مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

تأثير التغيرات المناخية في تدفقات نبع بانياس – سورية

الدكتور غطفان عبد الكريم عمّار*
الدكتور شريف بدر حايك**
ديمة محسن محمد***

(تاريخ الإيداع 13 / 5 / 2013. قُبِل للنشر في 16/ 7 / 2013)

∇ ملخّص ∇

يقع حوض نهر بانياس في وسط الساحل السوري بين حوضي نهر جوبر ونهر مرقية. ومساحة الحوض الصباب له (97) كم^2، وطول النهر (24.5) كم.

يهدف البحث إلى دراسة تغيرات الهطل المطري في المحطات المناخية الواقعة ضمن الحوض وفي محيطه. توصَّلت الدراسة إلى أن تناقصاً في الهطل المطري في المحطات المدروسة تراوحت قيمته بين (1.2-7.3) mm في العام خلال مدة الرصد، وكذلك تناقصاً في التدفق بلغت قيمته 0.0045 m^3/sec في العام خلال مدة الرصد، كما وجد أن لهذا التناقص دورية متشابهة لكل من التدفق والهطل المطري (حوالي 20 سنة تقريباً)، وتم التوصل إلى علاقة رياضية تمكننا من التنبؤ بتدفقات النبع بعد معرفة قيم الهطل السنوية.

الكلمات المفتاحية: نبع بانياس، دورية التدفق، الحوض الساكب، التغيرات المناخية.

* أستاذ – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
** أستاذ مساعد – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

Impact of Climate Changes on discharges of BANIAS spring - SYRIA

Dr. Ghatfan Ammar[*]
Dr. Sharif Hayek[**]
Dimah Mohammad[***]

(Received 13 / 5 / 2013. Accepted 16 / 7 / 2013)

∇ ABSTRACT ∇

Banias River Basin is located in the middle of Syrian coast between the Jobar and Mrqiah River Basins. Its catchment area is (97) km^2, and its length is (24,5) km. The research aims to study the rainfall changes in climatic stations located within basin and its surrounding area. The study has been concluded a decrease in rainfall in studied stations ranged between (1.2-7.3) mm a year during the monitoring period, as well as a decrease in flow amounted to 0.0045 m^3/sec per year during the monitoring period . Also, for this decline seems to be similar for each flow and rainfall periodicity (approximately 20 years), and finally has been reached a mathematical relationship whish enable us to predict spring flows after knowing the values of annual precipitation.

Key words: Banias spring, periodicity of flow, catchment area, climate changes.

[*] **Professor, Department of Water Engineering and irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Associate Professor, Department of Water Engineering and irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria**
[***] **Postgraduate Student, Department of Water Engineering and irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدّمة:

تعد زيادة الطلب على المياه مع ارتفاع معدل النمو السكاني والصناعي أهم التحديات المعاصرة التي يواجهها العالم اليوم، وما يزيد هذا التحدي صعوبةً التغيرات المناخية التي يتوقع أن تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وتناقص معدلات الهطل المطري، ما يجعل دراسة الموارد المائية وتخطيط استثمارها وإدارتها بشكل جيد ضرورةً ملحةً للتكيف مع هذه التغيرات والتخفيف من آثارها.

لقد أصبح من المهم حماية مواردنا المائية من خطر الاستنزاف، خاصة وأن سورية غنيةٌ بمياهها الجوفية التي تستثمر ضمن خطط تُعدها الجهات ذات الصلة بهذا الموضوع . ولكن هذه الخطط ما تزال غير كافية للإدارة المثلى لهذه الموارد. حيث يواجه قطاع المياه في سورية تحدياً يتمثل في ترابط التغيرات الكبيرة في المناخ مع انخفاض قيم الهطول، خاصةً في الجزء الجاف من القطر، وتتنبأ الدراسات بحدوث تغيراتٍ أكبر للهطولات مكانياً وزمانياً. [1]

وفي دراسة حول تأثير التغيرات المناخية على الجريان السطحي في المناطق شبه الجافة، تبين أن ارتفاع درجة الحرارة بين 2 و4 درجات مئوية في الأردن، سيؤدي إلى انخفاض جريان نهر الزرقاء (الذي يعتمد على جريان المياه السطحية) بين% (40 – 12) ، وإذا ترافق ارتفاع درجات الحرارة بمقدار أربع درجات مئوية مع انخفاض الهطولات المطرية بمقدار 20% فإن جريان النهر سينخفض بمقدار 70%.[2]

وفي المملكة العربية السعودية سيؤدي ازدياد درجة الحرارة بمقدار خمس درجات إلى نقص الجريان السطحي بمقدار 8000 مليون متر مكعب. [2]

وفي الجزائر أشار تقرير الحكومة الجزائرية إلى أن زيادة درجات الحرارة درجة مئوية واحدة سيؤدي إلى انخفاض الهطولات المطرية بمقدار 15%، وتقليل حجم الجريان السطحي بمقدار 30%. [2]

وفي دراسة أعدها (د. غطفان عمار– 2009) عن تأثير التغيرات المناخية في الواردات المائية لنهر الحصين، تبين أن هناك تناقصاً في الهطل المطري في المحطات الموجودة في حوض النهر تتراوح قيمه بين % (11– 7) خلال مدة الدراسة التي تجاوزت الأربعين عاماً، وأن هناك تناقصاً في الواردات المائية لنهر الحصين بلغت قيمته % 7.6 خلال المدة نفسها .[3].

بينت نتائج دراسات نمذجة تأثير المناخ في جريان نهري الفرات ودجلة في الحوز الأعلى (Smith et al., 2000) أن نقصان الهطول المطري أو زيادته بمقدار 25%، سوف يُخفّض جريان نهر الفرات بمقدار 42% أو يزيد بمقدار 50% (تقريباً ضعف نسبة التغير في الهطول). [4]

كما توقعت دراسات أخرى (Lenher et al.,2001 and EEA, 2004) انخفاضاً في الجريان السطحي في أعالي حوضي الفرات ودجلة بمقدار % (25 – 10) في عام 2070 مقارنةً بعام 2000. [5]

من خلال المحاكاة الهيدرولوجية لتغير المناخ على دراسة الموارد المائية في حوض نهر Seyhan في تركيا. تم الوصول إلى أن متوسط الحرارة السنوية سوف يزداد بمقدار درجتين، وأن الهطل المطري سوف يتناقص بمعدل 157mm (25%). [6]

يجري نهر بانياس باتجاه الشمال الغربي بدءاً من منبعه، ثم يتحول بعد ذلك إلى الجنوب الغربي، وقبل مصبه يعود من جديد ليتوجه نحو الشمال الغربي ماراً بمدينة بانياس ليصب في البحر. وتكون السفوح العليا للمجرى في أعالي

النهر منحدرة وفقيرة بالغطاء النباتي، ثم تتسع تدريجياً مع اقترابها من البحر وتغطيها بساتين الأشجار المثمرة وكروم الزيتون. وتبلغ مساحة الحوض الصباب عند المصب (97 كم^2)، وطول المجرى الرئيس (24.5 كم) ، والارتفاع الأعظمي (850 م) فوق سطح البحر.

أهمية البحث وأهدافه:

إن اتجاه تغير المناخ في المستقبل له أهمية كبيرة في مجال التخطيط طويل الأمد، إذ يجب أن تؤخذ بالحسبان التغيرات البيئية المختلفة الناتجة عن التغيرات المناخية والتي لها تأثير في حياة الإنسان والخطط المستقبلية، حيث سيترتب على تغير المناخ آثار كبيرة على المياه العذبة وتوافرها.

تكتسب دراسة نبع بانياس أهمية كبيرة ؛ لأنه يعد من الينابيع الكارستية المهمة في المنطقة الساحلية في سورية. لقد استخدم النبع لإرواء مدينة بانياس قبل عام 1998م، ولإرواء مدينة بانياس والمرقب قبل عام 1988 م، لكنه الآن خارج الخدمة بسبب تلوث مياهه، من الصرف الصحي لحي رأس النبع من الشرق.

