

استخدام الموازنة المائية المناخية لتقييم واقع تغذية المياه الجوفية في حوض ببجي-تكريت/ شمال غرب العراق

عمر صباح إبراهيم صبار عبد الله صالح نوفل حسن علي

قسم علوم الأرض التطبيقية / كلية العلوم - جامعة تكريت

تاريخ الاستلام: ٢٠١١/١/٢٧ تاريخ القبول: ٢٠١١/١/١

الخلاصة

بينت المعدلات السنوية والشهرية للساقط المطري ودرجة الحرارة للمحطتين (تكريت و ببجي). ان المعدل السنوي العام للساقط المطري (١٨٥) ملم وأقصى ساقط مطري هو ٣٥,٥ ملم في شهر كانون الثاني و اقل ساقط مطري (٠,٠٠) ملم في شهر آب. فيما تراوحت المعدلات الشهرية العامة لدرجة الحرارة بين (٨,٧) م° في شهر كانون الثاني- ٣٦,٥ م° في شهر تموز. وبعد حساب قيم التبخر-نتح الكامن PE حسب طريقة ثورنثويت ثم استنباط قيم الزيادة المائية WS وذلك لتحديد كمية المياه المتغلغلة إلى مستويات المياه الجوفية لكل قطاع في الحوض بعد تحديد العناصر الرئيسية لمعادلة الموازنة المائية لكل قطاع وآخر على ضوء المعادلات التي وضعت لكل منها كما يلي: أن ٢٦% من مياه الساقط المطري تتغلغل لتغذية المياه الجوفية في الحوض عند القطاع A. عدم توفر فرصة تسمح بتغلغل مياه الساقط المطري الى مستويات المياه الجوفية للقطاعين A و B بالاعتماد على المعدلات الشهرية العامة لكامل مدة المراقبة (١٩٨٩ - ٢٠٠٩). إن رطوبة التربة (SM) هي (٢٥) ملم للقطاع A و (٧٥) ملم لكل من القطاعين B و C. عند البحث في السنوات التي يتجاوز فيها المعدل السنوي للساقط المطري المعدل السنوي العام والبالغ (١٨٥) ملم) وجد أن هناك (٩) سنوات تتجاوز المعدل المذكور أعلاه و تمثل حوالي (٤٣%) من مدة المراقبة يكون فيها المعدل السنوي العام (٢٤٢,٣٩) ملم وأقصى معدل شهري للساقط المطري يبلغ (٤١,٨٦) ملم في شهر آذار و اقل معدل يبلغ (٠,٠٠) ملم في شهري تموز و آب. وعلى ضوء ذلك حسبت الزيادة المائية للقطاعين B و C بالاعتماد على السنوات المذكورة تبين حصول زيادة مقدارها (٢٩,٩٣) ملم) من معدل الساقط المطري السنوي البالغ (٢٤٢,٣٩) ملم و ان (١٢,٣٤) % من الساقط المطري يتغلغل لتغذية المياه الجوفية في القطاع B. اعتمدت النسبة (٧%) كنسبة للسيل السطحي من الساقط المطري السنوي والتي يبلغ فيها السيل (١٦,٩٦) ملم. وان النسبة المئوية لتغذية المياه الجوفية في القطاع C هي ١٢,٩٧ ملم ويرجع التباين في قيم تغذية المياه الجوفية على امتداد الحوض من القطاع A الى C وما هو إلا انعكاسا لنوع ونسيج هذه الرواسب من جهة وتباين أعماقها والاختلافات الطبوغرافية البسيطة وتطور شبكة تصريف المياه السطحية وخاصة تلك الموجودة في الجزء الغربي للنطاق C من جهة أخرى فيما يدل تقارب قيم الخزين المتجدد بين القطاعات الثلاث رغم تباين مساحاتها وأعماق المياه المتغلغلة في كل منها إلا إن ما يبرر هذا التقارب هو ان زيادة المساحات من القطاع A الى B و C يرافقه تناقص قيم أعماق المياه المتغلغلة بين القطاعات C, B و A على التوالي أيضاً، ولا بد من الإشارة هنا إلى ان فرصة تجدد خزين المياه

الجوفية بالكميات المذكورة في الجدول أعلاه للقطاعين B و C تبلغ ٤٢ % من فرص تجدد خزين المياه في القطاع A فضلا عن وجود كميات من متسربة من مياه الإسالة والصرف الصحي للقطاع A.

المقدمة:

من المعلوم ان العراق من بلدان الشرق الأوسط الغنية بالموارد المائية وبالأخص البلدان ذات المناخ الجاف وشبه الجاف حيث يمتلك نهرين كبيرين (دجلة والفرات) فضلاً عن خزين مهم جدا من المياه الجوفية و ان النزاعات الحاصلة بين البلدان المتشاطئة وخاصة (تركيا) على الحصص المائية من النهرين قد تعرضه في المستقبل القريب الى شحة في المياه القابلة للاستخدام إلا إذا توصل الى اتفاقيات مع هذه البلدان وحقق تقدما ملحوظا في مجال إدارة الموارد المائية. وكما هو معروف إن الموارد المائية المتاحة للاستخدام في تناقص مستمر نتيجة لزيادة معدلات الطلب على مصادر المياه العذبة ومنها الانهار بشكل خاص، من هنا تبرز اهمية المياه الجوفية لتلعب دورا هاما في حياة الإنسان، فهي مصدرا أساسيا لمياه الشرب والاستخدامات الأخرى في الإنتاج الزراعي والحيواني والصناعي عندها يصبح لزاما على الباحثين التوسع في الدراسات والأبحاث للتحري عن اماكن وتوزيعات المياه الجوفية وسبل استثمارها وهذا بدوره يحتاج إلى دراسات متنوعة لغرض التعرف على الخزين الجوفي وكيفية تجدده وأسلوب استخراجة لزيادة رقعة الأراضي الزراعية وسد الاحتياجات الإنسانية المتزايدة للغذاء نتيجة لزيادة عدد السكان.

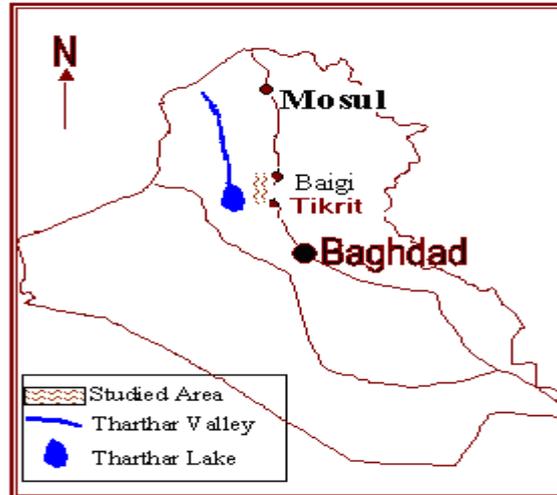
تشكل المياه الجوفية جزءاً مهماً من حجم المياه العذبة المخزونة في مسامات الطبقات الأرضية وتتجلى اهمية تواجدته في بعض مناطق القطر التي تكون فيها المياه السطحية شحيحة خاصة بعد توالي مواسم الجفاف، حيث ساعدت الظروف التركيبية والجيومورفولوجية في تكوين احواض جوفية متعددة منها منطقة الدراسة الحالية (حوض تكريت - الصينية) بعدما خضع العديد من الاحواض الجوفية في العراق الى دراسات مستفيضة لغرض استثمار مياهها الجوفية وجاء دور منطقة الدراسة الحالية ليخضع الى تقييم واقع مياهه الجوفية من الناحيتين الكمية والنوعية لغرض استثمارها في مجالات عديدة أبرزها الزراعية كونه يمتد ضمن مناطق تآثرت كثيرا بتوالي مواسم الجفاف وبروز ظاهرة التصحر بشكل واضح .

هدف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية إلى تقييم التغذية السنوية للمياه الجوفية كنسبة من الساقط المطري السنوي على المنطقة، بعد تحليل عناصر الموازنة المائية المناخية اعتمادا على المعدلات الشهرية للساقط المطري ودرجة الحرارة .

الموقع والمساحة

تقع منطقة الدراسة شمال غرب العراق ما بين تكريت جنوبا وبيجي شمالا، غرب نهر دجلة. محددة بالإحداثيات الجغرافية "٢٢' ٥" ٤٣° غربا - "٥٠' ٤٢" ٤٣° شرقا وبين "١٩' ٣٢" ٣٤° جنوبا- "٥٢' ٥٥" ٣٤° شمالا، مايعادل ٣٥١٠٠٠-٣٨٢٠٠٠ شرقا و ٣٨٢٦٠٠٠-٣٨٦٦٠٠٠ شمالا بوحداث نظام الاحداثيات UTM وهي منطقة شبه مستطيلة تغطي مساحة حوالي ٧١٧ كم^٢ يصل أقصى طول لها إلى حوالي ٥٠ كم وأقصى عرض حوالي ١٨ كم في وسط المنطقة، ويقل العرض في أقصى شمال وأقصى جنوب المنطقة ليصل إلى ٩ كم، (شكل ١).



شكل (١): موقع منطقة الدراسة

الموازنة المائية

الموازنة المائية هي تحديد العلاقة بين عناصر الدورة الهيدرولوجية الطبيعية من خلال العلاقة بين الامطار الساقطة على منطقة ما، مع مجموع ما تفقده هذه المنطقة من مياه بأشكال مختلفة (Domenico & Schwartz, 1998). تعد الموازنة المائية لاي حوض مائي احدى الطرائق المستخدمة لتحديد الزيادة المائية وهي من أصعبها تطبيقا عند البحث في مستويات تغذية المياه الجوفية لصعوبة قياس كل عناصرها بدقة (Simmers, 1998).

يفترض في الموازنة المائية للنظام الهيدرولوجي ان المدخلات (Inputs) والمخرجات (Outputs) متساوية وفي حالة حدوث زيادة او نقصان لاحد هذين العنصرين فسيتحول الفرق إلى تغير في خزين المياه السطحية أو الجوفية في الحوض والذي يمكن التعبير عنه بالصيغة الآتية:

$$\text{Input} - \text{Output} = \text{Change in Storage}$$

إذ ان الامطار والثلوج هي عنصر المدخلات الوحيد في الموازنة المائية على البيئة القارية يقابلها مجموعة من المخرجات متمثلة او لا بالتبخر والنتح، إذ يعكس التبخر عملية فقدان المياه من السطوح المائية او التربة فيما يكون النتح عملية لتبخر المياه من النباتات ومجموع العمليتين تدعى بالتبخر- نتح (Evapo-Transpiration) الذي يتكون حسب صيغة حسابه من التبخر- نتح الكامن (Potential Evapotranspiration) وهو المفقود من المياه بوجود كمية كافية منها في الوقت الذي تتحدد فيه الكمية عند حساب التبخر- نتح الحقيقي (Actual Evapotranspiration)، أي ان التبخر- نتح الكامن هو أعلى قيمة او يساوي التبخر- نتح المحسوب وهو دالة لحجم المياه المطلوب توافرها لأغراض الإنبات في منطقة ما والذي تعكسه نسبة المجموع السنوي للأمطار الى المجموع السنوي للتبخر نتح الكامن (/ Precipitation Potential Evapotranspiration).

