Iraqi Journal of Science

تخمين تغذية المياه الجوفية في حوض بدرة – جصان بطريقة الموازنة المائية السنوية

ايسر محمد الشماع، *بتول محمد علي العزاوي

قسم علم الارض، كلية العلوم، جامعة بغداد. بغداد–العراق.

* قسم الدراسات والتحريات، الهيئة العامة للمياه الجوفية، وزارة الموارد المائية. بغداد– العراق .

المستخلص

حوض بدرة – جصان من الأحواض الحدودية التي تشهد في الآونة الأخيرة إعادة أعمار لمناطقها وتوسيع رقعتها الزراعية بما يخدم سكانها . ينقسم حوض نهر كلال بدرة من الناحية الهيدرولوجية الى جزئين حيث يكون الجزء الأول داخل إيران ويعتمد معظم تصريف النهر في الحوض النهري على ما يتحقق من جريان سطحي ضمن مساحة هذا الجزء في الوقت الذي يقع الجزء الثاني من الحوض النهري داخل العراق بمساحة حوالي (300) كم2 وبناءً على المعلومات المناخية المقاسة في محطة أنواء بدرة للفترة (1994-2001) فان مناخ المنطقة قاري شبه جاف مع معدل مجموع سنوي للأمطار بلغ (221) ملم وللتبخر من حوض صنف أ الأرضي (3156) ملم. تم حساب الموازنة المائية في الحوض بطريقتين حيث اعُتمد في الطريقة على المعدلات الشهرية للأمطار والتبخر – نتح الحقيقي خلال الفترة (1994-2001) وفي الطريقة الثانية تم حساب الزيادة المائية للفترة أعلاه لكل سنة بشكل منفصل وتم اعتماد صيغة رياضية في حساب الجريان السطحي المتحقق في نهر كلال بدرة . بينت النتائج إن الطريقة الأولى في حساب الزيادة المائية حققت (24.89) ملم وفي الطريقة الثانية (45.93) ملم وهي تعتبر طريقة ادق في حسابات الزيادة المائية للأحواض الهيدرولوجية حيث توزعت هذه الزيادة إلى (6.93) ملم جريان سطحي و(39) ملم تغذية طبيعية للمياه الجوفية .

ESTIMATION OF GROUNDWATER RECHARGE IN BADRA-JASSAN BASIN USING ANNUAL WATER SURPLUS METHOD

Issar M. Al-Shamaa, *Batool Mohammad Ali

Department of Geology, College of Science, University of Baghdad. Baghdad- Iraq.

*General Commission for Groundwater, Ministry of Water Resources. Baghdad- Iraq.

Abstract

Badra - Jassan basin is one of the Iraqi border basins which recently has been reconstructed of its regions and expanded of its irrigated land to serve the Citizens of the area. In terms of hydrological condition, Galal Badra River Basin is divided into two parts where the first part located in Iran, and this part supports most of the discharge of the river basin according to achieved runoff within the area. Second part of the river basin is located in Iraq covering area of (300 km^2). Depending on climate data measured in Badra meteorological station for the period (2001-1994), the climate was characterized to be continental semi-arid with annual total rainfall reached (221) mm and the evaporation from basin class A reached (3156) mm. Water balance were calculated in the basin using two methods, the first one depends on monthly averages for rainfall and actual evapotranspiration during the period (2001-1994). While in the second method, the water surplus was calculated depending on calculation of each parameter in each year separately and use mathematical formula to calculate the runoff achieved in River basin of Badra. The

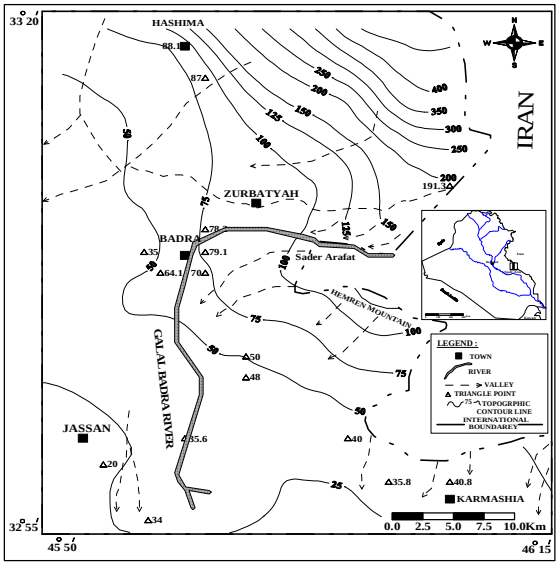
results showed that in the first method of calculation the water surplus was (24.89) mm and in the second one was (45.93) mm and it is the most accurate method to calculate water surplus in hydrological basins, where this surplus is distributed into (6.93) mm runoff and (39) mm natural groundwater recharge.

