



## استخدام الاستشعار عن بُعد في تقدير الجفاف في قسم رفح بشمال سيناء باستخدام صور لاندسات متعددة التواريخ

د. محمد جميل محمد محاسب خطاب<sup>(\*)</sup>

المستخلص:

تم رصد أنماط الجفاف في قسم رفح باستخدام مؤشر NDDI. ويتمتع هذا المؤشر بميزة توفير نتائج فورية في فترات زمنية أقصر من المؤشرات الأخرى التقليدية التي تقاس في الموقع والتي تتطلب فترات زمنية أطول لحسابها ومدخلات أكبر من البيانات. يتميز مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI بسهولة حسابه لأنه يستند إلى الفرق الطبيعي (الجمع والطرح) ولا يعتمد على بيانات السلاسل الزمنية. ومن المهم أن نلاحظ أن هذا المؤشر يمكن أن يكون مكماً مثالياً للمؤشرات القائمة في الموقع أو للمؤشرات الأخرى القائمة على بيانات الاستشعار عن بُعد. الهدف من هذه الدراسة هو تحليل فائدة مؤشرات الاستشعار عن بُعد، مثل مؤشر النبات NDVI ومؤشر رطوبة التربة NDMI إلى جانب مؤشر مقترح حديثاً؛ هو مؤشر الجفاف NDDI، باستخدام بيانات مدمجة لتواريخ متعددة، بهدف الحصول على بيانات الجفاف لتسهيل تحليل الوضع البيئي. وقد استخدمنا في هذه الدراسة بيانات القمر Landsat 8 OLI لشهر يونيو من عام 2013 إلى 2023م، والتي تم دمجها للحصول على نطاقات ذات دقة مضاعفة. وتم احتساب المؤشرات الثلاثة السابقة من هذه النطاقات الجديدة، والحصول بدورها على خرائط الجفاف التي يمكن أن تعزز فعالية اتخاذ القرار.

**الكلمات المفتاحية:** الاستشعار عن بُعد، خرائط الجفاف، بيانات وصور مدمجة، مؤشرات الجفاف والماء والنبات

### Using remote sensing to estimate drought in Qism Rafah of North Sinai using multi-date Landsat imagery

#### Abstract:

Drought patterns in the Rafah section were monitored using the NDDI. This index has the advantage of providing immediate results in shorter periods of time than other traditional indices measured in situ, which require longer periods of time to calculate and larger data inputs. The NDDI is easy to calculate because it is based on the natural difference (addition and subtraction) and does not rely on time series data. It is important to note that this indicator can be a perfect complement to existing in-situ indicators or other indicators based on remote sensing data. The objective of this study is to analyze the usefulness of remote sensing indices, such as the NDVI plant index, NDMI soil moisture index and a newly proposed index, NDDI drought index, using combined data for multiple dates, with the aim of obtaining drought data to facilitate the analysis of the environmental situation. In this study, we used Landsat 8 OLI satellite data for the month of June from 2013 to 2023, which were merged to obtain ranges with double resolution. The three previous indicators were calculated from these new ranges, in turn obtaining drought maps that can enhance the effectiveness of decision-making.

**Keywords:** Remote sensing, drought maps, combined data and imagery, drought indicators, water and vegetation

<sup>(\*)</sup> مدرس الجغرافية الطبيعية، قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة السويس، مصر.

## ١. المقدمة:

هناك نوعان من الظواهر الطبيعية المرتبطة بمتغيرات مثل تساقط المطر ورطوبة التربة والمياه الجوفية وهما: الجفاف والقحولة. والجفاف هو انحراف مؤقت ويختلف عن القحولة التي هو سمة دائمة من سمات المناخ. على الرغم من عدم وجود تعريف دقيق ومقبول عالمياً للجفاف، نظراً لأن هذه الظاهرة تستجيب للخصائص الخاصة لمنطقة ما ويمكن أن تختلف آثارها بشكل كبير من منطقة إلى أخرى، إلا أنه يمكن العثور على تعريف مشترك في (Drought Monitoring and Early Warning, 2006):

”الجفاف هو خطر طبيعي يتسم بانخفاض تساقط الأمطار عن المتوقع أو انخفاضها عن المعدل الطبيعي وعندما يمتد على مدى موسم أو فترة زمنية أطول، لا يكفي لتلبية متطلبات الأنشطة البشرية والبيئة“.

تحدث ظاهرة الجفاف في معظم البلدان، سواء في المناطق الجافة أو الرطبة. وتأثيراتها معقدة؛ وتشمل العديد من الأشخاص، وتختلف في النطاقات المكانية والزمانية التي يمكن أن تسبب تدهور الأراضي، وإذا لم يتم تداركها، يمكن أن تتطور الأراضي الجافة وتؤدي إلى زيادة التصحر. الجفاف في حد ذاته ليس كارثة، ويتوقف تحوله إلى كارثة على تأثيره على السكان المحليين والاقتصادات والبيئة وقدرتهم على التأقلم معه والتعافي منه (Ramona Magno, 2006). ونظراً للطبيعة الزاحفة للجفاف، فإن آثاره غالباً ما تستغرق أسابيع أو أشهر لتظهر. ويظهر العجز في سقوط الأمطار عموماً في البداية كنقص في مياه التربة؛ ولذلك فإن الزراعة غالباً ما تكون أول قطاع يتأثر بالجفاف. إن تعقيد ظاهرة الجفاف يعيق المعرفة الكاملة بآثاره، لذلك من المهم رصد وتحليل التأثير المحتمل للجفاف من أجل تحديد المناطق الأكثر عرضة للجفاف (Tsegaye, 2006).

ولقياس الجفاف، تم تحديد ثلاث طرق فيزيائية رئيسية، وهي الأرصاد الجوية والزراعية والهيدرولوجية. ويعرّف الجفاف المناخي (الأرصاد الجوية) بعتبة نقص سقوط الأمطار على مدى فترة زمنية محددة مسبقاً؛ ويحدث الجفاف الزراعي عندما لا تكفي رطوبة التربة لتلبية احتياجات محصول معين في وقت حرج، ويشير الجفاف الهيدرولوجي إلى نقص في توفير المياه السطحية والمياه الجوفية (Drought Monitoring and Early Warning, 2006).

وتتميز حالات الجفاف بمدتها وشدتها ومداهما المكاني؛ ويمكن تقدير التقييم الكمي لحالات الجفاف باستخلاص الخصائص الإحصائية للبيانات التاريخية عن سقوط الأمطار والمتغيرات الأخرى ذات الصلة مثل بيانات رطوبة التربة باستخدام مؤشرات مختلفة (Diego Renza, 2010).

## مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد - مجلة علمية محكمة- العدد العشرون (الجزء الأول)

كان الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو الحصول على خرائط الجفاف في قسم رفح بشمال سيناء من صور متوسطة الدقة المكانية "ذات دقة مكانية ٣٠م". وقد تم دمج هذه الصور لزيادة وتعزيز الدقة المكانية "ذات دقة مكانية ١٥م" ولرصد ظروف الجفاف استخدمنا الخصائص الفيزيائية الأساسية المتعلقة بقياسات الطول الموجي في الأشعة المرئية (الحمراء) والأشعة تحت الحمراء القريبة والأشعة تحت الحمراء ذات الموجات القصيرة، وذلك من خلال استخدام مؤشر الفرق الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI) ومؤشر الفرق الطبيعي لرطوبة التربة (NDMI) ومؤشر الفرق الطبيعي للجفاف (NDDI).

