

## Use of spectral indicators to infer some of the morphomelic aspects in Wasit Governorate

Assistant Prof. Dr. Safia Shaker Matouk  
The University of Basrah  
Basra and the Arabian Gulf Studies Center  
E- mail: [Safia.ALMutawri@uobasrah.edu.iq](mailto:Safia.ALMutawri@uobasrah.edu.iq)

### Abstract:

The study adopted the use of spectral indicators to infer some of the morphomelic aspects in Wasit governorate a bunch of ideas by using modern geographic technologies to build a simulation model for morphomaclimatic ground features in Wasit Governorate By using a combination of geographic information systems software, Remote sensing, as well as counting on Satellite data (Land Sat) and for the OLI (2018), in view of the complexity and diversity of land features in the governorate according to its constituent process by relying on remote sensing technology and its various means as effective and accurate tools in observing these aspects, including the river valleys, composts, canyons and streaks, sand dunes ..... etc. To achieve the goal of the study, a range of guides and indicators have been employed for inference of (morpho-climatic) terrestrial features (NDVI, VI, SAVI, MSAVI, IPVI, NDSI,) because its outputs are a means for the help of land use planners from an understanding of quantitative and qualitative characteristics and the resulting effects. Familiarity with these indicators is vital since it makes it easier for the investor to take a clear picture of the nature of the area for which studies are intended. This, in turn, contributes to proper planning of development projects in the region.

**Key words:** Spectral Indicators, Morphoclimatic Features, canyons and streaks.

## استخدام المؤشرات الطيفية للاستدلال عن بعض المظاهر المورفومترية في محافظة واسط

أ.م.د. صفية شاكر معتوق المطوري

جامعة البصرة / مركز دراسات البصرة والخليج العربي

E- mail: [Safia.ALMutawri@uobasrah.edu.iq](mailto:Safia.ALMutawri@uobasrah.edu.iq)

### المستخلص:

اعتمدت دراسة استخدام المؤشرات الطيفية للاستدلال عن بعض المظاهر المورفومترية في محافظة واسط على مجموعة من الافكار باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة لبناء نموذج محاكاة للمظاهر الارضية المورفومترية في محافظة واسط باستخدام مجموعة من برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، فضلاً عن الاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Land Sat) وللمتحسس (OLI) لعام (٢٠١٨)، ونظراً لتعقيد المظاهر الأرضية في المحافظة وتنوعها بحسب العملية المكونة لها اعتمد على تقنية الاستشعار عن بعد ووسائله المختلفة كأدوات فعالة ودقيقة في مراقبة تلك المظاهر ومنها الاودية النهرية، السباح، الاخاديد والحزوز، الكثبان الرملية..... الخ ولتحقيق هدف الدراسة تم توظيف مجموعة من الأدلة والمؤشرات في الاستدلال عن المظاهر الارضية(المورفومترية)، (NDVI ، VI ، SAVI ، MSAVI ، IPVI ، NDSDI ،)، لأن نواتجها تشكل وسيلة يستعين بها مخططوا استخدامات الأرض من فهم الخصائص الكمية والنوعية وما ينتج عنها من تأثيرات، وبعد الإلمام بهذه المؤشرات أمراً حيوياً إذ يساهل على مستثمريها أخذ صورة واضحة عن طبيعة المنطقة التي يرام إعداد دراسات عنها وهذا بدوره يساهم في التخطيط السليم لمشاريع التنمية في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: المؤشرات الطيفية، المظاهر المورفومترية، الاخاديد والحزوز

## المقدمة:

تعد طريقة استخدام المؤشرات الطيفية وتطبيقاتها في الدراسات الجيومورفولوجية من الأساليب الحديثة للوصول الى عملية تحليل الاشكال الارضية، من خلال الاستعانة بالتطور العملي في مجال التكنولوجيا الحاسوبية وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في معالجة البيانات الرقمية لإجراء عملية التحليل والتفسير ومراقبة الاشكال المورفومناخية وفهم التغيرات الحاصلة عليها. ونظراً لكفاءة التقنيات الجغرافية الحديثة في استخدام الأساليب الإحصائية ورسم الخرائط، وتحليل المرئيات الفضائية واستخدام طرق وأساليب معالجتها وتمهيداً لاستخلاص المعلومات والتوصل الى مدى الإمكانات المتاحة للكشف عن المظاهر المورفومناخية من حيث الدقة في رسمها، وقابليتها على تخزين ومعالجة وعرض واسترجاع وإخراج المعلومات الجغرافية، مما سمح في استخدام هذه التقنية بغية عمل بنك معلومات جغرافي لمنطقة الدراسة لتكون نواة ودراسة تطبيقية تسهل لمتخذي القرار في رسم خطط التنمية في المحافظة لتطويرها وكافة المجالات.

ان لتقنيات التحسس النائي متمثلة بالأدلة والمؤشرات لها دور مهم في رصد المظاهر المورفومناخية ومراقبة تغيراتها، مما يستدعي الاهتمام بها ومع إنَّ طرائق المؤشرات تتفاوت من حيث الدقة والجهد والوقت إلا أنَّها تلتقي من حيث إبراز المظاهر الارضية بشكل واضح ، إذ تم وضع اوزان ترجيحية لطبقات المعلومات التي تم بناؤها فضلاً عن طبقات المؤشرات المشتقة لكل دليل وقرينة طيفية، وإنتاج الخريطة المتجمعة التي تبرز تشكيل المظهر المورفومناخي لتحديد مؤهلات المنطقة على أساس الملائمة الأرضية.

## مشكلة الدراسة:

تتلخص مشكلة الدراسة في امكانية توظيف التقنيات الجغرافية الحديثة في بناء قاعدة معلوماتية دقيقة للاستدلال عن المظاهر الارضية (المورفومناخية)، بدل استخدام العمليات التقليدية في التحليل الجيومورفولوجي التي تشوبها أخطاء كثيرة وعدم الدقة في النتائج والتوزيع للظواهر الجغرافية فضلاً عن الجهد والوقت والكلفة، وتحدد المشكلة بالسؤال الاتي:

- هل يمكن توظيف المعطيات الرقمية الفضائية في بناء نماذج بهيئة خرائط يمكن أن تكون أساساً لقواعد البيانات الجغرافية للمظاهر المورفومناخية في محافظة واسط؟
- وهل يمكن بواسطة هذه المؤشرات الاستدلال عن الاشكال المورفومناخية وبالتالي تقييمها لتقديم المعالجات البيئية وتحقيق الملائمة والقابلية الأرضية لمختلف الاستعمالات السائدة؟

### فرضية الدراسة:

ان هناك امكانية لتوظيف المعطيات الرقمية الفضائية (التقنيات الحديثة) في بناء قاعدة معلوماتية دقيقة بهيئة خرائط تصويرية تكون أساساً لقواعد البيانات الجغرافية للاستدلال عن المظاهر الارضية (المورفومترية)، وخاصة الاماكن المتضرسة التي يصعب الوصول إليها، وتحقيق اكبر قدر من الدقة في القياس والتحليل والتفسير، لمعالجتها وتحليلها وباقل كلفة وجهد وتقديم المعالجات الناجعة لتطوير بيئة المنطقة والتي تدعم صانعي القرار في خطط التنمية المستقبلية في المجالات كافة.

### هدف الدراسة:

تهدف الدراسة الى بناء نماذج تحاكي الواقع بهيئة رقمية، باستخدام معطيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية ومن ثم تقييم قدرة وامكانية ومدى دقة التقانات الجغرافية الحديثة في كشف ودراسة مظاهر سطح الارض المورفومترية باستخدام المؤشرات الطيفية، وذلك من خلال متابعة سلسلة البيانات الفضائية وتحليلها من خلال قرائن طيفية تكشف مدى التباين في هذا المجال.

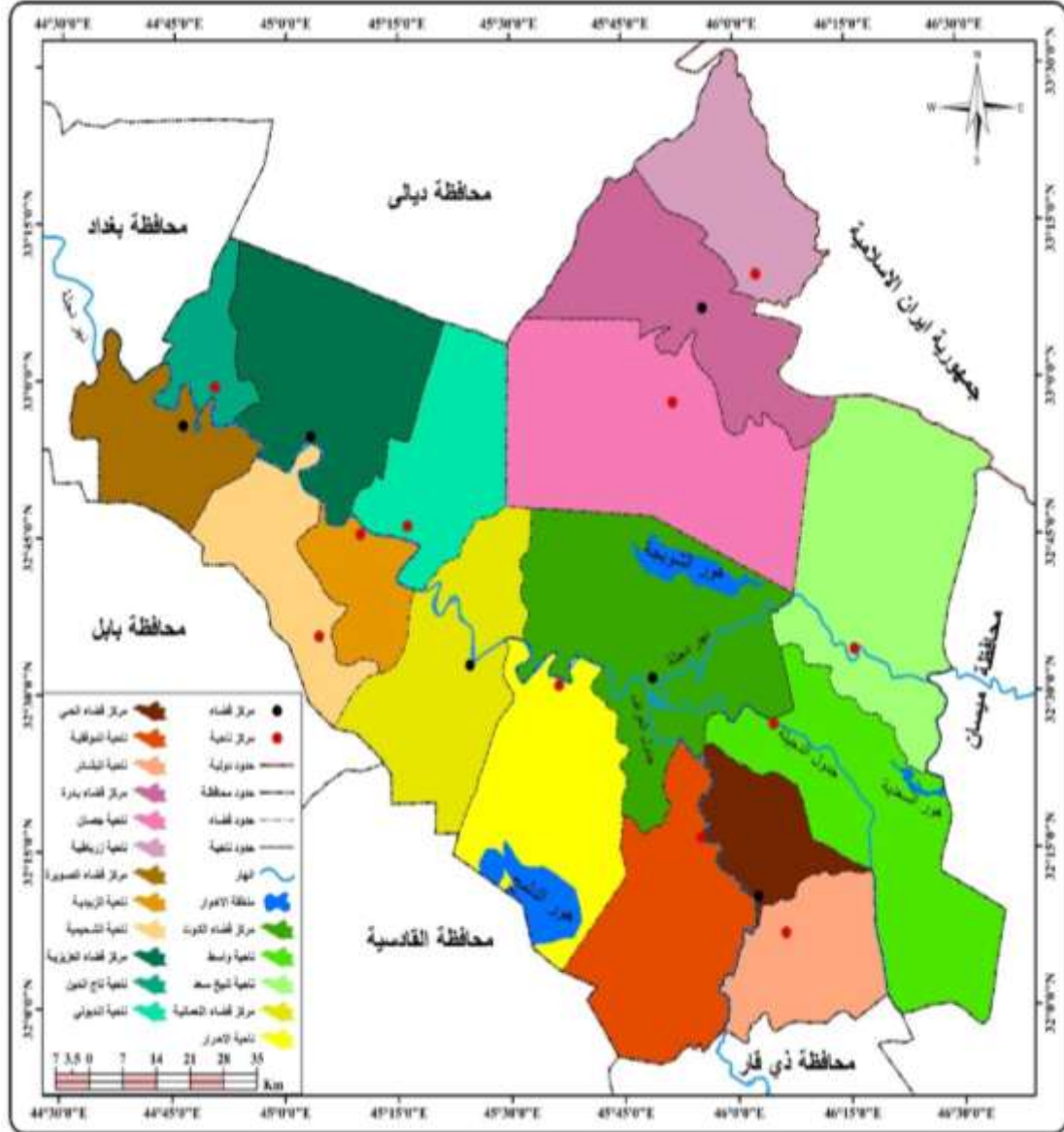
وبناء على ما سبق فقد طبقنا تقنية المؤشرات والقرائن الطيفية كإحدى الطرائق للكشف عن الاشكال المورفومترية، وبالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Landsat8) لعام 2018م واستخدام برنامج (Arc Map 10.5) وملفات الارتفاع الرقمي (DEM) وكذلك برامج نظام المعلومات الجغرافية الـ (GIS) بهدف الاستدلال عن بعض المظاهر المورفومترية من ابرزها (الودية النهرية، الاخاديد، الحوز، ظهور الحيطان، الكتبان الرملية... الخ) ، فضلاً عن تفسير تطور معالم سطح الأرض كونها عاملاً يؤثر في العمليات الخارجية المؤثرة في السطح وعاملاً مسيطراً في تطور الاشكال الارضية وتتبعكس فيها.

### موقع منطقة الدراسة:

تتمثل بالحدود الإدارية لمحافظة واسط ، التي تقع في الجزء الشرقي من المنطقة الوسطى للعراق، بين دائرتي عرض ( ١١ ٥٥ ٣١ - ٤١ ٣١ ٣٣ ) شمالاً، وضمن قوسي طول ( ٤٣ ٣٠ ٤٤ - ٣٢ ٣٤ ٤٦ ) شرقاً، حيث تحادد من الشمال محافظتي ديالى وبغداد، و تحادد غرباً محافظتي بابل والقادسية، و تحادد من الجنوب محافظة ذي قار ومن الجنوب الشرقي محافظة ميسان، وشرقاً جمهورية ايران الإسلامية ، خريطة (١)، وبذلك تشغل حيزاً مكانياً، بلغت مساحتها الكلية (١٧١٥٣) كم<sup>٢</sup> وتشكل هذه المساحة نسبة مقدارها (٣,٩٥ %) من أجمالي مساحة العراق البالغة (٤٣٤١٢٨) كم<sup>٢</sup> (١)،

خريطة (١)

الوحدات الإدارية حسب النواحي في محافظة واسط



المصدر: محمد اطيخ ماهد المالكي ، التمثيل الخرائطي لظاهرة التصحر في محافظة واسط باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة البصرة ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، ٢٠٢٠ ، ص ٧.

## أولاً: مفاهيم الدراسة وتقنياتها:

أحدثت التقنيات الجغرافية الحديثة تغييراً كبيراً في طرق وأساليب الحصول على البيانات والمعلومات الجغرافية ومعالجتها وطرائق تمثيلها وأصبحت الصيغ الرقمية لها الريادة وذلك بسبب قدرتها على توفير الكثير من الجهد والوقت وتقليل الكلفة والدقة العالية<sup>(٢)</sup>، ومن أهم التقنيات المستخدمة في الدراسة هي:

### ١ - التقنيات الجغرافية الحديثة:

#### أ- تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS):

تعرف تقنية نظم المعلومات الجغرافية بأنه نظام حاسوبي يهتم بجمع وإدخال ومعالجة وتحليل وعرض وإخراج وربط المعلومات الوصفية، بالمعلومات المكانية (الجغرافية)، عن طريق عمل موديلات واشتقاق نماذج بهيئة خرائط عالية الجودة، معتمدة على كفاءة بشرية وإلكترونية متميزة<sup>(٣)</sup>، تشترك جميعها في إطار جغرافي موحد، مما يجعلها تعتمد على العديد من المصادر في تكوينها، أو هي طريقة لتنظيم المعلومات الجغرافية باستخدام الحاسوب وربطها بمواقعها المكانية، مما يجعلها تتعامل مع البيانات من حيث إدخالها وتخزينها واستخراجها ومعالجتها، حيث تقود هذه العمليات إلى بناء نظام معلوماتي (بيانات)، بهيئة خرائط لمنطقة ما، تشترك جميعها بالحدود نفسها<sup>(٤)</sup>

أن استخدام البرمجيات الحديثة في عملية التصنيف البصري، كبرنامج (Arc Map V 10.4.1)، وبرنامج (Erdas) تؤدي إلى تحديد الأشكال بشكل دقيق جداً، وذلك بسبب السهولة والمرونة التي تقدمها هذه البرمجيات من خلال الأوامر المتعددة التي تحتويها هذه البرامج من تكبير وتصغير، الأمر الذي يؤدي إلى تتبع الظواهر الأرضية وامتداداتها بشكل جيد من خلال الشاشة الصغيرة، وبالتالي يجعل عملية التصنيف البصري أكثر دقة في تحديد الظواهر ذات الامتداد الصغير، فضلاً عن الظواهر ذات الامتداد الكبيرة<sup>(٥)</sup>.