ويمكن تمييز نوع المنطقة وفق هذه النسبة، ففي المناطق الصحراوية الخالية من الغطاء النباتي تكون النسبة أدنى من (٠,١) أما في المناطق متوسطة الكثافة النباتية فتكون النسبة بين (٠,٢) و(٠,٦). وفي حالة توافر كميات كبيرة من مياه الأمطار والغطاء النباتي الكثيف كما هو الحال في المناطق الاستوائية فان النسبة ترتفع إلى حدود (١,٠)، أي أن كمية التبخر- نتح الكامن (Potential Evapotranspiration) تكون مساوية للأمطار ويتساوى عندئذ التبخر- نتح الكامن مع التبخر- نتح الحقيقي (Domenico & Schwartz, 1998).

العنصر الثاني من عناصر مخرجات الموازنة المائية هو محتوى رطوبة التربة المعتمد على نوع التربة ونسيجها ومدى عمقها ويؤثر هذا العنصر في الجريان السطحي وتغذية المياه الجوفية اللذان يمثلان مخرجات عناصر الموازنة المائية، فلا يتحقق الجريان السطحي او التغذية الجوفية الا بعد تشبع التربة أي وصول معدل ترشيحها للمياه الى ادنى مستوياته في الوقت الذي تكون فيه سعة الترشيح بأعلى مستوياتها (Famigliitti et.al., 1998). يتناقص معدل الترشيح تدريجيا مع استمرار ترشيح مياه الامطار الى نطاق التربة ويمكن ان يحدث الجريان السطحي في أي وقت تكون فيها الشدة المطرية اعلى من معدل الترشيح أي قبل اكتمال محتوى رطوبة التربة ووصول سعتها الى مستواها النهائي (Domenico & Schwartz, 1998). يقاس

محتوى رطوبة التربة اما مختبريا بحساب نسبة تشبع نموذج التربة او ميدانيا عن طريق نصب (Lysimeters). من الصعب قياس التبخر- نتح الحقيقي في الحقل لانه يمثل مجموع التبخر من السطوح المائية والتربة مضافا اليه النتح من النبات محددا بكمية الامطار الساقطة على الحوض، غير ان التبخر- نتح الكامن هو الذي يمكن حسابه بالطرائق والمعادلات التجريبية مثل طريقة ثورنثويت (Thornthwait, 1948)، وهذا المتغير غالبا ما يكون بقيم مرتفعة في الوقت الذي ترتفع فيه درجات الحرارة ليكون اكبر بكثير من الامطار (ان وجدت) مما يولد عجزا مائيا في الحوض وفي الوقت نفسه فان قيم هذا المتغير تنخفض إلى أدنى مستوى في وقت انخفاض درجات الحرارة التي يصاحبها ارتفاع في معدل الأمطار الساقطة مما يولد فائضا مائيا او زيادة مائية.

يفترض معظم الباحثين في مجال العلوم الهيدرولوجية ان التبخر-نتح الكامن يكون مساويا للتبخر-نتح الحقيقي في المدة التي يكون فيها مجموع الامطار اكبر من التبخر- نتح الكامن وفي ضوء ذلك تنقسم الزيادة المائية المتحققة الى الجريان السطحي والتغذية الطبيعية للمياه الجوفية بعد تشبع رطوبة التربة:

$$P > PE \dots\dots PE = AEt$$

$$WS = P-AEt$$

$$WS = Sr + Gr + SM$$

إذ ان: P: الامطار، PE: التبخر- نتح الكامن، AEt: التبخر- نتح الحقيقي، WS: الزيادة المائية، Sr: السيل السطحي، Gr: التغذية الجوفية، SM: رطوبة التربة.

ويكون التبخر- نتح الحقيقي مساويا للأمطار عندما تكون الأخيرة اقل من التبخر- نتح الكامن، غير ان هذا الافتراض لا يمثل الواقع الفعلي إذ ان التبخر- نتح الحقيقي في المدة الثانية المتميزة بارتفاع قيم التبخر- نتح الكامن وانخفاض الأمطار يساوي الأمطار فقط وإنما يضاف إليها كمية رطوبة التربة التي سيستغلها النبات تدريجيا في هذه المدة لسد النقص الحاصل في كمية المياه المطلوبة نتيجة انخفاض الساقط المطري من جهة وارتفاع معدلات التبخر والنتح من جهة أخرى، او ان تفقد رطوبة التربة من التربة نفسها تلقائيا لارتفاع درجات الحرارة في هذه المدة، وهنا لا بد من الإشارة إلى إن التبخر- نتح الحقيقي سيساوي التبخر- نتح الكامن أيضا كما في الفترة الأولى ولكن لمدة قصيرة خلال هذه (الأشهر)؛ وذلك إن مجموع محتوى رطوبة التربة الكلي والأمطار اذا ما كان اعلى من التبخر-نتح الكامن فستكون هذه الحالة مشابهة للمدة الأولى حيث إن الإمطار اكبر من التبخر- نتح الكامن غير إنها تمثل مدة نقصان مائي وليست مدة زيادة مائية، ومتى ما بدأت رطوبة التربة او الأمطار او كلاهما بالانخفاض التدريجي التلقائي

في هذه المدة الى مستوى دون التبخر - نتح الكامن فسيكون التبخر - نتح الحقيقي مساويا لكمية المياه المتبقية سواء كانت مخزونة في التربة (رطوبة التربة) ام أمطار. وبانعدام الأمطار نهائيا او استنفاد رطوبة التربة كليا يكون التبخر - نتح الحقيقي في هذه الحالة مساويا للصفر لعدم وجود أية كمية مياه يمكن ان تتبخر أو تفقد عن طريق النبات (إلا إذا تم سقي النبات بمصدر غير الأمطار وهو عنصر خارج عن الموازنة المائية للحوض).

$$P > PE$$

$$WS = P - PE$$

$$AEt = PE$$

$$P \leq PE$$

$$WS = 0$$

$$AE = P$$

حيث ان: WD: النقصان المائي.

يلاحظ من المعادلات اعلاه ان رطوبة التربة ستكون في المدة الأولى ($P > PE$) عنصر مكتسب من عناصر الموازنة المائية حيث يستغل كمية من مياه الأمطار قبل ان تكون فائض مائي اما في المدة الثانية ($P < PE$) فان رطوبة التربة تكون عنصراً مفقوداً من الموازنة المائية لمساهمتها مع الأمطار في التبخر - نتح الحقيقي.

تقسيم الحوض على أساس الموازنة المائية :

بعد دراسة كل من الخارطة الجيولوجية، الخارطة الطبوغرافية، نتائج التحليل الهيدرومورفومتري، سجلات الآبار المحفورة ونتائج وتفسير المسح الجيوكهربائي لمنطقة الدراسة أمكن تمييز ثلاث انطقه (Zones) بهدف التوصل الى تقييم اكثر دقة لمعدلات تغذية المياه الجوفية في منطقة الدراسة والتي توصف على النحو التالي :

□ النطاق الأول (Zone A): وهو عبارة جزء من مكشف تكوين انجانة (متعري) يتألف من رواسب رملية على هيئة صفائح sheets وكثبان Dunes مع القليل من الغرين ، ويتراوح سمك هذه الترسبات بين (١,٥ - ٧,٥) م (الخارطة الجيولوجية للمنطقة و مشاهدات حقلية) و(القيسي وآخرون، ٢٠١٠).

يتميز هذا القطاع بعدم وجود انظمة لتصريف المياه السطحية (over land flow) مع تواجد لمساحات فيضية صغيرة نسبيا، لاحظ الشكل (٢) .

بالتالي يمكن ان تترشح مياه الساقط المطري في هذا النطاق الى مستويات المياه الجوفية الضحلة او العميقة بعد ان ترطب عمق لايتجاوز ٢٥ سم من تربة غير ناضجة (النتابع الصخاري لبعض الآبار المحفورة في هذا النطاق)، فضلاً عن مايفقد من الامطار عن طريق التبخر الحرمن

المناطق الفيضية والنتح من مايتمص بواسطة النباتات الموجودة في هذا الجزء من الحوض عندها يمكن صياغة معادلة الموازنة المائية لهذا النطاق من الحوض بالصيغة التالية :

$$P - (AE + SM) = \pm \Delta S \quad \dots (1)$$

حيث :

ΔS : التغير بالخزين.

P: الساقط المطري.

SM: رطوبة التربة.

□ النطاق الثاني (Zone B): وهي المنطقة الممتدة من الجزء الشمالي للحوض (شرق النطاق A) إلى الأجزاء العليا من وسط وغرب الحوض، مغطى بترسبات العصر الرباعي (Quaternary Deposits) والتي غالبيتها من نوع الترسبات النهرية (River Terraces)

فضلاً عن رواسب السهل الفيضي (Flood Plain) فقط في الجزء المحاذي لنهر دجلة .

تظهر في هذا النطاق انظمة لتصريف مياه السيول من النوع الشجري (Dendritic) لكنها تنتهي بالرتبة (٢) إلى مناطق فيضات داخل حدود النطاق نفسه لاحظ الشكل (٢) .

يتراوح سمك التربة في هذا النطاق بين (٠,٥ - ١,٠) م اي بمعدل ٠,٧٥ م وتتالف من الرمل، رمل غريني وحصى وغرين (القيسي وآخرون، ٢٠١٠) لذلك تكون صيغة معادلة الموازنة المائية على نفس الصيغة في النطاق A :

$$P - (AE + SM) = \pm \Delta S \quad \dots (2)$$

□ النطاق الثالث (Zone C) : ويمثل باقي أجزاء الحوض واكبر الانطقة مساحةً يغطي برواسب العصر الرباعي والتي غالبيتها رواسب نهرية (river terraces) ورواسب السهل الفيضي (Flood Plain) الجزء المحاذي لنهر دجلة فقط.

مايميز هذا النطاق وبشكل واضح هو كثافة انظمة التصريف من النوع الشجري وخاصة في الجزء الغربي والتي تتطور لتصل الى المرتبة الخامسة فيما لاتتعدى المرتبة الثالثة في الأجزاء الشرقية منه وتتشترك جميع هذه الأنظمة بتصريف مياهها الى نهر دجلة لاحظ الشكل (٢) بالتالي سيضاف الجريان السطحي (Surface Runoff) كاحدى مخرجات معادلة الموازنة المائية للحوض .