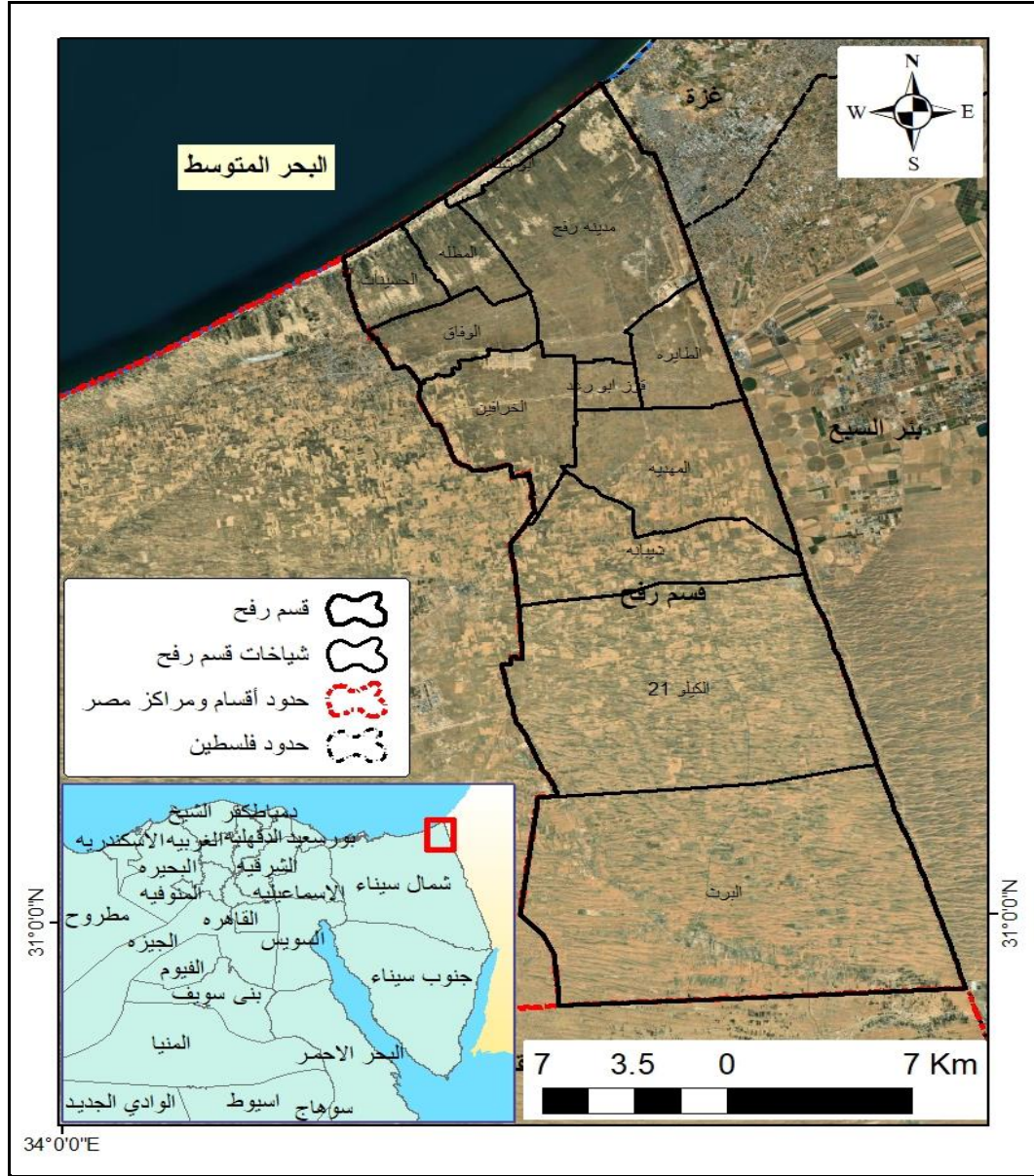
## ٢. الموقع الجغرافي لقسم رفح:

يقع قسم رفح في محافظة شمال سيناء بجمهورية مصر العربية علي الحدود المصرية الفلسطينية في اقصى شمال شرق مصر. يمتد احداثياً بين خطي الطول "٥٤° ٦' ٣٤" و "٣٤° ٢١' ٣٤" شرقاً ودائرتي العرض "٥٧° ٥٧' ٣٠" و "٢٥° ١٩' ٣١" شمالاً. ويتكون اداريا من عدد ١٢ شياخة وتبلغ مساحته 456.73 كم٢، جدول (١). ويحده من الشمال البحر المتوسط، ومن الجنوب قسم القسيمة، ومن الشرق قطاع عزه والأراضي الفلسطينية المحتلة ، ومن الغرب قسم الشيخ زويد، كما هو مبين في شكل (١).

## جدول(١). التقسيم الاداري لقسم رفح بمحافظة شمال سيناء

المساحة (بالكم٢)	الوحدة الادارية
٥٩.٠٠٧	مدينه رفح
١٣٥.٥٥٦	البرث
١٠٤.٢٦٦	الكيلو ٢١
٣٥.٥٧٠	المهديه
٣٣.٥٨٥	شبيانه
٢٧.٢٢٠	الخرافين
١٦.١٦٦	الطايره
١٥.١٣٣	الوفاق
١١.٣٧٣	المطله
١٠.٦٦٣	الحسينات
٤.٨٨٦	قوز ابو رعد
٣.٣٠٢	ابو شنار

المصدر: بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء لعام ٢٠١٧.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis 10.8. اعتماداً علي بيانات الحدود الإدارية للجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء لعام ٢٠١٧.

### الشكل (١): موقع قسم رفح في محافظة شمال سيناء.

#### ٣. اهداف الدراسة:

تسعي الدراسة الي تحقيق الاهداف التالية:-

١. تحليل فائدة مؤشرات الاستشعار عن بُعد مثل مؤشر النبات NDVI ومؤشر رطوبة التربة NDMI ومؤشر الجفاف NDDI بهدف الحصول على بيانات الجفاف
٢. الكشف عن الوضع البيئي للمنطقة من خلال مؤشر الجفاف NDDI
٣. استخدام بيانات مدمجة لتواريخ متعددة، بهدف الحصول على بيانات الجفاف لتسهيل تحليل الوضع البيئي
٤. الحصول على خرائط الجفاف التي يمكن أن تعزز فعالية اتخاذ القرار

## ٤. الدراسات السابقة:

يوجد العديد من الدراسات التي تناولت دراسة مشكلة الجفاف بمناطق عده من خلال استخدام صور الاقمار الصناعية والمؤشرات الخاصة بالكشف عن الجفاف، ومن هذه الدراسات دراسة قام بها (قوام، ٢٠٢١) بعنوان استعمال نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الكشف عن جفاف الترب في ناحية يثرب بدلالة مؤشر رطوبة التربة NDMI ومؤشر الغطاء النباتي NDVI. وهدفت الدراسة إلى الكشف عن جفاف التربة في ناحية يثرب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ووسائل الاستشعار عن بعد للمدة (١٩٩٠ - ٢٠٢٠) من خلال متابعة مؤشر رطوبة التربة (NDMI) ومؤشر الغطاء النباتي (NDVI) للعام ١٩٩٠ وتحديد مساحات كل مؤشر، ومن ثم متابعة التغير الحاصل على المؤشرين لنفس المنطقة للعام ٢٠٢٠. وإنتاج خرائط رقمية لكل مؤشر وحسب السنوات المختارة.

