



## التحليل الجغرافي لمؤشرات التصحر في قضاء الضلوعية باستخدام التقنيات الرقمية

م.م. اوس علي محمد

كلية الآداب، جامعة تكريت، قسم الجغرافية التطبيقية

### الملخص:

تعد بيانات الاستشعار عن بعد مصادر أساسية استخدمت على نطاق واسع لكشف التغيير في الأغصنة الأرضية ومراقبة التصحر والجفاف في العقود الأخيرة، إذ تهدف الدراسة إلى كشف ومراقبة التغيرات في قضاء الضلوعية باستخدام المؤشرات الطيفية الآتية (مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتراب SAVI، مؤشر الغطاء النباتي المحسن EVI، مؤشر الغطاء النباتي الفروق الطبيعية NDVI، مؤشر رطوبة التربة NDMI)، باستخدام بيانات للقمر الصناعية (Landsat-8) للمتحسس (OLI) المأخوذة في 2022 خلال موسمي (الشتاء والصيف)، واستنتجت الدراسة أن التكامل بين برامج التقنيات الجغرافية الحديثة ومعالجة الرقمية اعطى مرونة كبيرة في تحليل ومعالجة المرئيات الفضائية وحساب المؤشرات والمؤشرات الرقمية، أثبتت جميع المؤشرات ان منطقة الدراسة تعاني من جفاف حاد خلال فصل الصيف والتي بلغت نسبة حسب المؤشرات (SAVI, EVI, NDVI, NDMI) الآتية (77%، 71.30%، 71.60%، 73.70%)، ويرجع سبب ذلك الى الظروف المناخية في المنطقة والمتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة وتطرفها وانعدام تساقط الامطار وهبوب الرياح الحارة المترتبة التي تؤدي الى جفاف التربة، كلها هذه العوامل تساعد على تصحر وجفاف المنطقة، أما الفئة المتوسطة الجفاف والرطوبة فقد بلغت نسبتها حسب تسلسل المؤشرات أعلاه الى (17.50%، 17.30%، 18.20%، 5.50%) خلال فصل الصيف، وسجلت فئة الأراضي ذات جفاف قليل مساحات قليلة جداً مقارنة بالفئات التي سبقتها وهي كلاتي (5.60%، 11.30%، 10.20%، 20.80%) حسب المؤشرات علاه.

**كلمات مفتاحية:** المعالجة الرقمية للمرئيات، المؤشرات الطيفية، التصحر، التقنيات الجغرافية الحديثة.

## Geographical analysis of desertification indicators in Al-Duluiya district using digital techniques

Assist. L. Ows Ali Muhammad

College of Arts, Tikrit University, Department of Applied Geography

### Abstract

Remote sensing data are basic sources that have been widely used to detect the change in land cover and monitor desertification and drought in recent decades. EVI, natural variance vegetation index NDVI, soil moisture index NDMI), using data from the (Landsat-8) satellite of the sensor (OLI) captured in 2022 during the two seasons (winter and summer), and the study concluded that the integration between geographical technologies programs and the diversity of treatment methods Digital gave great flexibility in analyzing and processing satellite visuals and calculating indicators and digital evidence. All indicators proved that the study area suffers from severe drought during the summer, which reached a percentage according to the following indicators (SAVI, EVI, NDVI, NDMI) (77%, 71.30%, 71.60). %, 73.70%, and the reason for this is due to the climatic conditions in the region, which are represented by the high and extreme temperatures, the lack of precipitation, and the blowing of hot dusty winds that lead to the drying of the soil. All of these factors help D on the desertification and dryness of the region. As for the medium dry and wet category, its percentage, according to the sequence of



indicators above, reached (17.50%, 17.30%, 18.20%, 5.50%) during the summer. Kalati (5.60%, 11.30%, 10.20%, 20.80%) according to the above indicators.

**Keywords:** digital processing of visuals, spectral indicators, desertification, modern geographical techniques.

#### المقدمة:

لقد شهد علم الجغرافيا تطورات كثيرة خلال العقود المنصرمة الأخيرة ، لعل من أبرزها الثورة الكمية ودخول الحاسب الآلي في عملياتها ، وما تمخض عن ذلك من توفر كم هائل من البيانات والمعلومات ذات المرجعية المكانية ، مما ترتب عليه صعوبة الاعتماد على الطرائق التقليدية في عمليات المعالجة وتحليل البيانات ، وأصبحت الحاجة الماسة إلى استخدام تقنيات التحليل الآلي الرقمي للمعلومات والممثلة بالأساليب الكمية والاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والتي أصبحت اليوم الركن الأساس للجغرافية المعاصرة ، التي نقلت الجغرافي من الجانب النظري إلى الجانب التطبيقي ، مما جعل علم الجغرافيا يقع ضمن العلوم التطبيقية، لا سيما تلك التي تهتم بالمشكلات البيئية ورصد تغيراتها بشكل يتلاءم مع حاجات المجتمع المتنامية، حيث تعد ظاهرة التصحر من المشكلات البيئية الخطيرة التي تتعرض لها مساحات واسعة من اراضي المناطق التي يسودها المناخ الجاف وشبه الجاف، بل وشبه الرطب، وتكمن خطورتها في تدهور التربة وانخفاض إنتاجيتها في الوقت الذي تتزايد فيه الحاجة الى انتاج الغذاء بغية تحقيق الأمن الغذائي، فضلاً عما تتركه تلك الظاهرة من تأثيرات بيئية واقتصادية اخرى.

#### مشكلة الدراسة:

تتجلى مشكلة الدراسة بانتشار ظاهرة التصحر وتفاقمها الامر الذي يتطلب البحث في وسائل الرصد والمراقبة للظاهرة عبر استخدام التقنيات الجغرافية الحديثة وأن مشكلة البحث الرئيسية هي (هل يمكن رصدها ومراقبة التصحر في منطقة الدراسة باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة؟ وماهي الانعكاسات البيئية؟)

#### فرضية الدراسة:

تتمثل الفرضية البحث في (يمكن للتقنيات الجغرافية الحديثة والمتمثلة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل وتفسير ومراقبة وتصنيف مظاهر التصحر في القضاء باستخدام المؤشرات الطيفية الاتية" مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة SAVI، مؤشر الغطاء النباتي المحسن EV، مؤشر الغطاء النباتي الفروق الطبيعية NDVI ، مؤشر رطوبة التربة NDMI").

#### اهداف الدراسة:

- 1- تحليل المؤشرات التصحر التي أدت الى تغير في الغطاء الأرضي واستعمالته خلال عام 2022.
- 2- تصميم خرائط باستخدام التقنيات الحديثة للكشف عن التصحر وانعكاساتها.
- 3- بناء قاعدة بيانات جغرافية لمؤشرات التصحر في المنطقة، ومؤشرات التدهور البيئي للأراضي الزراعية، تكون قابلة للتعديل والتحديث والدمج

#### مناهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة الحالية على عدة مناهج منها، **المنهج الوصفي** الذي يعتمد على وصف وتبيان التحليل المكاني لمظاهر التصحر، و**المنهج التحليلي التطبيقي** الذي يعتمد على التقنيات الجغرافية الحديثة في تحليل المرئيات الفضائية، فضلاً عن استخدام **المنهج الرياضي** المتمثل بمعادلات رياضية الخاصة بمظاهر التصحر فضلاً عن المؤشرات الطيفية (indexes)، و**المنهج التحليلي التكاملي** الذي يعتمد على التكامل المعلوماتي بين التقنيات الجغرافية الحديثة في انتاج وتصميم خرائط التصحر.

#### موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الشرقي من محافظة صلاح الدين متمثلة بالحدود الإدارية لقضاء الضلوعية، بين دائرتي عرض (34° 0' – 34° 15') شمالاً، وخطي طول (52° 44' – 44° 24') شرقاً،



أما حدودها الإدارية فيحدها من الشمال قضاء الدور، ومن الغرب قضاء سامراء، ومن الجنوب قضاء بلد، ومن الشرق محافظة ديالى، تبلغ مساحتها (323) كم<sup>2</sup>.  
خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من محافظة صلاح الدين



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للمساحة ، خريطة محافظة صلاح الدين الإدارية ، مقياس رسم ( 1 / 250000 ) ، بغداد ، 2000 ، ومخرجات برنامج ArcGIS.V.10.8.  
**المحور الأول: معالجة الرقمية لمرئيات الدراسة:**

تهدف المعالجة الرقمية لمعطيات التحسس النائي الى تحسين قابلية التفسير البصري للمرئيات وذلك بزيادة قدرة التمييز بين معالم سطح الارض وكما هو معروف بان العين البشرية عاجزة عن تمييز الفروق الراديومترية أو الطيفية الضئيلة التي يمكن ان تمييز مثل هذه المعالم، ويهدف التحسين باستخدام الحاسوب الى التضخيم البصري لهذه الاختلافات الضئيلة ليسهل أماكن ملاحظتها، ان الحاجة الى معالجة المرئيات الرقمية تعود الى ثلاثة محددات رئيسية ويبقى المحلل دونها تحت رحمة ما أصابها من تشويه أو تردد أثناء عمليات المسح<sup>(1)</sup>.

وتتكون الخصائص الأساسية لمعطيات المرئية الرقمية بصورة عامة، من مجموعة وحدات صورية ذات بعدين تعرف عادة بالوحدة الصورية أو العناصر (Pixels) وشدة كل وحدة صورية منها توافق متوسط المعان أو الأشعاعية المقاسة الكترونياً فوق مساحة الارض الممتلئة لكل وحدة صورية، تتألف المرئية الرقمية وكنها مكونة ، من عدد كبير من الخطوط المتتالية حيث يحتوي كل خط منها على عدد كبير من الوحدات الصورية المربعة، وعليه تكون المرئية عبارة عن مصفوفة من الاعداد (Digital number ; DN)، وتحمل معدل كثافة الانعكاسية المقاسة لكل وحدة صورية، وهذه القيم هي أعداد صحيحة موجبة تتولد من تحويل الأشارة الكهربائية الصادرة من المتحسس أرقام صحيحة موجبة باستخدام

طريقة تسمى قلب أشاره التمثيل الى رقم، وتعد المعالجة الرقمية للمرئيات الفضائية من أهم التقنيات المستخدمة في الوقت الحاضر في مجال التحسس النائي، ومما ساعد في سرعة انتشار تطبيق هذه التقنية، أمكانية الحصول على معطيات الأقمار الاصطناعية بشكل رقمي ولأطوال موجية متعددة من جهة، ومن جهة أخرى التطور الكبير الذي تشهده الحواسيب من حيث سرعة معالجتها للمعطيات الرقمية والامكانية الهائلة لتخزينها، وإزاء هذه الديناميكية العالية نستطيع ان نقول ان المزايا الأساسية لطرائق المعالجة الرقمية تتمثل في تنوعها وأمكانية تكرارها ومحافظةها على دقة المعطيات الأصلية للمرئية نفسها<sup>(2)</sup>. وقد تطلب في هذه الدراسة إجراء المعالجات التالية:

