

**توظيف المؤشرات المستشعرة عن بعد  
في الكشف عن الجفاف بمحافظة الطائف**  
**منى سالم محمد الحربي**  
جامعة أم القرى بمكة المكرمة

تاريخ استلام البحث: ٢٠١٦/٤/٥

تاريخ قبول البحث: ٢٠١٦/٨/١٣

## توظيف المؤشرات المستشعرة عن بعد في الكشف عن الجفاف بمحافظة الطائف

منى سالم محمد الحربي  
جامعة أم القرى بمكة المكرمة

### الخلاص

هدفت الدراسة إلى الكشف عن الجفاف بمحافظة الطائف خلال الفترة من ( ١٩٧٠-٢٠١٣ م ) مع تحديد درجاته والمساحة التي تأثرت به وذلك من خلال توظيف بعض مؤشرات الجفاف كمؤشر حالة النبات

vegetation condition index (VCI)

ومؤشر الحالة الحرارية

Temperature Condition Index (TCI)

ومؤشر صحة النبات (VHI) Vegetation Health Index

باستخدام تقنيتي نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System (GIS)

ووسائل الاستشعار عن بعد Remote Sensing (RS)

اعتماداً على المرئيات الفضائية المنقطعة من أقمار Landsat 5 و Landsat 8 للاقط LOI.

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 وإن اختلفت في شكل ذلك الانتشار المكاني، كما توصلت الدراسة إلى وجود توافق بين نتائج مؤشري VCI و VHI في تصنيف الجفاف في المنطقة وتحديد درجاته بنسب مساحة متقاربة للمؤشرين. وأوصت الدراسة إلى ضرورة الاعتماد على البيانات المستشعرة عن بعد في مراقبة الجفاف على نطاق أوسع ليشمل مناطق أخرى في المملكة العربية السعودية، وبناء قاعدة بيانات للمناطق المهددة لخطر الجفاف الشديد لتوفير الحماية للغطاء النباتي الطبيعي من جهة، وتجنب الاستثمار الزراعي المعتمد على الأمطار في تلك المناطق من جهة أخرى.

### المقدمة

تعدد الكوارث المناخية التي تتعرض لها جميع البيئات على سطح الأرض ولعل من أهم هذه الكوارث هي تكرار حالات الجفاف والتي تعد أحد أهم معوقات التنمية في مجالاتها

المتباينة في إي بيئة، وإن كانت البيئة الجافة وشبه الجافة أكثرها حساسية في حال استمرار موجات الجفاف لسنوات متتالية.

ويتفاوت مفهوم الجفاف بين مختلف العلوم باختلاف المعيار الذي يتم على تحديد أسس لمفهومه، فالجفاف كما جاء في الاتفاقية الدولية لمكافحة التصحر بأنه ظاهرة طبيعية توجد عندما ينخفض الهطول انخفاضاً ملحوظاً فيصبح دون المستويات الطبيعية المسجلة مما يسبب اختلالاً هيدرولوجياً خطيراً يؤثر تأثيراً معاكساً على نظم الانتاج/ موارد الأراضي ( جبور، ٢٠٠٢م، ص٣١).

وفق ذلك التعريف فإن الجفاف يشكل خطراً على البيئة والتنمية المستدامة على سطح الأرض حيث يؤدي إلى نقص المحاصيل الزراعية وفقدان لغطائها النباتي، وهذا يتطلب إجراء دراسات تطبيقية من قبل الباحثين للكشف ومحاولة التخفيف من مخاطر البيئية.

### منطقة الدراسة:

تتبع محافظة الطائف من الناحية الإدارية منطقة مكة المكرمة، وتمتد المحافظة على سلسلة جبال الحجاز، وتتوسط المحافظة منتصف منطقة مكة المكرمة (شكل ١)، وتبلغ مساحتها ٨٠٠٠ كم<sup>٢</sup>. وتتميز المحافظة بتنوع التضاريس بها ما بين جبال شاهقة جنوباً تصل إلى ٢٥٠٠ متر، وتقل في الارتفاع كلما اتجهنا شمالاً. وتتميز محافظة الطائف بكونها أحد أهم المصائف في المملكة العربية السعودية إذ يبلغ معدل درجة الحرارة السنوية في المحافظة ٢٢م، في حين تتراوح كمية الأمطار السنوية ما بين ١٦٠،٧ ملم في مدينة الطائف ٢٩٥،٥ ملم في مركز الشفا، كما تتميز المحافظة بشهرتها في الإنتاج الزراعي المعروفة منذ القدم حيث يكثر بالمحافظة إنتاج العنب والرمان.

ويتنوع النبات الطبيعي في محافظة الطائف ما بين نبات غني جداً في القمم الجبلية ومجاري الأودية ونباتات فقيرة جداً في المناطق قليلة الارتفاع وبعض مجاري الأودية، كما تظهر هذه الفئة على السلسلة الجبلية في بعض المناطق التي تعرضت أجزاء كبيرة من تربتها للانجراف. ومن بين الأنواع النباتية الطبيعية المميزة في المحافظة نجد أشجار العرعر *Juniperus procera* والزيتون البري (عتم) *Olea europaea ssp.africana* والزهريان *Acacia asak*.