دراسة قام بها (الحربي، ٢٠١٧) بعنوان توظيف المؤشرات المستشعرة عن بعد في الكشف عن الجفاف بمحافظة الطائف. وهدفت الدراسة إلى الكشف عن الجفاف بمحافظة الطائف خلال الفترة من (٢٠١٣-٢٠١٧م) مع تحديد درجاته والمساحة التي تأثرت به وذلك من خلال توظيف بعض مؤشرات الجفاف كمؤشر حالة النبات VCI ومؤشر الحالة الحرارية TCI ومؤشر صحة النبات VHI اعتماداً على المرئيات الفضائية الملتقطة من أقمار Landsat5 للناطق TM و Landsat8 للناطق OLI. وتوصلت الدراسة إلى وجود اتفاق بين المؤشرات الثلاث في تعرض مساحة كبيرة من منطقة الدراسة في عام ٢٠٠٠م إلى الجفاف المتوسط بمتوسط ٧٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

دراسة قام بها (Diego Renza, 2010) بعنوان خرائط تقدير الجفاف باستخدام صور لاندسات متعددة التواريخ. وهدفت الدراسة إلى استخدام بيانات مدمجة لتواريخ متعددة، بهدف الحصول على بيانات الجفاف لتسهيل التحليل للمباني الحكومية. وقد استخدمنا في هذه الدراسة بيانات لاندسات ٧ ETM+ لشهر يونيو (٢٠٠٩-٢٠٠١)، والتي تم دمجها للحصول على نطاقات ذات دقة مضاعفة.

هذا اضافة الي عدد من الدراسات مثل:

(Narendra Khatri, 2024), (S D Artikanur, 2022), (Negar, 2013), (Ramona Magno, 2006), (A. Ghulam, 2007), (L. Garrote, 2007), (S. M. Vicente-Serrano, 2007), (Y. Gu, 2007), (P. S. Thenkabil, 2004), (M. Deshayes, 2006), (Ramesh P. Singh, 2003), (T. J. Jackson, 2004), (G. Chander, 2009), (Tsegaye tadesse, 2006), (D. Renza, 2009).

##### ٥. المنصات وأجهزة الاستشعار المستخدمة في رصد الجفاف:

يحتفظ أرشيف بيانات لاندسات في مركز رصد موارد الأرض والعلوم التابع لهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS بسجل لا مثيل له لسطح الأرض على مدى ٥٢ عاماً، وهو متاح مجاناً للمستخدمين عبر الإنترنت. ويستطيع المستخدمون الوصول إلى أرشيف بيانات لاندسات والبحث فيه عن طريق موقع <https://earthexplorer.usgs.gov> على شبكة الإنترنت.

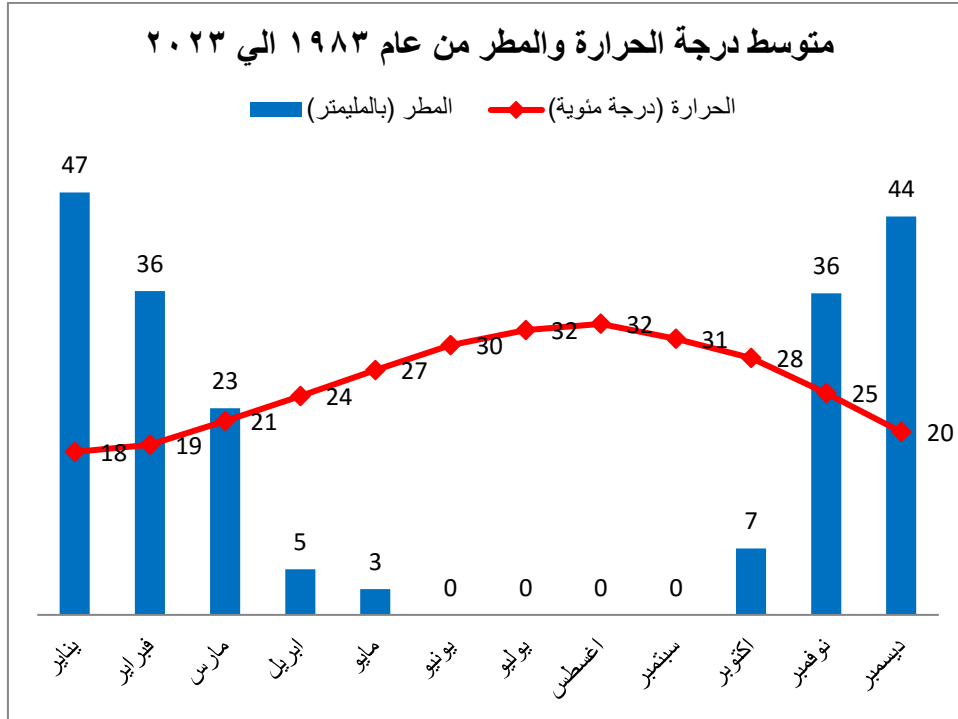
استُخدمت في هذه الدراسة صور multispectral وصور panchromatic من القمر الصناعي Landsat 8 OLI ، وتبلغ الدقة المكانية للصور ٣٠ م و ١٥ م على التوالي. وتم اختيار بيانات لاندسات للأعوام من 2013 الي ٢٠٢٣م لهذه الدراسة، وكان الشهر الذي تم اختياره هو شهر يونيو، حيث يسبقه معدلات جيدة لسقوط الأمطار ومتوسط درجات الحرارة؛ تليها أشهر ذات درجات حرارة أعلى وتساقط أمطار منعدم. وتظهر البيانات المناخية (درجات الحرارة وتساقط الأمطار) المميزة لهذه المنطقة في جدول (٢) والشكل (٢).

جدول (٢) متوسط درجة الحرارة والمطر في رفح من عام ١٩٨٣ الي ٢٠٢٣

الشهر	الحرارة (مئوية)	المطر (بالمليمتر)
يناير	18	47
فبراير	19	36
مارس	21	23
ابريل	24	5
مايو	27	3
يونيو	30	0
يوليو	32	0
اغسطس	32	0
سبتمبر	31	0
اكتوبر	28	7
نوفمبر	25	36
ديسمبر	20	44

المصدر: موقع <https://climate.northwestknowledge.net>

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد - مجلة علمية محكمة- العدد العشرون (الجزء الأول)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً علي بيانات جدول (٢)

شكل (٢) متوسط درجة الحرارة والمطر في رفح من عام ١٩٨٣ الي ٢٠٢٣

٦. المؤشرات المستخدمة في مراقبة الجفاف:

## أ. مؤشرات الجفاف التقليدية

يتمثل دور مؤشرات الجفاف في ترجمة البيانات المتوفرة من مؤشرات إمدادات المياه مثل الأمطار والثلوج والتدفقات وغيرها في تمثيل المفهوم واستخلاص المعلومات؛ والتي عادةً ما تكون قيمة واحدة، وأكثر فائدة من البيانات الخام في اتخاذ القرارات. وعلى الرغم من عدم تفوق أي من المؤشرات الرئيسية على غيرها في جميع الظروف، إلا أن بعض المؤشرات أكثر ملاءمة من غيرها لاستخدامات معينة، وذلك وفقاً للتضاريس أو الطقس أو النطاقات المكانية أو توافر معايير أخرى (درجة الحرارة، رطوبة التربة، تراكم الثلوج، ... إلخ) (Ramona Magno, 2006).

