مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (2) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (2) 2013

تأثير التغيرات المناخية على تدفقات نهر الكبير الشمالي

الدكتور غطفان عبد الكريم عمّار*
الدكتور علي محمد الأسعد**
الدكتور عباس عبد الرحمن***
الدكتور شريف حايك****

(تاريخ الإيداع 20 / 1 / 2013. قُبِل للنشر في 27/ 2 / 2013)

∇ ملخّص ∇

ينبع نهر الكبير الشمالي من جبل الأقرع والجبال الساحلية، ويعتبر أكبر أنهار المنطقة الساحلية، تبلغ مساحة حوضه الساكب 1097 كم^2، ويصب في البحر عند الحدودالجنوبيةلمدينة اللاذقية. تهدف الدراسة إلى تحديد تأثير التغيرات المناخية على تدفقات نهر الكبير الشمالي، وبما أنَّ الهطل المطري هو العامل الرئيسي في تشكيل الجريان السطحي في حوض النهر، فقد تمَّ دراسة تغيرات الهطل المطري في المحطات المناخية الواقعة ضمن الحوضوفي محيطه، ولفترة زمنية تجاوزت ثلاثين عاماً. وتوصَّلت الدراسة إلى أنَّ الاتجاه العام لتغير الهطل المطري والجريان السطحي مع الزمن هو التناقص، وقد تراوحت قيم تناقص الهطل المطري في المحطات المدروسة بين (12.5 –0.4) mm في العام، وبلغت بالنسبة للجريان السطحي $0.08m^3/s$ في العام، وتوصلت الدراسة إلى علاقة رياضية تمكننا من التنبؤ بتدفقات النهر بعد معرفة قيم الهطل اليومية.

الكلمات المفتاحية : الجريان السطحي، الحوض الساكب، التغيرات المناخية، نهر الكبير الشمالي.

* أستاذ – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
** أستاذ – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
*** مدرس – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
**** أستاذ مساعد – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (2) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (2) 2013

Impact of Climate Changes on the Discharges Of AL-KABEER AL-SHEMALE River

Dr.GhatfanAMMAR*
Dr. Ali ALASAAD**
Dr.Abbas ABDALRAHMAN***
Dr. Sharif HAYEK****

(Received 20 / 1 / 2013. Accepted 27 / 2 / 2013)

∇ ABSTRACT ∇

Al-Kabeer Al-Shemale river rises from Aqraa Mountain and coastal mountains, it is considered one of the largest rivers inthe coastal area.Its catchment area is 1097 km^2, and empties into the sea to the southern of Lattakia.The study aims to determine the impact of climate change on the river discharge. Since the rainfall is the major factor in the runoff formation in the river catchment, the rainfall changes have been studied in climatic stations located within the catchment and its surroundings, and for a period of time exceeding thirty years. The study found that the general trend of rainfall change and runoff with time is decreasing, declining rainfall values ranged in the studied stations between (0.4-12.5) mm per year, and the runoff reached 0.08m^3/s in the year.A mathematical equation, predict river discharge after knowing the values of daily precipitation, has been concluded.

Keywords: runoff, catchment area, climate changes, al-Kabeer al-ShemaleRiver.

*Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

*** Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

****Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة

يُعدّ تغيّر المناخ مشكلة عالمية طويلة الأمد تنطوي على تفاعلات معقدة بين العوامل البيئية ومختلف الظروف الحياتية،ويترتب على هذا التغير المناخي تأثيرات على درجة كبيرة من الأهمية على المستوى الدولي والإقليمي بما فيها المنطقة العربية ومنهاسورية.

إن التغير المناخي وما سيرافقه من تغيرات في درجات الحرارة ومعدلات الهطل المطري، ستكون له نتائج سلبية على مختلف مناحي الحياة ولا سيما الموارد المائية.

وتشير الدراسات إلى أن التغيرات المناخية المتوقع حدوثها خلال هذا القرن، ستؤدي إلى حدوث تغيرات كبيرة في الدورة الهيدرولوجية، كما أنه من المتوقع أن تأتي هذه التغيرات مصحوبة بأنماط جديدة لهطول الأمطار وكذلك حدوث فيضانات وحالات جفاف [1].

تعتبر المياه الجوفية في سورية مصدراًمهمّاً للمياه وتزداد هذه الأهمية بازدياد تعاقب فترات الجفاف. فقد أظهر التقرير التقييمي لمشروع تنمية الريف الشمالي الشرقي لسورية، أنه في عام 2001، ازداد عدد الآبار المحفورة في المنطقة بمقدار 21 %، كما أنه توقع زيادة في انخفاض مناسيب المياه الجوفية نتيجة تناقص التغذية. كذلك من المهم إبراز حالة نوعية المياه، حيث تدهورت نوعية المياه الجوفية الضحلة في معظم المناطق ذات النشاطات الزراعية والصناعية.

وتواجه المياه السطحية المشكلة نفسها حيث تعاني معظم الأنهار في القطر من تدهور في نوعية المياه نتيجة للنشاطات الإنسانية والصناعية والزراعية[2].