وللإدارة المناسبة لمياه النبع لا بد من إعداد دراسة تفصيلية لتدفقاته وتأثير التغيرات المناخية فيها، فكانت أهداف البحث:

- معالجة بيانات الهطل المطري للمحطات الواقعة ضمن الحوض الساكب وفي محيطه، وكذلك الأمر فيما يخص بيانات تدفق النبع.
- دراسة تغير الهطل المطري السنوي في المحطات المدروسة لمعرفة طبيعة اتجاه التغير ودوريته مع الزمن، وكذلك اتجاه تغير تدفقات نبع بانياس مع الزمن أيضاً.
- وضع علاقة رياضية تربط بين الهطل والتدفق المقيس لنبع بانياس، مما يسمح بوضع تنبؤات مستقبلية تساعد الإدارة في وضع خطط الاستثمار الرشيدة للموارد المائية المتاحة، وفي وضع الخطط الاقتصادية التنموية في المنطقة.

طرائق البحث ومواده:

تحدث التغذية المباشرة للينابيع، طبيعياً، من خلال المياه المضافة إلى الطبقة الحاملة للمياه الجوفية بوساطة الارتشاح العمودي المباشر للأمطار عبر المنطقة غير المشبعة [7]، وبما أن الهطل المطري يعد العامل الرئيس في التغيرات المناخية المؤثرة في الجريان، لذلك اعتمدت هذه الدراسة على تحليل متوسطات الهطل المطري لحوض نهر بانياس (الشكل 1) في المحطات: العنازة ، السن ، القدموس ، حمام واصل ، مصب النفط، للمدة الممتدة بين 1973 – 2012 م، وقد تم جمع البيانات المتوافرة واستكمال النقص إحصائياً، كما تمّ دراسة تغير تدفقات النهر خلال المدة 1989 - 2012 م. وقد استخدمنا برامج Excel و Spss و minitab لإخراج الجداول والمنحنيات والنتائج.

وتعد مدة الرصد الطويلة والمتوافرة لدينا كافية من الناحية الإحصائية، لذلك يمكن الاعتماد على نتائج معالجة المعطيات فيها للوصول إلى استنتاجات علمية مفيدة، غير أنَّ بيانات الهطل المطري لبعض الأشهر كانت مفقودة، فتمَّ استكمالها باستخدام برنامج minitab 16 اعتماداً على القياسات في المحطات المجاورة.

الجدول (1): المحطات المؤثرة في حوض نبع بانياس

المحطات	المعدل السنوي للهطل (مم)	مدة الرصد
السن	873	1973 - 2012
القدموس	1225	1973 - 2012
مصب النفط	729	1973 - 2012
العنازة	1158	1973 - 2012
حمّام واصل	1168	1973 - 2012

رسمنا خط الاتجاه المناسب لمنحني المتوسط المتحرك، بحيث تكون قيمة عامل الارتباط بين قيم المنحنيين R .> 0.75

تعتمد طريقة حساب المتوسط المتحرك $\bar{x}_n$ على حساب المتوسط الحسابي لقيم الفئة الأولى (عدد عناصرها n) من البيانات الأولية ($X_1; X_2; X_3;...X_n$)، وتوضع النتيجة مقابل القيمة الوسطى في الفئة، وتحسب القيمة الثانية للمتوسط المتحرك للفئة الثانية من البيانات الأولية وذلك بحذف القيمة الأولى وإضافة القيمة n+1، وتوضع النتيجة عند القيمة الوسطى في هذه الفئة، وهكذا حتى نهاية سلسلة البيانات، وفقاً للمعادلة الآتية [8] :

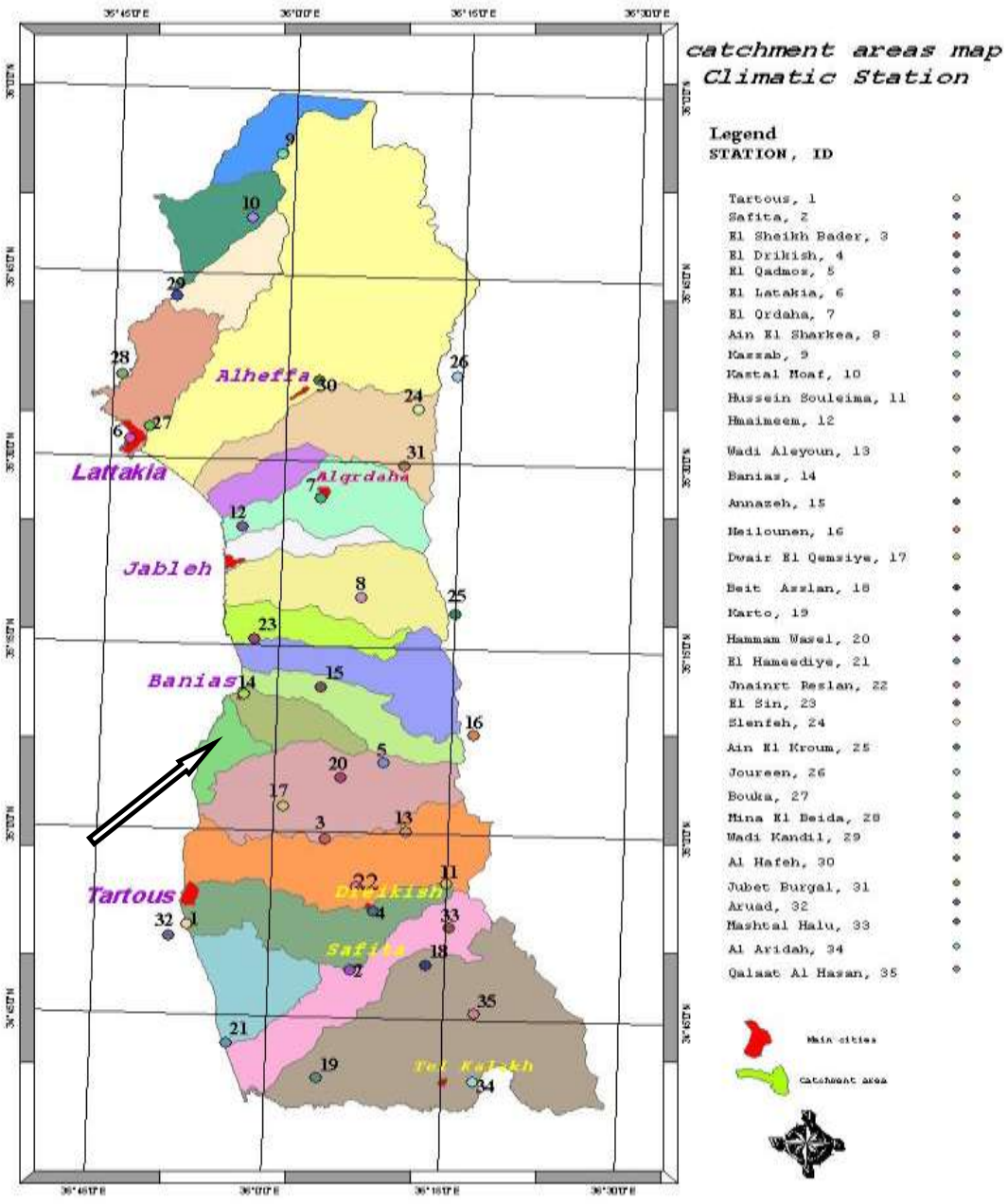
$$\bar{x}_{n1} = \frac{x_1 + x_2 + ... + x_n}{n} \qquad \bar{x}_{n2} = \frac{x_2 + x_3 ... + x_{n+1}}{n}$$

يمكن أن يكون عدد البيانات في الفئة n = 5 ~ 9. وقد تم اعتماد القيمة (n=7) في الدراسة حيث كانت التغيرات منتظمة أكثر ومعامل الارتباط أكبر، كما أعطت دورية واضحة.

وتحسب قيمة عامل الارتباط coefficient of correlation من العلاقة الآتية:

$$R_{xy} = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\Sigma x_i - \bar{x})^2 (\Sigma y_i - \bar{y})^2}}$$

حيث : $\bar{x}; \quad \bar{y}$ – المتوسطان الحسابيان لقيم x_i ; y_i.



الشكل (1). حوض نهر بانياس ضمن الأحواض المائية في حوض الساحل.

