اثر عامل التساقط على جريان نـهر العظيم

م. م. قاسم احمد رمل م. م. طه احمد عبد

جامعة الانبار – كلية الاداب – قسم الجغرافيا

المقدمة :

تعد دراسة الانهار من الدراسات المهمة في علم الهيدرولوجيا باعتبارها تشكل معياراً اساسياً للتخطيط في المناطق التي تمر بها هذه الانهار ، من ناحية توفير المياه اللازمة في شتى الاستخدامات ان كانت بشرية او زراعية او لتوليد الطاقة الكهربائية خصوصاً بعد ازدياد الطلب على المياه ازاء النمو الهائل في حجم السكان ، وعلى هذا الاساس لابد من معرفة حجم التصريف النهري لوضع الخطط الكفيلة التي تساعد على تنظيم هذه التصاريف في وقت الفائض واستخدامها في وقت الشحة ، ونهر العظيم من الانهار التي تعاني في تذبذب جريانها ، وذلك لاعتماد النهر على تساقط الامطار الشتوية وجفاف النهر في فصل الصيف مع انقطاع الامطار ، فالامطار ودرجة الحرارة من اهم العوامل التي تحدد الى درجة كبيرة كمية المياه الجارية في النهر .

يهدف هذا البحث الى دراسة النظام المائي في نهر العظيم من خلال تحليل التصاريف اليومية والشهرية والفصلية والسنوية ومصادر التغذية لنهر العظيم ، فظلا عن توضيح الصورة الحقيقية لمدى تحكم الامطار الساقطة على الجريان النهري مكاناً وزماناً لابراز الاتزان المائي مع مجموع الاحتياجات الحالية والمستقبلية للمياه المتاحة والتخطيط لتأمين تصريف يتلائم مع تلك المتطلبات .

مشكلة البحث :

هناك تباين في كمية المياه الجارية في نهر العضيم بسبب تذبذب كمية الامطار الساقطة في حوض النهر

فرضية البحث :

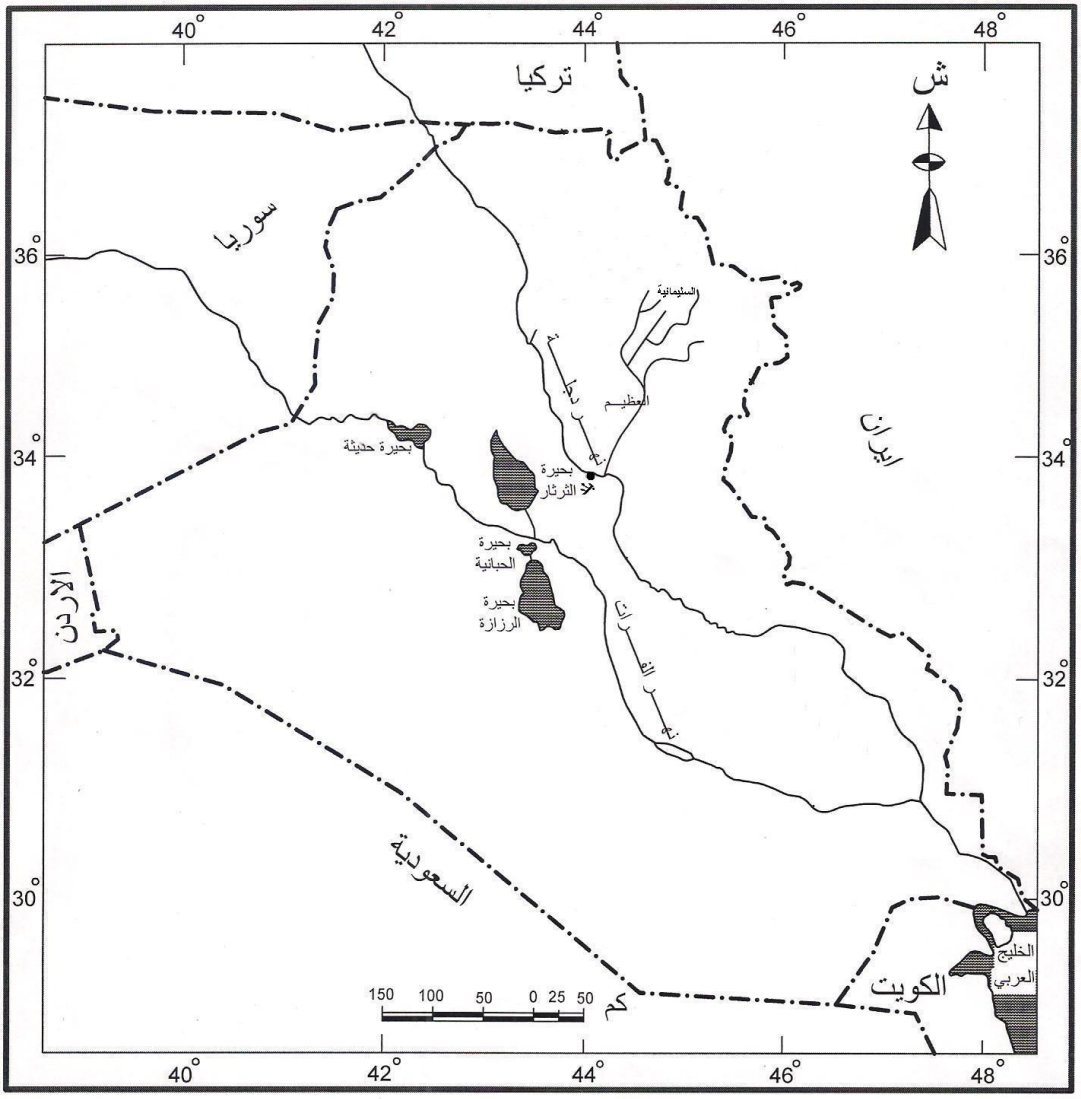
يعتبر تساقط الامطار اهم العوامل التي تحدد كمية المياه الموجودة في نهر العظيم مكاناً وزماناً .

حدود البحث : يقع حوض نهر العظيم بين حوضي نهر الزاب الصغير شمالا ونهر ديالى جنوباً بين دائرتي عرض (٣٤) شمالا و (٣٤ -٣٥)شمالا وخطي طول (٤٤) شرقا و(٣٠-٤٥)شرقا يلاحظ خريطة (١)

هدف البحث :

تهدف الدراسة الى بيان مدى العلاقة القائمة بين كمية الامطار الساقطة وحجم التصريف المائي لنهر العظيم ، وامكانية وضع بعض الحلول للتقليل من تباين تصريف النهر زماناً لتامين توفير المياه اللازمة لمناطق حوض النهر .