#### 1- التصحيح المرئيات الفضائية(Geometric Correctio):

قبل إجراء دراسة تحليله للمعطيات الرقمية الخام يستلزم الأمر إجراء سلسلة من المعالجات الأولية، ويتضمن ذلك عمليات ما قبل المعالجة(Preprocessing) لأنها تسبق عادة تداول معطيات المرئيات المسجلة لتصحيح التشوهات الهندسية ومعايرة المعطيات راديو متريا وإزالة التشويش في المعطيات أثناء عملية التصوير، وتجري بعض المعاملات الأولية بمحطات الاستقبال الارضية (Reception Station Ground) وترجع أهمية إجراء التصحيحات الى ان ثخانة الغلاف الجوي والاختلافات الطبوغرافية لسطح الارض تؤديان الى اختلاف وتغير للخواص الهندسية لانتقال انعكاسات الأشعة خلال الغلاف الجوي . وتزداد الحاجة الى إجراء تقويم المرئيات الخام لإزالة هذه التأثيرات عند استخدام مرئيات ذات تواريخ مختلفة(Multitemporal data) أو عند أدماج المرئيات المتعددة المتحسسات(Multisensor Image) وهكذا تعتمد طبيعة عملية ترميم أي مرئية اعتمادا كلياً على خصائص المتحسس المحمول على تلك المنصات أثناء الحصول على معطيات المرئية الخام، وتؤدي التأثيرات أعلاه الى فقدان العلاقة بين المعطي الرقمية المسجلة وما تمثله من معالم على سطح الارض، ان الغاية من المعطيات الرقمية المشوهة أو هذه الاجراءات الأولية هي المتردية لإيجاد تمثيل أصدق للمشاهد الأصلي، وتجري هذه التصحيحات باستخدام نماذج رياضية متقدمة<sup>(3)</sup>. وفيما يلي عرض لهذه التصحيحات:

#### أ- التصحيح الهندسي:

ان عملية تقويم المرئيات الرقمية الخام لأزاله التشوهات الهندسية مثلا ، يمكن اعتبارها في الغالب إجراء للتحسين ومن دونها لا يمكن ان نتخذها كخراط جاهزة . وتتباين مصادر التشوهات الهندسية بين تغير ارتفاع المنصات وسرعتها وانحناء سطح الارض وانزياح نضا مظاهر الأشكال الأرضية ، وبين بعض العوامل الأخرى اللاخطوية في الحقل رؤيته اللحظي . ان دوران الأرض تحت القمر الاصطناعي باتجاه الشرق أثناء عمليات التصوير يجعل الماسح يعطى كل كنسة بصرية ، مساحة من الأرض تقع الى الغرب من الكنسة السابقة قليلا . وهذا مايسمى تشوه الانحراف (Skew distortion) وعملية إزالة الانحراف (deskewing) من المرئيات الناتجة الخام أزاحة كل خط من خطوط المسح المتتالية ، قليلاً نحو الغرب، وينجم عن هذه التصحيح مظهر متوازي أضلاع منحرف

(Skewed parallelogram appearance) لمعطيات الماسح المتعدد الاطراف، ان أدراك مثل هذه التشوهات المألوفة وتصحيحها تجعل المرئية المصححة موحدة هندسيا مع الخريطة، وللتمكن من أدماج معطيات المرئية لمنطقة جغرافية معينة في مجموعة أخرى من المعطيات المسندة جغرافيا للمنطقة نفسها بحيث يمكن استخدامها لربط أحداثيات الخريطة الصحيحة هندسيا بإحداثيات المرئية المشوهة<sup>(4)</sup>، يتم انجاز هذه العملية بتحديد مواقع عدة نقاط تحقق ارضي بدلالة أحداثيات المرئية (العد العمودي والأفقي) على المرئية المشوهة وبدلالة إحداثياتها الأرضية، تقاس عادة من خارطة بدلال إحداثيات مركاتور المستعرضة العالمية (UTM) أو خطوط الط ويمكن استخدام عدة طرائق لتحدي أوضاع المرئية المشوهة لأوضاع إعادة الاعتيان الخريطة الصحيحة ومن ثم تطبيق عملية تدعى

(Resampling) لتحديد العدد الرقمي المناسب لوحدة الخرج ، ومن الأمثلة على ذلك طريقة أعاد أعتيان الجوار الأقرب ول والعرض (Nearest neighbour resampling) وطريقة الطي المكعبة (Cubic Convolution) في الاعتيان وطريقة الاستكمال الثنائي الخط (Bilinear interpolation).

### ب- التصحيح الراديومتري:

تتباين مصادر التشوهات الراديومترية بين تغيرات انارة المشهد وأحوال الغلاف الجوي ، ووضع الرؤية وخصائص أستجابة المتحسس، ان ضرورة إجراء أي من هذه التأثيرات أو كلها انما يعتمد مباشرة على التطبيق المراد إجراؤه . و خلاصة القول تتغير شدة الاشعاعية الطيفي المستخدمة في المسح حسب الحالة الجوية وحسب الاوقات والمواقع فالغلاف الجوي يؤثر في الاشعاعية المقيسة بأي نقطة من المشهد بطريقتين متضادتين، أولاً: انه يخفف أو يقلل الطاقة التي تنير الجسم الأرضي أو الطاقة المنعكسة من الجسم الأرضي، ثانياً: انه يقوم بدور عاكس ، مضيفا الى الإشارة التي يتحراها المتحسس ، أشعاعية مسار دخيلة متبعثرة . (Path radiance) وإذا أردنا التعبير عن التأثيرات الجوية رياضياً تيا<sup>(5)</sup>، فيمكن التعبير عن الإشارة المركبة التي تلاحظ في موقع أي عنصرة بالعلاقة:

$$L_{tot} = \frac{PET}{TT} + I_P$$

$L_{tot}$  = الاشعاعية الطيفية الكلية المقيسة بالمتحسس.

$P$  = انعكاسية الهدف.

$E$  = ضوء الشمس والسماء المخففين على الهدف.

$T$  = انفاذية الغلاف الجوي.

$I_p$  = اشعاعية المسار من الجو وليس من الجسم.

وللمعادلة اعلاه أهمية خاصة ، تعتمد على طول الموجة المنعكسة من الجسم والمتمثلة بالحد الأول من المعادلة، أما الحد الثاني فيمثل إشعاعية المسار المتبعثرة التي تسبب ضبابية في المرئيات وتضعف من تباينها، وقد تم تصميم طرائق تعديل الضبابية (Hazy compensation) لتخفيف تأثيرات إشعاعية المسار الى الحد الأدنى.

### ث- إزالة التشويش:

تتباين مصادر تشويش المرئية بين قصور في عملية تسجيل وبت الإشارة بواسطة جهاز التحسس والانزياح الدوري للمتحسس أو تعطله مما يؤدي الى تردي محتوى المرئية الخام من المعلومات الراديومترية الحقيقية، لذلك فان إزالة التشويش يسبق عادة أي تحسين لاحق لمعطيات المرئيات الرقمية أو تصنيفها، وتعالج هذه المشكلة عادة بعدة طرائق وذلك باستبدال الاعداد الرقمية المختلفة بمتوسط قيم العنصورات الموجودة في الخطوط التي فوقها وتحتها مباشرة، ويطلق على هذا النوع من التشويش بالتشويش الدوري، وهناك نوع آخر يطلق عليه التشويش العشوائي ويتميز هذا النمط بتغيرات غير دورية في المستويات الرمادية بين عنصرة وأخرى وتدعى أخطاء البيئات (Bit errors) وقد تم تطوير طرائق لأزالة تغير القيم غير الواقعية للمرئيات عن طريق أستبدال قيمة العنصرة ذات التشويش العالي بمتوسط قيم ما يجاورها من العنصورات<sup>(6)</sup>.

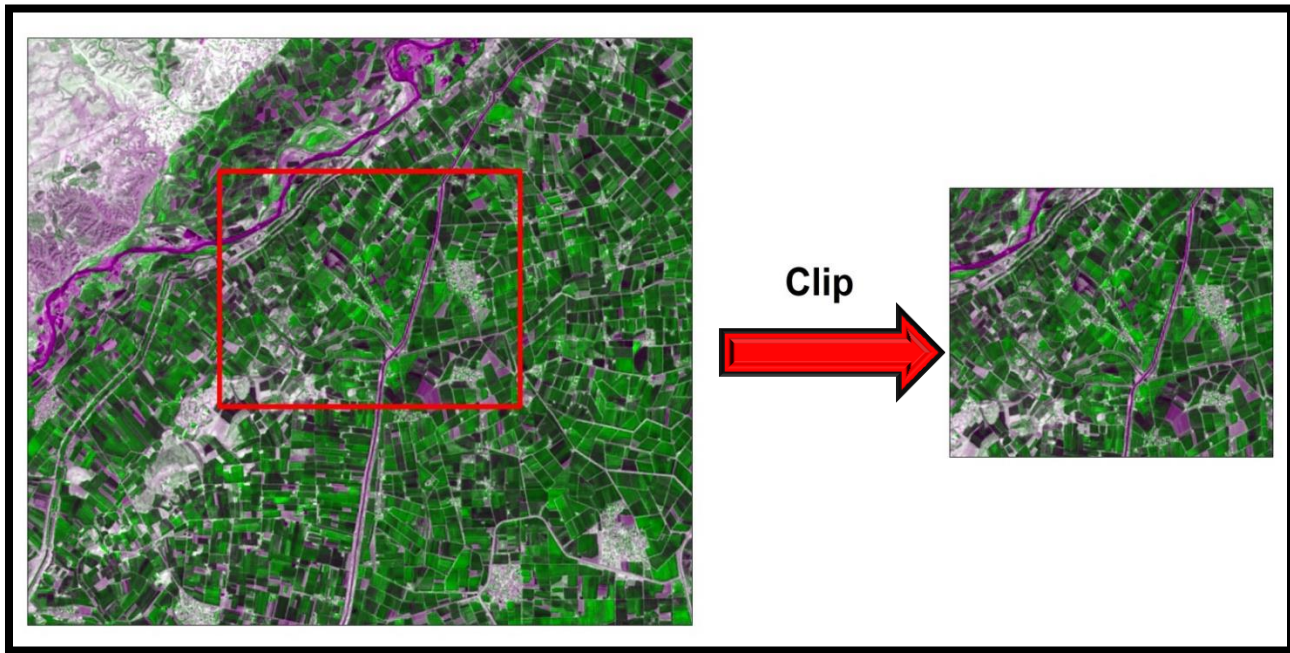
### 2- عملية القطع (Clipping):

تم إجراء عملية القطع لمنطقة الدراسة من المرئيات الناتجة من عملية الموزائيك اعتماداً على ملف تحديد منطقة الاهتمام (Interest of Area) AOI وذلك الاستبعاد المناطق غير الداخلة بمنطقة الدراسة (المحيطة بها)، ولا تقتصر الفائدة من هذه العملية على اقتطاع منطقة الاهتمام فقط، بل يتعدى إلى التقليل من بيانات أو حجم المرئية لغرض تسريع عملية المعالجة، وتوضح فائدة هذه العملية أكثر عند التعامل

مع المرئيات المتعددة النطاقات ذات الحجم الكبير، حيث أن بقاء المرئية كاملة دون قطع منطقة الاهتمام يؤدي إلى مشاكل عدة لعل أهمها<sup>(7)</sup>:

- 1- قيم الانعكاسية الطيفية التي ستدخل في حساب مستوى الانعكاسية والحد الأدنى والأعلى والانحراف المعياري والوسيط.
- 2- فضلاً عن ذلك مشاكل سعة الحجم الكبير للمرئيات المستخدمة التي تؤدي إلى تباطؤ جهاز الحاسوب عند العرض وتحريك المرئيات.
- 3- أضف إلى ذلك مشاكل الوقت والجهد اللازم عند إجراء عمليات المعالجة الرقمية المختلفة.
- 4- وكذلك مشاكل عند حساب المساحات وتحويلها إلى مضلعات (Polygons) بعد إجراء عملية التصنيف الرقمي والبصري.
- 5- تشتيت عين المفسر إلى مناطق بعيدة عن منطقة الدراسة.