وفي دراسة أعدها (عمار، 2009) عن تأثير التغيرات المناخية على الواردات المائية لنهر الحصين، تبين أن هناك تناقصاً في الهطل المطري في المحطات الموجودة في حوض النهر تراوح بين %(11 – 7) خلال فترة الدراسة التي تجاوزت الأربعين عاماً، وأن هناك تناقصاً في الواردات المائية لنهر الحصين بلغت قيمته 7.6% خلال نفس الفترة.[3].

وبينت دراسة أخرى أعدها (عمار، 2012) عن تأثير التغيرات المناخية على تدفقات نبع السن، أن هناك تناقصاً في الهطل المطري في محطات الحوض في العام تراوحت قيمته بين 9 mm و20 mm، وكذلك تناقصاً في تدفقات النبع بلغت قيمته $0.127\ m^3/s$. [4]

يواجه قطاع المياه في سورية تحدياً آخر يتمثل في ترابط التغيرات الكبيرة في الهطل مع انخفاض قيم الهطل، خاصة في الجزء الجاف من القطر،(World bank,2007) الذي يتميز بمتوسط هطل مطري صغير جدًا، بحيث أن هطلاً متواضعاً يؤثر على قيمة المتوسط [5].

يشير تقرير (IPCC 2007) إلى أنّ الهطلات المطرية الشتوية على إقليم البحر المتوسط والمناطق الشمالية من شبه الجزيرة العربية، ستنخفض بمقدار 10–20%، وسيكون لهذه التغيرات المتوقعة في الوطن العربي تأثيراً مباشراً على موارده المائية، يتمثل بنقص في تغذية المياه الجوفية، وانخفاض الجريانات السطحية[6].

وقد أشارت الدراسات (Doll and Florke, 2005) إلى أن تغذية خزانات المياه الجوفية ستنخفض بمقدار %(70 – 30) في المناطق الجنوبية والشرقية من حوض البحر المتوسط نتيجةً لانخفاض الهطلات المطرية وارتفاع درجات الحرارة [7].

وفي دراسة أعدَّها (Abdulla u Al-Omari, 2008) 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 12-40%، وإذا ترافق ارتفاع درجات الحرارة بمقدار أربع درجات مئوية مع انخفاض الهطلات المطرية بمقدار 20% فإن جريان النهر سينخفض بمقدار 70%[2].

وفي الجزائر أشار تقرير الحكومة الجزائرية(Giannakopoulos et al., 2005)، إلى أن زيادة درجات الحرارة درجة مئوية واحدة سيؤدي إلى انخفاض الهطلات المطرية بمقدار 15%، وتقليل حجم الجريان السطحي بمقدار 30%[2].

بيّنت نتائج دراسات نمذجة تأثير المناخ على جريان نهري الفرات ودجلة في الحوز الأعلى(Smith et al., 2000) أن زيادة أو نقصان الهطل المطري بمقدار 25% سوف يخفض جريان نهر الفرات بمقدار 42% أو يزيد بمقدار 50%(تقريباً ضعف نسبة التغير في الهطل)[2].

كما توقعت دراسات أخرى (Lenher et al.,2001 and EEA, 2004) نقصاناً في الجريان السطحي في أعالي حوض الفرات ودجلة بمقدار %(25-10)في عام 2070 مقارنةً بعام 2000 [2].

طوّر المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) بالتعاون مع المعهد الاتحادي لعلوم الأرض والموارد المائية (BGR) ومعهد استكهولم للبيئة (SEI) نظاماً لدعم اتخاذ القرار (DSS) في إدارة الموارد المائية,(ACSAD&BGR TECHNICAL COOPERATION PROJECT, 2007) من خلال تطبيق عدة سيناريوهات، حيث تم تقدير التأثيرات المناخية في منطقة شرق البحر المتوسط والشرق الأدنى، من قبل (Kunstmann et al., 2007) وقد لوحظ وجود انخفاض واضح في الهطل المطري يصل إلى 20% في منطقة الزبداني غرب دمشق[8].

وقد استخدم نموذج مطور من قبل أكساد ومعهد (Streamflow simulator, 2007)(BGR) لنبع بردى من أجل التنبؤ بتأثير التغير المناخي على تدفقات النبع، حيث بيّن هذا النموذج أنه من أجل تناقص في الهطل مقداره 4% (مكافئ لـ 25mm تناقص في الهطل السنوي) مترافق مع ازدياد السحب الجوفي من الآبار المحيطة بالنبع بقيمة 2.5% سنوياً، يسبب انخفاضاً في قيم تدفقات النبع تصل إلى 35% بعد ست سنوات[9].

أهمية البحث وأهدافه :

انطلاقاً من الأهمية الحيوية لنهر الكبير الشمالي في تأمين مياه الري لمساحات واسعة في سهول محافظة اللاذقية الجنوبية والشمالية، وتأمين المياه اللازمة للصناعة وبعض الاستخدامات الحرفية والتجارية، تعد دراسة تأثير التغيرات المناخية على نظام الجريان في الحوض أمراً ضرورياً، من أجل اتخاذ الإجراءات اللازمة للتخفيف من آثارها المتوقعة ووضع الاستراتيجيات المناسبة للتكيف معها.

