

## تحليل التباين للتصريف المائي لنهر الزرقاء في الفترة

\*2014/2013-91/90

أ.د. حسن أبو سمور- الجامعة الأردنية

## ملخص

بلغت مساحة حوض نهر الزرقاء 3505 كم<sup>2</sup> وتشكل 3.3% من مساحة المملكة الأردنية الهاشمية، وتمتد هذه المساحة في منطقة تقع بين شمال ووسط المملكة، ويبلغ طول المجرى المائي الدائم لنهر الزرقاء، 125 كم.

ويستمر نهر الزرقاء في الجريان طيلة أيام السنة، ويعتمد في ذلك على عاملين هما: الأمطار في فصل الرطوبة والماء الجوفي الذي يخرج على شكل ينابيع في فصل الجفاف الطويل والذي يمتد في كثير من السنوات إلى أكثر من ستة أشهر في السنة المائية.

ويبلغ معدل تصريف الأساس لنهر الزرقاء 2.31 م<sup>3</sup>/ث، أما معدل تصريف الأساس والفيضان معا فيبلغ 3.173 م<sup>3</sup>/ث، وعليه فإن تصريف الأساس والفيضان معا يتباين تبعا لفصول السنة، فنجد أن أكثر فصول السنة تصريفا للمياه هو فصل الشتاء، حيث يبلغ معدل التصريف 5.07 م<sup>3</sup>/ث وينخفض معدل التصريف في فصل الربيع إلى 3.31 م<sup>3</sup>/ث إلا أنه يواصل انخفاضه في فصل الصيف ليصل إلى 2.07 م<sup>3</sup>/ث ثم يبدأ التصريف في فصل الخريف بالارتفاع ليصل إلى 2.296 م<sup>3</sup>/ث.

كما يتباين تصريف الفيضان حتى في الأشهر التي تسقط فيها الأمطار ويحدث ذلك في الفترة الممتدة بين شهري تشرين ثاني وأيار، وقد بلغ معدل تصريف الفيضان في فترة الدراسة 0.283 في شهر تشرين أول بينما ارتفع إلى 3.71 م<sup>3</sup>/ث في كانون ثاني.

\* تم اعداد هذا البحث في سنة التفرغ العلمي الممنوحة من الجامعة الأردنية.

## Variance Analysis of prainage Water of Al Zarqa River uring the period 1990/1991-2013/2014

The area of Al- zarqa River's basin has reached  $3805\text{km}^2$ , which forms 3.3% of Jordan's total area. The area of this basin extends between the northern and middle regions of Jordan; where as the permanent stream of Al- Zarqa River is about 125km long.

The flow of the River continues throughout the year depending on two major factors:

The precipitation of the wet seasons, in addition to the groundwater that comes out in the form of springs during the long dry season, in which it extends in certain years to six months during the water year.

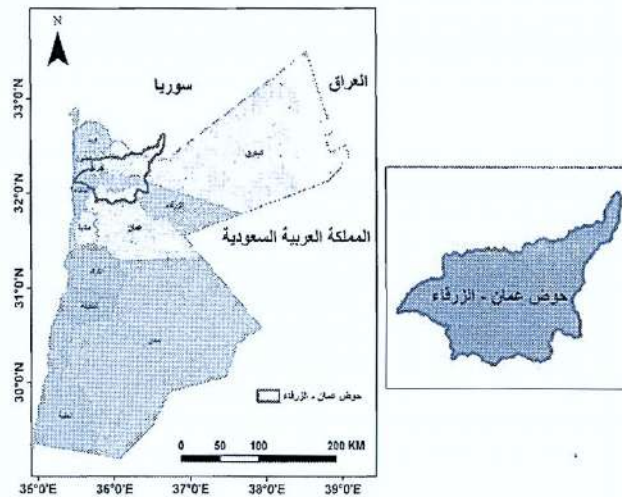
The average of the base flow discharge of Al-Zarqa River reaches to  $2.31\text{m}^3/\text{s}$ , whereas the average of the base and flood flow together reaches to  $3.173\text{m}^3/\text{s}$ , consequently, the flow of the base and the flood variance according to the seasons of the year, and so we would find that the highest discharge occurs in the winter season recording  $5.07\text{m}^3/\text{s}$ , and decreases in the spring season to reach  $3.31\text{m}^3/\text{s}$ , however, it continues to decrease in the summer season to reach  $2.07\text{m}^3/\text{s}$ , afterwards the flow starts to increase in the autumn season to reach  $2.29\text{m}^3/\text{s}$ .

Accordingly, the flow of the flood contrasts even in the rainy months; that happen in period between November and may; furthermore, the average of the flood flow might reach 0.283 in October whereas it increases to  $3.71\text{m}^3/\text{s}$  in January:

## المقدمة :

يمتد حوض نهر الزرقاء على مساحة 3805 كم<sup>2</sup> ليشكل 3.3 % من مجموع مساحة الأردن، ويقع في المنطقة الممتدة بين شمال ووسط المملكة ( ويقع جزء صغير فيه في الأراضي السورية)، أما فلكيا فيمتد بين خط الطول 35° و 35° وخط الطول 35° و 45 شرقا وبين دائرتي العرض 31° و 51 و 32° و 35 شمالا، كما يبلغ طول المجرى الدائم الجريان لنهر الزرقاء 125 كما ( الشكل 1).

وقد تناولت بعض الدراسات السابقة نهر الزرقاء من جوانب مختلفة، فقد قام (سلامة، حسن 1985) بدراسة الأحواض المائية وتصريفها ومساحاتها وخصائصها المورفومترية، وتناولت دراسة ( شخاترة، محمود 1983) حماية وإدارة حوض نهر الزرقاء، ودرس ( مدلل، أسامة 1989) ينابيع مختاره في حوض نهر الزرقاء من حيث تصريف تلك الينابيع وخصائص مياهها من الناحية الكيميائية والفيزيائية، ودرس (شحادة، نعمان 1983) مناخ الأردن في الماضي والحاضر وعالج بذلك تطور مناخ الأردن إلى حوض نهر الزرقاء، وتناول (ابو سمور، حسن 1997) تصريف مياه نهر الزرقاء للفترة 1963-1988، كما تناولت الباحثتان (الحسبان يسرى وزريقات، دلال 2015) الخصائص المورفومترية لحوض نهر الزرقاء في الأردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج التضرس الرقمي، كما عالجت الخطة الوطنية المائية (National water master plan 1977) أهمية المصادر المائية والبيانات المتعلقة بها وكيفية إدارتها وتطويرها.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة

**أهداف الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التباين في تصريف الأساس وتصريف الفيضان لنهر الزرقاء في فترة الدراسة الممتدة على 24 سنة (1991/90 وحتى 2013/2014).

كما هدفت الدراسة الى تحليل التباين الشهري الفصلي والسنوي لمعدلات التصريف المختلفة، وربط ذلك بكميات الأمطار الهاطلة في نفس فترة الدراسة، كذلك هدفت الدراسة التعرف إلى أعلى قيم للتصريف المائي المعتمد على موسم الأمطار وكذلك أدنى قيم للتصريف المعتمد على تذبذب مستوى الماء الجوفي وخاصة انخفاض مستواه في موسم الجفاف (فصل الصيف).