المصدر: المخطط الإقليمي لمنطقة مكة المكرمة، وزارة الداخلية، إمارة منطقة مكة المكرمة  
شكل ١ موقع منطقة الدراسة

### مشكلة الدراسة

يعد الجفاف أحد المشكلات البيئية التي لا يقتصر ظهورها على النباتات الجافة وشبه الجافة بل يحدث في جميع الأنظمة المناخية. ويؤثر الجفاف بشكل سلبي على المدى الطويل؛ وقد تعرضت المملكة العربية السعودية لعدد من موجات الجفاف خاصة في عام ٢٠٠٠م وكان لها تأثير على الحياة الفطرية والعديد من القطاعات مثل الزراعة والرعي ومصادر المياه. ولذلك وجد من الضروري البحث في موضوع الجفاف وتحديد أنسب الطرق للكشف عنه من خلال الاعتماد على المرئيات الفضائية التي توفر معلومات مكانية بمنظر فضائي واحد.

### أهمية الدراسة

ترجع أهمية الدراسة في كونها إحدى الدراسات التطبيقية التي تتناول موضوع الجفاف والذي يعد من أهم العوامل المؤدية إلى حدوث التصحر ومظاهر التدهور البيئي وانحسار الغطاء النباتي الأخضر، كما ترجع أهمية الدراسة بأنها تهتم بتصنيف الجفاف من حيث النوع، والحجم، ودرجة الخطر المرتبطة بانحباس وانخفاض المطر، وبالتالي فإن نتائج هذا البحث ستساهم في وضع خطط للتنمية البيئية المستدامة للنبات الطبيعي في المملكة العربية السعودية.

**الهدف من الدراسة:**

يهدف هذا البحث إلى الاستعانة بالبيانات المستشعرة عن بعد والمتمثلة بتوظيف بعض مؤشرات الجفاف للكشف عن مدى تعرض محافظة الطائف للجفاف مع تحديد درجاته والمساحة التي غطاها في خلال الفترة من (١٩٨٧م-٢٠١٣م).

**الدراسات السابقة:**

قدم ثينك ايبيل Thenkabail وزملاؤه (٢٠٠٤م) دراسة عن استخدام بيانات الاستشعار عن بعد لتقييم ورصد الجفاف في جنوب غرب آسيا. وتشمل منطقة الدراسة دولة أفغانستان وباكستان والأجزاء الغربية من الهند. وتم الاعتماد على عدد من المؤشرات المستمدة من الاستشعار عن بعد وهي مؤشر فرق النبات الطبيعي Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ومؤشر Vegetation Condition Index (VCI) ومؤشر الحالة الحرارية Temperature Condition Index (TCI) اعتماداً على بيانات القمر Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) والقمر Moderate-Resolution Imaging Spectro-Radiometer (MODIS). وتوصلت الدراسة إلى أن المنطقة تعرضت إلى حالة من الجفاف في عام (١٩٨٧م) مما أدى إلى حدوث أضرار بالغطاء النباتي الطبيعي، أما في عام (١٩٩٣م) فإن تحليل مؤشرات الجفاف يشير إلى تعرض المنطقة لحالة رطبة. وتوصلت الدراسة كذلك إلى أن مؤشر VCI لديه حساسية لظروف الجفاف في حين أن مؤشر TCI لا يمكن الاعتماد عليه لرصد الجفاف وغير مستحسن للدراسات المستقبلية.

استخدمت الرحيلي (٢٠١٥م) تقنية الاستشعار عن بعد لمراقبة الجفاف وأثره على الغطاء النباتي في أجزاء من غرب وجنوب غرب المملكة العربية السعودية. وهدفت الدراسة إلى مراقبة الجفاف وتأثيره على منطقة الدراسة وتحديد أقل وأكثر المناطق تعرضاً للجفاف باستخدام مؤشرات الجفاف المستمدة من وسائل الاستشعار عن بعد وهي، مؤشر الحالة الحرارية Temperature Condition Index (TCI) ومؤشر الحالة النباتية Vegetation Condition Index (VCI) ومؤشر صحة النبات Vegetation Health Index (VHI) معتمدة على أدنى وأقل

قيمة لمؤشر NDVI بالإضافة إلى مؤشر المطر المعياري (Standardized Precipitation Index (SPI)). وتوصلت الدراسة إلى وجود توافق بين سنوات الجفاف وفق مؤشر SPI ومؤشرات الجفاف VCI و TCI و VHI وأن كان هناك اختلاف في توزيع الجفاف داخل منطقة الدراسة، كما توصلت إلى تعرض أجزاء من المنطقة إلى الجفاف أدى إلى تدهور غطائها النباتي والقضاء عليه.