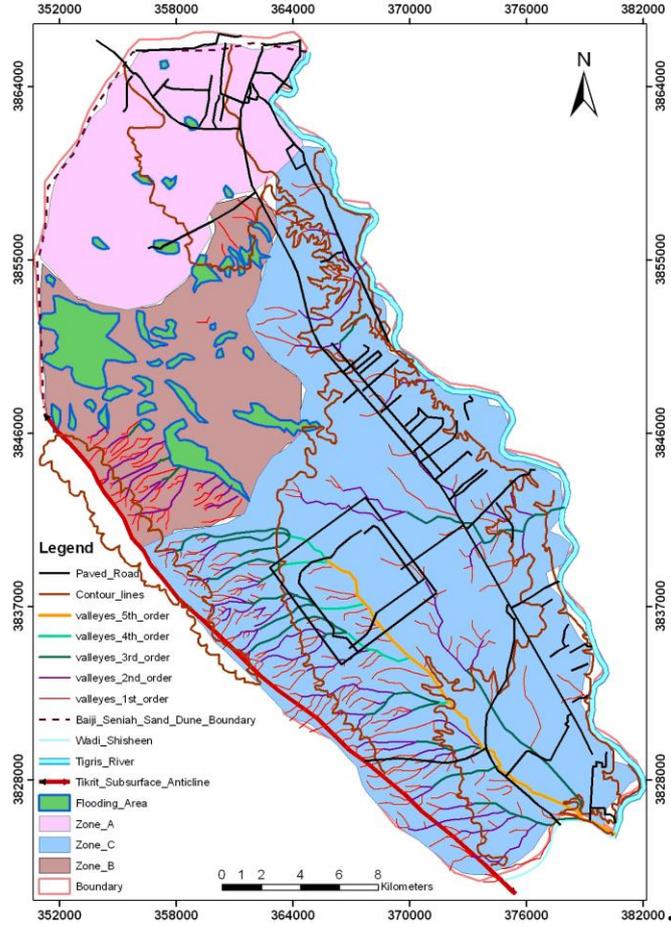
أما التربة في هذا النطاق فتمثل امتدادا لسمك ، نوع ، التركيبة الكيميائية والصفات الفيزيائية لتربة النطاق B (التتابع الصخاري للآبار المحفورة في النطاق C) و(المقطعين A-A' و-B' -الفصل الرابع) بالتالي تكون المعادلة الخاصة بالموازنة المائية في هذا النطاق بالصيغة التالية :

$$P - (AE + SM + Sr) = \pm \Delta S \quad \dots (3)$$

الموازنة المائية المناخية للحوض:

إن نقطة البداية لأغلب دراسات الموازنة المائية هي إيجاد معدل عمق الساقط المطري على الأحواض المائية المدروسة والحسابات الدقيقة لكميته هي الخطوة الرئيسية في عملية الموازنة (Hickel & Zhang, 2003). ونظراً لاختلاف قيمة الساقط المطري الفعلية من منطقة إلى أخرى ضمن الحوض الواحد لاختلاف العوامل المؤثرة في ميكانيكية الأمطار وتساقطها لذا وعند وجود ضرورة لتحديد معدل عمق الأمطار على الأحواض المائية (Basins) يتم استخدام إحدى ثلاث طرائق هي الأكثر استخداماً وهي: (المتوسط الحسابي، مضلعات ثايسن، وخطوط التماطر) وفي هذه الطرائق جميعها يحسب الساقط المطري بوصفه معدلاً موزوناً لمحطات متقاربة (Chow, 1964).

بعد الاطلاع على جدول و خارطة توزيع المحطات المناخية للمنطقة بشكل عام بهدف التعرف على واقع توزيع المحطات المناخية أو المطرية (خارطة توزيع المحطات المناخية في العراق / الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي) لاحظ الجدول (١) والشكل (٣)، تبين ان محطتي (بيجي وتكريت) المناخيتين هما الأكثر تمثيلاً لواقع الحوض المناخي لكونهما الأقرب للحوض و يقعان بشكل مباشر على حدوده الشمالية والجنوبية لاحظ الشكل (٢) عندها يكون استخدام طريقة المعدل الحسابي أكثر ملائمة لحساب معدل عمق الساقط المطري وذلك لصعوبة تطبيق الطريقتين الأخيرتين من جهة أخرى بالاعتماد على محطتين فقط، فضلاً عن عدم وجود اختلافات واضحة من الناحية الطبوغرافية على إمتداد مساحة الحوض (الخارطة الطبوغرافية). بعد إجراء تقييم لكامل سجل محطتي بيجي وتكريت للمعدلات الشهرية بالنسبة لعنصري الساقط المطري (rainfall) ودرجة الحرارة (temperature) المستحصلة من الهيئة العامة للأنواء الجوية وذلك لكونهما العنصرين الأساسيين الداخليين في طريقة حسابات الموازنة المائية المناخية المعتمدة في هذه الدراسة لغرض حساب كمية المياه الواصلة إلى مستويات المياه الجوفية والمعتمدة أصلاً على طريقة (Thornthwait, 1948) لاستنباط قيم التبخر نتح الحقيقي بعد حساب قيم التبخر نتح الكامن، كونها طريقة سهلة التطبيق باعتمادها على عنصر الحرارة فقط. وقد تبين أن المدة المتجانسة بين تسجيلات المحطتين وللعنصرين المذكورين أنفا هي (١٩٨٩ - ٢٠٠٩)، لاحظ الجداول (٢-٢)، (٢-٣)، (٢-٤) و (٢-٥) والتي على أساسها تم حساب المعدلات الشهرية للعنصرين ولكامل المدة المذكورة لاحظ الجدولين (٢-٦) و (٢-٧).

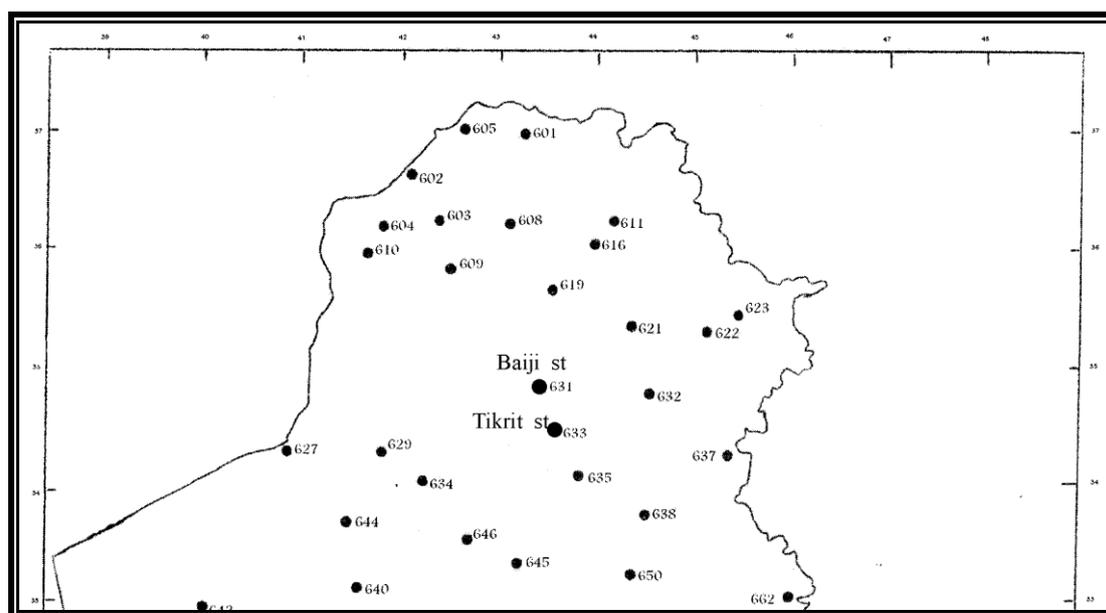


الشكل (٢): الخارطة الأساس لمنطقة الدراسة مبينا عليها الأنطقة الثلاث

الجدول (١): المعلومات الأساسية للمحطات المناخية في العراق شمال دائرة عرض ٣٣

الهيئة العامة لأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية

رقم المحطة	اسم المحطة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع (م) عن سطح البحر
602	RABIAH	42.06	36.47	382
605	ZAKHO	42.43	37.08	433
608	MOSUL	43.09	36.19	223
609	TEL-ABTA	42.34	35.55	200
610	AL-BAAJ	41.44	1075	321
611	SALAHADDIN	44.12	36.23	1075
616	ARBIL	44.00	36.09	420
619	MAKHMOUR	43.36	35.45	270
621	KIRKUK	44.24	35.28	331
631	BAIJI	43.32	34.54	115
633	TIKRIT	43.42	34.34	107
634	HADITHA	42.21	34.08	108
635	SAMARRA	43.54	34.11	75
637	KHANAQIN	45.23	34.21	175
638	AL-KHALIS	44.32	33.5	44
640	KILO-160	41.47	33.13	400
642	RUTBA	40.17	33.02	630
643	AKASHAT	40.08	33.48	526
644	H-1	41.38	33.47	409
645	RAMADI	43.19	33.27	48
650	BAGHDAD	44.24	33.18	31



الشكل (٣): توزيع المحطات المناخية في العراق / (الهيئة العامة لأنواء الجوية)

الجدول (٢): المعدلات الشهرية للساقط المطري لمحطة بيجي المناخية للمدة (١٩٨٩-١٩٨٩)

(mm) (٢٠٠٩)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1989	3.7	11.2	86.9	0.3	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.001	39.1	22.7	164.6
1990	6.9	55.2	19.6	16.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.9	10.4	115.0
1991	30.2	36.4	82.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	59.5	24.4	241.7
1992	48.5	54.6	24.1	11	15.1	0.3	0.0	0.001	0.001	0.0	92.0	20.5	266.1
1993	52.7	18.6	24.9	112.1	97.4	0.0	0.0	0.0	0.0	24.1	26.2	20.7	376.7
1994	38.0	24	22	10	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	66.7	34.9	206.7
1995	25.4	61.9	28.2	24.2	5.7	11.5	0.0	0.0	3.4	0.4	0.7	6.6	168.0
1996	46.3	10.9	76.6	3.6	19.2	0.0	0.001	0.0	2.0	1.2	8.2	51.4	219.4
1997	51.6	42	25.7	3.6	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	54.7	63.4	257.8
1998	69.9	17.3	17.2	7.9	3.2	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.001	6.8	122.3
1999	40.1	27.7	2.4	8.8	0.001	0.0	0.0	0.1	0.0	8.4	0.2	23.5	111.2
2000	26.3	2.2	6.9	4.4	10.9	0.0	0.0	0.0	0.001	19.7	25.1	57.1	152.6
2001	23.8	25.8	29.8	24.0	7.1	0.0	0.3	0.0	1.1	0.3	13.0	29.5	154.7
2002	31.2	8.8	48.9	21.9	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	25.8	25.4	44.8	211.4
2003	38.0	35.0	19.3	15.2	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	46.3	76.3	237.0
2004	44.6	71.8	0.6	36.1	14.4	0	0	0	0	0.001	7.3	14.3	189.1
2005	42.7	54.5	25.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	15.2	0.001	0.001	1.0	142.2
2006	62.1	116.8	0.0	68.8	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	1.0	18.3	313.1
2007	39.9	44.1	7.9	22.5	57.0	0	0	0	0	0	0	1.7	173.1
2008	26.9	24.0	40.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.001	11.0	11.0	20.1	376.7
2009	24.5	4.6	20.8	23.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.400	32.8	37.5	28.0	176.0
AVG.	36.8	35.6	29.1	19.8	13.0	0.6	0.0	0.0	1.2	8.6	24.7	27.4	196.8