**المنهجية:**

اعتمد الباحث على المنهج الوصفي الاحصائي لتحليل البيانات المتعلقة بتصريف مياه نهر الزرقاء والمسجلة في محطة جسر جرش التابعة لوزارة المياه والري في الفترة 1991/90 وحتى 2013/2014.

وقد استخرج الباحث المعدلات الشهرية لكل سنة مائة والممتدة بين شهري تشرين أول وأيلول اي أن السنة المائية تقع في سنتين متتابعتين، ثم تم جمع المعدلات الشهرية للحصول على المعدل الشهري العام لطول فترة الدراسة، وبعد ذلك تم استخراج المعدل العام لكل أنواع التصريف (الاساس، الأساس والفيضان والفيضان).

كما تم الاستعانة بالأمطار المسجلة شهريا لكل سنة مائة لنفس مدة الدراسة، وذلك لايجاد العلاقة القوية بين كميات الأمطار وفترات سقوطها وبين حدوث أعلى قيم للتصريف المائي، وأثر انحباس الأمطار على انخفاض معدلات التصريف في فصل الجفاف (الصيف).

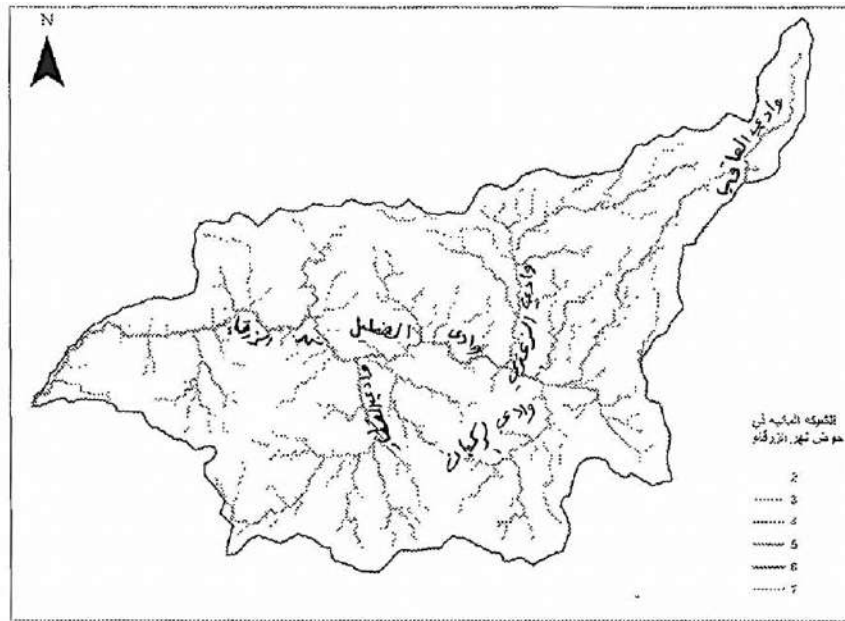
واستعان الباحث بالخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50000 لحوض الزرقاء الصور الجوفية والتقارير والنشرات والسجلات الصادرة عن وزارة المياه والري. وقد تم حساب مساحة حوض نهر الزرقاء وتحديد خطوط تقسيم المياة والشبكة المائية من خلال استخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافي.

**الظروف الطبيعية:**

ينبع نهر الزرقاء من منطقة رأس العين جنوب غرب عمان على ارتفاع 870 مترا فوق مستوى سطح البحر وهي منطقة بداية الجريان الدائم للنهر، لكن روافده العليا (وهي مؤقتة الجريان) أصبحت مناطق عمرانية مأهولة، وهذه الروافد هي وادي دير غبار ووادي عبدون ووادي أم الضباع ووادي حنوطيا وهذه الأودية تقع

غرب عمان على ارتفاع 1075 مترا فوق مستوى سطح البحر لتشكل بذلك قمم المرتفعات الممتدة بين صويلح وناعور، ومن منطقة رأس العين يسمى بسيل عمان ليسير مسافة كيلومترات ويتغير اسمه فيصبح وادي عين غزال شمال شرق عمان ويجري لمسافة 15 كم فيصبح اسمه سيل الزرقاء في المنطقة الممتدة بين وادي الحجر والسخنه بطول 15 كم ليأخذ اسم نهر الزرقاء، بعد ذلك وعند التقائه بوادي الضليل وروافده وادي العاقب ووادي الزعتري والتي تصل اراضيها داخل الحدود السورية، أما الأودية الدائمة الجريان لنهر الزرقاء فهي وادي جرش ووادي الطواحين ووادي الجري ووادي الريميين التي تتبع من ارتفاع يتراوح بين 620 و1100 مترا فوق مستوى سطح البحر (الشكل 2).

يصنف حوض نهر الزرقاء ضمن مناخ البحر المتوسط، الماطر شتاء والجاف صيفاً، وذلك حسب تصنيف ثور نثويت (shehadeh, n. 1983)، وتتراوح الأمطار بين 148 ملم شرقاً ( محطة الضليل) و480 ملم ( محطة الجامعة الأردنية) ( وزارة المياه والري الأردنية، 2015، بيانات غير منشورة).



شكل (٢) الشبكة المائية لنهر الزرقاء

أما أراضي حوض نهر الزرقاء فتتكون من صخور مجموعة الزرقاء الجيولوجية المتكونة من صخور كلسية متبلوره، وصخور رملية وتحتوي أيضا على الدولومايت والمارل، أما أجزاء الحوض الواقعة ضمن مجموعة البلقاء الجيولوجية فتغطيها الصخور الكلسية والمارل والصوان والفوسفات، وتغطي الأجزاء الشرقية من

الحوض، الصخور البازلتية بالإضافة الى ترسبات ناتجة عن الانجراف والترسيب المائي والريحي واللوس والمارل والفضار (Burdden, D.J 1959). وتنتمي الترب المتكونة في هذا الحوض إلى ترب البحر المتوسط الحمراء، والتي تسرد في المناطق الجبلية وتتكون في الغالب عن صخور محلية ورملية، بالإضافة الى الترب الصفراء المتوسطة والتي تغطي جزء من المنطقة الشرقية للحوض، وقد تكونت هذه الترب بسبب وجود الصخور الكلسية الهشه والمواد الرسوبية الأخرى، كما تغطي الترب السلتية اللومية أجزاء من الحوض الأعلى شرق خط المطر 250 ملم وتتكون من صخور طباشيرية وترسبات اللوس والصخور الكلسية الهشه. (Moorman, 1959)

أن الغطاء النباتي لحوض نهر الزرقاء يظهر تبايناً واحاً بين الأجزاء الجبلية والمناطق الشرقية قليلة الأمطار، فتسود أشجار البلوط والصنوبر الحلبي والسويد والزيتون البري والخروب في المناطق الجبلية، بينما تغطي حشائش الاستبس المناطق الوسطى والشرقية من حوض نهر الزرقاء.

## تباين التصريف المائي العام

### General base flour variance

يتباين التصريف المائي لنهر الزرقاء زمانياً ومكانياً وبشكل واضح، نظراً لتأثره بالظروف الطبيعية للحوض، وخاصة الظروف المناخية والتي تؤدي إلى زيادة ملحوظة في تصريف نهر الزرقاء بعد وصول الجريان السطحي الناتج عن الأمطار إلى الأودية الفرعية ومن ثم إلى المجرى الرئيسي لنهر الزرقاء.