#### ب- تقنية الاستشعار عن بعد (RS)

الاستشعار عن بعد<sup>(\*)</sup>، يعد الوسيلة الأفضل لدراسة وجمع المعلومات عن المنطقة المزمع دراستها ومراقبة الظاهرة بالاعتماد على المرئيات الفضائية الناتجة عن المستشعرات عالية التمييز المكاني والتي تحدد نوع الأشكال الأرضية (المورفومترية) وفقاً لحجم الأشعة المنعكسة ضمن المجالات الطيفية، كما يمكن مراقبتها من خلال التغيرات التي تطرأ على الغطاء النباتي وإنتاج الخرائط التفصيلية من كم المعلومات التي تزودها البيانات الفضائية التي تتسم بالدقة والشمولية متمثلة بالمرئيات الفضائية.

لعبت التقنيات الرقمية الحديثة دوراً بارزاً في دراسة وتمثيل أشكال سطح الأرض والغطاء الأرضي بشكل عام، لما توفره من معلومات تتصف بالدقة والتفصيل عن المظاهر المراد دراستها، فضلاً عن إمكانيةها الكبيرة في تحديث البيانات المكانية بشكل مستمر ومنتظم، وإلقاء نظرة شاملة على جزء من سطح الأرض أو كله، وتسهيل إيجاد العلاقة لدراسة المواضيع الجيومورفولوجية وتقييمها في العمل الحقلية. وهي التقنية الاحداث التي لها القدرة على انجاز الدراسات لمساحات واسعة من سطح الارض في وقت قصير وكادر قليل مقارنة بالطرائق الاعتيادية التي تعتمد على العمل الميداني فضلاً عن امكانية الحصول على معلومات من الصعوبة الحصول عليها بالطرائق الاعتيادية، فالاستشعار عن بعد وسيله مهمه لاستخلاص معلومات دقيقه وحساسة عن خواص اي هدف عند سطح الارض وعن التغيرات الطارئة على هذا الهدف<sup>(١)</sup>.

#### ج: تقنية تحديد المواقع العالمي (GPS) (\*):

عبارة عن مجموع من الأقمار الاصطناعية التي تزود المستخدمين بالمواقع الجغرافية ، حيث يتكون من (٢٤) قمراً اصطناعياً في(٦) مدارات حول الكرة الأرضية فضلاً عن محطاتها الأرضية ، يزود كل منها معلومات دقيقة عن الوقت والموقع لتمكن أجهزة استقبال (GPS) من حساب الموقع على سطح الأرض بشكل خط طول ودائرة عرض، وبدقة تصل إلى حوالي (٣.١) أمتار، وقد استخدم في مجال تحديد النقاط المرجعية جهاز من نوع (Garmin Map78s) بدقة تتراوح بين (٣-٥) متر مع امكانية زيادة الدقة الى اكبر من ذلك بعد تنزيل خرائط عالية الدقة لمنطقة الدراسة<sup>(٧)</sup>، للتأكد من بعض الظواهر والدراسة الميدانية ونقاط التدريب وعينات التربة لغرض إجراء التصنيف والتحليلات المختلفة.

#### د: تقنية نموذج الارتفاع الرقمي (DEM):

يعد نموذج الارتفاع الرقمي للتضرس (DEM) والمشتق من البيانات الرادارية، احدى المكونات الأساسية لأنظمه المعلومات الجغرافية والقاعدة التي يعتمد عليها لاستنتاج الخواص المتعلقة بطبوغرافيه المنطقة واستقراء المعلومات عن تضاريسها وتفيد هذه المعلومات العديد من المجالات العلمية والتطبيقية منها النمذجة الجيومورفولوجية والدراسات البيئية والمحاكاة الهيدرولوجية وهندسة الطرق والاتصالات وادارة الموارد الطبيعية<sup>(٨)</sup>. ويعتمد نموذج الارتفاع الرقمي ( DEM ) في اشتقاق العديد من المعلومات والبيانات في مجال التحليل الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة ،كتحديد الظواهر الارضية وتصنيفها وقياساتها وتحديد اتجاهاتها، ومن مميزات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) هو قابليته على خزن كميات كبيرة من البيانات المكانية بصورة منتظمة يسهل التعامل معها كقاعدة بيانات وانجاز العمليات الإحصائية المختلفة للمعطيات

الجغرافية، كما توفر الدقة في التحليل المكاني والوصفي والتحليل الإحصائي التي يصعب توفيرها يدوياً، فضلاً عن التوزيع الجغرافي للظواهر المختلفة بثلاثة ابعاد (X.Y.Z)، التي يمثل فيها (X.Y) الإحداثيات الأفقية بينما يمثل (Z) الإحداثي العمودي (الارتفاع)، علاوة على إمكانية الحصول على أشكال متحركة يسهل فهم واستيعاب طبيعة السطوح الإحصائية وطرق تمثيلها<sup>(٩)</sup>.

#### هـ- البرمجيات المستخدمة في الدراسة:

شملت الدراسة استخدام العديد من الأنظمة والبرمجيات والتطبيقات والتي تساعدنا في التفسير والتحليل الالي للمريثات الفضائية ومنها برنامج ERDAS IMAGING وبرنامج ArcGIS Ver.10.5. ويهدف هذا البرنامج إلى تأمين بيئة مناسبة للتعامل مع البيانات المكانية والوصفية أو المعلومات الجغرافية، بطريقة مرنة تساعد المستخدم على رؤية العلاقات المكانية بين معلوماته وإمكانياته في تمثيلها بخرائط رقمية ومعالجتها وتخزينها واستردادها وتحليلها وإخراجها وتصديرها وطباعتها<sup>(١٠)</sup> إذ تم استخدام برنامج ايرداس في اجراء المعالجة الرقمية للمريثات الفضائية من التصحيح الهندسي ( Geometric correction) وحساب وعمل مرئية لل NDVI وبتواريخ زمنية مختلفة وصنفت مرئية ال NDVI الى أربعة أصناف كخطوة لتحديد وتقييم المساحات التي تعاني من درجات التدهور المختلفة، والتي قسمها العالم إلى أربع مستويات سواء كان للتربة أو للغطاء النباتي والتي شملت تدهور خفيف Slightly ، وتدهور معتدل Moderate وتدهور شديد Severe وتدهور شديد جدا Very Severe وتم حساب درجات التدهور اعتماداً على تصنيف مرئية NDVI موضحاً فيها قيم الألوان الأساسية (R, G, B) لكل صنف وعدد وحدات الصور ( Pixel )، ومساحة كل صنف من الأصناف في حين استخدم برنامج GIS في التمثيل الخرائطي والاخراج النهائي للمريثات الفضائية.

وتم تشغيل هذه البرمجيات لإجراء التحليلات المكانية والإحصائية المتعددة والتي لها قدرة عالية برسم الخرائط وإدارة قواعد البيانات وتحليل البيانات وإظهار النتائج واستنباط خرائط جديدة والقيام بعمليات النمذجة المكانية وإخراجها على شكل خرائط عالية الدقة وغيرها من الصفات التي تتحلى بها<sup>(١١)</sup>.

#### ٢: الأدلة والمؤشرات الطيفية (Digital Index):

يعرف المؤشر (Index) بأنه وسيلة لقياس تركيز ظاهرة ما، وهي عمليات جبرية مشتقة من العمليات الحسابية الأساسية لا حصر لها الغرض منها إنتاج مرئية بصرية تكون أكثر قدرة على الشرح والتفسير ليلخص في قيمة واحدة تفاعل الهدف مع نطاقات طيفية محددة من الطاقة الكهرومغناطيسية، وكأنها معايير ذلك الهدف في درجة تركيز خصائصه<sup>(١٢)</sup>، وتستخدم الأدلة المشتقة من بيانات الاستشعار



عن بعد في العديد من التطبيقات التي تهتم بدراسة الكتلة الحيوية (Biomass) كإنتاجية أو جودة النبات والتي تعتمد دقتها على طبيعة البيانات المستخدمة أولاً وعلى طبيعة البيئة ثانياً وعلى تأثير الظواهر المشكلة للرؤية على الأدلة نفسها، بمعنى أن استخدام هذه الأدلة تنطبق أحياناً على تفسير معلم محدد فقد يشترط وجود أكثر من دالة ومن ثم توضيح ما يفيد منها في عملية التفسير. وتعد من أفضل وسائل التصنيف وكشف اشكال سطح الارض في الدراسات المورفومترية.

وتمثل الأدلة الرقمية (Indices) احد أهم التحسينات المطبقة على المرئيات الفضائية والناجمة من تطبيق نماذج رياضية معينة أو تقسيم أو طرح أو ضرب أو جمع قيم الأعداد الرقمية لإحدى الحزم الطيفية على ما يقابلها من القيم في حزمة طيفية أخرى، وهذه لها أهمية كبيرة في تحويل الخصائص الطيفية لمظاهر المرئية المتأثرة بالمعان، إذ أن هذه المرئيات تبين التغيرات في منحنى الانعكاسية الطيفية للحزمتين المعنيتين بغض النظر عن قيم الانعكاسية الممتصة من قبل الحزم الطيفية، وتستعمل الأدلة الرقمية بشكل واسع في الاستدلال عن المظاهر الجيومورفولوجية وتصنيفها، إذ تكون الأدلة هي الأفضل في تمييز الاختلافات التي لا يمكن ملاحظتها بالمرئيات ذات الحزم اللونية الأساسية، فضلاً عن تقليلها من تأثير الظلال في المرئيات المتعددة الأطياف<sup>(١٣)</sup>، وتم معالجة المرئيات الفضائية لغرض الحصول على نتائج هذه المؤشرات في برنامج (ARC GIS 10.5) باستخدام أداة (Map Algebra- Raster Calculator) يمكن اشتقاق الأدلة من بيانات الاستشعار عن بعد باستخدام علاقات بين النطاقات تشمل القسمة، الطرح والفرق المتعامد لتعمل هذه الأدلة على تعظيم الظواهر المطلوب وتبينها وتوضيحها في المرئية في حين تعمل على تقليل أثر ظواهر أخرى اعتماداً على قيم الأنعكاسية والقيم العددية للمرئية الفضائية، وعلى هذا الأساس استندت الدراسة على أدلة متنوعة في الكشف عن المظاهر المورفومترية في منطقة الدراسة، حيث ان كل مؤشر منهم اثبت انه اداة مفيدة وسريعة وكافية وغير مكلفه لرصد ومراقبة المظاهر المورفومترية، ومن اهم المؤشرات المستخدمة هي:-

#### ١- دليل الأختلاف النباتي (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI):

يُعد هذا الدليل من الأدلة القياسية الدقيقة والمهمة في دراسة الغطاء النباتي وتدهوره ضمن أطوال موجية مختلفة (Wavelengths) ويستخدم هذا الدليل أيضاً في دراسة انخفاض إنتاجية النبات أو وجوده من عدمه وتحسب بالمعادلة الآتية<sup>(١٤)</sup>:

$$NDVI = \frac{NIR.BAND - RED.BAND}{NIRBAND + RED.BAND}$$

## ٢- مؤشر الملوحة (SI):

هو مؤشر يقيس العلاقة المباشرة بين (EC) ورطوبة التربة للدلالة على تركيز الملوحة في الرطوبة المتاحة، حيث يمثل حاصل ضرب الاشعة الحمراء والاشعة تحت الحمراء القريبة مقسوماً على الاشعة الخضراء، ويعتبر مؤشر حساس للانعكاس السطحي للأرض المتأثر بالملوحة، يستخدم في إنتاج خرائط مستويات المحتوى الملحي للتربة ويحسب وفق المعادلة الآتية<sup>(١٥)</sup>:

$$SI = \frac{BAND. RED \times BAND. NIR}{BAND. GREEN}$$

## ٣- مؤشر الدليل الريحي (EMI):

يعد مؤشر الدليل الريحي نموذج بسيط تم تطويره لأشياء صورة تؤكد على المناطق ذات الكثافة النباتية المنخفضة وانعكاس التربة المرتفعة، إذ ان تطبيق هذه الدليل يظهر المرئية الفضائية بتدرج اللون الاصفر الذي تشير الى مستويات ذات الكثافة النباتية المنخفضة وانعكاسات التربة العالية وعمل كدليل لتقدير المستوى النسبي لإمكانية التعرية الريحية، حيث يمثل حاصل قسمة الاشعة الحمراء على الاشعة تحت الحمراء القريبة، ويدمج ناتج هذه القسمة مع النطاقين السابقين، ويحسب وفق المعادلة الآتية<sup>(١٦)</sup>:

$$EMI = \frac{BAND. RED}{BAND. NIR}$$

## ٤- مؤشر التعرية المائية المحتملة (Z):

يعد من المؤشرات المهمة في كشف وتقدير التعرية المائية، معتمداً في ذلك على مجموع من المتغيرات الجغرافية، كطبيعة التربة والانحدار والغطاء النباتي، ويحسب وفق المعادلة الآتية<sup>(١٧)</sup>:

$$Z = Y \times Xa \times (\varphi + \sqrt{Ja})$$

حيث ان: Z = مؤشر التعرية المائية المحتملة.

Y = معامل قابلية التربة للتعرية.

Xa = معامل حماية التربة.

$\varphi$  = معامل تطور التعرية وشبكة التصريف.

Ja = انحدار السطح بالنسبة المئوية.