الجدول (٣): المعدلات الشهرية للساقط المطري لمحطة تكريت المناخية للمدة (١٩٨٩-١٩٨٩)

(٢٠٠٩) (mm)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1989	7.5	12.0	104	1.5	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	100.7	19.0	246.6
1990	5.6	58.4	27.9	9.3	2.6	0.0	0.0	0.001	0.0	0.7	1.3	9.3	115.1
1991	27.9	47.1	61.8	2.1	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	45.8	27.4	16.8	228.9
1992	36.6	41.5	15.5	7.1	33.2	0.001	0.0	0.0	0.2	0.0	75.2	72.7	282.0
1993	45.8	29.7	6.8	54.1	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	19.2	12.7	198.0
1994	37.0	16.9	11.2	4.5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.001	27.6	75.4	62.5	237.9
1995	27.3	73.0	56.5	33.2	1.4	1.0	0.0	0.0	3.8	0.1	0.2	4.9	201.4
1996	68.6	2.9	80.8	11.8	12.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.3	0.5	25.3	203.1
1997	33.1	29.1	16.5	6.4	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	82.2	59.1	244.0
1998	56.6	10.4	4.5	6.0	2.6	0.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	83.3
1999	11.1	48.0	2.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	0.001	28.4	109.4
2000	25.1	1.1	6.2	10.7	5.9	0.0	0.0	0.0	0.001	24.3	27.2	66.2	166.7
2001	49.2	30.1	30.1	9.9	12.5	0.0	0.001	0.0	0.001	0.001	19.5	28.8	180.1
2002	33.3	7.0	39.9	19.7	0.001	0.0	0.0	0.0	0.001	19.3	27.3	30.8	177.3
2003	14.9	32	9.0	1.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	24.0	41.6	126.3
2004	54.8	46.3	0.1	14.6	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	5.5	9.3	135.1
2005	45.8	32.5	33.5	3.4	3.1	0.0	0.0	0.0	1.5	0.001	0.001	1.7	121.5
2006	41.3	85.4	0.001	31.5	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12	0.4	15.8	196.9
2007	49.9	28.5	5.9	26.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	113.8
2008	30.9	19.8	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	61.8	16.3	6.7	158.8
2009	17.0	2.8	28.4	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	19.9	22.4	9.4	111.7
AVG.	34.3	31.2	26.6	12.8	5.5	0.0	0.0	0.0	0.6	12.2	25.0	25.1	173.2

الجدول (٤): المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة لمحطة تكريت المناخية للمدة (١٩٨٩-٢٠٠٨)

(°م)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1989	6	9.8	16.6	25.3	30.3	33.7	37.3	36.3	31.2	25.2	16.2	9.1
1990	7.1	10.3	15.6	21.1	28.9	33.3	37	34.4	31.3	24.6	17.5	11.1
1991	8	9.8	15.4	23.1	26.5	34.1	35.4	34.2	30.6	24.5	16.8	8.9
1992	5.6	7.7	11.8	19.9	25.7	32.4	34.3	35.2	30.6	23.8	14.7	8.1
1993	7.3	9.3	14.6	20.6	25.9	32.6	36.5	35.8	31.5	25.5	13.8	11.5
1994	10.9	11.3	16.8	24.7	28.9	33.2	35.5	34.5	32	25.7	14.9	7.3
1995	9.9	12.1	16.1	20.8	29.9	33.3	35.2	35.5	30.5	24	15.2	9.8
1996	10.2	12.6	14.6	20.9	30.3	33.4	38.1	36.5	31	23.7	17.2	13.1
1997	9.5	8.5	12.5	20.6	29.6	34.5	35.7	33.5	30.1	24.9	16.1	10.7
1998	7.9	10.5	14.7	22.7	29	36	37.8	38.3	32	25.2	19.2	12.8
1999	11.1	13	16.8	22.7	30.1	34.4	36.8	37.2	31.2	25.2	15.9	11
2000	8.2	10.9	15	24.4	28.8	33.5	39.2	37.3	30.9	22.9	15.8	10.5
2001	9.7	12	15.9	23.6	29.5	34	38	27.3	31.1	24.1	15.5	10.8
2002	8.4	12.6	17.2	21	28.1	33.9	37.3	35.3	32.1	26.5	15.6	9.3
2004	10.5	11.3	17.8	21.4	27.8	33.8	37.1	35.2	32.1	26.7	15.8	8.2
2005	8.9	10.1	16.3	23.7	28.2	32.9	36.9	35.2	30.9	24.1	15.3	13.5
2006	8.8	12.6	17.8	22.1	29.4	36.4	36.7	38.4	31.6	30	14.7	8.5
2007	7.7	11.8	16.2	20.3	32.3	35.1	37.1	36.9	33	26.7	16.5	9.9
2008	6.2	10.9	20	25	28.2	34.4	36.8	37.4	32.8	24.4	16.5	10.4
av	8.5	10.9	15.9	22.3	28.8	33.9	36.8	35.5	31.4	25.1	16.0	10.2

الجدول (٥): المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة لمحطة بيجي المناخية للمدة (١٩٨٩-٢٠٠٨)

(°م)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1989	6.3	9.7	16.5	24.7	29.2	32.4	36.1	34.8	29.9	24.4	15.8	9.1
1990	7.1	10.3	16.3	20.9	28.3	33.1	36.5	34.2	30.8	24.1	17.5	11.2
1991	8.8	9.4	15.6	22.8	26.4	33.4	35.2	34.2	30.3	24.2	16.9	9.3
1992	5.9	7.7	11.9	19.7	25.2	32.1	34.2	34.7	30	23.3	14.6	8.3
1993	7.7	9.6	14.3	20.1	24.9	32.1	35.9	32.6	30.7	24.8	14	11.7
1994	11	11.3	16.6	24.1	28.6	32.9	35.3	34.2	31.4	25.2	15.1	7.4
1995	10.2	12.3	16.2	20.6	29.4	33.1	34.6	34.6	30.1	23.2	14.9	9.7
1996	10.2	12.7	14.6	20.3	29.4	32.8	37.5	35.6	30.4	23.2	16.5	13.1
1997	9.7	8.5	12.3	20.2	29	33.6	35.2	33.1	29.5	24.2	16.2	10.7
1998	7.9	10.6	14.7	22.2	28.4	35.6	37.3	37.3	31.6	24.4	19	12.7
1999	11.1	12.9	16.8	22.6	29.9	34.1	36.5	36.6	30.7	24.8	15.5	11.2
2000	8.3	11	15	24.1	28.8	33.3	38.5	36.4	30.3	22.7	15.8	10.7
2001	9.7	12	18.4	22.6	27.7	33.3	36.3	36.8	31.5	24.7	15.2	12
2002	8.6	12.7	17.4	21	28.2	33.8	37.4	36.6	30.9	23.7	15.5	11.4
2004	10.7	10.8	17.7	21	27.4	32.9	35.7	34.8	31.4	26.6	15.9	8.6
2005	9	10.5	16.2	23.1	28.2	32.7	35.8	34.2	30.5	24.2	16.1	14.2
2006	9.5	13.2	18.1	22.5	28.9	35.2	35.8	37.2	30.8	25.9	15.3	8.6
2007	8.2	12.1	16.9	21.1	31.3	35.2	37.4	36.5	33	26.5	17.3	9.6
2008	6.9	11	20	25	28.3	34.1	35.8	37	32.5	25.2	17.8	11.8
av	8.8	11.0	16.1	22.0	28.3	33.5	36.2	35.3	30.9	24.5	16.0	10.6

الجدول (٦): معدل الساقط المطري للمحطتين للمدة (١٩٨٩-٢٠٠٩) (mm)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	June	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1989	5.6	11.6	95.45	0.9	0.25	0.1	0	0	0	0.95	69.9	20.9	205.6
1990	6.25	56.8	23.75	13.1	1.35	0	0	0	0	0.85	3.1	9.85	115.05
1991	29.1	41.8	72.15	1.4	0	0	0	0	0	26.9	43.5	20.6	235.3
1992	42.6	48.1	19.8	9.05	24.2	0.15	0	0	0.1	0	83.6	46.6	274.05
1993	49.3	24.2	15.85	83.1	52.5	0	0	0	0	23.2	22.7	16.7	287.35
1994	37.5	20.5	16.6	7.25	1.4	0	0	0	0	19.4	71.1	48.7	222.3
1995	26.4	67.5	42.35	28.7	3.55	6.25	0	0	3.6	0.25	0.45	5.75	184.7
1996	57.5	6.9	78.7	7.7	15.8	0	0	0	1.3	0.75	4.35	38.4	211.25
1997	42.4	35.6	21.1	5	8.1	0	0	0	0	9.1	68.5	61.3	250.9
1998	63.3	13.9	10.85	6.95	2.9	0	0	0	0	0	0	5	102.8
1999	25.6	37.9	2.2	8	0	0	0	0.05	0	10.6	0.1	26	110.3
2000	25.7	1.65	6.55	7.55	8.4	0	0	0	0	22	26.2	61.7	159.65
2001	36.5	28	29.95	17	9.8	0	0.15	0	0.55	0.15	16.3	29.2	167.4
2002	32.3	7.9	44.4	20.8	2.3	0	0	0	0	22.6	26.4	37.8	194.35
2003	26.5	M	14.15	8.1	2.8	0	0	0	0	2.55	35.2	59	181.65
2004	49.7	59.1	0.35	25.4	8.75	0	0	0	0	0.7	6.4	11.8	162.1
2005	44.3	43.5	29.25	1.7	3.45	0	0	0	8.35	0	0	1.35	131.85
2006	51.7	101	0.0	50.2	19.3	0	0	0	0	15.1	0.7	17.1	255
2007	44.9	36.3	6.9	24.3	29.3	0	0	0	0	0	0	1.85	143.45
2008	28.9	21.9	29.3	0	0	0	0	0	2.75	36.4	13.7	13.4	267.75
2009	20.8	3.7	24.6	16.6	0	0	0	0	3.2	26.4	30	18.7	143.85
AVG.	35.5	33.4	27.82	16.3	9.23	0.31	0.01	0	0.95	10.4	24.8	26.3	١٨٥,٠