النتائج والمناقشة:

تم في هذا البحث دراسة تغيرات الهطل المطري السنوية في المحطات الواقعة ضمن الحوض الساكب للنبع وفي محيطه للمدة الممتدة بين عامي 2012–1973 م، وكذلك تغيرات التدفق خلال المدة2012-1989 م، والربط بين تغيرات الهطل والتدفق، وإيجاد العلاقة بينهما.

الهطل المطري

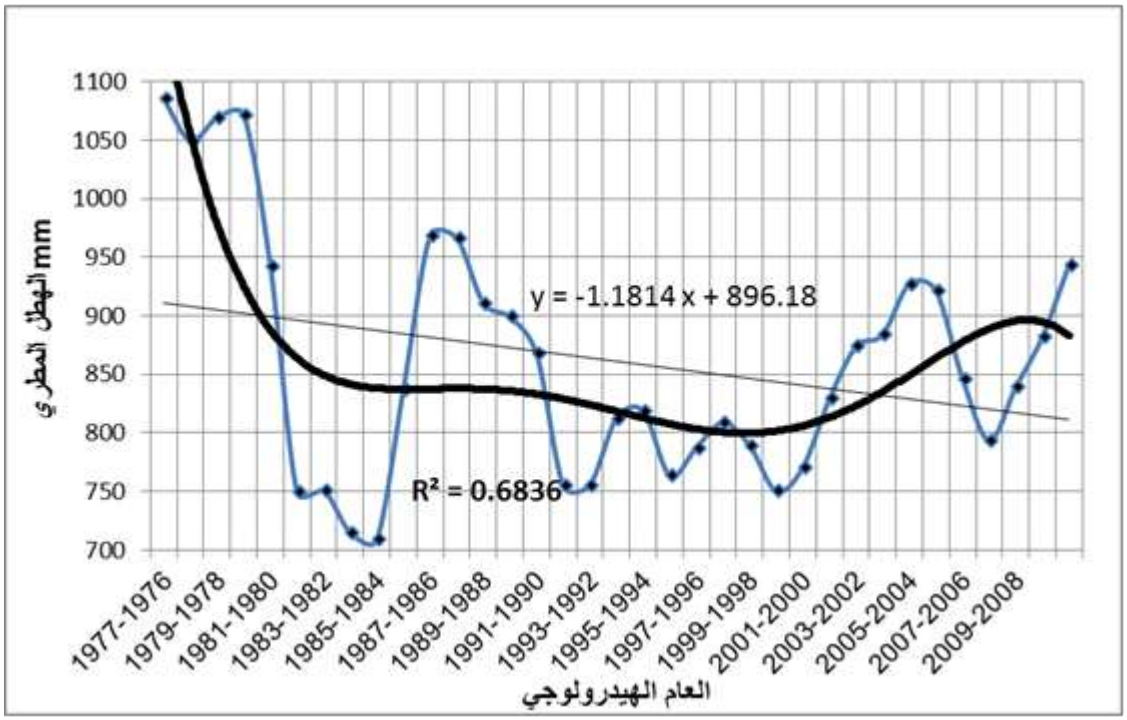
من خلال دراسة معطيات الهطل المطري للمحطات الموجودة ضمن منطقة الدراسة، وخلال مدة الرصد التي تجاوزت ثلاثين عاماً، تمكنّا من التوصل إلى تصور جيد عن تغير كميات الهطل المطري في الحوض الساكب لنبع بانياس.

ففي محطة السن تزايدت قيم الهطل المطري منذ بداية مدة الرصد حتى عام (78-77) حيث بلغت 1633 mm، ثمَّ تناقصت حتى 509 mm في عام (82-81)، لتتزايد بعد ذلك فتبلغ 1318 mmعام (88-87)، ثمَّ تعود لتتناقص فتبلغ (568 mm)، بعد ذلك تراوحت كميات الهطل بين الزيادة والنقصان حول معدلها العام والبالغ 873 mm. إنَّ الاتجاه العام لتغير الهطل المطري مع الزمن في محطة السن هو التناقص، وقد بلغ 1.18 mm في العام خلال مدة الرصد، وكانت الدورية تقريباً 20 سنة، (الشكل b -2).

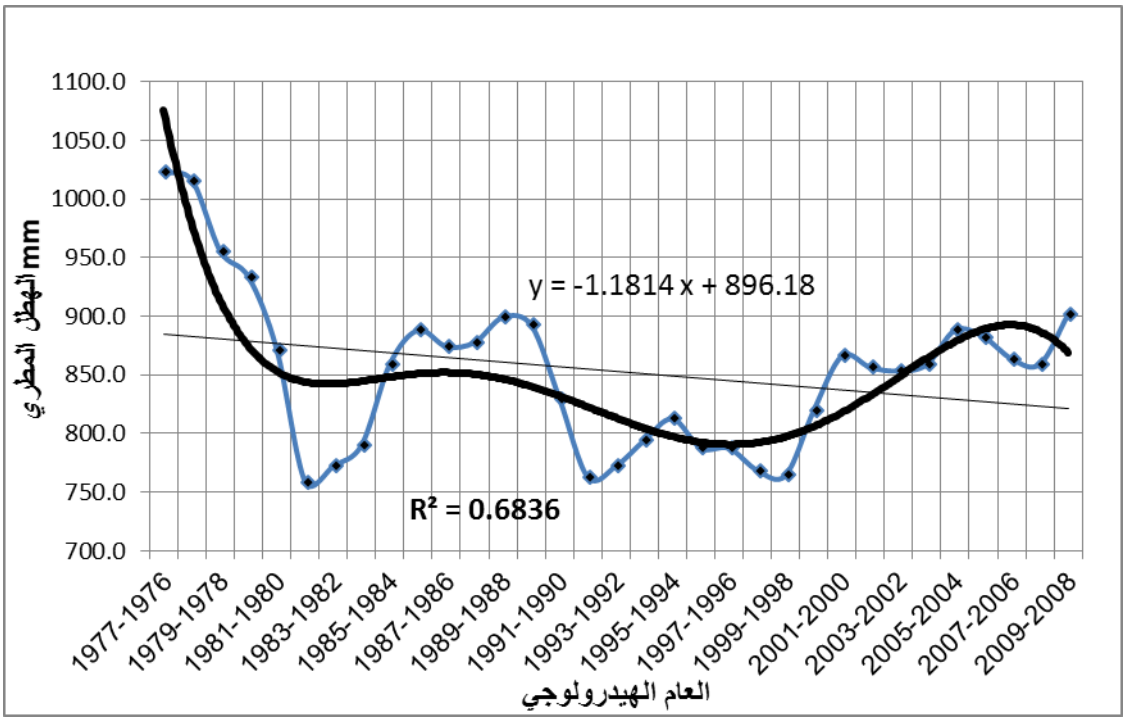
أما بالنسبة لمحطة العنازة فقد سجلت قيم الهطل المطري أعلى قيمة لها 1991 mm في عام 92-91، وأدنى قيمة 898 mm عام 79-78، في حين تراوحت كميات الهطل خلال مدة الرصد المتبقية زيادةً ونقصاناً حول معدلها العام والبالغ 1158 mm. إن الاتجاه العام لتغير الهطل في محطة العنازة هو التناقص وقد بلغ 4.5 mm في العام خلال مدة الرصد، كما كانت الدورية حوالي 15 سنة، (الشكل b-3).

وفي محطة حمام واصل كان الاتجاه العام لتغير كميات الهطل المطري هو التناقص، حيث بلغ هذا التناقص 7.34 mm في العام خلال مدة الرصد. بلغت أعظم كمية لمياه الهطل 1736 mm عام 98-97، وأدنى كمية 782 mm عام 89-88، بينما تراوحت قيم الهطل في باقي السنوات حول معدلها العام البالغ 1168 mm، والدورية تقريباً 20 سنة، (الشكل b -4).