## ٥- مؤشر القشرة البايولوجية (CI):

يمتاز هذا المؤشر في رصد الطبقة الرقيقة من سطح التربة والتي تمتاز بوجود الأشنات والأعشاب والطحالب والبكتيريا فيها ويمثل مؤشر القشرة البيولوجية الفرق بين الاشعة الحمراء (Red) والاشعة الزرقاء (Blue) على مجموعهما مطروحا منه واحد، ويمتد المدى الدينامي للمؤشر بين (٠ - ٢) وتتراوح قيمة

المؤشر (١ - ٢) عندما يكون نطاق الأشعة الزرقاء اعلى من نطاق الأشعة الحمراء، ويحسب وفق المعادلة الآتية<sup>(١٨)</sup>:

$$CI = 1 - \left( \frac{BAND.RER - BAND.BLUE}{BAND.RED + BAND.BLUE} \right)$$

٦- مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI):

يعد من أفضل الأدلة الطيفية للتنبؤ بحجوم دقائق التربة السطحية، يستخدم هذا المؤشر للدلالة على الأراضي المعرضة للتدهور من خلال التنبؤ بحجوم دقائق التربة السطحية، إذ توجد علاقة ارتباط طردية مع محتوى الرمل الناعم، بينما تكون علاقة ارتباط عكسية مع محتوى التربة من حجوم دقائق الطين والغرين للطبقة السطحية في المناطق الجافة ذات الغطاء النباتي المنخفض، ويحسب وفق المعادلة الآتية<sup>(١٩)</sup>:

$$GSI = \frac{(BAND.RED - BAND.BLUE)}{(BAND.RED + BAND.BLUE + BAND.GREEN)}$$

ثانياً: الأشكال الأرضية (المورفومترية):

تعد المظاهر الأرضية المورفومترية انعكاساً للخصائص الطبيعية للمنطقة كالتربة الصخرية والتراكيب الخطية وطبوغرافية المنطقة، وتتشكل المظاهر التضاريسية بشكل يتماشى مع ميكانيكية العمليات التي ساهمت في تكوينها كالتجوية والتعرية بحسب طبيعة العوامل والقوى المساهمة في نشاطها من خلال تغيير خصائصها وسماتها الجيومورفولوجية و المورفومترية بواسطة نواتج تلك العمليات والتي كانت بدرجات مختلفة من حيث التأثير، وتتميز ترب بعض اراضي المنطقة بسيادة الجفاف وقلة الغطاء النباتي لقلة المحتوى الرطوبي مما يسهل تفككها ومن ثم تعرضها لعمليات التعرية وبالتالي تشكيل بعض المظاهر المورفومترية<sup>(٢٠)</sup>.

تم تحليل الأشكال الأرضية ضمن منطقة الدراسة عن طريق استخدام الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس ١/١٠٠٠٠٠ والصادرة عن الهيئة العامة للمساحة والمرئيات الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي Landsat 8 وكويك بيرد لسنة 2016، بقدرة تمييز (1)م، وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

ان معلومات المرئيات الفضائية عن المظاهر الأرضية تتضمن بيانات متجددة عن سطح الارض وبشكل مستمر وهذه المعلومات وما تتضمنها من خصائص متعددة تعد الوسيلة الأكثر ملائمة لاكتشاف التغيرات التي تطرأ على سطح الارض، والغطاء الأرضي إذا ما تعرض الى تدهور فان بقية الموارد الأخرى سوف تتعرض الى التدهور. وتتشكل سلوكية المظهر الأرضي للمنطقة بفعل بعض العوامل ومنها

الصخرية والطبوغرافية فضلاً عن تأثير النبات والانسان بنشاطاته المختلفة والتي بمجملها تشكل الوسط البيئي الذي ينشئ فيها المظهر الارضي، ومن الأشكال الأرضية المورفومترية في منطقة الدراسة:-  
١- الأودية المائية النهرية:

يتقطع الجانب الشرقي من منطقة الدراسة بمجموعة من الأودية الرئيسية والثانوية المتمثلة بشبكة الصرف التي شقت مجاريها عن طريق الحت المائي وهي من اهم الاشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات التعرية المائية، ويعتمد جريان المياه في هذه الأودية على نظام التساقط الفصلي للأمطار، لذا فإن جريانها يمتاز بالتذبذب الكبير بسبب فصلية التساقط المطري من جهة والتباين المكاني والزمني من جهة أخرى، ولاسيما أنها تجري فوق تكوينات صخرية مختلفة، كالصخور الكلسية والرملية والتي تكون ذات استجابة عالية لعمليات التجوية والتعرية<sup>(٢١)</sup>. صورة(١)

صورة (١) احد الاودية في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

تتسم هذه الوديان بتعرجاتها وقوة عملية الحت الرأسي فيها لاسيما في فصل التساقط، اذ غالباً ما تظهر في بعض اجزائها حافات شديدة الانحدار، تملأ هذه الاودية بمياه السيول وتجري بسرعه كبيرة وتتنقل كميات من الحصى والجلاميد بإشكال واحجام متباينة تقوم بحت جوانب الأودية أو قيعانها بواسطة ضغط المياه وما تحمله من رواسب وتجري بسرعه كبيرة جدا على هيئة مجاري طولية تكون مع الوقت أخاديد طبيعية من الرسوبيات الرمل والطين غير المتماسكة بسبب سطوحها المنحدرة المتعرجة، اما السطوح المنبسطة،

فتجري مياه الأمطار أسفل المنحدر على هيئة مسطحات عريضة وضحلة من المياه. تتباين تلك الوديان في أطوالها واتساعها وأعماقها وتنساب المياه بشكل مسيلات مائية باتجاه بعض المناطق التضاريسية المنخفضة، وتشق مجاريها عبر هذه المنخفضات متخذةً مجاري لها ضمن تكوينات جيولوجية ضعيفة تتمثل بالصدوع والانكسارات مكونة مجاري الجداول والوديان، وتتجمع المسيلات والأخاديد والجداول بعضها مع البعض الآخر مكونة أحواض الأودية<sup>(٢٢)</sup>، وتتحد معظم أودية المنطقة باتجاهات مع الانحدار العام للمنطقة، كما تظهر في المنطقة عدد من الوديان الفرعية الموسمية ذات جريانات مؤقتة بعد تساقط الأمطار.

## ٢- الخوانق النهرية والأخاديد:

الخوانق هي وديان ضيقة وعميقة ذات جوانب شديدة الانحدار تقوم بعملية تعميق قيعانها بعملية النحت التراجعي أكثر من توسيع مجاريها وتظهر الخوانق فوق المناطق التلالية المرتفعة نسبياً ذات الانحدار الشديد يساعدها وجود مناطق للضعف الجيولوجي كالفواصل والشقوق والانكسارات، وتظهر الأخاديد على شكل مجاري مائية صغيرة بمسارات قصيرة شبه متوازية بجوانب مرتفعة تنشأ بفعل التعرية المطرية تملأ بالمياه بعد سقوط الأمطار وتعمل على تقطيع جوانب التلال المنفردة والمتصلة بسبب ما تقوم به من نحت تراجعي<sup>(٢٣)</sup>. صورة (٢).

### صورة (٢) الخوانق النهرية في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠م

### ٣- المنعطفات النهرية:

هي ثنيات او تقوسات تظهر في مجاري الانهر وتكون متلازمة للمجرى خلال مرحلة النضج والشيخوخة وتتطور عندما تنخفض سرعة جريان النهر إلى درجة تعرية احد جوانب المجرى والترسيب في الجانب الاخر، فتحدث عملية التعرية في الجانب المقعر وعملية الترسيب في الجانب المحدب من المجرى فيأخذ المجرى شكلاً ملتوياً (الانعطاف) ويرتبط تكوين هذه الالتواءات تبعاً لطبيعة البنية التركيبية وانحدار المجرى وسرعة وكمية الجريان المائي فضلاً عن الاختلاف في كمية الرواسب التي يحملها المجرى ومدى تنوع أشكالها وأحجامها<sup>(٢٤)</sup>. صورة (٣)

صورة (٣) احدى منعطفات في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

### ٤ - المدرجات النهرية

هي سطوح طبوغرافية متباينة السعة من الترسبات النهرية، وتظهر على شكل اشربة طولية صخرية ضيقة في بطون الاودية بفعل اختلاف مستويات السطوح التي تتعرض لعمليات التعرية النهرية اذ تستوعب بطون الأودية كميات من المياه والرواسب تسهم في زيادة عمليات الحت الرأسية، بينما تتعرض اجزاء اخرى للتآكل عند انخفاض مناسيب المياه وحجم الرواسب المنقولة الى عمليات الحت الجانبي، صورة (٤)، فتنشأ على شكل ازواج متقابلة تمثل الدرجات العليا اقدم مراحل هذه المستويات والمدرجات الواطنة احدث هذه المستويات ويطلق عليها في هذه الحالة (المدرجات النهرية)<sup>(٢٥)</sup>

صورة (٤) المدرجات النهرية في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

#### ٥- الأراضي الرديئة (أراضي الحزوز):-

يقصد بها الأراضي التي مزقتها عوامل التعرية المائية بفعل شبكات التصريف المائي الكثيفة وشكلت بعض المظاهر غير المنتظمة، بفعل السيول وحولتها الى شبكة من الممرات المائية المعقدة بانحدارات ضيقة لتصريف مياهها تفصلها حافات حادة الشكل، مما يجعل الأرض منطقة صعبة لا يمكن عبورها بسهولة ولا ينمو فيها اي غطاء نباتي. صورة (٥)، ويتوقف مدى استجابة السطح للحت على قابلية التكوينات الصخرية للترسيب والنفاذية ومدى مقاومتها للحت المائي وعلى حجم الأمطار الساقطة<sup>(٢٦)</sup> فضلاً عن قلة الغطاء النباتي يعمل على حماية المنطقة من التعرية.

#### ٦- الحافات الصخرية:-

تظهر بشكل سطوح صخرية بدرجة انحدار شديدة تبلغ (٤٠)، إذ تتواجد في التكوينات الصخرية الصلبة المكونة لها في المناطق الفاصلة (الاوذية) بين المنطقة المستوية والمنطقة الجبلية قامت بشق مجاريها في التكوينات الصخرية المتباينة الصلابة كالصخور الجيرية والدولومانية نتج عنها كميات كبيرة من حطام الصخور المتكسرة أسفل تلك الحافات، وتتعرض اجزاء من هذه الحافات لعمليات التعرية الريحية

والمائية المستمرة، إذ ينتج عن ذلك نحت وتعرية الصخور الفتاتية وتراجع السفوح الى الخلف،<sup>(٢٧)</sup> وتأخذ أشكال حوائط مستطيلة يتراوح ارتفاعها ما بين (٢-٥)م، وذات حافات مقوسة على شكل قمم بارزة متجاورة تفصل بينها مجاري مائية. صورة (٦).

صورة (٥) الاراضي الرديئة (اراضي الحزوز) في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

#### ٧- المراوح الفيضية:-

عبارة عن ترسبات فتاتية نهريّة من الطمي والحصى ذات شكل مخروطي او مثلث، نشأت نتيجة لعمليات الترسيب غير المنظمة للمواد الصخرية المتنوعة بين مناطق متباينة الارتفاع التي قامت بها المجاري الصغيرة القادمة من المرتفعات الإيرانية نتيجة تغير درجة الانحدار ويزداد اتساعها كلما ابتعدنا عن المنطقة المرتفعة وعندما تقل سرعتها وحجم ذراتها وتتناقص كمية مياهها والرواسب التي تحملها وتبطئ قدرتها على حمل الرواسب، ويتناقص سمكها فتتجمع معظم ترسباتها التي هيأتها عمليات التجوية المختلفة باتجاه اسفل المنحدرات على شكل مروحة فيضية<sup>(٢٨)</sup>، بسبب ترسيب مفاجئ للفتات الصخري وتختلف المرواح الفيضية في طولها فهي تتراوح بين عدة امتار الى اكثر من (٥٠٠)كم، صورة (٧) كما تختلف في سمكها وانحدارها ايضا وتضم سطوح المرواح اشكال مثل المجاري ملتوية وسبخات.



صورة (٦) الحافات الصخرية في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

صورة (٧) المراوح الفيضية في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

#### ٨- السهول الفيضية:

هي اراضي منبسطة تظهر نهاية المراوح عندما تغمرها الفيضانات وتترسب فوقها كميات كبيرة من ترسبات طموية ناتجة من عملية الحث المائي وتتجمع هذه الترسبات بمحاذاة مجاري الانهر عند انخفاض انحداره وبطئ جريانه على شكل شريط وتباين في أحجامها حيث انها تكون صغيرة الحجم في الأراضي التلالية المرتفعة في حين تمتد لعشرات الكيلومترات في الاراضي السهلية. وتتناقص حجم الرواسب بالابتعاد عن المجرى وبتزايد سمك وانحدار التجمعات الارسابية باتجاه ضفاف الانهر ويتكون السهل الفيضي نتيجة لتوقف عملية تعميق وادي النهر فيقوم النهر بسبب بعض العوائق المقاومة للتعرية، بترسيبها اثناء جريانه على احد ضفافه حيث تتعرض الضفة المقابلة للحت مؤدياً الى تعرج مجراه فتظهر الجوانب المقعرة، والترسيب في الجوانب المحدبة من المجرى<sup>(٢٩)</sup>، يرتبط تكوين السهول الفيضية في منطقة الدراسة بنهر دجلة وتفرعاته، اذ يبدأ النهر بصرف طاقة اكبر لتوسيع بناء السهل الفيضي وظهور الالتواءات في مجراه ساعدت على تباين مساحته ما بين (٨٠-١٠٠)م في الأراضي المرتفعة في حين يتراوح مساحته ما بين(٣٠٠-٥٠٠)م في الاراضي المستوية واصبحت هذه الاراضي عرضة للرواسب عند ارتفاع مناسب مياه الانهار وغمرها للأراضي على جانبيه وامتلائهما بالرواسب الفيضية مكونة السهل الفيضي الذي يتصف بقلة انحداره بشكل عام، فضلاً عن دور رواسب الرياح في تطور ونمو السهل الفيضي للمنطقة وينسب متفاوتة. صورة(٨)

#### ٩- ظاهرة السباح:

وتنشأ هذه الظاهرة في السهول الطينية المنبسطة في الاقاليم الجافة بهيئة مسطحات ملحية منخفضة المنسوب، ذات تصريف داخلي وتتغذى أرضيها برواسب الغرين والطين والأملاح نتيجة تجمع مياه الامطار الغزيرة على السطح وتكون اراضي غدقة، اذ تترسب الاملاح المنجرفة مع مياه الامطار في المناطق المنخفضة، ومع تحرك المياه الجوفية الى السطح بفعل الخاصية الشعرية وتعرضها لدرجات الحرارة العالية يؤدي الى تبخر الماء وبالتالي تترسب الاملاح كالجبس وكبريتات الكالسيوم وملح الطعام على شكل طبقة ملحية ذا فرشاة واسعة في قاع المسطحات لمعظم ايام السنة ثم سرعان ما تزول نتيجة التبخر، صورة(٩) وقد تملئ هذه الاراضي جزئياً بالرواسب فتظهر على شكل أحواض رسوبية محلية مستوية السطح تحتوي على الاملاح القابلة للذوبان في الماء، ثم تقوم هذه الاملاح بامتصاص الرطوبة من الهواء والترية لهذا تستمر رطوبة هذه الاراضي مما وبالتالي تبلورها على الطبقة السطحية وانتفاخها<sup>(٣٠)</sup>.

