تغذية المياه الجوفية الجوفية باستخدام الموازنة المائية في حوض وادي كَردة سور في محافظة أربيل

م.م سرمد عباس مزهر

كلية التربية الاساسية –جامعة بابل

Email: bas255.sarmmad.abass@uobabylon.edu.iq

المستخلص

تكمن أهمية الدراسة من خلال دراسة الموازنة المائية و معرفة الفائض المائي والعجز المائي التي من خلالها يتم معرفة كمية المياه التي يمكن أن تغذي طبقات الجوفية وبناءاً على البيانات المناخية المقاسة في محطة أربيل للمدة (2014-2024) فقد بلغ معدل المجموع السنوي للأمطار (343.1ملم) حيث تم حساب الموازنة المائية فقد بلغ حجم الفائض المائي (80.7 ملم)، بينما بلغ حجم العجز المائي (2057.4 ملم) ،وتم الاعتماد على المعادلة الرياضية بليني كريدل لحساب الجريان السطحي لحوض وادي كَردة سور، فقد بلغ حجم الجريان السطحي (0.4534مليار م^3) وتعتبر هذه الطريقة من أدق المعادلات لاستخراج حجم الجريان السطحي ،وعلى اساس هذه النتائج المستحصلة فقد تم استخراج حجم التغذية الجوفية وبهذا فقد بلغ حجم التغذية المياه الجوفية (79) ملم وبنسبة بلغت (23.5%) .

الكلمات المفتاحية :-الموازنة المائية ،المياه الجوفية ،وادي كَردة سور

Groundwater Recharge Using the Water Balance Method in the Karda Sur Basin, Erbil Governorate

Sarmad Abass Mezher

Babylon university - Faculty of Basic Education

Email: bas255.sarmmad.abass@uobabylon.edu.iq

Abstract

The significance of this study lies in assessing the water balance to identify both water surplus and deficit, which in turn determines the quantity of water available for groundwater recharge. Based on measured climatic data from the Erbil meteorological station for the period (2014–2024), the average annual rainfall was recorded at 343.1 mm. Using the water balance calculation, the volume of water surplus was estimated at 80.7 mm, while the water deficit reached 2057.4 mm. The Blaney–Criddle equation was employed to calculate surface runoff in the Karda Sur Basin, yielding a runoff volume of 0.4534 billion m³. This method is regarded as one of the most accurate for estimating surface runoff volumes. Based on these results, the groundwater recharge volume was calculated to be .79 mm, representing 23.5% of the total precipitation

أولاً- مشكلة البحث :- يمكن صياغة مشكلة البحث الرئيسية بالسؤال الاتي

1- هل للخصائص المناخية تأثير على الموازنة المائية في منطقة الدراسة ؟

2- كيف أثرت الموازنة المائية على تغذية المياه الجوفية ؟

ثانياً- فرضية البحث :يمكن صياغة الفرضية الدراسة كالاتي :

1- هنالك تأثير كبير ومباشر للخصائص المناخية على الموازنة المائية .

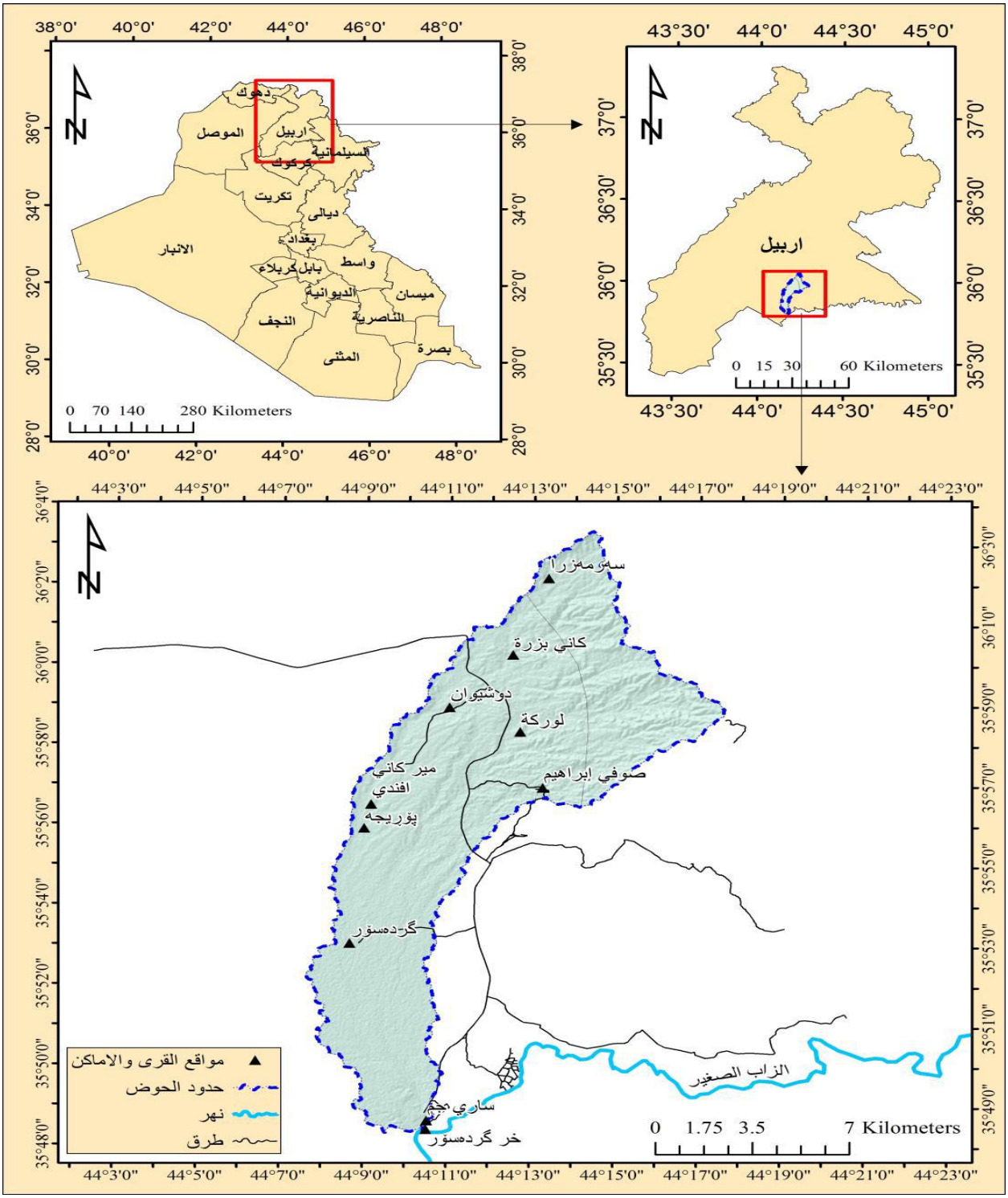
2- أثرت الموازنة المائية على تغذية المياه الجوفية .

