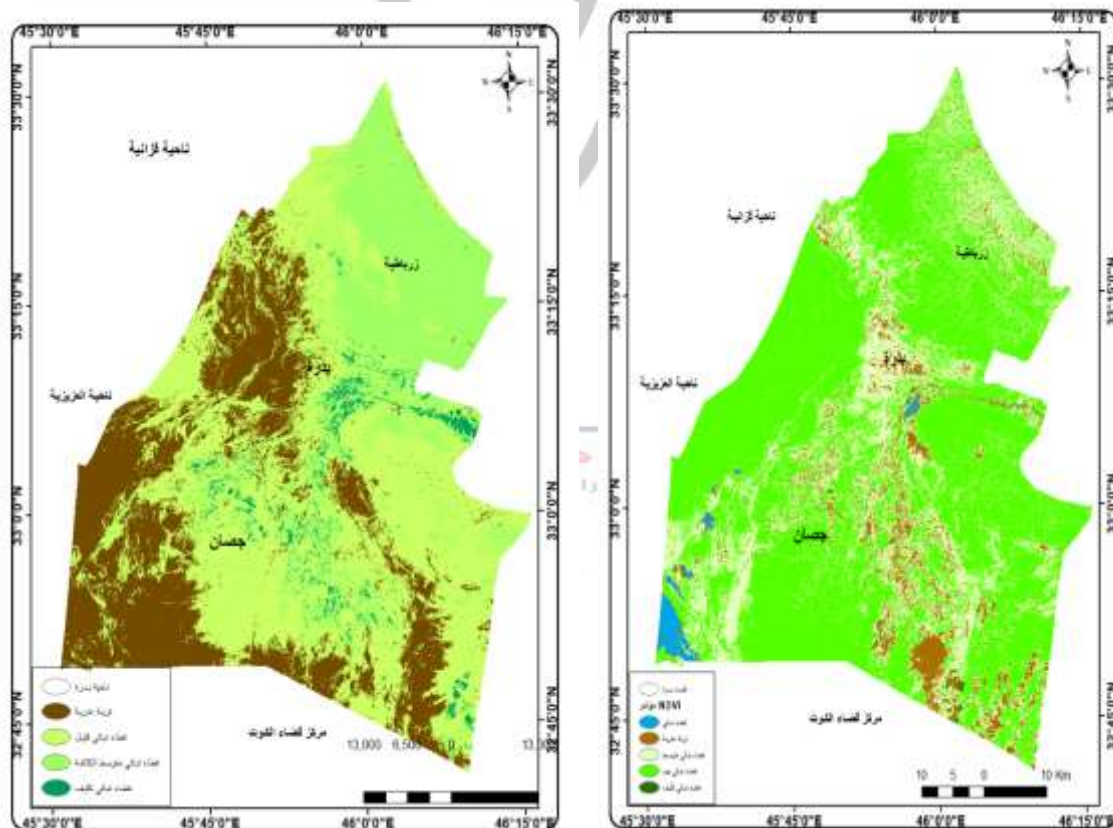
NIR = الأشعة تحت الحمراء

RED= الأشعة الحمراء

وبشكل عام فإن مدى القيم المتحصلة من تطبيق هذا المؤشر تتراوح بين ( +١\_ -١) وإذا كان الرقم موجب وقريب من ١ دل ذلك على ان الغطاء النباتي كثيف والعكس صحيح أذ كانت القيم سالبة دل على قلة الكثافة النباتية او خلو المنطقة من الغطاء النباتي ("NDVI Function", n.d).

يلاحظ خريطة (٢،٣)

خريطة (٢) مؤشر NDVI لعام ١٩٩٥      خريطة (٣) مؤشر NDVI لعام ٢٠١٥



المصدر : بالاعتماد على اعتمادا على مرئية 9 LandSat5 لعام ١٩٩٥، ٢٠١٥ باستخدام برنامج Arc map

10.1.8



ب- مؤشر ملوحة التربة (SI – Salinity Index)

