

استخدام قيم مؤشر الاختلاف النباتي القياسي NDVI و مؤشر الهطل المطري القياسي SPI في دراسة معامل الجفاف لمنطقة شمال الخليج العربي

أيمن عبد اللطيف كويس الربيعي

قسم الرسوبيات والقيعان الحرية، مركز علوم البحار، جامعة البصرة، البصرة، العراق

Email: aimenalrubaie@gmail.com

الخلاصة

أجريت الدراسة في منطقة شمال رأس الخليج العربي باستخدام بيانات الأمطار الشهرية للفترة 2003-2010 من أجل حساب مؤشر الهطل المطري القياسي SPI، وسلسلة مؤلفة من صور MODIS السنوية لشهر نيسان من كل عام لنفس الفترة من أجل حساب مؤشر الاختلاف النباتي الطبيعي NDVI.

ترافقت تغيرات قيم NDVI مع تغير قيم SPI وأكدت الدراسة الإحصائية وجود علاقة قوية ومعنوية بين المؤشرين SPI و NDVI في جميع المحطات وسجلت أعلى قيمة في محطة بوبيان (0.91). تقلبت قيم NDVI في محطات الدراسة مع تغيرات الهطولات السنوية وأشارت النتائج أيضا إلى قوة العلاقة ومعنوياتها بين الأمطار ومؤشر NDVI وكانت أعلى قوة ارتباط في محطة عبادان (0.88). وبناء على نتائج تصنيف شدة الجفاف اعتمادا على قيم مؤشر SPI، أظهرت النتائج تميز منطقة الدراسة بجفاف شديد في معظم المحطات ولمعظم فترة الدراسة، خاصة في عامي 2007 و 2008، والأقل كان في عام 2003. تثبتت نتائج الدراسة الحاجة لاستخدام هذه الأداة (NDVI) بعلاقتها مع مؤشر (SPI) لتحديد مناطق المشكلة وبالتالي صياغة قرارات إدارة عملية.

الكلمات المفتاحية: الجفاف، الاستشعار عن بعد، SPI, NDVI.

المقدمة

يُعدّ الجفاف ظاهرة متروولوجية مؤقتة تنشأ من عجز الهطول لفترة طويلة من الزمن مقارنة مع المعدل العام، ويصنف كظاهرة بيئية وكارثة طبيعية تقلل من عملية تطور المجتمع (Shaheen & Baig, 2011). ويحدث الجفاف في جميع المناطق