### شكل (1) يوضح عملية قص المرئية من الاداة Clip



### 3- دمج المعطيات (Data Merging):

يتم تحسين الكثير من التطبيقات لمعالجة المرئيات الرقمية من خلال إدماج المجموعات المتعددة للمعطيات التي تغطي المنطقة الجغرافية نفسها ويمكن أن تكون هذه المجموعات من المعطيات بأشكال مختلفة، وان الهدف من ذلك زيادة قابلية التفسير البصري لتحليل البيانات، وذلك من أجل الحصول على أفضل كمية ممكنة من المعلومات مع الاحتفاظ بالمعلومات الطيفية لمهام مثل تصنيف الغطاء الأرضي. وهناك العديد من التطبيقات لدمج المرئيات وهي<sup>(8)</sup>:

- أ- إدماج مرئيتين متعددة التواريخ.
  - ب- إدماج مرئيتين ذات دقة تمييز مكاني مختلفة.
  - ت- إدماج المرئيات المتعددة المتحسسات .
  - ث- إدماج معطيات الاستشعار عن بعد مع المعلومات التكميلية في نظم المعلومات الجغرافية.
- تتمثل طريقة دمج المرئيات في عملية استخلاص بيانات مرئيات " جديدة " باستخدام مرئيتين إحداهما متعددة الأطياف (multispectral) والأخرى (panoramic) بوضوح مكاني جيد، وتعطي المرئية الناتجة



عن عملية الدمج معلومات أكثر تفصيلاً مما هي عليه في المرئيتين الأصليتين المستخدمتين في إعدادها، لان المرئية الجديدة (المحسنة) تتميز بالجمع بين الوضوح الطيفي والوضوح المكاني الجيدين أفضل من المرئيتين الأصليتين<sup>(9)</sup>.

وان أهم مشكلة تعترضنا في تحليل المرئيات المتعددة الأطياف هي ربط المجالات الطيفية، فكما كانت المجالات قريبة من بعضها كانت عملية تحديد المعالم أكثر صعوبة ، فهي تنقل المعلومات المتشابهة او المعلومات المشتركة المتقاربة الخصائص الطيفية من بعضها، لهذا كانت عملية اختيار الحزم الطيفية المتباعدة والتي تبرز خصائص مختلفة، أن الحزم الطيفية (1، 2، 3) تعنى بانعكاسية المياه ورطوبة التربة، والحزم (4، 5) تعكس الغطاء النباتي، أما السادس فهو حراري ويقدم السابع معلومات جيولوجية وجيومرفولوجية<sup>(10)</sup>.

ومن خلال عملية تشكيل الصورة بالألوان الكاذبة المركبة وتوزيع الحزم الطيفية على المجالات الثلاث (الاحمر-الاخضر-الازرق) لنتج صور تبرز المعالم الارضية ملونة ، ويوضح شكل (2) عملية تكوين مرئية فضائية ملونة لقضاء الضلوعية، وقد تظهر المعالم بالألوان الكاذبة أي ظهور النبات الطبيعي بالأحمر او الازرق ، وهذا يعتمد على قدرة الانعكاس اللوني لإبراز الخصائص العامة للمعالم.

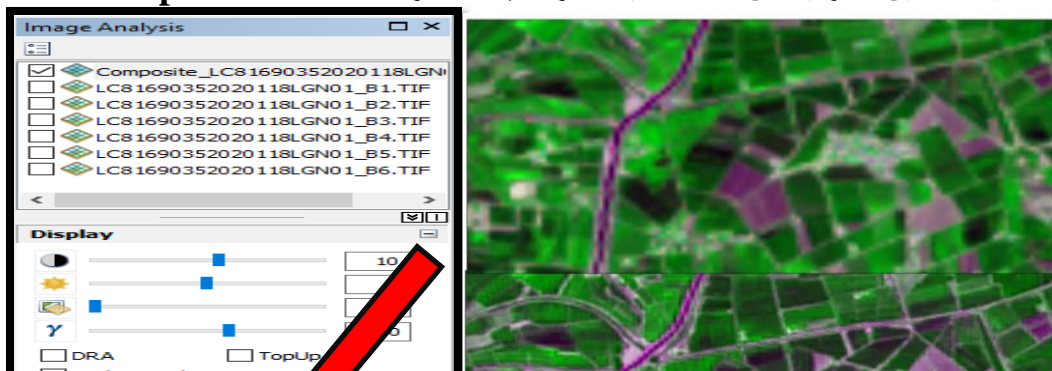
وتتمت في هذه الدراسة دمج (merge) مرئيات المتحسس المتعدد الأطياف المحسن LDCM لعام 2020 ولسبع قنوات طيفية (2-9) وهي ذات تمييز مكاني منخفض نسبياً (30متر) مع القناة البانكروماتية (ponocramic) الثامنة (Band 8) باللونين الأبيض والأسود وهي ذات دقة تمييز مكان نسبياً (15متر) باستخدام برنامج (ArcGIS.V.10.8) وان الهدف الرئيس من هذه المعالجة هو إيجاد مرئية ثالثة تحمل مواصفات متعددة الأطياف ولكنها تأخذ دقة تمييز مكاني (15) وهي مواصفات المرئية البانكروماتك، فقد ساعدت هذه العملية في زيادة دقة العزل للطواهر الأرضية والأشكال وتمييزها بشكل أفضل والتي تم الاعتماد عليها في التفسير البصري للمرئيات المحسنة بهذه الطريقة، إن دمج المعطيات يتطلب إن تكون مرتبطة هندسياً مع بعضه أو تكون لها إحداثيات جغرافية مشتركة، وهذا يسمح بدمج معطيات يمكن الحصول عليها من مصادر أخرى مع معطيات الاستشعار عن بعد المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية، وقد استخدمت الدراسة التطبيق (الرابع)، إذ دمجت مع الخرائط الطبوغرافية وهذا يزيد من قدرة إظهار المرئية والتفسير البصري للمعالم المكونة للغطاء الأرضي.

#### 4- تحسين المرئيات الفضائية (Digital Image Enhancement):

تطبق عمليات تحسين المرئيات الرقمية للحصول على عر تسجيل للمعطيات أكثر جدوى ، تمهيدا للتفسير البصري اللاحق ، عملية التفسير البصري للمرئيات المحسنة رقميا الوصول الى أفضل تكامل يقوم بين العقل البشري والحاسوب كما ذكرنا سابقا، هذا ولا توجد قواعد ثابتة لإنتاج المرئية المحسنة الفضلى لكل تطبيق معين، وفي معظم عمليات المسح ، لا تغطي عادة مرئية أي منطقة لمشهد معين الديناميكي لقيم الوحدات الصورية الاساسية. (Dynamic range of pixels) ونتيجة تجمع الوحدات الصورية في مقطع ضيق (Narrow section) من المدى الديناميكي يظهر ضعفا أو نقصا في شدة التباين، ويتضمن طرائق تحسين المرئيات عادة تقنيات تهدف الى زيادة الفوارق البصرية بين المعالم في مشهد ما<sup>(11)</sup>.

ان طرائق تحسين المرئيات وخيارات العرض المتيسرة لمحلل المرئيات الرقمية لا يمكن في الواقع حصرها، ولكن يمكن جمع تقنيات التحسين في ثلاثة محاور رئيسية، وسنكتفي هذ بتناول بعض طرق التحسين المتواجدة في برنامج (ARC GIS)، كما في الشكل (2) و (3).

الشكل(2) عملية تحسين المرئية من خلال تقليل حدود البكسل الواحد الأداة bilinear interpolation



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على الأداة bilinear interpolation وبرنامج

.ArcGIS.v.10.8

الشكل (3) عملية تحسين المرئية من خلال الأداة Create Pan-sharpened Raster Dataset

اضافة band 8

Property	Value
<b>Raster Information</b>	
Columns and Rows	4442, 3413
Number of Bands	9
Cell Size (X, Y)	30, 30
Uncompressed Size	520.50 MB
Format	FGDBR
Source Type	Generic
Pixel Type	signed integer
Pixel Depth	32 Bit