المقدمة :

الظروف الهيدرولوجية لأي حوض هي انعكاس لواقع مجموعة من العوامل الطبيعية المتمثلة بالمورفولوجية وطبيعة التربة وليثولوجية وطباقية الصخور والترسبات من جهة وتغيرات الدورة الهيدرولوجية الأساسية من جهة أخرى . وللفهم الدقيق لمميزات الدورة الهيدرولوجية أهمية في دراسة الموازنة المائية التي تبين حجم الفائض المائي المتحقق من مساحة وامتدادات مستجمع المياه (Catchment Area) لحوض النهر وبالتالي حساب تغذية المياه الجوفية ، غير إن حساب الفائض المائي يتطلب الإلمام بالعناصر المناخية لما لها من دور أساسي وفعّال في بيان نظام الساقط المطري وتوزيعه في الحوض وتأثيرات باقي العناصر المناخية كدرجة الحرارة ، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح وساعات السطوع الشمسي في التحكم بهذا الفائض المائي المتحقق خلال السنة المائية وتوزيعه إلى مكوناته الأساسية التي منها التغذية الطبيعية للمياه الجوفية .

الحوض النهري هو مجموع المساحة التي تتجمع فيها مياه الأمطار وتنساب باتجاه وادي النهر بواسطة الوديان الموسمية أو دائمية الجريان الممثلة لروافد النهر انتهاءٍ بمنطقة التصريف (1). وتمثل العناصر المناخية احدى اهم المتغيرات المحددة للظروف الهيدرولوجية في منطقة الحوض المدروس ولغرض التوصل الى حساب التوازن المائي يتعين التعرف على اهم تلك العناصر وطبيعة تغايرها وحدودها، ومن العناصر التي تؤثر في الظواهر الهيدرولوجية كمية وشدة وانتشار الامطار، الرياح، الحرارة والرطوبة النسبية التي تنعكس تاثيراتها على مقدار التبخر في المنطقة.

سيتم في هذا البحث دراسة حوض بدرة – جصان الواقع ضمن محافظة واسط شمال شرق مدينة الكوت والذي يحده من الشرق الحدود الدولية بين العراق وايران متمثلة بخط الطول (46º15') شرقاً وحدوده الغربية متمثلة بخط الطول (45º50') شرقاً في حين تمثل احداثيات دائرتي العرض (32º55'– 33º20') شمالاً حدود الحوض الجنوبية والشمالية شكل (1)، وذلك لغرض التعرف على الخصائص والظروف الهيدرولوجية للمنطقة بشكل عام والحوض بشكل خاص واستبيان كميات المياه السطحية المتصرفة في نهر كلال بدرة والمياه الجوفية المترشحة الى طبقات المكمن الجوفي في الحوض من خلال الاعتماد على حسابات الزيادة المائية بناءاً على المعلومات المناخية المتوفرة ليستفاد من مصدري المياه السطحية والجوفية في تطوير وتنمية المنطقة مستقبلاً واستغلالها للاغراض المختلفة .



الشكل 1 : الخريطة الموقعية والطوبوغرافية لمنطقة البحث . (2)

يمثل نهر كلال بدرة النهر الرئيس والمصدر الوحيد من مصادر المياه السطحية في منطقة حوض بدرة – جصان ، ولا تقع جميع مساحة حوض النهر داخل الأراضي العراقية فالجزء الأكبر من الحوض وروافد النهر الرئيسية تقع داخل إيران بمساحة تقدر بحدود (1650)كم2، ويمكن اعتبار هذه المساحة الجزء الأول للحوض النهري، وبدخول النهر الأراضي العراقية في صدر عرفات بعد اختراقه لمضيق أو عنق (Gorge) في سلسلة جبال حمرين الجنوبي فان المساحة المقدرة بحدود (300) كم2 لحوض النهر يمكن اعتبارها الجزء الثاني للحوض النهري المنتهي بمنطقة التصريف في هور الشويجة جنوب منطقة البحث (شكل1)، وتتمثل حدود الجزء الثاني من الحوض النهري بسلسلة جبال حمرين الجنوبي الممتدة شرق وشمال شرق منطقة البحث ويمكن اعتبارها حدوداً لمساحة مستجمع مياه (Catchment Area) خاصة بمنطقة اسفل النهر في حوض هيدرولوجي مستقل يعتمد تصريف النهر فيه على جزء يسير من الجريان السطحي المتحقق ضمن هذه المساحة ليكون