وبالرغم من أن مساحة الحوض تبلغ 3805 كم<sup>2</sup>، إلا أن التصريف المائي فيه قليل بسبب وقوع معظم أجزاء حوضه في المنطقة شبه الجافة والجافة، وقد تم رصد أدنى كمية تصريف لنهر الزرقاء حيث بلغت 1.123 م<sup>3</sup>/ث في السنة المائية 1991/90، وسجلت أعلى كمية تصريف في السنة المائية 2005/2004 حيث بلغت 32.39 م<sup>3</sup>/ث، وهاتان القيمتان هما أدنى وأعلى كمية تصريف مائي لنهر الزرقاء في الفترة 91/90 – 2014/2013، وقد سجلت قيم التصريف الأخرى بين هذين التصريفين في نفس فترة الدراسة.

## تباين تصريف الأساس

### Base Flow Discharq variance

يعتمد تصريف الأساس لنهر الزرقاء في معظم أيام السنة على الماء الجوفي الذي يخرج على شكل ينابيع في الأحواض الفرعية للنهر، وتعتمد غزارة التصريف على مستوى الماء الجوفي الذي يتذبذب بشكل واضح خلال أشهر السنة المائية،

حيث يرتفع المستوى المائي الجوفي شتاء ويبدأ بالانخفاض في فصل الربيع، وذلك بسبب نقص كميات الأمطار واستمرار تدفق مياه الينابيع، بعد ذلك يستمر انخفاض مستوى الماء الجوفي تدريجياً طوال أشهر الصيف وبداية فصل الخريف عند بداية موسم الأمطار والتي غالباً ما تكون قليلة في هذا الفصل.

يعود السبب في ارتفاع معدل تصريف الأساس في السنة المائية 1992/91 إلى ارتفاع كمية الهطول والتي زادت كثيراً عن المعدل السنوي العام للأمطار، وفي كل أجزاء الحوض وقد سجلت محطة الجبيهة 1150 ملم في ذلك العام، مع أن المعدل العام للأمطار هو 480 ملم سنوياً (وسنأتي على تفصيل ذلك في موضوع تأثير الأمطار في السنوات الرطبة والجافة على تصريف نهر الزرقاء).

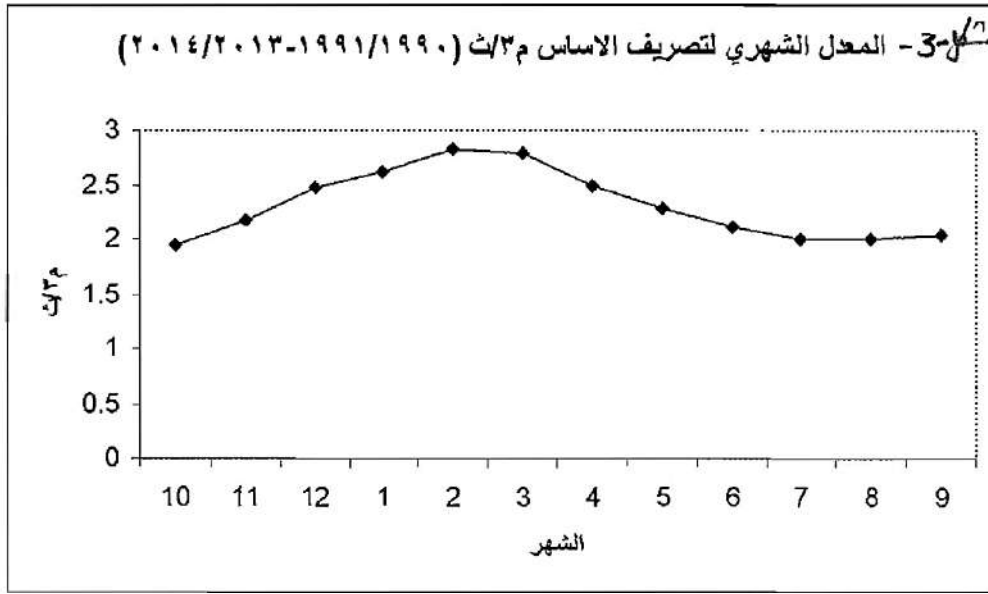
وقد تزايد المعدل الشهري لتصريف الأساس من  $1.936 \text{ م}^3/\text{ث}$  في شهر تشرين أول إلى  $2.83 \text{ م}^3/\text{ث}$  في شهر شباط، ثم بدأ بالتناقص التدريجي إلى  $2.76 \text{ م}^3/\text{ث}$  في شهر آذار، ثم تتابع التناقص في أشهر نيسان وآيار وحزيران وتموز وآب، ولكن في شهر أيلول كان هناك ثمة زيادة طفيفة في معدل تصريف الأساس حيث بلغ  $2.039 \text{ م}^3/\text{ث}$  بالمقارنة مع معدل تصريف لشهر آب والذي بلغ  $1.99 \text{ م}^3/\text{ث}$  وتعود هذه الزيادة الطفيفة والتي بلغت  $0.047 \text{ م}^3/\text{ث}$  إلى عامل بشري واضح وهو زيادة استهلاك الماء في مدن عمان والرصيفة والزرقاء وصرف مياه المجاري بعد معالجتها إلى نهر الزرقاء.

كما يمكن ملاحظة تباين معدل تصريف الأساس بين أشهر السنة المختلفة كما في الشكل (3) حيث يبدأ تصريف الأساس بالزيادة ابتداءً من شهر تشرين أول وتشيرين ثاني حتى تصل قمة التصريف في شهر شباط، ثم يبدأ معدل التصريف بالانخفاض باتجاه فصل الربيع ويستمر الانخفاض في فصل الصيف (الشكل 3).

يبلغ معدل تصريف الأساس السنوي لنهر الزرقاء لفترة الدراسة  $2.31 \text{ م}^3/\text{ث}$  لكن أكثر معدل تصريف أساسي فقد سجل  $6.765 \text{ م}^3/\text{ث}$  في شهر آذار للسنة المائية 1992/91 وسجل أدنى معدل تصريف أساسي في شهر تشرين أول للسنة المائية 1991/90 وبلغت  $1.04 \text{ م}^3/\text{ث}$ . (جدول 1).

إن التذبذب في معدل تصريف الأساس لنهر الزرقاء يعبر عن وجود تذبذب شديد في تصريف الأساس طوال السنة، فحيث يتصدر فصل الشتاء معدلات بما مجموعه  $7.924 \text{ م}^3/\text{ث}$  وبمعدل  $2.641 \text{ م}^2/\text{ث}$ ، يأتي في المرتبة الثانية فصل الربيع والذي يضم الأشهر آذار ونيسان وآيار بمعدل تصريف الأساس في فصل الخريف  $2.047 \text{ م}^3/\text{ث}$  (جدول 1).

أما بالنسبة لحجم المياه حسب معدل تعريف الأساس العام فقد بلغ  $72.848$  مليون  $\text{م}^3$  سنوياً.



## تصريف الأساس والفيضان

### Base and Flood Flow Discharge

يعرف تصريف الأساس والفيضان معا على أنه كمية المياه الجارية في النهر والمتأثرة بالماء الجوفي ومياه الأمطار والمياه المتسربة تحت السطحية والمياه الناتجة عن تساقط الثلوج.