خريطة (١)



مهدي الصحاف ، الموارد المائية في العراق وصيانتها من التلوث ، وزارة الاعلام ، دار الحرية للطباعة ، بغداد 1976 ، ص 61 ، مع تعديلات الباحث

حوض نهر العظيم

المبحث الاول

الوصف الطبيعي لنهر العظيم :

ينبع نهر العظيم من داخل الحدود العراقية ، اذ تتمثل منابعه العليا من مرتفعات قره داغ وطاسلوجه ومرتفعات شوان في محافظة السليمانية التي يتراوح ارتفاعها بين (١٤٠٠ – ١٨٠٠) م فوق مستوى سطح البحر . يتكون النهر من ثلاث روافد رئيسه هي واق صو الذي ينبع من مرتفعات قره داغ منحدراً نحو الجنوب الغربي ليمر بمدينة طوز ، ورافد طاووق صو الذي ينحدر من جبال جمجمال ماراً بداقوق ، اما الرافد الاخر فهو

رافد خاصه صو الذي يمر بمدينة كركوك . يبلغ طول النهر بحدود (٢٣٠) كم وتبلغ مساحته بـ (١٣٠٠٠) كم^{٢} ويصب في نهر دجلة جنوب بلد بمسافة (١٥) كم (٢) .
يعتمد النهر في تغذيته على مياه الامطار الساقطة اذ تسبب غزارة الامطار فيضان النهر في اشهر كانون اول كانون ثاني وشباط ، فضلاً عن ان روافده الثلاثة تنقل مياه الامطار نحو المجرى الرئيسي في ان واحد وهذا ما جعل فيضانه يسبق فيضانات نهر دجلة وروافده الاخرى .
يتميز نهر العظيم بان اغلبية حوضه تقع ضمن المناطق المتموجه والتي تستلم كميات اقل من الامطار مقارنة بالمناطق المرتفعة ، الامر الذي جعل النهر يقل فيه حجم التصريف في موسم الامطار ، فظلاً عن جفاف النهر في موسم الصيف وخصوصاً في الاقسام الدنيا من النهر . يضيف النهر تصريفاً قدره (٢٦) م^{٣}/ثا الى نهر دجلة .
العوامل الطبيعية المؤثرة في الجريان النهري لحوض نهر العظيم :
للعوامل الجغرافية قدرة كبيرة على تحديد حجم الجريان السطحي وسرعته في مجرى النهر ، لذا يمكن القول ان هناك ارتباط وثيق بين المقومات الجغرافية الطبيعية وكمية الجريان السطحي في مجرى نهر العظيم ، لكن هذه العلاقة تتباين فيما بينها زمانا ومكانا نتيجة لسيطرة احد العوامل على العوامل الاخرى في منطقة الدراسة ويهدف هذا المبحث الى توضيح مدى التفاعل بين هذه العوامل الجغرافية وعلى النحو الاتي :

١- البنية الجيولوجية :

للبنية الجيولوجية اثر واضح في عملية الجريان السطحي لمياه الانهار ، بحيث تؤثر تأثيراً بالغاً على تباين اتجاهات خطوط شبكة التصريف وتحديد نمطها ، فضلاً عن اثرها في تسرب المياه الى باطن الارض ويكون التاثير واضحا على التصريف النهري من خلال عمليات التسرب الى باطن الارض الذي يعتمد بشكل اساسي على بنية الصخور ، لذلك يكون التسرب كبير في الصخور الجيرية ، مما يؤدي الى انخفاض التصريف النهري ، بينما يكون انخفاض التصريف جزئياً في الصخور النارية(٣) .
تتباين المكونات الجيولوجية بين منطقة واخرى في حوض تغذية نهر العظيم تبعاً لتباين الظروف الطبيعية التي مرت بها هذه المناطق ، فضلاً عن مدى تاثير المياه الجارية في نحت هذه المناطق .
تنتشر مكونات البختياري الغرينية الصلصالية والرملية الخشنة في الاجزاء العليا من حوض تغذية النهر ، اما اقسامه السفلى فيسودها مكونات البلايستوسين الحديثة (ترسبات مدرجات الانهار) التي يغلب عليها صفة التكتل .
مما تقدم يتضح ان غالبية التكوينات السائدة في حوض نهر العظيم هي البختياري التي تكون نفاديتها عالية مما جعل نسبة الضائعات المالية كبيرة .

٢- التضاريس :

التضاريس من العوامل الطبيعية المهمة التي تأثر على نظام جريان النهر ، ويظهر هذا في زيادة او نقصان سرعة جريان المياه على سطح الارض ، اذ تزداد سرعة الجريان في المناطق الجبلية والمتموجة بسبب عامل الانحدار ، بينما تقل السرعة في المناطق السهلية لذلك ساعد الانحدار في المناطق العليا لنهر العظيم على تقليل الضائعات المائية على الرغم من ان بنية الصخور قابلة للتسرب بسبب هذا الميل ، بينما تتشبع التربة بالمياه في المناطق السهلية .
كما وان للتضاريس دوراً كبيراً في توزيع الامطار ، اذ تزداد كمية الامطار الساقطة في المناطق الجبلية على ما يسقط في المناطق السهلية .
تختلف طبيعة تضاريس حوض نهر العظيم من منبعه حتى مصبه اذ تقع منابع النهر في مناطق جبلية يتراوح ارتفاعها بين (١٤٠٠ – ١٨٠٠) م والمتمثلة بجبال قره داغ وسكرمه وطاسلوجه وشوان وغيرها من المرتفعات الاخرى ، ويستمر النهر ليقطع المنطقة المتموجة عند منطقة المضيق ، تتميز بزيادة عدد المنخفضات الجوية عن باقي القطر المضيق ، وتتميز المنطقة الجبلية والمتموجة بزيادة عدد المنخفضات الجوية عن باقي القطر مما تسبب امطار غزيرة وفي فترة قصيرة(٤) .
اما المنطقة السهلية فتمتد من اقدام جبال حمرين شرقاً الى التقاء نهر العظيم بنهر دجلة غرباً ، اذ تبدو هذه المنطقة على شكل مدرجات نهرية كونتها الترسبات التي يحملها النهر .
ونظراً لقلة انحدار النهر في هذه المنطقة فانه يقوم بترسيب ما يحمله من المواد العالقة في النهر ، لذلك تكونت على ضفافه الاكتاف الطبيعية نتيجة الفرق بين مناسيب المياه بين موسم الفيضان وموسم الصيهود(٥) .

٣- التربة :

تؤثر التربة على الجريان النهري من خلال عمليات التسرب الى باطن الارض ، فالعلاقة بين التربة والجريان السطحي علاقة متبادلة ، اذ ان المسامية والنفاذية للتربة هي التي تحدد كمية الجريان السطحي والضائعات المائية التي تحدث عن طريق التسرب الى اعماق الارض .
يقع غالبية حوض تغذية نهر العظيم في مناطق اقل ارتفاعاً من روافد نهر دجلة أي ضمن نطاق المنطقة المتموجة والتي تظهر بها التربة البنية المحمرة المختلطة بتكوينات البختياري وهذا ما جعلها ذات سمك متوسط

ونفاذية عالية بسبب طبيعة المنطقة المتموجة وهذا يزيد من تسرب مياه المطر الى داخل التربة دون مستوى قاع مجرى النهر ، ولكن سقوط الامطار الغزيرة خلال الفترة القصيرة يؤدي الى ذروات فيضانية كبيرة للنهر .
اما في الجزء الاسفل من حوض نهر العظيم فتسوده التربة البنية المتأثرة بالتعرية الشديدة (التعرية الاخدودية) ويرجع ذلك الى سرعة السيول بسبب الامطار الغزيرة المفاجئة التي تقوم بنقل الحصى النهري الذي يساعد في عملية حفر قاع مجرى نهر العظيم(٦) .

٤- النبات الطبيعي :

للنبات الطبيعي تاثير ضئيل مقارنةً بالعوامل الطبيعية الاخرى اذ ينحصر تاثيرها على اعاقة جريان الماء على سطح الارض ومن ثم زيادة نسبة التسرب الى باطن الارض ، كما ويعمل النبات الطبيعي على تقليل خطر الفيضان والحفاظ على التربة من الانجراف .
ان الغطاء النباتي السائد في حوض نهر العظيم هو من نوع حشائش السهوب الواقعة في المنطقة المتموجة التي تمتاز بقصرها وكونها حولية تمتد بين خطي المطر (٢٠٠ – ٦٠٠) ملم(٧) .
كما وتتواجد في حوض النهر نباتات ضفاف الانهار التي ترجع الى مجموعة الحشائش ومن هذه النباتات الصفصاف والدردار وغيرها ، فضلاً عن نباتات اخرى تنتشر في اماكن متفرقة من الحوض وخصوصاً الاجزاء الدنيا من النهر .