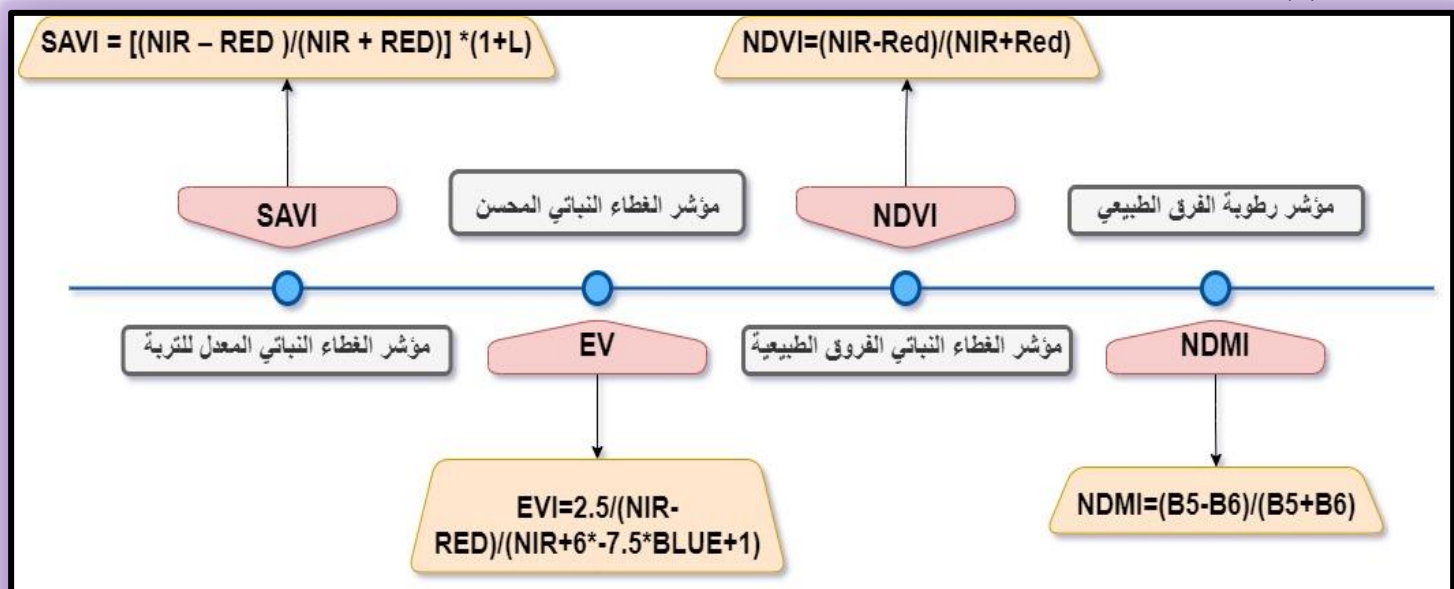
Raster D

Property	Value
<b>Raster Information</b>	
Columns and Rows	8884, 6824
Number of Bands	9
Cell Size (X, Y)	15, 15
Uncompressed Size	2.03 GB
Format	FGDBR
Source Type	Generic
Pixel Type	signed integer
Pixel Depth	32 Bit

المحور الثاني: مراقبة التصحر في منطقة الدراسة باستخدام المؤشرات الطيفية:

تعرف الدلائل النباتية على أنها تحويلات رياضية مصممة لتقدير المؤشرات الطيفية عن الغطاء النباتي المستهدف ، أن مؤشرات الغطاء النباتي هي أكثر أنواع المؤشرات شيوعاً ، معظم دلائل النباتات تأخذ ميزة الفرق في الانعكاس بين نطاق الضوء المرئي ونطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة في الاعتبار ، ونظراً لأن مادة الكلوروفيل يوجد مبدئياً في النباتات وله امتصاص مميز في نطاق الأشعة الحمراء ، فإنه يتم غالباً اختبارها بدلاً من استخدام نطاق الضوء المرئي ، إذ تقوم التحسينات الطيفية بتغيير قيم كل بيكسل في الصورة الأصلية عن طريق تحويل قيم كل بكسل في صورة متعددة النطاقات، وبالتالي يمكن حساب مؤشرات الغطاء

النبات<sup>(12)</sup>، إذ تم استخدام مجموعة من المؤشرات في هذا الدراسة على رغم من تعدد هذا المؤشرات التي بلغت 500 مؤشراً نباتياً في الأبحاث العلمية ، في محاولة لتحسين حساسية المؤشر النباتي و التغلب على كل ما يقلل من فاعليته في تقدير أو رصد خصائص النبات، إذ تبرز عدة مشكلات في تفسير الغطاء النباتي من مرئيات الاستشعار عن بعد ومن أبرز هذه المشكلات هي تداخل أو انعكاس التربة على الغطاء النباتي، إذ أن تأثير التربة على المؤشرات النباتية في المناطق الجافة ذات التغطية النباتية الكثيفة، إلا أن حدتها تبرز كلما قل مقدار التغطية النباتية ، وذلك في المناطق التي تسود فيها الأشجار والأجزاء قليلة الخضرة والمبعثرة التي تزداد مسافة التباعد بينهما ، كالمناطق الجافة وشبه الجافة التي تتميز بتغطيتها النباتية المنخفضة ، والتي لا تزيد عن نسبتها عن 40% مما يؤدي إلى انخفاض قدرة لواقط (مستشعرات) الأقمار الصناعية على اكتشاف النباتات وإظهار الإشارة الطيفية غالباً للتربة ، بحيث يصعب الفصل بين انعكاس التربة وانعكاس النبات ضمن الخلية الواحدة ، وبالتالي يحدث خطأ في تقدير مقدار التغطية النباتية، ويتأثر بذلك أداء المؤشرات النباتية سلباً، إذ تصبح غير قادرة على التحسس للنباتات الفقيرة والفقيرة جداً، وتكون أكثر حساسية لاختلاف الخصائص الطيفية للتربة والصخور، مما يؤدي إلى مبالغة في تقدير نسبة التربة الجافة شديدة السطوع والصخور إلى النباتات قليلة الخضرة، وبالتالي إساءة فهم اختلاف الكتلة الحية الخضراء الحية<sup>(13)</sup> ، وعدم تقدير خصائص الغطاء النباتي بشكل دقيق، وللتغلب على هذه المشكلة إذ أعتمد الباحث على عدد من المؤشرات الناتجة عن عدة من دراسات في هذا المجال التي توضح مدى دقة وصحة نتائج هذا المؤشرات شكل(4).



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على:

The IDB Project - All rights reserved. Copyright 2011-2020 by.

### 1- مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (SAVI) Soil Adjusted Vegetation Index:

يستعمل هذا الدليل مجال الأشعة الحمراء وتحت الحمراء القريبة لحساب القربية لحساب المسافة المتعامدة بين الغطاء الخضري على منحني التشتت للمجالين الغطاء النباتي وخط التربة ، لأن الغطاء النباتي له انعكاس أعلى في مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة وانعكاس أقل في مجال الأشعة الحمراء وذلك بالنسبة للتربة التي تحتها ، ينتشابه مؤشر الغطاء النباتي المعدل (SAVI) مع NDVI ولكنه يستعمل في المناطق التي يكون الغطاء النباتي فيها منخفضاً أقل من (40%) ، عندما تتعرض كمية كبيرة من سطح التربة ، ويمكن

أن يؤثر انعكاس التربة على قيم NDVI من الضوء الذي ينعكس من التربة يمكن أن يكون له تأثير كبير على قيم NDVI تتغير القيم بنسبة تصل إلى (20%) ويحسب هذا المؤشر وفق المعادلة المدرجة في شكل (4).  
حي يمثل (L) عامل تصحيح وتعتمد قيمته على الغطاء النباتي، ففي حالة الغطاء النباتي الكلي تكون قيمته صفراً وبذلك يتحول دليل النبات المنضبطة مع التربة إلى دليل الغطاء النباتي للفرق القياسي، أما في حالة الغطاء النباتي القليل جداً فإن قيمة (L) تمثل (0,5) عندما يكون الغطاء النباتي غير معروف، إذ أن 0,5 تمثل غطاء نباتي متوسط<sup>(14)</sup>.

يتضح من خلال الجدول (1) والشكل (4) وخريطة (2) التي تبين الأراضي التي يتعرض فيها النبات الطبيعي الجفاف كطريقة للكشف عن مخاطر التصحر شكل (2)، تم استعمال طريقة التمثيل الكمي ووسيلة المساحات وأسلوب الألوان في عملية تمثيلها، حيث صنف مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة في منطقة الدراسة الى ثلاث وهي كالآتي:

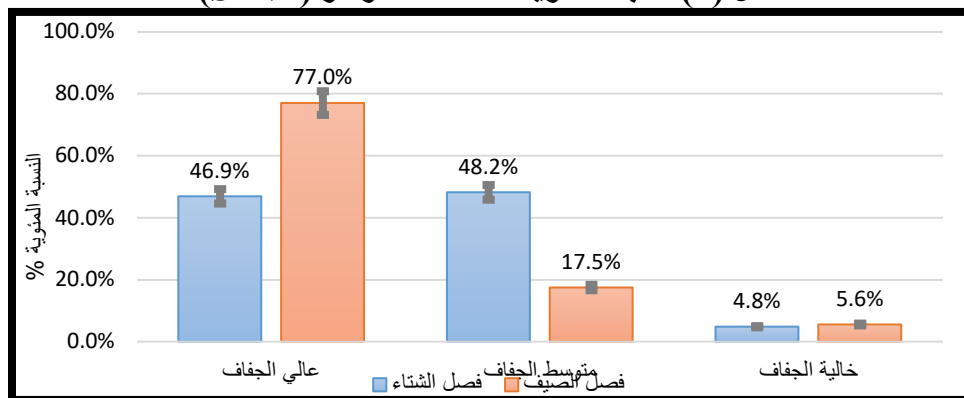
- 1- أراضٍ خالية من الجفاف: يحتل هذه الصنف المرتبة الأخيرة من حيث المساحة والبالغ (18.95) كم<sup>2</sup> وبنسبة (5.6%) خلال موسم الصيف، أما خلال موسم الشتاء فقد بلغ مساحتها (15.56) كم<sup>2</sup> وبنسبة (4.8%)، ويرجع سبب انخفاض مساحة هذه الفئة إلى العوامل المناخية المتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة والتبخر وانعدام الامطار خلال فصل الصيف إضافة الى هبوب رياح حارة المترربة مما تؤدي الى جفاف التربة.
- 2- أراضٍ ذات جفاف متوسط: يحتل هذه الصنف المرتبة الثانية بعد أراضٍ عالية الجفاف والتي بلغت مساحتها (18.95) كم<sup>2</sup> وبنسبة (17.5%) خلال فصل الصيف أما خلال فصل الشتاء فقد بلغت (155.04) كم<sup>2</sup> وبنسبة (48.2%).
- 3- أراضٍ عالية الجفاف (ذات جفاف حاد): يحتل هذه الصنف المرتبة الأولى من حيث المساحة والبالغ (262.83) كم<sup>2</sup> ونسبة (77%) خلال فصل الصيف، أما خلال فصل الشتاء فقد تناقصت مساحة هذه النصل لتصل مساحتها الى (150.86) كم<sup>2</sup> وبنسبة (46.9%) من مساحة منطقة الدراسة، ويرجع سبب ذلك إلى غزارة الامطار وانخفاض درجات الحرارة خلال الموسم الشتوي مما يساعد على نمو النباتات.