لذلك فإن مقارنة بين الجدولين (201) تعطي فكرة واضحة عن التصريف الكلي لمياه النهر، بحيث يظهر الفرق واضحا بين تصريف الأساس لوحده وتصريف الأساس والفيضان معا، ويكون الفرق بينهما هو تصريف الفيضان والذي ستعالج الصفحات القادمة، وعليه فإنه يلاحظ ان تصريف الأساس والفيضان معا يعطي قيما أكثر، وهكذا فإن تصريف الأساس يساوي مع التصريف اليومي (الأساس والفيضان) في أشهر حزيران، تموز، آب، وأيلول بعد ذلك يبدأ أثر الأمطار واضحا، حيث يزداد الماء الجاري في نهر الزرقاء في نهاية شهر تشرين أول وهي فترة بداية سقوط الأمطار في مناطق ممتدة من حوض نهر الزرقاء خاصة المناطق الجبلية.

إن ارتفاع مستوى الماء الجوفي بعد سقوط الأمطار يساعد على زيادة كمية التصريف لفترة تتعدى وقت حدوث المنخفضات الجوية وهطول الأمطار، وتتعدى أيضا فترة فصل الشتاء، حيث تزداد غزارة خروج مياه الينابيع مع ارتفاع مستوى الماء الجوفي الذي تأثر بامطار الشتاء.

أما في فصل الربيع فتقل الأمطار ولكن مستوى الماء الجوفي لا يزال في هذه الفترة مرتفعا، ويبقى خروج الماء من الينابيع مؤثرا في كمية التصريف، لكن في نهاية فصل الربيع يصبح تدفق مياه الينابيع اقل غزارة بسبب توقف سقوط الأمطار،



وتبقى معتمدة على مستوى الماء الجوفي الذي يبدأ بالتناقص التدريجي، فيقل تصريف مياه نهر الزرقاء، وفي فصل الصيف يواصل مستوى الماء الجوفي بالانخفاض وتنحبس الأمطار طول فترة الصيف واوائل الخريف فينخفض التصريف تبعاً لذلك تدريجياً.

ومن خلال تحليل الجدول (2) فإن معدل تصريف الأساس والفيضان معا يبلغ  $3.173 \text{ م}^3/\text{ث}$  وبمقارنته مع معدل تصريف الأساس الذي يبلغ  $2.31 \text{ م}^2/\text{ث}$ ، وهذا الفرق لا يستهان به من حيث حجم المياه. حيث يبل الفرق في كمية المياه بين المعدلين  $27.215$  مليون  $\text{م}^3$  سنوياً.

وقد بلغ معدل تصريف الأساس والفيضان معا أعلى قيمة له في شهر آذار من السنة المائية 2014/2013 حيث وصل إلى  $32.774 \text{ م}^3/\text{ث}$ ، بينما بلغ أدنى تصريف أساس وفيضان معا  $1.065 \text{ م}^3/\text{ث}$  في السنة المائية 1991/90، هنا يلاحظ بوضوح الفرق بين تصريف النهر والذي  $31.709 \text{ م}^3/\text{ث}$ ، وهذا يدل على تذبذب شديد في تصريف مياه نهر الزرقاء، بينما لم يكن التذبذب كبيراً في معدل تصريف الأساس الذي سبق وان تحدثنا عنه.

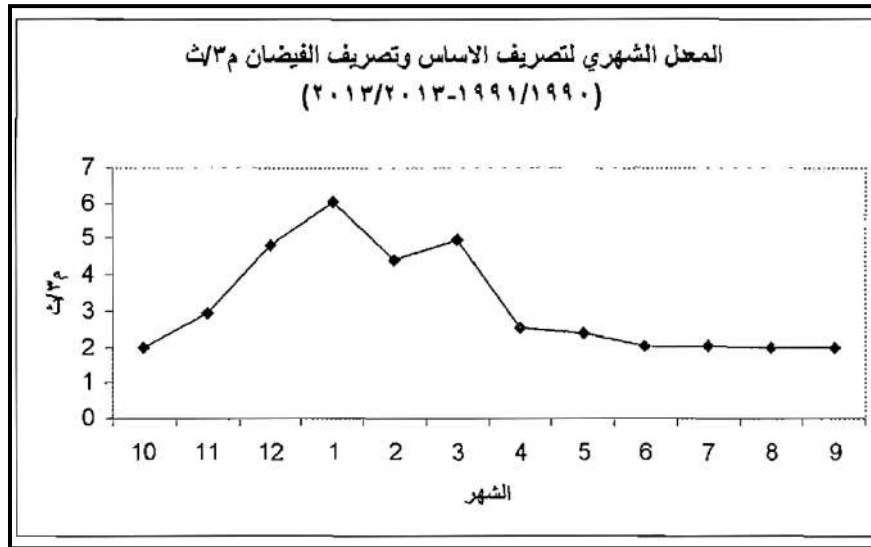
أما من حيث حجم المياه التي يصرفها النهر حسب معدلات تصريف الأساس والفيضان معا طول فترة الدراسة فقد بلغت  $100.064$  مليون  $\text{م}^3$  سنوياً، لكن هذا الحجم من المياه سوف ينخفض في سنوات الجفاف إلى أقل من  $60$  مليون  $\text{م}^3$  سنوياً. يصل الحد الأدنى لمعدل تصريف الأساس والفيضان معا في شهر ايلول فقد بلغ  $1.975 \text{ م}^3/\text{ث}$ ، بينما بلغ في شهر تشرين أول  $1.992 \text{ م}^3/\text{ث}$  وهنا يتضح أثر الانخفاض المستمر في تأثير مستوى الماء الجوفي على كمية التصريف والتي تصبح في أدها في نهاية فصل الصيف (جدول 2).

يتغير تصريف الأساس والفيضان معا تبعاً لفصول السنة، فنجد أن أكثر فصول السنة تصريفاً للمياه هو فصل الشتاء، حيث يبلغ معدل تصريف فصل الشتاء والذي تضم اشهر كانون اول وكانون ثاني وشباط  $6.069 \text{ م}^3/\text{ث}$ ، لينخفض هذا التصريف في فصل الربيع (الذي يضم اشهر آذار ونيسان وآيار) إلى  $3.307 \text{ م}^3/\text{ث}$ ، ويواصل التصريف انخفاضه في فصل الصيف ليصل إلى  $2.016 \text{ م}^3/\text{ث}$ ، أما فصل الخريف فيصل معدل تصريف الأساس والفيضان معا إلى  $2.296 \text{ م}^3/\text{ث}$  متأثراً ببديات سقوط الامطار (جدول 2، شكل 4).

وعليه فإنه يمكن القول بأن فصل الصيف يسجل أدنى مستوى تصريف مياه نهر الزرقاء (الأساس والفيضان معا) متأثراً بانحباس الامطار وانخفاض مستوى الماء الجوفي.