صورة (٨) السهول الفيضية في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

صورة (٩) السبخا في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

اما المظاهر المورفومترية المتشكلة بفعل الارساب الريحي فهي تجمعات رملية تشغل مساحات صغيرة تترسب حمولتها عندما تضعف سرعة الرياح على حمل الرواسب او يعترض مسارها أي حاجز مثل عائق نباتي او عائق على شكل صخور صغيرة، أو تلال تضطر الرياح خلالها إلى ترسيب حمولتها حول أو فوق هذه الحواجز على شكل تجمعات رملية، ومنها:

#### ١٠- الكثبان الرملية Sand Dunes :

هي تجمعات ضخمة من الرمال الصحراوية، ومساحات واسعة بأشكال متجانسة، نتجت بفعل عمليتي التذرية والترسيب، إذ تتأثر الكثبان الرملية بالرياح وشدتها واتجاهاتها، وتتحرك من مكان إلى آخر وتكتسب الكثبان الرملية خصائصها الرسوبية والجيومورفولوجية، اعتمادا على مصادر رمالها واتجاهات الرياح السائدة، وطبوغرافية أو خشونة سطح الترسيب، تختلف الكثبان الرملية في احجامها فالبعض منها لا يزيد ارتفاعه عن بضعة أمتار والبعض يزيد عن ٤متر ويصل اتساع قاعدتها الى مئات الأمتار، ويصل ارتفاع معظم الكثبان الرملية ما بين (٣-٥) فوق مستوى سطح الاراضي المجاورة، وتكون موجودة بشكل منفرد ولكن في الاغلب تكون على شكل سلاسل متصلة تغطي مساحات واسعة من الاراضي. صورة (١٠)

وتتخذ الكثبان الرملية انماط مختلفة منها يأخذ شكلاً هلالياً **Crescentic Dunes** ذا جناحين جناح مواجه للرياح ويكون محدب بأطوال تباينت بين (٧-١٥)م والآخر بالاتجاه المعاكس للرياح الذي يكون مقعر بطول يتراوح بين (٦-٣٠)م، ويتباين ارتفاع الكثيب الهلالي بين (١-١,٥)م. ويظهر نمط من الكثبان الرملية على شكل حواجز رملية طولية **Longitudinal Dunes** ، لوجود عوائق يصل ارتفاعها متر واحد أو أكثر تعترض مسار الرياح الحاملة لدقائق الرمل مما يؤدي الى ترسيب جزء من حمولتها خلف تلك العوائق وينتشر هذه العملية تتراكم ذرات الرمل او تنشأ نتيجة التغير في الكثبان الهلالية عندما يتعرض الكثيب الهلالي الى رياح تتقاطع مع الاتجاه العام للرياح السائدة، فيستطيل احد طرفيه بسبب التذرية الريحية اكثر من الآخر ومع استمرار هبوب الرياح الجانبية وتراكم الرسوبيات على الطرف الآخر يستمر في النمو والاستطالة ويندمج الجناحين متخذاً الشكل الطولي<sup>(٣١)</sup>.

صورة (١٠) انماط الكثبان الرملية في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠

وتسمى أحياناً بالكثبان السيفية Seif Dunes في حالة امتدادها على شكل سلاسل رملية متوازية ومستقيمة لمسافات طويلة تتباعد ما بين (٢٥، ٠-٢) كم. وعندما تعترض مسار الرياح المحملة بالرمال بقايا من النباتات وخاصة شجيرات العرفج والطرطيع التي تعمل كمصد للرمال، وتخفض من سرعة الرياح وتناقص قدرتها على حمل حبيبات الرمل، فتتراكم خلف العائق النباتي مباشرة وعند تكرار هذه العملية يزداد حجمها فيتكون على شكل كثبان رملية صغيرة الحجم تحيط بالحاجز النباتي وترتفع حتى (٢) م عن السطح وتتخذ شكلاً مثلثاً قاعدته في الجهة التي تواجه الرياح ورأسه عند الجهة المغايرة تسمى بكثبان النباك Nebkha Dunes. ينشأ نمط من الكثبان من عملية ترسيب سريعة بشكل موجات رملية متوازية علامات النيم Rippls ترسبت فوق سطح مستوي تقريبا بهيئة خطوط من رمال ناعمة تتشكل فوق التراكمات الرملية عندما تسود الرياح وتمتد التموجات على شكل محاور مع اتجاه الرياح اذ يزداد طول الموجة مع تدرج سرعة الرياح، وزيادة خشونة رمالها وتكون ذا قمم محدبة تزول عندما تتجاوز سرعة الرياح حدها وتأثير تعامد اتجاهات الرياح عليها فتتحرك مع الرياح وتغير مواقعها<sup>(٣٢)</sup>.

ثالثاً: المؤشرات المستخدمة في الدراسة:

١- مؤشر الغطاء النباتي (NDVI):

يعد من الأدلة القياسية الدقيقة والفعالة في دراسة الغطاء النباتي وتدهوره ويعد من المؤشرات التي تهتم بمراقبة مظاهر سطح الأرض لمعرفة أنواعه وكثافته ذات أهمية كبيرة، ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة وذلك لما له من أثر كبير في العمل الجيومورفولوجي من خلال مساهمته في حماية التربة من

التعرية (المائية والريحية) والحد من سرعة التيار المائي ثم تقلل من قدرة الماء على القيام بعملية التعرية فضلاً عن مساهمته في زيادة عمليات الارساب، في حين قلته يساعد على نشاط العمليات الجيومورفولوجية المختلفة منها التعرية الحتية والريحية وزيادة عمليات حدوث الانزلاقات الأرضية للصخور<sup>(٣٣)</sup>.

ويمثل هذا الدليل الفرق بين الطول الموجي ٠.٨٥ - ٠.٨٨ للحمراء تحت الحمراء (NIR) والحمراء (Red) ذات الطول الموجي (٠.٦٤ - ٠.٦٧) مقسومة على مجموعهما لينتج منه قيم تتراوح بين (١ - ١) فإذا كانت النتيجة باتجاه الموجب كان النبات أكثر كثافة وظهرت بلون أبيض فاتح واتجاهه الى علامة السالب دلالة على المعالم السطحية غير الخضراء<sup>(٣٤)</sup>،

وتبرز أهمية هذا الدليل عند الكشف عن مستوى التغير في سطح الارض ويتم استخراج هذا الدليل ضمن بيئة برنامج (Arc GIS 10.6) من خلال طرق عديدة أهمها وأدقها باستخدام أداة ( Raster Calculate) من فرعية (Map Algebra) في صندوق أدوات البرنامج (Arc Tool Box) نستنتج من ذلك أن منطقة الدراسة تفتقر للغطاء النباتي خلال فصل الصيف وذلك لقلة المطر وانعدامه، أما شتاءً فيزداد الغطاء النباتي وبشكل كثيف بعد موسم الامطار<sup>(٣٥)</sup>.

ان استخدام بيانات الأقمار الصناعية لدراسة الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشبه الجافة يواجه صعوبة الفصل الطيفي بين النباتات الفقيرة والتربة، وذلك لعدم وجود بصمة طيفية للنباتات الجافة، لان النباتات لا تغطي أكثر من (٣٠%) من سطح التربة، وبذلك فان الانعكاسية الطيفية الصادرة من التربة تفوق عن تلك الصادرة من النبات من جهة ومن جهة أخرى ان التغيرات في المناطق الفقيرة نباتياً تحدث بمقياس اقل من مساحة البكسل في الماسح المتعدد الأطياف للقمر الصناعي لاندسات مما لا يسمح ذلك باكتشاف المتغيرات، فضلاً عن صعوبة تمييز مجموعات الأعشاب والشجيرات النباتية التي تنتمي إلى الفصيلة نفسها، وتصبح المشكلة اكبر حينما لا تتوافق الفئات الطيفية مع الفئات المعلوماتية الناتجة عن المعرفة الحقلية<sup>(٣٦)</sup>. تمثل الحزمة الرابعة الحزمة الطيفية الحمراء والتي تقع ضمن طول موجي (٠,٦٤ - ٠,٦٧) ميكرومتر، اما الحزمة الخامسة فتتمثل بالحزم الطيفية تحت الحمراء القريبة الواقعة ضمن طول موجي يتراوح ما بين ( 0.85 - 0.88) ميكرومتر، أن هاتين الحزمتين لهما علاقة وثيقة بمنطقة الامتصاص الكلورفيلي للنباتات ، إذ يكون الامتصاص كبير جداً في الحزمة الطيفية الحمراء، بينما يكون الانعكاس كبير جداً في الحزمة الطيفية تحت الحمراء القريبة<sup>(٣٧)</sup> وقد تم استعمال طريقة التمثيل النوعي ووسيلة المساحات وأسلوب الألوان في عملية تمثيل الخريطة المذكورة في أعلاه، كما كشفت الخريطة ذاتها

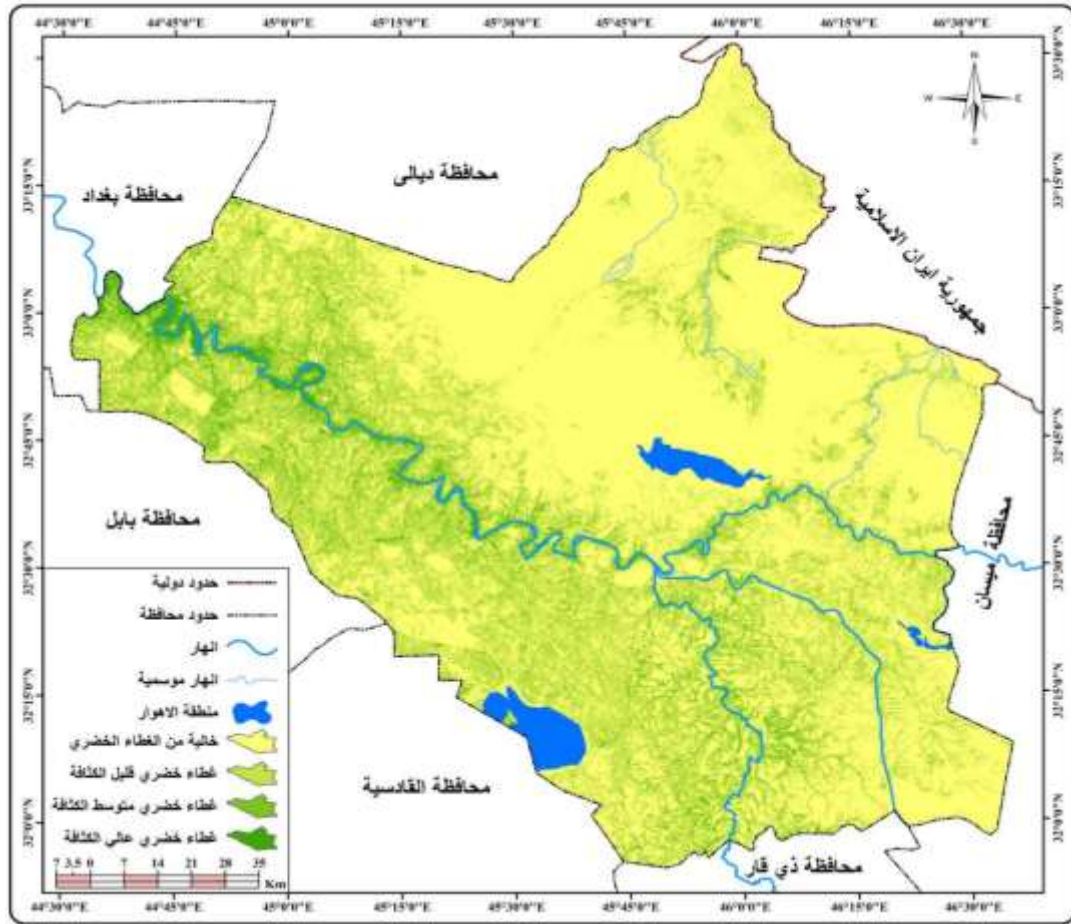
## استخدام المؤشرات الطيفية للاستدلال عن بعض المظاهر المورفومترية في محافظة واسط

قلة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، إذ لا يغطي سوى مساحة قدرها (٧٣٦٣ كم<sup>٢</sup>)، وبنسبة (٤٣%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة البالغة (١٧١٥٣ كم<sup>٢</sup>).

تهدف خريطة (٢) إلى تحديد وجود الغطاء النباتي ومعرفة امتداده ومساحته في منطقة الدراسة، واعتمدت على المرئيات الفضائية في تحديد انتشار الغطاء النباتي وتم اشتقاق مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) (Normalize Difference vegetation Index) في برنامج (Arc GIS) عن طريق العلاقة النسبية بين الحزمتين الرابعة والخامسة للقمر الصناعي (Landsat 8) (38) بالاعتماد على مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) في

### خريطة (٢)

#### الغطاء النباتي في محافظة واسط



إعداد هذه الخريطة، تكمن أهمية دراسة تغيرات الغطاء النباتي بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد لمعرفة الاتجاه العام للتغير نظراً لما توفرها من معلومات شاملة عن سطح الأرض في وقت مناسب وتكلفة قليلة. وقد تم تقسيم منطقة الدراسة إلى أربع فئات<sup>(\*)</sup>، بطريقة التدرج اللوني في منطقة الدراسة بين 0.26 - 0.21، فكانت الفئة الأولى (خالية من النبات)، تحتل المرتبة الأولى بمساحة قدرها (9790) كم<sup>2</sup> وهي بذلك تشكل نسبة (57,1) % من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، جدول (1) وتغطي جزء كبير من مناطق التلال وأقدام التلال والسهل التجميحي فضلاً عن أجزاء واسعة من السهل الفيضي، بينما أخذت الفئة الثانية (قليل الكثافة) المرتبة الثانية، إذ بلغت مساحتها (5482) كم<sup>2</sup> ونسبة (31,9) % من إجمالي مساحة محافظة واسط، وتمتد في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية، فضلاً عن الجهات الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة، في حين تمثلت الفئة الثالثة (متوسطة الكثافة) بالمرتبة الثالثة، بمساحة (1538) كم<sup>2</sup> وتشكل نسبة (9) % من مجموع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتمتد في الأجزاء الوسطى والقرية من الموارد المائية السطحية في المحافظة، وأخيراً الفئة الرابعة (عالية الكثافة) جاءت بالمرتبة الأخيرة، بمساحة بلغت (343) كم<sup>2</sup>، وتشكل نسبة (2,0) % من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتتركز في الأجزاء الشمالية الغربية ضمن أراضي كتوف الأنهار من منطقة الدراسة.

#### جدول (1)

مساحة فئات الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

الفئات	كثافة الغطاء الخضري	المساحة (كم <sup>2</sup> )	النسبة المئوية (%)
الأولى	خالية من النبات	9790	57,1
الثانية	قليلة الكثافة	5482	31,9
الثالثة	متوسطة الكثافة	1538	9
الرابعة	عالية الكثافة	343	2
المجموع		17153	100

المصدر: اعتماداً على خريطة (2).

إن الانعكاسات الطيفية الصادرة من التربة تسود على تلك الصادرة من النبات، وتبعاً لذلك فإن دور النبات في مجموع الإستجابة الطيفية يكون محدوداً، وأن التغيرات في المناطق الفقيرة نباتياً تحدث بمقياس أقل من (4400) م<sup>2</sup> في الماسح المتعدد الأطياف للقمر الإصطناعي لاندسات<sup>(39)</sup> مما لا يسمح باكتشاف المتغيرات، ومن الصعب تمييز مجموعات الأعشاب والشجيرات النباتية التي تنتمي إلى نفس الفصيلة عن



طريق الماسح المتعدد الأطياف وتتم الاستفادة من تقنيات الإستشعار من بعد في دراسة تدهور الغطاء النباتي وتقدير حالتها العامة ودرجة تدهوره من خلال الأشعة المنعكسة من سطوح النباتات لاسيما ضمن المجال الطيفي للأشعة تحت الحمراء القريبة والحرارية.