اعتماده الأكبر على مساحة الجزء الأول للحوض النهري داخل الأراضي الإيرانية (2).

طريقة العمل :

تم استخدام طريقة الموازنة المائية الشهرية والسنوية في حسابات الزيادة المائية في حوض بدرة – جصان من خلال الاعتماد على البيانات المتوفرة ضمن محطة انواء بدرة المناخية خلال الفترة (1994-2001) (3)، وتم حساب التبخر – نتح الكامن باستخدام طريقة ثورنثويت المعدلة (1) ، ليتم بعدها حساب التبخر – نتح الحقيقي واستخراج قيمة الزيادة المائية المتحققة والتي تنقسم الى جريان سطحي كاول عناصر الزيادة المائية بالاعتماد على استخدام بعض الصيغ الرياضية المعدة لهذا الغرض ومنها طريقة (Langbein) (4) المعتمدة على العناصر المناخية متمثلة بمجموع الأمطار السنوي والمعدل السنوي للحرارة، وتغذية للمياه الجوفية كثاني عناصر للزيادة المائية بعد حساب رطوبة التربة بالاعتماد على خصائصها الفيزياوية والتي قدرت بحدود (95-110) ملم (5).

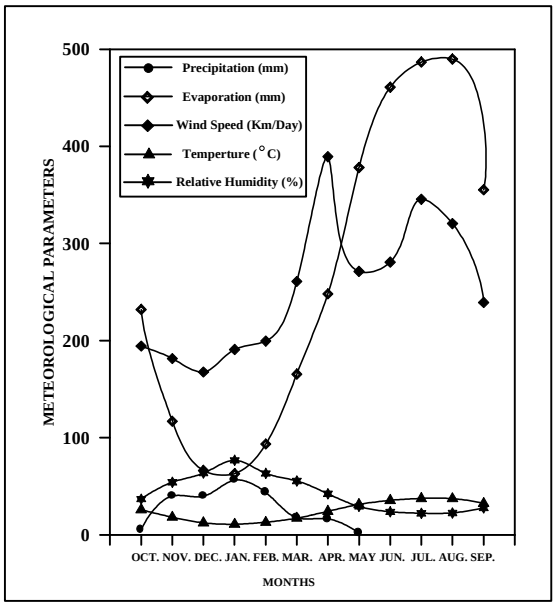
النتائج والمناقشة :

يتميز حوض بدرة – جصان بمناخ هو بشكل عام حار جاف صيفا وبارد قليل المطر شتاءً. فالمنطقة إذا ما تم تصنيفها على أساس مواصفات العناصر المناخية كما في (Doornbos) (6)، فأنها تقع في صنف المناطق شبه الجافة حيث إن معدل المجموع السنوي للأمطار هو بحدود (221) ملم فيما يبلغ التبخر من حوض صنف أ الأرضي (Epan) ما يقارب (3156) ملم وحسبت هذه المعدلات بالاستعانة بتسجيلات محطة انواء بدرة للفترة من (1994) ولغاية (2001). (جدول 1، شكل 2).