إنّ العلاقة بين العناصر المناخية في المنطقة ونظام الجريان في حوض نهر الكبير الشمالي غير محددة، كما أنّ طبيعة تأثير تغيّر العوامل المناخية على نظام الجريان في الحوض غير واضحة بدقة، ولا تسمح بإدارة علمية جيدة للموارد المائية في المنطقة الساحلية، تلبي احتياجات التطور الاقتصادي الوطني. وبما أن الهطل المطري هو العنصر الرئيسي المشكل للجريان السطحي في حوض النهر، فقد تحددت أهداف البحث بما يأتي:

• معالجة المعطيات المناخية المطرية للمحطات المؤثرة على حوض نهر الكبير الشمالي، والواقعة ضمن وعلى محيط الحوض، وكذلك معطيات التدفق المقيسة على نهر الكبير الشمالي.

• تحديد اتجاه تغير الهطل المطري مع الزمن، وكذلك اتجاه تغير تدفقات نهر الكبير الشمالي مع الزمن أيضاً، وإيجاد نسب هذا التغير من حيث الزيادة والنقصان.

• وضع علاقة رياضية تربط بين الهطل وتدفق نهر الكبير الشمالي، مما يسمح بوضع تنبؤات مستقبلية تساعد الإدارة في وضع خطط الاستثمار الرشيدة للموارد المائية المستدامة، وفي وضع الخطط الاقتصادية التنموية للمنطقة المدروسة.

طرائق البحث ومواده :

يعتبر الهطل المطري العامل الرئيسي في تشكيل الجريان السطحي، في حوض نهر الكبير الشمالي، من أجل ذلك تمَّ دراسة تغيرات الهطل المطري في سبع محطات هطل مطري هي: 16 تشرين؛البيضا؛ الحفة؛ كسب؛ صلنفة؛ عين عيدو؛ وسلمى، موزّعة ضمن حوض نهر الكبير الشمالي وعلى محيطه، (الشكل 1) ولفترة زمنية تجاوزت الثلاثين عاماً.

الشكل (1): مواقع المحطات المدروسة في حوض نهر الكبير الشمالي

كما دُرست تغيّرات تدفق نهر الكبير الشماليخلال الفترة نفسها تقريباً. وتعتبر فترة الرصد الطويلة والمتوافرة لديناكافية من الناحية الإحصائية، لذلك يمكن الاعتماد على نتائج معالجة المعطيات فيها للوصول إلى استنتاجات علمية مفيدة.[10,11]،ويبيّن الجدول (1) المحطات المؤثّرة على الحوض وبياناتها.

الجدول (1) : المحطات المؤثرة على الحوض

المحطات	الإحداثيات		الارتفاع عن سطح البحر m	المعدل السنوي للهطل المطري mm	نسبة المساحة حسب تيسين%
	خط الطول	خط العرض			
كسب	35° 59’ 21"	35° 54’ 14"	490	1022	20
البيضا	36° 06’ 22"	35° 46’ 37"	515	968	21
عين عيدو	36° 06’ 05"	35° 44’ 34"	297	1075	10
16 تشرين	35° 38’ 34"	35° 55’ 06"	95	784	20
سلمى	36° 08’ 52"	35° 41’ 21"	760	875	14
الحفة	36° 03’ 01"	35° 36’ 40"	362	893	11
صلنفة	36° 10’ 02"	35° 36’ 31"	995	1114	4

استخدمنا برنامج EXCEL لتنسيق الجداول ورسم المنحنيات البيانية وخطوط الاتجاه وإخراج النتائج على الكومبيوتر.

النتائج والمناقشة :

يعتبر الهطل المطريمن أهم عناصر المناخ المؤثرة على تدفقات النهر، وبمعرفة تغيراته يمكن التوصل إلى تصوّر واضح عن تأثير تغيرات المناخ على تدفقاتنهر الكبير الشمالي، ومن أجل تحقيق ذلك دُرِست تغيرات الهطل المطري في محطات 16 تشرين، البيضا، الحفة، كسب، صلنفة، عين عيدو، سلمى. كما دُرست تدفقات نهر الكبير الشمالي وعلاقتها مع تغيرات الهطل المطري ضمن الحوض الساكب للنهر، وتمّ إيجاد العلاقة الرياضية بين تدفق النهر وبين الهطل المطري اليومي.

1- الهطل المطري

من خلال دراسة معطيات الهطل المطري للمحطات السبع الموجودة ضمن منطقة الدراسة، وخلال فترة الرصد التي تجاوزت الثلاثين عاماً، تمكنا من التوصل إلى تصور جيد عن تغير كميات الهطل المطري في الحوض الساكب لنهر الكبير الشمالي.

ففي محطة 16 تشرين بلغت كميات الهطل أكبر قيمة لها خلال فترة الرصد عام 86-87، حيث سُجلت 1021 mm، وبلغت أدنى قيمة لها عام 94-93، حيث سجلت 403 mm،وتراوحت خلال الأعوام المتبقية من فترة الرصد حول معدلها العام والبالغ 784 mm، الجدول (1).

إنّ الاتجاه العام لتغيّر الهطل المطري في محطة 16 تشرين هو التناقص وقد بلغ هذا التناقص 0.4 mm في العام خلال فترة الرصد، الشكل (2).