**منهج الدراسة واساليبها:**

اعتمدت الدراسة على تطبيقي منهجين علميين هما:

**المنهج التطبيقي:** يتخذ هذا المنهج من دراسة السبب والنتيجة وسيلة لتحقيق الغرض منه، أي أنه يعالج المشكلة الجغرافية بحيث يدرس العوامل التي تؤثر على المشكلة المعنية وتتبعها والوصول إلى تفسير لها.

**المنهج التحليلي:** يهتم المنهج التحليلي للعمليات المناخية بدراسة النظم المتبادلة بين الطبقة السفلى من الغلاف الجوي من جهة وسطح الأرض والغلاف الحيوي من جهة أخرى (السماك والعزاوي، ٢٠١١م، ص ٨٥).

كما اعتمدت الدراسة على الأسلوب الكارتوجرافي الذي يعتمد على عدد من العمليات التي يتبعها الباحث للوصول إلى خرائط تمثل الظاهرة الجغرافية (شرف، ٢٠١٠م، ص ٣١). ومر العمل الكارتوجرافي بعدة مراحل، وهي:

١- تحويل البيانات الورقية إلى رقمية **Digital data**:

تم تحويل الخرائط الورقية إلى هيئة رقمية **Digital data** من خلال برنامج ArcGIS10، وقد اشتملت على الخارطة الإدارية لمنطقة مكة المكرمة وترقيمها **Digitizing**، ومن ثم حساب مساحة منطقة الدراسة.

٢- المعالجة الأولية للمرئيات الفضائية وتحليلها:

تطلب العمل على المرئيات الفضائية المرور بعدد من المراحل من أجل معالجة المرئيات الفضائية، وذلك من خلال برنامج ERDAS14 IMAGIN لأعوام الدراسة الثلاثة (١٩٨٧م - ٢٠٠٠م - ٢٠١٣م)، وقد اعتمدت عليها الدراسة كون الفاصل ما بينها يمثل دورة مناخية صغرى تقدر ب ١٣ عاماً، وتم تغطية معظم منطقة الدراسة بمرئيات Landsat لتلك الأعوام، واشتملت على المراحل الآتية:

المرحلة الأولى: التصحيح الهندسي

تم تسجيل المرئيات غير المصححة في عام ١٩٨٧م و٢٠٠٠م

على ٩ مسارات من Landsat5 و Landsat8 بواقع ٣ مرئيات لكل عام؛ لذلك تم عمل تجميع للمرئيات Mosaic images لكل عام من أعوام الدراسة.

#### المرحلة الخامسة: الاقتران Subset

اشتملت بعض مسارات أقمار Landsat5 و Landsat8 على أجزاء تقع خارج حدود منطقة الدراسة؛ لذلك تم اقتطاع منطقة الدراسة على شكل مستطيل أولاً، وفي مرحلة تالية تم الاقتران ضمن حدود المنطقة.

جدول ١ المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة

القمر	الاقط	المسار	التاريخ
Landsat5	TM	١٦٨-٤٥	١٩٨٧/٧/١٩ م
Landsat5	TM	١٦٩-٤٤	١٩٨٧/٦/٢٤ م
Landsat5	TM	١٦٩-٤٥	١٩٨٧/٥/٧ م
Landsat5	TM	١٦٨-٤٥	٢٠٠٠/٧/٢٢ م
Landsat5	TM	١٦٩-٤٤	٢٠٠٠/٦/١١ م
Landsat5	TM	١٦٩-٤٥	٢٠٠٠/٦/١١ م
Landsat8	LOI	١٦٨-٤٥	٢٠١٣/٧/٢٦ م
Landsat8	LOI	١٦٩-٤٤	٢٠١٣/٧/١ م
Landsat8	LOI	١٦٩-٤٥	٢٠١٣/٧/١ م

المرحلة السادسة: تحديد المؤشرات المستشعرة عن بعد : يعد استخدام المؤشرات المعتمدة على أساليب الاستشعار عن بعد من أفضل وسائل التصنيف في الدراسات النباتية والجفاف، إلا أن مشكلة تأثير سطوع التربة على المؤشرات النباتية في المناطق ذات التغطية النباتية القليلة تعد من أهم المشكلات التي أشارت إليها الكثير من الدراسات، حيث يصعب الفصل في تلك المناطق ما بين انعكاس النبات وانعكاس التربة في الخلية الواحدة. واعتمدت الباحثة في هذه المرحلة على أهم المؤشرات النباتية التي تم تطبيقها في البيئات الجافة وهو مؤشر الدليل النباتي المعدل للتربة المحسن Optimized Soil Adjusted Vegetation Index (OSAVI) ليكون الأساس الذي يعتمد عليه في بناء مؤشرات الجفاف (VCI – VHI) والتي تعتمد أساساً في بنائها على مؤشر NDVI.