جدول (2) المعدل الشهري لتصريف الأماسن الفيضان م<sup>3</sup>/ث (1990/1999-2014/2014)

السنة المائية	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون أول	كانون ثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	أب	الربيع	Sum	total Average
1990/1991	1.065	1.117	1.316	2.592	2.889	4.467	1.313	1.441	1.242	1.212	1.184	1.123	20.961	1.74675
1991/1992	1.19	1.585	13.006	10.889	14.95	8.637	5.74	4.441	3.357	2.746	2.23	2.09	70.861	5.90508
1992/1993	2.036	4.866	9.272	6.749	4.81	3.874	3.413	3.059	2.678	2.501	2.392	2.261	47.911	3.99258
1993/1994	2.483	2.985	3.153	3.57	3.431	3.831	2.523	2.15	1.831	1.812	1.669	1.77	31.208	2.60067
1994/1995	1.888	13.117	11.855	2.582	3.321	2.515	2.192	2.003	1.927	2.015	1.906	1.76	47.081	3.92342
1995/1996	2.008	2.381	2.477	5.068	2.36	5.128	1.834	2.238	1.851	1.654	1.744	1.861	30.604	2.55033
1996/1997	1.668	3.248	3.04	8.566	5.765	4.593	2.339	1.937	1.506	1.431	1.744	1.868	37.705	3.14208
1997/1998	1.425	1.475	4.751	4.704	2.6	4.492	1.979	1.654	1.489	1.595	1.555	1.545	29.264	2.43867
1998/1999	1.731	1.74	2.14	2.903	3.653	1.834	1.671	1.673	1.657	1.704	1.836	1.936	24.478	2.03983
1999/2000	2.277	2.571	3.025	6.055	2.8555	2.893	1.521	1.559	1.475	1.626	1.519	1.359	28.7355	2.39463
2000/2001	2.278	1.608	4.182	3.114	2.455	2.006	1.529	1.733	1.401	1.49	1.437	1.286	24.519	2.04325
2001/2002	1.332	1.53	7.203	8.729	3.295	3.142	2.847	1.366	1.295	1.251	1.407	1.444	34.841	2.90342
2002/2003	1.592	1.782	8.971	3.591	5.728	5.662	3.036	2.411	2.019	1.982	1.804	1.795	40.373	3.36442
2003/2004	1.552	1.535	3.552	3.924	4.087	2.893	1.97	1.999	1.71	1.502	1.506	1.815	28.045	2.33708
2004/2005	2.225	6.221	3.619	32.39	6.563	3.114	2.211	2.078	1.744	1.88	1.971	2.188	66.204	5.517
2005/2006	2.27	2.296	3.219	2.506	3.235	2.279	4.732	2.17	2.189	1.897	1.931	1.89	30.614	2.55117
2006/2007	2.033	1.979	2.969	4.397	4.156		2.442	2.31		2.222			22.508	5.00178
2007/2008	1.383	1.401	1.514	1.767	3.613	1.808	1.906	1.934	1.852	1.92	1.934	1.943	22.975	1.91458
2008/2009	2.122	2.152	2.16	2.14	4	2.961	2.018	4.174	1.989	2.226	2.172	2.053	30.167	2.51392
2009/2010	2.554	2.143	3.16	4.033	5	3.792	2.443	2.474	2.278	2.417	2.384	2.372	35.05	2.92083
2010/2011	2.291	2.472	3.081	3.25	4.386	2.543	2.748	2.897	2.846	2.965	3.112	2.923	35.514	2.9595
2011/2012	2.889	3.539	4.334	4.949	6.164	6.864	3.201	3.244	3.218				38.402	7.6804
2012/2013	3.331	3.282	5.163	13.032	3.2	2.817	2.81	3.38	2.621	2.809	2.867	2.762	48.074	4.00617
2013/2014	2.19	3.094	8.009	3.02	2.808	32.774	2.393	3.259	2.96	3.314	3.541	3.421	70.783	5.89858
Sum	47.813	70.119	115.171	144.52	105.325	114.919	60.811	57.584	47.135	46.171	43.845	43.465		
Total average	1.99221	2.92163	4.79879	6.02167	4.38852	4.99648	2.53379	2.39933	2.04935	2.00743	1.99295	1.97568		



شكل رقم (4)

## تصريف الفيضان لنهر الزرقاء

## Flood flow discharge

يعرف الفيضان بأنه كمية المياه الجارية في النهر والتي تزيد عن تصريف الأساس، وفي نظر الهيدرولوجين فإن أي زيادة في التصريف حتى ولو كانت 0.01 م<sup>3</sup>/ث، فإن ذلك يعني فيضاناً.

وقد سجل تصريف نهر الزرقاء فيضانات في معظم أشهر فصل الشتاء لكن الفيضانات التي سجلت في فصل الخريف وكانت أقلها حدوثاً وبكميات قليلة (الجدول 3) بينما سجل حدوث فيضانات في شهر آذار معظم فترة الدراسة باستثناء ست سنون وكاد أن يسجل فيضانات مثل اشهر الشتاء (الشكل 5).

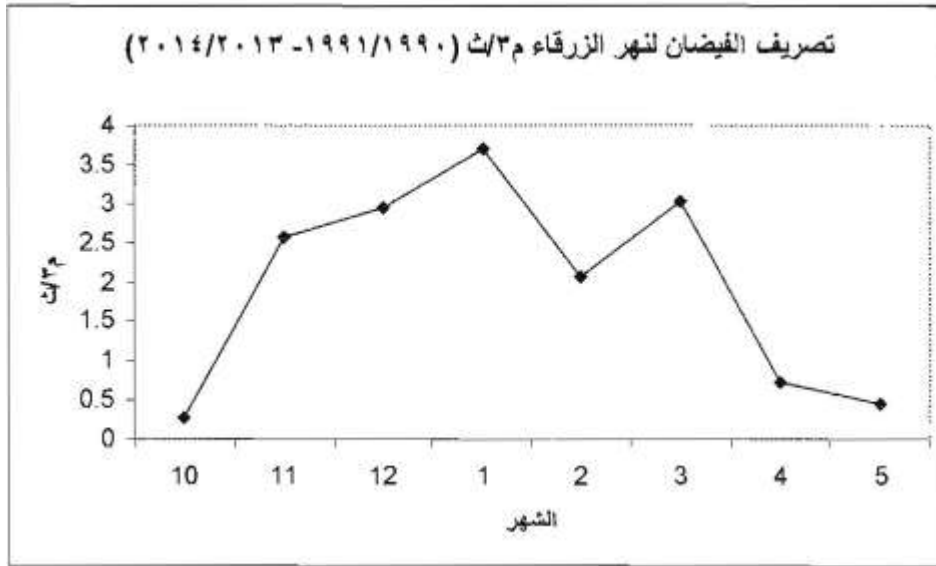
ولم يسجل في شهر أيلول أي فيضان في تصريف المياه، وبقي النهر معتمداً في جريانه على تصريف الأساس (جدول 3) وفي فصل الخريف وخاصة شهري تشرين أول وتشرين ثاني فقد تم تسجيل 13 فيضانا فقط طول فترة الدراسة.

وبالرغم من أنه قد تم تسجيل حدوث فيضانات في شهر آيار وبلغ عددها أربعة فيضانات وكذلك الحال بالنسبة لشهر نيسان أيضاً، إلا أن فيضانات شهر نيسان رغم قلته كمياتها إلا أنها تبقى أكثر من كميات تصريف الفيضان في شهر آيار رغم تساويهما بنفس عدد الفيضانات، حيث أن فيضانات شهر آيار لم تسجل نصف كمية تصريف فيضانات شهر نيسان (جدول 3).

أما بالنسبة لكميات الفيضان لنهر الزرقاء للفترة 2014/2013-1991/90 فقد تراوحت بين 1.402 م<sup>3</sup>/ث للسنة المائية 94/93، ( وهي أقل كمية فيضانات حدثت في فترة الدراسة)، و38.943 م<sup>3</sup>/ث للسنة المائية 2005/2004 وقد سجلت مجموع قيم تصريف الفيضان أكثر من 10 م<sup>3</sup>/ث في تسع سنوات فقط وأما مجموع قيم الفيضان التي سجلت أعلى من 10 م<sup>3</sup>/ث فحدثت في 15 سنة (جدول 3).