جدول (٧): معدل درجة الحرارة للمحطتين للمدة (١٩٨٩-٢٠٠٨) (م °)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1989	6.15	9.75	16.55	25	29.75	33.05	36.7	35.55	30.55	24.8	16.0	9.1
1990	7.1	10.3	15.95	21	28.6	33.2	36.75	34.3	31.05	24.35	17.5	11.15
1991	8.4	9.6	15.5	22.95	26.45	33.75	35.3	34.2	30.45	24.35	16.9	9.1
1992	5.75	7.7	11.85	19.8	25.45	32.25	34.25	34.95	30.3	23.55	14.7	8.2
1993	7.5	9.45	14.45	20.35	25.4	32.35	36.2	34.2	31.1	25.15	13.9	11.6
1994	10.95	11.3	16.7	24.4	28.75	33.05	35.4	34.35	31.7	25.45	15.0	7.35
1995	10.05	12.2	16.15	20.7	29.65	33.2	34.9	35.05	30.3	23.6	15.1	9.75
1996	10.2	12.65	14.6	20.6	29.85	33.1	37.8	36.05	30.7	23.45	16.9	13.1
1997	9.6	8.5	12.4	20.4	29.3	34.05	35.45	33.3	29.8	24.55	16.2	10.7
1998	7.9	10.55	14.7	22.45	28.7	35.8	37.55	37.8	31.8	24.8	19.1	12.75
1999	11.1	12.95	16.8	22.65	30	34.25	36.65	36.9	30.95	25	15.7	11.1
2000	8.25	10.95	15	24.25	28.8	33.4	38.85	36.85	30.6	22.8	15.8	10.6
2001	9.7	12	17.15	23.1	28.6	33.65	37.15	32.05	31.3	24.4	15.4	11.4
2002	8.5	12.65	17.3	21	28.15	33.85	37.35	35.95	31.5	25.1	15.6	10.35
2004	10.6	11.05	17.75	21.2	27.6	33.35	36.4	35	31.75	26.65	15.9	8.4
2005	8.95	10.3	16.25	23.4	28.2	32.8	36.35	34.7	30.7	24.15	15.7	13.85
2006	9.15	12.9	17.95	22.3	29.15	35.8	36.25	37.8	31.2	27.95	15.0	8.55
2007	7.95	11.95	16.55	20.7	31.8	35.15	37.25	36.7	33	26.6	16.9	9.75
2008	6.55	10.95	20	25	28.25	34.25	36.3	37.2	32.65	24.8	17.2	11.1
AVG.	8.7	10.9	16.0	22.2	28.6	33.7	36.5	35.4	31.1	24.8	16.0	10.4

طريقة ثورنثوايت (Thorntwaite Method, 1948):

تتضمن هذه الطريقة استخدام المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة ودائرة العرض والذين يكونان نواتج المعدل الشهري لسطوع الشمس (Kijne, 1974) ويحسب التبخر - النتج الكامن كما يأتي:

$$PE = 16 \left[\frac{10T}{I} \right]^a$$

$$I = \sum_{1}^{12} i$$

$$i = \left[\frac{T}{5} \right]^{1.514}$$

$$a = 0.016 I + 0.5$$

إذ ان: PE: التبخر-نتج الكامن (ملم) في شهر (٣٠) يوماً لنهار يبلغ (١٢) ساعة.

I: معامل درجة الحرارة السنوي (Heat Index) (م°).

i: معامل درجة الحرارة الشهري (م°).

a: ثابت.

T: معدل درجة حرارة الهواء الشهري (م°) محسوب من المتوسطات اليومية.

$$PE_c = k \times PE$$

PE_c : التبخر نتح- الكامن الشهري المصحح.

وقد صحت قيم التبخر- نتح الكامن (PE) نسبة الى دوائر العرض لكل شهر لاحظ الجدول (٨-٢) وذلك لاختلاف ساعات السطوح الشمسي بين الليل والنهار مع اختلاف الموقع الجغرافي الذي تنعكس تاثيراته على قيم التبخر- نتح المحسوبة (Kijne, 1974). من الجدير بالذكر أن حدود تطبيق المعادلة الخاصة بإيجاد PE هي لدرجات الحرارة التي لا تتجاوز (٢٦,٥) م أما عند تجاوزها فيمكن استخدام الجدول (٩-٢)، الذي يمكن من استنباط قيم PE بشكل مباشر، بعد إيجاد قيم المعاملات الشهرية لدرجة الحرارة من الجدول (١٠-٢).

جدول (٨): قيم معامل التصحيح (K) للتبخر-نتح الكامن المحسوب بطريقة ثورنثويت عن (Kijne, 1974)

Lat.	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت ١	ت ٢	ك ١
0	1.04	.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5	1.02	.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	.99	1.02
10	1.00	.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	.98	.99
15	.97	.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	.95	.97
20	.95	.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	.93	.94
25	.93	.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	.99	.91	.91
26	.92	.88	1.03	1.06	1.15	1.15	1.17	1.12	1.02	.99	.91	.91
27	.92	.88	1.03	1.07	1.16	1.15	1.18	1.13	1.02	.99	.90	.90
28	.91	.88	1.03	1.07	1.16	1.16	1.18	1.13	1.02	.98	.90	.90
29	.91	.87	1.03	1.07	1.17	1.16	1.19	1.13	1.03	.98	.90	.89
30	.90	.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	.98	.89	.88
31	.90	.87	1.03	1.08	1.18	1.18	1.20	1.14	1.03	.98	.89	.88
32	.89	.86	1.03	1.08	1.19	1.19	1.21	1.15	1.03	.98	.88	.87
33	.88	.86	1.03	1.09	1.19	1.20	1.22	1.15	1.03	.97	.88	.86
34	.88	.85	1.03	1.09	1.20	1.20	1.22	1.16	1.03	.97	.87	.86
35	.87	.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	.97	.86	.85
36	.87	.85	1.03	1.10	1.21	1.22	1.24	1.16	1.03	.97	.86	.84
37	.86	.84	1.03	1.10	1.22	1.23	1.25	1.17	1.03	.97	.85	.83
38	.85	.84	1.03	1.10	1.23	1.24	1.25	1.17	1.04	.96	.84	.83
39	.85	.84	1.03	1.11	1.23	1.24	1.26	1.18	1.04	.96	.84	.82
40	.84	.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	.96	.83	.81
41	.83	.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	.96	.82	.80
42	.82	.83	1.03	1.12	1.26	1.27	1.28	1.19	1.04	.95	.82	.79
43	.81	.82	1.02	1.12	1.26	1.28	1.29	1.20	1.04	.95	.81	.77
44	.81	.82	1.02	1.13	1.27	1.29	1.30	1.20	1.04	.95	.80	.76
45	.80	.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	.94	.79	.75
46	.79	.81	1.02	1.13	1.29	1.31	1.32	1.22	1.04	.94	.79	.74
47	.77	.80	1.02	1.14	1.30	1.32	1.33	1.22	1.04	.93	.78	.73
48	.76	.80	1.02	1.14	1.31	1.33	1.34	1.23	1.05	.93	.77	.72
49	.75	.79	1.02	1.14	1.32	1.34	1.35	1.24	1.05	.93	.76	.71
50	.74	.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	.92	.76	.70

الجدول (٩): قيم PE المقابلة لدرجة الحرارة $\leq (٢٦,٥)$ م والمحسوبة بشكل مباشر من قيم

(T) عن (Kijne, 1974)

T(C°)	PE (mm)	T(C°)	PE (mm)
26.5	135.0	32.5	175.3
27.0	139.5	33.0	177.2
27.5	143.7	33.5	179.0
28.0	147.8	34.0	180.5
28.5	151.7	34.5	181.8
29.0	155.4	35.0	182.9
29.5	158.9	35.5	183.7
30.0	162.1	36.0	184.3
30.5	165.2	36.5	184.7
31.0	168.0	37.0	184.9
31.5	170.7	37.5	185.0
32.0	173.1	38.0	185.0

الجدول (١٠): قيم المعامل الحراري الشهري (i) (م) عن (Kijne, 1974)

TC°	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	-	-	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
1	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.21	0.23
2	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.42	0.44
3	0.46	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58	0.61	0.63	0.66	0.69
4	0.71	0.74	0.77	0.80	0.82	0.85	0.88	0.91	0.94	0.97
5	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	1.25	1.29
6	1.32	1.35	1.39	1.42	1.45	1.49	1.52	1.56	1.59	1.63
7	1.66	1.70	1.74	1.77	1.81	1.85	1.89	1.92	1.96	2.00
8	2.04	2.08	2.12	2.15	2.19	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39
9	2.44	2.48	2.52	2.56	2.60	2.64	2.69	2.73	2.77	2.81
10	2.86	2.90	2.94	2.99	3.03	3.08	3.12	3.16	3.21	3.25
11	3.30	3.34	3.39	3.44	3.48	3.53	3.58	3.62	3.67	3.72
12	3.76	3.81	3.86	3.91	3.96	4.00	4.05	4.10	4.15	4.20
13	4.25	4.30	4.35	4.40	4.45	4.50	4.55	4.60	4.65	4.70
14	4.75	4.81	4.86	4.91	4.96	5.01	5.07	5.12	5.17	5.22
15	5.28	5.33	5.38	5.44	5.49	5.55	5.60	5.65	5.70	5.76
16	5.82	5.87	5.93	5.98	6.04	6.10	6.15	6.21	6.26	6.32
17	6.38	6.44	6.49	6.55	6.61	6.66	6.72	6.78	6.84	6.90
18	6.95	7.01	7.07	7.13	7.19	7.25	7.31	7.37	7.43	7.49
19	7.55	7.61	7.67	7.73	7.79	7.85	7.91	7.97	8.03	8.10
20	8.16	8.22	8.28	8.34	8.41	8.47	8.53	8.59	8.66	8.72
21	8.78	8.85	8.91	8.97	9.04	9.10	9.17	9.23	9.29	9.36
22	9.42	9.49	9.55	9.62	9.68	9.75	9.82	9.88	9.95	10.01
23	10.08	10.15	10.21	10.28	10.35	10.41	10.48	10.55	10.62	10.68
24	10.75	10.82	10.89	10.95	11.02	11.09	11.16	11.23	11.30	11.37
25	11.44	11.50	11.57	11.64	11.71	11.78	11.85	11.92	11.99	12.06
26	12.13	12.21	12.28	12.35	12.42	12.49	12.56	12.63	12.70	12.78
27	12.85	12.92	12.99	13.07	13.14	13.21	13.28	13.36	13.43	13.50
28	13.58	13.65	13.72	13.80	13.87	13.94	14.02	14.09	14.17	14.24
29	14.32	14.39	14.47	14.54	14.62	14.69	14.77	14.84	14.92	14.99
30	15.07	15.15	15.22	15.30	15.38	15.45	15.53	15.61	15.68	15.76
31	15.84	15.92	15.99	16.07	16.15	16.23	16.30	16.38	16.46	16.54
32	16.62	16.70	16.78	16.85	16.93	17.01	17.09	17.17	17.25	17.33
33	17.41	17.49	17.57	17.65	17.73	17.81	17.89	17.97	18.05	18.13
34	18.22	18.30	18.38	18.46	18.54	18.62	18.70	18.79	18.87	18.95
35	19.03	19.11	19.20	19.28	19.36	19.45	19.53	19.61	19.69	19.78
36	19.86	19.95	20.03	20.11	20.20	20.28	20.36	20.45	20.53	20.62
37	20.70	20.79	20.87	20.96	21.04	21.13	21.21	21.30	21.38	21.47
38	21.56	21.64	21.73	21.81	21.90	21.99	22.07	22.16	22.25	22.33
39	22.42	22.51	22.59	22.68	22.77	22.86	22.95	23.03	23.12	23.21
40	23.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

تقييم مقدار تغذية المياه الجوفية لكل قطاع في الحوض: (Groundwater Recharge)

بعد استحصال المعدلات الشهرية العامة لعنصري الساقط المطري ودرجة الحرارة ولكامل المدة (١٩٨٩-٢٠٠٩) للمحطتين المذكورتين، تم حساب قيم التبخر-نتح الكامن PE حسب طريقة ثورنثويت المذكورة تفاصيلها آنفا ثم حساب قيم الزيادة المائية WS وذلك لتحديد كمية المياه المتغلغلة إلى مستويات المياه الجوفية لكل قطاع في الحوض A، B و C لتباين العناصر

الرئيسية لمعادلة الموازنة المائية بين قطاع وآخر. لذلك سيتم تحديد مقدار تغذية المياه الجوفية (Gr) أيضا لكل قطاع على ضوء المعادلات المذكورة وكما يلي :

القطاع A: بعد إجراء حسابات التبخر-نتح الكامن ومن ثم التبخر-نتح الحقيقي ومقارنتها مع معدلات الساقط المطري الشهري ومن ثم حساب الزيادة على المستوى الشهري وحساب مجموع الزيادة المائية السنوية، جدول (٢-١١) تبين إن مقدار مجموع الزيادة المائية WS هو (٤٨,٦١) ملم .