وتتخذ هذه المؤشرات الصيغ الآتية:

إلى مرئيات Landsat8 للقمر OLI في عام ٢٠١٣ م المصححة (Irons, et al., 2012, p.11).

#### المرحلة الثانية: التصحيح الراديومي

تم إجراء تصحيح للغلاف الجوي من خلال برنامج إبرداس ERDAS IMAGIN14 من خلال طريقة طرح الهدف المظلم Dark Object Subtraction والتي تقوم بتحديد قيمة أولية للضبابية (Initial Haze Value) لأحد النطاقات (الأزرق أو الأخضر أو الأحمر أو تحت الحمراء القريبة) في المرئية (العمران، ٢٠١٢ م، ص ٦٣)؛ ليتم اختيار الخلية الأكثر ظلمة (أسود) في المرئية وتسمى بالنطاق المرجعي، وتتأخذ المعادلة الصيغة الآتية:

$$\text{Dark Object Subtraction} = b - d$$

$$b = \text{النطاق المحدد}$$

$$d = \text{القيمة الانعكاسية المحددة بالنطاق المرجعي}$$

[https://www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=9ED3jnYod6w)

[watch?v=9ED3jnYod6w](https://www.youtube.com/watch?v=9ED3jnYod6w)

#### المرحلة الثالثة: تحويل المرئيات الفضائية من أعداد

رقمية إلى قيم إشعاعية وانعكاسية وسطوع:

تم الاعتماد على عدد من المعادلات في تحويل المرئيات الفضائية من القيم الرقمية (Digital number (DN إلى قيم إشعاعية Radiance، وقيم انعكاسية Reflectance، وقيم سطوع Brightness.

إذ إن المرئيات الفضائية في صورتها الأولية تكون على هيئة قيم رقمية DN تعبر عن مستوى اللون الرمادي للمظاهر الأرضية، وتختلف هذه القيم باختلاف المستشعر ونظراً لاعتماد الباحثة على ٩ مرئيات لتغطية منطقة الدراسة بأكملها (جدول ١)، ومن أنواع مختلفة من المستشعرات من أقمار Landsat تطلب ذلك إجراء عدد من التحويلات للوصول إلى قيم تصف القياس الحقيقي للمنحس؛ وذلك من خلال تحويلها إلى قيم إشعاعية Radiance وقيم انعكاسية Reflectance وقيم سطوع Brightness بالنسبة للنطاقات الحرارية (Thenkabail, 2004, p5). وفق المعادلات الموضحة في (الجدول ٢).

#### المرحلة الرابعة: تجميع المرئيات Mosaic images

اعتمدت الباحثة لتغطية منطقة الدراسة بمرئيات Landsat

جدول ٢ معادلات التحويل من قيم DN لكل لاقط

المعادلة	التحويل	اللاقط
$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$	Radiance	OLA
$\rho_{\lambda} = M_{\rho} Q_{cal} + A_{\rho}$	Reflectance	
$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)}$	Brightness	
$L_{\lambda} = \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}}\right)(Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda}$	Radiance	TM
$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s}$	Reflectance	
$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)}$	Brightness	

والتي تحسب بالمعادلة الآتية:

$TCI = (BT_{MAX} - BT_j) / (BT_{MAX} - BT_{MIN}) \times 100$   
 حيث أن  $BT_{MAX}$  و  $BT_{MIN}$  تشير إلى الحد الأدنى والأعلى للنطاق الحراري في جميع السنوات، أما  $BT_j$  متوسط النطاق الحراري لسنة المرئية  
 (Thenkabail, 2004, p7).

- مؤشر صحة النبات

Vegetation Health Index (VHI)

والتي تحسب بالمعادلة الآتية:

$$VHI = 0.5 \times VCI + 0.5 \times TCI$$

$VCI =$  مؤشر الحالة النباتية

$TCI =$  مؤشر الحالة الحرارية

$0.5 =$  معامل ثابت (Niemeyer, 2008, p.267,271).

- مؤشر الدليل النباتي المعدل للتربة المحسن

Optimized Soil Adjusted Vegetation Index (OSAVI)

$$OSAVI = (1+L)(NIR-R)/(NIR+R+L)$$

حيث إن  $R$  و  $NIR$  تشير إلى قيم الأشعة الحمراء وتحت الحمراء القريبة على التوالي أما قيمة  $L$  فهي قيمة ثابتة تعادل ٠,١٦ (kasawani, 2010, p.27).

- مؤشر الحالة النباتية

Vegetation Condition Index (VCI)

والتي تحسب بالمعادلة الآتية:

$$VCI = (OSAVI_j - OSAVI_{MIN}) / (OSAVI_{MAX} - OSAVI_{MIN}) \times 100$$

إذ إن  $OSAVI_{MAX}$  و  $OSAVI_{MIN}$  تشير إلى الحد الأدنى والأعلى لجميع السنوات و  $OSAVI_j$  تشير إلى متوسط سنة ما (Thenkabail, 2004, p6).