وقد تذبذب معدل تصريف الفيضان بين الاشهر التي تسقط فيها الأمطار، وذلك في الفترة الممتدة بين شهري تشرين أول وأيار وكان معدل تصريف الفيضان  $0.283 \text{ م}^3/\text{ث}$  في شهر تشرين أول وبدأ بعد ذلك بالزيادة الى  $2.556 \text{ م}^3/\text{ث}$  في شهر تشرين ثاني واستمر بالزيادة حتى وصل الى  $3.705 \text{ م}^3/\text{ث}$  في شهر كانون ثاني، وبعد ذلك أخذ يتناقص تدريجيا فانخفض إلى  $0.738 \text{ م}^3/\text{ث}$  في شهر نيسان، وبعد ذلك سجل أقل معدل تصريف فيضان في شهر أيار حيث بلغ  $0.453 \text{ م}^3/\text{ث}$  (جدول 3، شكل 5

السنة المائية	تصريف الفيضان لنهر الزرقاء م <sup>3</sup> /ث (١٩٩٠/١٩٩١-٢٠١٣/٢٠١٤) جدول (3)												Sum
	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون أول	كانون ثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	
1990/1991	0.091	-	-	1.149	1.251	2.892	0	0	0	0	0	0	5.383
1991/1992	0	0	10.276	6.882	12.011	1.872	0	0	0	0	0	0	31.041
1992/1993	0	2.844	6.881	3.939	1.242	-	-	-	-	-	-	-	14.906
1993/1994	-	0.101	-	0.393	0.493	0.415	-	-	-	-	-	-	1.402
1994/1995	-	11.421	9.828	-	0.874	-	-	-	-	-	-	-	22.123
1995/1996	-	-	-	2.601	0.094	2.63	-	-	-	-	-	-	5.325
1996/1997	-	1.401	0.507	5.711	3.476	1.352	-	-	-	-	-	-	12.447
1997/1998	0.091	0.104	2.67	2.234	0.411	1.989	-	-	-	-	-	-	7.499
1998/1999	-	-	-	0.562	1.934	-	-	-	-	-	-	-	2.496
1999/2000	-	-	-	3.104	0.756	1.004	-	-	-	-	-	-	4.864
2000/2001	0.702	-	2.098	1.155	0.166	0.084	-	0.206	-	-	-	-	4.411
2001/2002	-	-	4.912	5.65	1.255	1.153	0.846	-	-	-	-	-	13.816
2002/2003	-	-	6.021	1.161	3.605	2.38	-	-	-	-	-	-	13.167
2003/2004	-	-	1.104	1.34	1.171	0.118	0.048	-	-	-	-	-	3.781
2004/2005	-	3.782	0.532	29.666	4.148	0.475	0.016	0.024	-	-	-	-	38.643
2005/2006	-	-	0.972	0.431	1.361	0.119	2.043	-	-	-	-	-	4.926
2006/2007	-	-	0.964	1.673	1.609	-	-	1.01	-	-	-	-	5.256
2007/2008	-	0.04	0.019	0.157	1.311	-	-	-	-	-	-	-	1.527
2008/2009	0.115	-	0.035	0.012	1.955	0.43	-	-	-	-	-	-	2.547
2009/2010	0.417	-	0.516	1.664	2.856	1.017	-	-	-	-	-	-	6.47
2010/2011	-	-	0.419	0.62	2.189	-	-	-	-	-	-	-	3.228
2011/2012	-	0.759	1.404	1.682	3.118	3.434	-	-	-	-	-	-	10.397
2012/2013	-	-	1.787	9.718	0.067	-	-	-	-	-	-	-	11.572
2013/2014	-	-	5.013	-	-	30.041	-	0.571	-	-	-	-	35.625
total Average	0.2832	2.5565	2.94516	3.70473	2.05883	3.02382	0.73825	0.45275	-	-	-	-	-



شكل رقم (5)

أثر سنوات الرطوبة وسنوات الجفاف على تصريف مياه نهر الزرقاء  
تعرف السنوات الرطبة بأنها السنوات التي تسجل فيها أعلى كمية تصريف مائي  
لسنة مائية واحدة خلال فترة الدراسة، دليلاً كافياً على أن تلك السنة هي أكثر السنوات  
رطوبة، وكل سنة يزيد فيها معدل التصريف عن المتوسط السنوي لتصريف ذلك النهر  
تعتبر سنة رطبة (Grabs, w.e1985).

وإذا نظرنا إلى الجدول (4) نجد بأن هناك 10 سنوات زادت فيها كمية الأمطار عن  
المعدل السنوي البالغ 480 ملم، وأن هناك 14 سنة انخفضت فيها كمية الأمطار عن  
المعدل السنوي العام وبما أن كمية الأمطار هي العامل الحاسم في حدوث الفيضان فإن  
السنوات الرطبة العشرة سجل فيها أعلى كمية تصريف مائي، وأن السنوات الجافة سجلت  
فيها قيم فيضان مختلفة لكنها لم تكن الأعلى.

وقد كانت السنة المائية 1992/91 هي أكثر سنة رطبة وسجلت كمية من الأمطار  
بلغت أكثر من ضعف المعدل السنوي وكانت 1150.2 ملم، فإن تلك السنة شهدت حدوث  
فيضانات متعددة، وسجلت كمية تصريف بلغت 70.86 م<sup>3</sup>/ث بينما سجلت كمية تصريف  
نصر الزرقاء في السنة المائية 1991/90 أقل كمية تصريف وبلغت 20.97 م<sup>3</sup>/ث وإذا ما  
قارنا هذه الفيضانات بكميات الأمطار (جدول 4) نجد بأن مجموع الأمطار في هذه السنة بلغ  
451 ملم وهذه الكمية هي من الكميات الدنيا وأقل من المعدل السنوي العام.

وفي السنة المائية 1999/98 فقد بلغت كمية الأمطار 225.3 ملم، وقد أثرت  
انخفاض هذه الأمطار على تصريف نهر الزرقاء الذي انخفض إلى 22.6 م<sup>3</sup>/ث (جدول 1).

