

تحليل فترات الجفاف في حوض نهر الزرقاء باستخدام دليل المطر المعياري، ونظم المعلومات الجغرافية خلال الفترة 1984-2015

يسرى الحسين*، ميسون الزغول**

ملخص

يتناول هذا البحث بالدراسة والتحليل فترات الجفاف في حوض نهر الزرقاء، لأربع وعشرين محطة مناخية مختارة للفترة الزمنية (1984-2015) تُغطي إحدى وثلثين سنة مطرية، باستخدام دليل المطر المعياري Standardized Precipitation Index (SPI)، لتقدير شدة الجفاف من خلال تحليل سلاسل الأمطار الشهرية والسنوية، كما استخدم برنامج نظم المعلومات الجغرافية geographic information system (GIS) لإنتاج الخرائط المطرية المساحية، وحساب التغيرات المساحية التي تعرضت للجفاف على حساب المناطق المجاورة الأكثر مطراً. وجاءت أبرز نتائج الدراسة كما يأتي:

1. يعاني حوض نهر الزرقاء نحو انتشار ظروف الجفاف على نحوٍ عام، وبدرجات متباينة؛ فقد بلغت نسبة الجفاف لجميع المحطات المدروسة خلال فترة الدراسة نحو 47.7% مع وجود خمس سنوات جافة تماماً ولجميع المحطات، وهي الأعوام المطرية 1994/1993 و 1996/1995 و 1999/1998 و 2000/2001//2011/2010، في حين أن السنة المطرية الوحيدة الرطبة لجميع المحطات هي 2011/2012.
 2. بلغت نسبة السنوات الجافة لجميع المحطات 16.2% من فترة الدراسة.
 3. وفي ما يتعلق بالتغيرات التي طرأت على التوزع الجغرافي المطري المساحي، فقد كانت أبرز النتائج تناقص مساحة المنطقة الرطبة خلال فترة الدراسة بنسبة 0.8%.
- الكلمات الدالة: الجفاف، حوض نهر الزرقاء، دليل المطر المعياري، الخرائط المساحية.

المقدمة

يُعدُّ الجفاف من الظواهر الطبيعية ذات البُعد العالمي، وقد أثرت مظاهر الجفاف في شتى مناحي الحياة، خصوصاً في العقود الأربعة الأخيرة من القرن العشرين بسبب التغيرات المناخية الناجمة عن ظاهرة الاحتباس الحراري. ويُصنّف الجفاف إلى أربعة أصناف، هي: المُناخي، والزراعي، والهيدرولوجي، والاقتصادي. وتتعرض منطقة الدراسة لجميع أشكال الجفاف السابقة، ويُحدد الجفاف الهيدرولوجي من خلال

* أستاذ مشارك، قسم الجغرافيا، الجامعة الأردنية، عمان.

** أستاذ مساعد، جامعة الملك خالد، المملكة العربية السعودية.

تاريخ استلام البحث 2017/6/10 وتاريخ قبوله 2018/1/14.

النقص في كمية الصبيب المائي في الأنهار (إضافة إلى التغير في حجم ومساحة المياه السطحية في السدود والبحيرات، مما يؤدي إلى جفاف زراعي وهيدرولوجي واقتصادي، Wilhite (2000; Wilhite and Glants, 1985)

وقد تناول العديد من الباحثين دراسة الجفاف على جميع المستويات: فعلى مستوى منطقة الدراسة تناولت بعض الدراسات حوض نهر الزرقاء، اعتماداً على تحليل اتجاهات الأمطار منها دراسة الانصاري، والانصاري وبادان ففي دراستهما لخمس عشرة محطة في حوض نهر الزرقاء أبرزت النتائج تناقصاً في كمية الأمطار وتناقصاً في عدد الأيام الممطرة دون دلالة إحصائية لهذا التغير، مع وجود تباين بين المحطات. كما درس الحموري والنقا وقيماً ظروف الجفاف في حوض نهر الزرقاء (Al-Ansari

بنتائج الدراسة لتحديد أولويات استخدام المياه في هذه المنطقة لتحقيق التنمية المستدامة للمياه.

وتكمن أهمية هذه الدراسة في توظيف منهجيتين؛ الأولى الأكثر استخداماً في مراقبة وتحليل ظاهرة الجفاف، وهي دليل المطر المعياري، والثانية استخدام نظم المعلومات الجغرافية في الحساب المساحي لظاهرة انتشار الجفاف، وتحديد نسبة التغير المساحي في الحوض ويعد هذا البحث الأول في المنطقة من حيث استخدام هذه المنهجية.

وقد اعتمدت الدراسة في تحليلها لأنماط الجفاف من خلال التحقق من صحة الفرضيتين التاليتين:
الفرضية الأولى: يعاني حوض نهر الزرقاء ظروف الجفاف.
الفرضية الثانية: تناقص مساحة المناطق الأكثر مطراً لصالح المناطق الجافة.

3. مصادر البيانات والمنهجية:

1. اعتمدت الدراسة على البيانات المناخية لمحطات البحث خلال الفترة 1984-2015 كسنوات مطرية، وهذه أقدم البيانات الشهرية المكتملة لمحطات البحث، ومصدرها وزارة المياه والري الأردنية.
2. استخدام دليل المطر المعياري في تحليل البيانات المطرية لمنطقة الدراسة وتصنيفها على توزيع جاما وفقاً لدرجات الجفاف γ distribution probability ويقوم مبدأ التحليل لسلسلة البيانات على التوزيع الطبيعي لذا تكون قيمة المتوسط لبيانات دليل المطر تساوي صفراً، في حين تدل القيم الموجبة وجود زيادة في كميات الأمطار عن المعدل العام أي سنة رطبة، بينما القيم السالبة لدليل المطر تشير إلى تناقص في كمية الأمطار عن المعدل وتشير إلى سنوات الجفاف وقد اعتمد هذا البحث في تصنيفه للسنوات الرطوبة والجفاف على أساس معامل المطر فيما إذا كان دون الصفر أو أكبر منه. (Svoboda, 2009; Rossi, 2003; White, and Glants, 1985; WOM, 2012; WOM, 2016; No1137)
3. استخدم برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS.V.10.1 لإنتاج الخرائط المطرية المساحية؛ وتحديد أدوات التحليل المكاني Spatial analyst tools لإنتاج خرائط رقمية مساحية

and badan, 2005; Al-Ansari et al., 1999; Hammouri and El-Naqa, 2007).

وعلى مستوى الأردن، أشارت نتائج العديد من الدراسات إلى تناقص كمية الأمطار، وتناقص الأيام الماطرة كذلك، مع وجود تباين واضح بين المحطات المطرية في ما يتعلق بطبيعة التغير ودرجته، ولكن هذه النتائج ليس لها دلالة احصائية ومن هذه الدراسات: الطراونه وخلدون، وبنى دومي، والحوري، وغانم (Tarawneh and Kadioglu, 2002; Domi, 2005; Al-Houri, 2014; Ghanem, 2011).