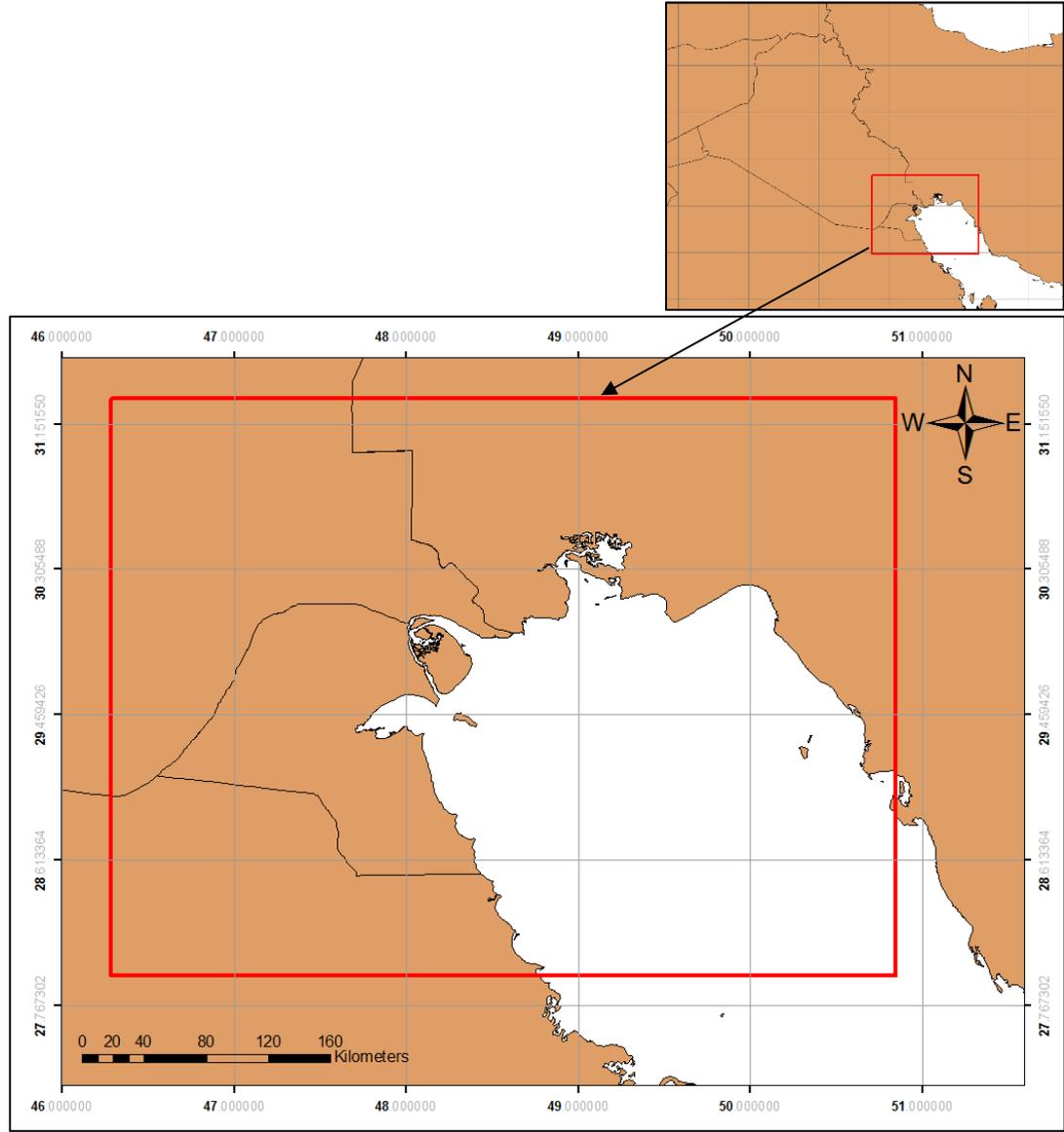
المناخية في العالم (Shahabfar, 2012). عانت مناطق عديدة في العالم، على مدى ثلاثة عقود، من نقص المياه والجفاف مما سبب تأثيرات خطيرة على الاقتصادات المحلية (Ghulam et al., 2008)، فالجفاف هو المسؤول عن أكبر فقد حاصل للمنتجات الزراعية في العديد من البلدان، فعلى سبيل المثال فقد في الصين أكثر من 60 مليون طن من الحبوب نتيجة الجفاف عام 2000 وكان أعلى كمية فقدت حصلت خلال السنوات 1941-2000 (Wilhite, 2007).

يؤثر انخفاض الأمطار سلباً على القطاع الزراعي والحيواني في كل من سورية والعراق و تركيا وإيران مما يتطلب استخدام كمي ونوعي محدود للمياه المتاحة (UNDP, 2010)، ومن جهة أخرى تلعب تقنيات الاستشعار عن بعد دوراً كبيراً في مجالات واسعة من البحث العلمي، ولها تطبيقات كثيرة في مجالي الزراعة والمناخ، كمراقبة التغيرات المناخية وتطور المحاصيل الزراعية وغيرها. كما وتستخدم بيانات الاستشعار عن بعد في دراسة الأنماط المختلفة للجفاف والحصول على خريطة للمناطق المعرضة لخطره مما دفع إلى محاولة توظيف هذه البيانات في عملية مراقبة الجفاف.

ان مناخ أي منطقة مرتبط بعوامل طبيعية ثابتة مثل الموقع الجغرافي والقرب والبعد عن المسطحات المائية وكذلك تأثير طوبوغرافية المنطقة، وعوامل طبيعية متحركة ممثلة بتوزيعات الضغط والحرارة والرياح (يعقوب وآخرون، 2016). لذا جاءت الدراسة لتهدف الى اختبار كفاءة مؤشرات الحالة النباتية NDVI المشتقة من بيانات الاستشعار عن بعد و مؤشر الهطل المطري القياسي SPI، وبالتالي إمكانية استخدام هذه المؤشرات في مراقبة الجفاف ووضعها ضمن برامج مراقبة وإدارة الجفاف لصياغة خطط إدارة فعالة لمكافحة التأثيرات الكارثية للجفاف.