وتشمل بعض الأمثلة على المؤشرات والأدوات التقليدية لقياس شدة الجفاف ما يلي: مؤشر الهطول المعياري (SPI)، ومؤشر بالمر لشدة الجفاف (PDSI)، ومؤشر رطوبة المحاصيل (CMI)، ومؤشر إمدادات المياه السطحية (SWSI)؛ وتعتمد مناهج رصد الجفاف في هذه المؤشرات على الملاحظات المناخية والأرصاد الجوية (A. Ghulam, 2007)، والتي يمكن أن تكون محدودة أو غير مكتملة بالنسبة لمناطق معينة؛ بالإضافة إلى أنها قد تكون غير دقيقة أو تحتوي على أخطاء (بشرية أو آلية)، فضلاً عن أنها لا يمكن أن تكون متاحة في الوقت الحقيقي. وتتغرز فعاليتها إلى



حد كبير إذا تم استخدام مؤشرات متعددة لوصف امتداد الجفاف وشدته، وعززت تكنولوجيا الاستشعار عن بعد إلى حد كبير القدرة على التحكم في الموارد الطبيعية وإدارتها، لا سيما مؤشرات الغطاء النباتي المستمدة من بيانات الأقمار الصناعية لتحديد المناطق المتأثرة بالجفاف. ويمكن للجمع بين المؤشرات المختلفة أن يمد صانعي القرار بمعلومات كافية لفهم ظاهرة الجفاف وتقدير تأثيرها (L. Garrote, 2007).

#### ب. مؤشرات الجفاف باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد

يتميز استخدام بيانات الاستشعار عن بعد بعدد من المزايا لدراسة آثار الجفاف على الغطاء النباتي. فالمعلومات تغطي كامل الإقليم، ويوفر تكرار الصور قياسات متعددة الأزمنة (S. M. Vicente-Serrano, 2007)، وتسمح مؤشرات الغطاء النباتي المستمدة من بيانات الأقمار الصناعية بتحديد المناطق المتأثرة بالجفاف، وتراعي مختلف أنواع الغطاء النباتي والظروف البيئية (Y. Gu, 2007).

ولحساب هذه المؤشرات يمكن استخدام بيانات ذات دقة مكانية منخفضة من أجهزة استشعار مختلفة مثل مقياس الطيف الإشعاعي التصويري متوسط الدقة MODIS أو مقياس الإشعاع المتقدم عالي الدقة AVHRR الذي تحمله سلسلة من الأقمار الصناعية التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي NOAA (P. S. Thenkabail, 2004).

ولكن مع هذه المستشعرات ذات الدقة المكانية المنخفضة يصعب دراسة أنواع محددة من الغابات، لأن حجم البكسل غالباً ما يكون أكبر من حجم مدرجات الغابات. لكن يمكن بعد ذلك استخلاص معلومات أكثر تفصيلاً عن مظلة الغابات بدقة أعلى، وبالتالي يمكن الاستفادة من صور الأقمار الصناعية ذات الدقة المنخفضة والمتوسطة لرصد الغطاء النباتي وتطور مظلة الغابات (M. Deshayes, 2006).

لذلك، بالنسبة للتحليل في المساحات الصغيرة، يمكن التفكير في البيانات ذات الدقة المكانية الأكبر، كما هو الحال في مستشعر Landsat 8 OLI. ففي هذه الحالة لدينا النطاقات اللازمة في الطيف الأحمر والأشعة تحت الحمراء لتسهيل حساب المؤشرات. كما يمكن زيادة دقة وتيسير التحليل باستخدام البيانات المدمجة، والتي يمكن الحصول عليها من نطاقات لاندسات الأصلية للحصول على نطاقات جديدة ذات دقة مكانية مضاعفة.

ويمكن أن يقدم لنا مؤشر حديث، وهو مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI، مقياساً مناسباً لجفاف منطقة معينة، لأنه يجمع بين المعلومات عن كلاً من الغطاء النباتي و رطوبة التربة، أي أن مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI يجمع بين المعلومات المستمدة من بيانات مؤشر الغطاء النباتي NDVI و بيانات مؤشر رطوبة التربة NDMI .

كان لمؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI استجابة أقوى لظروف الجفاف الصيفي؛ من الفرق البسيط بين مؤشر الاختلاف في الغطاء النباتي NDVI ومؤشر رطوبة التربة NDMI، وبالتالي فهو مؤشر أكثر حساسية للجفاف من مؤشري الاختلاف في الغطاء النباتي ورطوبة التربة كلاً علي حده.

#### ٧. الأدوات والأساليب المستخدمة:

تم توظيف أدوات وأساليب وبرمجيات مختلفة في البحث لتسهيل إنتاج واستكمال متطلبات الدراسة، فاعتمدت الدراسة علي مرئيات القمر الصناعي لاندسات ٨ في شهر يونيه للأعوام من 2013 الي ٢٠٢٣ م من خلال المنهج الوصفي التحليلي القائم علي التجميع والتحليل والتفسير باستخدام ادوات التحليل المكاني المتوفرة في برمجية الارك جيس من خلال اداة حاسبة الصور لحساب مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI ومؤشر الفرق الطبيعي للغطاء النباتي NDVI ومؤشر الفرق الطبيعي لرطوبة التربة NDMI .

تتضمن الصور المستخدمة للحصول على خرائط الجفاف صورة PAN وسبعة نطاقات MS، وبالتالي كانت الخطوة الأولى هي دمج هذه الصور بهدف استغلال المعلومات المكانية الواردة في PAN والمعلومات الطيفية الواردة في النطاقات المتبقية. وبما أننا عملنا مع صور الاستشعار عن بعد متعددة الأزمنة، فقد تم تحويل الصور المدمجة إلى وحدات فيزيائية (الإشعاع والانعكاس) اللازمة أيضاً لحساب المؤشرات (NDVI، NDMI، NDDI). وأخيراً، تم تحويل صور NDDI بالترج الرمادي إلى مقياس ألوان الجفاف. و كانت الخطوات التي تم استخدامها في هذه الدراسة لكل عام (شهر) هي:

#### أ. عملية دمج الصور:

تم دمج الصور من خلال تحويل الموجات المعقدة ثنائية الشجرة (DT-CWT). ثم دمج نطاقات MS مع النطاق اللوني البانكروماتي PAN ، والحصول على نطاقات جديدة بدقة ١٥ متراً. وتم تلخيص عملية الدمج المطبقة في (D. Renza, 2009) و (Negar, et al., 2013) كما يلي:

(١) التصحيح الإشعاعي وإعادة تشكيل صورة MS بحيث يكون لنطاقاتها نفس حجم البكسل مثل صورة PAN.

(٢) يتم تحليل هذه النطاقات، إلى جانب صورة PAN عن طريق استخدام أسلوب DT-CWT.

(٣) الحفاظ على تقريب صور MS.

باستخدام تقنية "حفظ الشكل في الاقتراب (Shape Preserving Approximation)" تُستخدم لتقدير الدوال أو البيانات المتقطعة بحيث تُحافظ على الخصائص الأساسية للشكل الأصلي للبيانات، مثل الاستمرارية وعدم الكسر. هذه التقنية تتواجد في مجالات مثل التصميم الهندسي بمساعدة الحاسوب، والروبوتات، والكيمياء.

(٤) تتم مقارنة معاملات تفاصيل صورة PAN مع معاملات صور MS ذات الصلة ويتم استخدام أعلى المعاملات لأنها تصف المكون عالي التردد.

(٥) حساب معاملات الموجات المعقدة ثنائية الشجرة DT-CWT العكسية لهذه المعاملات الجديدة.

#### ب. حساب الانعكاس:

المعايرة الإشعاعية وتحويل الانعكاسية. مع منتجات لاندسات من المستوى ١، يتلقى المستخدمون المعلومات كأرقام رقمية معايرة (DNS) تمثل كل بكسل. لحساب المؤشرات المذكورة أعلاه من الضروري تحويل الأرقام الرقمية إلى وحدات فيزيائية. لهذا قُمت بتطبيق المعادلات والعوامل الموضحة في (G. Chander, 2009).