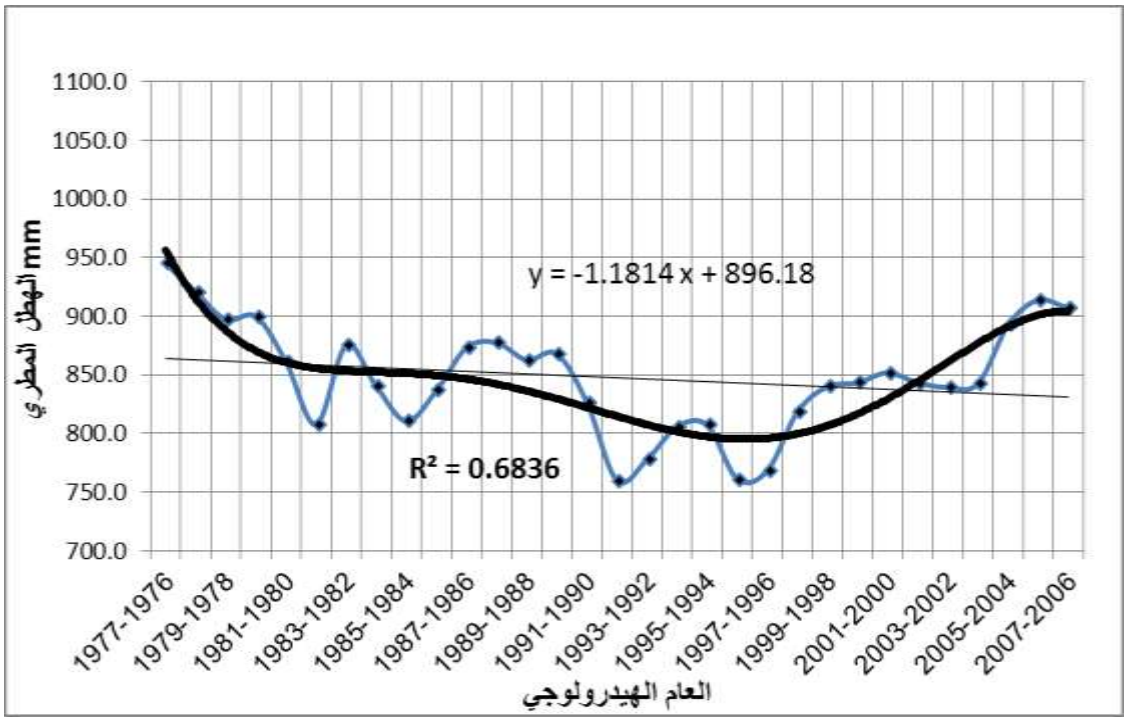
أما في محطة القدموس فقد تراوحت قيم الهطل المطري زيادة ونقصاناً حول معدلها البالغ 1225mm، ووصلت القيمة الأعظمية للهطل إلى 1847 mmعام 2003-2002، وأدنى قيمة 816 mm عام 2012-2011. وكان الاتجاه العام لتغير الهطل في محطة القدموس هو التناقص، وقد بلغ هذا التناقص 3.47 mm في العام خلال فترة الرصد، بدورية تصل إلى حوالي 20 سنة، (الشكل b-5).



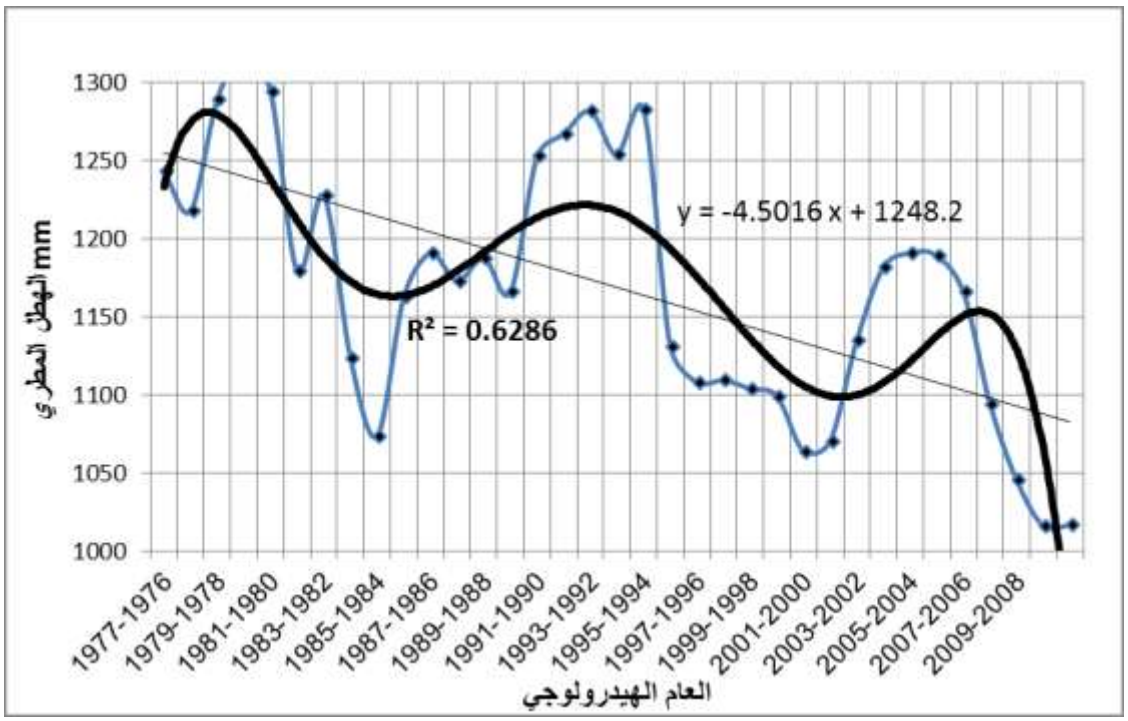
الشكل(2-a): المتوسط المتحرك(n=5) للهطل المطري في محطة السن.



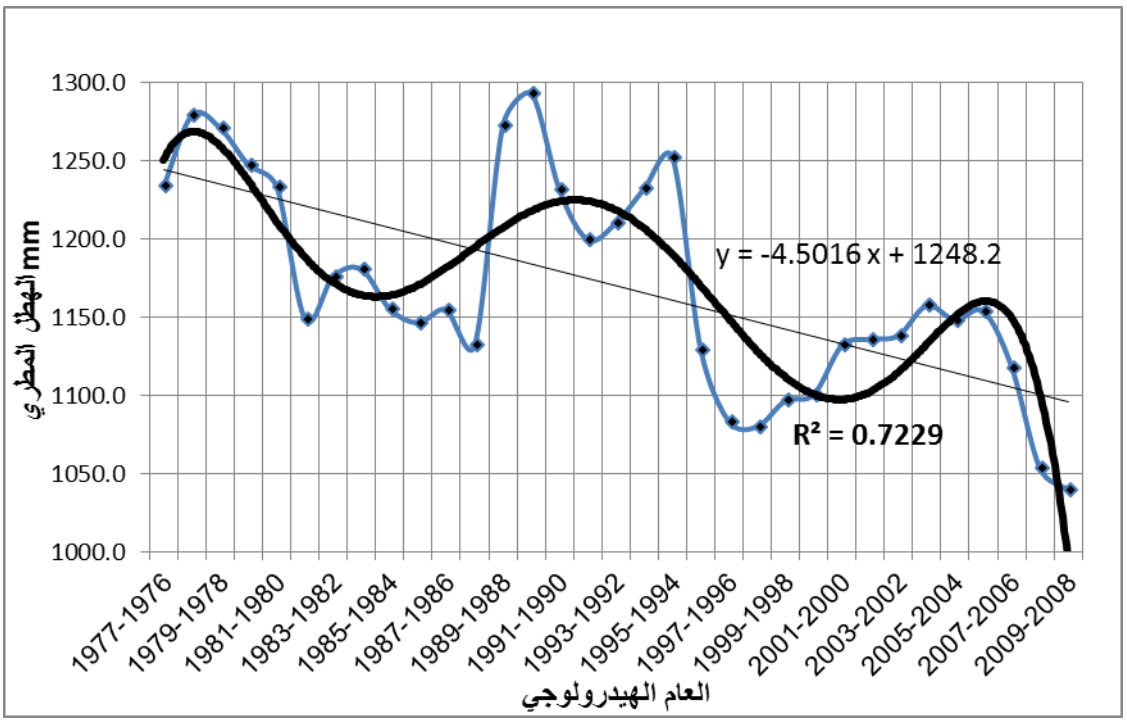
الشكل(2-b): المتوسط المتحرك(n=7) للهطل المطري في محطة السن.