جدول (1) مساحة ونسبة المؤشرات الطيفية في منطقة الدراسة لعام 2022

المؤشر	الفئة	فصل الشتاء		النسبة المئوية
		المساحة كم <sup>2</sup>	النسبة المئوية	
SAVI	عالي الجفاف	150.86	46.9%	77.0%
	متوط الجفاف	155.04	48.2%	17.5%
	خالية الجفاف	15.56	4.8%	5.6%
EVI	عالي الجفاف	26.88	8.1%	71.3%
	متوسط الجفاف	49.94	15.1%	17.3%
	خالية الجفاف	254.65	76.8%	11.3%
NDVI	عالي الجفاف	237.36	71.6%	71.6%
	متوسط الجفاف	63.36	19.1%	18.2%
	خالية الجفاف	30.76	9.3%	10.2%
NDMI	عالي الرطوبة	60.23	18.2%	20.8%
	متوسط الرطوبة	17.76	5.4%	5.5%
	خالية الرطوبة	253.42	76.5%	73.7%

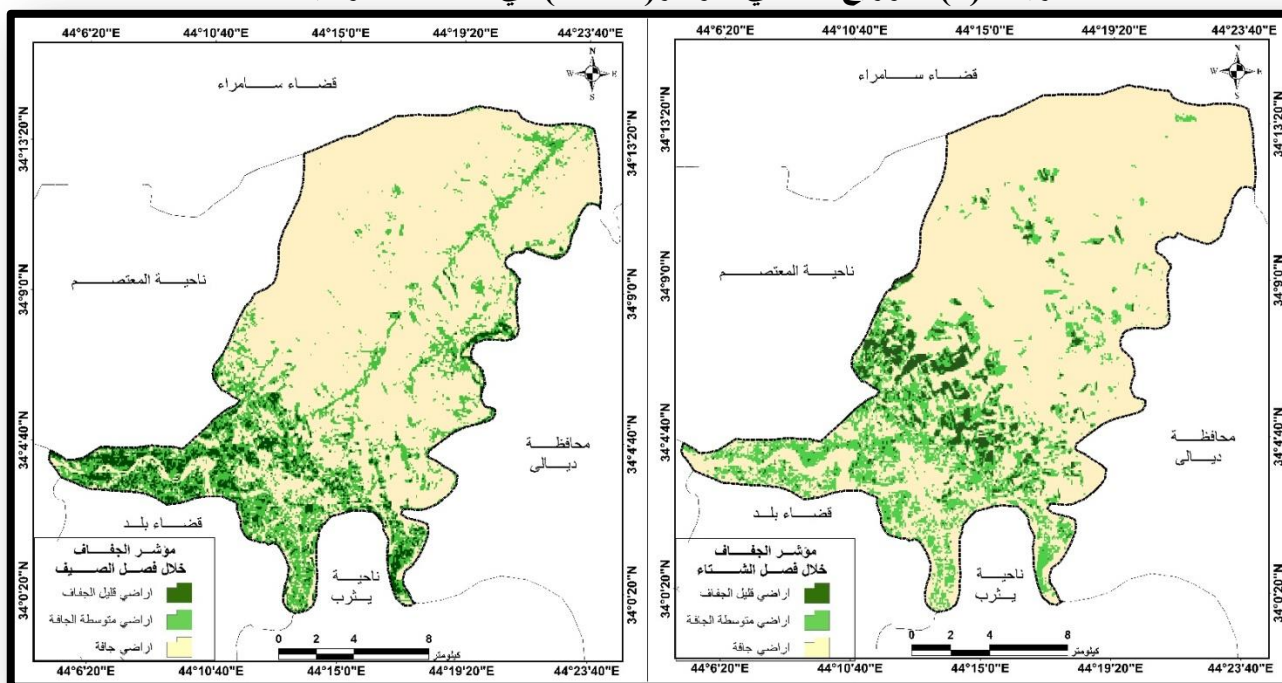
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المعادلات الدرجة في الشكل (1)، ومخرجات برنامج ARC GIS.V.10.8.

شكل (4) نسبة المئوية لمساحة المؤشر (SAVI)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (1).

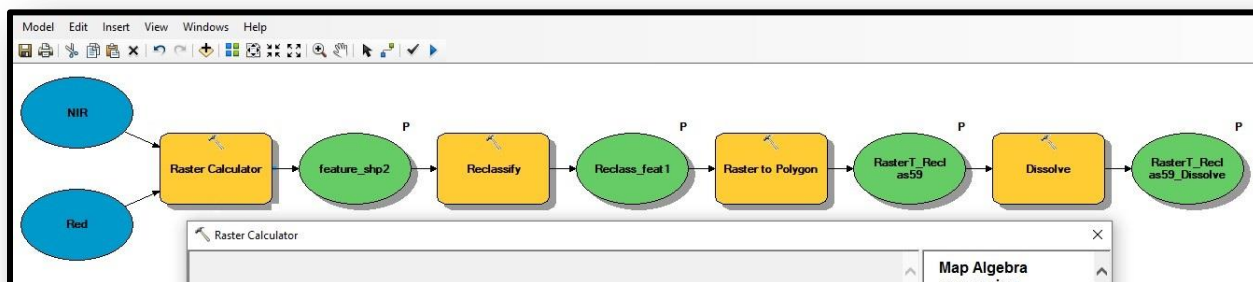
خريطة (2) التوزيع المكاني لمؤشر (SAVI) في قضاء الضلوعية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة مؤشر (SAVI) في شكل (4)، ومخرجات برنامج

ArcGis.v.10.8

شكل (5) نموذج استخراج مؤشر SAVI باستخدام Model Builder





المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis.v.10.8.

## 2- مؤشر الغطاء النباتي المحسن (Enhanced Vegetation Index (EVI):

مؤشر الغطاء النباتي المحسن (EVI) هو مؤشر نباتي متقدم تم إنشاؤه بحساسية أعلى للكتلة الحيوية وخلفية الغلاف الجوي وحالة التربة. يُنظر إليه على أنه نسخة معدلة من NDVI مع إمكانية عالية لمراقبة الغطاء النباتي من خلال تصحيح جميع الضوضاء الخارجية، يتم حساب مؤشرات الغطاء النباتي من انعكاس السطح الثنائي الذي تم إخفاؤه للسحب، والدخان، والهباء الجوي، والمياه، وظلال السحب، وما إلى ذلك، يستخدم مؤشر EVI النطاق الأزرق والأحمر و NIR (النطاق 1 و 3 و 4 لـ Landsat 5 TM والنطاق 2 و 4 و 5 لـ Landsat 8 OLI) مع معامل التصحيح C1 و C2 و L.

تتراوح قيمة EVI من (0 إلى 1) تمثل القيمة الأقرب إلى 1 الغطاء النباتي الصحي والقيمة الأقرب إلى 0 تمثل الغطاء النباتي غير الصحي، في الأونة الأخيرة، أثبت EVI أنه تقنية فعالة في اكتشاف تغير الغطاء النباتي واشتقاق الخصائص الفيزيائية الحيوية للمظلة لمنطقة معينة<sup>(15)</sup>

يتضح من خلال الجدول (1) والشكل (6) وخريطة (3) التي تبين الأراضي التي يتعرض فيها النبات الطبيعي الجفاف كطريقة للكشف عن مخاطر التصحر شكل (7)، حيث صنف مؤشر الغطاء النباتي المحسن في منطقة الدراسة الى ثلاث وهي كالآتي:

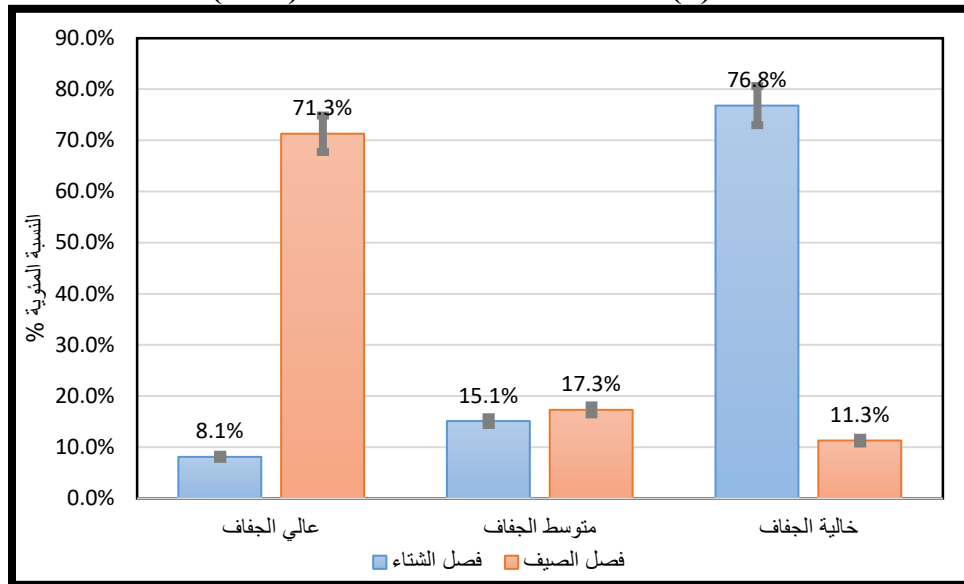
1- أراضٍ خالية من الجفاف: يحتل هذه الصنف المرتبة الأخيرة من حيث المساحة والبالغ (37.61) كم<sup>2</sup> وبنسبة (11.30%) خلال موسم الصيف، أما خلال موسم الشتاء فقد بلغ مساحتها (254.65) كم<sup>2</sup> وبنسبة (76.80%)، ويرجع سبب انخفاض مساحة هذه الفئة إلى العوامل المناخية المتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة والتبخّر وانعدام الامطار خلال فصل الصيف إضافة الى هبوب رياح حارة المترربة مما تؤدي الى جفاف التربة.

2- أراضٍ ذات جفاف متوسط: يحتل هذه الصنف المرتبة الثانية بعد أراضي عالية الجفاف والتي بلغت مساحتها (57.53) كم<sup>2</sup> وبنسبة (17.30%) خلال فصل الصيف أما خلال فصل الشتاء فقد بلغت (49.94) كم<sup>2</sup> وبنسبة (15.10%).