هناك عدة صيغ لأحتساب هذا المؤشر وتم الاعتماد على المعادلة ادناه

(Allbed, Kumar, & Aldakheel, 2014, p. 2 )

$$SI = (Red + NIR) / Green$$

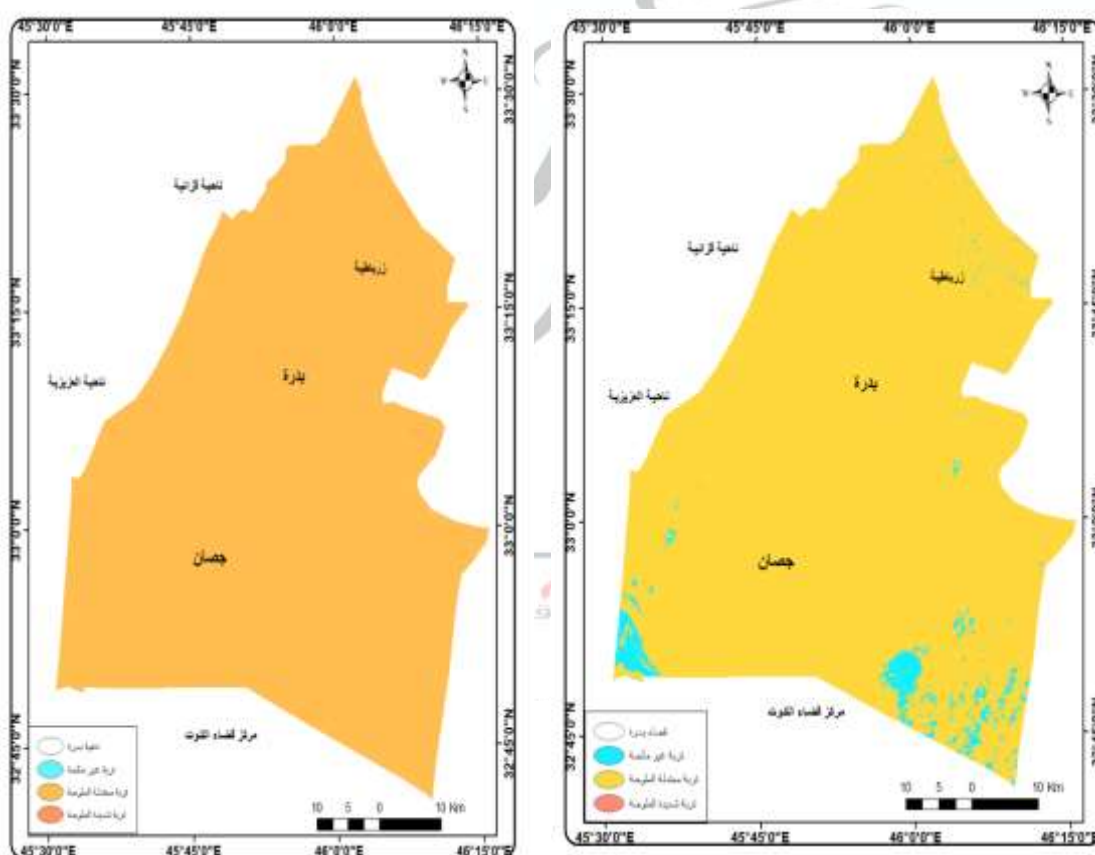
(٢)

الغرض: الكشف عن مناطق التربة المالحة التي تُعدّ من أهم أسباب تدهور الأراضي الزراعية في

مناطق مثل قضاء بدرة، يلاحظ خريطة (٤،٥)

خريطة (٤) مؤشر SI في قضاء بدرة لعام ١٩٩٥ خريطة (٥) مؤشر SI في قضاء بدرة لعام

٢٠١٥



المصدر : بالاعتماد على اعتمادا على مرئية 9 LandSat5 لعام ١٩٩٥، ٢٠١٥ باستخدام برنامج

Arc map 10.1.8

ج- مؤشر رطوبة التربة (LSWI – Land Surface Water Index)



تمثل رطوبة التربة نسبة صغيرة جدًا من المياه العذبة السائلة على سطح الأرض، إذ لا تتجاوز (٠.١٥%)، لكنها تُعدّ عنصرًا حيويًا في الدورة الهيدرولوجية، حيث تعمل كمخزن مؤثر للمياه. وتلعب دورًا محوريًا في تنظيم التفاعلات بين سطح الأرض والغلاف الجوي، مما ينعكس على المناخ والطقس. كما تُسهم رطوبة التربة في تحديد استجابة مستجمعات المياه لجريان الأمطار، خاصةً في المناطق التي تسود فيها ظاهرة الجريان الناتج عن التشبع (Grayson, Western, & Blöschl, 2002, p. 149).