وقد بين وصف هذا القطاع وجود طبقة من التربة تغطي عموم أجزائه، بالتالي يجب طرح مقدار من كمية الساقط المطري على هذا القطاع لإشباع هذه الطبقة كشرط لتغلغل مياه الأمطار إلى مستوى المياه الجوفية فيه. إلا إن رطوبة التربة كرقم في هذا الحوض مجهولة وذلك لعدم توافر دراسات سابقة تناولت هذا الجانب في هذا الحوض، و بعد الاطلاع على العديد من الدراسات العراقية على أنواع ترب مشابهه في أحواض العظيم وديالى والزاب الأسفل مثل (شركة الفرات العامة لدراسات وتصاميم مشاريع الري، ٢٠٠٠) و (التميمي، ٢٠٠٢) (المنمي، ٢٠٠٢) تبين ان كمية المياه المطلوبة لإشباع ١٠٠ سم من (التربة والرواسب) تساوي ١٠٠ ملم وبما ان عمق هذه الطبقة في حوض بيجي-تكريت لا يتجاوز (٢٥) سم كما تم ذكره، بالتالي فان مقدار المياه المطلوبة لأشباع التربة في هذا النطاق هي (٢٥ ملم)، عندها سيكون مقدار تغذية المياه الجوفية كما يلي:

$$WS = 48.61 \text{ mm}$$

$$Gr \% = (WS/P) * 100 = 26.27 \%$$

أي حوالي 26% من مياه الساقط المطري تتغلغل لتغذية المياه الجوفية في حوض بيجي-تكريت عند القطاع A. هذا فضلاً عن كمية المياه المترشحة من ري المزارع، إضافة الى التسرب الحاصل من مياه الصرف الصحي لمدينتي بيجي والصينية الواقعتين شمال الحوض كما ذكر (Al-Kaisy, 1995).

القطاع B: بين وصف هذا القطاع ان معدل سمك التربة هو ٧٥ سم اي ان كمية المياه المطلوبة لإشباع هذا الجزء كشرط لحدوث عملية التغلغل لمستويات المياه الجوفية فيه هو (٧٥ ملم) اي ان مقدار الفائض المائي يكون على الصيغة التالية (WS = Gr + SM) وبعد إجراء الحسابات الخاصة بالموازنة المائية، لاحظ الجدول (٢-١٢) تبين ان مقدار الزيادة المائية يبلغ (٠,٠) ملم اي عدم توفر فرصة تسمح بتغلغل مياه الساقط المطري الى مستويات المياه الجوفية وهذا الأستنتاج ينسحب على القطاعين (B و C) وذلك لتمائل سمك وخصائص التربة فيهما كما سبقت الإشارة لذلك، إلا ان وجود المياه الجوفية في المنطقة وبمستويين (ضحل في بعض

مناطق القطاع و عميق نسبياً في عموم اجزائه) وتحرك هذه المياه باتجاه نهر دجلة الحدود الشرقية لمنطقة الدراسة (القيسي وآخرون، ٢٠١٠) وعدم وجود اي مصدر لتغذية المياه الجوفية في المنطقة باستثناء مايرشح من مياه الامطار كمصدر اساسي لهذا المورد وهذا ما اكده أيضاً (القيسي وآخرون، ٢٠١٠). بالتالي يتطلب البحث في السنوات التي يتجاوز فيها المعدل السنوي للساقط المطري المعدل السنوي العام والبالغ (١٨٥ ملم) في محاولة لأيجاد المدة يتم تغلغل مياه الساقط المطري لمستويات المياه الجوفية في القطاعين المذكورين، وعند مراقبة المدة المذكورة وجد ان هناك (٩) سنوات تتجاوز المعدل المذكور اعلاه وتمثل حوالي (٤٣%) من مدة المراقبة لاحظ الجدول (٢-١٣)، وهنا لا بد من الاشارة الى انه لم يتطلب مقابلة السنوات المذكورة بالسنوات المماثلة لها لعنصر درجة الحرارة عند اجراء حسابات الموازنة المائية وذلك لعدم وجود فرق يذكر بين المعدلات الشهرية العامة والمعدلات الشهرية للسنوات المذكورة و بلغ وسيط القيم (Median) المذكورة (٠,٢).

وبعد حساب الزيادة المائية للقطاعين B و C بالأعتماد على السنوات المذكورة أعلاه لاحظ الجدول (٢-١٤) تبين حصول زيادة مقدارها (٢٩,٩٣ ملم) من معدل الساقط المطري السنوي البالغ (٢٤٢,٣٩) ملم بعد ترطيب تربة معدل عمقها ٧٥ سم. لتكون النسبة المئوية لمعدل الزيادة المائية السنوية و معدل تغذية المياه الجوفية في القطاع B على النحو التالي .

$$WS = Gr = 29.93 \text{ mm}$$

$$WS \% = Gr \% = (WS/P) * 100$$

$$= 12.34 \% \text{ from P}$$

هذا مع الاخذ بنظر الاعتبار حالات التغذية التي قد تحصل للخزان المائي خلال العواصف المطرية اليومية القصوى للمدة التي تكون معدلاتها السنوية دون المعدل السنوي العام .

القطاع C : لقد بين وصف هذا القطاع أن مقدار (WS) يتكون من الأجزاء التالية :

$$WS = Gr + SM + Sr$$

يلاحظ من المعادلة أعلاه أن عنصر السيل السطحي (surface runoff) مطلوب حسابه أو تقييمه لهذا القطاع من الحوض لكون قيمة رطوبة التربة قد قدرت من القطاع B بـ ٧٥ ملم والتي يمكن اعتمادها لهذا القطاع أيضاً للأسباب التي تم ذكرها سابقاً .

وفي هذا الصدد هناك صيغة وضعية اعتمدها شركة (SOGREA, 1983) التي قامت بدراسة مناطق أعالي حوض العظيم وضعت الصيغة على الشكل التالي :

$$Sr=0.168 (P-180)$$

P: Annual Rainfall in (mm)

يلاحظ من الصيغة أعلاه إن شرط تحقق السيل السطحي في المنطقة هو تجاوز مجموع الساقط المطري السنوي (١٨٠) ملم، وبعد تطبيقها على منطقة الدراسة حوض (بيجي-تكريت) كانت النتيجة كما يلي :

$$Sr = 0.168 (242.39 - 180)$$

$$= 10.48 \text{ mm}$$

$$= ٤.٣٢ \% \text{ from P}$$

أي حوالي 4 % من مجموع الساقط المطري السنوي للسنوات التي تتجاوز المعدل السنوي العام (١٨٥) ملم هو سيل سطحي. إلا إن هذه القيمة تبدو قليلة مقارنة بواقع شبكة التصريف في هذا النطاق خاصة في الجزء الذي يحتوي الرتبة الخامسة. عندها يمكن اعتماد النسبة (٧%) كنسبة للسيل السطحي من الساقط المطري السنوي والتي اعتمدها (التميمي، ٢٠٠٧) لمناطق حوض ديالى الأوسط عند محطة طوزخورماتو المناخية التي تعكس سجلاتها جزءاً من حوض العظيم والتي تمثل منطقة الدراسة الحالية امتداداً فيزيوغرافياً وجيولوجياً لها عندها تكون النتيجة كما يأتي :

$$Sr = 0.07 * P$$

$$= 16.96 \text{ mm}$$

وبعد حساب معدل الزيادة المئوية للسنوات التي تتجاوز المعدل السنوي العام باعتماد القيمة ٧٥ ملم أيضاً كمقدار لأشباع نطاق التربة في القطاع C لاحظ الجدول (٢-١٤)، تكون النسبة المئوية لتغذية المياه الجوفية كالاتي :

$$WS = Gr + Sr$$

$$29.93 = Gr + 16.96$$

$$Gr = 12.97 \text{ mm}$$

$$Gr \% = 5.35 \text{ from P}$$

أي حوالي ٥,٤ % من مجموع الساقط المطري السنوي للسنوات التي تتجاوز المعدل السنوي العام (١٨٥) ملم تتغلغل لتغذية المياه الجوفية في القطاع C.

يلاحظ وبشكل واضح تباين قيم تغذية المياه الجوفية على امتداد الحوض من القطاع A الى C وما هو إلا انعكاساً لنوع ونسيج هذه الرواسب من جهة وتباين أعماقها والاختلافات الطبوغرافية البسيطة وتطور شبكة تصريف المياه السطحية وخاصة تلك الموجودة في الجزء الغربي للنطاق C من جهة أخرى.

الجدول (١١): عناصر الموازنة المائية المناخية لحوض بيجي- تكريت عند القطاع (A)

للمدة (١٩٨٩-٢٠٠٩)

الأشهر	P (mm)	T (c°)	PE (mm)	K	PEc (mm)	AEt (mm)	SM (mm)	WS (mm)
١ ت	١٠,٤	٢٤,٨	٨٥,٩	٠,٩٧	٨٣,٣٢	١٠,٤	٠,٠	٠,٠
٢ ت	٢٤,٨	١٦,٠	٢٧,٩٩	٠,٨٧	٢٤,٣٥	٢٤,٣٥	٠,٤٥	٠,٠
١ ك	٢٦,٣	١٠,٤	٩,٢٨	٠,٨٦	٧,٩٨	٧,٩٨	١٨,٧٧	٠,٠
٢ ك	٣٥,٥	٨,٧	٥,٨٨	٠,٨٨	٥,١٧	٥,١٧	٢٥,٠	٢٤,١٠
شباط	٣٣,٤	١٠,٩	١٠,٤٧	٠,٨٥	٨,٨٩	٨,٨٩	٢٥,٠	٢٤,٥١
آذار	٢٧,٨٢	١٦,٠	٢٧,٩٩	١,٠٣	٢٨,٨٢	٢٧,٨٢	٢٤,٠	٠,٠
نيسان	١٦,٣	٢٢,٢	٦٥,٠٤	١,٠٩	٧٠,٨٩	١٦,٣	٠,٠	٠,٠
أيار	٩,٢٣	٢٨,٦	١٥١,٧	١,٢	١٨٢,٠٤	٩,٢٣	٠,٠	٠,٠
حزيران	٠,٣١	٣٣,٧	١٧٩,٠	١,٢	٢١٤,٨	٠,٣١	٠,٠	٠,٠
تموز	٠,٠١	٣٦,٥	١٨٤,٧	١,٢٢	٢٢٥,٣٣	٠,٠١	٠,٠	٠,٠
آب	٠,٠٠	٣٥,٤	١٨٣,٧	١,١٦	٢١٣,٠٩	٠,٠	٠,٠	٠,٠
أيلول	٠,٩٥	٣١,١	١٦٨,٠	١,٠٣	١٧٣,٠٤	٠,٩٥	٠,٠	٠,٠
المجموع	١٨٥,٠				١٢٣٧,٧٢			٤٨,٦١