## ٢- مؤشر الملوحة (SI):

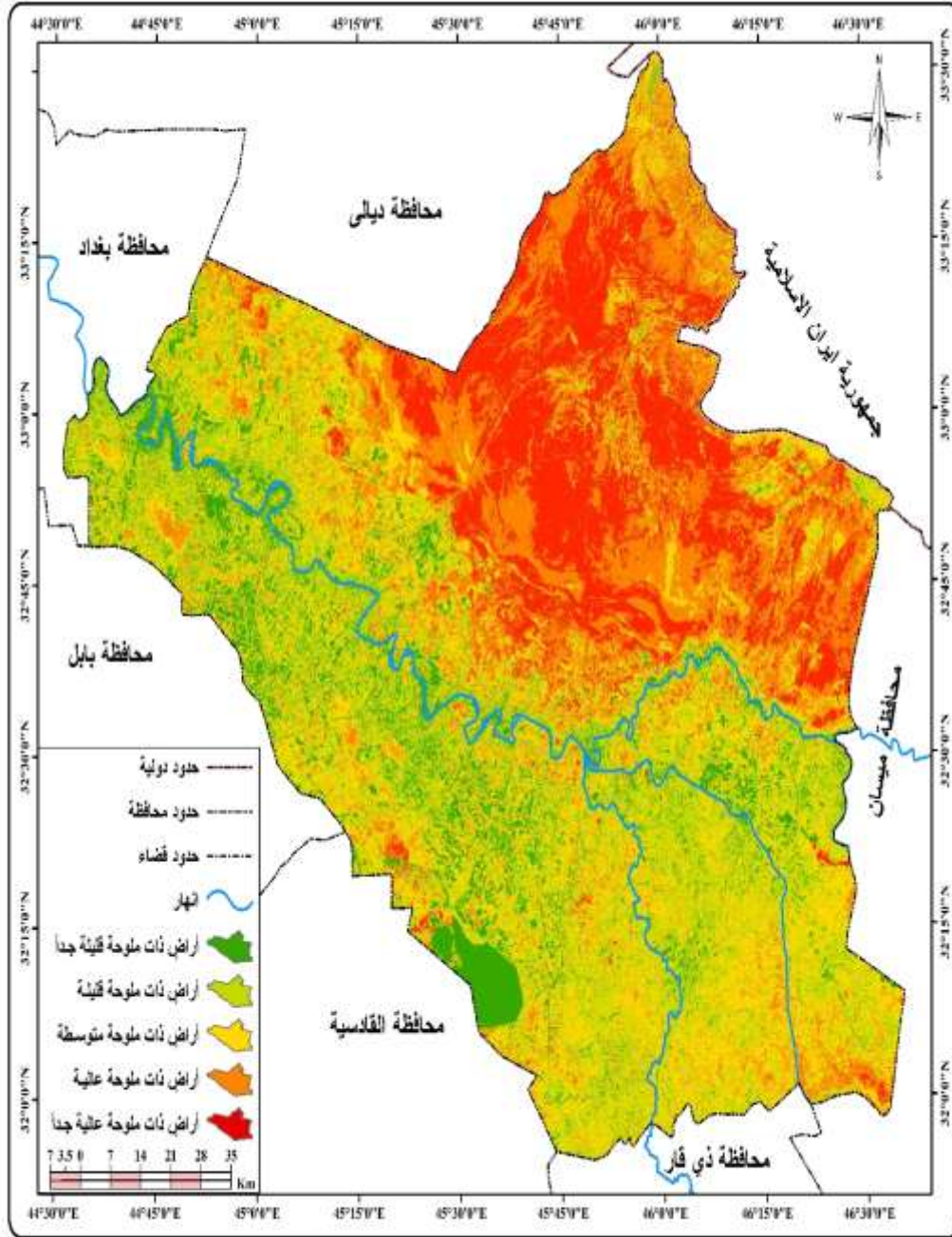
يعرف مؤشر الملوحة (SI) على انه مؤشر يقيس العلاقة المباشرة بين EC والرطوبة ويوضح تركيز الملوحة في الرطوبة المتاحة، ان ارتفاع مستوى الاملاح في التربة وتراكم الزائدة منها بشكل واضح على سطح التربة يؤدي الى تدهور التربة والنباتات والى تعرية التربة من نهاية المطاف. ان مؤشر الملوحة (SI) الذي يجمع بين النطاق الازرق والاحمر حساس للانعكاس السطحي للأرض المتأثر بالملح مع الغطاء النباتي الزائد، لذا تم اقتراح مؤشر (SI) وتطبيقه للكشف عن ملوحة التربة (السباخ) من منطقة الدراسة، وباستخدام مؤشر الملوحة (SI) في انتاج خرائط مستويات المحتوى الملحي للتربة خريطة (٣) تبين خضوع تملح الترب إلى تغيرات تتباين في تبعاً لتباين المتغيرات الطبيعية والبشرية ويمكن تقسيم الأراضي المتملحة في المحافظة الى خمس فئات كما يتضح من الجدول (٢) وتتمثل تلك الفئات بالآتي (\*):

- أراضي ذات ملوحة قليلة جداً: يتمثل هذا النطاق بالترب ذات ملوحة أقل (٣,٨ ديسيمنز/م) في بعض نطاقات ترب كتوف الأنهار و ترب الكثبان الرملية والترب الرملية، ويعود سبب قلة الملوحة في تلك الأراضي إلى كونها ترب رملية أو يكثر فيها الرمل، أي أنها ترب ذات نسجة خشنة جيدة التصريف فضلاً عن ارتفاعها على مستوى الأراضي المجاورة مما يؤدي إلى عدم احتفاظها بالمياه لفترات طويلة ، بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (١٣٨٣,٦) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة مقدارها (٨,١) % من مجموع مساحة محافظة واسط.

- أراضي ذات ملوحة قليلة: يتمثل هذا النطاق بالترب ذات ملوحة تتراوح بين (٣,٨ - ٦,٣ ديسيمنز/م) في بعض نطاقات ترب كتوف الأنهار و ترب الكثبان الرملية والترب الرملية وترب احواض الأنهار المظمورة بالغرين، لأنها ترب ذات نسجة خشنة جيدة التصريف، بلغت مساحة هذا الصنف (٤٤٤٢,٥) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة مقدارها (٢٥,٩) % من مجموع مساحة محافظة واسط.

خريطة (٣)

تملح التربة حسب مؤشر الملوحة (SI) في محافظة واسط



المصدر: اعتماداً على مؤشر تملح التربة (SI) للبرئية الفضائية (Landsat8)، ٢٠٢٠.

- أراضي ذات ملوحة متوسطة: يتمثل هذا النطاق بالترب ذات ملوحة تتراوح بين (٦,٤ - ١٢,٥ ديسيمنز/م) في بعض نطاقات ترب كتوف الأنهار وترب احواض الأنهار المطمورة بالغرين الرديئة، لأنها ترب متوسطة التصريف ، علاوة عن زيادة واستمرار استغلالها زراعياً مما يؤدي إلى ارتفاع الأملاح فيها تدريجياً، بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٤٥٤٩,٧) كم<sup>٢</sup>، ونسبة مقدارها (٢٦,٥%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

### جدول (٢)

مساحة درجات الملوحة ب(كم<sup>٢</sup>) حسب مؤشر (SI) في محافظة واسط لعام ٢٠١٨

اجمالي المحافظة		درجات الملوحة
%	المساحة	
٨,١	١٣٨٣,٦	أراضي ذات ملوحة قليلة جداً
٢٥,٩	٤٤٤٢,٥	أراضي ذات ملوحة قليلة
٢٦,٥	٤٥٤٩,٧	أراضي ذات ملوحة متوسطة
٢٣,٣	٣٩٩٠	أراضي ذات ملوحة عالية
١٦,٢	٢٧٨٧,٣	أراضي ذات ملوحة عالية جداً
١٠٠	١٧١٥٣	المجموع

المصدر: اعتماداً على خريطة (٣)

- أراضي ذات ملوحة عالية: يتمثل هذا النطاق بالترب ذات ملوحة تتراوح بين (١٢,٦ - ٢٣,٢ ديسيمنز/م) في بعض نطاقات ترب احواض الأنهار المطمورة بالغرين الرديئة وترب المستنقعات المطمورة بالغرين، لأنها ترب ذات نسجه ناعمة وتصريف رديء لانخفاض مستواها بالإضافة الى قرب الماء الجوفي ذو الملوحة العالية من سطح التربة مع ارتفاع درجات الحرارة وزيادة عملية التبخر فتتراكم الأملاح على سطحها بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٣٩٩٠) كم<sup>٢</sup>، ونسبة مقدارها (٢٣,٣%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

- أراضي ذات ملوحة عالية جداً: يتمثل هذا النطاق بالترب ذات ملوحة أكثر من (٢٣,٢ ديسيمنز/م) في بعض نطاقات ترب الدالات المروحية وترب احواض الأنهار المطمورة بالمستنقعات، وهي عبارة عن اهورار ومستنقعات تعرضت للتجفيف في سنوات سابقة فضلاً عن تعرضها للجفاف خلال الفصل الحار مما

جعلها أراضي سباخ ملحية بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٢٧٨٧,٣) كم<sup>٢</sup> ونسبة مقدراتها (١٦,٢%) من مجموع مساحة محافظة واسط. يتبين إن أراضي منطقة الدراسة المتأثرة بمشكلة تملح التربة ودرجات متفاوتة ومتباينة نسبياً بين اصنافها علاوة على ذلك زيادة بعض مساحات الترب ذات الملوحة القليلة والمتوسطة لتلك الفترة.

### ٣- مؤشر التعرية المائية المحتملة (Z):

يستخدم هذا المؤشر لكشف مستويات التعرية المائية، وهو انعكاس مباشر لمجموعة من المتغيرات الجغرافية كطبيعة نسيج التربة وتماسكها ودرجة الانحدار والغطاء الخضري، معتمداً على دمج تلك المتغيرات في بيئة نظم المعلومات الجغرافية بشكل خرائط موضوعية،<sup>(٤٠)</sup> ولغرض إظهار التغيرات التي طرأت على مساحة الأراضي المتأثرة بالتعرية المائية في منطقة الدراسة، تم الاعتماد على تحليل نتائج المرئيات الفضائية لمحافظة واسط خريطة (٤)، الذي تبين ظهور تغيرات تتباين في ملامحها تبعاً لمتغيرات الطبيعية والبشرية، يمكن تقسيم الأراضي المتأثرة بالتعرية المائية المحتملة في المحافظة بحسب مؤشر (Z)، الى خمسة فئات وتتمثل تلك الفئات جدول (٣) بالآتي :

#### - مناطق خالية من التعرية المائية:

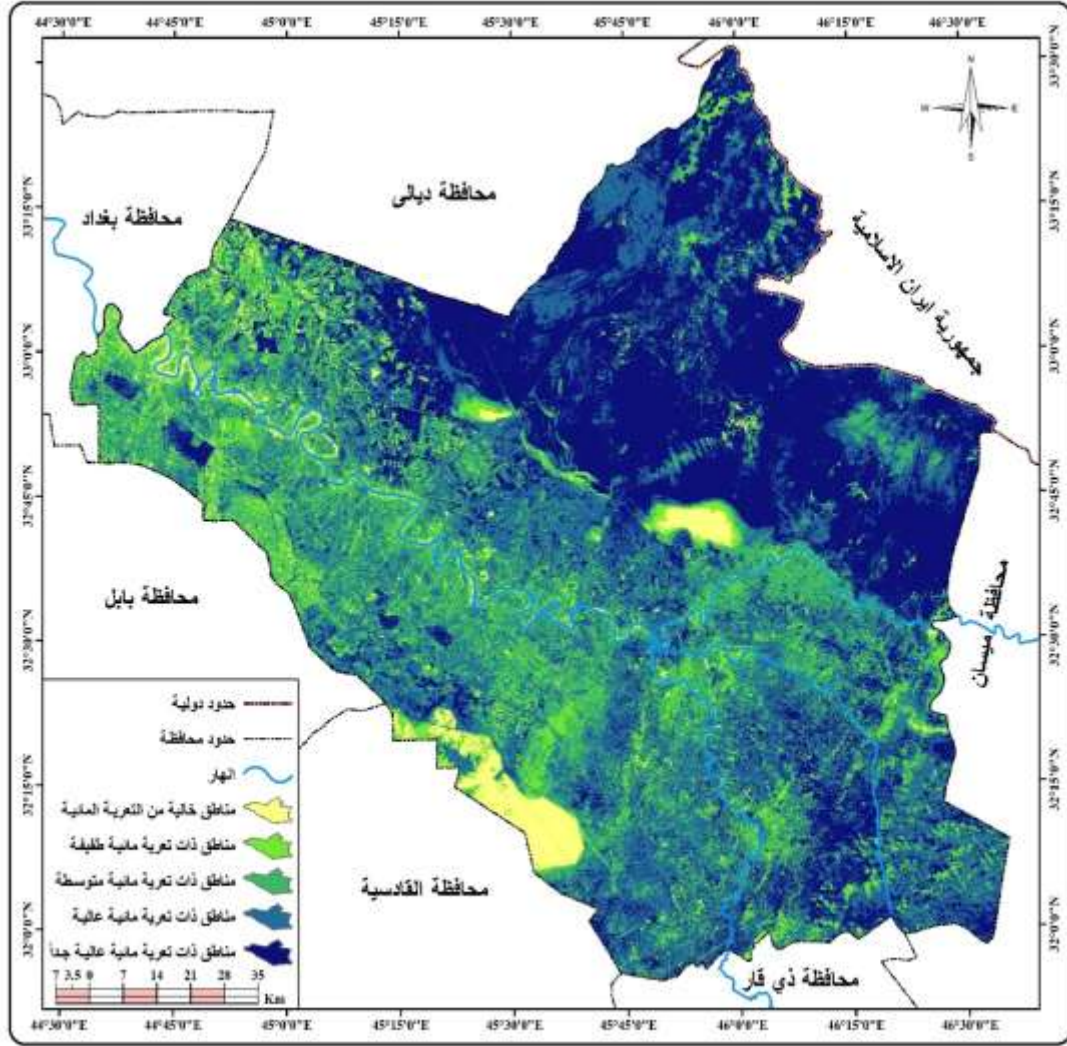
يتمثل هذا النطاق بالترب ذات كثافة نباتية عالية جداً التي تكون فيها التربة غير مفككة، اذ بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٦٣٤,٩) كم<sup>٢</sup>، ونسبة مقدراتها (٣.٧%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

#### - مناطق ذات تعرية مائية طفيفة:

يتمثل هذا النطاق بالترب ذات كثافة نباتية عالية التي تكون فيها التربة غير مفككة، اذ بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (١٥٨٧,٧) كم<sup>٢</sup>، ونسبة (٩,٣%) من مجموع مساحة محافظة واسط

خريطة (٤)

التعرية المائية حسب مؤشر (Z) في محافظة واسط



- مناطق ذات تعرية مائية متوسطة:

يتمثل هذا النطاق بالترب ذات الانحدار المتوسط وكثافة نباتية قليلة التي تكون فيها التربة مفككة خلال الفصل الجاف، اذ بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٣٨٩١,٦) كم<sup>٢</sup>، ونسبة (٢٢,٧%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

جدول (٣)

مساحة درجات التعرية المائية المحتملة بـ(كم<sup>٢</sup>) حسب مؤشر (Z) في محافظة واسط

النسبة %	المساحة	درجات التعرية المائية
٣,٧	٦٣٤,٩	مناطق خالية من التعرية المائية
٩,٣	١٥٨٧,٧	مناطق ذات تعرية مائية طفيفة
٢٢,٧	٣٨٩١,٦	مناطق ذات تعرية مائية متوسطة
٣١,٥	٥٤٠٣,٢	مناطق ذات تعرية مائية عالية
٣٢,٩	٥٦٣٥,٦	مناطق ذات تعرية مائية عالية جداً
١٠٠	١٧١٥٣	المجموع

المصدر: اعتماداً على الخريطة (٤)

- مناطق ذات تعرية مائية عالية:

يتمثل هذا النطاق بالترب ذات الانحدار الشديد والخالية من الغطاء النباتي التي تكون فيها التربة متهيئة للتعرية المائية، إذ بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٥٤٠٣,٢) كم<sup>٢</sup>، ونسبة (٣١,٥%) من إجمالي مساحة محافظة واسط.