تؤثر رطوبة التربة كذلك في مجموعة واسعة من العمليات الحيوية المرتبطة بنمو النباتات، وما يترتب عليها من أنماط بيئية وإنتاج زراعي، فضلًا عن دورها في العديد من العمليات الفيزيائية والكيميائية داخل التربة. ويُلاحظ أن رطوبة التربة تتباين مكانيًا وزمانيًا، ويتأثر هذا التباين بعدة عوامل، من أبرزها: نوع التربة، وكثافة الغطاء النباتي، والتضاريس، والظروف المناخية.

ويُعد نقص هطول الأمطار خلال المراحل المبكرة من نمو المحاصيل من أخطر التحديات الزراعية، إذ تكون جذور النباتات الناشئة سطحية، ما يجعلها شديدة الحساسية لإجهاد الرطوبة. وتُعدّ مرحلة الإنبات وتأسيس المحصول بالغة الأهمية؛ فحدوث أي إجهاد رطوبي خلالها يؤدي إلى معدلات مرتفعة من موت الشتلات، ويقلل من كثافة المحصول، ويؤثر سلبيًا في جودة وإنتاجية المحصول المتبقي (Chandrasekara, Sessa Sai, & Behera, 2011, p. 50).

ويمكن احتساب هذا المؤشر بالأعتماد على المعادلة في أدناه (Christian et al., 2022, p. 100770):

$$LSWI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

(٣) إذ أن :

NIR (Near Infrared): الحزمة القريبة من تحت الحمراء

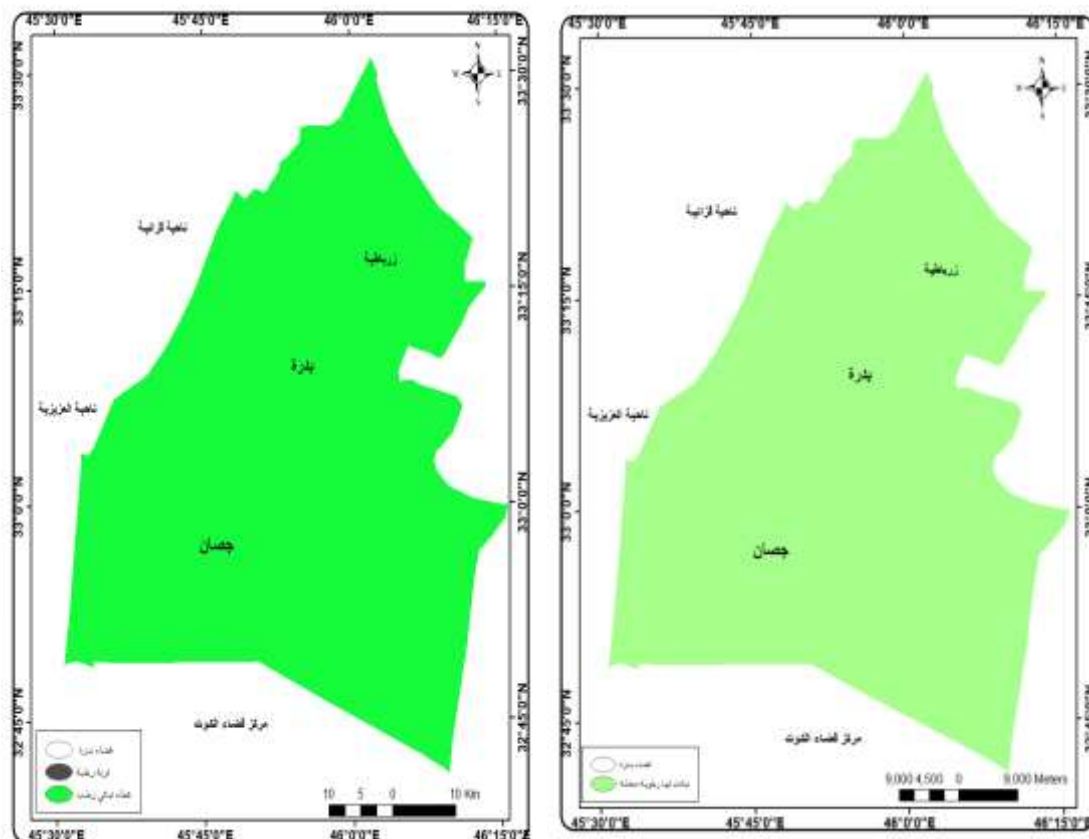
SWIR (Shortwave Infrared): الحزمة القصيرة من تحت الحمراء