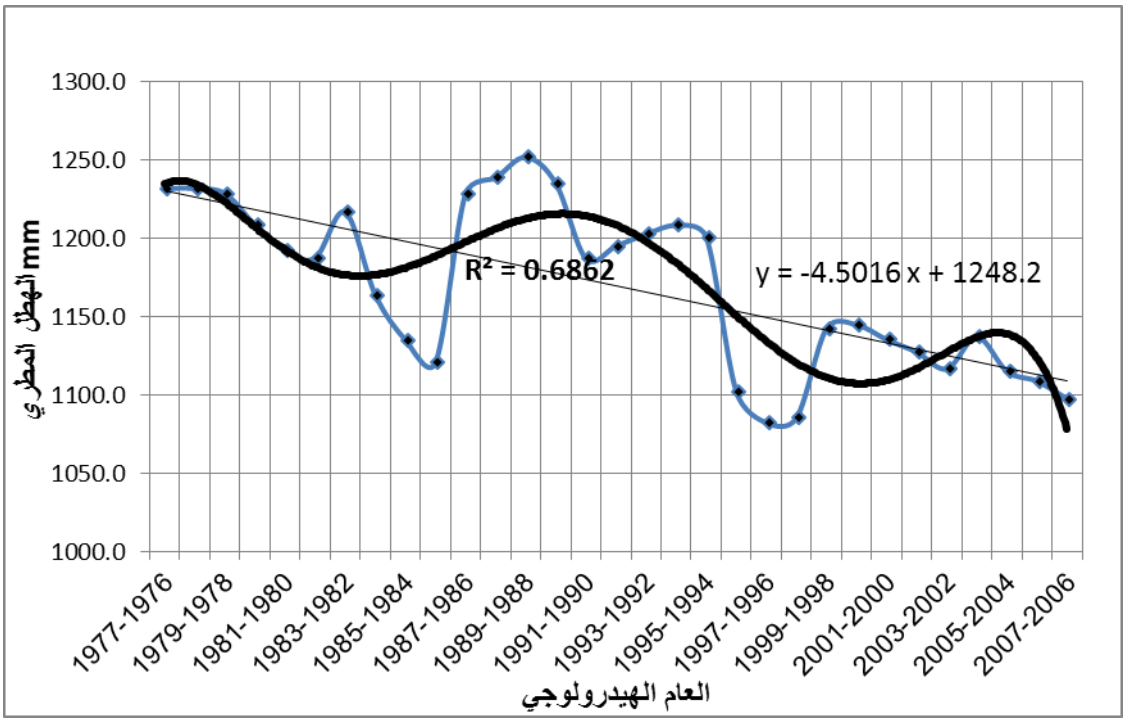
الشكل(c-2): المتوسط المتحرك(n=9) للهطل المطري في محطة السن.



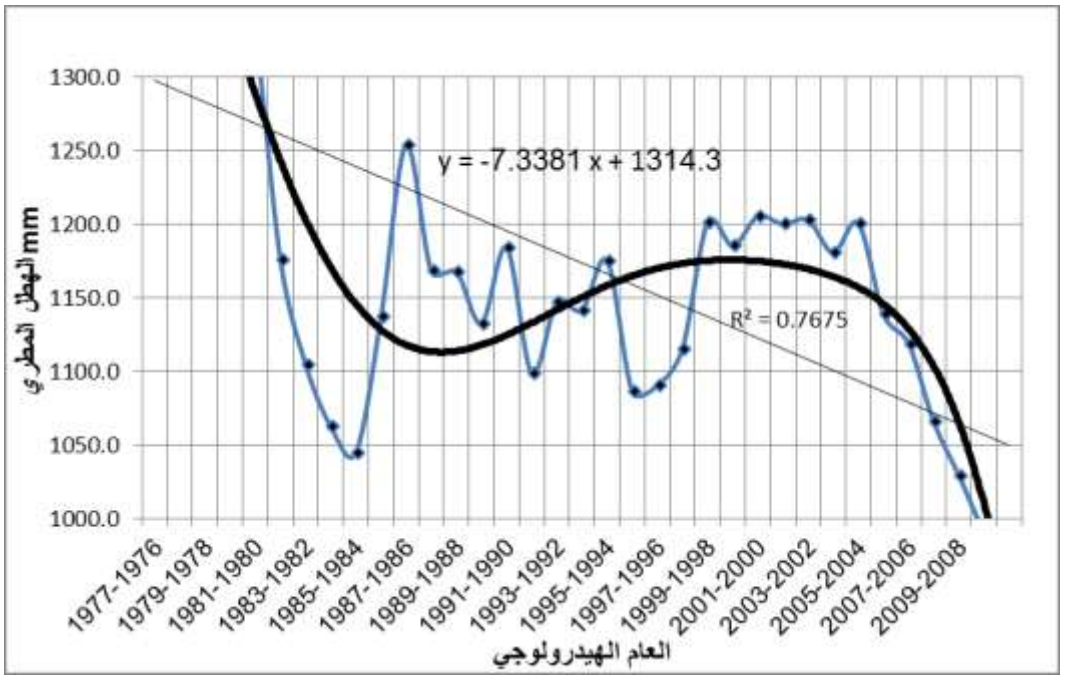
الشكل(a-3): المتوسط المتحرك(n=5) للهطل المطري في محطة العنازة.



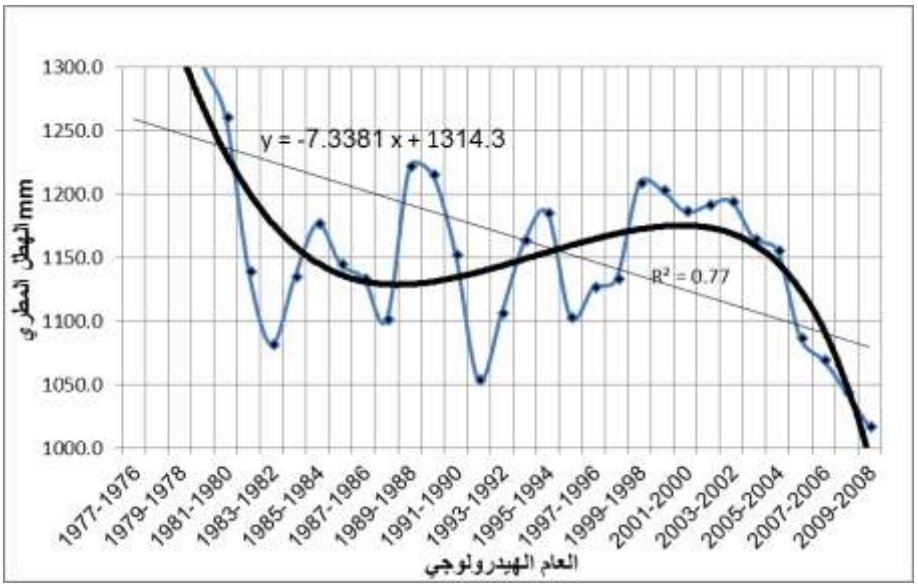
الشكل(3-b): المتوسط المتحرك(n=7) للهطل المطري في محطة العنازة.