#### ج. حساب مؤشر النبات لتقدير الجفاف

تم حساب مؤشر الفرق الطبيعي للغطاء النباتي NDVI شكل (٣)، لتقدير الجفاف وتصنيف فئاته وفقاً للمعادلة (١) والجدول (٣) التاليين:

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \quad (1)$$

حيث  $\rho_{NIR}$  هو الانعكاس في قناة الأشعة تحت الحمراء القريبة (٠.٨٥-٠.٨٨ ميكرومتر لاندسات ٨)، و  $\rho_{RED}$  هو الانعكاس في القناة الحمراء المرئية (٠.٦٤-٠.٦٧ ميكرومتر لاندسات ٨).

#### جدول (٣) فئات الجفاف لمؤشر الفرق الطبيعي للغطاء النباتي NDVI

الفئة	جفاف حاد	جفاف معتدل	جفاف خفيف	لا يوجد جفاف
القيمة	١- الي -٠.٣	٠.٣- الي ٠	٠ الي ٠.٣	٠.٣ الي ١

المصدر: (N. Khatri, 2024)

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد - مجلة علمية محكمة- العدد العشرون (الجزء الأول)

**د. حساب مؤشر رطوبة التربة لتقدير الجفاف**

تم حساب مؤشر الفرق الطبيعي لرطوبة التربة NDMI شكل (٤)، لتقدير الجفاف وتصنيف فئاته وفقاً للمعادلة (٢) والجدول (٤) التاليين:

$$NDMI = (\rho NIR - \rho SWIR1) / (\rho NIR + \rho SWIR1) \quad (٢)$$

حيث  $\rho NIR$  هو الانعكاس في قناة الأشعة تحت الحمراء القريبة (٠.٨٥-٠.٨٨ ميكرومتر لاندسات٨)، و  $\rho SWIR1$  هو الانعكاس في قناة الأشعة تحت الحمراء قصيرة الموجه (١.٥٧-١.٦٥ ميكرومتر لاندسات٨).

**جدول (٤) فئات الجفاف لمؤشر الفرق الطبيعي لرطوبة التربة NDMI**

الفئة	جفاف متطرف	جفاف معتدل	جفاف خفيف	رطوبة معتدلة	رطوبة عالية
القيمة	١- الي ٠.٢	٠.٢ الي ٠.٣	٠.٣ الي ٠.٤	٠.٤ الي ٠.٥	٠.٥ الي ١

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً علي (N. Khatri, 2024) بتصرف

**ه. حساب مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI.**

بما أن مؤشر الفرق الطبيعي للغطاء النباتي NDVI ومؤشر الفرق الطبيعي لرطوبة التربة NDMI يتراوح بين ١- و ١، ولحساب مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI شكل (٥)، فقد تم تحويل قيم المدخلات إلى ٨ بت (٢٥٥-٠). وبالتالي فإن قيم ناتج حساب مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI ستتراوح بين ١- و ٠.١. ثم تم حساب مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI لتقدير الجفاف وتصنيف فئاته وفقاً للمعادلة (٣) والجدول (٥) التاليين:

$$NDDI = (NDVI - NDMI) / (NDVI + NDMI) \quad (٣)$$

**جدول (٥) فئات الجفاف لمؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI**

الفئة	لا يوجد جفاف	جفاف خفيف	جفاف معتدل	جفاف حاد	جفاف متطرف
القيمة	١- الي ٠.٢	٠.٢ الي ٠.٣	٠.٣ الي ٠.٤	٠.٤ الي ٠.٥	٠.٥ الي ١

المصدر: (N. Khatri, 2024)

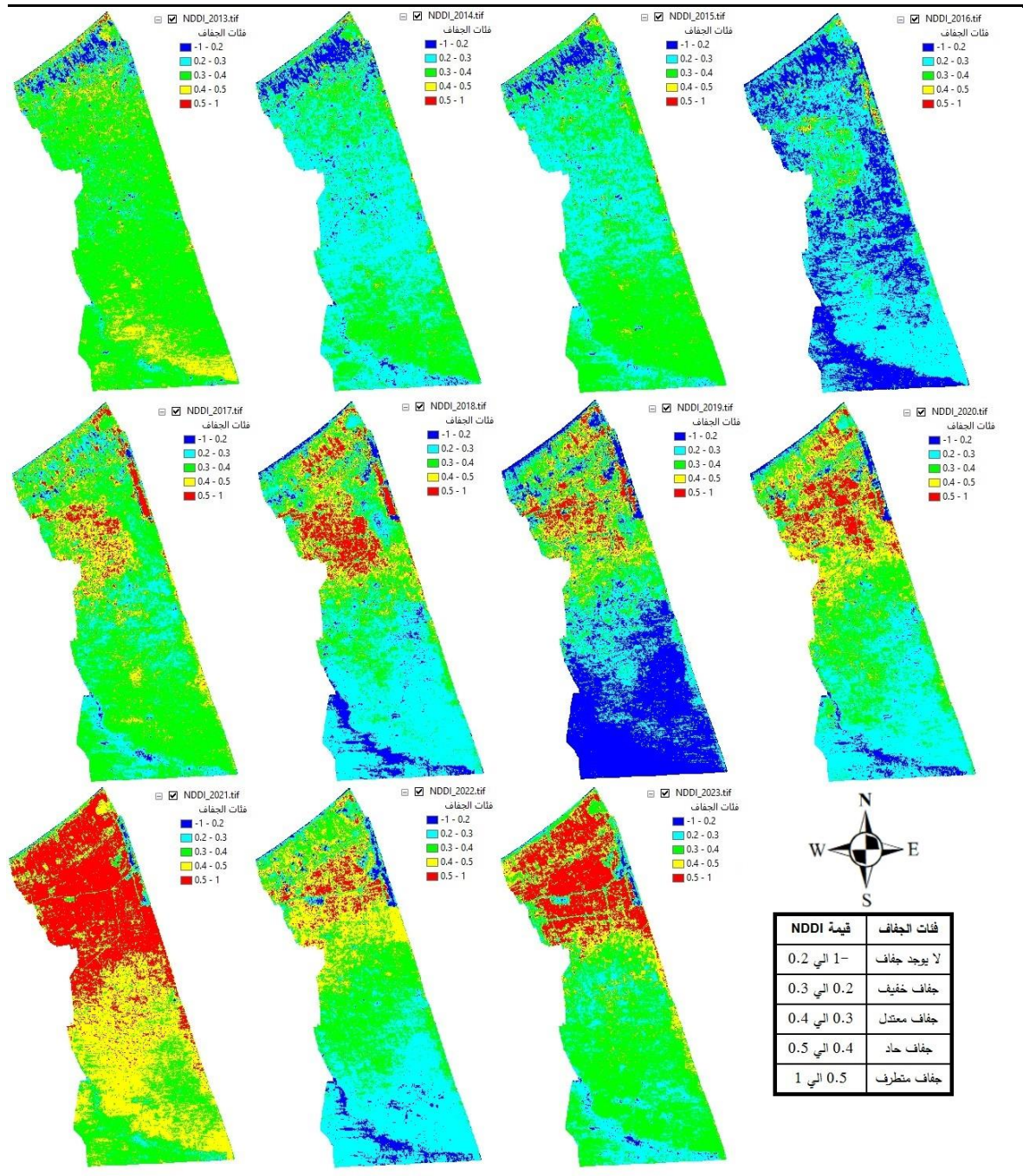


المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis 10.8. اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للأعوام من 2013 الي ٢٠٢٣ م.  
 الشكل (٣): خرائط فئات الجفاف لقسم رفح في محافظة شمال سيناء باستخدام مؤشر NDVI.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد - مجلة علمية محكمة- العدد العشرون (الجزء الأول)



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis 10.8. اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للأعوام من 2013 الي ٢٠٢٣م.  
 الشكل (٤): خرائط فئات الجفاف لقسم رفح في محافظة شمال سيناء باستخدام مؤشر NDMI.