- مؤشر الحالة الحرارية

Temperature Condition Index (TCI)

Smoothing في إنتاج بعض خرائط الدراسة، وهي إحدى طرق التعميم كذلك والتي يتم فيها استبدال الزوايا الحادة بأخرى أكثر تبسيطاً وتنعيماً (السبعوي والقصاب، ٢٠٠٩م، ص ص ٣٦٤-٣٦٥)، في حين اعتمد على عملية الترميز Symbology لإخراج متغيرات الدراسة على هيئة رسوم ضمن سياق الخريطة (Robinson, et al., 1995, p.451).

### المناقشة والنتائج

يلاحظ من (الجدول: ٤) و(الشكل: ٢) أن منطقة الدراسة وفق مؤشر VCI لم تتعرض إلى حالة من الجفاف المتطرف خلال سنوات الدراسة الثلاث (١٩٨٧-٢٠٠٠-٢٠١٣م)، في حين سيطر الجفاف المتوسط على المنطقة خلال عامي (١٩٨٧-٢٠٠٠م) بنسبة ٧٤٪ و٦٦٪ على التوالي، وانتشر ذلك الجفاف بشكل كبير في معظم أجزاء المنطقة كما تظاهر الجفاف المتوسط مع الجفاف الشديد في عام ٢٠٠٠م لتقع المنطقة ضمن حالة من أسوأ حالات الجفاف والتي لم يسبق لها مثيل خلال سنوات الدراسة الثلاث مما أدى إلى خسارة مساحات كبيرة من النبات الطبيعي.

واستمرت حالة الجفاف الشديد في الاتساع في عام ٢٠١٣م لتغطي نسبة ٨٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة في حين تقاربت نسبة الجفاف المتوسط والطفيف في ذلك العام إذ بلغت نسبة ٩٪ و٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة على التوالي في حين لا تشكل الحالة الطبيعية نسبة تذكر إذ بلغت نسبة ١٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة في عام ٢٠١٣م. ويشير تصنيف مؤشر الحالة الحرارية في (الجدول: ٥) و(الشكل: ٢) إلى تراجع مساحة حالة الجفاف الشديد في منطقة الدراسة مقارنة بمؤشر VCI إذ بلغت أعلى مساحة لذلك الجفاف في عام ٢٠١٣م بنسبة ١١٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، في حين سيطر الجفاف المتوسط على منطقة الدراسة في عامي ٢٠٠٠م و٢٠١٣م بنسبة ٩٥٪ و٨٠٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة كما أن ذلك الجفاف غطى ٢٢٪ من مساحة المنطقة في عام ١٩٨٧م وذلك لسيطرة الجفاف الطفيف على المنطقة في ذلك العام بنسبة ٦٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، كما بلغت الحالة الطبيعية نسبة مساحة ٢٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة في حين لم يشكل الجفاف المتطرف أي مساحة تذكر وفق مؤشر TCI.

المرحلة السابعة: التصنيف الثانوي لمؤشرات النبات والجفاف

اشتمل التصنيف الثانوي للمؤشرات على الآتي:  
تصنيف مؤشر (OSAVI): تم إجراء تصنيف غير موجه Unsupervised Classification للمؤشر (OSAVI) لعزل الخلايا النباتية عن التربة من خلال حد العتبة Threshold ومن ثم تصنيف النبات الطبيعي في سنوات الدراسة الثلاث إلى ٥ فئات (نبات غني جداً - نبات غني - نبات متوسط الغنى - نبات فقير - نبات فقير جداً) وعزل كل فئة وحساب مساحتها.

- تصنيف مؤشرات الجفاف VCI و TCI و VHI  
- اعتمدت الباحثة على تصنيف بويان Bhuiyan في تحديد درجة الجفاف للمؤشرات الثلاث (VCI- TCI - VHI) الموضحة في الجدول (٢).

جدول (٢) تصنيف درجات الجفاف وفقاً لمؤشرات الجفاف VCI و TCI و VHI

درجة الجفاف	وصفة	درجة الجفاف	وصفة
أقل من ١٠	جفاف متطرف	٢٠,١ - ٢٠	جفاف متوسط
من ١٠ - ٢٠	جفاف شديد	٣٠,١ - ٤٠	جفاف طفيف
		أكبر من ٤٠	لا يوجد جفاف

المصدر: (Bhuiyan, 2008, p.908)