الجدول (١٢): عناصر الموازنة المائية المناخية لحوض بيجي - تكريت عند القطاعين (B)

و(C) للمدة (١٩٨٩-٢٠٠٩)

الاشهر	P (mm)	T (c°)	PE (mm)	K	PEc (mm)	AEt (mm)	SM (mm)	WS (mm)
١ ت	١٠,٤	٢٤,٨	٨٥,٩	٠,٩٧	٨٣,٣٢	١٠,٤	٠,٠	٠,٠
٢ ت	٢٤,٨	١٦,٠	٢٧,٩٩	٠,٨٧	٢٤,٣٥	٢٤,٣٥	٠,٤٥	٠,٠
١ ك	٢٦,٣	١٠,٤	٩,٢٨	٠,٨٦	٧,٩٨	٧,٩٨	١٨,٧٧	٠,٠
٢ ك	٣٥,٥	٨,٧	٥,٨٨	٠,٨٨	٥,١٧	٥,١٧	٤٩,١	٠,٠
شباط	٣٣,٤	١٠,٩	١٠,٤٧	٠,٨٥	٨,٨٩	٨,٨٩	٧٣,٦١	٠,٠
آذار	٢٧,٨٢	١٦,٠	٢٧,٩٩	١,٠٣	٢٨,٨٢	٢٧,٨٢	٧٢,٦١	٠,٠
نيسان	١٦,٣	٢٢,٢	٦٥,٠٤	١,٠٩	٧٠,٨٩	١٦,٣	١٨,٠٢	٠,٠
أيار	٩,٢٣	٢٨,٦	١٥١,٧	١,٢	١٨٢,٠٤	٩,٢٣	٠,٠	٠,٠
حزيران	٠,٣١	٣٣,٧	١٧٩,٠	١,٢	٢١٤,٨	٠,٣١	٠,٠	٠,٠
تموز	٠,٠١	٣٦,٥	١٨٤,٧	١,٢٢	٢٢٥,٣٣	٠,٠١	٠,٠	٠,٠
آب	٠,٠٠	٣٥,٤	١٨٣,٧	١,١٦	٢١٣,٠٩	٠,٠	٠,٠	٠,٠
أيلول	٠,٩٥	٣١,١	١٦٨,٠	١,٠٣	١٧٣,٠٤	٠,٩٥	٠,٠	٠,٠
المجموع	١٨٥,٠				١٢٣٧,٧٢			

الجدول (١٣): المعدلات الشهرية و السنوية للساقط المطري (مم) التي تتجاوز المعدل السنوي العام لمحطتي بيجي وتكريت المناخيتين للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٠٩)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1989	5.6	11.6	95.45	0.9	0.25	0.1	0	0	0	0.95	69.9	20.9	205.6
1991	29.1	41.8	72.15	1.4	0	0	0	0	0	26.9	43.5	20.6	235.3
1992	42.6	48.1	19.8	9.05	24.2	0.15	0	0	0.1	0	83.6	46.6	274.05
1993	49.3	24.2	15.85	83.1	52.5	0	0	0	0	23.2	22.7	16.7	287.35
1996	57.5	6.9	78.7	7.7	15.8	0	0	0	1.3	0.75	4.35	38.4	211.25
1997	42.4	35.6	21.1	5	8.1	0	0	0	0	9.1	68.5	61.3	250.9
2002	32.3	7.9	44.4	20.8	2.3	0	0	0	0	22.6	26.4	37.8	194.35
2006	51.7	101	0.001	50.2	19.3	0	0	0	0	15.1	0.7	17.1	255
2008	28.9	21.9	29.3	0	0	0	0	0	2.75	36.4	13.7	13.4	267.75
Avg.	37.71	33.22	41.86	19.79	13.61	0.03	0.00	0.00	0.46	15.0	37.04	30.31	242.39

الجدول (١٤) عناصر الموازنة المائية المناخية لحوض بيجي -تكريت للمعدلات السنوية التي تتجاوز المعدل السنوي العام عند القطاعين (B) و(C) للمدة (١٩٨٩-٢٠٠٩)

الأشهر	P (mm)	T (c°)	PE (mm)	K	PEc (mm)	AET (mm)	SM (mm)	WS (mm)
١ ت	15.0	٢٤,٨	٨٥,٩	٠,٩٧	٨٣,٣٢	١٥,٠	٠,٠	٠,٠
٢ ت	٣٧,٠٤	١٦,٠	٢٧,٩٩	٠,٨٧	٢٤,٣٥	٢٤,٣٥	١٢,٦٩	٠,٠
١ ك	٣٠,٣١	١٠,٤	٩,٢٨	٠,٨٦	٧,٩٨	٧,٩٨	٣٥,٠٢	٠,٠
٢ ك	٣٧,٧١	٨,٧	٥,٨٨	٠,٨٨	٥,١٧	٥,١٧	٦٧,٥٦	٠,٠
شباط	٣٣,٢٢	١٠,٩	١٠,٤٧	٠,٨٥	٨,٨٩	٨,٨٩	٧٥,٠	١٦,٨٩
آذار	٤١,٨٦	١٦,٠	٢٧,٩٩	١,٠٣	٢٨,٨٢	٢٨,٨٢	٧٥,٠	١٣,٠٤
نيسان	١٩,٧٩	٢٢,٢	٦٥,٠٤	١,٠٩	٧٠,٨٩	١٩,٧٩	٢٣,٩	٠,٠
أيار	١٣,٦١	٢٨,٦	١٥١,٧	١,٢	١٨٢,٠٤	١٣,٦١	٠,٠	٠,٠
حزيران	٠,٠٣	٣٣,٧	١٧٩,٠	١,٢	٢١٤,٨	٠,٠٣	٠,٠	٠,٠
تموز	٠,٠٠	٣٦,٥	١٨٤,٧	١,٢٢	٢٢٥,٣٣	٠,٠	٠,٠	٠,٠
آب	٠,٠٠	٣٥,٤	١٨٣,٧	١,١٦	٢١٣,٠٩	٠,٠	٠,٠	٠,٠
أيلول	٠,٤٦	٣١,١	١٦٨,٠	١,٠٣	١٧٣,٠٤	٠,٤٦	٠,٠	٠,٠
المجموع	٢٤٢,٣٩				١٢٣٧,٧٢			٢٩,٩٣

حسابات خزين مكامن المياه الجوفية في منطقة الدراسة :

يعني بالخزين الجوفي حجم المياه الموجودة في الفراغات الفعالة للطبقة الجيولوجية بالنسبة للمكمن المفتوح وحجم المياه المخزونة في المسامات تحت ضغط الطبقات الارتوازية بالنسبة للمكمن المحصور، وفي كلتا الحالتين يمثل هذا الخزين كميتين تختلف نسبة حجميهما من مكمن لآخر، الأولى كمية لها صفة دائنمية ودالة زمنية تتأثر بظروف الطبقة الطبيعية والحدودية وتعرف بالخزين المتجدد، والثانية كمية استاتيكية حجمية دالة لأبعاد الطبقة الجيولوجية (مساميتها وضغطها) وتعرف بالخزين الثابت (الجواد، ١٩٩٩). وبالنظر لعدم توافر كامل

المعلومات المطلوبة لحساب خزين المياه الجوفية الثابت في منطقة الدراسة فقد اقتصرت الحسابات على كمية خزين المياه الجوفية المتجددة في المنطقة وهي كما يلي :

حساب الخزين المتجدد في منطقة الدراسة: تحسب كمية المياه الجوفية المتجددة في الأحواض المائية وفق المعادلة الآتية: (احمد وآخرون، ٢٠٠٥).

الخزين المتجدد (م^٣/سنة) = مساحة منقطة التغذية (م^٢) × عمق المياه المترشحة (م)

وبعد حساب عمق المياه المترشحة كما سبق ذكره والمساحة السطحية لكل قطاع في منطقة الدراسة بأستخدام برنامج Arc GIS V.3.2 والذي استخدم اصلاً لرسم ومعالجة خرائط الدراسة الحالية ، طبقت المعادلة أعلاه لحساب الخزين المتجدد وكانت النتائج كمايلي لاحظ الجدول (٢-١٥) .

الجدول (١٥): قيم الخزين المتجدد للمياه الجوفية والعناصر الرئيسية الداخلة في حسابه لمنطقة الدراسة

النطاق (Zone)	Gr (m)	مساحة النطاق (م ^٢)*١٠ ^٦	خزين المياه الجوفية (MCM)
A	0.0486	118.598	5.763
B	٠,٠٢٩٩	145.843	4.365
C	0.013	428.651	5.572

يلاحظ وبشكل واضح في الجدول أعلاه تقارب قيم الخزين المتجدد بين القطاعات الثلاث رغم تباين مساحاتها وأعماق المياه المتغلغلة في كل منها إلا ان هذا التباين والمتمثل بزيادة المساحات بين القطاعات A، B و C على التوالي يرافقه تناقص في قيم اعماق المياه المتغلغلة بين القطاعات C ، B و A على التوالي ايضاً، ولا بد من الإشارة هنا الى ان فرصة تجدد خزين المياه الجوفية بالكميات المذكورة في الجدول اعلاه للقطاعات B و C تبلغ ٤٢ % من فرص تجدد خزين المياه في القطاع A فضلا عن الكميات المتسربة من مياه الاسالة والصرف الصحي للقطاع A كما وسبقت الإشارة.

الاستنتاجات:

١. أمكن تمييز ثلاث قطاعات داخل حدود الحوض واستنادا إلى الأسس المميزة لكل قطاع وضعت صيغ لمعادلة الموازنة المائية لكل قطاع وهي كما يلي :

القطاع A :

$$P - (AE + SM) = \pm \Delta S$$

القطاع B :

$$P - (AE + SM) = \pm \Delta S$$

القطاع C :

$$P - (AE + SM + Sr) = \pm \Delta S$$

علما ان مقدار رطوبة التربة (SM) للقطاع A \neq (SM) للقطاع B

٢. ان محطتي (بيجي وتكريت) المناخيتين هما الأكثر تمثيلاً لواقع الحوض المناخي .

٣. المعدل السنوي العام للساقط المطري (١٨٥) ملم وأقصى ساقط مطري هو ٣٥,٥ ملم في شهر كانون الثاني و اقل ساقط مطري (٠,٠٠) ملم في شهر آب. فيما تراوحت المعدلات الشهرية العامة لدرجة الحرارة بين (٨,٧) م° في شهر كانون الثاني - ٣٦,٥ م° في شهر تموز.