الغرض: تحليل المحتوى المائي للتربة، إذ إنّ الجفاف يؤثر مباشرة في خصوبة الأرض، يلاحظ

خريطة (٦،٧)

خريطة (٦) مؤشر LSWI في قضاء بدرة لعام ١٩٩٥ خريطة (٧) مؤشر LSWI في قضاء بدرة

لعام ٢٠١٥



المصدر : بالاعتماد على اعتمادا على مرئية 9 LandSat5 لعام ٢٠١٥، ١٩٩٥ باستخدام برنامج Arc map 10.1.8

من ملاحظة خريطة (٦) و (٧) ظهر مؤشر LSWI تراجعاً في المحتوى الرطوبي في الجزء الجنوبي من قضاء بدرة، مما قد يشير إلى جفاف موسمي أو استنزاف المياه الجوفية. في المقابل، ترتفع القيم بالقرب من المسطحات المائية، مما يدل على استمرار وجود رطوبة سطحية في تلك المناطق، وهو ما يدعم احتمالية استمرار النشاط الزراعي هناك والحالة مماثلة للعام ٢٠١٥ مما يشير الى تغير في استخدام الأرض أو تأثير بشري (مثل إزالة الغطاء النباتي).

د- مؤشر التباين الطيفي (SAVI – Soil Adjusted Vegetation Index)

طُوِّرت العديد من المؤشرات الطيفية لوصف مغطات الغطاء النباتي ورصد حالتها. ويُعدّ أكثر هذه المؤشرات شيوعاً ذلك المبني على استخدام الانعكاسات الطيفية في النطاقين الأحمر والقريب من تحت الحمراء (NIR)، إذ أظهرت الدراسات وجود علاقة قوية بين هذه المؤشرات وعدد من معايير



الغطاء النباتي، مثل: مساحة الأوراق الخضراء، والكتلة الحيوية، ونسبة الغطاء الأخضر، والإنتاجية الزراعية، ونشاط عملية التمثيل الضوئي. (Huete, 1988, p. 295)

ومن أبرز هذه المؤشرات المؤشر المعدل للغطاء النباتي ( SAVI – Soil Adjusted Vegetation Index)، الذي طُوِّر لتقليل تأثيرات سطوح التربة من خلال إدخال معامل خاص لتصحيح الانعكاس الأرضي. وتكمن أهمية هذا المؤشر في كونه يُستخدم على نحو خاص في المناطق القاحلة وشبه القاحلة التي تتميز بانخفاض كثافة الغطاء النباتي ("Monitor Vegetation", n.d)

$$SAVI = \left( \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red + L)} \right) \times (1 + L)$$