مواد وطرائق العمل

تقع منطقة الدراسة في القسم الشمالي من حوض الخليج العربي، ضمن منطقة المناخ الجاف الحار ذي الأمطار الشتوية الذي يرمز له بالرمز (Bwhs)، حسب تصنيف عالم المناخ (كوين) للأقاليم المناخية في العالم (شرف، 1980)، وهو مناخ قاري يمتاز بظروف التطرف الحراري، إذ يمتاز بطول الفصل الحار (الصيف)، الذي يمتد من أوائل آذار حتى نهاية تشرين الثاني، في حين تقتصر أشهر الشتاء على المدة الواقعة من أوائل شهر كانون الأول حتى نهاية شهر شباط، مع عدم وضوح فصلي الاعتدالين (الربيع والخريف)، لذا فمناخ المنطقة جاف لمعظم أشهر السنة (أشهر الصيف) وشبه جاف في نهاية أشهر الخريف وبداية أشهر الربيع في حين يكون رطباً نسبياً خلال أشهر الشتاء الفعلية (كانون الأول وكانون الثاني) (المحمود، 2006)، والشكل (1) يوضح منطقة الدراسة.



شكل (1): خريطة توضح منطقة الدراسة بالنسبة لحوض الخليج العربي

المؤشرات المستخدمة

استخدم في الدراسة مؤشران اثنان لدراسة الجفاف، يُشتق أحدهما من صور الأقمار الصناعية MODIS، والآخر هو مؤشر مترولوجي يعتمد على عامل الهطل.

- مؤشر الهطل المطري القياسي (Standardized Precipitation Index SPI)

هو واحد من أبسط المؤشرات المستخدمة لتوصيف الجفاف، وضع من قبل (McKee *et al.*, 1993)، وهو يسمح بتقدير الفترات الجافة والرطوبة اعتماداً على عجز الهطولات (Richard & Heim, 2002)، أي تقييم العجز المطري في رطوبة التربة، جريان الأنهار، مخزون الخزانات المائية السطحية ومنسوب المياه الجوفية على مقاييس زمنية مختلفة (1, 3, 6, 9, 12, 24, 48 months). تعكس تأثير الجفاف على الأنواع المختلفة لمصادر المياه (McKee *et al.*, 1993). يُعدّ هذا المؤشر أداة ناعمة لتقدير تأثيرات الجفاف ومقارنة شدته في المكان والزمان، ويسمح بمراقبة الجفاف عملياً في أي منطقة باستخدام بيانات هطل 30 عاماً (Logan *et al.*, 2010).

- مؤشر الاختلاف النباتي القياسي (Normalized Difference Vegetation Index NDVI)

هو المؤشر الأوسع انتشاراً، اعتمد من قبل (Rouse *et al.*, 1974) كمؤشر نباتي طيفي معزول، وهو النسبة بين فرق الانعكاس في القناتين الطيفيتين الحمراء RED وتحت الحمراء القريبة NIR نسبة إلى مجموعهما (Bacour *et al.*, 2006). يرتبط المؤشر بالتغيرات في الكتلة الحية K والتغطية الورقية، والكلوروفيل في مساحة من الأرض، ودرجة خضرة النباتات، ويعتبر مؤشر جيداً يدمج تغيرات المناخ والنبات على مقياس زمني ومكاني كبير (Aguilar *et al.*, 2012).

البيانات المستخدمة

العناصر المناخية

تم اعتماد العناصر المناخية للمحطات القريبة من منطقة الدراسة، للفترة 2003 - 2010 ضمن نصف دائرة معدل مساحتها حوالي 100 كم. وهذه المحطات هي: محطة عبادان الإيرانية ومحطة بوبيان ومحطة البصرة (ميناء البكر) ومحطة بو شهر فضلاً عن الاعتماد على محطة مطار الكويت في تحديد بعض المتغيرات المناخية. تعكس المحطات المذكورة الخصائص المناخية الفعلية لمناطق التداخل بين اليابس والماء (المناطق الساحلية) وما ينجم عنها من ظواهر مناخية في هذه البيئة، وتم اعتماد محطة البصرة التي تتجاوز محيط هذه المساحة لتكملة البيانات المفقودة خلال فترة الدراسة.