وعلى مستوى العالم العربي ففي دراسة رشيد لشمال العراق صنف الباحث محطات منطقة الدراسة وفقاً لدرجة الجفاف (رشيد، 2002). كما أن الدراسات التي اعتمدت في تحليلها للخصائص المطرية على دليل المطر القياسي، ونظم المعلومات الجغرافية وعلى المستوى العالمي كثيرة ومنها: في الولايات المتحدة الأمريكية فقد درس سفوبودا سنوات جافة وأخرى رطبة ظاهرة الجفاف، بحيث صنفت محطات البحث زمنياً ومطرياً إلى (Svoboda et al., 2002).

وثمة دراسات اعتمدت على أسلوب التحليل المساحي المكاني لكميات الأمطار Spatial interpolation، وحساب اتجاهات التغير المساحي (زيادة/تناقصاً) خلال فترة زمنية محددة لتقدير فيما إذا كانت منطقة الدراسة تعاني من زيادة مساحات المناطق الأقل مطراً على حساب المناطق الرطبة وشبه الرطبة منها: (Sluiter, 2009; Matador, 2007; Ball, 1998; Mitas, and Mitasvo, 2011).

2. مشكلة الدراسة وأهميتها

تناولت هذه الدراسة تحليل فترات الجفاف في حوض نهر الزرقاء؛ نظراً لأهمية الحوض المتمثلة في مساحته الكبيرة والبالغة حوالي 3805 كم²، كما أنه يتوزع جغرافياً في خمس محافظات هي المفرق، وعمان، وجرش، والزرقاء والبلقاء، وهذه المحافظات تمثل ثقل سكانياً في الأردن، وتشهد نمواً عمرانياً متسارعاً. ونظراً لما تتعرض له منطقة الدراسة من انتشار لكافة أنماط الجفاف، فإن دراسة وتحديد درجة الجفاف رقمياً من خلال نتائج معامل الجفاف المعياري، ومساحياً من خلال التحليل المساحي المكاني لكميات الأمطار؛ لذلك فلا بد من الأخذ

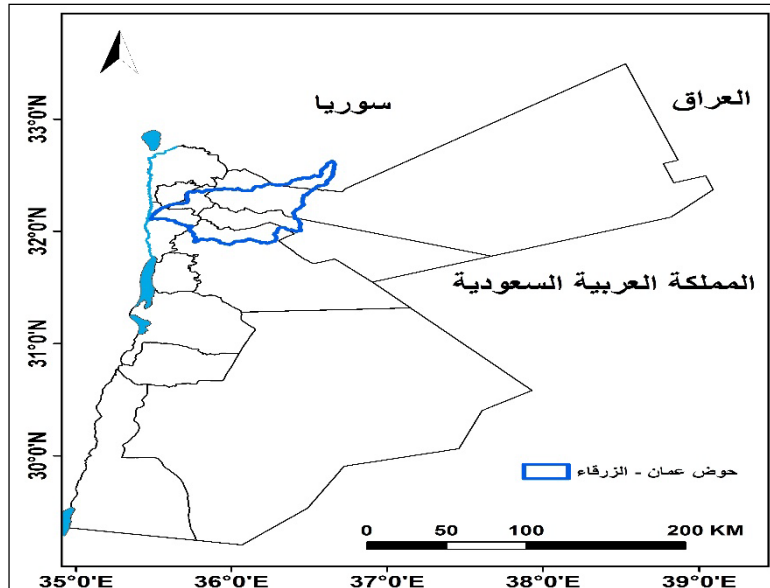
ترتب على كبر مساحة الحوض أن تباينت خصائصه المناخية وطبيعته الطبوغرافية ومن حيث الطبيعة الطبوغرافية يبلغ تضرس الحوض 1947م حين يصل أعلى منسوب له 1580م جنوبي سوريا في حين أن أدنى منسوب للحوض هو - 370م في (Al-husban, 2014).

ومن حيث الخصائص المناخية فنتيجة لامتداد حوض نهر الزرقاء من أقصى شرقي الأردن إلى أقصى غربه لمسافة 130كم؛ أوجد تبايناً في الأقاليم المناخية للحوض حيث تتمثل فيه كل النظم المناخية في الأردن؛ إذ تتباين كميات الأمطار ما بين 50 ملم/ السنة في المنطقة الشمالية الشرقية إلى 600 ملم/ سنوياً في المنطقة الجبلية لذا يسود المناخ الجاف والحر في منطقة الحوض الأعلى للنهر نتيجة للبعد عن مسالك المنخفضات الجوية القادمة من الغرب (البحر المتوسط)، إضافة إلى تدني منسوب هذه المنطقة لتصل في المعدل إلى 550م، في حين يسود مناخ البحر المتوسط ممثلاً في مرتفعات عجلون وجرش والبلقاء، وأخيراً المناخ المداري الجاف في الحوض الأدنى للنهر حيث الصدع الأردني، الشكل (1) منطقة الدراسة.

للفترات المختلفة لتحديد مظاهر التغير التي أصاب التوزيع الجغرافية للأمطار مساحياً وتم حساب المساحات التي تعرضت للتغير، سواء ايجابياً؛ كان هذا التغير أي زيادة مساحة المناطق الرطبة أو سلبياً؛ أي زيادة مساحة المناطق الجافة وتستخدم مجموعة من التقنيات لانتاج الخرائط المستمرة للأمطار واستخدم منها الأكثر مناسبة لمنطقة الدراسة نظراً إلى وفرة المحطات ذات البيانات المكتملة، الجدول (1) خصائص المحطات المناخية.

4. منطقة الدراسة

يمتد حوض نهر الزرقاء بين الأردن وسورية، وتبلغ مساحته داخل الأرض الأردنية نحو 95% من المساحة الكلية للحوض، بواقع 3805 كم²؛ حيث تبدأ منابعه العليا من رأس العين في عمان ثم يتجه شرقاً ماراً بلواء الرصيفة في محافظة الزرقاء ويلتقي بوادي الضليل الذي تكون من النقاء وادي العاقب والزعتري القادمين من جبل العرب جنوبي سورية، ثم يتجه النهر غرباً مروراً بمدينة جرش حتى منطقة دير علا باتجاه مصبه في نهر الأردن شمالي البحر الميت، (البحيري، 2001) وقد



الشكل (1) موقع منطقة الدراسة

5. النتائج والتحليل

1988/1987 و1991/1990، في حين كان عام 1999/1998 الأكثر جفافاً، إذ انخفض معامل المطر إلى -2.37، وكانت محطة أم القطين المحطة الأكثر تطرفاً في الجفاف عام 1999/1998، وبلغ معامل المطر 3.53، تلتها محطة المدور في عامي 1993/1992 و2003/2002 بمعامل مطري 2.53- و-2.23 على التوالي.