وفي محطة البيضا كانت أكبر قيمة لكميات الهطل 2000 mm في عام 88-87، وأدنى قيمة 601 mm عام 2001-2000، في حين تراوحت كميات الهطل خلال فترة الرصد المتبقية زيادةً ونقصاناً حول معدلها العام والبالغ 968 mm، الجدول (1).إنّ الاتجاه العام لتغير الهطل في محطة البيضا هو التناقص وقد بلغ 12.6 mm في العام خلال فترة الرصد، الشكل (2).

وفي محطة الحفة بلغت أعظم كمية لمياه الهطل 1230 mm عام 81-80، وأدنى كمية 400 mm عام 89-88، بينما تراوحت قيم الهطل في باقي السنوات حول معدلها العام البالغ 893 mm، الجدول (1).

إنّ الاتجاه العام لتغيّر كميات الهطل المطري في محطة الحفة هو التناقص، حيث بلغ هذا التناقص 4.6 mm في العام خلال فترة الرصد، الشكل (2).

أمّا في محطة كسب فقد وصلت القيمة الأعظمية للهطل إلى 1870 mmعام 87-86، وأدنى قيمة 452 mm عام 93-92، وتراوحت قيم الهطل في باقي الأعوام زيادة ونقصاناً حول معدلها العام والبالغ 1022 mm، الجدول (1).

والاتجاه العام لتغير الهطل في محطة كسب هو التناقص، وقد بلغ هذا التناقص 1.1 mm في العام خلال فترة الرصد، الشكل (3).

وبلغت القيمة العظمى للهطل في محطة صلنفة 1590 mm عام 87-86، وأدنى قيمة 712 mm عام 89-88، وتذبذبت قيم الهطل في الأعوام الباقية حول معدلها العام والبالغ 1114 mm، الجدول (1).

والاتجاه العام لتغيّر الهطل في محطة صلنفة هو التناقص، وقد بلغ هذا التناقص 3.6 mm في العام خلال فترة الرصد، الشكل (3).

الأمر نفسه لوحظ في محطتي عين عيدو وسلمى، فقد كانت أعظم قيمة للهطل في محطة عين عيدو 1581mm عام 87-86، وفي محطة سلمى 1489 mm عام81-80، وأدنى قيمة في المحطة الأولى 561 mm عام 2006-2005، وفي المحطة الثانية 370 mm عام 89-88، في حين تراوحت قيم الهطل في المحطتين زيادةً ونقصاناً حول المعدل العام لهما والبالغ 1075 mm في محطة عين عيدو، و875 mm في محطة سلمى، الجدول (1).

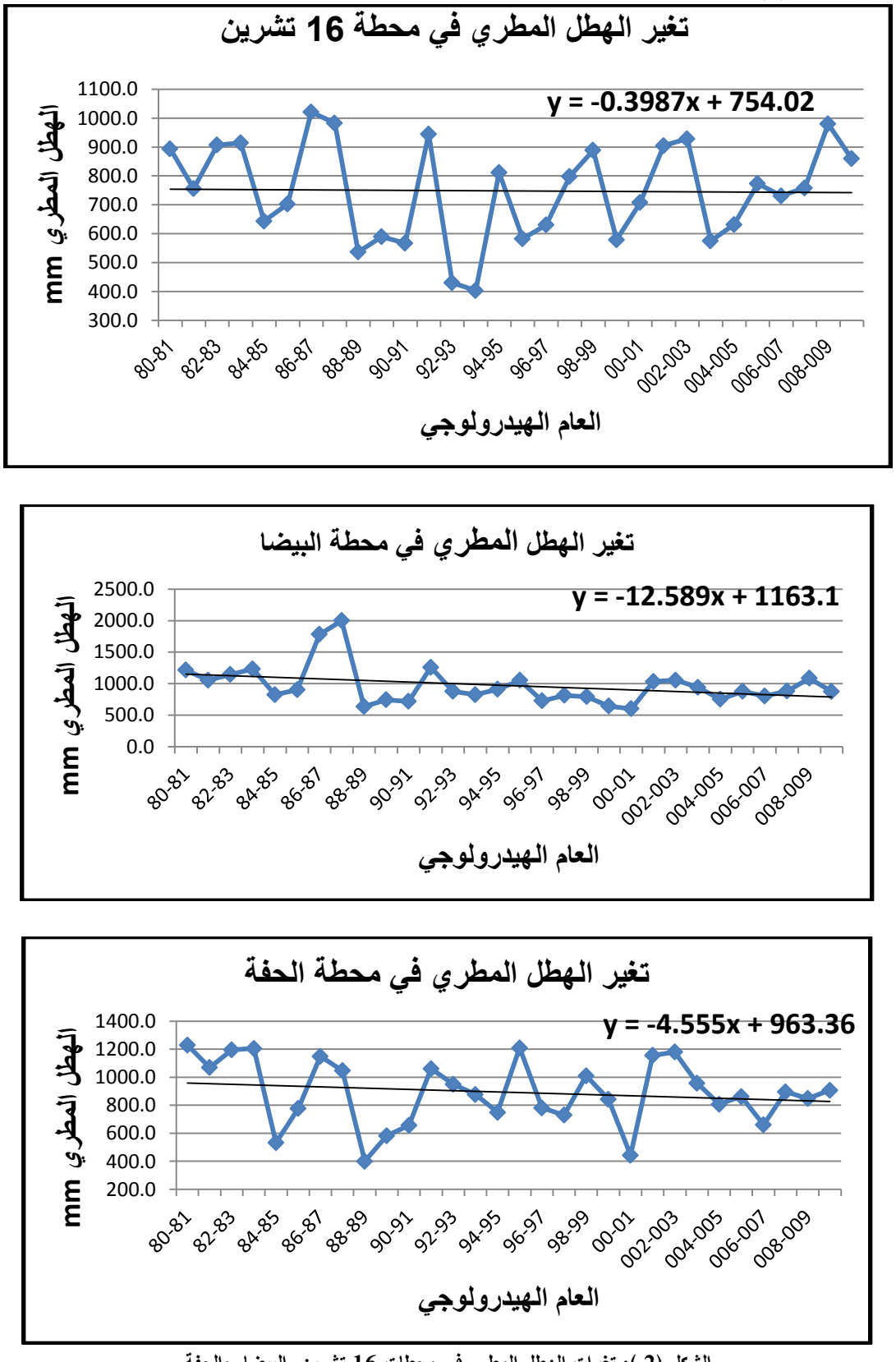
إنّ الاتجاه العام لتغيّر الهطل في محطتي عين عيدو وسلمى هوالتناقص الذي بلغ 7.6 mm في محطة عين عيدو، و7.2 mm في محطة سلمى في العام خلال فترة الرصد الشكلان (3، 4).