### ٣- مرحلة إنتاج الخرائط:

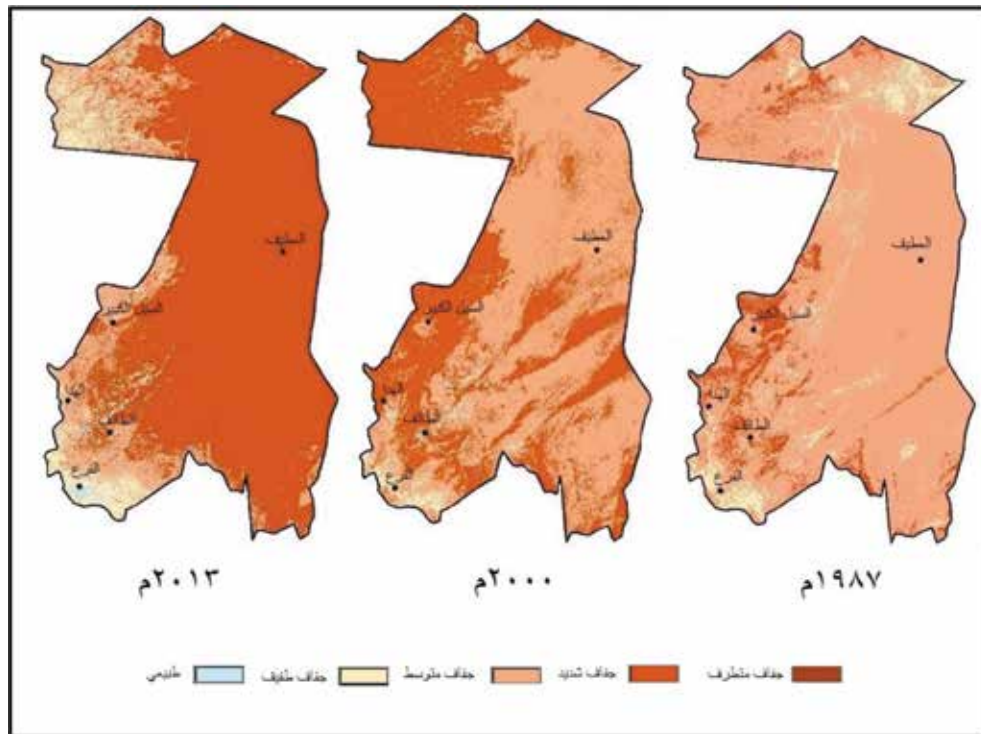
تم إنتاج جميع خرائط الدراسة ببرنامج ArcGIS10، وتم الاعتماد على عدد من الطرق الكارتوجرافية ومنها:

- طريقة التعميم الخرائطي Cartographic generalization:

هي تعديل المعطيات النوعية والكمية للأشكال المرسومة بقصد بناء الخارطة لتستجيب لشروط معينة (الزبيدي ومسعود، ٢٠٠٥م، ص ٨٢). وتم إجراء بعض التصنيفات Classification لمتغيرات الدراسة للوصول لتبسيط نسبي لفهم الظاهرة المعنية من خلال إيجاد قيمة مفردة (المتوسط) لكل خلية أو مضع، كما تم إجراء طريقة التعميم

جدول ٤: تصنيف الجفاف وفق مؤشر VCI

٢٠١٣		٢٠٠٠		١٩٨٧		الحالة
%	٢كم	%	٢كم	%	٢كم	
٠	٠	٠		٠	٠	جفاف متطرف
٨٥	٦٨٠٠	٣٣	٢٦٤٠	١٥	١٢٠٠	جفاف شديد
٩	٧٢٠	٦٦	٥٢٨٠	٧٤	٥٩٢٠	جفاف متوسط
٥	٤٠٠	١	٨٠	١١	٨٨٠	جفاف طفيف
١	٨٠	٠	٠	٠	٠	طبيعي