نتائج تحليل دليل المطر المعياري: صنفت السنوات المطرية إلى جافة ورطبة على أساس قيمة معامل المطر المعياري الأكثر من الصفر على أنها رطبة، والأقل من الصفر على أساس أنها جافة.

5.1. أوضحت نتائج تحليل معامل المطر المعياري الأشكال (2-5) ما يأتي:

1. عدد حالات الجفاف لجميع المحطات تكررت 148 مرة من أصل 310 حالات وبذلك تبلغ نسبة سنوات الجفاف نحو 47.7% لجميع المحطات. من ثم فإن نسبة السنوات الرطبة 52.3%.

2. شهدت بعض المحطات حالة رطوبة عالية جداً كما في محطات ديبين، والصبيحي، وصويلح خلال العام 1992/1991؛ إذ بلغ معامل المطر المعياري لهذه المحطات 3.23، وقد شهد هذا العام تساقطاً متكرراً للتلوج والأمطار. الجدول (2).

3. شهدت بعض المحطات حالات محددة من الرطوبة، كما في محطة البقعة عام 1991/1990 إذ بلغ معامل المطر المعياري 3.16 وكذلك بلغ 2 في عام 2003/2002.

4. أكثر السنوات رطوبة في محطة الرصيفة كانت 1988/1987 بلغ معامل المطر 1.16 الأعلى خلال فترة الدراسة ويصنف كرطوبة معتدلة وفقاً للجدول (1).

5. أما محطة الزرقاء، فقد شهدت حالتين من الرطوبة عامي

جدول (1)

أسس تصنيف نمط ودرجة الجفاف (Wilhite, 1995)

Drought intensity class	SPI Range
extremely wet	2
very wet	1.5 to 1.99
moderately wet	1.0 to 1.49
near normal	0.99 to -0.99
moderately dry	-1.0 to -1.49
severely dry	-1.5 to -1.99

كما استُخلصت أكثر السنوات تطرفاً نحو الجفاف أو الرطوبة لجميع المحطات القيم العليا والدنيا لدليل المطر المعياري الجدول (3).

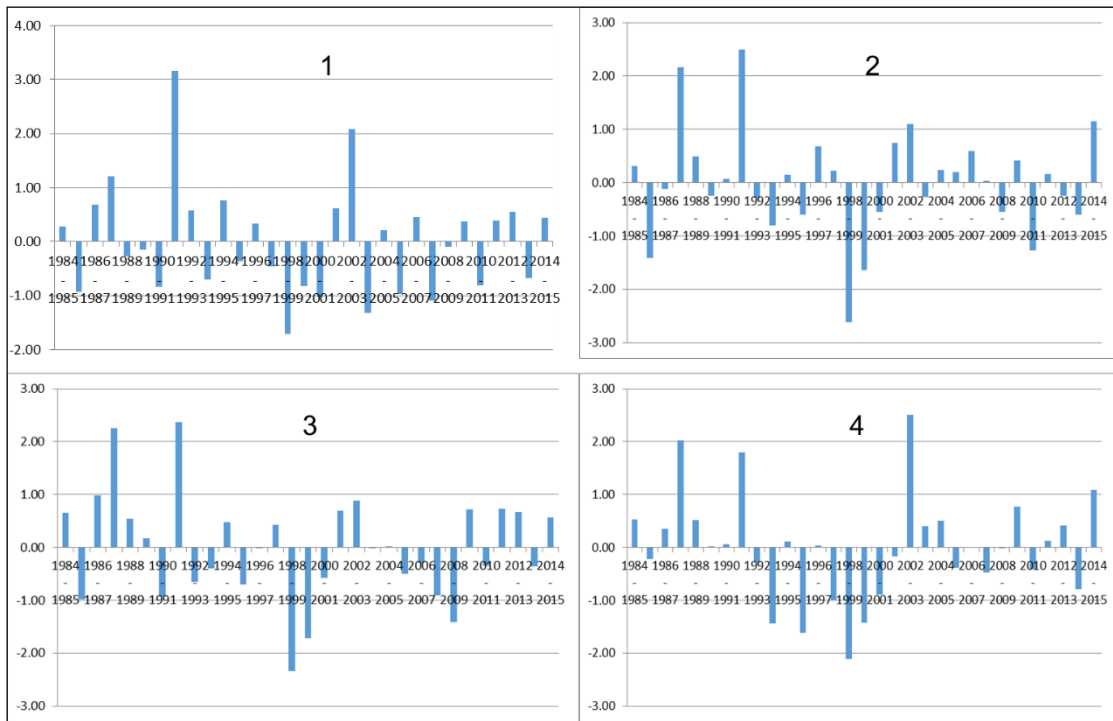
جدول (2)

تصنيف محطات البحث خلال فترة الدراسة وفقاً لمعامل المطر المعياري

السنة	المحطة	الرصيفة	الزرقاء	السخنة	الكتة	أم القطين	دبين	الصبيحي	صويلح	المدور
السنة	البقعة									
1984 - 1985	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف	رطب	جاف
1985 - 1986	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	رطب	جاف	جاف	جاف	جاف
1986 - 1987	رطب	جاف	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف	رطب	جاف
1987 - 1988	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف
1988 - 1989	جاف	رطب	رطب	رطب	جاف	جاف	رطب	جاف	جاف	جاف
1989 - 1990	جاف	جاف	رطب	رطب	جاف	رطب	جاف	جاف	جاف	جاف
1990 - 1991	جاف	رطب	جاف	رطب	جاف	رطب	جاف	جاف	رطب	جاف
1991 - 1992	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف
1992 - 1993	رطب	جاف	جاف	جاف	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف
1993 - 1994	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف
1994 - 1995	رطب	رطب	جاف	رطب	جاف	جاف	رطب	رطب	رطب	جاف
1995 - 1996	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف
1996 - 1997	رطب	رطب	جاف	رطب	رطب	جاف	رطب	رطب	رطب	جاف
1997 - 1998	جاف	رطب	رطب	جاف	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف
1998 - 1999	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف
1999 - 2000	جاف	جاف	جاف	جاف	رطب	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف
2000 - 2001	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف
2001 - 2002	رطب	رطب	رطب	جاف	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب
2002 - 2003	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب
2003 - 2004	جاف	جاف	جاف	رطب	رطب	رطب	جاف	جاف	جاف	رطب
2004 - 2005	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف	رطب	رطب	جاف	رطب
2005 - 2006	جاف	رطب	جاف	جاف	رطب	جاف	رطب	رطب	جاف	رطب
2006 - 2007	رطب	رطب	جاف	رطب	رطب	جاف	رطب	رطب	جاف	رطب
2007 - 2008	جاف	رطب	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	رطب	جاف	جاف
2008 - 2009	جاف	جاف	جاف	جاف	رطب	جاف	رطب	رطب	رطب	رطب
2009 - 2010	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف	جاف	جاف	رطب	رطب	رطب
2010 - 2011	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف
2011 - 2012	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب
2012 - 2013	رطب	جاف	رطب	رطب	جاف	رطب	جاف	رطب	جاف	رطب
2013 - 2014	جاف	جاف	جاف	جاف	جاف	رطب	جاف	جاف	جاف	جاف
2014 - 2015	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	رطب	جاف	رطب	رطب	رطب