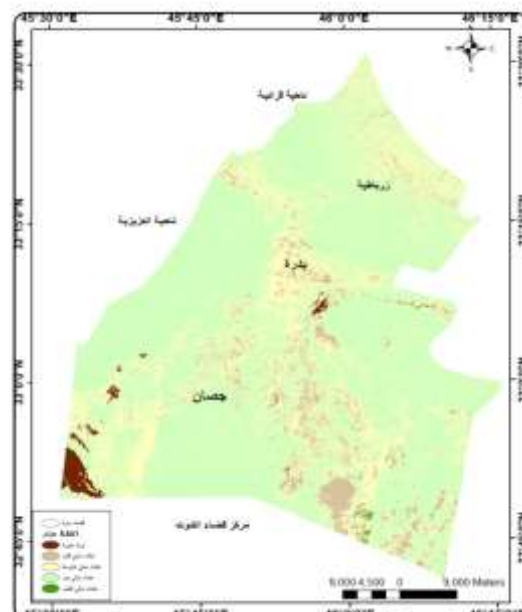
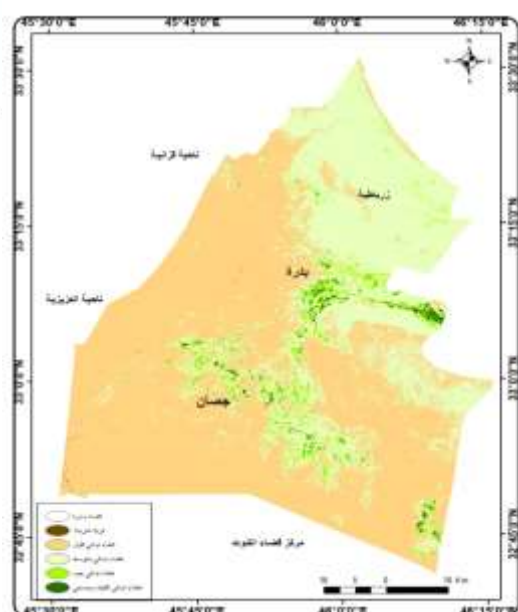
:(Index Database", n.d")  
(٤)

حيث L هو معامل تصحيح (عادة ٠.٥).

الغرض: مفيد في المناطق التي يكون فيها الغطاء النباتي قليل، مثل مناطق شبه الجفاف، يلاحظ خريطة (٨،٩).

لذلك فإن استخدام مؤشرات مثل NDVI، LSWI، SI، SAVI يُعدُّ أساسياً لرصد وتقييم تدهور الأراضي الزراعية.

خريطة (٨) مؤشر SAVI في قضاء بدرة لعام ١٩٩٥ خريطة (٨) مؤشر SAVI في قضاء بدرة لعام ٢٠١٥





المصدر : بالاعتماد على اعتمادا على مرئية 9 LandSat5 لعام ١٩٩٥, ٢٠١٥ باستخدام برنامج Arc map 10.1.8

جدول ( ٢ ) يوضح حساب نسب التغير في المؤشرات الطيفية المعتمدة ضمن إطار الدراسة

| نسبة التغير % | سنة المقارنة ٢٠١٥ | سنة الأساس ١٩٩٥ | مؤشر NDVI |
|---------------|-------------------|-----------------|-----------|
| 2397%         | 26.942            | 1.079           |           |
| 254%          | 46.301            | 13.064          |           |
| -71%          | 24.67             | 85.772          |           |
| 2355%         | 2.087             | 0.085           |           |
| -100%         | 0.012             | 2.676           | مؤشر SI   |
| 3%            | 99.951            | 97.318          |           |
| 517%          | 0.037             | 0.006           |           |
| 0             | 0                 | 0               |           |
| ٠             | ٠                 | 100             | مؤشر LSWI |
| ٠             | ١٠٠               | 0               |           |
| -95%          | 0.049             | 0.999           | مؤشر SAVI |
| -86%          | 0.918             | 6.359           |           |
| -87%          | 3.32              | 24.744          |           |
| -50%          | 33.583            | 67.814          |           |
| %٧٣٨          | ٦٢.١٣             | ٠.٠٨٤           |           |

جدول ( ٣ ) يوضح حساب مساحة التغير من المؤشرات الطيفية المعتمدة ضمن إطار الدراسة



| نسبة التغير % | سنة المقارنة ٢٠١٥ | سنة الأساس ١٩٩٥ | مؤشر NDVI |
|---------------|-------------------|-----------------|-----------|
| 1249%         | 12.474            | 0.925           |           |
| 91%           | 21.438            | 11.205          |           |
| -84%          | 11.423            | 73.569          |           |
| 1223%         | 0.966             | 0.073           |           |
| -100%         | 0.012             | 2.604           | مؤشر SI   |
| 5%            | 99.903            | 94.709          |           |
| 517%          | 0.037             | 0.006           |           |
| ٠             | 0                 | 0               |           |
| ٠             | 0                 | 0               | مؤشر LSWI |
| ١٠٠           | 100               | 100             |           |
| -96%          | 0.03              | 0.678           | مؤشر SAVI |
| -87%          | 0.57              | 4.313           |           |
| -88%          | 2.063             | 16.78           |           |
| -55%          | 20.865            | 45.987          |           |



|        |        |       |  |
|--------|--------|-------|--|
| 67623% | 38.602 | 0.057 |  |
|--------|--------|-------|--|