- مناطق ذات تعرية مائية عالية جداً:

يتمثل هذا النطاق بالترب ذات الانحدار الشديد جداً والخالية من الغطاء النباتي التي تكون فيها التربة متهيئة للتعرية المائية، إذ بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٥٦٣٥,٦) كم<sup>٢</sup>، ونسبة (٣٢,٩%) من إجمالي مساحة محافظة واسط.

٤- مؤشر الدليل الريحي (EMI):

يستخدم هذا المؤشر لكشف مستويات الحث الريحي بالاعتماد على قسمة النطاق الأحمر المرئي على النطاق تحت الحمراء القريب، وتم استعمال طريقة التمثيل الكمي ووسيلة المساحات وأسلوب الألوان في عملية تمثيل خريطة مؤشر دليل الريحي، ولغرض إظهار التغيرات التي طرأت على مساحة الأراضي المتأثرة بالتعرية الريحية في منطقة الدراسة، تم الاعتماد على تحليل نتائج المرئيات الفضائية لمحافظة واسط التي تبين خضوع منطقة الدراسة إلى تغيرات، خريطة (٥) تتباين في ملامحها تبعاً لتغيرات الطبيعة البشرية تم تطبيق مؤشر (EMI) من أجل تحليل وتقييم تعرية الرياح في المنطقة، إذ يستخدم هذا المؤشر

النطاقات الطيفية الاحمر (R) والاشعة تحت الحمراء ( NIR ) من مرئية Land sat لأنشاء صورة تؤكد على المناطق ذات الغطاء الكثافة المنخفضة او الانعكاس العالي للتربة السطحية،<sup>(٤١)</sup> تم احتساب هذا المؤشر وتقسيم الأراضي المتأثرة بالتعرية الريحية في المحافظة بحسب مؤشر الدليل الريحي (EMI)، الى أربع فئات جدول (٤) بالآتي<sup>(\*)</sup>:

#### - مناطق خالية من الحت الريحي:

يتمثل هذا النطاق بالترب ذات الرطوبة العالية جداً ومناطق الاهوار والمستنقعات وذات كثافة نباتية عالية جداً التي تكون فيها التربة غير مفككة، اذ بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٣٠٩,٦) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة مقدارها ( ١,٨%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

#### -مناطق طفيفة الحت الريحي:

يتمثل هذا النطاق بالترب ذات الرطوبة العالية وكثافة نباتية عالية التي تكون فيها التربة غير مفككة، اذ بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٤٧٩٠,١) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة (٢٧,٩%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

#### -مناطق متوسطة الحت الريحي:

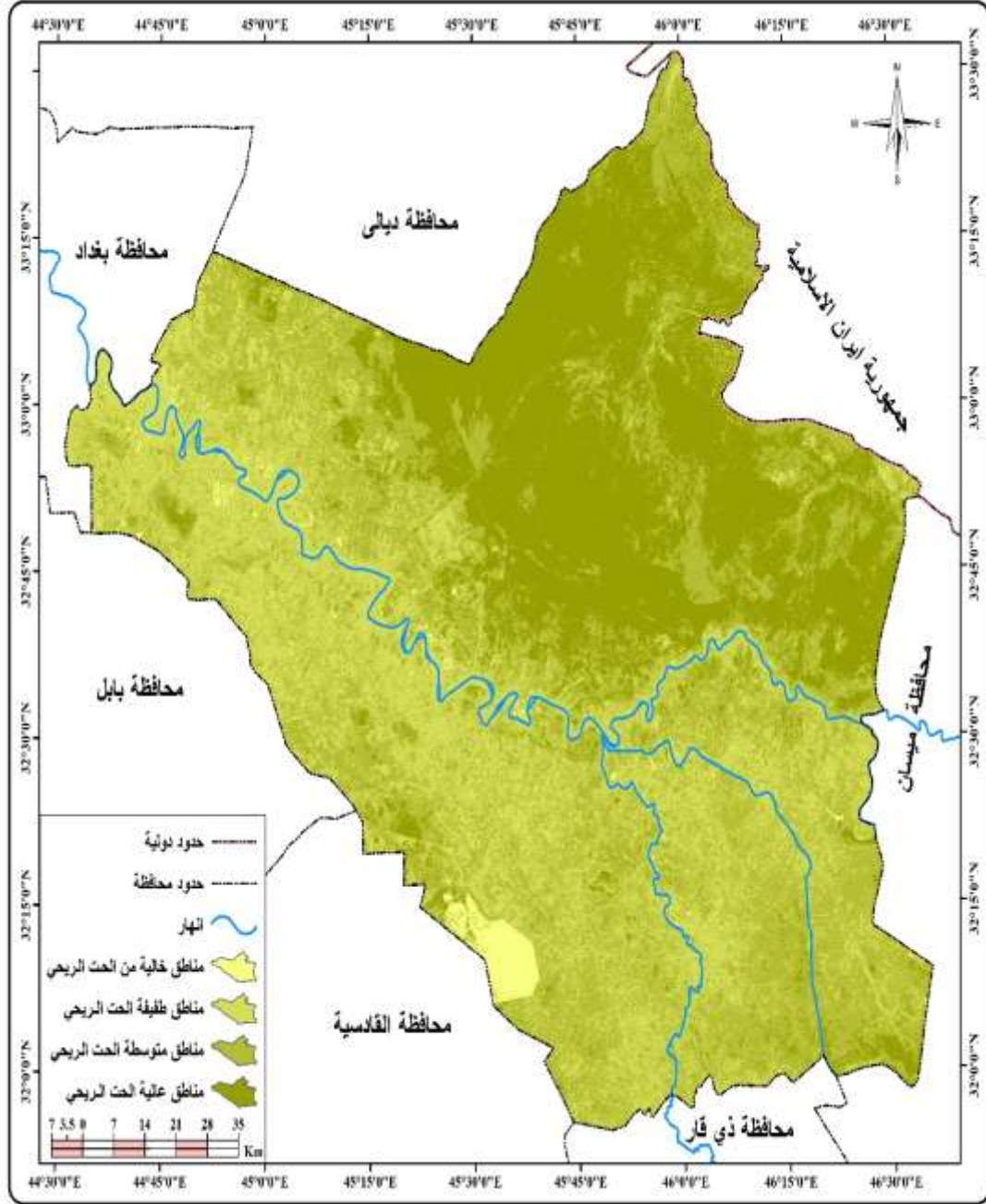
يتمثل هذا النطاق بالترب ذات الرطوبة القليلة وكثافة نباتية قليلة التي تكون فيها التربة مفككة خلال الفصل الجاف، ان مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة بلغت (٦٧٥٨,٣) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة (٣٩,٤%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

#### - مناطق عالية الحت الريحي:

يتمثل هذا النطاق بالترب الجافة والخالية من الغطاء النباتي التي تكون فيها التربة مفككة خلال الفصل الجاف، اذ بلغت مساحة هذا الصنف في منطقة الدراسة (٥٢٩٥) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة (٣٠,٩%) من اجمالي مساحة محافظة واسط.

خريطة (٥)

التعرية الريحية حسب مؤشر الدليل الريحي (EMI) في محافظة واسط



المصدر: اعتماداً على مؤشر الدليل الريحي (EMI) للبرئية الفضائية (Landsat8)، ٢٠٢٠.



جدول (٤)

مساحة درجات التعرية الريحية ب(كم<sup>٢</sup>) حسب مؤشر (EMI) في محافظة واسط للعام ٢٠١٨

النسبة %	المساحة كم <sup>٢</sup>	درجات التعرية الريحية
١,٨	٣٠٩,٦	مناطق خالية من الحت الريحي
٢٧,٩	٤٧٩٠,١	مناطق طفيفة الحت الريحي
٣٩,٤	٦٧٥٨,٣	مناطق متوسطة الحت الريحي
٣٠,٩	٥٢٩٥	مناطق عالية الحت الريحي
١٠٠	١٧١٥٣	المجموع

المصدر: اعتماداً على الخريطة (٥)

وعند تطبيق دليل (EMI) يظهر منتج الصورة ظلال مختلفة من اللون الاصفر تشير الى مستويات ذات الكثافة نباتية المنخفضة وانعكاسات التربة العالية وعمل كدليل لتقدير المستوى النسبي لإمكانية التعرية الريحية

٥- مؤشر القشرة البايولوجية(CI):

يمثل مؤشر القشرة البيولوجية الفرق بين النطاق الرابع (Red) والنطاق الثاني (Blue) في القمر الصناعي (LAND SAT -8) على مجموعها مطروحا منه واحد، واعتمد على مؤشر القشرة البايولوجية (CI) للكشف عن مظهر الكثبان الرملية، بدلاً من مؤشر الكثبان الرملية والأراضي القاحلة (NDSDI)، حيث اثبت مؤشر (CI) امكانيته القوية في عزل مناطق انتشار الكثبان الرملية عن بقية أصناف الغطاء الأرضي، على العكس من مؤشر (NDSDI) الذي تبين عدم قدرته في فرز الكثبان الرملية عن الأصناف الأخرى. ان غطاء التربة البيولوجية مقاومة للتعرية الريحية والمائية، وقشور التربة البيولوجية تلعب دور مهم لضمان الاداء المنتظم للنظام الايكولوجي والمشاركة في عملية التشكيل والاستقرار وخصوبة التربة والوقاية من حت التربة الناجم عن المياه والرياح واستقرار الكثبان الرملية<sup>(٤٢)</sup>.

يمكن الكشف عن الخصائص الطيفية لبعض انواع القشور البيولوجية باستخدام صور المستشعرة عن بعد اذ ان مؤشر القشرة (CI) يستخدم ميزه فريدة من نوعها من الصباغ (phycobilin) الموجودة في قشور التربة السايانوبكتيرية<sup>(٤٣)</sup> ويتبين نتائج تطبيق مؤشر CI في منطقة الدراسة بأن الترب تعاني من تبدل

قشرتها البيولوجية بفعل ميكانيكي وكيميائي في منطقة الدراسة وتفكك الصخور فيزيائياً وتحللها كيميائياً بسبب قلة الامطار وارتفاع درجات الحرارة والرياح وتعمل على تعرية تربتها الجافة وتبدل قشرتها السطحية، وتبين من خريطة (٦)\* توسع مناطق الكثبان الرملية في منطقة الدراسة تبعاً للمتغيرات الجيومورفولوجية، إذ بلغ مجموع مساحة الكثبان الرملية (٤٤,٢) كم<sup>٢</sup>، (٣,٠%) من مجموع مساحة محافظة واسط<sup>(٤٤)</sup>، وتضم الأراضي الفقيرة بالغطاء النباتي والتي تتعرض الى تراكم الحجارة والمخلفات على شكل أكوام فوق السطح مما جعلها معرضة للنقل باستمرار بواسطة عمليات الحت المائية و الريحية وتغيير أماكن ترسيبها فتشكل مظاهر أرضية جديدة.

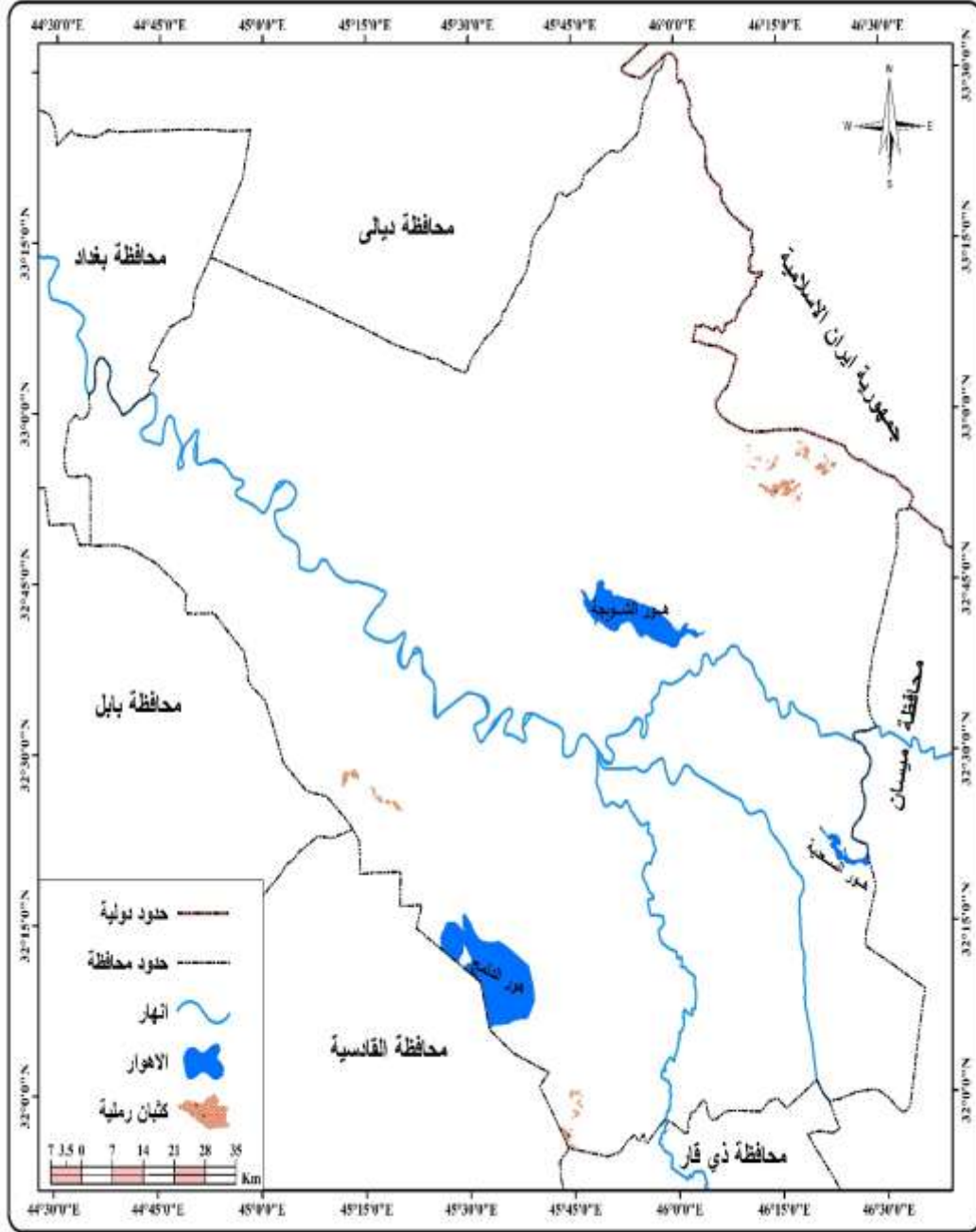
#### ٦- مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI):