الجدول 1: المعدلات الشهرية لعناصر المناخ المسجلةفي محطة أنواء بدرة للفترة (1994-2001)

Month	P (mm)	T °C	Epan (mm)	Wind Speed Km/Day	R.H. %	Sun Shine(h)
Oct.	5	25.8	232	194.4	36.8	8.9
Nov.	39.9	18	116.8	181.44	54.1	7
Dec.	39.7	12.2	66.2	167.6	63.4	5.8
Jan.	56.2	10.8	62.9	190.9	76.7	6
Feb.	43.4	12.9	93.4	199.58	63.2	7.4
Mar.	17.6	17.1	165.4	260.9	55.4	8.2
Apr.	16.2	24.1	248.1	389.4	42.2	8.8
May	3	31.2	378.2	271.29	29.2	10.4
June	0	35.4	460.9	280.8	23.7	12.4
July	0	37.4	486.8	345.6	22.2	11.7
Aug.	0	37.2	490	320.5	22.5	11.8
Sep.	0	32.2	355.3	339.3	27.7	10.4
Sum	221	-	3156	-	-	-

الموازنة المائية في الحوض هي العلاقة بين الأمطار الساقطة ومجموع ما يفقده الحوض من مياه بأشكال مختلفة (7).



شكل 2: توزيع المعدلات الشهرية للعناصر المناخية في حوض بدرة – جصان للفترة (1994-2001) .

وتُعّد الموازنة المائية المحسوبة لأي حوض إحدى الطرائق المستخدمة في تحديد الزيادة المائية في الدراسات الهيدرولوجية غير أنها من أصعبها تطبيقا عند تحديد مستويات التغذية الطبيعية للمكامن الجوفية وذلك لصعوبة قياس كل عناصر التوازن المائي بشكل دقيق (8). الافتراض الأساس في الموازنة المائية قائم على إن المدخلات والمخرجات من النظام متساوية وفي حالة حدوث أي تغير ناتج عن زيادة أو نقصان في أحد أو كلا هذين العنصرين فأن الفرق سيولد تغيرا في خزين الحوض من مياه سطحية أو جوفية على مستوى فترة زمنية محددة (7):

$$\text{Input} - \text{Output} = \text{Change in Storage} \quad (1)$$

$$\text{Input}(t) - \text{Output}(t) = ds/dt \quad (2)$$

حيث ds/dt تمثل تغاير الخزين المائي (ds) للحوض في فترة زمنية محددة (dt).

تمثل الأمطار (P) عنصر المدخلات الوحيد وهو عامل مهم أساس في الدورة الهيدرولوجية ويمثل العنصر الأول من عناصر الموازنة المائية لأي حوض. ويمثل التبخر كمية المياه المفقودة من السطوح المائية والأرض في الوقت الذي يمثل النتح عملية التبخر من أوراق النباتات ويصعب فصل تأثير التبخر والنتح عن بعضهما تحت الظروف الحقلية لتشكل بذلك العمليتان معا عنصراً واحداً من عناصر الموازنة المائية يدعى بالتبخر– نتح الذي يتأثر بعاملين أساسيين هما عامل المناخ والعوامل الأرضية. يبدأ الجريان السطحي وهو العنصر الآخر من عناصر الموازنة عندما تكون الشدة المطرية اكبر أو تزيد على سعة الترشيح (Infiltration Capacity) في حين تحدث

عملية تغذية المياه الجوفية (Ground Water Recharge) عندما يكون الترشيح اكبر من محتوى رطوبة التربة (Soil Moisture Content)، (9).

بتطبيق الموازنة المائية في الحوض لفترة سنة مائية كاملة أي البدء والانتهاء بالشهر نفسه بعد سنة يكون التغاير في الخزين صفرا (10) :

$$P - (Eta + Re + Ro + Sm) = ds/dt \quad (3)$$

$$P - (Eta + Re + Ro + Sm) = 0 \quad (4)$$

$$P = Eta + Re + Ro + Sm \quad (5)$$

حيث : P = الامطار (ملم)، Eta = التبخر – النتح الحقيقي (ملم) ، Re = تغذية المياه الجوفية (ملم)، Ro = الجريان السطحي (ملم) ، Sm = رطوبة التربة (ملم).

في اغلب الأحيان يصعب حساب التبخر – نتح الحقيقي حقليا ولقد تم وضع الكثير من المعادلات التجريبية التي تربط بين القياسات المناخية والتبخر – نتح الكامن ومن بينها طريقة ثورنثويت (11) حيث إن هذه الطريقة تعتمد على درجة الحرارة عنصراً فعّالاً ومهماً في حساب معدلات التبخر – نتح الكامن الذي يفترضه اغلب الباحثين مساويا للتبخر – نتح الحقيقي عندما تكون الأمطار اكبر منه لتتقسم الزيادة المائية المتحققة (الفائض المائي) إلى جريان سطحي وتغذية مياه جوفية بعد تشبع رطوبة التربة، في الوقت الذي تكون الأمطار مساوية للتبخر – نتح الحقيقي عندما تكون الأمطار اقل من التبخر – نتح كامن :

$$P > PE \;,\; Eta = PE$$

$$P < PE \;,\; Eta = P$$

$$WS = P - (Eta + Sm) \quad (6)$$

$$WS = Ro + Re \quad (7)$$

حيث : PE = التبخر – نتح الكامن (ملم).