2- الجريان في نهر الكبير الشمالي

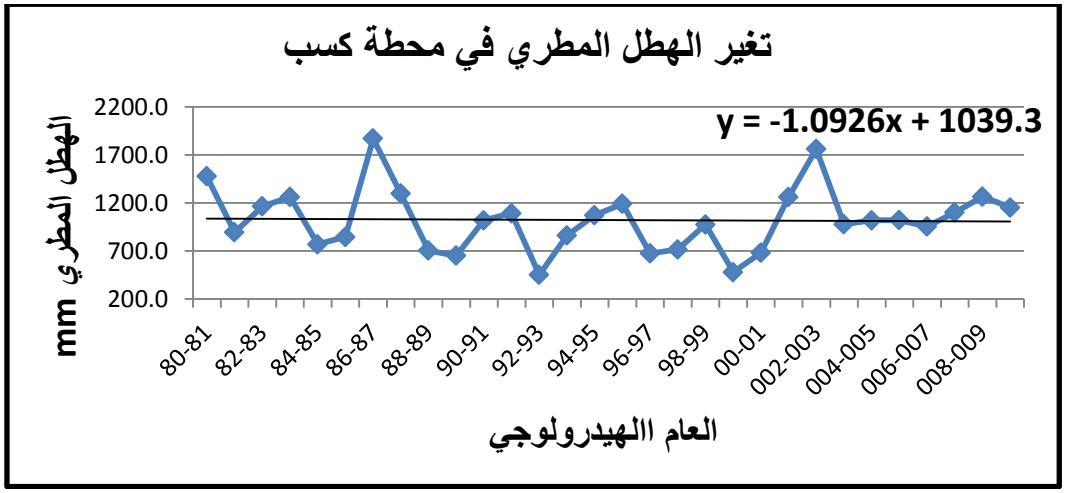
ينبع نهر الكبير الشمالي من جبل الأقرع والجبال الساحلية، ويعدّ أكبر أنهار المنطقة الساحلية، يقع القسم العلوي من النهر في أراضي لواء اسكندرون، وتبلغ مساحة الحوض الصباب في هذه المنطقة 180 كم^2، حيث تبلغ مساحة حوضه الصباب الإجمالي من المنبع حتى المصب 1097 كم^2، وتشكّل مساحة الحوض الصباب لسد 16 تشرين 996 كم^2، ويصب نهر الكبير الشمالي في البحر المتوسط عند الحدود الجنوبية لمدينة اللاذقية .