٥- المناخ :

يعد المناخ من اهم العوامل الطبيعية المؤثرة في الجريان النهري من حيث التغذية المائية وتحديد الذروات التصريفية العالية وفترات الجفاف ، لذلك فان جريان المياه في الانهار يعتمد بشكل اساسي على كمية الامطار ودرجة الحرارة ، فدرجة الحرارة تؤثر بشكل مباشر على مقدار التبخر الذي يرتبط معها ارتباطاً طردياً ، اما الامطار فهي العامل المحدد لتواجد المياه في النهر .
ونظراً لاهمية عامل المناخ في تحديد نسبة الجريان المائي السطحي لنهر العظيم وخصوصاً عنصري الحرارة والامطار لذلك سوف نتناول ذلك بشيء من التفصيل .

أ- الامطار :

يعتبر التساقط بنوعيه المطري والثلجي من اهم عناصر المناخ المسؤولة عن التغذية النهرية من حيث كمياتها وتذبذبها وتوزيعها المكاني والزماني ، ونهر العظيم من الانهار التي تعتمد اعتماداً مباشراً على الامطار لانعدام التساقط الثلجي على حوضه ، لذلك يرتبط حجم جريان النهر ارتباطاً مباشراً بكمية التساقط المطري على حوضه .
تتباين كمية الامطار الساقطة على حوض النهر من منطقة الى اخرى تبعاً للظروف الطبيعية المناسبة لتساقط الامطار وغزارتها والمتمثلة بالاحوال المناخية وعامل الارتفاع ، اذ تزداد الامطار في المناطق العليا المغذية لنهر العظيم وتنخفض في الاجزاء الوسطى والدنيا للنهر ، ويرجع السبب في هذه الزيادة الى المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط ، فضلاً عن عامل الارتفاع المواجه لهذه المنخفضات مما يؤدي الى غزارة الامطار في المناطق العليا من النهر .
ومن تحليل الجدول (١) تبين ان المحطات المناخية المدروسة لمنطقة حوض نهر العظيم تستلم كميات متباينة من الامطار الساقطة ، اذ بلغ مجموع الامطار الساقطة على محطة السليمانية بـ (٧١٨) ملم للمدة (١٩٦٠ – ٢٠٠٠) بينما تقل نسبه الامطار الساقطه على محطه كركوك لتصل الى(٣٨٥.٢) ملم للمدة نفسها ، ويرجع ذلك الى تباين الموقع الجغرافي فيما بين المحطتين .

جدول (١)

معدلات الامطار والمجموع السنوي (ملم) لمحطات مختارة على حوض نهر العظيم للمدة (١٩٦٠- ٢٠٠٠) .

المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين اول	تشرين ثاني	كانون اول	المجموع السنوي
السليمانية	١١٤.٧	١١١.٩	١١٧	١٠٤.٨	٤٦.١	٠.٥	٠	٠	٠.٥	٢٥.٣	٨٥.٢	١١٢	٧١٨
كركوك	٦٤.٣	٦٧.٨	٦٢.٧	٥٢.٣	١٩.٤	٠.١	٠	٠	٠.٣	١٠.١	٤٦.٥	٦١.٧	٣٨٥.٢

المصدر:- وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للانواء الجويه العراقيه قسم المناخ ، بيانات (غير منشوره) للمدة (١٩٦٠- ٢٠٠٠) (٨).

كما وتبين من الجدول (٢) ان الامطار السنوية في محطات السليمانية وكركوك هي اكثر فصول السنة مطراً ، اذ بلغت النسبة (٤٧.٢% ، ٥٠.٣%) على التوالي للمدة (١٩٦٠ – ٢٠٠٠) .
بينما شكلت الامطار الربيعية (٣٧.٣%) لمحطة السليمانية و (٣٥%) لمحطة كركوك . اما الامطار الخريفية فهي لا تمثل الا نسبة قليلة لا يتجاوز عن (١٥.٥%) لمحطة السليمانية و (١٤.٧%) لمحطة كركوك لذلك نلاحظ ان نهر العظيم يتغذى على الامطار الشتوية بالدرجة الاولى ثم الامطار الربيعية فجريان النهر يكون موافق لتساقط هذه الامطار اما في فصل الصيف فنلاحظ ان النهر يصل الى حد الجفاف تبعاً لانقطاع التساقط المطري

وقد انعكس هذا التباين في كمية الامطار على الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة تغذية حوض العظيم من حيث كمية الجريان وتذبذبها في هذا الفصل .

جدول (٢)

كمية الامطار الفصلية (ملم) والنسبة المئوية لمحطتي السليمانية وكركوك للمدة (١٩٦٠ – ٢٠٠٠) .

المحطة	مجموع الامطار السنوي (ملم)	فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الخريف	
		الامطار (ملم)	النسبة %	الامطار (ملم)	النسبة %	الامطار (ملم)	النسبة %
السليمانية	٧١٨	٣٣٨.٦	٤٧.٢	٢٦٧.٩	٣٧.٣	١١١	١٥.٥
كركوك	٣٨٥.٢	١٩٣.٨	٥٠.٣	١٣٤.٨	٣٥	٥٦.٩	١٤٠.٧

اعدّ الجدول بالاعتماد على جدول (١)

ب : الحرارة :

يتصف مناخ حوض نهر العظيم بتباين درجات الحرارة السنوية والفصلية والشهرية ، فضلاً عن اختلافها ما بين المناطق العليا من نهر العظيم عن المناطق الدنيا من النهر ، اذ تزداد درجات الحرارة كلما اتجهنا من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي تبعاً للموقع الجغرافي وعامل الارتفاع وكما موضح في الجدول (٣) الذي يشير الى هذا التباين الحراري ، فبلغ معدل الحرارة السنوي لمحطة السليمانية (١٧.٩م) للمدة (١٩٦٠ – ٢٠٠٠) ، بينما ارتفع المعدل الحراري السنوي لمحطة كركوك ليصل الى (٢٢م) للمدة نفسها .

كما وترتفع درجات الحرارة خلال اشهر الصيف عن الاشهر الاخرى ، اذ بلغ اعلى معدل حراري في شهر تموز البالغ (٣٢م ،٣٥.٦م) لمحطتي السليمانية وكركوك وعلى التوالي ، ويرجع سبب ذلك الى طول ساعات النهار وصفاء الجو من الغيوم ، في حين تنخفض درجات الحرارة في اشهر الشتاء ليصل ادنى معدل حراري خلال السنة في شهر كانون ثاني البالغ (٣.٣م) لمحطة السليمانية و (٨.٦م) لمحطة كركوك .

جدول (٣)

معدلات درجات الحرارة الشهرية والسنوية (ْم) لمحطات مختارة على حوض نهر العظيم للمدة (١٩٦٠_٢٠٠٠)

المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين اول	تشرين ثاني	كانون اول	المجموع السنوي
السليمانية	٣.٣	٥.٦	١٠.٢	١٥.٣	٢١.٤	٢٩	٣٢	٣١.٧	٢٧.٦	٢٠.٩	١٢.٤	٦	١٧.٩
كركوك	٨.٦	١٠.٦	١٤	١٩	٢٦.٤	٣٢.٥	٣٥.٦	٣٤.٩	٣١	٢٤.٣	١٦.٤	١٠.٥	٢٢

المصدر : وزارة النقل والمواصلات الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، للمدة (١٩٦٠ – ٢٠٠٠) .