الصور الفضائية

تم تحميل صور القمر MODIS لشهر نيسان من كل عام للفترة 2003 - 2010 من موقع Earth explorer التابع لوكالة ناسا الأمريكية. تتميز الصور بدقة طيفية 16 قناة طيفية ودقة مكانية 250 م أما الدقة الزمانية فهي 16 يوم، لكن تم استخدام صورة واحدة من كل شهر، كما اعتمدت القناة الأولى التي تعطينا قيم NDVI بشكل مباشر.

البرمجيات المستخدمة

استخدم برنامجا Arc Map 9.3 و ERDAS imagine 9.2 في معالجة صور الأقمار الصناعية وحساب قيم NDVI ووضع الخرائط.

-برنامج Matlab لبرمجة العلاقات وتمثيلها بيانياً.

-برنامج Excel لترتيب البيانات وتنظيمها ضمن أوراق عمل وتطبيق العلاقات الرياضية لحساب المؤشرات.

-برنامج Minitab 16 لتحليل علاقات الارتباط ومستوى المعنوية.

-ولتسهيل عملية حساب مؤشر SPI ودراسة تغيراته الزمنية على مختلف المستويات استخدم برنامجا REDIM.2005.3 المطور في جامعة كاتانيا- إيطاليا (Cancelliere, 2005)

طرائق العمل

تحضير بيانات الأمطار

تم ترتيب بيانات الهطل الشهرية لخمس محطات مناخية في وحول منطقة الدراسة، هي: محطة عبادان الإيرانية ومحطة بوبيان ومحطة البصرة (ميناء البكر) ومحطة بو شهر فضلا عن الاعتماد على محطة مطار الكويت للفترة 2003-2010، ولحساب الأمطار السنوية في فترة الدراسة، تم جمع الهطولات الشهرية لكل سنة.

تم حساب SPI 6 months (SPI6) وأخذ قيمته في شهر نيسان للمحطات بواسطة برنامج REDIM.2005.3 وباستخدام بيانات الهطل الشهرية التي تغطي الفترة 2003-2010.

لتقدير شدة الجفاف تقارن قيمة المؤشر بعد حسابه بالقيم المدونة في الجدول (1)، الذي يتضمن تصنيف شدة الجفاف حسب قيمة مؤشر (SPI). تعرف الفترة التي تكون فيها قيمة المؤشر سالبة بالفترة الجافة، ويحدد الشهر حيث قيمة المؤشر سالبة بداية الجفاف، والشهر حيث قيمة المؤشر موجبة نهاية الجفاف (McKee et al., 1993). تم تصنيف شدة الجفاف اعتماداً على قيم SPI الموضحة في الجدول (1) إلى جفاف خفيف عندما كانت قيمة SPI بين -1.2 و-0.8، متوسط بين -1.5 و-1.3، شديد بين -1.9 و-1.6، وجفاف شديد جداً عندما قيمة SPI أقل من -2، بينما لا يوجد جفاف عندما قيمة SPI أكبر من -0.7.

تحضير بيانات الأقمار الصناعية

تم استخدام صور MODIS المأخوذة في شهر نيسان لكامل الفترة 2000-2010، المعالجة الأولية للصور كانت قد جرت قبل تحميلها (كالتصحيح الراديوميترى)، ولذلك فقط اعيد إرجاعها للنظام الجغرافي العالمي (WGS 1984)، ولأن هذه

الصور مُعدّة لتغطي مساحة واسعة جداً كان لابدّ من استخراج منطقة الدراسة واقتطاعها من كل صورة وذلك باستخدام برنامج ArcGis.

جدول (1): تصنيف الجفاف حسب قيم (SPI) (U.S. National drought Mitigation Center).

قيمة المؤشر	الفئة
less than -2	جفاف شديد جداً
-1.9 to -1.6	جفاف شديد
-1.5 to -1.3	جفاف متوسط
-1.2 to -0.8	جفاف خفيف
more than -0.7	لا يوجد جفاف

تمثلت منطقة الدراسة بخمس محطات تُعبّر كل منها عن المساحة التي تمثلها المحطة المناخية (بوشهر وعبادان وبوبيان والبصرة والكويت) باستخدام برنامج ArcGis، حسب متوسط قيمة NDVI في كل منطقة على حدة.