يعد هذا المؤشر أفضل الأدلة الطيفية للتنبؤ بحجوم دقائق التربة السطحية يستخدم هذا المؤشر للدلالة على الأراضي المعرضة للتدهور من خلال التنبؤ بحجوم دقائق التربة السطحية في المناطق الجافة وشبه الجافة<sup>(٤٥)</sup>، أي تفيد في الكشف عن نوع الترب والرواسب المعرّاة من السطح من حيث ذا نسجة ناعمة او خشنة وبالتالي يتحدد مدى نشاط عمليات التعرية الريحية، فالرواسب الناعمة تكون خصبة غير معرّاة، اما الرواسب الخشنة تتجرف وتتعرّاه بسهولة، إذ توجد علاقة ارتباط طردية مع محتوى الرمل الناعم، بينما تكون علاقة ارتباط عكسية مع محتوى التربة من حجوم دقائق الطين والغرين للطبقة السطحية في المناطق الجافة ذات الغطاء النباتي المنخفض،<sup>(٤٦)</sup>

ويستخدم مؤشر حجم الدقائق في التربة السطحية (GSI) لتمييز نسيج سطح التربة أي ان التدهور المادي للتربة يعني زعزعة استقرار البناء الكلي في التربة السطحية والقشرة السطحية وضغط التربة السطحية،<sup>(٤٧)</sup> ان معرفة حجم الدقائق السطحية للتربة يؤثر في نسجة الطبقة السطحية إذ ان زيادة نسبة الدقائق الخشنة ينجم عنها نسجة خشنة وتكون نفاذيتها عالية وقابليتها على الاحتفاظ بالمياه واطنة جدا مما يؤدي الى قلة محتواها الرطوبي وزيادة قابليتها للتعرية وان زيادة قيم هذا المؤشر تدل على قوام السطح الخشن، إذ تشير القيم الاعلى الى ان التربة خشنة وقريبة من التحلل، ويعود سبب ذلك لاختلاف حجوم الدقائق السطحية بين الترب المعرضة للتعرية وبين الترب قليلة التعرية والتي تحتوي على غطاء نباتي طبيعي يساعد على تماسك التربة والحفاظ على رطوبتها، عكس الترب الجرداء الجافة<sup>(٤٨)</sup>.

خريطة (٦)

الكثبان الرملية حسب مؤشر القشرة البايولوجية (CI) في محافظة واسط



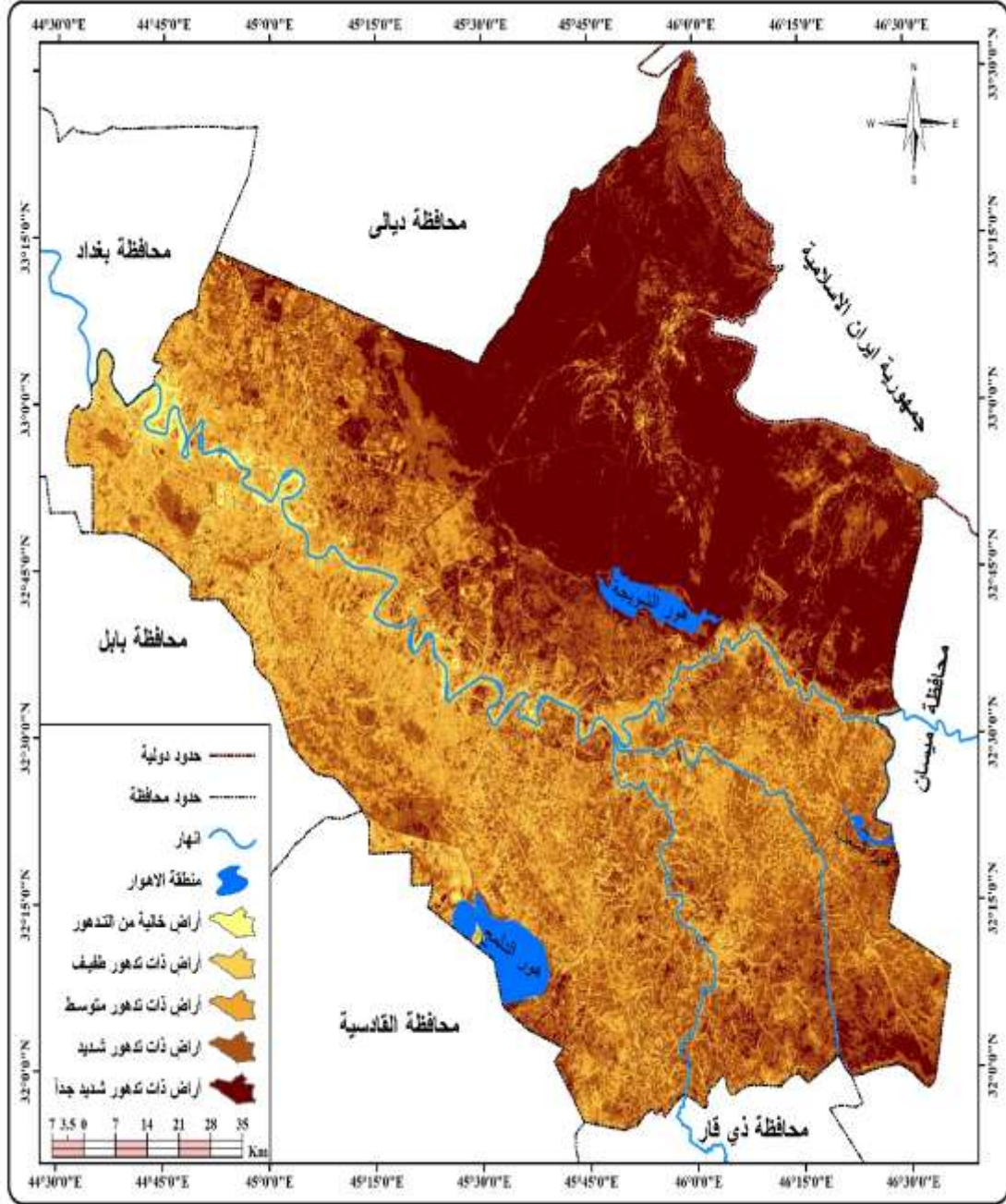
المصدر: اعتماداً على مؤشر القشرة البايولوجية (CI) للمرئية الفضائية (Landsat8)، ٢٠٢٠.

تبين خريطة (٧) الأراضي التي تتعرض للتدهور كطريقة للكشف عن تدهور الغطاء الارضي، وتم استعمال طريقة التمثيل الكمي ووسيلة المساحات وأسلوب الألوان في عملية تمثيلها، حيث صنف هذا المؤشر في منطقة الدراسة الى خمس أصناف جدول (٥)، كآتي:

- أراضي خالية من التدهور: يتوزع هذا الصنف في ترب كتوف الأنهار التي تتصف بالترب ذات نسجة مزيجية طينية غرينية، في الجهات الشمالية الغربية من منطقة الدراسة، حيث ان هذا الصنف احتل المرتبة الاخيرة في منطقة الدراسة بمساحة (٣٤٦,٥) كم<sup>٢</sup>، ونسبة مقدارها (٢,٠%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

خريطة (٧)

تدهور التربة حسب مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) في محافظة واسط



المصدر: اعتماداً على مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) للمرئية الفضائية (Landsat8)، ٢٠٢٠.

جدول (٥)

مساحة درجات تدهور الترب ب(٢ كم) حسب مؤشر حجوم الدقائق السطحية (GSI) في محافظة واسط للعام ٢٠١٨

اجمالي المحافظة		درجات تدهور الترب
النسبة (%)	المساحة (٢ كم)	
١,٥	٢٥٦	اراضي اهورار ومستنقعات
٢,٠	٣٤٦,٥	اراضي خالية من التدهور
٨,١	١٣٩٨	اراضي ذات تدهور طفيف
٢٥,٣	٤٣٣٨,٨	اراضي ذات تدهور متوسط
٣١,٣	٥٣٦٣,٢	اراضي ذات تدهور شديد
٣١,٨	٥٤٥٠,٤	اراضي ذات تدهور شديد جداً
١٠٠	١٧١٥٣	المجموع

المصدر:- اعتماداً على الخريطة رقم (٧)

- أراضي ذات تدهور طفيف: يتمثل هذا المستوى في بعض ترب كتوف الأنهار، وترب احواض الأنهار المطمورة بالغرين، في الجهات الوسطى والجنوبية من منطقة الدراسة، حيث ان هذا الصنف احتل المرتبة الرابعة في منطقة الدراسة بمساحة (١٣٩٨) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة مقدارها (٨,١%) من مجموع مساحة محافظة واسط.
- أراضي ذات تدهور متوسط: يتمثل هذا المستوى في مناطق متفرقة من بعض ترب احواض الأنهار المطمورة بالغرين، وترب احواض الأنهار المطمورة بالغرين الرديئة، وشغل هذا الصنف المرتبة الثالثة في منطقة الدراسة بمساحة (٤٣٣٨,٨) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة مقدارها (٢٥,٣%) من مجموع مساحة محافظة واسط.
- أراضي ذات تدهور شديد: يتمثل هذا المستوى في الترب الجافة لبعض ترب احواض الأنهار المطمورة بالغرين الرديئة وترب الكثبان الرملية، واحرز هذا الصنف المرتبة الثانية في منطقة الدراسة بمساحة (٥٣٦٣,٢) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة مقدارها (٣١,٣%) من مجموع مساحة محافظة واسط.
- أراضي ذات تدهور شديد جداً: تتوزع بالترب الجافة والخالية من الغطاء النباتي، المعرضة للتعرية الريحية والمائية، وتمركز هذا الصنف بالمرتبة الاولى في منطقة الدراسة بمساحة (٥٤٥٠,٤) كم<sup>٢</sup>، وبنسبة مقدارها (٣١,٨%) من مجموع مساحة محافظة واسط.

### الاستنتاجات:

- اثبتت الدراسة ان استخدام المؤشرات الطيفية الخاصة بالظواهر الجيومورفولوجية لها إمكانية عالية ودقيقة في تحديد ومراقبة الاشكال المورفومترية في منطقة الدراسة، باعتماد برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وتوظيف سلسلة من المؤشرات المعتمدة على التفسير الالي للمرئيات الفضائية.
- تمكنت الدراسة من بناء قاعدة بيانات جغرافية (جيومورفولوجية) بالاعتماد على برمجيات نظم المعلومات، ( Layers ) مستمر، من خلال مجموعة من الطبقات الجغرافية والمرئيات الفضائية، فضلاً عن بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية.
- ساعدت عمليات المعالجات الرقمية للمرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة في برنامج الاستشعار عن بعد على سهولة تشخيص وتحديد الوحدات الجيومورفولوجية بالاعتماد على الحزم الطيفية كمؤشر الغطاء النباتي ومؤشر الملوحة ومؤشر التعرية الريحية... الخ مما أدى إلى إعطاء نتائج ذات دقة عالية.
- اثبتت الدراسة ان استخدام المؤشرات الطيفية لها امكانية للتمييز بين الاشكال المورفومترية لأهمية وجود الظواهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة بالخطط التنموية الاستراتيجية.
- توصلت الدراسة إلى وجود علاقة بين المؤشرات الطيفية تمكن من تحديد ابعاد المظاهر المورفومترية المدروسة وما تطرأ عليها من تغييرات وبالتالي تساعد على تواصل البحث العلمي بشكل مستمر.

### الهوامش:

- (١) جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية (٢٠١٨)، جدول (٥/١)، ص ١٥.
- (٢) اياذ عاشور حمزة الطائي، تأثير مظهر فهمي العزاوي، التقنيات الحديثة في الجغرافية، الطبعة الاولى، دار الجنان للنشر والتوزيع، عمان، الأردن ٢٠١٣، ص ١٤.
- (٣) محمد الخزامي عزيز، نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين ، الطبعة الثالثة ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٦ .
- (4) Paul M. Mather , Computer Application Geography , John wiley – sons , London , 1991 , p. 207 .
- (٥) طارق جمعة علي المولى ، التمثيل الخرائطي لتغيرات الغطاء الأرضي في محافظة البصرة باستخدام تقنياتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية للمدة ١٩٧٣ - ٢٠١٣ ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، الجزء الاول، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٤ ، ص ٥٦ .

- (\*) هو العلم او الفن الذي عن طريقه يمكن الاستدلال او الكشف عن للظاهرة عن بعد او الحصول على قياسات عن جسم معين بدون اجراء تماس مباشر معه .
- (٦) محمد الخزامي عزيز، مصدر سابق، ص ١٥.
- (\*) مختصر لـ (Global Positioning System) .
- (٧) نجيب عبد الرحمن الزبيدي، نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، الطبعة العربية ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٧ ، ص ٥٦ .
- (٨) علي عبد عباس العزاوي ، احمد حامد علي العبيدي ، " اشتقاق المعلومات الجيومورفولوجية من البيانات الرادارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية - الموصل دراسة حالة " ، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية ، المجلد ١٤ ، ٢٠٠٧ ، ص ٢٠٩ - ٢١١ .

(9) [HTTP://WWW.UWEB.UCSB.EDU.DEM.HTM](http://www.uweb.ucsb.edu/dem.htm).

- (١٠) علي عبد عباس العزاوي ، احمد حامد علي العبيدي، مصدر سابق، ص ٢٠٩ - ٢١١ .
- (١١) شوقي أبو الغيط علي منصور ، نظم المعلومات الجغرافية الأسس العلمية والمفاهيم التطبيقية ، دار المعرفة الجامعية للطبع والنشر والتوزيع ، الاسكندرية ، ٢٠١٦ ، ص ٢٤ .
- (١٢) سعد أبو راس الغامدي، مراقبة التصحر في أجزاء من غرب وجنوب غرب المملكة العربية السعودية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، مجلة جامعة الملك سعود للعلوم الزراعية، المجلد (٢٠)، العدد (٢)، ٢٠٠٨، ص ٥.
- (١٣) محمد احمد كاظم ، تصنيف بعض ترب منطقة شط العرب في محافظة البصرة وتقييم ملائمة الأراضي للأغراض الزراعية بالاستعانة بتقانات الاستشعار عن بعد ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، ٢٠١٧ ، ص ٢٣-٢٤ .
- (١٤) جاسم خلف شلال وآخرون، استخدام دليل الأختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) في تحديد وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار / محافظة نينوى ، المجلة العراقية لعلوم الأرض ، المجلد ٧، العدد ٢، ٢٠٠٧، ص ٣.

(15) A. Azabdaftari a, F. Sunarb, SOIL SALINITY MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT DATA, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B7 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic, 2016.p4.

(16) Manal Awad Khiry, Spectral Mixture Analysis for Monitoring and Mapping Desertification Processes in Semi-arid Areas in North Kordofan State, Sudan , PhD thesis , Technische University Dresden , Faculty of Forest, Geo and Hydro Sciences Institute of Photogrammetry and Remote Sensing , 2007 . p81.