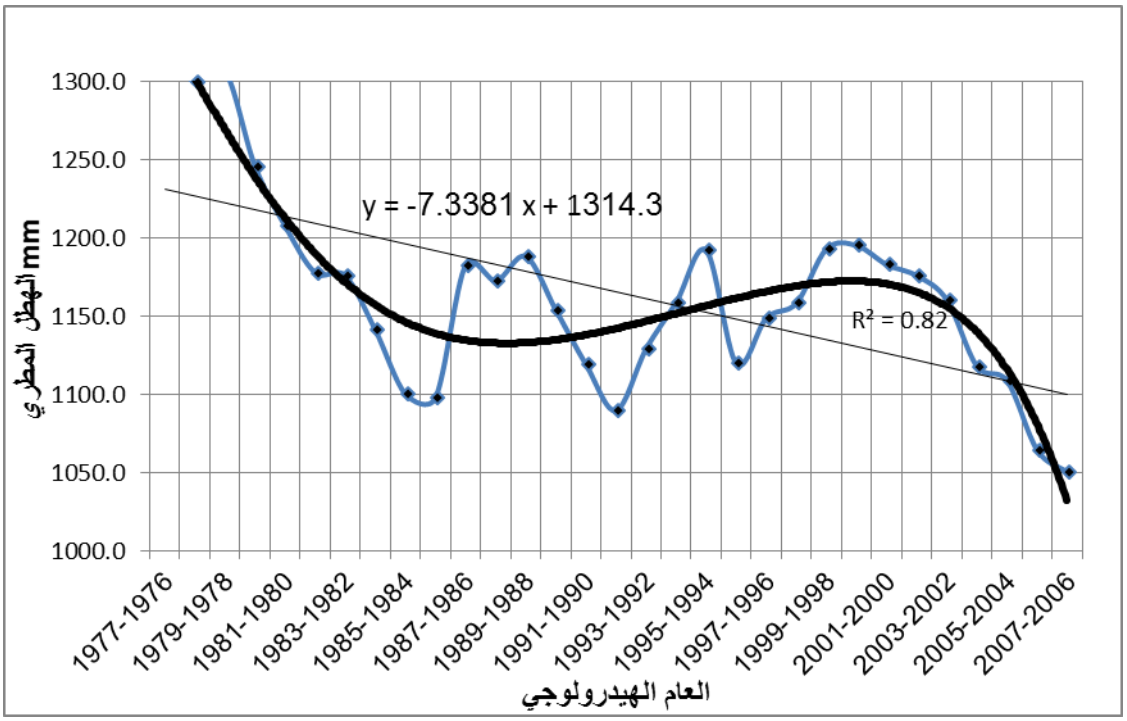
الشكل(3-c): المتوسط المتحرك(n=9) للهطل المطري في محطة العنازة.



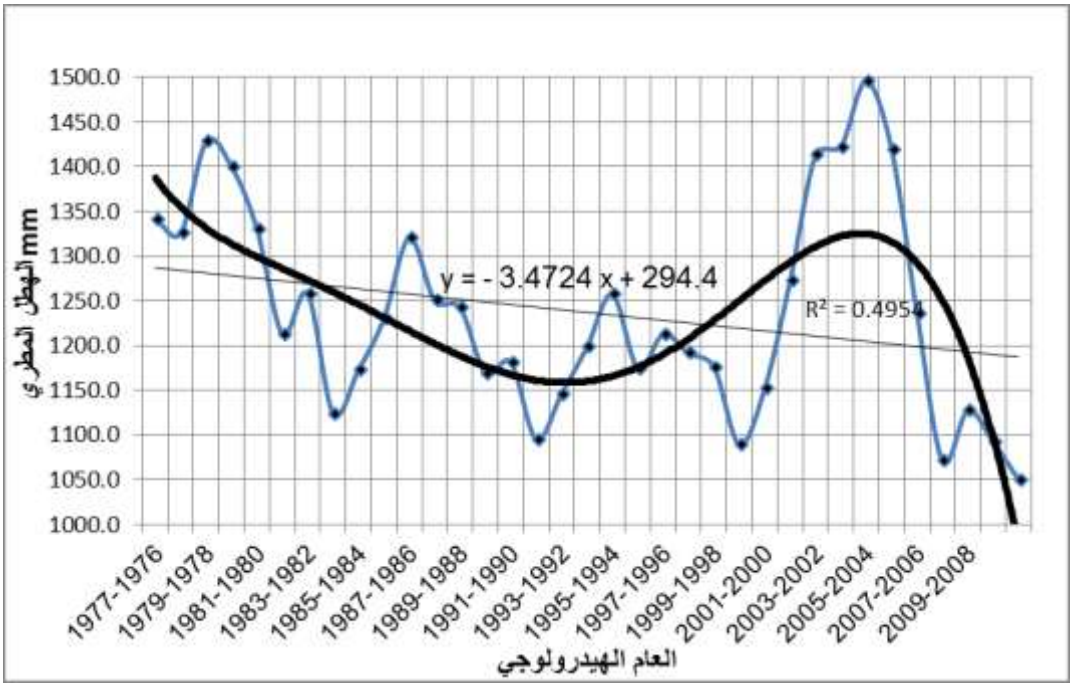
الشكل(4-a): المتوسط المتحرك(n=5) للهطل المطري في محطة حمام واصل.



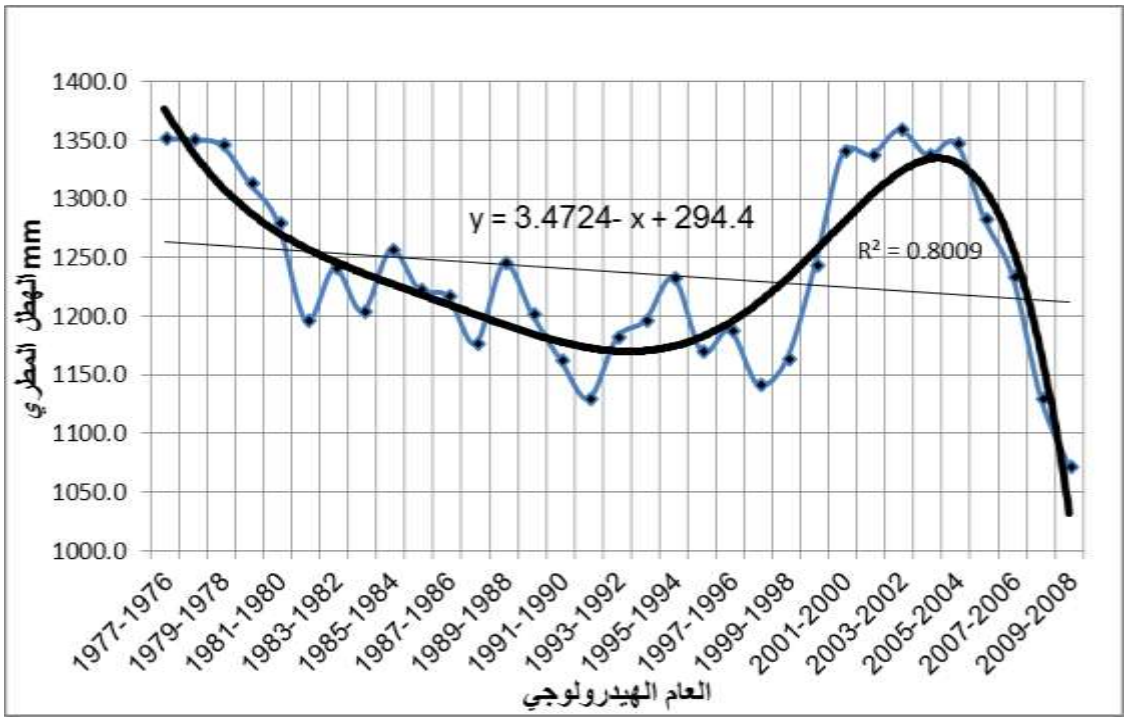
الشكل(4-b): المتوسط المتحرك(n=7) للهطل المطري في محطة حمام واصل.