WS = الزيادة المائية (الفائض المائي) Water Surplus

طبقت طريقة ثورنثويت في حساب التبخر – النتح الكامن باستخدام المعادلات الآتية (1) :

$$PE = 16\left[\frac{10tn}{J}\right]^{a} \quad (8)$$

$$J = \sum_{1}^{12} j \quad (9)$$

$$j = \left[\frac{tn}{5}\right]^{1.514} \quad (10)$$

$$a = 0.016J + 0.5 \quad (11)$$

حيث : PE = التبخر – نتح الكامن (ملم).

J = معامل درجة الحرارة (Heat Index).

j = معامل درجة الحرارة الشهري (درجة مئوية).

a = ثابت .

tn = معدل درجة الحرارة الشهرية (درجة مئوية).

ومن دراسة الخصائص الفيزيائية لتربة حوض بدرة – جصان ذات النسيج الطيني الرملي (Sandy Clay) وعمق التربة الذي يتراوح بين (100-95Cm) مع احتوائها على نسبة (25-15%) من الجبسم وعدم احتوائها على كربونات الكالسيوم (12)، فقد قدرت رطوبة التربة بين (95-110) ملم بالرجوع إلى المواصفات التي وضعها (Jassim.1981) (5)، وهذا المتغير للأحواض المائية يحسب مع الضائعات المائية الحقيقية مع التبخر – نتح الحقيقي (Eta).

أما الجريان السطحي فيمكن حسابه من خلال تسجيلات محطات تصريف الأنهر أو باستخدام بعض الصيغ الرياضية المعدة لهذا الغرض ومنها طريقة (Langbein) (4) المعتمدة على العناصر المناخية متمثلة بمجموع الأمطار السنوي والمعدل السنوي للحرارة بتطبيق المعادلات الآتية :

$$P / E = R / E \quad (12)$$

$$E = 10^{(0.027T + 0.886)} \quad (13)$$

حيث : P = المجموع السنوي للامطار (سم).

R = المجموع السنوي للجريان السطحي (سم).

T = المعدل السنوي لدرجة الحرارة (^{o} م).

E = ثابت درجة الحرارة.

يبين (الجدول 2) حسابات الموازنة المائية في حوض بدرة – جصان بالاعتماد على المعدلات الشهرية للأمطار والتبخر – نتح الحقيقي (الطريقة الأولى) في حين يبين (الجدول 3) معدل الزيادة المائية المتحققة في الحوض اعتماداً غلى بيانات الفترة الممتدة بين (1994) و(2001) وعلى اساس حساب الموازنة المائية لكل سنة بشكل منفصل حيث إن تطبيق الموازنة المائية السنوية يعتمد على فترتي الساقط المطري.

الجدول (2) : حسابات الزيادة المائية باعتماد المعدلات الشهرية في حوض بدرة – جصان للفترة (1994-2001)

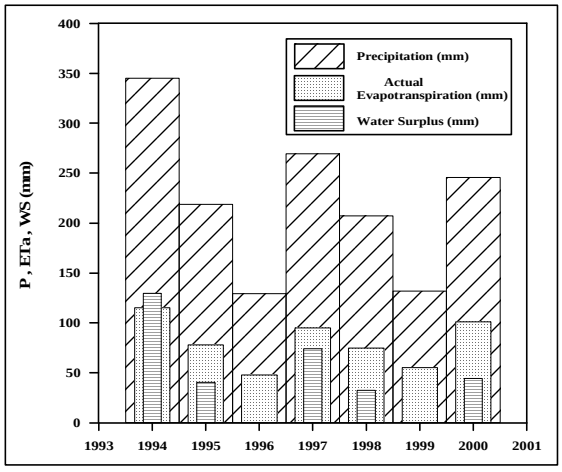
Month	P (mm)	PE (mm)	PEc (mm)	Eta (mm)	Sm (mm)	WS (mm)
Oct.	5	84.2	82.52	5	-	-
Nov.	39.9	31.1	27.52	27.52	12.38	-
Dec.	39.7	10.6	9.28	9.28	42.8	-
Jan.	56.2	7.57	6.78	6.78	92.22	-
Feb.	43.4	12.4	10.73	10.73	100	24.89
Mar.	17.6	26.96	27.76	17.6	-	-
Apr.	16.2	69.65	74.53	16.2	-	-
May	3	142.2	167.09	3	-	-
June	0	201.6	236.88	0	-	-
July	0	234.87	283.02	0	-	-
Aug.	0	231.45	265.01	0	-	-
Sep.	0	155.2	195.85	0	-	-
Sum	221	1207.8	1350.9	96.11	100	24.89