النتائج والمناقشة

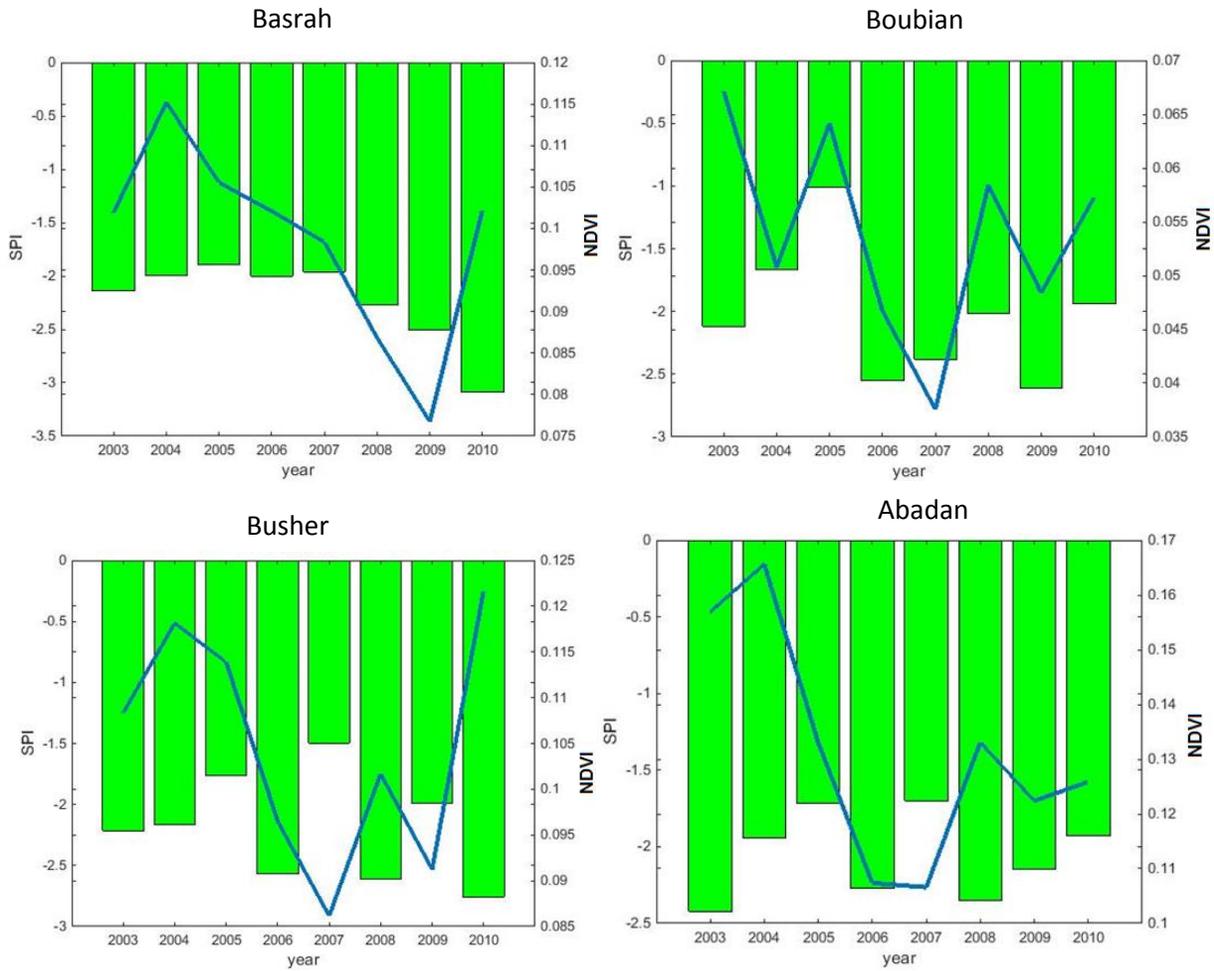
علاقة SPI مع NDVI

اعتماداً على دراسة العلاقة الإحصائية بين SPI على مقياس سنة أشهر و NDVI لكل محطات الدراسة خلال الفترة من 2003-2010. تشير النتائج كما في الجدول (2) إلى قوة علاقة الارتباط بين الأمطار ومؤشر NDVI والتي تبين ارتباطاً قوياً ومعنوياً إذ بلغت أعلى قيمة ارتباط بين معامل SPI ومعامل NDVI في محطة بوبيان 0.91 بينما بلغت اخفض قيمة للعاملين أعلاه في محطة بوشهر 0.81.