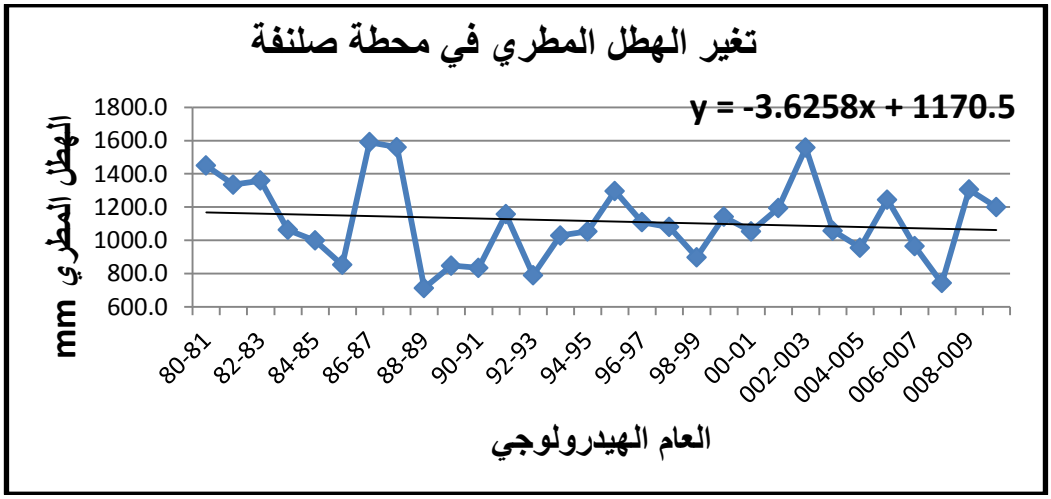
تمَّ تحليل بيانات التدفقات الوسطية السنوية لنهر الكبير الشمالي لأكثر من ثلاثين عاماً، وقد بلغت أكبر قيمة لهذه التدفقات 20 m^3/s عام 2005-2004، وأدنى قيمة لها 1m^3/s عام 2009-2008، في حين تراوحت قيمة التدفقات في الأعوام المتبقية من فترة الرصد حول معدلها العام والبالغ 6.82 m^3/s.

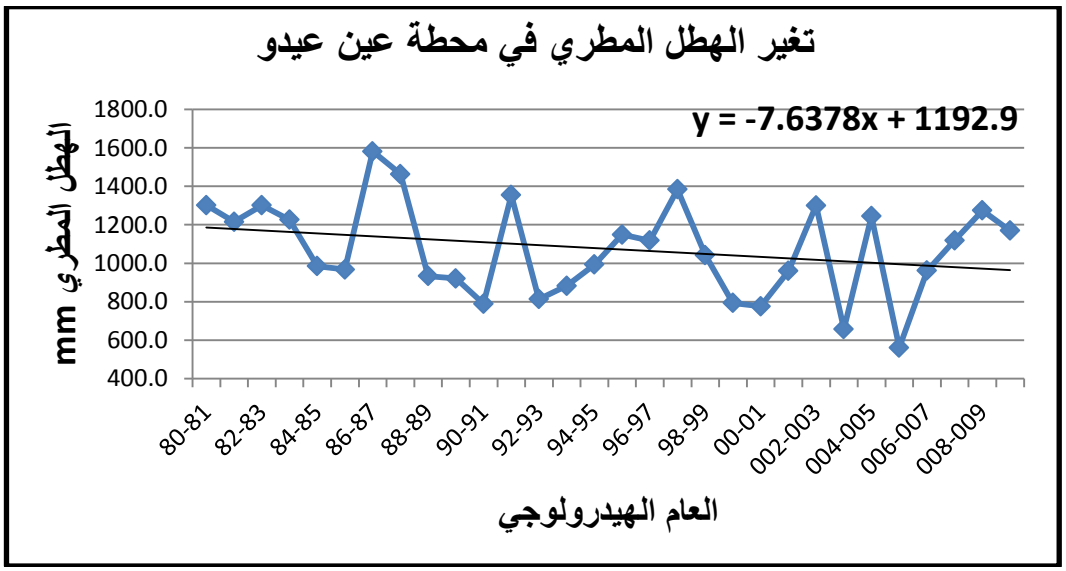
إنَّ الاتجاه العام لتغير تدفقات نهر الكبير الشمالي مع الزمن هو التناقص، وقد بلغ هذا التناقص $0.08m^3/s$ في العام، الشكل (5).



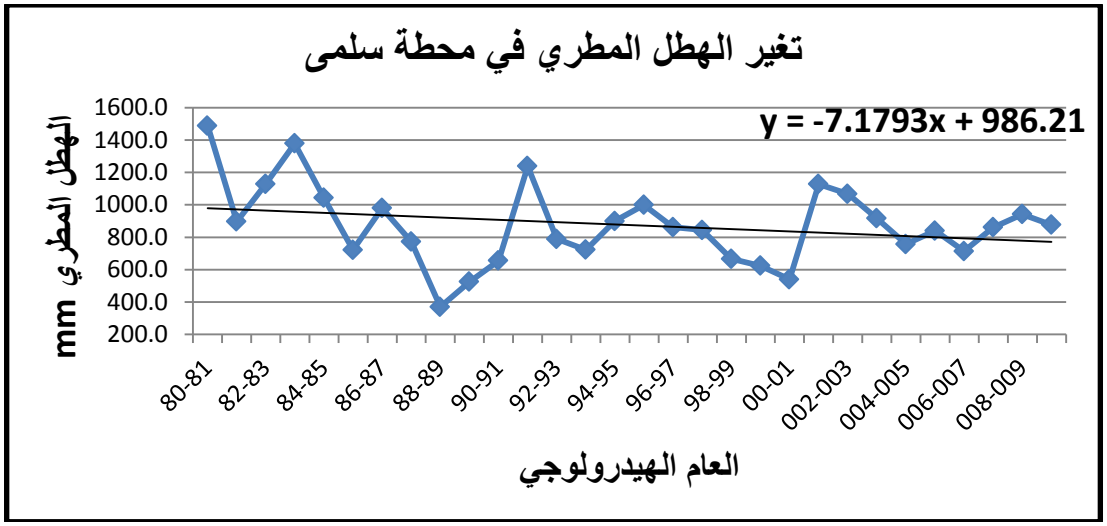
الشكل (2): تغيرات الهطل المطري في محطات 16 تشرين، البيضا، والحفة