وعليه فان معدلات الحرارة السنوية تزداد كلما اتجهنا من الشمال نحو الجنوب استجابةً لعامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر ، كذلك فان معدلات الحرارة الشهريه والفصليه والسنويه تتباين فيما بينها وهذا الاختلاف الحراري له تاثير على الخصائص المائية من حيث عمليه الجريان النهري، فانخفاض درجات الحرارة في فصل التساقطيؤدي الى زيادة نسبه الجريان في النهر ، بينماارتفاع درجات الحرارة يزيد من عمليات التبخر الامر الذي يرفع من نسبه الضائعات المائية .

المبحث الثاني

هيدرولوجية نهر العظيم :-

اولا : مصادر تغذية نهر العظيم :

يعتمد نهر العظيم في تغذيته على مصدرين اساسيين هما مياه الامطار والمياه الجوفية اما التغذية الثلجية فتكون ضئيلة جداً والسبب في ذلك يرجع الى ان منابع النهر تكون في مناطق اقل ارتفاعا مما يجعله يستلم كميات قليلة ومحدودة من التساقط الثلجي مقارنة بنهر دجلة وروافده .

وفي ضوء ذلك يمكن تمييز نوعين من الجريان السطحي هما جريان الاساس الذي يعتمد على المياه الجوفية والتي تساعد على استمرار تموين النهر بالمياه لمدة طويلة من السنة وهذا النوع من التغذية يكون قليل مقارنة بالامطار بالنسبة لتموين نهر العظيم .
تكون مساهمته قليلة في تموين نهر العظيم مقارنة بالامطار وذلك لان منسوب المياه الجوفية يقع ما دون مستوى قاع النهر ، فضلاً عن تذبذب الامطار ، اما النوع الاخر فهو جريان العاصفة وهو جريان موسمي يرتبط حدوثه بالتساقط المطري الذي يصب في مجرى النهر مباشرة خلال العاصفة المطرية وهذا ما يمتاز به نهر العظيم ، اذ ان المجاري الرئيسية للنهر تنقل المياه الى المجرى الرئيسي بآن واحد .
ويمكن توضيح مصادر التغذية لنهر العظيم على النحو الاتي :

١ـ التغذية المطرية :

يعتبر التساقط المطري هو الممون الرئيسي للمياه في نهر العظيم إن كانت هذه التغذية بصورة مباشرة والمتمثلة في وصول مياه الامطار مجرى النهر او عن طريق تسرب هذه المياه الى باطن الارض لتغدو مياهاً جوفية تزود النهر بالمياه في وقت انقطاع الامطار .
تختلف كمية الامطار الساقطة في حوض نهر العظيم مكاناً وزماناً وهذا بطبيعة الحال يؤثر على كمية المياه الموجودة في النهر خلال السنة ، لذلك يرتبط جريان النهر بكمية التساقط المطري ، اذ تبدأ الامطار بالتساقط من شهر تشرين اول حتى نهاية شهر مايس مما جعل مناسيب النهر ترتفع في هذه المدة نتيجة لطبيعة التساقط المطري الذي يكون غزير جداً وفي فترة قصيرة لذلك تنحدر مياه الامطار الى المجرى وبوقت قصير وهذا ما جعل نهر العظيم يسبق جميع روافد النهر في وصول مياهه الى بغداد .
وبعد فترة تساقط الامطار يبدأ تصريف النهر بالهبوط ليصل الى حد الجفاف في فصل الصيف ، باستثناء بعض الجداول التي تقع في اعالي الحوض والتي تجري فيها المياه لمدة اطول من السنة .
ويمكن القول ان نسبة مساهمة الامطار في تغذية نهر العظيم تزيد عن ٨٥% من مجموع التغذية الكلية تختلف هذه النسبة بحسب صفات السنة المائية ان كانت رطبة او جافة او قريبة من المعدل .

٢ـ التغذية الجوفية :

تعتمد التغذية الجوفية في أي حوض من احواض الانهار على كمية التساقط الثلجي والمطري ، اذ يتناسب مقدار المياه الجوفية طردياً مع تدرج سقوط الامطار وبطيء الذوبان الثلجي وكما معروف ان نهر العظيم يفتقر الى تساقط الثلوج الحقيقية التي يمكن ان تمون النهر لذلك فان خزانات المياه الجوفية يعتمد اعتماداً كلياً على كمية الامطار الساقطة وهذا ما جعل نسبة مساهمة المياه الجوفية تكون قليلة ، اذ تقدر هذه النسبة بحدود ١٤% تقريباً ، ويرجع سبب ذلك الى وقوع مستوى قاع النهر بمنسوب اعلى من خط الماء الجوفي الى درجة تجعل خزين الضفاف يلعب دوراً سلبياً في تسرب المياه بدلاً من تموين النهر بها .
تقدر اعماق خط المياه الجوفي من (٢٠ – ٥٠م) عند رافد خاصه صو احد الروافد الرئيسية المغذية لنهر العظيم ، بينما يرتفع خط المياه الجوفي بموازاة تلال حمرين ليصل ما بين (٣ – ٥م) بالمقابل نلاحظ ان اعمق منطقة لمجرى النهر تكون عند موقع انجانه الذي يصل بحدود (٥.٥م) وهذه الظاهرة لعبت دوراً كبيراً في جفاف النهر في فصل الصيف والخريف خاصة في السنوات الجافة(١٠) .

ثانياً : خصائص صرف نهر العظيم :

ان معرفة خصائص الصرف المائي في حوض نهر العظيم له اهمية كبيرة اذ من خلاله يمكن توضيح التباين الزماني والمكاني للصرف المائي وبيان مدى هذا الاختلاف لسد المتطلبات الحالية والمستقبلية للمياه للوصول الى ايجاد الحلول اللازمة لتوجيه الموارد المائية بما يلائم تلم المتطلبات . لذلك سوف نتناول دراسة وتحليل خصائص الصرف وعلى النحو الاتي :

١ـ خصائص متوسط الصرف السنوي :

لمتوسط التصريف السنوي اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية ، اذ من خلاله يمكن معرفة التباين الزماني لمتوسط التصريف السنوي للنهر ومقارنته بمتوسط التصريف العام لمدة زمنية محددة لمعرفة (السنوات الرطبة ، المتوسطة ، الجافة) وبالتالي اعطاء صورة واضحة عن كمية المياه الجارية في النهر لمعالجة هذا التباين في حجم التصريف عن طريق السدود والخزانات المقامة على النهر .
ومن تحليل الجدول (٤) تبين متوسط التصريف السنوي العام لنهر العظيم عند محطة قياس المضيق بلغ بحدود (٢٦.٨ م^{٣}/ثا) للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣) . كما ويلاحظ من الجدول تذبذب التصريف السنوي لمدة الدراسة ومن سنة لاخرى ، ويعود سبب ذلك الى اختلاف كمية التساقط المطري بين سنة واخرى ، اذ بلغ اعلى تصريف سنوية في سنة ١٩٩٨ بمقدار (٦٣ م^{٣}/ثا) وهذا ناجم عن غزارة الامطار الساقطة على حوض تغذية النهر ، اما اقل تصريف سنوي بلغ (٥ م^{٣}/ثا) لسنتي ١٩٨٤ و ١٩٨٧ وبنفس المعدل ، اذ تعتبر سنوات جافة .
ومن تحليل الجدول ايضاً نلاحظ ان معدل نموذج التصريف للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣) بلغ (٢ لتر/ثا/كم^{٢}) ويرتفع النموذج مع ارتفاع متوسط التصريف ، اذ بلغ اعلى مقدار له (٤.٨ لتر/ثا/كم^{٢}) في سنة ١٩٩٨ الرطبة،بينما اقل

معدل لنموذج التصريف فكان في سنة ١٩٨٤ او سنة ١٩٨٧ والبالغ (٠.٤ لتر/ثا/كم^{٢}) لكل سنة،ويلاحظ الشكل (١) .