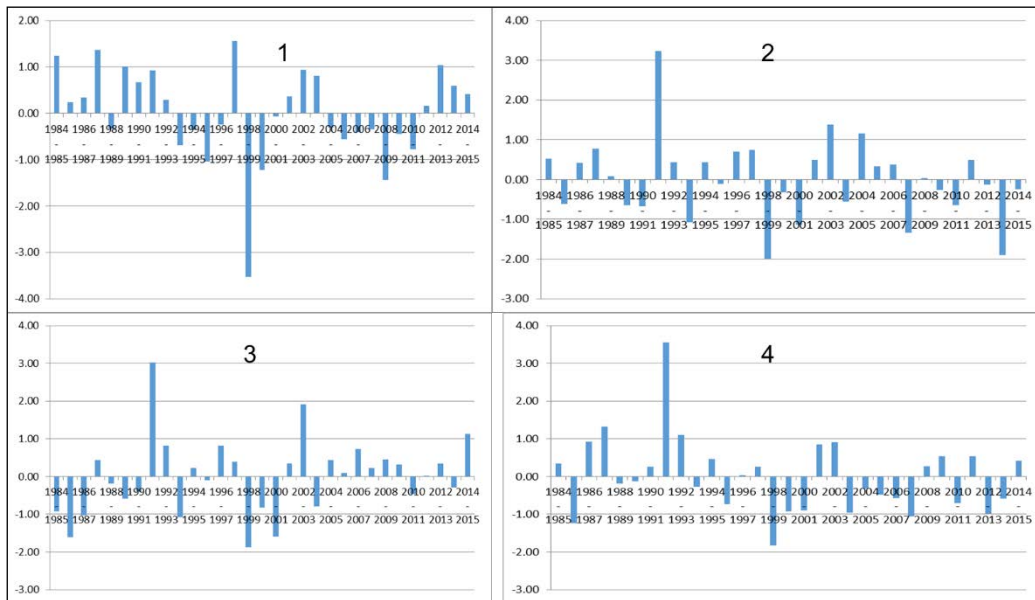
جدول (3)
القيم العليا والدنيا لدليل المطر المعياري

القيم المتطرفة SPI	البقعة	الرصيفة	الزرقاء	السخنة	الكتة	أم القطين	دبين	الصبيحي	صويلح	المدور
1984 - 1985						1.24		-1.6		-1.03
1985 - 1986									-1.24	
1986 - 1987								-1.04		
1987 - 1988		2.16	2.25						1.33	
1988 - 1989						1				
1990 - 1991	3.16		2.37		2.7					
1991 - 1992							3.23	3.02	3.56	
1992 - 1993				-1.44						-2.52
1993 - 1994					-1.37		-1.08	-1.07		-1.41
1994 - 1995				-1.62						
1995 - 1996					-1.16	-1				
1997 - 1998	-1.72					1.56				
1998 - 1999			-2.34		-1.81	-3.53	-1.99	-1.88		
1999 - 2000			-1.72			-1.22				
2001 - 2002							-1.13			
2002 - 2003	2						-1.38			2.23
2003 - 2004	-1.32									
2004 - 2005							1.16			
2006 - 2007										
2007 - 2008							-1.34			
2008 - 2009			1.42							
2009 - 2010	1.64									
2012 - 2013										
2013 - 2014					-2.04					



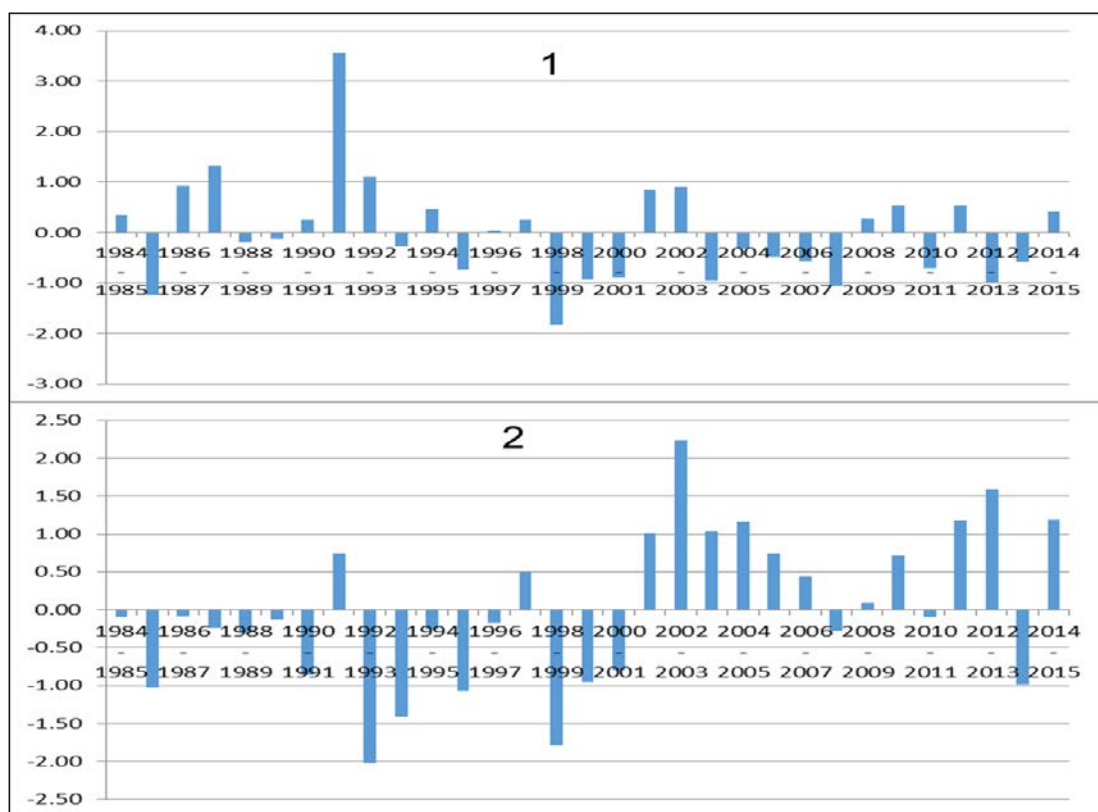
الشكل (2)

قيم معامل المطر المعياري للمحطات التالية: (1) البقعة، (2) الرصيفة، (3) الزرقاء، (4) السخنة



الشكل (3)

قيم معامل المطر المعياري للمحطات التالية: (1) الكتة، (2) أم القطين، (3) دبين، (4) الصبيحي