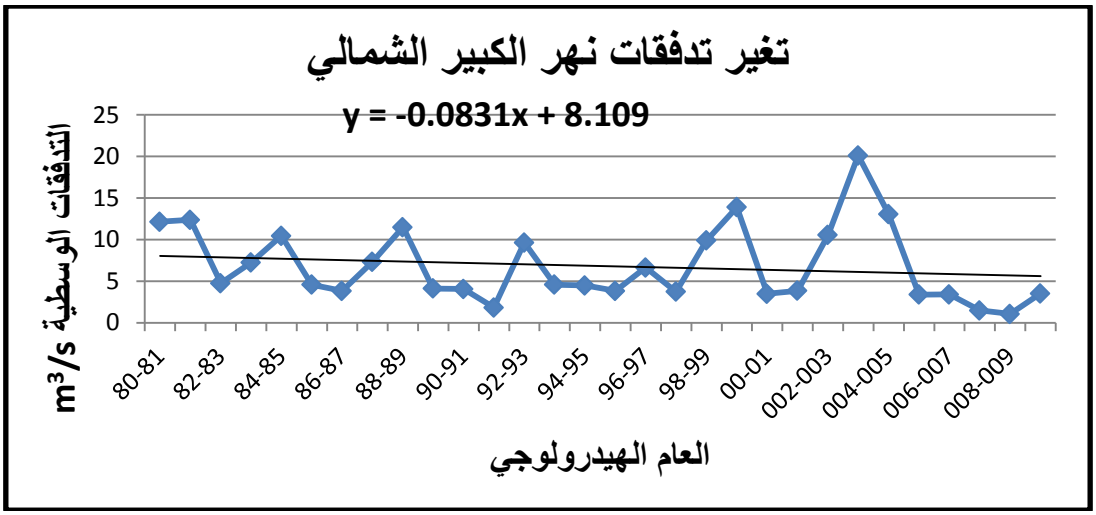




الشكل (3): تغيرات الهطل المطري في محطات كسب، صلنفة، وعين عيدو



الشكل (4): تغيرات الهطل المطري في محطة سلمى



الشكل (5): تغير تدفقات نهر الكبير الشمالي

إنَّ قيم الهطل المطري للمحطات السبع المدروسة خلال سنوات الرصد هي في تناقص مستمر، حيث تراوحت قيمته بين 12.5mm – 0.4 في العام،كذلك الأمر فإنه وبشكلٍ مشابه جداً، تتناقص وبشكلٍ مستمر قيم تدفقات نهر الكبير الشمالي خلال فترة الرصد، حيث بلغ هذا التناقص$0.08m^3/s$ في العام، الأمر الذي توضحه الأشكال (2,3,4,5).

النموذج الرياضي للعلاقة بين الهطل والجريان

من أجل الوصول إلى علاقة يمكن من خلالها التنبؤ بقيم تدفقات نهر الكبير الشمالي بعد معرفة قيم الهطل المطري، تم الرجوع إلى سجلات العواصف المطرية وسجلات التدفقات المقيسة خلال هذه العواصف، حيث تم اختيار 36 قيمة مقيسة للتدفقات نتجت من 36 قيمة للهطل اليومي، واستخدمت إحدى وعشرين قيمة لاستنتاج العلاقة

الرياضية التي تربط الهطل بالتدفق، واستخدمت الخمسة عشرة قيمة الباقية من أجل تحقيق المعادلة التي تم الحصول عليها، وهذا الأمر تم باستخدام برنامج الـ Excel.

ويبيّن الجدول (2) قيم الهطل والتدفق التي تمّ الاعتماد عليها من أجل الحصول على العلاقة المطلوبة.

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

الترتيب	الهطل mm	التدفق m^3/s (جسر غمام)
1	55	68.0
2	47	31.3
3	60	73.0
4	45	25.1
5	40	38.3
6	33.5	31.3
7	32	31.3
8	31	39.0
9	30	45.9
10	25.5	17.1
11	23	19.5
12	22	14.7
13	22	10.5
14	22	31.3
15	21	20.0
16	21	15.6
17	18	19.5
18	18	12.9
19	18	14.7
20	17	9.0
21	17	17.5
22	17	15.6
23	16	15.8
24	12	8.7
25	27	25.1
26	10	8.3
27	6	4.5

28	13	12.9
29	12	10.5
30	6	4.5
31	24	25.1
32	6	4.3
33	10	5.3
34	8	8.2
35	7	4.7
36	6	3.1

وباستخدام برنامج EXCEL واختبار المعادلة الأفضل لتمثيل العلاقة بين الهطل والتدفق في نهر الكبير الشمالي، كانت معادلة القوة هي أفضل علاقة تعطي تمثيلاً على جانب كبير من الدقة من بين المعادلات الخطية والأسية واللوغاريتمية والمتعددة الحدود.

وكانت من الشكل الآتي:

$$Q = 0.4666\ P^{1.1901}$$

P– الهطل اليوميmm فوق الحوض الساكب.