جدول (2): علاقة الارتباط بين معامل SPI و NDVI للمحطات المناخية في منطقة الدراسة

اسم المحطة	معامل الارتباط	P- Value
البصرة	0.83	0.03
بوبيان	0.91	0.01
عبادان	0.82	0.03
بوشهر	0.81	0.03

كما لوحظ تغير قيم NDVI مع تغير قيم SPI في بعض محطات منطقة الدراسة (بوبيان و البصرة و عبادان و بوشهر) للفترة 2003-2010. وكما موضح في الشكل (2) الذي يظهر ترافق تغيرات قيم SPI مع تغير قيم NDVI, ففي محطة بوبيان نجد ان جفاف 2007 مثلا يظهر من خلال انخفاض حاد في قيمة NDVI مترافقا مع انخفاض قيمة SPI أيضا, بالمقابل نجد في جميع المحطات ارتفاع قيم NDVI مترافقا مع ارتفاع قيم SPI في عام 2004.



شكل (2): العلاقة بين معامل SPI و NDVI للمحطات المناخية (البصرة و بوبيان و عبادان و بوشهر)

علاقة الأمطار مع NDVI:

اعتماداً على دراسة العلاقة الإحصائية بين الأمطار السنوية و NDVI لكل محطات الدراسة خلال الفترة من 2003-2010. تشير نتائج الجدول (3) إلى قوة علاقة الارتباط بين الأمطار ومؤشر NDVI والتي تبين ارتباطاً قوياً ومعنوياً في محطة عبادان إذ بلغت قيمة معامل الارتباط (0.88) وقيمة P-Value أقل بكثير من مستوى المعنوية 5% وتراوحت قوة علاقة الارتباط في باقي المحطات بين (0.76 في بويان إلى 0.82 في البصرة) مع نسبة ثقة أكبر من 92%.