الشكل (4)

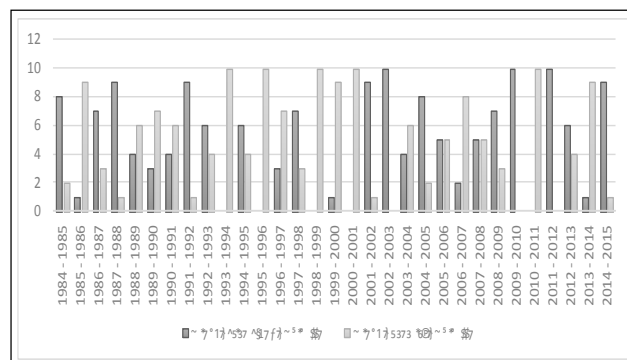
قيم معامل المطر المعياري لمحطتي: (1) صويلح، (2) المدور

5.2. نتائج تحليل الخرائط المطرية المساحية ما يلي:

في ما يتعلق بنتائج التحليل المكاني والخرائط المطرية المساحية، فقد كان الهدف الأساس لاستخدام هذه التقنية حساب الاختلافات المساحية وتقديرها خلال فترة الدراسة؛ حيث تم انتجت أربع خرائط مساحية تغطي فترة الدراسة بدورية عشرية، وفيما إذا كان هناك تغير مساحي في المعدلات المطرية السنوية، وحدثت زحزة وعملية أتساع للمناطق الأكثر جفافاً على حساب المناطق الرطبة وشبة الرطبة، وهل حدثت زيادة لمساحة المنطقة الأكثر جفافاً، وكانت النتائج كما يأتي:

1. يتضح من الأشكال (6-9) أن مساحة المنطقة شديدة الجفاف قد ارتفعت ما بين الفترة الأولى (1985/1984) والفترة الثانية (1995/1994) بنسبة 15.6% للفئة المطرية الأولى، وتناقص في نسبة الفئة المطرية الثانية بمقدار

كما يلخص الشكل (5): عدد حالات الجفاف والرطوبة لكل محطة



الشكل (5)

عدد حالات الجفاف، والرطوبة لكافة المحطات خلال فترة الدراسة

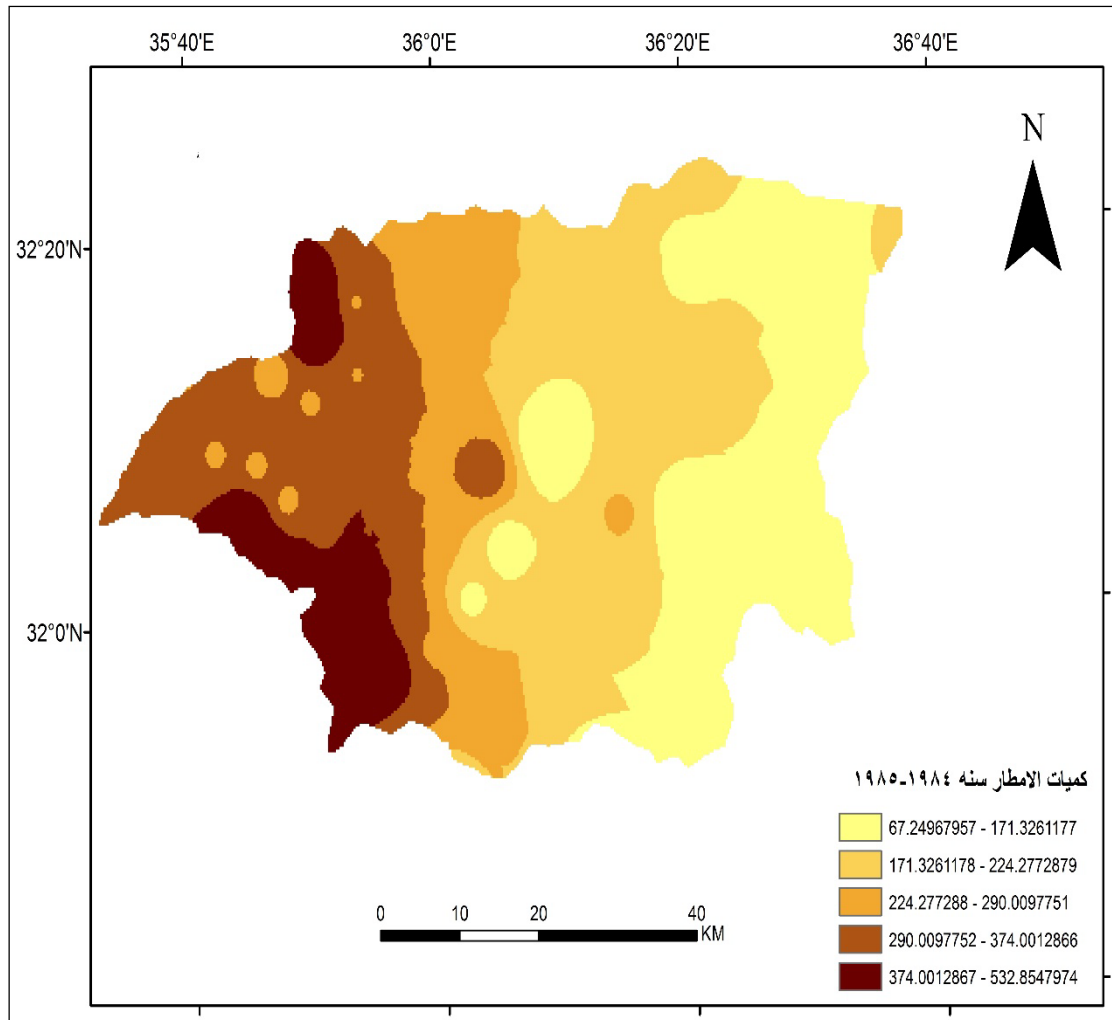
الفترة الرابعة نجد الفئة المطرية الأولى الأقل مطراً تناقصت إلى 32.1%، كما زادت الفئة الأكثر رطوبة إلى 7.9%.
 3. يُلاحظ من الجدول (4) أن مساحة المنطقة الأقل مطراً تمثل المساحة الأكبر في جميع المراحل مع تذبذب زيادة أو تناقص بين الفترات، وهذا شأن المناطق القارية.
 4. أما ما يتعلق بالمناطق الأكثر رطوبة فقد تناقصت خلال فترة الدراسة من 8.7% للفترة الأولى إلى 7.9% للفترة الأخيرة، مع تذبذب خلال الفترتين الثانية والثالثة، مما يعنى تناقص المساحات الأكثر رطوبة لصالح المناطق الجافة.