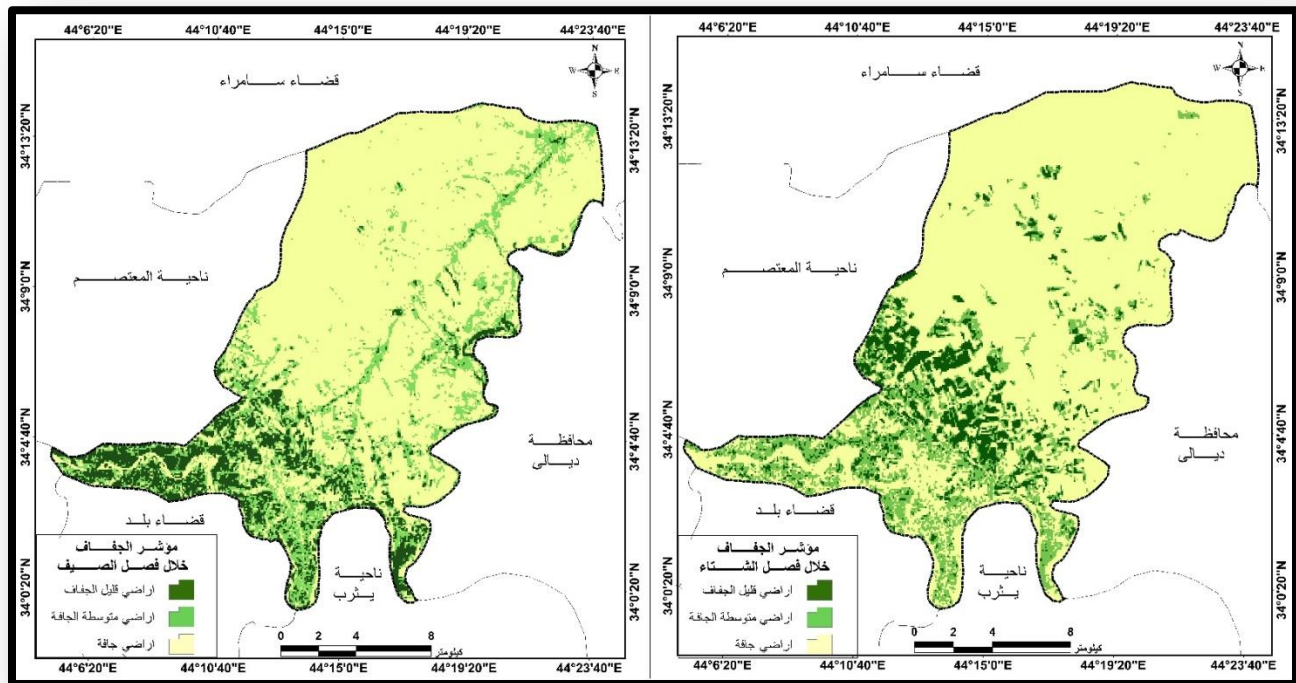
3- أراضٍ عالية الجفاف (ذات جفاف حاد): يحتل هذه الصنف المرتبة الأولى من حيث المساحة والبالغ (236.6) كم<sup>2</sup> وبنسبة (71.30%) خلال فصل الصيف، أما خلال فصل الشتاء فقد تناقصت مساحة هذه النصل لتصل مساحتها الى (26.88) كم<sup>2</sup> وبنسبة (8.10%) من مساحة منطقة الدراسة،

ويرجع سبب ذلك إلى غزارة الامطار وانخفاض درجات الحرارة خلال الموسم الشتوي مما يساعد على نمو النباتات.

شكل (6) نسبة المنوية لمساحة المؤشر (EVI)

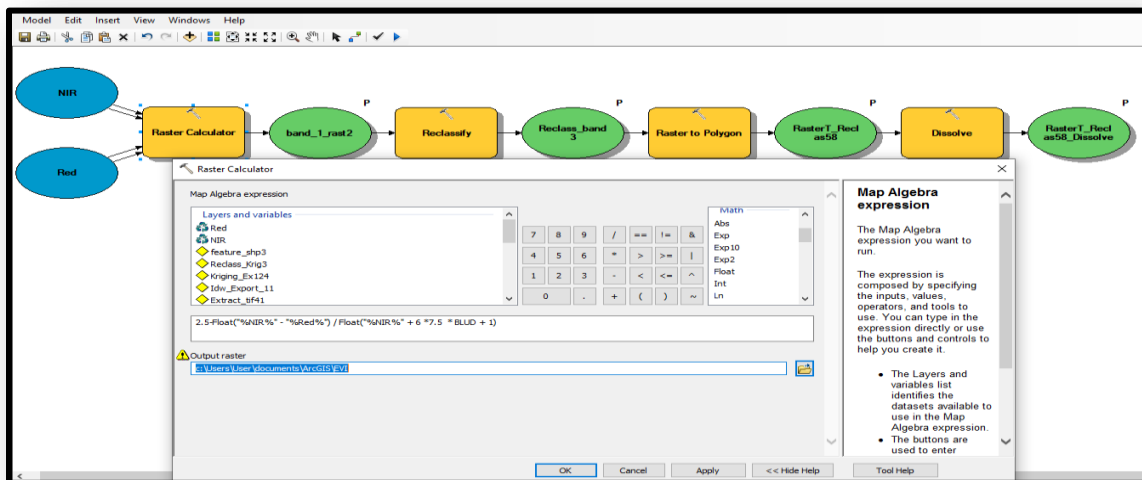


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (1).  
خريطة (3) التوزيع المكاني لمؤشر (EVI) في قضاء الضلوعية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة مؤشر (EVI) في شكل (4)، ومخرجات برنامج ArcGis.v.10.8.

شكل (7) نموذج استخراج مؤشر EVI باستخدام Model Builder



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis.v.10.8.

### 3- مؤشر الغطاء النباتي الفروق الطبيعية (NDVI) Normalized difference vegetation index

يستخدم مؤشرات الغطاء النباتي على نطاق واسع كمتباير لتحليل تغيرات الغطاء الأرضي واتجاهات المراقبة، يستخدم هذا العامل على نطاق واسع لتحديد المناطق ذات الغطاء النباتي غير الصحي والمناطق الخالية من الغطاء النباتي، يتراوح قيم مؤشر NDVI دائماً من (-1 إلى +1)، لكن لا توجد حدود مميزة لكل نوع من أنواع الغطاء الأرضي، على سبيل المثال، عندما يكون لدينا قيم سلبية، فمن المحتمل جداً أنها مياه، من ناحية أخرى، إذا كانت قيمة NDVI قريبة من +1، فهناك احتمال كبير أن تكون أوراقها خضراء كثيفة، لكن عندما يقترب NDVI من الصفر، لا توجد أوراق خضراء وقد تكون منطقة حضرية<sup>(16)</sup>.

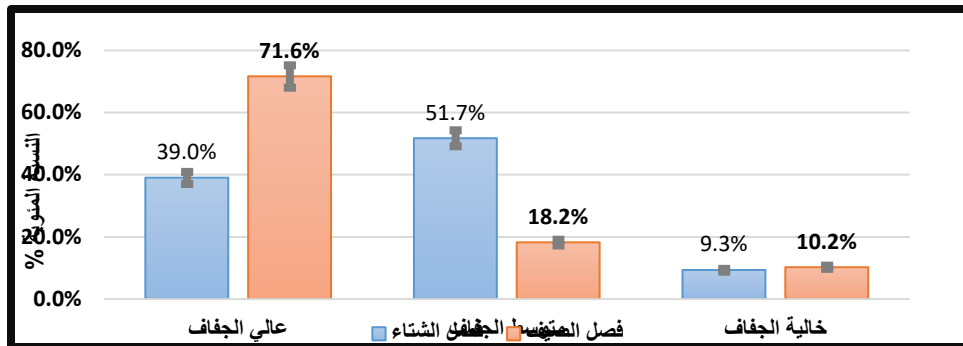
يعد الجفاف النباتي المرحلة الأخيرة للجفاف، ويمكن مراقبته ورصده مباشرة من الغطاء النباتي، حيث صنف مؤشر الصحة النباتية في منطقة الدراسة الى ثلاث أصناف و كالاتي:

1- أراضٍ خالية من الجفاف: يحتل هذه الصنف المرتبة الأخيرة من حيث المساحة والبالغ (33.85) كم<sup>2</sup> وبنسبة (10.20%) خلال موسم الصيف، أما خلال موسم الشتاء فقد بلغ مساحتها (30.76) كم<sup>2</sup> وبنسبة (9.30%) من مساحة منطقة الدراسة.

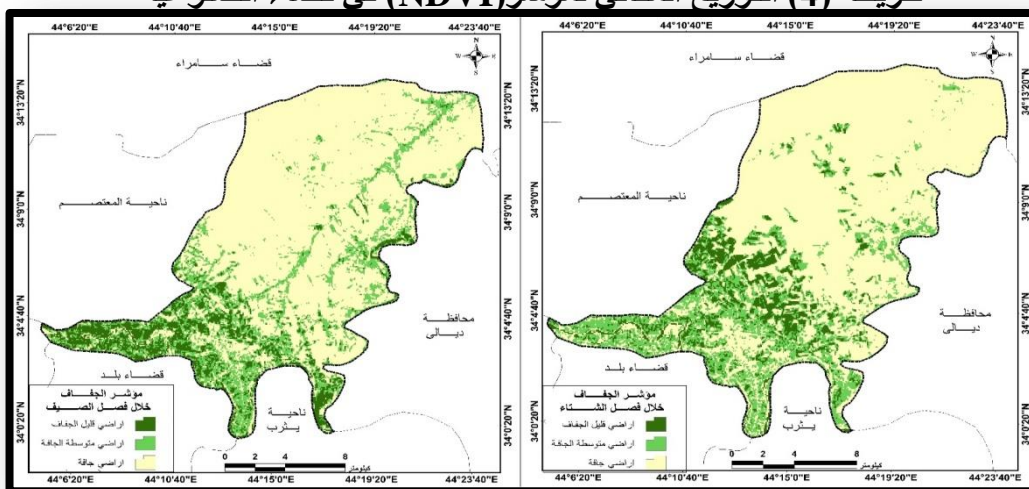
2- أراضٍ ذات جفاف متوسط: يحتل هذه الصنف المرتبة الثانية بعد أراضٍ عالية الجفاف والتي بلغت مساحتها (60.44) كم<sup>2</sup> وبنسبة (18.20%) خلال فصل الصيف أما خلال فصل الشتاء فقد بلغت (63.36) كم<sup>2</sup> وبنسبة (19.10%).

3- أراضٍ عالية الجفاف (ذات جفاف حاد): يحتل هذه الصنف المرتبة الأولى من حيث المساحة والبالغ (237.16) كم<sup>2</sup> وبنسبة (71.60%) خلال فصل الصيف، أما خلال فصل الشتاء فقد تناقصت مساحة هذه النصل لتصل مساحتها الى (237.36) كم<sup>2</sup> وبنسبة (71.60%) من مساحة منطقة الدراسة.