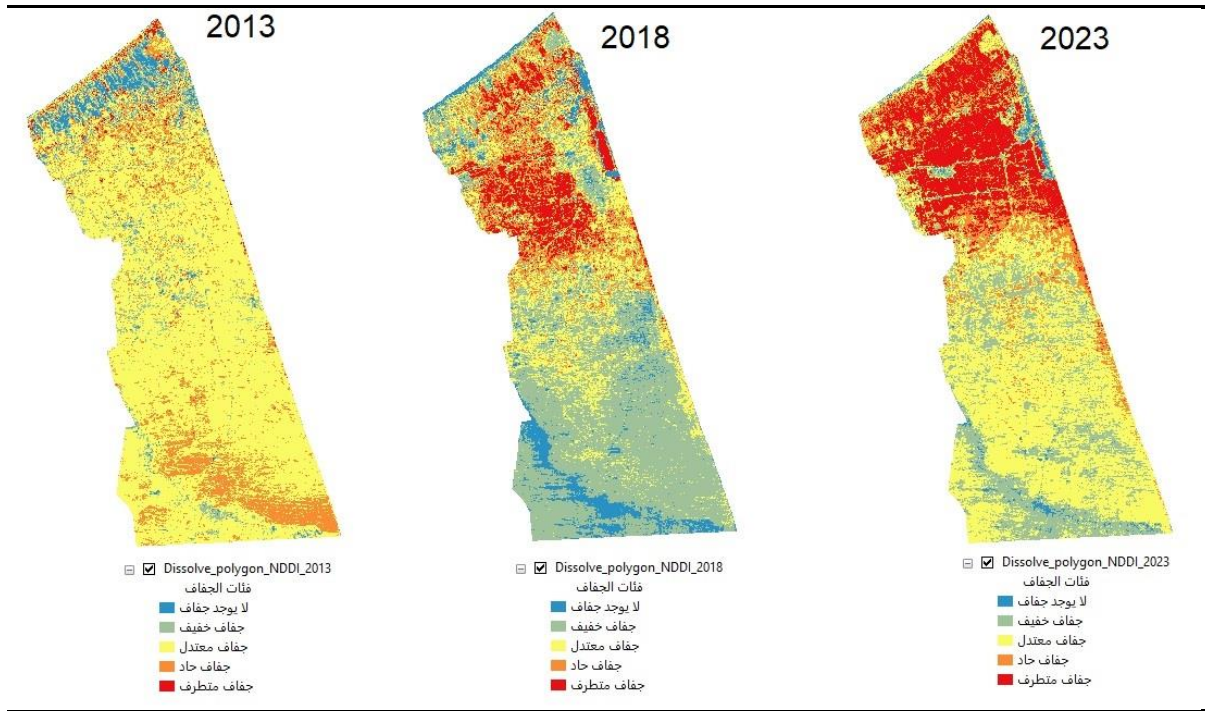
المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis 10.8. اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للأعوام من 2013 الي ٢٠٢٣م.

الشكل (٥): خرائط فئات الجفاف لقسم رفح في محافظة شمال سيناء باستخدام مؤشر NDDI.

## ٨. تحليل النتائج

كان لمؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI استجابة أقوى لظروف الجفاف الصيفي؛ من الفرق البسيط بين مؤشر الاختلاف في الغطاء النباتي NDVI ومؤشر الاختلاف في رطوبة التربة NDMI وبالتالي فهو مؤشر أكثر حساسية للجفاف في الأراضي العشبية من استخدام مؤشر الاختلاف في الغطاء النباتي NDVI ومؤشر الاختلاف في رطوبة التربة NDMI كلاً علي حده.

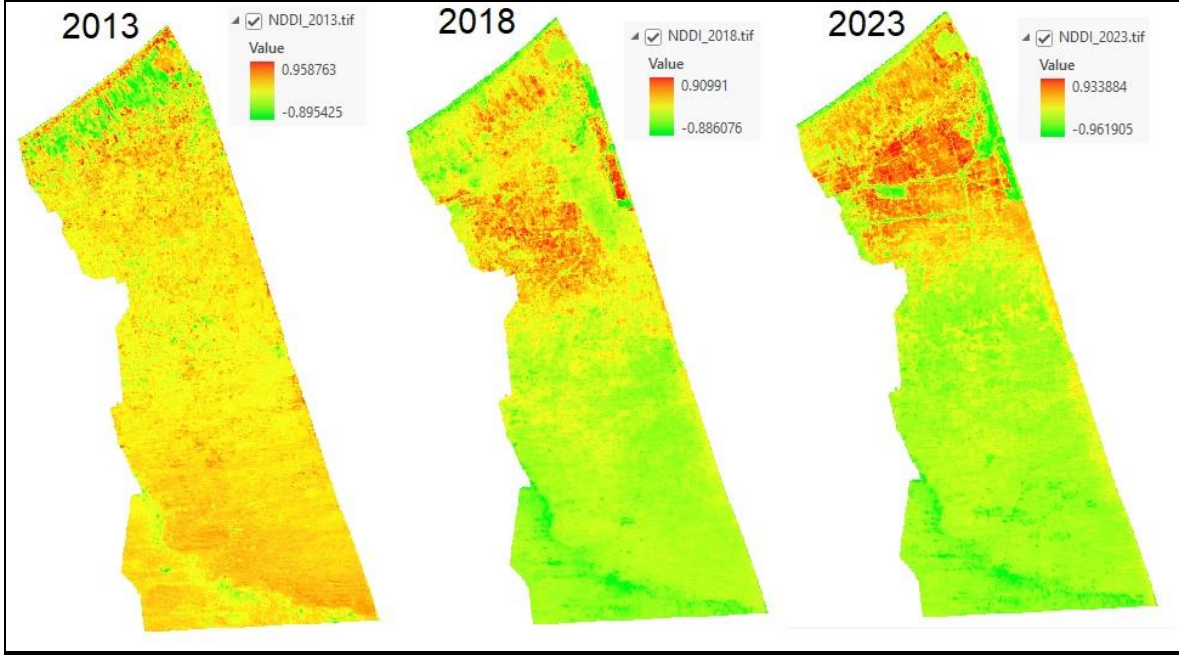
كان الامتداد المكاني الأكثر شدة للجفاف الحاد والمتطرف وفقاً لمؤشر الجفاف NDDI خلال عامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣، الشكل (٦). من ناحية أخرى، تم العثور على أعلى قيمة ٠.٩٥٨ لمؤشر الجفاف المتطرف في عام ٢٠١٣؛ يليه مباشرة عام ٢٠٢٣ بقيمة ٠.٩٣٣، تم العثور على كلتا النتيجةين في شمال قسم رفح، الشكل (٧).



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis 10.8. اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للأعوام 2013 و ٢٠١٨ و ٢٠٢٣م.

الشكل (٦): خرائط فئات الجفاف لقسم رفح في محافظة شمال سيناء باستخدام مؤشر NDDI.





المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis 10.8. اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للأعوام 2013 و ٢٠١٨ و ٢٠٢٣م.

الشكل (٧): خرائط قيم الجفاف لقسم رفح في محافظة شمال سيناء باستخدام مؤشر NDDI.

في عام ٢٠١٣، كان هناك نمط من الجفاف المتطرف وتتراوح قيمه ما بين ٠.٥ الي ١ ؛ شكل (٥) و يتركز في شمال المنطقة في شياخات رفح و المطله و الحسينات و ابو شنار؛ وكانت هناك بعض النقاط المتناثرة في الوسط في شياخات شيبانه و المهديه و الجنوب الغربي في شياخات الكيلو ٢١ و البرث؛ قدرت مساحته ٥.٨ كم ٢ بنسبة ١.٣٪ من مساحة قسم رفح.