فالأمطار أما أن تكون اكبر من التبخر – نتح الكامن وفي هذه الحالة سيكون التبخر – نتح الحقيقي مساوياً للتبخر – نتح الكامن والفرق بينه وبين الأمطار سيولد زيادة مائية، أو تكون الأمطار اقل من التبخر – نتح الكامن وسيكون التبخر – نتح الحقيقي مساوياً للأمطار. وعند طرح التبخر – نتح الحقيقي من الامطار خلال الفترة الاولى يكون هنالك فرق باتجاه فائض مائي يتولد في كل سنة مائية مرصودة، غير إن مجموع التبخر – نتح الكامن والمصحح يكونان غالباً اكبر من الأمطار لأنهما يمثلان تبخراً محسوباً من خلال المعادلات ولعموم اشهر السنة بغض النظر عن فترة سقوط الأمطار التي هي الأساس في حساب الموازنة المائية ومن هذا نستنتج إن افضل طريقة لحساب ووصف الموازنة المائية لأي حوض هي باستخدام الموازنة المائية السنوية حيث إن استخدام المعدلات الشهرية للأمطار والتبخر – نتح الكامن أو الحقيقي لا يأخذ بنظر الاعتبار مستويات تذبذب الأمطار على صعيد الأشهر أو السنين، بعبارة أخرى إن المعدل يلغي تأثير هذا التذبذب لتكون الأمطار والتبخر – نتح كامن أو الحقيقي منتظمة، وفي الوقت نفسه فلا يمكن معرفة احتمالية تحقق أو عدم تحقق فائض مائي في أي سنة من السنين المائية المرصودة من جهة أو تحققه بمستويات ضئيلة أو مرتفعة لتأثر الأمطار بالظروف المناخية السائدة .

الجدول 3 : الموازنة والزيادة المائية السنوية المتحققة في حوض بدرة – جصان (1994-2001)

Years	P (mm)	PE (mm)	PEc (mm)	Eta (mm)	Sm (mm)	WS (mm)
1994-1995	345	1105.9	1236.5	115.33	100	129.67
1995-1996	218.4	1370.5	1370.5	78.15	100	40.65
1996-1997	129.4	1096.5	1223.3	48.1	81.3	-
1997-1998	269.3	1241.0	1389.9	94.91	100	74.39
1998-1999	207.4	1327.8	1437.1	74.9	100	32.5
1999-2000	132	1305.6	1462.2	55.37	76.63	-
2000-2001	245.6	1231.4	1377.3	101.27	100	44.33
Sum	1547.5	8679.1	9497	568.03	657.93	321.54
Average	221	1239.8	1356.7	81.14	93.99	45.93

تتوزع الزيادة المائية المتحققة في الحوض والبالغة (45.93) ملم بين تغذية طبيعية للمياه الجوفية وجريان سطحي يصرف إلى نهر كلال بدرة عبر الوديان الموسمية المنتشرة في وسط وجنوب الحوض أما في شماله فتتوجه المياه السطحية باتجاه وادي كلال ترسق الواقع إلى الغرب من منطقة البحث. لقد تم تسجيل تصريف نهر كلال بدرة بالقرب من منطقة تصريف النهر النهائية في هور الشويجة جنوب منطقة البحث، غير إن التصريف المستمر للنهر طيلة أيام السنة مع وجود سنتين مائية لا يتحقق فيها فائض مائي وتوزع هذا الفائض على مناطق الحوض كافة مما يسمح لجزء من الجريان السطحي المتحقق بالتصريف نحو كلال ترسق غرباً فضلاً عن انعدام الساقط المطري في أربعة اشهر كما مبينة في الجدول (2) فأن معظم هذا التصريف يمثل تصريف الحوض النهري الممتد داخل الأراضي الإيرانية ومن ملاحظة مقدار الزيادة المائية المتحققة فمن الصعب التنبؤ بحجم الجريان السطحي المتحقق من هذه الزيادة المائية في جزء الحوض النهري داخل الأراضي العراقية. وبالاعتماد على طريقة (Langbein) فان المجموع السنوي للجريان السطحي بلغ (6.93) ملم ويبقى(39.0) ملم تغذية طبيعية للمياه الجوفية التي بلغ معدلها السنوي لمساحة الحوض (1020) كم^2 ما يقارب (10^6 * 41.29) م^3 . شكل (3).