- (١٧) جمال شعوان، وآخرون، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية المائية في حوض واد امزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، عدد خاص بأعمال المؤتمر الثالث للجغرافيين المغاربة ١٧ - ١٨ يناير، مجلد (٢٨)، العدد (١ - ٢)، ٢٠١٣، ص ٧٦.
- (١٨) هالة محمد سعيد مجيد، علاء مهدي صالح الزهيرى، كشف التدهور البيئي حسب المؤشرات الطيفية لبيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للساحل العراقي، مجلة مداد الآداب، عدد خاص بالمؤتمرات ٢٠١٨ - ٢٠١٩، ص ١١٥٦.
- (١٩) محمد احمد كاظم، مصدر سابق، ص ٥٣.
- (٢٠) عدنان النقاش، " تأثير العمليات الجيومورفولوجية في تلوث ترب السهل الرسوبي باستخدام تقنية التحسس النائي " ، مجلة جامعة كربلاء ، المجلد الأول ، العدد الثالث ، ٢٠٠٣ ، ص ٧.
- (٢١) فتحي عبد العزيز ابو راضي، مورفولوجية سطح الارض، ط١، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، ١٩٩٨، ص ٢٩١.
- (٢٢) جاسب كاظم عبد الحسن الجوهر، الاشكال الارضية لاحواض الوديان الجافة في منطقة بصيه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه، كمية اداب، جامعة البصرة، ٢٠١١ ، ص ٢٣٠.
- (٢٣) علي غليس ناھي السعيدى وحسين جوبان عريبي المعارضي وطارق جمعه مولى، الظواهر المورفومترية في المنطقة الشرقية من محافظة ميسان باستخدام التحسس النائي، مجلة الخليج العربي ، المجلد (٤٥) ، العدد (٤-٣) ، ٢٠١٧.
- (٢٤) محمد صبري محسوب، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة، ٢٠٠١، ص ٢٥٩.
- (٢٥) عدنان باقر النقاش، مهدي محمد علي الصحاف، الجيومورفولوجي ، جامعة بغداد، ١٩٨٩، ص ٣٠٧.
- (٢٦) حسن رمضان سلامة ، أصول الجيومورفولوجيا، عمان، دار المسيرة، ط٤، ٢٠١٠، ص ٢٣
- (٢٧) محمد منصور عبده المليكي، حوض وادي عنه في الجهورية اليمينية دراسة أشكال سطح الأرض، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠٠٣ ، ص ١١٦
- (٢٨) محمد عبدالوهاب حسن الاسدي، جيومورفولوجية مروحة الطيب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد RS، اطروحة دكتوراه، (غير منشورة) كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠١٢، ص ٢٦
- (٢٩) جودة فتحي التركماني، " جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبي وادي دهب - الغائب بشبه جزيرة سيناء ، مجلة كلية الآداب ، العدد الخامس ، ١٩٩١، ص ٨٠
- (٣٠) الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٣/٢٠٢٠
- (31) Pye, K. & Tsoar, H. Aeolian Sand and Sand Dunes , Unwin Hyman Ltd , London,1990, p356.

(٣٢) محمد مجدي تراب، اشكال الصحاري المصورة دراسة لاهم الظواهر الجيومورفولوجية في المناطق الجافة وشبه الجافة، مطبعة الاسكندرية، الاسكندرية، ١٩٩٦، ص ٢٥٣ .

(٣٣) محمد عبد الوهاب حسن الاسدي ، مصدر سابق ، ص ٦٦ - ٦٧ .

(٣٤) أبتها تقي حسن، استخدام الأدلة (NDVI)،(NDBI)،(NDWI) لكشف التغيرات في غطاء الأرض لمناطق مختارة من محافظة النجف للحقبة بين (٢٠٠١-٢٠٠٦) باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ، مجلة الكوفة للفيزياء، المجلد (٦) ، العدد (٢) ، ٢٠١٤ ، ص ١٤ .

(٣٥) أياد عبد الله خلف الدليمي، استخدام دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) وبعض المؤشرات النباتية لرصد التصحر والكثبان الرملية في بيجي /العراق، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، العدد(٢٠)، ٢٠١٥، ص ١٠٩

(٣٦) سعد ابو راس الغامدي، " تحليل الاستجابة الطيفية لنباتات المناطق الجافة وشبه جافة " ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ١٩٨، ١٩٩٦، ص ٣ - ٦ .

(٣٧) احمد اسعد زعين ، استعمال الاستشعار عن بعد لدراسة انعكاسية الأغشية الأرضية وعلاقتها ببعض صفات التربة في منطقة أبي غريب ، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٨ ، ص ٥٧ .

(38) Rouse, J.W. et al. , Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (greenwave effect) of Natural Vegetation. NASA/GSFCT Type III Final Report. Greenbelt, MD, USA.1974 , p 53 .

(\*) تم تصنيف الغطاء الخضري (NDVI) حسب ما جاء به كل من:

-Lioa,M.L.Liu,P.znu,J.yay,The Data set of 1km Resoulution Monthly NDVI in China,1999.

(٣٩) حمزة عباس حمد حمزة، التمثيل الخرائطي للموارد الطبيعية في بادية العراق الجنوبية باستخدام RS و GIS، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، الجزء الأول، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة، ٢٠١٩، ص ١٦٠ .

(\*) تم تصنيف فئات مؤشر الدليل الملوحة (SI) اعتماداً على ما جاءت به:

-A. Azabdaftari a, F. Sunarb, SOIL SALINITY MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT DATA, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B7 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic,2016.p5.

(٤٠) جمال شعوان، وآخرون، مصدر سابق، ص ٩٦ .

(41)<sup>1</sup>(Manal Awad Khiry, Spectral Mixture Analysis for Monitoring and Mapping Desertification Processes in Semi-arid Areas in North Kordofan State, Sudan , PhD thesis , Technische University Dresden , Faculty of Forest, Geo and Hydro Sciences Institute of Photogrammetry and Remote Sensing , 2007 . p81

(\*) تم تصنيف فئات مؤشر الدليل الريحي (EMI) اعتماداً على ما جاءت به:

(٤٢) محمد اطيخ ماهود المالكي، التمثيل الخرائطي لظاهرة التصحر في محافظة واسط باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة ٢٠٢٠ ، ص٥٨ .  
(٤٣) سلوى حازم خلف الاسدي، النمذجة المكانية للاشكال المورفومترية في قضاء علي الغربي-محافظة ميسان، باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد (RS)، ونظم المعلومات الجغرافية(GIS)، رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية الاداب، جامعة البصرة، ٢٠٢٠، ص١١٥ .

(\*) اعتمد الباحث على مؤشر القشرة البايولوجية (CI) للكشف عن مظهر الكتبان الرملية ، بدلاً من مؤشر الكتبان الرملية والأراضي القاحلة (NDSDI) ، حيث اثبت مؤشر (CI) امكانيته القوية في عزل مناطق انتشار الكتبان الرملية عن بقية أصناف الغطاء الأرضي، على العكس من مؤشر (NDSDI) الذي تبين عدم قدرته في فرز الكتبان الرملية عن الأصناف الأخرى .

(٤٤) الدراسة الميدانية،

(٤٥) رؤى قيس محمود التغلبي، تقييم حالة التدهور والتصحر لبعض الترب باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية شمالي العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الزراعة، جامعة تكريت، ٢٠١٨، ص٦  
(٤٦) محمد احمد كاظم، مصدر سابق، ص٥٣ .

(47) Alfred Homere Ngandam Mfondoum and others، Assessment of Land Degradation status and Its Impact in Arid and sem – Arid Areas by correlating spectral and principal component Analysis Neo – Band، Department of Geography، University of Yaounde،Cameroon، 2016، p:1544

(٤٨) محمد احمد كاظم، مصدر سابق ص٥٣ .

## المصادر :

- الاسدي، محمد عبدالوهاب حسن، جيومورفولوجية مروحة الطيب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد RS، اطروحة دكتوراه، (غير منشورة) كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠١٢ .
- ابو راضي، فتحي عبد العزيز، مورفولوجية سطح الارض، ط١، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، ١٩٩٨ .
- التركماني، جودة فتحي، جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبي وادي دهب - الغائب بشبه جزيرة سيناء ، مجلة كلية الآداب ، العدد الخامس ، ١٩٩١ .
- التغلبي، رؤى قيس محمود، تقييم حالة التدهور والتصحر لبعض الترب باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية شمالي العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الزراعة، جامعة تكريت، ٢٠١٨ .

- جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية (٢٠١٨)، جدول (٥/١)، ص ١٥.
- الجوهر، جاسب كاظم عبد الحسن، الأشكال الأرضية لبحاوض الوديان الجافة في منطقة بصبه بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه، كمية اداب، جامعة البصرة، ٢٠١١.
- حسن، أبتهاال تقي، استخدام الأدلة (NDVI)، (NDBI)، (NDWI) لكشف التغيرات في غطاء الأرض لمناطق مختارة من محافظة النجف للحقبة بين (٢٠٠١-٢٠٠٦) بأستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ، مجلة الكوفة للفيزياء، المجلد (٦) ، العدد (٢) ، ٢٠١٤.
- حمزة، عباس حمد حمزة، التمثيل الخرائطي للموارد الطبيعية في بادية العراق الجنوبية بأستخدام RS و GIS، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، الجزء الأول ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٩.
- الدليمي، أياد عبد الله خلف، استخدام دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) وبعض المؤشرات النباتية لرصد التصحر والكثبان الرملية في بيجي /العراق، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، العدد (٢٠)، ٢٠١٥.
- زعين، احمد اسعد، استعمال الاستشعار عن بعد لدراسة انعكاسية الأغطية الأرضية وعلاقتها ببعض صفات التربة في منطقة أبي غريب، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية الزراعة، جامعة بغداد ، ٢٠٠٨ ، ص ٥٧ .
- خالد، شريف، احمد وآخرون، دراسة التربة وتدهور الاراضي في وادي الليث - المملكة العربية السعودية، قسم دراسات التصحر، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية.
- الزبيدي، نجيب عبد الرحمن، نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، الطبعة العربية ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٧.
- السعيد ، علي غليس ناھي وحسين جوبان عريبي المعارضي وطارق جمعه مولى ، الظواهر المورفومترية في المنطقة الشرقية من محافظة ميسان بأستخدام التحسس النائي ، مجلة الخليج العربي ، المجلد (٤٥) ، العدد (٣-٤) ، ٢٠١٧.
- سلامة، حسن رمضان ، أصول الجيومورفولوجيا ، عمان، دار المسيرة، ٤، ٢٠١٠.
- شعوان، جمال، وآخرون، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية المائية في حوض واد امزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، عدد خاص بأعمال المؤتمر الثالث للجغرافيين المغاربة ١٧ - ١٨ يناير ٢٠١٣، مجلد (٢٨)، العدد (١ - ٢)، ٢٠١٣.
- شلال، جاسم خلف وآخرون، أستخدام دليل الأختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) في تحديد وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار / محافظة نينوى ، المجلة العراقية لعلوم الأرض ، المجلد ٧، العدد ٢، ٢٠٠٧.

- الطائي، ايداع عاشور حمزة، ثائر مظهر فهمي العزاوي، التقنيات الحديثة في الجغرافية، الطبعة الأولى، دار الجنان للنشر والتوزيع، عمان، الأردن ٢٠١٣.
- العزاوي، علي عبد عباس، و احمد حامد علي العبيدي، " اشتقاق المعلومات الجيومورفولوجية من البيانات الرادارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية - الموصل دراسة حالة " ، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية ، المجلد ١٤ ، ٢٠٠٧.
- عزيز، محمد الخزامي، نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين ، الطبعة الثالثة ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ٢٠٠٤
- الغامدي، سعد أبو راس، مراقبة التصحر في أجزاء من غرب وجنوب غرب المملكة العربية السعودية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، مجلة جامعة الملك سعود للعلوم الزراعية، المجلد ٩ (٢٠)، العدد (٢)، ٢٠٠٨.
- الغامدي، سعد ابو راس، " تحليل الاستجابة الطيفية لنباتات المناطق الجافة وشبه جافة " ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ١٩٨ ، ١٩٩٦.
- كاظم، محمد احمد، تصنيف بعض ترب منطقة شط العرب في محافظة البصرة وتقييم ملائمة الأراضي للأغراض الزراعية بالاستعانة بتقانات الاستشعار عن بعد ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، ٢٠١٧.
- المالكي، محمد اخيخ ماهود ، التمثيل الخرائطي لظاهرة التصحر في محافظة واسط باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة البصرة ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، ٢٠٢٠ .
- المليكي، محمد منصور عبده، حوض وادي عنه في الجمهورية اليمنية دراسة أشكال سطح الأرض، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠٠٣
- مجيد، محمد سعيد، علاء مهدي صالح الزهيري، كشف التدهور البيئي حسب المؤشرات الطيفية لبيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للساحل العراقي، مجلة مداد الآداب، عدد خاص بالمؤتمرات ٢٠١٨ - ٢٠١٩.
- محسوب، محمد صبري ،جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة، ٢٠٠١
- منصور، شوقي أبو الغيط علي، نظم المعلومات الجغرافية الأسس العلمية والمفاهيم التطبيقية ، دار المعرفة الجامعية للطبع والنشر والتوزيع ، الاسكندرية ، ٢٠١٦.
- المولى، طارق جمعة علي ، التمثيل الخرائطي لتغيرات الغطاء الأرضي في محافظة البصرة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية للمدة ١٩٧٣ - ٢٠١٣ ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، الجزء الاول، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٤ .
- النقاش، عدنان باقر ، تأثير العمليات الجيومورفولوجية في تلوث ترب السهل الرسوبي باستخدام تقنية التحسس النائي، مجلة جامعة كربلاء ، المجلد الأول ، العدد الثالث ، ٢٠٠٣.

- النقاش، عدنان باقر ، م هدي محمد علي الصحاف ، الجيومورفولوجي ، جامعة بغداد، ١٩٨٩.

- A. Azabdaftari a, F. Sunarb, SOIL SALINITY MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT DATA, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B7 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic, 2016.
- Alfred Homere Ngandam Mfondoum and others, Assessment of Land Degradation status and Its Impact in Arid and sem – Arid Areas by correlating spectral and principal component Analysis Neo – Band, Department of Geography, University of Yaounde, Cameroon, 2016.
- Manal Awad Khiry, Spectral Mixture Analysis for Monitoring and Mapping Desertification Processes in Semi-arid Areas in North Kordofan State, Sudan , PhD thesis , Technische University Dresden , Faculty of Forest, Geo and Hydro Sciences Institute of Photogrammetry and Remote Sensing , 2007.
- Paul M. Mather , Computer Application Geography , John wiley – sons , London , 1991 , p. 207
- Rouse, J.W. et al. , Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (greenwave effect) of Natural Vegetation. NASA/GSFCT Type III Final Report. Greenbelt, MD, USA. 1974 ,.
- S .Li ,X. Chen , Anew Bare-soil Index for Rapid Mapping Developing Areas Using Landsat-8 data , Shenzhen Municipal Information Center of Land Resource , Urban Planning and Real Estate , P.R China , 2014.  
[HTTP://WWW.UWEB.UCSB.EDU.DEM.HTM](http://www.uweb.ucsb.edu/dem.htm)