ان هذا التباين في متوسط التصريف السنوي يرجع الى تذبذب كمية سقوط الامطار بين سنة واخرى ، فالعلاقة طردية بين كمية الامطار الساقطة على حوض النهر ومعدل تصريفه .

جدول (٤)

متوسط التصريف م^{٣}/ثا ومعدل نموذج التصريف لتر/ثا/كم^{٢} لنهر العظيم عند محطة المضف للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣) .

السنة	معدل التصريف م^{٣}/ثا	نموذج التصريف لتر/ثا/كم^{٢}
١٩٨٠	١٣	١
١٩٨١	٢٥	١.٩
١٩٨٢	٤٠	٣
١٩٨٣	١٣	١
١٩٨٤	٥	٠.٤
١٩٨٥	٢٠	١.٥
١٩٨٦	١١	٠.٨
١٩٨٧	٥	٠.٤
١٩٨٨	٤٩	٣.٧
١٩٨٩	٢٥	١.٩
١٩٩٠	١٩	١.٤
١٩٩١	١٩	١.٤
١٩٩٢	٤٧	٣.٦
١٩٩٣	٥٢	٤
١٩٩٤	٣٤	٢.٦
١٩٩٥	٥١	٣.٩
١٩٩٦	٣٦	٢.٧
١٩٩٧	١٧	١.٣
١٩٩٨	٦٣	٤.٨
١٩٩٩	*	*
٢٠٠٠	٩	٠.٧
٢٠٠١	١٢	٠.٩
٢٠٠٢	٢٣	١.٧
٢٠٠٣	٢٨	٢.١
المعدل	٢٦.٨	٢

*** عدم توفر بيانات لهذه السنة**

اعد الجدول اعتماداً على المصادر الاتية :

(١) وزارة الري ، الهيئة العامة للسدود والخزانات ، قسم المدلولات المائية ، سجلات التصاريف اليومية والشهرية والسنوية لمحطة المضيق للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣) .

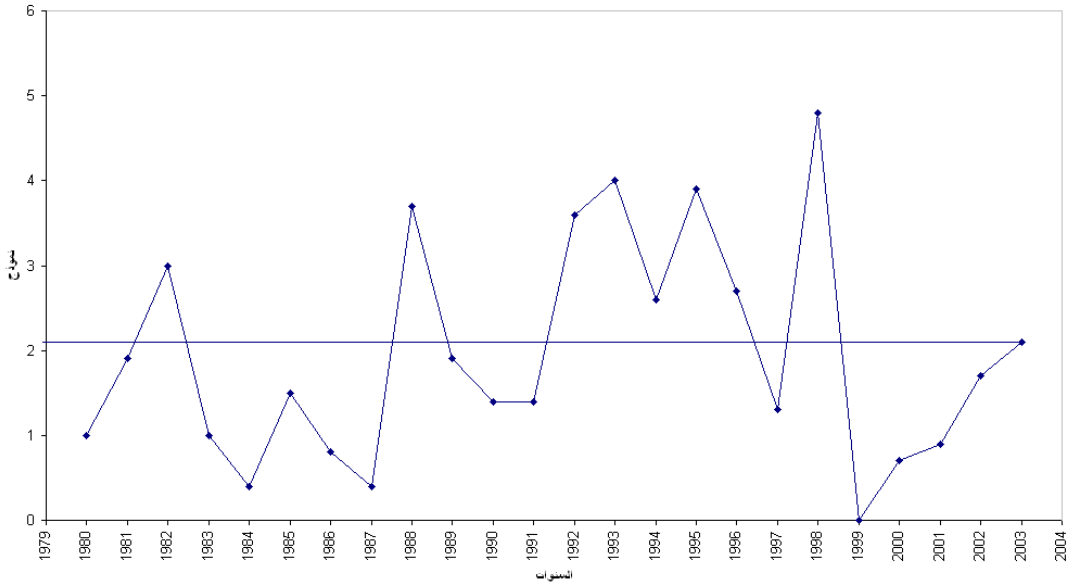
(٢) نموذج التصريف استخراج بتطبيق المعادلة الاتية

$$= \frac{\text{متوسط التصريف} \times ١٠^{٣}}{\text{مساحة الحوض كم}^{٢}\text{ عند نقطة الرصد}}$$

يراجع ، كاظم موسى محمد ، حوض الزاب الكبير في العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ١٩٨١ ، ص١٧٦ (١٢) .

شكل (١)

مقدار نموذج التصريف لتر/ثا/كم^{٢} نهر العظيم – محطة المضيق للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣) .



من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٤)

٢ـ خصائص الصرف الفصلي :

ان معرفة التصريف الفصلي لنهر العظيم يعطي الصورة الكاملة عن حجم الجريان لكل فصل من فصول السنة المائية ، اذ لهذا التحليل اهمية كبيرة من خلال معرفة خصائص الجريان الفصلي ومعرفة الاحتياجات المائية لمختلف فصول السنة ضمن منطقة حوض النهر .

ومن تحليل الجدول (٥) نستنتج بأن فصل الشتاء يسهم باكبر كمية تصريفية خلال فصول السنة فقد بلغت النسبة بحدود (٥٠%) وبمعدل تصريف (٥٣.٥ م^{٣}/ثا) للمدة ١٩٨٠ – ٢٠٠٣ ، ويرجع سبب هذه الزيادة في فصل الشتاء الى اعتماد النهر في تغذيته على تساقط الامطار الشتوية والتي تعتبر الممون الرئيسي للنهر وكما تبين ذلك من تحليل الامطار في الفصل الاول ، ويأتي فصل الربيع بالمرتبة الثانية من حيث مساهمته في تغذية النهر والبالغ (٣٢%) من مجموع التغذية وللمدة نفسها ، وذلك لاعتماد النهر على الامطار الربيعية ، اما فصل الصيف فيتمثل بالمرتبة الرابعة والاخيرة من حيث نسبة المساهمة ، اذ لا تزيد نسبة مساهمته عن (٣%) من تصريف النهر ويرجع سبب ذلك الى انقطاع الامطار واعتماد النهر على المياه الجوفية ، بينما تزداد نسبة مساهمة فصل الخريف عن فصل الصيف لتصل الى (١٥%) من مجموع الجريان في نهر العظيم ، وهذا ناتج عن بداية التساقط في هذا الفصل على اعالي حوض النهر .

ويمكن القول ان نهر العظيم هو نهر موسمي أي انه يعتمد على الامطار الشتوية في تغذيته ويجف في فصل الصيف لانقطاع الامطار ، فضلاً عن قلة معدلات الامطار في اغلب السنوات .

جدول (٥)

خصائص الصرف الفصلي م^{٣}/ثا ونسبة الجريان % لنهر العظيم عند نقطة المضيق للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣)

فصل الشتاء كانون اول ، كانون ثاني ، شباط		فصل الربيع اذار ، نيسان ، مايس		فصل الصيف حزيران ، تموز ، اب		فصل الخريف ايلول ، تشرين اول ، تشرين ثاني	
متوسط التصريف م^{٣}/ثا	نسبة الجريان %	متوسط التصريف م^{٣}/ثا	نسبة الجريان %	متوسط التصريف م^{٣}/ثا	نسبة الجريان %	متوسط التصريف م^{٣}/ثا	نسبة الجريان %
٥٣.٥	٥٠	٣٣.٥	٣٢	٥.٧	٣	١٦	١٥

المصدر : وزارة الري الهيئة العامة للسدود والخزانات ، قسم المدلولات المائية ، سجلات التصاريف اليومية والشهرية والسنوية ، لمحطة المضيق للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣) .