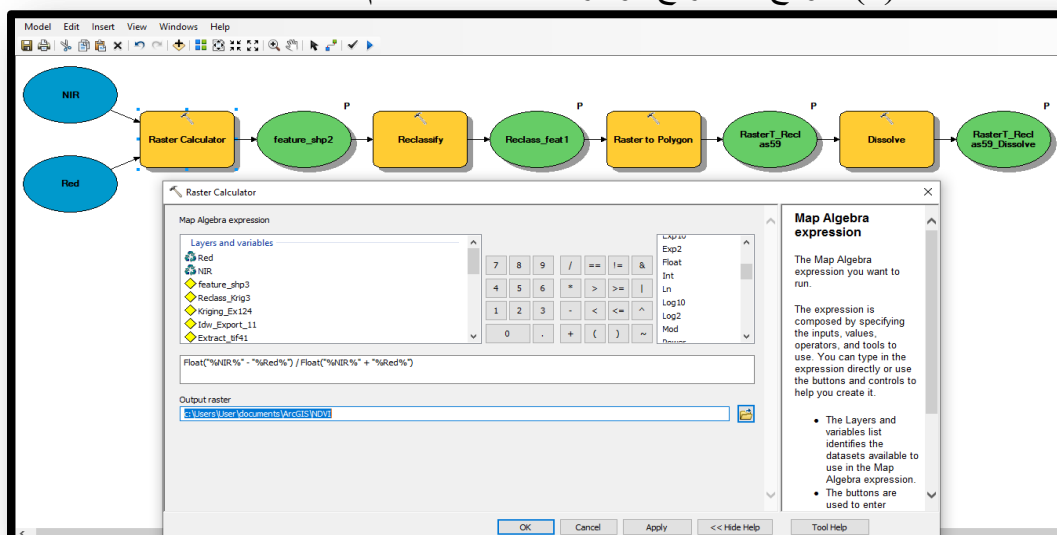
شكل (8) نسبة المئوية لمساحة المؤشر (NDVI)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (4).  
خريطة (4) التوزيع المكاني لمؤشر (NDVI) في قضاء الضلعوية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة مؤشر (NDVI) في شكل (4)، ومخرجات برنامج ArcGis.v.10.8.  
شكل (9) نموذج استخراج مؤشر NDVI باستخدام Model Builder



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis.v.10.8.  
4- مؤشر الرطوبة (NDMI) Normalized Difference Moisture Index

يكتشف مؤشر رطوبة الفرق الطبيعي (NDMI) مستويات الرطوبة في الغطاء النباتي باستخدام مجموعة من النطاقات الطيفية للأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) والأشعة تحت الحمراء قصيرة الموجة (SWIR) إنه مؤشر موثوق للإجهاد المائي في المحاصيل.

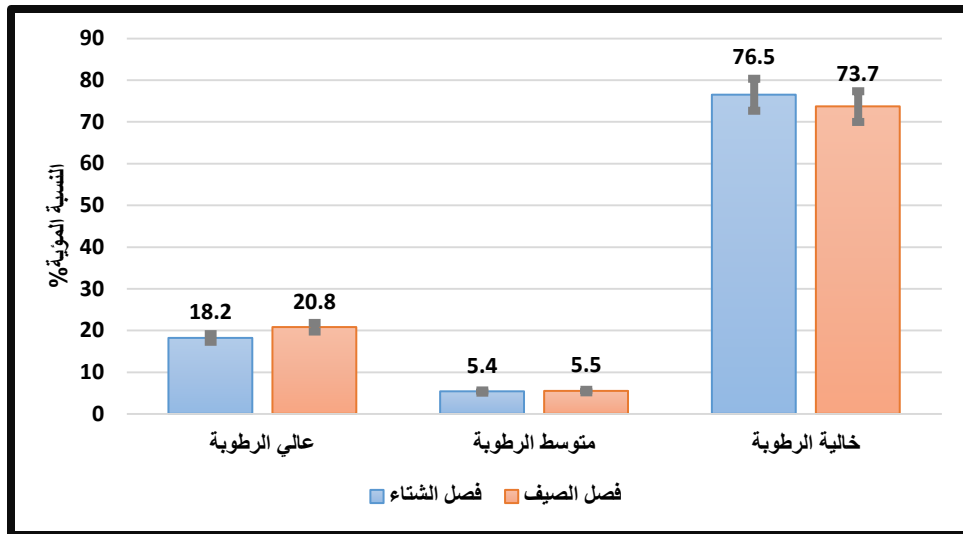
لا تؤدي ظروف الجفاف الشديدة إلى إجهاد المحاصيل فحسب، بل يمكنها أيضاً تدمير المحصول بأكمله. يمكن لـ NDMI اكتشاف الإجهاد المائي في مرحلة مبكرة، قبل أن تخرج المشكلة عن السيطرة. علاوة على ذلك، فإن استخدام NDMI لمراقبة الري، خاصة في المناطق التي تتطلب فيها المحاصيل كمية من المياه أكثر مما يمكن أن توفره الطبيعة، يساعد بشكل كبير على تحسين نمو المحاصيل. كل هذا يجعل NDMI أداة متميزة، وعالياً ما يتم مقارنة NDMI بمؤشر NDWI، إلا أنه يجب النظر إلى الاثنين بشكل فعال كمؤشرين مختلفين، بينما يستخدم إصدار NDMI و Gao من NDWI تركيبة NIR-SWIR لاكتشاف محتوى الرطوبة في الأوراق، تستخدم NDWI من McFeeters مجموعة GREEN-NIR لتسليط الضوء على المسطحات المائية ومراقبة تعكسها. لذلك لتجنب أي تداخل بين المؤشرين، يستخدم NDMI مجموعة نطاق الأشعة تحت الحمراء ذات الموجة القصيرة من NIR ويجب معاملته كمؤشر منفصل عن NDWI الذي يقيس محتوى الماء في المسطحات المائية.

تم اختيار نطاقي NIR و SWIR لمعادلة NDMI للتخفيف من تأثيرات الإضاءة والغلاف الجوي، القناة الطيفية للأشعة تحت الحمراء قصيرة الموجة (SWIR) حساسة لمحتوى ماء الغطاء النباتي وبنية الأوراق المتوسطة، من ناحية أخرى، يلتقط نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) الانعكاس الساطع من البنية الداخلية للورقة ومحتوى المادة الجافة للأوراق عند الجمع، تصبح دقة البيانات الخاصة بمحتوى مياه الغطاء النباتي أعلى بكثير، بالإضافة إلى ذلك، يعد NDMI مؤشراً أفضل لإزالة الغابات من NDVI بفضل الانخفاض المفاجئ في القيم، يتم حساب مؤشر NDMI<sup>(17)</sup>، كما في المعادلة المدرجة في الشكل (2).

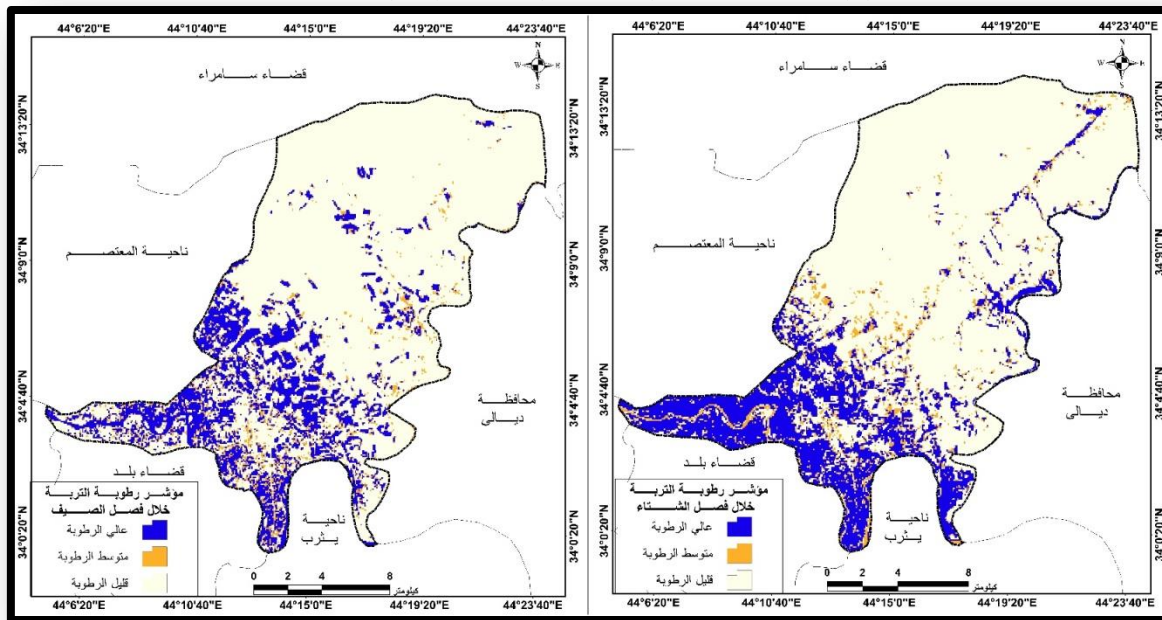
تتراوح قيمة مؤشر NDMI بين (-1 ، +1)، إذ تشير القيم السلبية إلى إجهاد مائي، بينما تدل القيم الموجبة إلى التشبع المائي، لذلك فإن كل قيمة تقع بينهما تتوافق مع وضع زراعي مختلف قليلاً. يعد الجفاف النباتي المرحلة الأخيرة للجفاف، ويمكن مراقبته ورصده مباشرة من الغطاء النباتي، حيث صنف مؤشر الرطوبة في منطقة الدراسة إلى ثلاث أصناف و كالاتي:

- 1- أراضي خالية الرطوبة: يحتل هذه الصنف المرتبة الأخيرة من حيث المساحة والبالغ (244.19) كم<sup>2</sup> وبنسبة (253.42%) خلال موسم الصيف، أما خلال موسم الشتاء فقد بلغ مساحتها (30.76) كم<sup>2</sup> وبنسبة (76.50%) من مساحة منطقة الدراسة.
- 2- متوسط الرطوبة: يحتل هذه الصنف المرتبة الثانية بعد أراضي عالية الجفاف والتي بلغت مساحتها (18.33) كم<sup>2</sup> وبنسبة (5.50%) خلال فصل الصيف أما خلال فصل الشتاء فقد بلغت (17.76) كم<sup>2</sup> وبنسبة (5.40%).
- 3- خالية الرطوبة: يحتل هذه الصنف المرتبة الأولى من حيث المساحة والبالغ (244.19) كم<sup>2</sup> وبنسبة (73.70%) خلال فصل الصيف، أما خلال فصل الشتاء فقد تناقصت مساحة هذه النصل لتصل مساحتها إلى (253.42) كم<sup>2</sup> وبنسبة (76.50%) من مساحة منطقة الدراسة.