وعند المقارنة بين السنوات الرطبة والسنوات الجافة حسب (الجدول 4) لكميات  
الأمطار الشهرية والسنوية ومقارنة تلك الكميات بمعدل تصريف نهر الزرقاء نجد بأن  
السنوات الرطبة زاد فيها تصريف نهر الزرقاء عن المعدل 2.2 م<sup>3</sup>/ث في 14 سنة، وأن  
التصريف انخفض في عشر سنوات عن 2.2 م<sup>3</sup>/ث، وعند مقارنة هذا التصريف (الاساس)  
في الجدول (1) وتصريف الاساس والفيضان (جدول 2) وتصريف الفيضان جدول رقم (3)

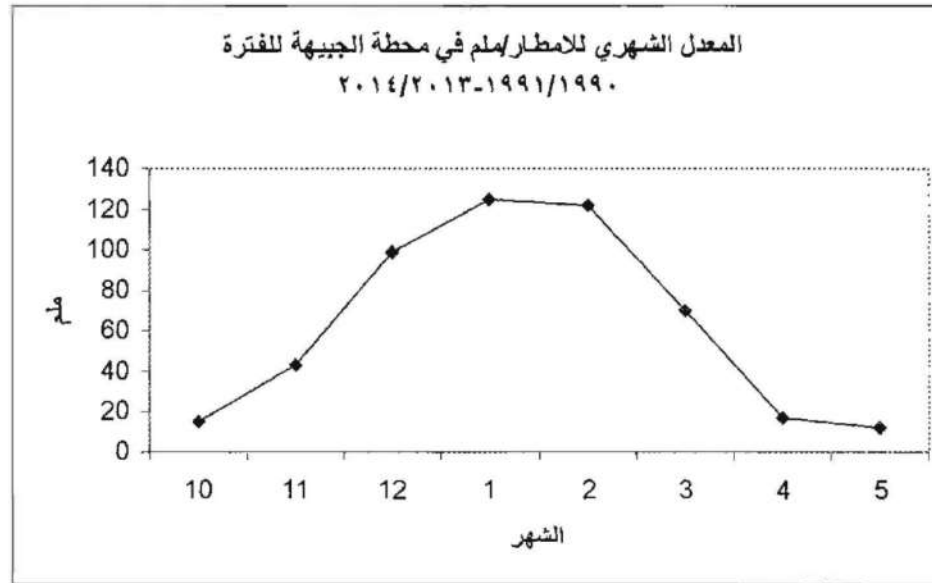
نجد بان هناك تطابق في النتائج وان العلاقة قوية بين كمية الأمطار السنوية وزيادة تصريف مياه نهر الزرقاء.

وبحسب الشكل (6) والذي يمثل كمية الأمطار في محطة الجبيهة لغة الدراسة.  
جدول (4) الامطار الشهرية والسنوية لمحقة الجبيهة في الفترة 1991/1990-

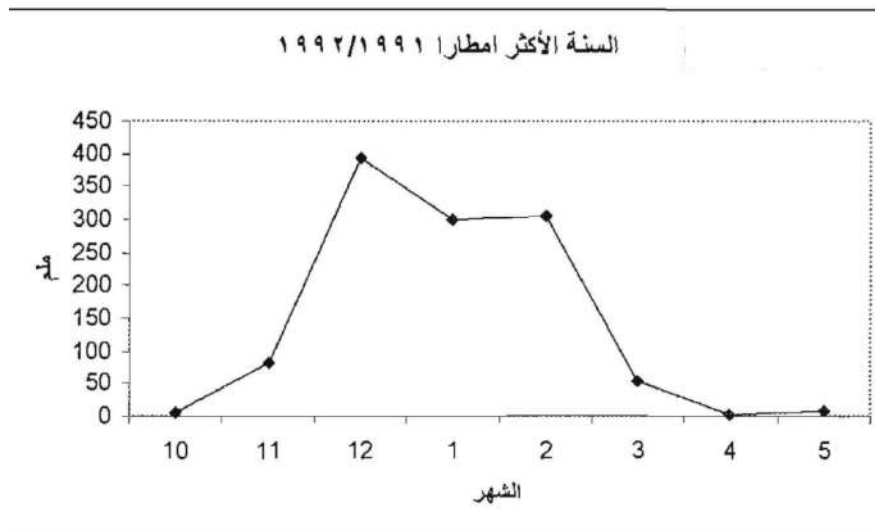
2014/2013

السنة	تشرين ثاني	كانون أول	كانون ثاني	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	السنوي الكلي
1991/1990	5.5	18.9	3.7	199.3	89	120.4	12.2		451
1992/1991	6.8	83	392.7	298.6	306.1	53.1	2.5	8	1150.8
1993/1992		97.2	186.1	141.4	85	25		12.7	546.4
1994/1993	16	20.7	25.9	179.5	44.6	82.6	5.8		375.1
1995/1994	16	196	170	13.3	90.2	32	15.5		533
1996/1995		36.2	28.9	182.3	21.8	135.7	9.5		414.4
1997/1996	17.7	14	51.4	102.4	204	95.8	7	5	497.3
1998/1997	11.2	42.7	91.2	110.2	60.5	121	1.8	1.2	439.8
1999/1998	0.8		7.5	60.8	116.7	30	9.5		225.3
2000/1999	0.7	2	14	201.3	52.5	74.2	0.8		345.5
2001/2000	26		149.5	83.2	83.8	8	2	30	382.5
2002/2001	11	33	132.3	218.7	73	86	42	3.9	599.9
2003/2002	4.4	23.2	180.4	59.4	289.1	178.3	27		761.8
2004/2003		23.5	113.8	144.1	55.2	32	4.3	2.8	375.7
2006/2005	1.5	26.5	118	88.5	93	11	110.3		448.8
2007/2006	20.2	1.5	72	106.8	114.1	113.4	14.8	14.8	457.6
2008/2007	2	61.7	30.2	71.8	189.3	6			361
2009/2008	47.1	0.3	35.1	24.5	331.7	64.8	3.5		507
2010/2009	41	82.5	82.5	96.5	203.5	2.5		0.5	509
2001/2010	25.2		71.7	105	65	30.5	14.1	28	339.5
2010/2011		51	44	102.8	166.3	119			483.1
2013/2012		27.5	84.5	288.5	60.5		22	3.5	486.5
2014/2013		17	186.6	0.8	6.8	127.1		29.5	367.8
Average	14.88	42.92	98.78	125.2	121.77	70.38	17.031	11.66	480.82

فإن كميات الأمطار كانت تزيد عن 100 ملم في أشهر الشتاء، وكان يرافق ذلك زيادة في تصريف الأساس والفيضان لنهر الزرقاء.  
أما بالسنة الرطبة فقد سجلت الأمطار فيها 1150.8 ملم رافق ذلك ارتفاعا ملحوظا في كمية التصريف (الجدول 1، 2، 3)، وفي السنة الجافة فقد انخفضت فيها كمية الأمطار وذلك في العام 1999/98 الى أدنى كمية امطار سنوية في فترة الدراسة وبلغت 225.3 ملم، وعليه فإن معدل التصريف انخفض انخفاضاً ملحوظاً في هذه السنة (الجدول 1 و2 و3) والشكل (ج6).

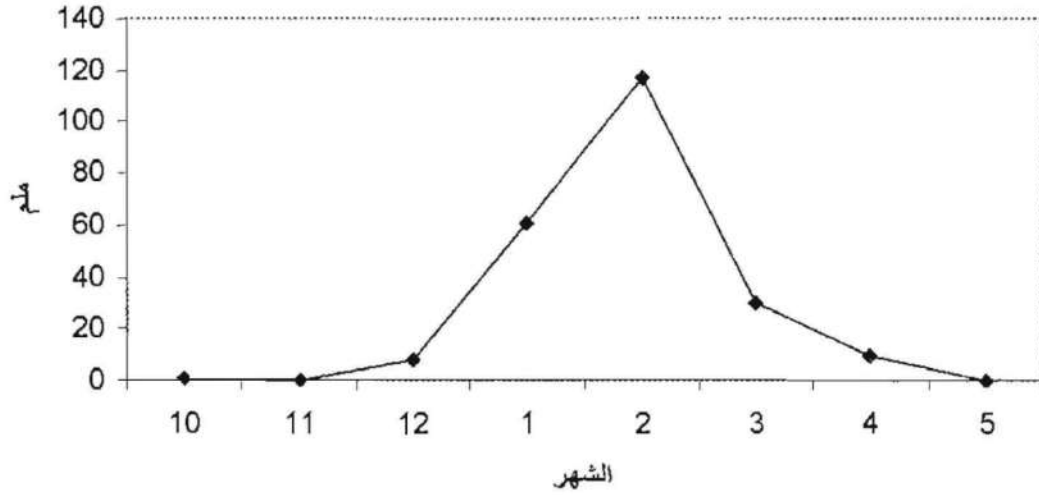


شكل (أ6)



شكل (ب6)

السنة الاقل امطارا ١٩٩٩/١٩٩٨



شكل (6ج)

## النتائج والتوصيات

يتباين تصريف نهر الزرقاء تباينا كبيرا، متأثرا بعاملين رئيسيين هما الأمطار خلال فصل الشتاء ومستوى الماء الجوفي في فصل الصيف، وتاليا أهم النتائج التي توصل اليها الباحث.