10.2% وتناقص الفئة المطرية الأكثر رطوبة بنسبة 2.8%. وكانت هذه الزيادة على حساب المناطق الجافة وشبه الرطبة، مما يزيد من خطورة الجفاف.
 2. في ما يتعلق بالمقارنة ما بين الفترة الثالثة (2006/2005) والرابعة (2015/2014)، الشكلان (8-9)؛ فقد شهدت الفترة الثالثة أكبر حالة للتطرف صوب الجفاف؛ إذ احتلت المناطق الأقل مطراً نحو 50.4% من مجموع مساحة الدراسة، في حين احتلت المناطق الأكثر رطوبة مساحة نسبتها 3.3% من مساحة منطقة الدراسة، وبالمقارنة مع

جدول (4)

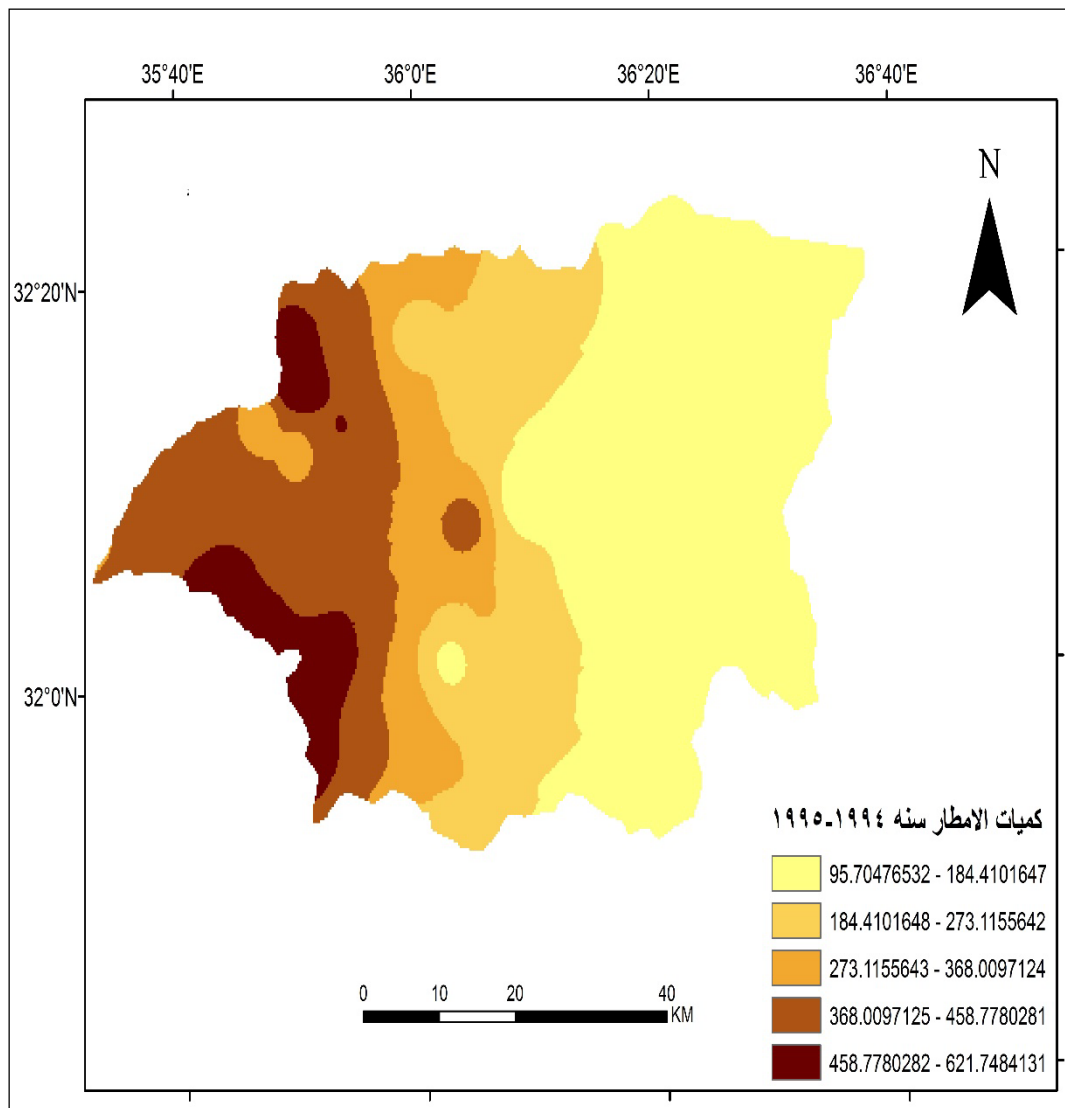
نتائج تحليل الخرائط المساحية المطرية خلال فترات الدراسة المختارة الأربع

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ²)	الفترة الأولى (1984-1985)/الفئات المطرية (ملم)
28.9	1100.818805	67-171
29.4	1121.979869	171-224
14.5	552.2784188	224-290
18.4	699.7089432	290-374
8.7	330.2139634	374-532
النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ²)	الفترة الثانية (1995-1996)/الفئات المطرية (ملم)
44.5	1691.427894	95-184
19.2	730.6902609	184-273
11.7	446.7265265	273-368
18.7	711.8100305	368-458
5.9	224.3452886	458-621
100%	المساحة (كم ²)	الفترة الثالثة (2005-2006)/الفئات المطرية (ملم)
50.4	1918.560867	80-176
15.3	583.1963801	176-285
19.1	727.64915	285-381
13.1	449.450855	381-482
3.3	126.1427477	482-759
100%	المساحة (كم ²)	الفترة الرابعة (2014-2015)/الفئات المطرية (ملم)
32.1	1222.716669	82-174
26.8	1020.229365	174-258
19.4	739.3067419	258-348
13.7	522.1840918	348-432
7.9	300.5631317	432-580