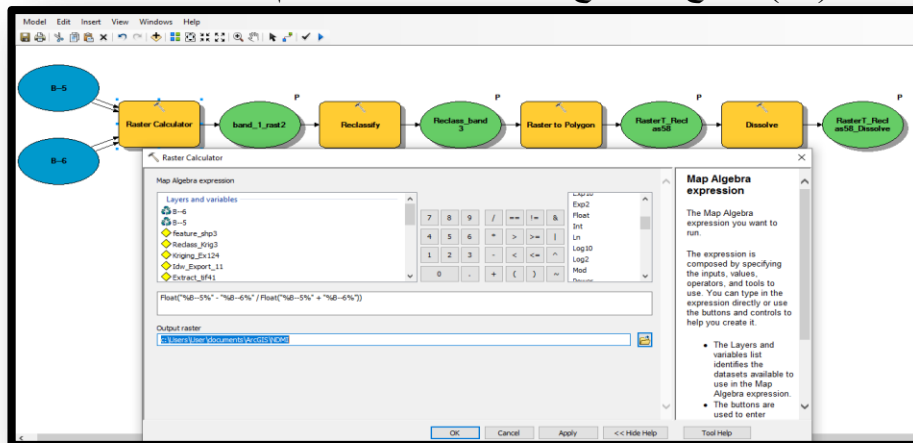
شكل (10) نسبة المئوية لمساحة المؤشر (NDMI)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٥).  
خريطة (5) التوزيع المكاني لمؤشر (NDMI) في قضاء الضلوعية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة مؤشر (NDMI) في شكل (4)، ومخرجات برنامج ArcGis.v.10.8.  
شكل (11) نموذج استخراج مؤشر NDMI باستخدام Model Builder





المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis.v.10.8.  
**الاستنتاجات :**

- 1- اثبتت الدراسة استخدام المؤشرات الطيفية الخاصة بمظاهر التصحر لها إمكانية عالية ودقيقة في تحديد ومراقبة التصحر في منطقة الدراسة.
- 2- إمكانية التقنيات الجغرافية الحديثة في تمثيل خرائط التصحر ودورها الفعال في نمذجتها وتحليلها بدقة عالية .
- 3- التكامل بين برامج التقنيات الجغرافية وتنوع طرائق المعالجة الرقمية اعطى مرونة كبيرة في تحليل ومعالجة المرئيات الفضائية وحساب المؤشرات والأدلة الرقمية.
- 4- اثبتت جميع المؤشرات ان منطقة الدراسة تعاني من جفاف حاد خلال فصل الصيف والتي بلغت نسبة حسب المؤشرات (SAVI, EVI , NDVI , NDMI) الاتي (77% ، 71.30% ، 71.60% ، 73.70%)، ويرجع سبب ذلك الى الظروف المناخية في المنطقة والتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة وتطرفها وانعدام تساقط الامطار وهبوب الرياح الحارة المتربة التي تؤدي الى جفاف التربة، كلها هذه العوامل تساعد على تصحر وجفاف المنطقة.
- 5- أما الفئة المتوسطة الجفاف والرطوبة فقد بلغت نسبتها حسب تسلسل المؤشرات أعلاه الى (17.50% ، 17.30% ، 18.20% ، 5.50%) خلال فصل الصيف.
- 6- وسجلت فئة الأراضي ذات جفاف قليل مساحات قليلة جداً مقارنة بالفئات التي سبقتها وهي كلاتي (5.60% ، 11.30% ، 10.20% ، 20.80%) حسب المؤشرات علاه.
- 7- أما خلال فصل الشتاء فقد سجلت جميع المؤشرات نسب اقل من فصل الصيف وهذه يرجع الى الظروف المناخي التي تم ذكرها سابقاً.

#### **التوصيات:**

- 1- تطوير المؤشرات والأدلة الرقمية الخاصة في رصد وكشف المشكلات البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة، وحتى شبه الرطبة من خلال اجراء دراسات وتجارب تخصصية في تطبيق هذه الأدلة على تفسير معلم محدد فقط.
- 2- توجيه بحوث طلبة الدراسات العليا نحو استخدام الخرائط الرقمية في بحوثهم ودراساتهم وخصوصاً الدراسات البيئية لمعرفة تغيراتها عبر الزمن من خلال الأرشفة التي توفره المرئيات الفضائية.
- 3- تأسيس مركز لمكافحة التصحر في منطقة الدراسة وتزويده بالأجهزة اللازمة لمراقبة مظاهر التصحر، والاستفادة من المؤتمرات العلمية التي تهتم بمشكلة التصحر والبحوث التي تم طرحها في الندوات من أجل الوصول إلى الحلول المناسبة تلك المشكلة.
- 4- نشر الوعي البيئي، واطلاع الفلاحين على خطورة ظاهرة التصحر، وزيادة أعداد المرشدين الزراعيين، وإقامة الندوات الزراعية الهادفة والجديفة على أساس أن الإنسان هو العامل الحاسم والحيوي في الحد من التصحر .  
الهوامش:

(1) نجم عبد الحسين نجم، استخدام تقنيات التحسس النائي وبعض الطرق الجيوفيزيائية لدراسة الظاهرة الحقلية عند الزاب الأسفل ودلالاتها التكتونية، أطروحة دكتوراه ، كلية العلوم ، جامعة بغداد، 1996 ، ص166.

(2) علي بن إبراهيم العمران ، مقدمة في الاستشعار عن بعد ومعالجة الصور رقمياً، دار وجوه للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية ، الرياض، الطبعة الأولى، 2012، ص49.



- (3) عصمت محمد الحسن، معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بعد، مركز البحوث كلية الهندسة، جامعة الملك سعود ، 2007 ، ص40.
- (4) عمر محمد الخليل، مبادئ الاستشعار عن بعد، شعاع للنشر والعلوم ، سوريا ، حلب ، 2011 ، ص171.
- (5) يحيى عيسى الفرخان ، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته: الصور الجوية، عمان ، الجامعة الأردنية، قسم الجغرافية، مطبعة جمعية عمال المطابع التعاونية، 1987، ص80.
- (6) خالد محمد العنقري، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية، دار المريخ للنشر، الرياض، 1986 ، ص91 – 92.
- (7) حكمت صبحي الداغستاني، مبادئ التحسس النائي وتفسير المرئيات ، دار ابن الأثير للطباعة والنشر ، جامعة الموصل، 2004 ، ص316.
- (8) توماس م. ليساند، راف كيفر، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، المركز العربي للتعريب والترجمة والنشر والتأليف ، ترجمة د. حسن حلمي خروفه، 1994 ، ص925 – 928.
- (9) محمد بن عبدالله بن محمد الصالح، معالجة صور الاستشعار عن بعد الرقمية باستخدام برنامج الويس LLwis ، جامعة الملك سعود ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، الرياض، المملكة العربية السعودية ، 2010 ، ص108.
- (10) Robert.n.Colwell.Manual of remote sensing.second edition American society of photogrammetry, USA, 1983.P1572.
- (11) John.A. Richards, Xiuping Jia , Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction 4th edition , Australian National University , 2006 , P. 83 .
- (12) بسملة بنت سلامة الرحيلي، التكافؤ الوظيفي بين المؤشرات النباتية الطيفية عند تقدير التغطية النباتية بين بيانات الأقمار الصناعية في منطقتي الهدا والشفا شمال جبال السروات، المجلة المصرية للتغير البيئي ، العدد الخامس ، 2013، ص80.
- (13) بسملة بنت سلامة الرحيلي ، المصدر نفسه ، ص37.
- (14) Genevieve Rondeaux, Michael Steven, and Frédéric Baret ،Optimization of Soil-Adjusted Vegetation Indices ، Remote Sensing of Environment 55(2):95-107،1996،p98.
- (15) Saeid Eslamian, Faezeh A. Eslamian, Handbook of Drought and Water Scarcity: Environmental Impacts and Analysis of drought and water scarcity,CRC press. NewYork 2017.
- (16) Amalo, L.F, R. Hidayat and Haris, Comparison between remote-sensing-based drought indices in East Java. Earth and Environmental Science ,2017.
- (17) Gu, Y., Hunt, E., Wardlow, B., Basara, J.B., Brown, J.F., Verdin, J.P. ,Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for vegetation drought monitoring using Oklahoma Mesonet soil moisture data,Geophysical Research Letters,2008,p 35.

#### المصادر:

- 1- توماس م. ليساند، راف كيفر، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، المركز العربي للتعريب والترجمة والنشر والتأليف ، ترجمة د. حسن حلمي خروفه، 1994 .



- 2- الحسن، عصمت محمد، معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بعد، مركز البحوث كلية الهندسة، جامعة الملك سعود ، 2007 .
- 3- الخليل، عمر محمد، مبادئ الاستشعار عن بعد، شعاع للنشر والعلوم ، سوريا ، حلب ، 2011.
- 4- الداغستاني، حكمت صبحي، مبادئ التحسس النائي وتفسير المرئيات ، دار ابن الأثير للطباعة والنشر ، جامعة الموصل، 2004.
- 5- الرحيلي، بسمة بنت سلامة، التكافؤ الوظيفي بين المؤشرات النباتية الطيفية عند تقدير التغطية النباتية بين بيانات الأقمار الصناعية في منطقتي الهدا والشفاء شمال جبال السروات، المجلة المصرية للتغير البيئي ، العدد الخامس ، 2013.
- 6- الصالح، محمد بن عبدالله بن محمد، معالجة صور الاستشعار عن بعد الرقمية باستخدام برنامج الويس LLwis، جامعة الملك سعود ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، الرياض، المملكة العربية السعودية ، 2010.
- 7- العمران ، علي بن إبراهيم، مقدمة في الاستشعار عن بعد ومعالجة الصور رقمياً، دار وجوه للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية ، الرياض، الطبعة الأولى، 2012.
- 8- العنقري، خالد محمد، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية، دار المريخ للنشر، الرياض، 1986 .
- 9- الفرحان ، يحيى عيسى، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته: الصور الجوية، عمان ، الجامعة الأردنية، قسم الجغرافية، مطبعة جمعية عمال المطابع التعاونية، 1987.
- 10- نجم، عبد الحسين نجم، استخدام تقنيات التحسس النائي وبعض الطرق الجيوفيزيائية لدراسة الظاهرة الحقلية عند الزاب الأسفل ودلالاتها التكتونية، أطروحة دكتوراه ، كلية العلوم ، جامعة بغداد، 1996 .
- 11- Amalo, L.F, R. Hidayat and Haris, Comparison between remote-sensing-based drought indices in East Java. Earth and Environmental Science ,2017.
- 12- Genevieve Rondeaux, Michael Steven, and Frédéric Baret ,Optimization of Soil-Adjusted Vegetation Indices Remote Sensing of Environment 55(2):95-1071996.
- 13- Gu, Y., Hunt, E., Wardlow, B., Basara, J.B., Brown, J.F., Verdin, J.P. ,Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for vegetation drought monitoring using Oklahoma Mesonet soil moisture data,Geophysical Research Letters,2008,p 35.
- 14- John.A. Richards, Xiuping Jia , Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction 4th edition , Australian National University , 2006.
- 15- Robert.n.Colwell.Manual of remote sensing.second edition American society of photogrammetry, USA, 1983.
- 16- Saeid Eslamian, Faezeh A. Eslamian, Handbook of Drought and Water Scarcity: Environmental Impacts and Analysis of drought and water scarcity,CRC press. NewYork 2017.