على الرغم من أن هذه الحالات تبدو أقل بالمقارنة بعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣. ويعتبر التفسير البصري أداة مهمة في هذه الحالة وقد تكون مضللة في بعض الأحيان؛ دون إجراء المزيد من تحليل البيانات للمؤشر الطيفي. وكمثال على ذلك، لا يبدو أن امتداد الجفاف في عام ٢٠١٣ كان متطرفاً جداً. ومع ذلك، كان هذا العام هو العام الذي وجدت فيه أعلى قيمة للمؤشر الطيفي للجفاف ٠.٩٥٨. ففي كثير من الأحيان لا يعني عدم العثور على تفاقم في امتداد مؤشر مثل مؤشر الجفاف عدم وجود تفاقم في المنطقة.

أما في العام ٢٠١٨ توزعت المناطق التي تعاني من الجفاف المتطرف في معظمها في الشمال في شياخات ابو شنار و رفح و المطله و الطايره و قوز أبو رعد و زادت مساحتها و تركزت بصورة أكبر في الشمال الغربي في شياخات المهديه و الخرافين و قدرت مساحته ٤٥.٨ كم ٢ بنسبة ١٠٪ من مساحة قسم رفح.

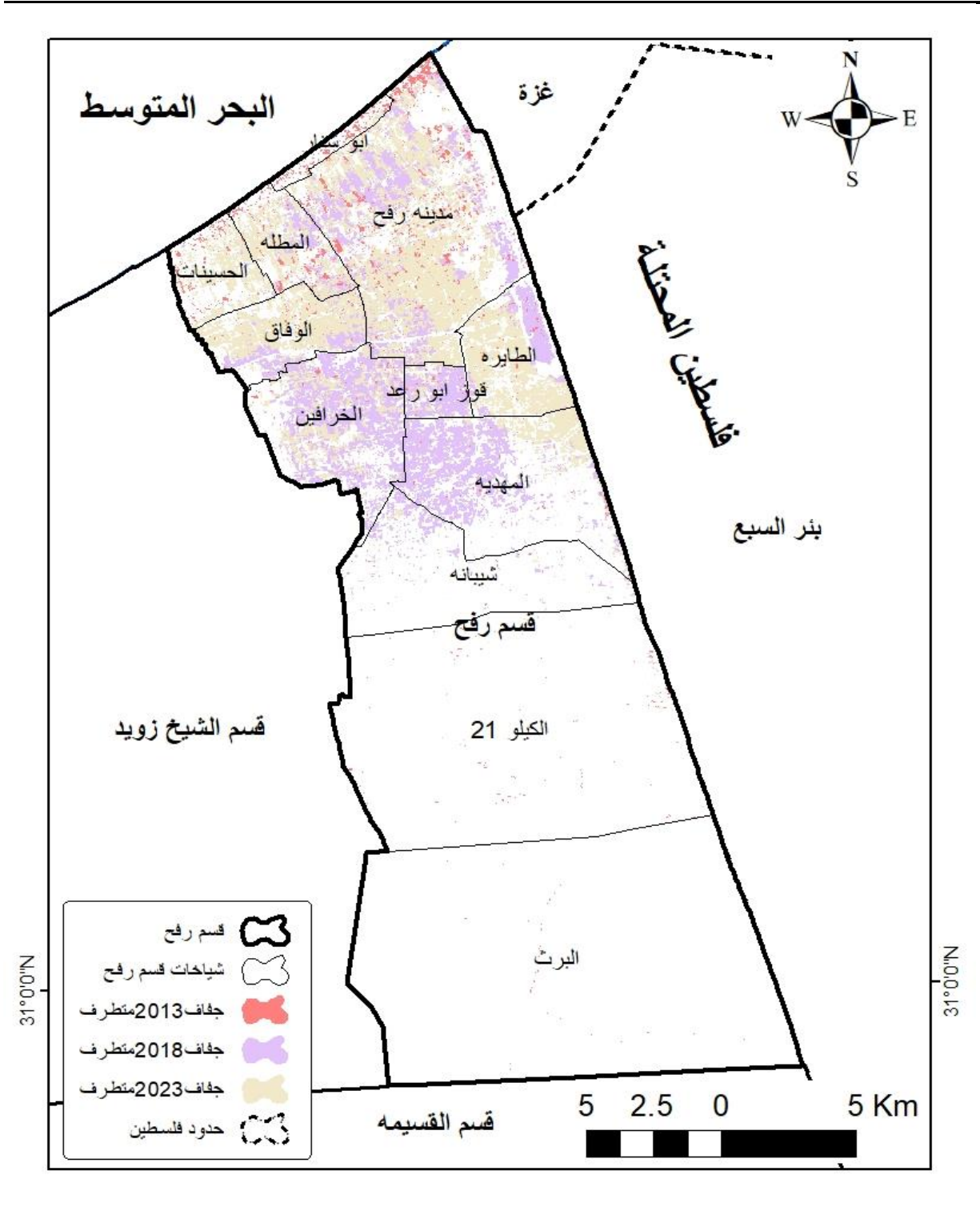
## مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد - مجلة علمية محكمة- العدد العشرون (الجزء الأول)

وشهد عام ٢٠٢٣ امتداداً مرتفعاً بصرياً للجفاف قدرت مساحته ٨٨.٤ كم ٢ بنسبة ١٩.٣٪ من مساحة قسم رفح. وعلى الرغم من عدم وجود أعلى قيمة في السلسلة في هذا العام، إلا أنه من المهم ملاحظة غلبة نمط الجفاف المتطرف على غرار العام ٢٠١٨. والمنطقة التي يسود فيها الجفاف المتطرف هي المنطقة الشمالية في جميع الاتجاهات في شياخات ابو شنار و رفح و المطله و الحسينات والوفاق والطايره و الخرافين و قوز ابو رعد، ففي جميع السنوات السابقة من السلسلة كان هناك امتداد لظروف الجفاف المتطرف. وتركزت حالات الجفاف المتطرف في الشمال في تلك المنطقة كما هو موضح في جميع الخرائط المدروسة. كما هو مبين في شكل (٨) وجدول (٦).

جدول (٦) التوزيع السطحي للجفاف حسب الفئة بالنسبة المئوية

المساحة كم 2						الفئة
%	2023	%	2018	%	2013	
1.7	7.6	8.5	38.8	3.6	16.4	لا يوجد جفاف
20.9	95.4	45.6	208.3	9.1	41.4	جفاف خفيف
45.5	207.6	22.8	104.1	70.0	319.7	جفاف معتدل
12.6	57.7	13.1	59.8	16.1	73.3	جفاف حاد
<b>19.3</b>	<b>88.4</b>	<b>10.0</b>	<b>45.8</b>	<b>1.3</b>	<b>5.8</b>	<b>جفاف متطرف</b>
100.0	456.7	100.0	456.7	100.0	456.7	المجموع

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً علي تحليل بيانات مؤشر NDDI.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc Gis 10.8. اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي لاندسات ٨ للأعوام 2013 و ٢٠١٨ و ٢٠٢٣م.  
الشكل (٨): خرائط توزيع الجفاف المتطرف لقسم رفح في محافظة شمال سيناء باستخدام مؤشر NDDI.