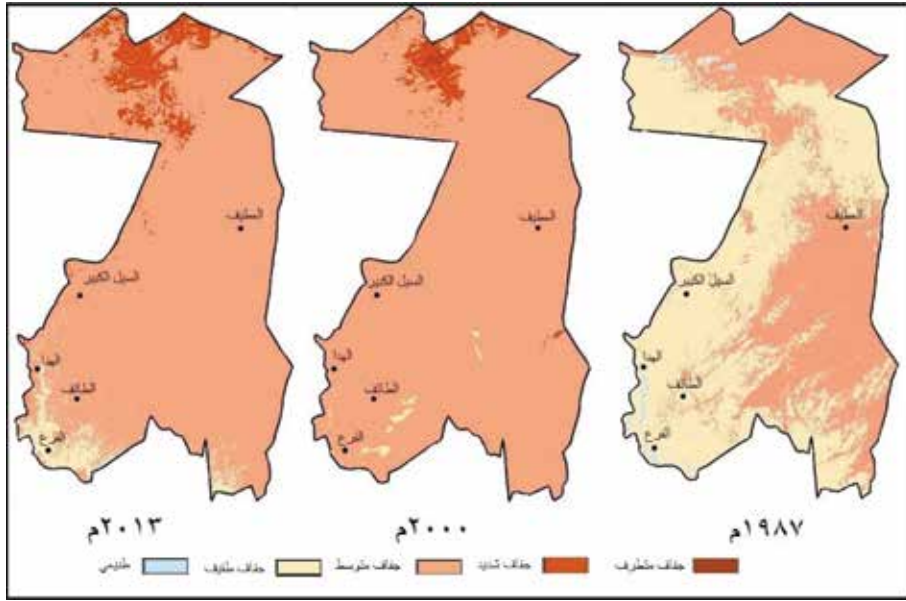


شكل ٢: تصنيف الجفاف وفق مؤشر VCI

جدول ٥: تصنيف الجفاف وفق مؤشر TCI

٢٠١٣		٢٠٠٠		١٩٨٧		الحالة
%	٢كم	%	٢كم	%	٢كم	
٠	٠	٠	٠	٠	٠	متطرف
١١	٨٨٠	٤	٣٢٠	٠	٠	جفاف شديد
٨٠	٦٤٠٠	٩٥	٧٦٠٠	٣٢	٢٥٦٠	جفاف متوسط
٩	٧٢٠	١	٨٠	٦٥	٥٢٠٠	جفاف طفيف
٠	٠	٠	٠	٣	٢٤٠	طبيعي





شكل ٢: تصنيف الجفاف وفق مؤشر TCI

حين شكل الجفاف الطفيف والمتطرف ٢٪ و ١٪ من إجمالي مساحة المنطقة على التوالي . ويتضح من خلال تطبيق مؤشرات الجفاف المستشعرة عن بعد أن المؤشرات الثلاث تتفق في سيطرة الجفاف المتوسط بشكل كبير على منطقة الدراسة خاصة في عام ٢٠٠٠م، إذ تعرضت مساحة كبيرة من منطقة الدراسة إلى ذلك الجفاف بمتوسط ٧٧٪ وذلك من إجمالي مساحة المنطقة وإن كان هناك اختلاف في شكل ذلك الانتشار وتوزيعه، كما يلاحظ وجود توافق بين نتائج مؤشري VCI و VHI في تصنيف الجفاف في المنطقة وتحديد درجاته بنسب مساحة متقاربة للمؤشرين، وتشير نتائج هذين المؤشرين إلى تعرض مساحة كبيرة من منطقة الدراسة في عام ٢٠١٣م إلى الجفاف الشديد بمتوسط يبلغ نحو ٨١٪ من إجمالي مساحة المنطقة. ومن خلال تتبع الجفاف في محافظة الطائف خلال السنوات الثلاث المدروسة (١٩٨٧-٢٠٠٠-٢٠١٣م) يلاحظ مدى التباين في اتساع مساحة الجفاف الشديد والمتوسط بشكل خاص بالمنطقة؛ مما يدعو إلى الاهتمام والمحافظة على الغطاء النباتي الطبيعي في تلك المناطق، خاصة مع تكرار حدوثه لسنوات متتالية؛ حتى لا تتعرض للتدهور، وما يترتب عليه من انقراض للأنواع النباتية، بل القضاء على البيئة البرية بشكل كلي.

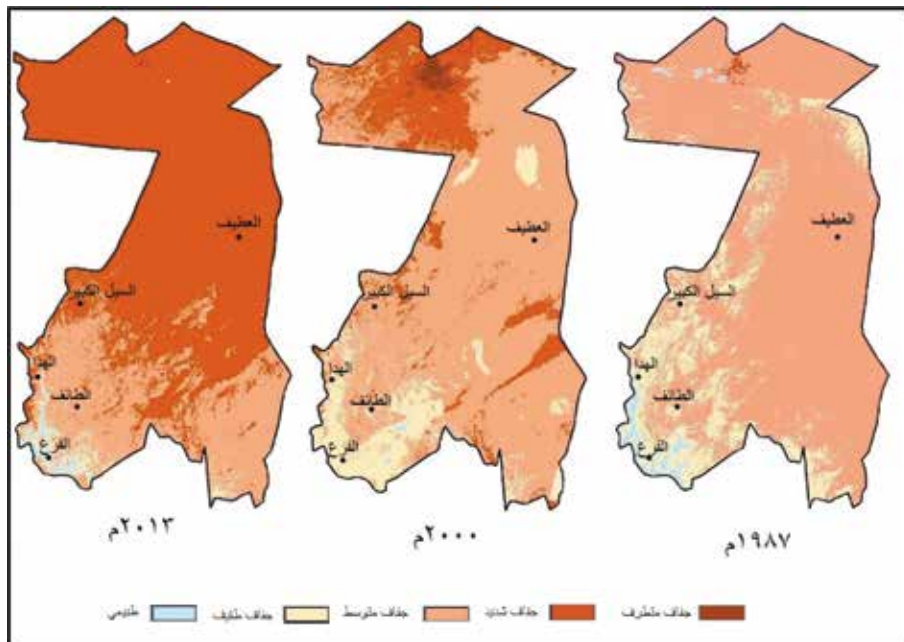
ويلاحظ من (الجدول ٦) و(الشكل ٤) أن حالة الجفاف في منطقة الدراسة وفق مؤشر VHI في عام ١٩٨٧م تعد الأقل امتداداً مقارنة بعامي ٢٠٠٠م و ٢٠١٣م، إذ لم يشكل الجفاف الشديد سوى ٢٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، في حين امتد الجفاف المتوسط بنسبة ٦٣٪ كما غطى الجفاف الطفيف أجزاء متفاوتة من المنطقة بنسبة ٣٠٪، في حين سادت الحالة الطبيعية بنسبة ٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة والتي ارتكزت في جنوب غرب المحافظة.