٣- خصائص الصرف الشهري :

يتميز نهر العظيم بتباين تصاريفه الشهرية ، اذ ترتفع نسبة التصريف المائي في بعض الاشهر بينما تنخفض الى حدودها الدنيا في اشهر اخرى .

ويمكن التعرف على الخصائص الهيدرولوجية للجريان الشهري من خلال تحليل متوسط التصاريف الشهرية وهذا ما يوضحه جدول (٦) الخاص بمعدلات التصاريف الشهرية لنهر العظيم للمدة ١٩٨٠ – ٢٠٠٣ ، اذ تبين ان الجدول ان اعلى تصريف شهري يكون في شهر كانون ثاني البالغ بحدود (٥٥.٣ م^3/ثا) للمدة ١٩٨٠ – ٢٠٠٣ وبعده ياتي شهر اذار البالغ (٥٣.٩ م^3/ثا) الذي يكون قريب من معدل تصريف شهر شباط البالغ (٥٣.١ م^3/ثا) للمدة نفسها ، ويرجع السبب في ذلك الى ان نهر العظيم من الانهار ذات التغذية المطرية الصرفة على عكس نهر دجلة وروافده الاخرى التي تتصف بالتغذية المختلطة (الامطار ، والثلوج الذائبة ، والمياه الجوفية) والتي يكون اعلى تصريف لها في شهري نيسان ومايس استجابةً مع ذوبان الثلوج وتساقط الامطار الربيعية .

يبدأ تصريف نهر العظيم بالهبوط التدريجي فيما يعد شهر نيسان ليصل الى اقل مستوى له في شهر اب البالغ (٤.١ م^3/ثا) يلاحظ جدول (٦) والشكل (٢)

جدول (٦)

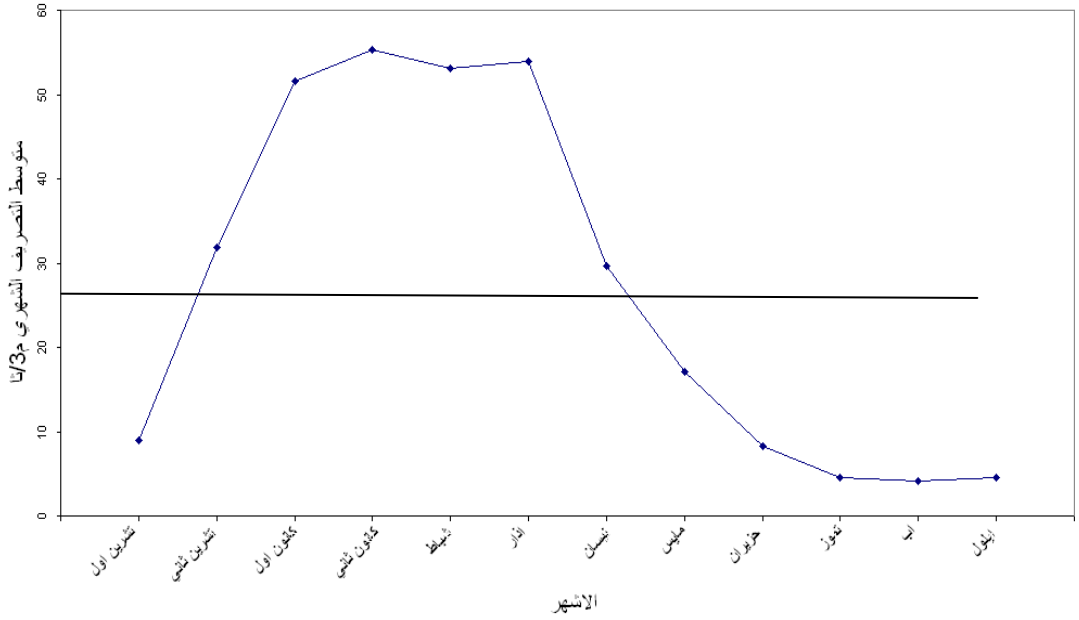
خصائص التصريف الشهري م^3/ثا لنهر العظيم عند محطة المضيق للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣)

المدة	متوسط التصريف السنوي م^3/ثا	متوسط التصريف الشهري م^3/ثا											
		تشرين اول	تشرين ثاني	كانون اول	كانون ثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول
١٩٨٠-٢٠٠٣	٢٦.٨	٨.٩	٣١.٨	٥١.٦	٥٥.٣	٥٣.١	٥٣.٩	٢٩.٦	١٧.١	٨.٣	٤.٥	٤.١	٤.٥

المصدر : وزارة الري ، الهيئة العامة للسدود والخزانات ، قسم المدلولات المائية ، سجلات التصاريف اليومية والشهرية والسنوية ، لمحطة المضيق للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣)

شكل (٢)

معدلات التصاريف الشهرية لنهر العظيم عند محطة المضيق للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣)



من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٦)

المبحث الثالث

العلاقة بين الامطار والجريان السطحي :

يعتبر نهر العظيم من الانهار الموسمية ، لاعتماد النهر على الامطار الشتوية والتي لا تكفي لتغذية النهر على طول العام ، وكما معروف ايضاً ان امطار العراق تمتاز بالتذبذب بين سنة واخرى بل حتى في ايام الشهر الواحد من السنة وعلى هذا الاساس فان هذه الامطار تعتمد اعتماداً اساسياً على عدد المنخفضات الجوية المارة على المنطقة مؤثرة بذلك على تصريف النهر .

ان تباين معدلات الامطار السنوية والفصلية والشهرية فضلاً عن اليومية اثر وبشكل كبير على اختلاف تصريف النهر ، ومن اجل اعطاء صورة اوضح عن هذا التباين في التصريف يمكن توضيحها وكما ياتي :

١- العلاقة بين كمية الامطار والتصريف السنوي :

تتباين كمية الامطار الساقطة على نهر العظيم بين سنة واخرى فهناك سنوات رطبة واخرى جافة ، فضلاً عن اختلاف معدلات هذه الامطار زماناً ومكاناً ، وقد تبين زيادة التساقط المطري في المناطق المرتفعة الشمالية والشمالية الشرقية وتقل كلما اتجهنا نحو المناطق الجنوبية الغربية من حوض النهر ، اذ نجد ان المعدل السنوي للامطار في محطة السليمانية بلغ (٧١٨ ملم) ويقل في محطة كركوك ليصل الى (٣٨٥.٢ ملم) يلاحظ جدول (١) وهذا ما جعل المنابع العليا من النهر توجد فيها مياه متجمعة بسبب غزارة هذه الامطار التي يتحول جزء منها الى باطن الارض ليغذي هذه المنابع عند انقطاع المطر .

يتصف مناخ حوض تغذية نهر العظيم بانه شبه جاف ، وهذا ما جعل جريانه موسمي يعتمد على تساقط الامطار ، ونظراً لتأثير العوامل الطبيعية كالمناخ والتضاريس على حوض نهر العظيم جعله يتصف بقلة تصريفه السنوي مقارنة بروافد دجلة الاخرى التي تعتبر انهار دائمة الجريان بسبب وقوع احواض تغذيتها في مناطق مرتفعة جداً مما اعطاها فرصة استلام كميات كبيرة من الامطار والثلوج التي تمون حوض النهر .