## ٩. الاستنتاجات

تم رصد أنماط الجفاف في قسم رفح باستخدام مؤشر NDDI. ويتمتع هذا المؤشر بميزة توفير نتائج فورية في فترات زمنية أقصر من المؤشرات الأخرى التقليدية التي تقاس في الموقع والتي تتطلب فترات زمنية أطول لحسابها ومدخلات أكبر من البيانات. يتميز مؤشر الفرق الطبيعي للجفاف NDDI بسهولة حسابه لأنه يستند إلى الفرق الطبيعي (الجمع والطرح) ولا يعتمد على بيانات السلاسل الزمنية. ومن المهم أن نلاحظ أن هذا المؤشر يمكن أن يكون مكماً مثالياً للمؤشرات القائمة في الموقع أو للمؤشرات الأخرى القائمة على بيانات الاستشعار عن بعد.

يمكن أن تكون فوائد الدقة المكانية الأعلى المرتبطة مباشرة بالصور المستخدمة والمحسنة بواسطة عمليات الدمج بديلاً في دراسة الجفاف في المناطق التي تعتمد على الوحدات المحلية الصغيرة، فيما يتعلق بهذا الأخير من الضروري مراعاة الدقة الزمنية للبيانات المطلوبة لدراسة معينة. كان لمؤشر NDDI استجابة أقوى لظروف الجفاف الصيفي؛ من الفرق البسيط بين مؤشر NDVI ومؤشر NDMI وبالتالي فهو مؤشر أكثر حساسية للجفاف من استخدام مؤشر NDVI ومؤشر NDMI كلاً علي حده.

كان الامتداد المكاني الأكثر شدة للجفاف الحاد والمتطرف وفقاً لمؤشر الجفاف NDDI خلال عامي ٢٠١٨ و٢٠٢٣، من ناحية أخرى، تم العثور على أعلى قيمة ٠.٩٥٨ لمؤشر الجفاف المتطرف في عام ٢٠١٣؛ يليه مباشرة عام ٢٠٢٣ بقيمة ٠.٩٣٣، تم العثور على كلتا النتيجة في شمال قسم رفح.

في عام ٢٠١٣، كان هناك نمط من الجفاف المتطرف وتتراوح قيمه ما بين ٠.٥ الي ١؛ قدرت مساحته ٥.٨ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١.٣٪ من مساحة قسم رفح. أما في العام ٢٠١٨ توزعت المناطق التي تعاني من الجفاف المتطرف في معظمها في الشمال و الشمال الغربي و قدرت مساحته ٤٥.٨ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٠٪ من مساحة قسم رفح. وشهد عام ٢٠٢٣ امتداداً مرتفعاً بصرياً للجفاف قدرت مساحته ٨٨.٤ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٩.٣٪ من مساحة قسم رفح.

## ١٠. التوصيات

تدعو الدراسة إلى إجراء المزيد من الدراسات لتحديد الجفاف باستخدام صور الأقمار الصناعية، حيث يسهل استخدام بيانات الاستشعار عن بعد في دراسة الظواهر الطبيعية؛ تنفيذ المؤشرات التي تسمح برؤية واضحة للمنطقة بأكملها، مما يتيح تقييم عامل معين في منطقة ما؛ من حيث علاقته بالبيئة المحيطة به بشكل بياني. وسيفيد ذلك كلا المجالين المرتبطين؛ بصنع القرار وتقييم الأثر البيئي.

## ١١. المراجع والمصادر

١. قدس أسامة قوام، 2023، استعمال نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الكشف عن جفاف الترب في ناحية يثرب بدلالة مؤشر رطوبة التربة NDMI ومؤشر الغطاء النباتي NDVI مجلة الآداب، العدد (146) 2، ص ص 291 - 304
٢. مني سالم الحربي، ٢٠١٧، بعنوان توظيف المؤشرات المستشعرة عن بعد في الكشف عن الجفاف بمحافظة الطائف، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد ٩، العدد ١ - الرقم المسلسل للعدد ١٣، مارس ٢٠١٧، ص ص ٧٧ - ٨٧
3. A. Ghulam, Q. Qiming, T. Teyip, Z.L. Li, 2007, Modified perpendicular drought index (MPDI): A real-time drought monitoring method, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 62 no. 2 pp. 150-164.
4. D. Renza, E. Martinez, A Arquero, 2009, Optimizing Classification Accuracy of Remotely Sensed Imagery with DT-CWT Fused Images, 14th Iberoamerican Conference on Pattern Recognition, CIARP 2009, Guadalajara, Jalisco, Mexico.
5. Diego Renza, et al., 2010, Drought Estimation Maps by Means of Multidate Landsat Fused Images, Remote Sensing for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage, Rainer Reuter (Editor) EARSeL
6. Drought Monitoring and Early Warning, 2006, concepts, progress and future challenges, world meteorological organization, WMO no. 1006
7. G. Chander, B. L. Markham, D. L. Helder, 2009, Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors, Remote Sensing of Environment, Vol 113, Issue 5, pp 893-903.
8. L. Garrote, F. Martin-Carrasco, F. Flores-Montoya A. Lglesias, 2007, Linking Drought Indicators to Policy Actions in the Tagus Basin Drought Management Plan, Water Resources Management, Vol 21, p p 873-882
9. M. Deshayes, D. GUYON, H. Jeanjean, O. Hagolle, 2006, The contribution of remote sensing to the assessment of drought effects in forest ecosystems, Annals of Forest Science 63, 6, pp. 579-595.
10. Maria Teresa Paniagua, Janet Villalba, M Pasten, 2020, Spatial-Temporal Distribution of Drought In The Western Region of Paraguay (2005-2017), Latin American GRSS & ISPRS Remote Sensing Conference (LAGIRS 2020), 22-26 March 2020, Santiago, Chile
11. Narendra Khatri, et al., 2024, Exploration and advancement of NDDI leveraging NDVI and NDWI in Indian semi-arid regions: A remote sensing-based study, Volume 9, June 2024, 100573
12. Negar Chabi, et al., 2013, An efficient image fusion method based on dual tree complex wavelet transform, Conference: 2013 8th Iranian Conference on Machine Vision and Image Processing (MVIP), Iran.
13. P. S. Thenkabail, M. S. Gamage, V. U. Smakhin, 2004, The Use of Remote Sensing Data for. Drought Assessment and Monitoring in Southwest Asia,

Research report 85, Colombo, Sri Lanka, International Water Management Institute.

14. Ramona Magno, 2006, Drought definitions indexes and mapping, Mediterranean training seminar, Florence - Italy, July

15. Ramesh P. Singh, S. Roy, F. Kogan, 2003, Vegetation and temperature condition indices from NOAA AVHRR data for drought monitoring over India, International Journal of Remote Sensing Volume 24.

16. Ramona Magno, 2018, Semi-Automatic Operational Service for Drought Monitoring and Forecasting in the Tuscany Region, Geosciences, Vol 8, Issue 2

17. S D Artikanur, et al., 2022, Normalized Difference Drought Index (NDDI) computation for mapping drought severity in Bojonegoro Regency, East Java, Indonesia.

18. S. M. Vicente-Serrano, 2007, Evaluating the Impact of Drought Using Remote Sensing in a Mediterranean, Semi-arid Region, Natural Hazards 40 pp.173-208, September

19. Tsegaye tadesse, 2006, drought indices: overview and application, mediterranean training seminar, florence- italy, july

20. T. J. Jackson, D. Chen, M. Cosh, F. Li, M. Anderson, C. Walthall, P. Doriaswamy, E.R. Hunt, 2004 Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans, Volume 92, PP. 475-482.

21. Y. Gu, J. F. Brown, J.P. Verdin, B. Wardlow, 2007, A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States, Geophysical Research Letters, Vol.34, March

22. <https://climate.northwestknowledge.net/>

23. <https://earthobservatory.nasa.gov/>