1- يبلغ معدل تصريف الأساس لنهر الزرقاء خلال فترة الدراسة  $2.31 \text{ م}^3/\text{ث}$  لكن هذا المعدل ينخفض إلى أدنى قيمة حيث يبلغ  $1.04 \text{ ملم}^3/\text{ث}$  في أشهر الصيف وخاصة في شهر آب.

2- بلغ معدل أكثر تصريف أساس  $6.76 \text{ م}^3/\text{ث}$  وذلك في شهر آذار للسنة المائية 1992/91.

3- يتصدر فصل الشتاء معدلات تصريف الأساس بما مجموعه  $7.924 \text{ م}^3/\text{ث}$  أي بمعدل  $2.641 \text{ م}^3/\text{ث}$  في كل شهر من أشهر الشتاء، بينما ينخفض تصريف الأساس في فصل الربيع إلى  $2.5 \text{ م}^3/\text{ث}$  وإلى  $2.5 \text{ م}^3/\text{ث}$  في فصل الخريف.

4- يبلغ تصريف الأساس والفيضان معا  $3.173 \text{ م}^3/\text{ث}$  وبمقارنته مع تصريف الأساس نجد أن الفرق بينهما يبلغ  $0.863 \text{ م}^3/\text{ث}$ .



- 5- بلغ معدل تصريف الأساس والفيضان معا أعلى قيمة له في شهر آذار من السنة المائية 2014/2013، حيث وصل الى 32.794 م<sup>3</sup>/ث، بينما بلغ أدنى معدل تصريف اساس وفيضان معا 1.065 م<sup>3</sup>/ث في السنة المائية 1990/90.
- 6- بلغ حجم تصريف الأساس والفيضان معا أكثر من 100 مليون متر مكعب في السنة الرطبة بينما انخفضت هذه الكمية إلى حوالي 60 مليون متر مكعب في السنة الجافة 1999/98.
- 7- يصل الحد الأدنى لتصريف الاساس والفيضان معا في شهر أيلول، حيث بلغ 1.975 م<sup>3</sup>/ث بينما بلغ 1.992 في شهر تشرين أول.
- 8- يتباين تصريف الأساس والفيضان معا تبعا لفصول السنة، فنجد أن أكثر فصول السنة تصريفا للمياه هو فصل الشتاء ( كانون أول وكانون ثاني وشباط) حيث يبلغ المعدل 5.069 م<sup>3</sup>/ث، وينخفض هذا المعدل الى 3.3 م<sup>3</sup>/ث فصل الربيع (آذار ونيسان وآيار) ويواصل انخفاضه ليصل إلى 2.01 م<sup>3</sup>/ث في فصل الصيف.
- 9- تباينت كميات تصريف الفيضان في فترة الدراسة بين 1.4 م<sup>3</sup>/ث للسنة المالية 1994/93 بينما سجلت في السنة المائية 2005/2004 كمية وصلت الى 32.64 م<sup>3</sup>/ث.
- 10- تباين معدل تصريف الفيضان الشهري بين 0.283 م<sup>3</sup>/ث في شهر تشرين أول وارتفع ليصل الى 3.7 م<sup>3</sup>/ث شرقي شهر كانون ثاني.

#### التوصيات

- 1- ايقاف حفر الآبار وذلك للمحافظة على مستوى الماء الجوفي مرتفعا حتى يساعد في زيادة تصريف الأساس لنهر الزرقاء.
- 2- تعد عمليات التحريج حتى الان غير كافية وبالتالي فان زيادة المساحات المزروعة بالغابات تساعد على ارتفاع مستوى الماء الجوفي وهذا يساعد في زيادة تصريف نهر الزرقاء.
- 3- تعاني المنحدرات على سفوح الأودية من عمليات تعرية خطيره مما يؤدي الى زيادة معدل الجريان على معامل التسرب، وهذا يضعف المخزون المائي الجوفي، ويحمل كميات كثيرة من الرواسب لتترسب في بحيرة سد الملك طلال.
- 4- ان بناء المدرجات عملية سهلة خاصة ان الحوض لا يعاني من قلة الحجارة والصخور للقيام ببناء المدرجات والمصاطب المناسبة لتقلل من الجريان السطحي وزيادة الماء المتسرب الى الماء الجوفي.
- 5- ايجاد بنك معلومات خاص بحوض نهر الزرقاء في مختلف المجالات واستخدام نظم المعلومات الجغرافية للحصول على نتائج افضل.

## المصادر والمراجع

- 1- سلامة، حسن، (1985)، الاحواض المائية في الأردن، دراسات .
- 2- مدلل، أسامة، (1989) موارد المياه وكمياتها واحتياجات الأردن المائية، سلطة المياه الأردنية.
- 3- الشخاترة، محمد (1983) حماية وادارة حوض نهر الزرقاء في الأردن، المركز العربي لدراسة الأراضي القاحلة، دمشق.
- 4- She hadeh, n,(1983) The climate of Jordan in past and present, Int. cont. of History and Archaelolgy of Jordan.
- 5- Fleter, J R. w.(1980) Applied hydrology, London.
- 6- Grabs. W.e.(1985) Hydrological charac feristics of Runotf Rogim in S E Nigeria, the I mo River Basin, Zurhydrology, vol.2.
- 7- Carlston, C.E, (1988) Drainage Density and strean flow, U.S. surv. Prof. [a].
- 8- الحسبان، يسرى وزريقات، دلال، (2015)، الخصائص المورفومترية لحوض نهر الزرقاء في الاردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج التضرس الرقمي، دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 42، ملحق 1
- 9- ابو سمور، حسن(1997)، التصريف المائي لنهر الزرقاء، مجلة جامعة دمشق، عمان
- 10- بحيري، صلاح الدين، 2001، جغرافية الأردن، ط1، المكتبة الاسلامية.
- 11- عابد، عبد القادر (1982) جيولوجية الاردن.
- 12- سلامة، حسن، (2007) اصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة، عمان.
- 13- وزارة المياه والري الأردنية (2014) التقرير السنوي.
- 14- وزارة المياه والري الأردنية (2007-2002) الخطة الاستراتيجية.
- 15- وزارة المياه والري الاردنية (2009) الاحواض المائية السطحية الرئيسية في الاردن ومعدل التصريف طويل الأمد.
- 16- شحادة، نعمان(1991) مناخ الأردن ، دار النشر، عمان، الاردن.
- 17- Morman (1959) The soils of East Jordan, FAO, Rome.