### النتائج والمناقشة

من خلال تحليل نسب التغير للمؤشرات الطيفية المختارة لرصد حالة التدهور في الأراضي الزراعية ضمن قضاء بكرة بمحافظة واسط، للمدة الممتدة بين (١٩٩٥-٢٠١٥)، يمكن استخلاص النتائج التالية:

أولاً: مؤشر الغطاء النباتي الطبيعي (NDVI)

يُعدّ هذا المؤشر انعكاساً مباشراً لكثافة ونشاط الغطاء النباتي. أظهر المؤشر زيادة كبيرة في بعض الفئات (مثل: من ١٠.٠٧٩ إلى ٢٦.٩٤٢ بنسبة ٢٣٩٧%)، ومن ٠.٠٨٥ إلى ٢.٠٨٧ بنسبة ٢٣٥٥%)، ما يشير إلى تحسن موضعي في كثافة الغطاء النباتي في أجزاء محدودة من المنطقة.

في المقابل، حدث انخفاض حاد في الفئة الأكبر (من ٨٥.٧٧٢ إلى ٢٤.٦٧ بنسبة ٧١%)، وهو ما يعكس تدهوراً واسع النطاق في المناطق التي كانت تتميز سابقاً بغطاء نباتي كثيف. وبناءً على ذلك، يمكن القول إن مؤشر NDVI يُظهر فقداناً كبيراً في الغطاء النباتي على مستوى واسع، بالرغم من بعض مظاهر التحسن الموضعي المحدودة.

ثانياً: مؤشر الإجهاد النباتي (SI)

يُستخدم هذا المؤشر للكشف عن مناطق الإجهاد البيئي وضعف النمو النباتي. أظهرت النتائج انخفاضاً ملحوظاً في بعض الفئات (من ٢.٦٧٦ إلى ٠.٠١٢ بنسبة ١٠٠%)، ما يشير إلى اختفاء مظاهر الإجهاد في بعض المواقع، وهو تغير إيجابي. في المقابل، حدث ارتفاع طفيف في النسبة الكبرى (من ٩٧.٣١٨ إلى ٩٩.٩٥١ بنسبة ٣+%)، وهو ما يعكس استمرار أو زيادة طفيفة في مساحة المناطق التي تعاني من إجهاد بيئي. وبصورة عامة، يُظهر مؤشر SI استقراراً نسبياً مع بعض التحسن النوعي، مما يشير إلى تغيرات محلية في طبيعة الإجهاد البيئي أكثر من كونها تغيرات كمية واسعة.

ثالثاً: مؤشر رطوبة سطح الأرض (LSWI)

يعكس هذا المؤشر المحتوى الرطوبي للتربة والغطاء النباتي.



أظهرت النتائج تحولاً جذرياً في التوزيع، إذ انتقلت بعض الفئات من ١٠٠% إلى ٠% والعكس صحيح، وهو ما يعكس تغيرات جذرية في توزيع المياه السطحية والمحتوى الرطوبي للتربة. ويُحتمل أن تكون هذه التغيرات ناجمة عن عوامل مناخية (مثل الجفاف) أو عن تغيرات في أنماط استخدام الأرض (مثل تراجع الزراعة المروية).

رابعاً: مؤشر الغطاء النباتي المعدل (SAVI)

يُستخدم هذا المؤشر لتقييم الغطاء النباتي مع تقليل تأثير التربة المكشوفة.

أظهرت النتائج انخفاضاً حاداً في معظم الفئات (تراوح بين ٥٠% إلى ٩٥%)، ما يشير إلى تدهور كبير في الغطاء النباتي، لاسيما في المناطق التي كانت تتمتع سابقاً بكثافة نباتية معتدلة أو عالية.