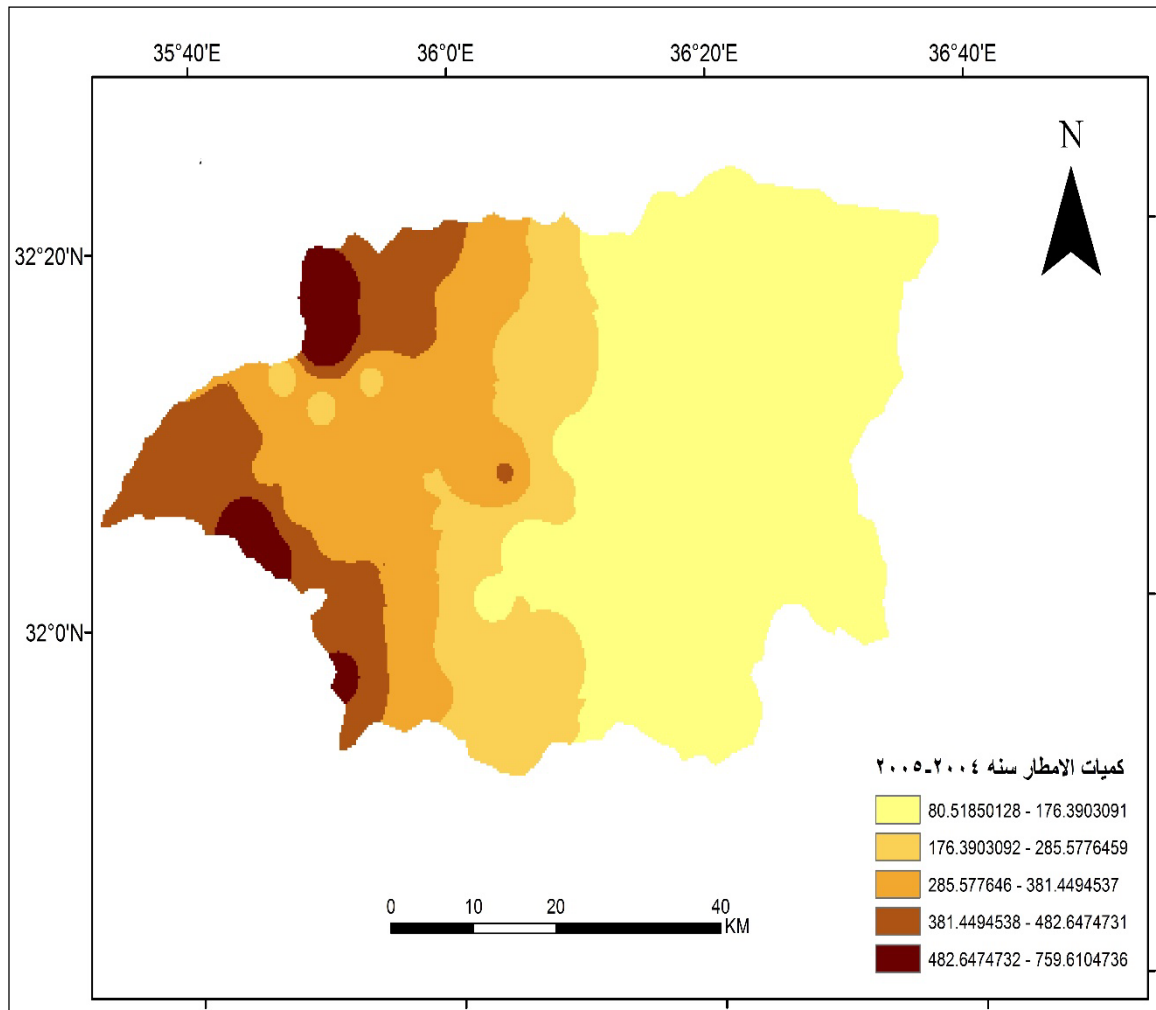
الشكل (6)

التوزع المساحي لكميات الأمطار خلال للسنة المطرية 1985/1984



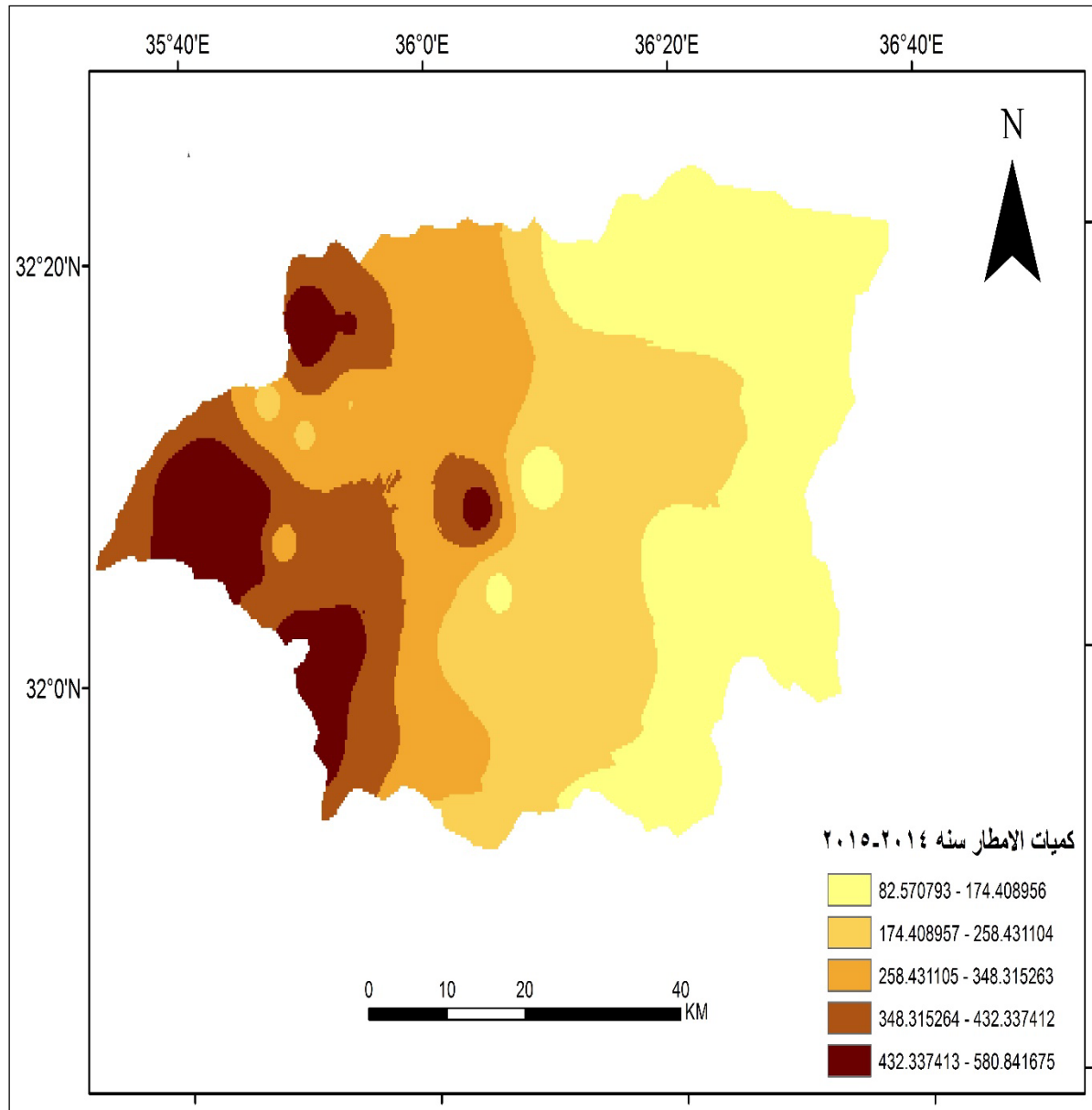
الشكل (7)

التوزع المساحي لكميات الأمطار خلال للسنة المطرية 1995/1994



الشكل (8)

التوزيع المساحي لكميات الأمطار خلال للسنة المطرية 2005/2004



الشكل (9)

التوزع المساحي لكميات الأمطار خلال للسنة المطرية 2015/2014

6. النتائج والتوصيات:

الغرب؛ ومن ثم ترتب على هذا الامتداد اختلاف في الخصائص الطبوغرافية، والمناخية.