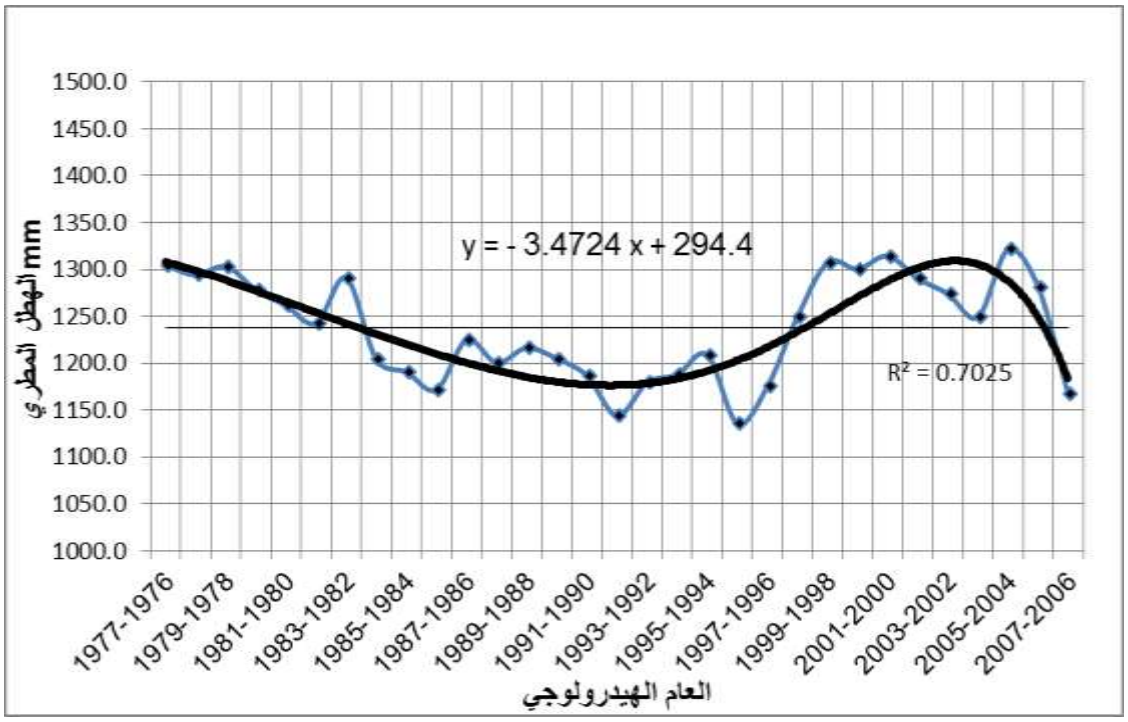
الشكل(4-c): المتوسط المتحرك(n=9) للهطل المطري في محطة حمام واصل.



الشكل(5-a): المتوسط المتحرك(n=5) للهطل المطري في محطة القدموس.



الشكل(5-b): المتوسط المتحرك(n=7) للهطل المطري في محطة القدموس.

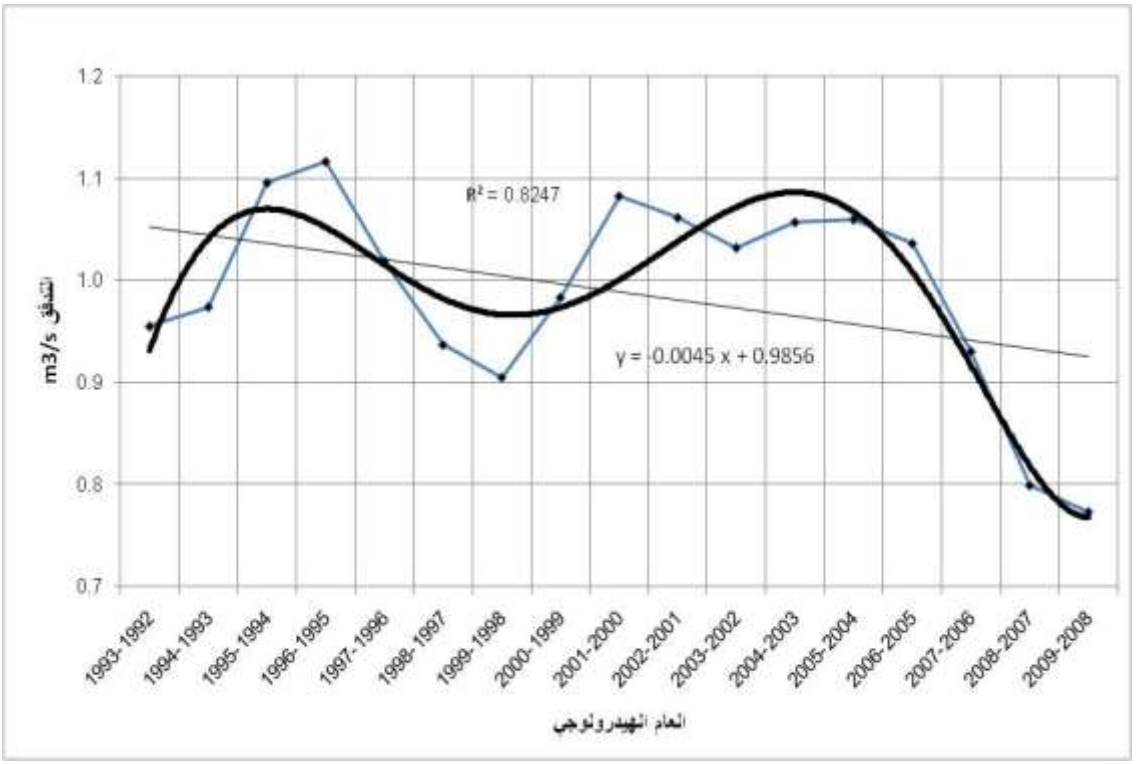


الشكل(5-c): المتوسط المتحرك(n=9) للهطل المطري في محطة القدموس.

تدفق النبع

إن الجيولوجيا السائدة في حوض نبع بانياس يغلب عليها انتشار تشكيلات الكريتاسي المختلفة المؤلفة من الحجر الكلسي والحجر الكلسي المارلي على الحوض الصبّاب كلّه ، وتتصف هذه التشكيلات بنفوذية عالية في المناطق العليا للحوض بسبب انتشار الفوالق، أما في أواسط الحوض وأسفله فتنتشر التشكيلات الكلسية المارلية ذات النفوذية المتوسطة والضعيفة. يتفجر نبع بانياس (الذي يشكل نهر بانياس) في نهاية الحوض الغربية وعلى بعد حوالي 1 كم من المصب في البحر على منسوب(15+) م عن سطح البحر، ويبلغ تصريفه السنوي ما بين (50–47) مليون متر مكعب سنوياً.

تمَّ تحليل بيانات تدفقات نبع بانياس المدة 2012-1989م، وقد بلغت أكبر قيمة لهذه التدفقات $1.72m^3/sec$ عام (93-92)، وأدنى قيمة لها $0.35\ m^3/sec$ عام (91–90)، ويلاحظ التباين في كميات التدفق من سنة إلى أخرى، إذ بلغ الانحراف المعياري $0.3595\ m^3/sec$ عن المعدل $0.938\ m^3/sec$. ولقد كانت كميات التدفق أقل من المعدل خلال 10 سنوات، أي 43% من مدة الدراسة (23 سنة)، بينما زادت على المعدل في 13 سنة (57%)، وكان الاتجاه الغالب لتغير التدفق هو التناقص، إذ بلغ التناقص $0.0045\ m^3/s$ في السنة خلال مدة الرصد. وتبين أنه يبلغ زمن عودة الدورية حوالي 20سنة، (الشكل-6).



الشكل (6): المتوسط المتحرك لتدفق نبع بانياس.

النموذج الرياضي للعلاقة بين الهطل والتدفق:

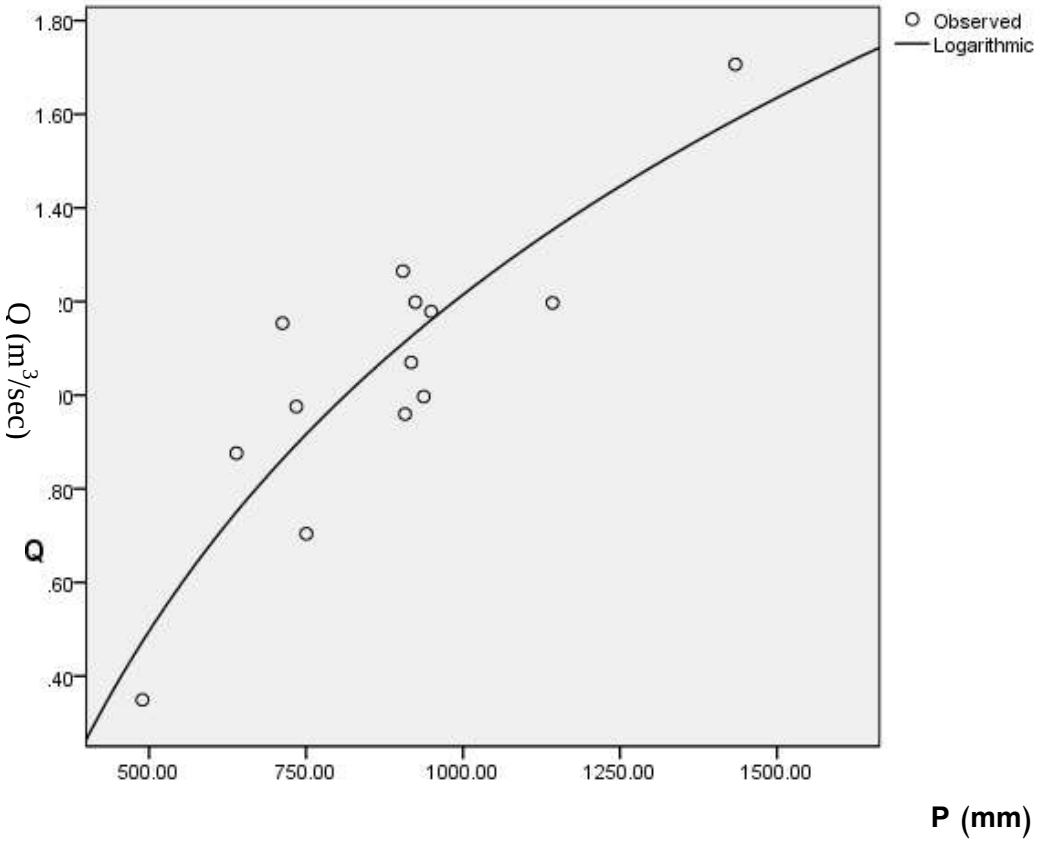
تمّ اعتماد برنامج Spss وبرنامج Excel ، للوصول إلى علاقة النموذج التي يمكن من خلالها التنبؤ بقيم تدفقات نبع بانياس بدلالة قيم الهطل المطري، حيث تم اختيار 23 قيمة مقيسة للتدفقات نتجت عن 23 قيمة مقابلة للهطل المطري السنوي، واستخدمت خمس عشرة قيمة لاستنتاج العلاقة الرياضية التي تربط الهطل بالتدفق، وثماني القيم الباقية من أجل تحقيق المعادلة التي تم الحصول عليها.

وباستخدام برنامج الـ spss واختبار المعادلة الأفضل لتمثيل العلاقة بين الهطل والتدفق في نبع بانياس، كانت المعادلة اللوغاريتمية هي الأفضل من بين المعادلات الخطية والأسية ومعادلة القوة والمتعددة الحدود.

وكانت من الشكل الآتي:

$$Q = 1.9135 \ln(P) - 11.95. \qquad P > 600 \text{ mm}$$

علماً أن أصغر قيمة للهطولات السنوية خلال مدة المراقبة هي 607.75 mm.



الشكل (7) الشكل البياني للعلاقة Q = f(P)

P– الهطل السنوي mm فوق الحوض الساكب.

Q– التدفق m^3/sec.

يبين الجدول (2) قيم الهطل والتدفق التي تم الاعتماد عليها للحصول على العلاقة المطلوبة.

الجدول (2): قيم التدفق والهطل المستخدمة للحصول على العلاقة

العام	الهطل المطري (mm)	التدفق (m^3/sec)	العام	الهطل المطري (mm)	التدفق (m^3/sec)
89-90	662.25	0.88	01-02	730.67	0.55
90-91	445.34	0.35	02-03	896.71	1.20
91-92	607.75	0.39	03-04	1285.81	1.71
92-93	1200.26	1.71	04-05	978.08	1.18
93-94	850.03	1.01	05-06	930.14	1.07
94-95	920.65	1.20	06-07	913.49	1.00
95-96	920.87	1.15	07-08	807.31	0.67
96-97	803.04	0.96	08-09	726.28	0.55
97-98	797.39	0.68	09-10	933.15	1.00
98-99	895.69	1.26	10-11	739.17	0.59
99-00	703.72	0.98	11-12	799.63	0.81
00-01	763.59	0.70			

وقد تم حساب قيم التدفق للسنوات الثمانية الباقية بهذه العلاقة (من أجل تحقيق العلاقة)، وقد كانت قريبة جداً من القيم المقيسة، وكانت الفروق بين قيم التدفقات المقيسة وقيم التدفق المحسوبة بالمعادلة التي توصلنا إليها مقبولة، ويبين الجدول (3) هذه النتائج.

الجدول (3): المقارنة بين النتائج المقاسة والمحسوبة

التدفق المقيس $Q(m^3/sec)$	الهطل السنوي (mm)	التدفق المحسوب Q_1 (m^3/sec)	$Q - Q_1$ (m^3/sec)
1.01	850.03	0.96	0.05
1.20	920.65	1.11	0.09
1.15	920.87	1.11	0.04
1.20	896.71	1.06	0.14
1.71	1285.81	1.75	-0.04
1.18	978.08	1.22	-0.05
1.07	930.14	1.13	-0.06
1.00	913.49	1.09	-0.10
متوسط الخطأ	$\sum(Q - Q1)/8 = 0.07/8 = 0.00875$ (m^3/sec)		

الاستنتاجات والتوصيات:

1- هناك تناقص للهطل المطري في جميع المحطات تتراوح قيمته بين mm (1.2-7.3) في العام خلال مدة الرصد، وكذلك تناقص للواردات المائية للنهر بلغت قيمته $0.0045\ m^3/sec$ في السنة، ولهذا التناقص دورية يبلغ زمن عودتها عشرين سنة.

2- إنَّ تغير التدفقات له علاقة وثيقة جداً بتغير الهطل المطري، إذ إنَّ الدورية التي يخضع لها الهطل المطري، تشابه الدورية التي تتبع لها التدفقات، فضلاً عن أنَّ لهما الاتجاه نفسه ، وهو التناقص.

3- يمكن استخدام المعادلة الرياضية التي تم التوصل إليها، والتي تربط التدفق بالهطل للتنبؤ بالتدفقات المحتمل حدوثها، ابتغاء التصميم الأمثل والاقتصادي للمنشآت المائية المراد إنشاؤها، وكذلك في استكمال أية بيانات ناقصة يمكن أن تحدث نتيجة عطلٍ في الأجهزة أو لأي سبب آخر.

4- ضرورة إعادة تقييم الموارد المائية المتاحة تحت تأثير سيناريوهات التغيرات المناخية المحتملة، ووضع خطط جديدة لتطويرها.

المراجع:

1. WORLD BANK. *Making the most of scarcity accounting for better water management in Middle East and North Africa*. MENA development report on water, 2007.
2. مشروع نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية /رقم المشروع (00045323) برنامج الأمم المتحدة الإنمائي شباط 2009.
3. عمار، غطفان، تأثير التغيرات المناخية على الواردات المائية لنهر الحصين، مؤتمر الخليج التاسع للمياه، سلطنة عمان 23-25 آذار 2010.
4. SMITH, R.B.; J. FOSTER.; N. KOUCHOUKOS.; P.A. GLUHOSKY.; R. YOUNG AND E. DE PAUW. *Spatial analysis of climate, landscape, and hydrology in the Middle East: modeling and remote sensing*. Center for Earth Observation Report No.2, Yale University.2000.
5. LEHNER, B.; HENRICHS, T.; DOLL, P.; ALCAMO, J. *Model based assessment of European water resources and hydrology in the face of global change.* World Water Series 5, Center for Environmental Systems Research, University of Kassel.2001.
6. YOICHI FUJIHARA.; KENJI TANAKA.; TSUGGUIHIRO WATANAABE.; TAKANORI NAGANO AND TOSHIHARU KOJIRI. *Assessing the impacts of climate change on the water resources of the Seyhan River Basin in Turkey: Use of dynamically downscaled data for hydrologic simulations*. Journal of Hydrology.2008. 33-48.
7. KRESIC, NEVEN; STEVANOVIC, ZORAN. *Groundwater hydrology of spring*. 2010, 565.
8. الأسعد، علي؛ عمار، غطفان. *الهيدرولوجيا الهندسية*. جامعة تشرين. 2010، 506.