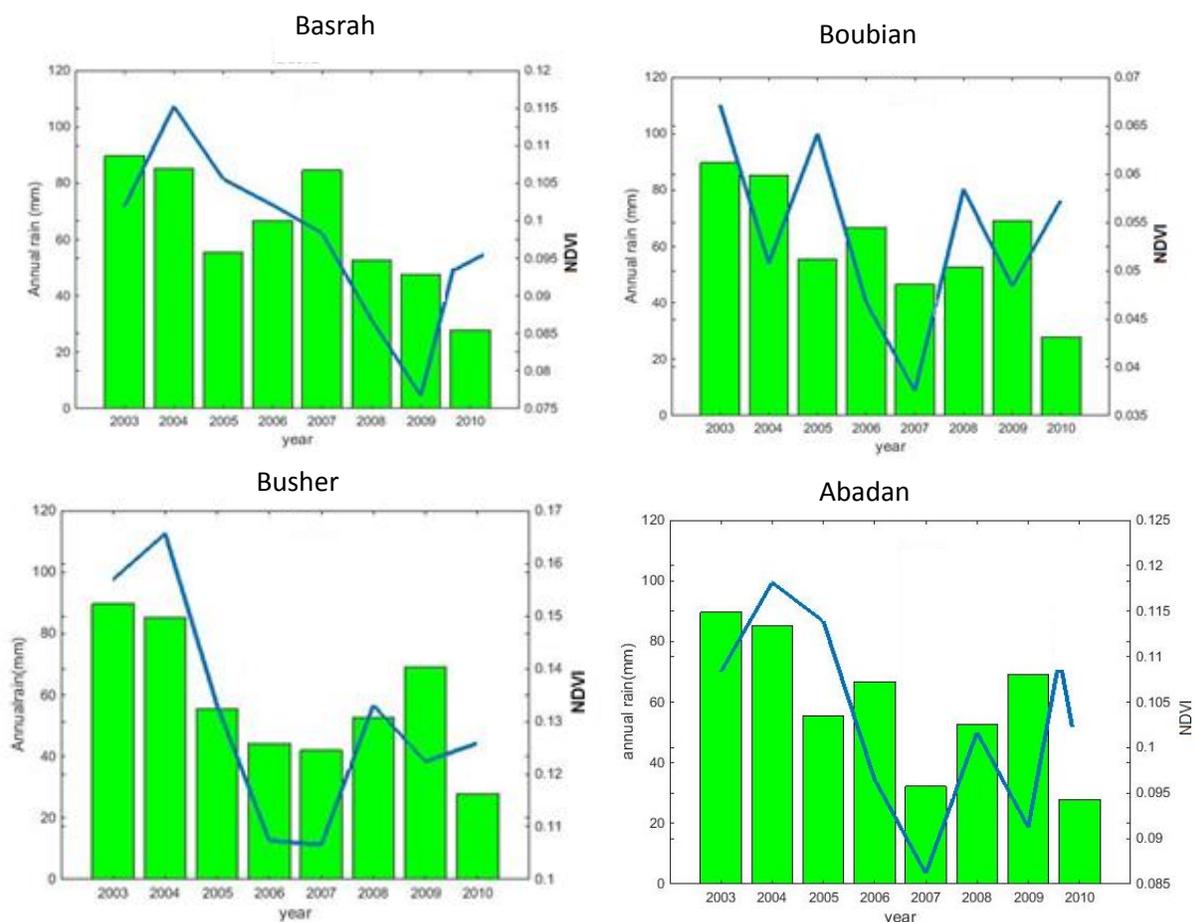
جدول (3): العلاقة الإحصائية بين المعدل السنوي للأمطار ومعامل NDVI في محطات (البصرة و بويان وعبادان وبوشهر)

اسم المحطة	معامل الارتباط	P- Value
البصرة	0.82	0.02
بويان	0.76	0.02
عبادان	0.88	0.01
بوشهر	0.79	0.04

لوحظ خلال فترة الدراسة تغيرات سنوية كبيرة في كل من الهطل المطري وقيم NDVI، حيث تقلبت قيم NDVI في محطات الدراسة مع تغيرات الهطولات السنوية، فمثلاً انخفضت قيمة NDVI في جميع المحطات عام 2007 بشكل مترافق مع انخفاض الهطل بعد أن كانت قد ارتفعت عام 2003 مع ارتفاع الهطل المطري.

-تصنيف الجفاف حسب SPI

يظهر الجدول (4) نتائج تصنيف الجفاف حسب SPI، إذ اتسمت منطقة الدراسة بجفاف شديد في معظم المحطات ولمعظم فترة الدراسة، خاصة في عامي 2007 و2008، كذلك في عامي 2006 و2009 إذ كان الجفاف شديداً في محطات البصرة وبوشهر على الترتيب وكان شديداً جداً في باقي المحطات. بالمقابل، كان عام 2003 هو الأقل شدة جفاف حيث كانت شدة الجفاف متوسطة في معظم المحطات.



شكل (3): العلاقة بين معامل NDVI والأمطار السنوية للمحطات المناخية (البصرة و بوبيان و عبادان و بوشهر)

جدول (4): تصنيف الجفاف استنادا إلى قيم SPI.

Basrah	bubian	Abadan	Boshahr	Years
خفيف	متوسط	متوسط	متوسط	2003
شديد	شديد	شديد	شديد جدا	2004
شديد	خفيف	شديد	شديد	2005
شديد	شديد جدا	شديد جدا	شديد جدا	2006
شديد جدا	شديد جدا	شديد جدا	شديد جدا	2007
شديد جدا	شديد جدا	شديد جدا	شديد جدا	2008
شديد جدا	شديد جدا	شديد جدا	شديد	2009
شديد جدا	شديد	شديد	شديد جدا	2010

شكر وتقدير

اتقدم بالشكر الجزيل الى ادارة مركز علوم البحار على تهيئة الارضية المناسبة لأجراء البحث وأخص بالذكر الاستاذ الدكتور حسن خليل حسن من قسم الرسوبيات والقيعان البحرية على تزويده لي بالبيانات المناخية اللازمة للدراسة.