في المقابل، لوحظ ارتفاع كبير في فئة واحدة (من ٠.٠٨٤ إلى ٦٢.١٣ بنسبة ٧٣٨%)، وهو ما يعكس تحسناً واضحاً في مناطق محدودة فقط.

وبصورة إجمالية، يُظهر مؤشر SAVI فقداناً واسعاً في جودة الغطاء النباتي، مع تحسن استثنائي في مناطق صغيرة.

المقترحات

استناداً إلى النتائج السابقة، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات لمعالجة مظاهر تدهور الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة:

١- اعتماد الزراعة الذكية مناخياً: من خلال تحديد المواعيد المثلى للزراعة والري، وحصص المناطق المعرضة لخطر الجفاف، واستصلاح الأراضي المتملحة أو المهددة بالتدهور.

٢- تحسين إدارة مياه الري: عبر تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل بدقة، وتشجيع زراعة محاصيل ذات استهلاك مائي منخفض، مع توظيف تقنيات الاستشعار عن بُعد لرصد وتطوير المناطق الجافة والمعرضة للإجهاد المائي.

٣- إعادة التشجير: لمواجهة أخطار التعرية المائية والريحية، والحد من تدهور التربة.

٤- حماية الأراضي الزراعية: من خلال وضع قيود صارمة على التوسع العمراني أو الصناعي أو الخدمي على حساب الأراضي الزراعية.

المصادر:



١. الجريسي، ص. م. ف. (٢٠١٣). تصنيف وتقييم حالة تدهور الأراضي ضمن مشروع أيمن الفرات والصقلاوية وعلاقته بالموقع الفيزيوجرافي [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. جامعة الأنبار، كلية الزراعة.
٢. الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات. (٢٠١١). المجموعة الإحصائية السنوية للأعوام ٢٠١٠-٢٠١١. جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي.
٣. الهالي، د. إ. (٢٠٠٧). تدهور الغطاء النباتي الطبيعي في السفوح الشرقية لجبال فلسطين الوسطى: بركة القدس حالة دراسية. كلية الآداب، جامعة بيرزيت.
4. Christian, J. I., Basara, J. B., Lowman, L. E. L., Xiao, X., Mesheske, D., & Zhou, Y. (2022). Flash drought identification from satellite-based land surface water index. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 26, 100770. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100770>
5. 5.2-Chandrasekara, K., Sesha Sai, M. V. R., & Behera, G. (2011). Assessment of early season agricultural drought through land surface water index (LSWI) and soil water balance model. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVIII-8/W20, 50.
6. 6.3-Grayson, R. B., Western, A. W., & Blöschl, G. (2002). Scaling of soil moisture: A hydrologic perspective. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 30, 149–180.
7. 7.4-Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment, 25, 295–309.
8. 5-Klintonberg, P., & Seely, M. (2004). Land degradation monitoring in Namibia: A first approximation. Environmental Monitoring and Assessment, 99, 5–21.
9. U.S. Department of Agriculture: Agricultural Research Service. (2008). Application of spectral remote sensing for agronomic decisions. DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. <https://digitalcommons.unl.edu>
10. Vogt, J. V., et al. (2011). Monitoring and assessment of land degradation and desertification: Towards new conceptual and integrated approaches. Land Degradation & Development. <https://doi.org/xxx>
11. (n.d.). An overview of land degradation, desertification and sustainable land management using GIS and remote sensing applications.
12. [gis/esri/dijit/analysis/help/ar/MonitorVegetation\\_ra.html](https://gis.esri.com/dijit/analysis/help/ar/MonitorVegetation_ra.html).
13. <https://www.indexdatabase.de/db/r-single.phpid=420.-13>
14. <https://doc.arcgis.com/ar/arcgis-online/analyze/ndvi-function.htm>
15. Assessing soil salinity using soil salinity and vegetation indices derived from IKONOS high-spatial resolution imageries: Applications in a date palm dominated region, Amal Allbed a,\*, Lalit Kumar a, Yousef Y. Aldakheel b, <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.03.025,p2> .
16. <https://www.indexdatabase.de/db/r-single.php?id=420>