Q– التدفق m^3/s.

وقد تم حساب قيم التدفق من أجل السنوات الخمسة عشرة اللاحقة بهذه العلاقة (من أجل تحقيق العلاقة)، وقد كانت النتائج قريبة من القيم المقيسة، وكانت الفروق بين قيم التدفقات المقيسة وقيم التدفق المحسوبة بالمعادلة التي توصلنا إليها مقبولة،ويبيّن الجدول (3) هذه النتائج.

الجدول (3) : المقارنة بين النتائج المقيسة والمحسوبة

التدفق المقيس	الهطل اليومي mm	التدفق المحسوب بمعادلة القوّة	قيمة الخطأ بين المحسوب والمقيس
Q		Q2	Q – Q2
15.6	17	13.6	2.0
15.8	16	12.6	3.2
8.7	12	9.0	−0.3
25.1	27	23.5	1.5
8.3	10	7.2	1.1
4.5	6	3.9	0.6
12.9	13	9.9	3.1
10.5	12	9.0	1.5

0.6	3.9	6	4.5
4.6	20.5	24	25.1
0.3	3.9	6	4.3
−1.9	7.2	10	5.3
2.7	5.5	8	8.2
0.0	4.7	7	4.7
−0.8	3.9	6	3.1

الاستنتاجات والتوصيات:

1- يتناقص الهطل المطري في جميع محطات الحوض بمقدار يتراوح بين(0.4 – 12.5) mm في العام، وتتناقص تدفقات النهر تبعاً لهابمقدار $0.08 m^3/s$ في العام.

2- إنَّ تغيّر العنصر المناخي المتمثّل بالهطل المطري، الذي أشرنا في معرض البحث بأنه أهم عناصر المناخ، له علاقة وثيقة جداً بتغير تدفقات نهر الكبير الشمالي، إضافةً إلى أنَّهما ينزعان إلى التناقص.

3- المعادلة الرياضية التي تم التوصل إليها، والتي تربط التدفق بالهطل تسمح بالتنبؤ بالتدفقات المحتمل حدوثها من أجل هطولات محددة، الأمر الذي يساعد في اتخاذ التدابير الآمنة في حال حدوث فيضان، كما أنها تساعد في التصميم الأمثل والاقتصادي للمنشآت المائية المراد إنشاؤها على هذا النهر، وكذلك في استكمال أيّة بيانات ناقصة يمكن أن تحدث نتيجة عطلٍ في الأجهزة أو أي سبب آخر.

4- التنسيق مع الجهات الوطنية المعنية بإدارة الموارد المائيةلمتابعة دراسة تأثير التغيرات المناخية على الموارد المائية.

5- إعادة تقييم الموارد المائية المتاحة تحتتأثير سيناريوهات التغيّرات المناخية المحتملة.

المراجع :

1- الدروبي، عبد الله؛ جناد، إيهاب؛ السباعي، محمود. *التغير المناخي وتأثيره على الموارد المائية في المنطقة العربية*، المؤتمر الوزاري العربي للمياه، القاهرة، 14-2008/7/16.

2-برنامج الأمم المتحدة الإنمائي شباط 2009، *مشروع نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية*، رقم المشروع 00045323 .

3- عمار، غطفان.*تأثير التغيرات المناخية على الواردات المائية لنهر الحصين*،مؤتمر الخليج التاسع للمياه،سلطنة عمان، 23-25 آذار 2010.

4- عمار، غطفان.*العلاقة بين الهطل والجريان في حوض نهر السن في ظل التغيرات المناخية*، المؤتمر العربي الهندسي السادس والعشرون لاتحاد المهندسين العرب، جدة، المملكة العربية السعودية، 7-10 كانون الأول 2012م.

5-World Bank.*Making the most of scarcity, Accounting for better water management in Middle East and North Africa*.MENA development report on water, 2007.

6-IPCC.*Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Kolars J. 1991.The Future of the Euphrates River. World Bank: Washington, DC. 2007.

7-DOLL, P. and M. FLORKE. *Global-scale estimating of diffuse groundwater recharge*. Frankfurt Hydrology paper 03. Institute of Physical Geography, Frankfurt University, 2005.

8-ACSAD-BGR TECHNICAL COOPERATION PROJECT.*Management, Protection and Sustainable Use of Groundwater and Soil Resources*; PROJECT REPORT PHASE III, 01.04.2004 – 31.03.2008, Development and Application of a Decision Support System (DSS) for Water Resources Management, 2007.

9-Springflow Simulator Manual Vers. 1.0.2, 2007. ACSAD-BGR TECHNICALCOOPERATION PROJECT - NO.: 2004.2032.3, *Management, Protection andSustainable Use of Groundwater and Soil Resources*.

10-MONTGONERY, Douglas C.; RUNGER, Georg C.*Applied StatisticsAnd Probability For Engineers*. 3rd ed. 2002, 822.

11-TROY, R. E. and HEINZ, G. S.*Linear Air/ Water Temperature Correlations for Streams During Open Water Periods*. Journal of Hydrologic Engineering U.S.A, Vol. 5, 1998, No 52002, 1998, 317 – 321.