المصادر

المحمود، حسن خليل حسن (2006). خصائص الساحل العراقي: دراسة جغرافية، اطروحة دكتوراه- كلية الآداب- جامعة البصرة، 212 ص.

شرف، عبد العزيز طريح، (1980). مناخ الكويت، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.

يعقوب، رعد رشاد والمحمود، حسن خليل حسن وبدر، جميلة محمد (2016). تأثير المناخ على راحة الانسان في مدينة البصرة، مجلة حولية المنتدى للدراسات الانسانية (عدد خاص)، المنتدى الوطني لأبحاث الفكر والثقافة- فرع البصرة- جمعية علمية، السنة الثانية- العدد التخصصي الثامن، 300-318.

Cancelliere, A.; Bonaccorso, B.; Cavallaro, L.; and Rossi, G. (2005). Regional Drought Identification Module REDIM. Department Of Civil And Environmental Engineering. University Of Catania.

Ghulam, A.; Qin, Q.; Kusky, T.; and Li, Z. L. (2008). A Re-Examination Of Perpendicular Drought Indices. International Journal Of Remote Sensing. (29), 6037-6044

Logan, K. E.; Brunsell, N. A.; Jones, A. R.; Feddema, J. J. (2010). Assessing Spatiotemporal Variability Of Drought In The US Central Plains. Journal Of Arid Environments. (74), 247-255.

McKee, T. B.; Doeskin, N. J.; and Kleist, J. (January 1993). The Relationship Of Drought Frequency And Duration To Time Scales. In: Proceedings Of The Eighth Conference On Applied Climatology. Anaheim. Ca. American Meteorological Society. Boston.

McKee, T. B.; Doeskin, N. J.; Kleist, J. (January 1993). The Relationship Of Drought Frequency And Duration To Time Scales. In: Proceedings Of The Eighth Conference On Applied Climatology. Anaheim. Ca. American Meteorological Society. Boston.

- Richard, R.;and Heim, J. R. (2002). A Review Of Twentieth-Century Drought Indices Used In The United States. American Meteorological Society.
- Shaheen, A.; and Baig, M. A. (2011). Drought Severity Assessment In Arid Area Of Thal Doab Using Remote Sensing And GIS. International Journal Of Water Resources And Arid Environments. Vol. 1 (2), 92-101.
- Shahabfar, A.; Ghulam, A.; and Eitzinger, J. (2012). Drought Monitoring In Iran Using The Perpendicular Drought Indices. International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation. Vol.(18), 119–127
- United Nations Development Programme (UNDP). (2010). Drought Impact Assessment. Recovery And Mitigation Framework And Regional Project Design In Kurdistan Region (KR).
- Wilhite, D. A. (2007). Preparedness And Coping Strategies For Agricultural Drought Risk Management: Recent Progress And Trends. In: Managing Weather And Climate Risks In Agriculture. New York. Springer

The use of NDVI and SPI values in the study of the Drought coefficient of Northern Arabian Gulf region

Aymen A.L. K. Al-Rubaye

Dept. of Sedimentology, Marine Science Center, University of Basrah, Basrah, IRAQ
Email: aimen_alrubaie@gmail.com

Abstract

The study was conducted in the northern Arabian Gulf region using monthly rainfall data for the period 2003-2010 to calculate the SPI and a series of annual MODIS images for April of the same year for the calculation of NDVI.

Changes in NDVI values were associated with changes in SPI values. The statistical study confirmed a strong and significant correlation between the SPI and NDVI indices at all stations and the highest value was recorded at Boubyan station (0.91). The values of NDVI in the study stations fluctuated with the changes in the annual intervals. The results also indicated the relationship strength and significant between rainfall and the NDVI index and the highest correlation strength at Abadan station (0.88). Based on the results of drought severity classification based on SPI values, the results showed that the study area was characterized by severe drought at most stations and most of the study period, especially in 2007 and 2008, and the lowest in 2003.

The results of the study demonstrate the need to use this tool (NDVI) in relation to the SPI index to identify problem areas and thus formulate practical management decisions.

Keywords: Drought, Remote Sensing, SPI, NDVI.