شكل 3 : التوازن والزيادة المائية المتحققة في حوض بدرة – جصان للفترة (1994-2001) .

الاستنتاجات :

1- الطريقة المثلى في حساب ووصف الموازنة المائية لأي حوض هي باستخدام الموازنة المائية السنوية حيث إن استخدام المعدلات الشهرية للأمطار والتبخر – نتح الكامن أو الحقيقي

لا يأخذ بنظر الاعتبار مستويات تذبذب الأمطار على صعيد الأشهر أو السنين.

2- بلغت الزيادة المائية المتحققة في حوض بدرة – جصان (45.93) ملم موزعة بين تغذية طبيعية للمياه الجوفية وجريان سطحي يصرف إلى نهر كلال بدرة عبر الوديان الموسمية المنتشرة في وسط وجنوب الحوض.

3- ان معظم تصريف نهر كلال بدرة يمثل تصريف الحوض النهري الممتد داخل الأراضي الإيرانية.

4- المجموع السنوي للجريان السطحي المتحقق في الحوض بلغ (6.93) ملم ويتبقى (39.0) ملم تغذية طبيعية للمياه الجوفية والتي بلغ معدلها السنوي ما يقارب ($41.29 * 10^6$) م^3 .

المصادر :

1. Wilson, E.M. **1974**. Engineering Hydrology. The Macmillian Press Ltd., London. Second edition. 232 P.
2. العزاوي ، بتول محمد علي محمد سعيد **2002**. الصفات الهيدروجيولوجية لنظام المياه الجوفية في حوض بدرة – جصان . رسالة ماجستير . جامعة بغداد – كلية العلوم. (100) ص.
3. الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي .**2001**. تقارير داخلية عن المتغيرات المناخية لمحطة أنواء بدرة .
4. Langbein, W.B. **1962**. The Water Supply of arid valleys in intermountain region in relation to climate. International Association of Scientific Hydrological Bull., vol 7. No.1, PP 29-31.
5. Jassim, H.F. **1981**. Principles of Regional Soil Survey, Land evaluation and land use planning in Iraq, Ph.D , thesis Ghent , 510 P.
6. Doornbos, J.,and Pruitte W.O.H .**1977**. Guidelines for predicting crop water requirements.Climatologically nomenclature .FAO , Rome .24 p.
7. Domemico, P.A.,and F.W. Schwartz.**1998** :Physical and chemical hydrogeology, John Wiely and Sons. Inc., New York. 506 p.
8. Simmers, I. **1998**. Groundwater Recharge Principles Problems and Development .Faculty Earth Science, Free University, Amsterdam Netherlands. PP 33-46.
9. Castany, G. **1976**. Traite pratique des eaux soaterraines .Paris, 661 p.
10. De Silva, R . P. **1998**. Significance rates of preferential flow in estimating groundwater recharge rates with a soil water balance model in the dry zone of Srilanka Nugeogoda, Srilanka . 11 p.
11. Thornthwait, C.W. **1948**. An Approach toward a Relation Classification of Climate. Geographical Review. Vol. 32. 55 P.
12. Hassan ,H.A.; Eloubaiby, A.Z.; Griolet , C.P.; Ayob , M.S.; Abbas ,A.L.; Jamal, N.; Smoor,P.B.;(**1977**): Galal Badra project area part I : Geological and Hydrological Investigations.Bull. No. 106. Scientific Research Foundation Ministry of Higher Education and Scientific Research . Baghdad . Iraq . 35 P.