كما تبين من خلال الخرائط المطرية المساحية زيادة المناطق الأقل مطراً على حساب المناطق الرطبة وشبه الرطبة. وفي ضوء تلك الحقائق ونظراً لإهمية المياه في الاستقرار البشري، ولتحقيق التنمية المستدامة لا بد من إيلاء موضوع أولويات استخدامات المياه الأهمية القصوى، والحد من التوسع الزراعي.

يُعد الجفاف من الظواهر الطبيعية المؤثرة في أنشطة الإنسان المختلفة؛ اقتصادية، وبيئية، وصحية، وقد تبين من نتائج البحث أن منطقة الدراسة تتعرض لمناخ يتسم بالتقلب الشديد بين الرطوبة والجفاف؛ فقد بلغت نسبة السنوات الجافة تماماً ولجميع المحطات خلال فترة الدراسة نحو 16.2% من سنوات الدراسة، مع تباين شديد بين المحطات نتيجة لطبيعة امتداد منطقة الدراسة من أقصى الشرق الأردني إلى أقصى

المصادر والمراجع**المراجع العربية**

رشيد، أنس، 2010 تحليل فترات جفاف الأمطار شمال العراق باستخدام دليل المطر القياسي، مجلة الهندسية، الرافدين، 1 (2)، 60-72.

المراجع الأجنبية

- Al-Houri, Z., 2014, Detecting Variability and Trends in Daily Rainfall Characteristics in Amman-Zarqa Basin, Jordan, International Journal of Applied Science and Technology, 4 (6).
- Al-Ansari, N., E. Salameh and H. Al-Omari, 1999. Analysis of rainfall in the badia region. Jordan Res. Alpert, P., S.O.
- Al-Ansari, N., and Baban, M. J., 2005, Rainfall Trends in the Badia Region of Jordan, Surveying and Land Information Science, 65: 233.
- Alhusban, Y. 2014 Monitoring the Geomorphological Characteristics of the Lower Zarqa River Changes in Jordan, during the Time Period from 1963 to 2011, International Journal of Applied Environmental Sciences, 9 (2): 153-164.
- Ball, J. E. and Luk, K. C. 1998, "Modeling Spatial Variability of Rainfall Over a Catchment". Journal of Hydrological Engineering, American Society of Civil Engineers, 3 (2).
- Domi, M.B, 2005, Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Jordan, Umm Al-Qura University Journal of Educational, Social Sciences and Humanities, 17 (1), Zul-Hijja 1425 H.-January, P15-36.
- Matador, Dixon, B. 2007, Spatial Interpolation of Rainfall Data Using ArcGIS: A Comparative Study, 2007, Julie Earls: <https://www.researchgate.net/publication/255574434>
- Ministry of Environment, the Hashemite Kingdom of Jordan, 2006, a proposal for restoration of the Zarqa River, the ntegrated environmental management of the Zarqa River, P.1-50.
- Hammouri, N., and El-Naqa, A., 2007, Drought Assessment Using GIS and Remote Sensing in Amman-Zarqa Basin, Jordan Jordan Journal of Civil Engineering, 1 (2): 142-152.
- Svoboda, M., Lecomte, D., Hayes, M., Heim, R., Gleason, K., Angel, J., Rippey, B., Tinker, R., Mike

- D. Stooksbury P., Miskus, D., and Stephens, S. 2002, The Drought Monitor, American Meteorological Society, 1181-1190.
- Sluiter, R. 2008, Intern rapport; IR 2009-04, Interpolation methods for climate data. Literature review KNMI, R and D Information and Observation Technology De Bilt, 19 November 2008, Version 1.0, 1-23.
- Tarawneh Q, Kadioglu M. 2003. An analysis of precipitation climatology in Jordan. Theoretical and Applied Climatology, 74: 123-136.
- Mitas, L., and Mitasova, H., Spatial interpolation, chapter 34, p482.
- Ghanem, A., 2011. Trends in Mean Seasonal and Annual Rainfall Amounts over Jordan Dirasat, Human Social Sciences, 38 (3): 1048-1041.
- Rossi, G. 2003. An integrated approach to drought mitigation in Mediterranean Regions ,in Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions, edited by G. Rossi et al., Dordrecht (the Netherlands), Kluwer Academic Publishers, 3-18.
- Wilhite, D.A. 2000, Drought as a natural hazard: concepts and definitions, in Drought: A Global Assessment, edited by D.A. Wilhite, London (UK) / New York (USA), Routledge, 3-18.
- Wilhite, D.A. 1995. Developing a Precipitation-based Index to Assess Climatic Conditions Across Nebraska. Final Report Submitted to the Natural Resources Commission, Lincoln, Nebraska.
- Wilhite, D.A. and Glantz, M. H. 1985, "Understanding of the drought phenomenon: the rule and definition". Water Int. 10, 111-120.
- The World Meteorological Organization (WMO) Available at: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/meetings/wies09documents/Lincoln_Declaration_Drought_Indices.pdf.
- World meteorological Organization, (WOM), No. 1090, Standardized Precipitation Index User Guide, 2012, The Standardized Precipitation Index, P 1-16. Available at: <ftp://ccc.atmos.colostate.edu/pub/spi.pdf>.
- <http://ulysses.atmos.colostate.edu/SPI.html>
- http://www.wmo.int/pages/prog/lsp/meteoterm_wmo_en.html

Analysis of Drought Periods in the Zarqa basin, Using Standard Precipitation Index (SPI) and Geographic Information System (GIS) during 1984-2015

Yusra Alhusban, Maysoon Zugul***

ABSTRACT

The main objective of this research is to monitor the drought Periods in Zarqa basin, a twenty-four metrological stations were selected for the period (1984-2015 (covering 31 year). (SPI) was used to analyze rainfall records during the study period. In addition, the geographic information system (GIS) was employed to generate spatial interpolation maps. The main results were as following:

1. The Zarqa basin is currently suffering from generic drought conditions of different magnitude; the drought percentage reached an equal 47.7% for all areas (parts) of the basin, with a record of complete drought lasting for 5 years; 2002/2001–2011/2010–1999/1998–1996/1995–1994/1993. While the only wet year for all stations was 2012/2011.
2. The complete drought periods (mentioned above) accounted around 16.2% of the study timeline.
3. With respect to the changes that have occurred in the areal distribution of rainfall, the most prominent result was a decrease in wetland area of the basin during the study period by 0.8%.

Keywords: Drought, Zarqa basin, SPI, Spatial interpolation.

* Associated Professor, Department of Geography, Faculty of Arts, the University of Jordan.

** Assistant Professor, King Khalid University, Saudi Arabia.

Received on 10/6/2017 and Accepted for Publication on 14/1/2018.