ومن اجل تحليل هذه العلاقة بين كمية الامطار وايراد النهر السنوي تم استخراج معامل التصريف المائي وكما مبين في الجدول (٧) ، اذ بلغ معدل الامطار في محطة كركوك (٣٨٥.٢ ملم) يؤدي الى ارتفاع الماء في حوض النهر بـ (٦٥ ملم) وبمعامل تصريف منخفض مقداره (٠.١٦) يلاحظ جدول (٧)

جدول (٧)

معدل ايراد النهر ملم/سنة ومعامل التصريف السنوي لنهر العظيم لمحطة كركوك للمدة (١٩٦٠ – ٢٠٠٠) .

معدل الامطار (ملم)	معدل الايراد* ملم/سنة	معامل التصريف**
٣٨٥.٢	٦٥	٠.١٦

الجدول من عمل الباحث

$$\text{* معدل ايراد النهر ملم/سنة} = \frac{\text{الايراد المائي السنوي مليار م}^3\text{/ثا}}{\text{مساحة الحوض كم}^2} \times ١٠٠$$

$$\text{** معامل التصريف} = \frac{\text{معدل ايرادات النهر ملم/سنة}}{\text{معدل الامطار الساقطة}}$$

راجع : سعدية عاكول الصالحي ، اثر عامل التساقط على نظام الجريان في حوض نهر دجلة ، مصدر سابق ص١٥٢ .

توضح هذه الدراسة بأن هناك علاقة طردية بين الامطار الساقطة وكميه ارتفاع الماء بالحوض ومعامل التصريف ذلك قل ارتفاع الماء في لنهر بسب عدم ثبات كميه الامطار الساقطة على حوض نهر العظيم ، فضلاً عن اتساع الحوض مما يزيد من لضائعات المائية عن طريق التبخر او المياه المستهلكه لمختلف الاستخدامات كما وقد تم تطبيق معادلة فائض المطر (١٢) .

لبيان نسبه الجريان وكما يأتي :-

فائض المطر (ملم) = مجموع الامطار – (طاقة التبخر نتج + تشبع التربه + التسرب)

وقد تبين من تطبيق المعادلة أن المعدل السنوي لفائض المطر المسبب للجريان بلغ (٤١٨ ملم) في محطة السليمانيه ، بينما ينخفض الفائض الى (١٨٥ ملم) لمحطة كركوك وهذا راجع الى عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر فضلاً عن اختلاف كميه الامطار الساقطة ما بين المحطتين .

٢- العلاقة بين كميه الامطار والتصريف الفصلي :-

تختلف الامطار السنويه بين فصل واخر ،إذ تتركز أمطار نهر العظيم في فصل الشتاء والربيع وتقل بشكل كبير في فصل الخريف ، اما فصل الصيف فتنقطع الامطار الساقطة على حوضه ويعتبر فصل جاف .

ومن مراجعه الجدولين السابقين (٥.٢)اتضح تباين الامطار الفصليه (ملم) والتصريف المائي الفصلي (م^3/ثا) لنهر العظيم ، إذ إن اعلى كميه مطر سقطت على محطة السليمانيه ومحطة كركوك كانت ضمن فصل الشتاء البالغ (٣٣٨.٦ ملم ١٩٣.٨ ملم) وعلى التوالي ، يقابلها ارتفاع في تصريف النهر في هذا الفصل ليصل الى (٥٣.٥ م^3/ثا) عند محطة المضيق أي بسنه (٥٠%)من مجموع التصريف السنوي للنهر .
والسبب من ذلك يرجع الى وصول المنخفضات الجويه من البحر المتوسط في هذه الفترة ،فضلاً عن قله الضائعات المائية عن طريق التبخر بسب انخفاض درجات الحرارة ويأتي فصل الربيع بالرتبة الثانية من الناحية التصريف وتساقط الامطار ، إذ تبدأ الضائعات المائية بالزيادة في هذا الفصل استجابة مع ارتفاع درجات الحرارة ، وقد بلغ تصريف النهر في هذا الفصل الى (٣٣.٥ م^3/ثا) وبنسبه (٣٢%)من مجموع جريان النهر وهذا ناتج عن امطار تزيد عن (٢٦٧.٩ ملم) في محطة السليمانية و (١٣٤.٨ ملم) لمحطة كركوك .
وعلى هذا الاساس فأن نهر العظيم يبدأ جريانه مع بدايه الامطار الخريفية ليصل الى اعلى مستوى في فصل الشتاء ثم الربيع وبعد ذلك يأتي اجف فصل وهو فصل الصيف الذي يصل فيه النهر الى حد الجفاف بسب انقطاع الامطار .

٣- العلاقة بين كمية الامطار والتصريف الشهري :-

تتركز امطار نهر العظيم في أشهر الشتاء والربيع والتي يزداد فيها الفائض المطري على التبخر نتح ومن هنا تبرز الفعاليه للاشهر المطيرة المتسببة في الجريان المائي السطحي للنهر ،إذ تبلغ اعلى قيمة للتصاريف الشهريه لنهر العظيم في شهر كانون الثاني البالغ (٥٥.٣ م^3/ثا) للمدة ١١٨٠- ٢٠٠٣ اما اقل تصريف شهري مكان في شهر أب البالغ (٤.١ م^3/ثا)والسبب يرجع الى تذبذب كمية الامطار الساقطة فيما بين الشهرين ، ولاجل توضيح العلاقة القائمة بين الامطار وحجم التصريف المائي في حوض النهر فقد تم مقارنة حقيقية بين كمية الامطار وحجم المياه الناتجة عن هذا التساقط يلاحظ جدول (٨) والشكل (٣) .
إذ نلاحظ ارتفاع تصريف النهر يتماشى بشكل متزن تقريبا مع كمية التساقط المطري ، فيدأ موسم التساقط في شهر تشرين اول يقابله زيادة اعتياديه في النهر ويستمر في هذه الزيادة ليصل الى اعلى منسوب له في أشهر كانون ثاني وشباط وأذار .
وبتصريف قدرة (٥٥.٣ م^3/ثا ، ٥٣.١ م^3/ثا ،٥٣.٩ م^3/ثا) للمدة ١٩٨٠- ٢٠٠٣ وعلى التوالي بعد ذلك يهبط منسوب التصؤيف المائي في شهر نيسان البالغ (٢٩.٦ م^3/ثا) للمدة نفسها على الرغم من قله تفاوت كميه الامطار الساقطة على حوض النهر بين شهر اذار وشهر نيسان والسبب في قله تصريف النهر في شهر نيسان هو ارتفاع درجات الحرارة مما يؤدي الى زيادة الضائعات المائية عن طريق التبخر نتح ، فضلاً عن زيادة الطلب على الاحتاجات المائية في شتى الاستخدامات الزراعي والبشرية .