أما في عام ٢٠٠٠م فإن مساحة الجفاف ازدادت عن عام ١٩٨٧م إذ شكل الجفاف المتوسط ٧٠٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة كما اتسعت مساحة الجفاف الشديد لتصل إلى نسبة ١٧٪ من مساحة منطقة الدراسة الذي تركز بشكل كبير في شمال غرب المحافظة في حين تقلصت مساحة الجفاف الطفيف إلى ثلثي ما كانت عليه في عام ١٩٨٧م كما تقلصت مساحة الحالة الطبيعية إلى ١٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، في حين أن ٣٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة تأثرت بالجفاف المتطرف وذلك في جزء محدود من شمال المحافظة.

وبلغت شدة الجفاف أعلاها في عام ٢٠١٣م إذ شكل الجفاف الشديد نسبة ٧٠٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، كما شكل الجفاف المتوسط نسبة ٢٣٪ والذي ارتكز في جنوب منطقة الدراسة وشكلت الحالة الطبيعية نسبة ٤٪ وذلك في أجزاء محدودة من جنوب غرب المحافظة في

جدول ٦: تصنيف الجفاف وفق مؤشر VHI

٢٠١٣		٢٠٠٠		١٩٨٧		الحالة
%	كم٢	%	كم٢	%	كم٢	
١	٨٠	٣	٢٤٠	٠	٠	جفاف متطرف
٧٠	٥٦٠٠	١٧	١٣٦٠	٢	١٦٠	جفاف شديد
٢٣	١٨٤٠	٧٠	٥٦٠٠	٦٣	٥٠٤٠	جفاف متوسط
٢	١٦٠	٩	٧٢٠	٣٠	٢٤٠٠	جفاف طفيف
٤	٣٢٠	١	٨٠	٥	٤٠٠	طبيعي



شكل ٤: تصنيف الجفاف وفق مؤشر VHI

### قائمة المراجع

#### المراجع العربية:

- السماك، محمد والعزاوي، علي، (٢٠١١م)، البحث الجغرافي بين المنهجية التخصصية والاساليب الكمية وتقنيات المعلوماتية المعاصرة GIS، ط١، عمان: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.

- شرف، محمد، (٢٠١٠م)، نظم المعلومات الجغرافية أسس وتدريبات، ط١، الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية.

#### الخرائط:

وزارة الداخلية، (٢٠١٣م)، المخطط الإقليمي لمنطقة مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، مكة المكرمة.

- جبور، الياس، (٢٠٠٣م)، الكوارث المناخية (الجفاف)، ط١، دمشق: دار الرضا للنشر.

- الرحيلي، بسمة، (٢٠١٣م)، تقييم فعالية المؤشرات الطيفية النباتية في تقدير خصائص النبات الطبيعي من بيانات الاستشعار عن بعد في شمال جبال السروات، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الامام محمد بن سعود، كلية العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافيا، الرياض.

- الزبيدي، نجيب ومسعود، حسين، (٢٠٠٥م)، علم الخرائط، ط١، الأردن: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.

**المراجع الأجنبية:****خامساً: المواقع الالكترونية**

<http://earthexplorer.usgs.gov>

<https://www.youtube.com/watch?v=9ED-3jnYod6w>

• Thenkabail, P., (2004), The Use of Remote Sensing Data for Drought Assessment and Monitoring in Southwest Asia, Research Report 85, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, pp.7-25.

• Irons, James, Dwyer, John and Barsi, Julia, (2012), The Next Landsat Satellite: The Landsat Data Continuity Mission, Remote Sensing of Environment, Vol. 122 ,pp. 11-21.

• kasawani, Ibrahim, (2010), Analysis of Spectral Vegetation Indices Related to Soil-Line for Mapping Mangrove Forests Using Satellite Imagery, Applied Remote Sensing Journal, (1), pp.25-31.

• Niemeyer , s., (2008), New drought indices, Drought management: scientific and technological innovations, Zaragoza :CIHEAM, pp. 267-274.

• Bhuiyan, C., (2008), Desert vegetation during droughts: response and sensitivity, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, Part B ,pp. 907-912.

• Robinson, Arthurh, Morrison, Joel, Muehrcke, Phillip, Jon Kimerling, and Guptill, Stephen, (1995), Elements Of Cartography, John Wiley &sons, INC.Printed in the United States of America.