٤. بعد حساب قيم التبخر-نتح الكامن PE حسب طريقة ثورنثويت ثم استنباط قيم الزيادة المائية WS وذلك لتحديد كمية المياه المتغلغلة إلى مستويات المياه الجوفية لكل قطاع في الحوض A, B و C لتباين العناصر الرئيسية لمعادلة الموازنة المائية بين قطاع وآخر على ضوء المعادلات المذكورة في الفقرة (٢). كانت النتائج كما يلي :

٥. القطاع A: WS = (٤٨,٦١) ملم بعد طرح (٢٥) ملم لإشباع نطاق التربة (SM). أي ٢٦% من مياه الساقط المطري تتغلغل لتغذية المياه الجوفية في الحوض عند القطاع A.

٦. القطاعين B و C : WS = (٠,٠٠) ملم بعد طرح (٧٥) ملم لإشباع نطاق التربة (SM). اي عدم توفر فرصة تسمح بتغلغل مياه الساقط المطري الى مستويات المياه الجوفية للقطاعين المذكورين بالاعتماد على المعدلات الشهرية العامة لكامل المدة (١٩٨٩ - ٢٠٠٩).

٧. قيمة SM هي (٢٥) ملم للقطاع A و (٧٥) ملم لكل من القطاعين B و C.

٨. بعد البحث في السنوات التي يتجاوز فيها المعدل السنوي للساقط المطري المعدل السنوي العام والبالغ (١٨٥) ملم) وجد ان هناك (٩) سنوات تتجاوز المعدل المذكور أعلاه و تمثل حوالي (٤٣%) من مدة المراقبة يكون فيها المعدل السنوي العام (٢٤٢,٣٩) ملم وأقصى معدل شهري للساقط المطري يبلغ (٤١,٨٦) ملم في شهر آذار و اقل معدل يبلغ (٠,٠٠) ملم في شهري تموز و آب.

٩. بعد حساب الزيادة المائية للقطاعين B و C بالاعتماد على السنوات المذكورة في الفقرة (٨) تبين حصول زيادة مقدارها (٢٩,٩٣) ملم) من معدل الساقط المطري السنوي البالغ (٢٤٢,٣٩) ملم و ان (١٢,٣٤) % من الساقط المطري يتغلغل لتغذية المياه الجوفية في القطاع B.

١٠. بين وصف القطاع C ان مقدار WS يتكون من الأجزاء التالية :

$$WS = Gr + SM + Sr$$

بالتالي تم تقدير قيمة السيل السطحي اعتمادا على (SOGREA، 1983) وكانت النتيجة (١٠,٤٨) ملم أي (٤,٣٢) % من قيمة المعدل السنوي للساقط المطري للسنوات التي تتجاوز المعدل السنوي العام والبالغ (١٨٥) ملم. لكن بدت هذه القيمة قليلة مقارنة بواقع شبكة التصريف في هذا النطاق خاصة في الجزء الذي يحتوي الرتبة الخامسة. عندها اعتمدت النسبة (٧%) كنسبة للسيل السطحي من الساقط المطري السنوي والتي يبلغ فيها السيل (١٦,٩٦) ملم.

١١. بعد حساب معدل الزيادة المئوية للسنوات التي تتجاوز المعدل السنوي العام باعتماد القيمة ٧٥ ملم أيضاً كمقدار لإشباع نطاق التربة في القطاع C، كانت النسبة المئوية لتغذية المياه الجوفية كالاتي :

$$Gr = 12.97 \text{ mm}$$

$$Gr \% = 5.35 \text{ from P}$$

١٢. ان تباين قيم تغذية المياه الجوفية على امتداد الحوض من القطاع A الى C وما هو إلا انعكاسا لنوع ونسيج هذه الرواسب من جهة وتباين أعماقها والاختلافات الطبوغرافية البسيطة وتطور شبكة تصريف المياه السطحية وخاصة تلك الموجودة في الجزء الغربي للنطاق C من جهة أخرى.

١٣. تقارب قيم الخزين المتجدد بين القطاعات الثلاث رغم تباين مساحاتها وأعماق المياه المتغلغلة في كل منها إلا ان مايرر هذا التقارب هو ان زيادة المساحات من القطاع A الى B و C يرافقه تناقص قيم أعماق المياه المتغلغلة بين القطاعات C، B و A على التوالي ايضاً، ولا بد من الاشارة هنا إلى ان فرصة تجدد خزين المياه الجوفية بالكميات المذكورة في الجدول أعلاه للقطاعين B و C تبلغ ٤٢ % من فرص تجدد خزين المياه في القطاع A فضلا عن وجود كميات من متسربة من مياه الإسالة والصرف الصحي للقطاع A.

التوصيات :

١ - تحليل بيانات العواصف المطرية اليومية لسجلات المحطتين (بيجي وتكريت) المناخيتين لوصف حالات التغذية في السنوات التي تكون معدلات الساقط المطري السنوي دون المعدل السنوي العام .

- ٢ - إجراء قياسات لكميات المياه المطلوبة لاشباع نطاق التربة (SM) لمناطق تشمل عموم أجزاء الحوض .
- ٣ - إجراء قياسات لتصريف المياه في الاودية الموسمية لشبكة التصريف في الحوض وخاصة تلك التي تنتهي بمراتب متقدمة .
- ٤ - إجراء مراقبة دورية لمناسيب المياه الجوفية (Monitoring) الضحلة والعميقة بهدف الوصول الى تقييم اكثر دقة لكمية المياه المتغلغلة الى مستويات المياه الجوفية في الحوض من جهة وتقييم حالة التسرب الحاصلة مع مدينتي بيجي والصينية .
- ٥ - عمل مقاطع جيولوجية وهيدروجيولوجية مفصلة للحوض بهدف الوصل الى تصور اكثر وضوحاً عن الوضع الهيدروجيولوجي للحوض وحدوده الطبيعية السطحية وتحت السطحية .

References

- Chow, V.T. (1964): Hand Book of Applied Hydrology. McGraw-Hill Book Company, New York , 1454 P.
- Domenico, P. A. and Schwartz, F. W. (1998): Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons Inc., New Yourk. (506) P.
- Famiglietti, J. S; Rudnicki, J. W. and Rodell, M. (1998): Variability in Surface Moisture Content along a Hill slope Transect. Journal of Hydrology, Rattlesnake Hill, Texas. No. 210. PP 259- 81.
- Hickel, K. and Zhang, L. (2003): The Impact of Rainfall Seasonality on Mean Annual water Balance in Catchments with Different land Cover. Technical report, Cooperative research center for catchment hydrology.
- Kijne, J. W., (1974): Determining evapotranspiration. Drainage principles and application, Vol: III, Surveys and Investigation, international institute for land Relamation and Improvement.
- Simmers, I., (1998): Groundwater recharge principles problems and developments. Faculty Earth Science, Free University, Amesterdam Netherlands. PP (33-46).
- SOGREA, (1983): upper Adhaim dams Project. Appendix (I), Republic of Iraq, Ministry of Irrigation- State Organization for Dams.
- Thornthwait, C. W. (1948): An Approach Toward a relation Classification of Climate. Geographical Review 38: 55- 94.

المصادر:

- أحمد، عدنان محمود وعبد الرزاق، محمد إبراهيم وداود، خالد سلمان (٢٠٠٥): دراسة هيدروجيولوجية لمنطقة (أعالي حوض نهر ديالى). وزارة الموارد المائية، المديرية العامة لإدارة الموارد المائية، مركز دراسات المياه الجوفية .
- التميمي، عمر صباح إبراهيم (٢٠٠٧): تقييم الموارد المائية في حوض نهر ديالى - الجزء الاوسط. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم/ جامعة بغداد (١٦٥) ص.
- التميمي، عمر صباح (٢٠٠٢): تقييم واقع المياه الجوفية في حوض ديكة شمال شرق العراق . رسالة ماجستير منشورة، كلية العلوم / جامعة بغداد (٩٥) ص .
- القيسي، صبار عبد الله و النعيمي، مصطفى علي و التميمي، عمر صباح (٢٠١٠) : دراسة هيدروجيولوجية لمنطقة تكريت- الصينية شمال العراق. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - المكتب الاستشاري لكلية العلوم .
- المنمي، ديارى علي محمد امين (٢٠٠٢): دراسة كيميائية وبيئية للمياه الجوفية في مدينة السليمانية وضواحيها. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم / جامعة بغداد، (٢٠٠) ص.
- الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية: تسجيلات محطاتي بييجي وتكريت المناخية.
- الجواد، صادق باقر (١٩٩٩): التوسع في استثمار المياه الجوفية في القطر، بحث غير منشور

Using of Climatic Water Balance to Assess The Reality of Groundwater Recharge in Baiji – Tikrit Sub Basin North West of Iraq

Omer S. Ibrahiem Sabbar A. Salih Nawfal H. Ali
Applied Geology Department, College of Science, Tikrit University

Accepted:2011/11/1 received:2011/1/27

Abstract

The Annual and monthly averages of rainfall and temperature of the tow tikrit and baiji meteorological stations showed that the general annual rainfall is (185) mm. The maximum rainfall is 35.5 mm in January and the minimum is (0.0) mm in august while the general monthly averages of temperature ranging between (8.7 C^o in January - 36.5 C^o in july). After calculating the potential evapotranspiration values PE by thornthwait method then derive the values of water surplus WS in order to determined the amount of water that permeates to the groundwater level for each zone in the basin. After the main elements was selected depending by equations that has been developed for each zone as follows : 26 % of rainfall permeates to replenish the groundwater in the basin when the zone A lack o opportunity to allow infiltration of rainfall to the groundwater level for both A and B zones are based on monthly averages of whole surveillance period (1989 – 2009). The soil moisture amount (SM) is 25 mm for the zone A and 75 mm for each of A and B zones. When we search in the years that exceeds the general annual averages of rainfall (185) mm , founded that there are (9) years beyond the mentioned averages and account for about (43 %) of surveillance period where the general annual average equal to (242.39) mm and maximum monthly average of the rainfall is (41.86) mm in march and lowest average is (0.0) mm in july and august. Depending on these years mentioned, the water surplus for both zones C and B , showed that an increase about (29.93) mm from the average of annual rainfall equal to (242.39) mm and (12.34 %) from the rainfall permeates to fed the groundwater in B zone. 7 % adopted as a surface runoff from the rainfall equal to (16.96) mm and the ratio groundwater recharge in C zone is equal to (12.97) mm. The variation in groundwater values of recharge along the basin (A,B and C) is only a reflection for the type and texture of the deposits on the hand and varying depths, simple differences in topography and evolution of surface water drainage especially in the western part of C zone on the other hand . while the demonstrating convergence of inventories renewed values for the three zones although they have different area and water depths pervasive in all of them but the justification for this approach the increase in area of zones A , B and C, accompanied by decreasing values of deep water permeates for each zone must be noted here that the opportunity to renew stocks of ground water for both B and C amounting to 42 % of the prospect for renewed stocks of water in the zone A as well as the presence of large quantities of leaked water from the liquefaction and sewage water in zone A .