جدول (٨)

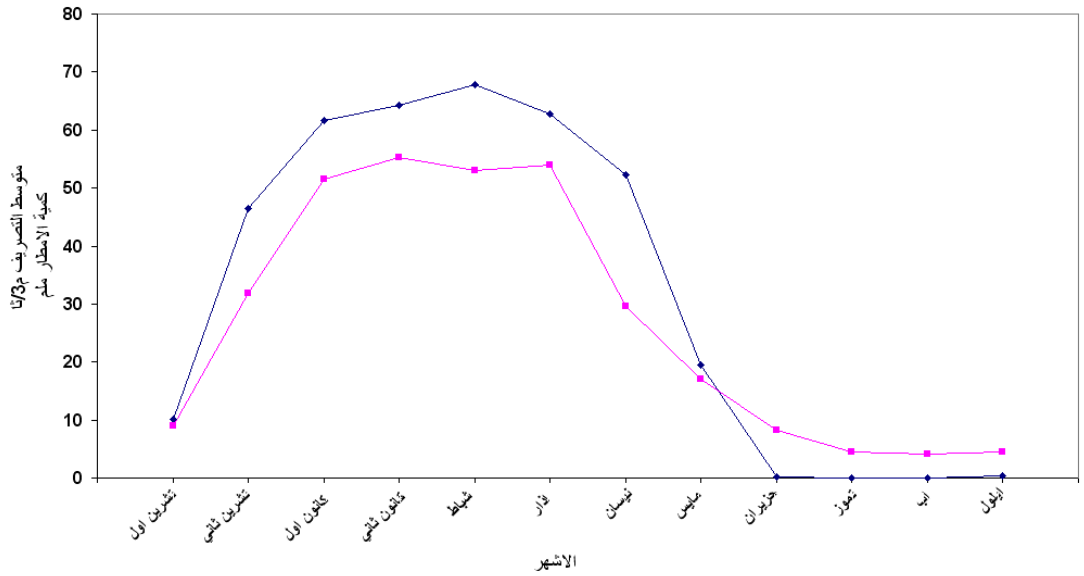
كميه الامطار الساقطة ملم على محطة كركوك ، متوسط التصريف م^3/ثا لنهر العظيم في محطة المضيق .

الاشهر	تشرين اول	تشرين ثاني	كانون اول	كانون ثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول
كمية الامطار (ملم)	١٠.١	٤٦.٥	٦١.٧	٦٤.٣	٦٧.٨	٦٢.٧	٥٢.٣	١٩.٤	٠.١	٠	٠	٠.٣
متوسط التصريف م^3/ثا	٨.٩	٣١.٨	٥١.٦	٥٥.٣	٥٣.١	٥٣.٩	٢٩.٦	١٧.١	٨.٣	٤.٥	٤.١	٤.٥

الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على مصادر جدولين (٦.١).

بعد ذلك الهبوط في حجم التصريف يتقارب مستوى سير خط التصريف وخط التساقط ليصل التساقط الى الانقطاع يقابله أقل تصريف للنهر في اشهر الصيف كما في شهر أب البالغ (٤.١ م^3/ثا) وكمية مطر (٠ ملم) يلاحظ الشكل (٣) .

شكل (٣)
كمية الامطار ملم لمحطة كركوك ومتوسط التصريف م٣/ثا لمحطة المضيق .



من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٨)

مما تقدم يتضح أن نهر العظيم هو نهر موسمي يعتمد على تساقط الامطار وبشكل اساس ، فضلاً عن المياه الجوفيه المعتمده على كميه الامطار الساقطه والتي تقل مساهمتها في تغذيه النهر وباستثناء المسيلات الموجود في اعالي النهر .

النتائج :

١. قله ارتفاع حوض تغذيه النهر جعله يستلم كميات اقل من الامطار مقارنه بروافد نهر دجله ، فضلاً عن قله التساقط الثلجي الحقيقي الذي يؤدي الى الجريان .
٢. قله مساهمة المياه الجوفية في تغذية النهر بسبب سرعة انسياب مياه الامطار الى المجرى الرئيسي من جهة والتكوينات الجيولوجية لحوض النهر من جهة اخرى وهذا جعل وصول بعض ذرى التصريف تصل الى بغداد قبل نهر دجلة وروافده .
٣. تحتوي مياه نهر العظيم على ترسبات دقيقة وعالقة بسبب قلة النباتات الطبيعية وغزارة الامطار في وقت قصير مما يزيد من تلوث المياه وجعلها غير صافية .
٤. انقطاع تصريف نهر العظيم عند التقائه بنهر دجلة في اشهر الصيف ، اذ تصل نسبته في شهر اب الى (٤.١ م٣/ثا) .
٥. اتضح من الدراسة ان منطقة الحوض تقع ضمن المنطقة المتموجة ضمن المرتبة الحوضية غير المنظمة والبعيدة عن الشكل الدائري مما انعكس على عدم التجانس في المكونات الطبيعية وهذا ما جعل حوض النهر يتميز بتصاريف متذبذبة زماناً ومكاناً .
٦. فترة الامطار الحقيقية التي تغذي النهر لا تتجاوز عن ٦ اشهر وهذه الفترة هي التي ينتعش بها النهر لذلك يكون اعلى تصريف في فصل الشتاء البالغ (٥٣.٥ م٣/ثا) وبنسبة ٥% من مجموع الجريان في النهر .
٧.

التوصيات

١. انشاء محطات مناخية في مناطق متفرقة في اعلى الحوض ووسطه بغية الحصول على المعلومات المناخية الدقيقة التي تعين الباحثين وصانعي القرار من اجراء موازنة تتلائم مع الاستخدامات البشرية والزراعية المقامة على النهر .
٢. اقامة بعض السدود والخزانات على النهر لغرض الاستفادة من المياه عن طريق خزنها في اشهر الفائض (اشهر الشتاء) ومن ثم تموين النهر في اشهر الشحة وهذا يخلق اتزان مائي يتناسب مع الاحتياجات المائية .

٣. استخدام الاساليب الجديدة والمتطورة في الري كالري بالرش والتنقيط الى اخره لتقليل الضائعات المائية .
٤. العمل المستمر على كري و ازالة المواد المترسبة من مجرى النهر .

المصادر

١. شاكر خصباك ، العراق الشمالي ، دراسة لنواحيه الطبيعية والبشرية ، مطبعة سفيق ، ١٩٧٣ .
٢. منعم مجيد حمد الحمادي ، الموارد المائية في حوض نهر العظيم واستثماراتها ، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ١٩٨٤ .
٣. مهدي الصحاف ، العوامل المؤثرة في التصريف النهر ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد السادس ، مطبعة بغداد ، ١٩٧٠ .
٤. سعدية عاكول فتحي الصالحي ، اثر عامل التساقط على نظام جريان المياه في حوض نهر دجلة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية التربية ، جامعة بغداد ، ١٩٨٨ .
٥. مهدي الصحاف ، وفيق الخشاب ، الموارد الطبيعية ، ماهيتها ، تعريفها ، اصنافها ، صيانتها ، دار الحرية للطباعة ، بغداد ، ١٩٧٦ .
٦. سعيد حسين علي الحكيم ، هيدرولوجية حوض نهر دجلة في العراق ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ١٩٨١ .
٧. وفيق الخشاب واخرون ، الموارد المائية في العراق ، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٧٣ .
٨. جمهورية العراق وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية ، قسم المناخ سجلات الإمطار والحرارة للمدة (١٩٦٠ – ٢٠٠٠) (بيانات غير منشورة) .
٩. مهدي الصحاف ، التصاريف العليا في انهار العراق واثرها على التنمية ، مجلة الجمعية العراقية الجغرافية ، المجلد ٩ ، مطبعة العاني ، بغداد ، ١٩٧٦ .
١٠. جمهورية العراق ، المؤسسة العامة لصيانة وتشغيل مشاريع الري ، سجلات المقاطع العرضية لمجرى نهر العظيم ، سجلات غير منشورة .
١١. جمهورية العراق ، وزارة الري ، الهيئة العامة للسدود والخزانات ، قسم المدلولات المائية ، سجلات التصاريف اليومية والشهرية والسنوية لنهر العظيم للمدة (١٩٨٠ – ٢٠٠٣) بيانات غير منشورة .
١٢. كاظم موسى محمد ، حوض الزاب الكبير في العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ١٩٨١ .
١٣. حلمي عبد القادر حمود ، الموازنة المائية في الجزائر ، مجلة البحوث والدراسات العربية ، العدد ٨ ، مطبعة جامعة القاهرة ، القاهرة ، ١٩٧٧ .