ثالثاً- هدف البحث :- يهدف البحث الى معرفة حجم التغذية السنوية من للمياه المتجددة التي تتغلغل الى طبقات الجوفية خلال معرفة النسبة بين التساقط المطري السنوي على المنطقة ودرجات الحرارة ،ويتم ذلك بعد تحليل عناصر الموازنة المائية وعلاقتها بالخصائص الجيولوجية والطبوغرافية والخصائص الانحدارية للمنطقة الدراسة .

رابعاً- حدود البحث :

تقع حوض وادي كَردة سور شمال العراق عند أقدام الجبال ضمن الحدود الادارية لناحية قوشتبة ضمن قضاء سهل اربيل ،جنوب محافظة أربيل ومن الناحية الفلكية يقع بين دائرتي عرض (ً19 َ48 35) و (ً21 َ03 ْ36) شمالاً، وخطي طول (ً29 َ07 ْ44) و(ً41 َ17 ْ44) شرقاً، يمكن ملاحظة خريطة (1) حيث تبلغ مساحة حوض وادي كَردة سور (144.40كم^2)

خريطة (1) موقع وحدود منطقة الدراسة



المصدر : وزارة الموارد المائية ،الهيئة العامة للمساحة ،خريطة العراق الادارية ،بمقياس 1:1000000، 2014، باستخدام برنامج ArcGIS10.7

المبحث الاول :- العوامل الطبيعية المؤثرة على تغذية المياه الجوفية في منطقة الدراسة

أولا- البنية الجيولوجية :- يعد التركيب الجيولوجي دوراً كبيراً في تحديد كمية المياه الجوفية من حيث تأثيره في مقدار جريان الماء وفي تباين ضائعات التسرب، حيث تزداد كمية تسرب المياه في مناط الصخور الجيرية، في حين تقل كمية التسرب في مناطق الصخور النارية أو الطينية القديمة إن للتركيب الجيولوجي تأثيراً واضحا في المياه الجوفية وذلك من خلال تحديد المواقع الخاصة بالمكامن الجوفية وامتداداتها وكمية المياه الموجودة فيها ونوعيتها وحركتها التي ترتبط بميل الصخور وخصائصها الفيزيائية والكيميائية [1]توجد في منطقة الدراسة العديد من المكاشف الصخرية والتكوينات والترسبات العادة الى الزمن الثالث والرابع وهي :

1- **تكوين باي حسن Bai Hassan Formation :**

يعود العصر الجيولوجي لهذا التكوين إلى عصر البلايوسين يغطي هذه التكوين المساحة (77.3كم^2) وبنسبة بلغت (53.47%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة يتكون هذا التكوين من الحجر الطيني والحجر الرملي والحصى والمدملكات مع وجود الصخور رملية طينية ،حيث بل سمك هذا التكوين أكثر من 1م ، يقع هذا التكوين ضمن الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية تكوين يسمح للمياه السطحية بالنفاذية نحو التكوينات تحت السطحية وتغذية طبقات المياه الجوفية [2].

2- **تكوين المنحدرات Slope sediment :**

يعد هذا التكوين من تراكيب العصر الرباعي يتألف تركيب هذه الترسبات من مواد طينية وغرينية إلى الصخور المتكسرة ،والحصو الكبير ،فضلاً على تنوع درجة التصاقها والتحامها يتراوح سمكها في المعدل من (1-3م)[3] تتواجد هذه الترسبات في الجزء الاوسط وتشغل مساحة (30كم^2) وبنسبة بلغت 20.78% من المساحة الكلية لحوض وادي كَردة سور .يمكن ملاحظة خريطة رقم (2).

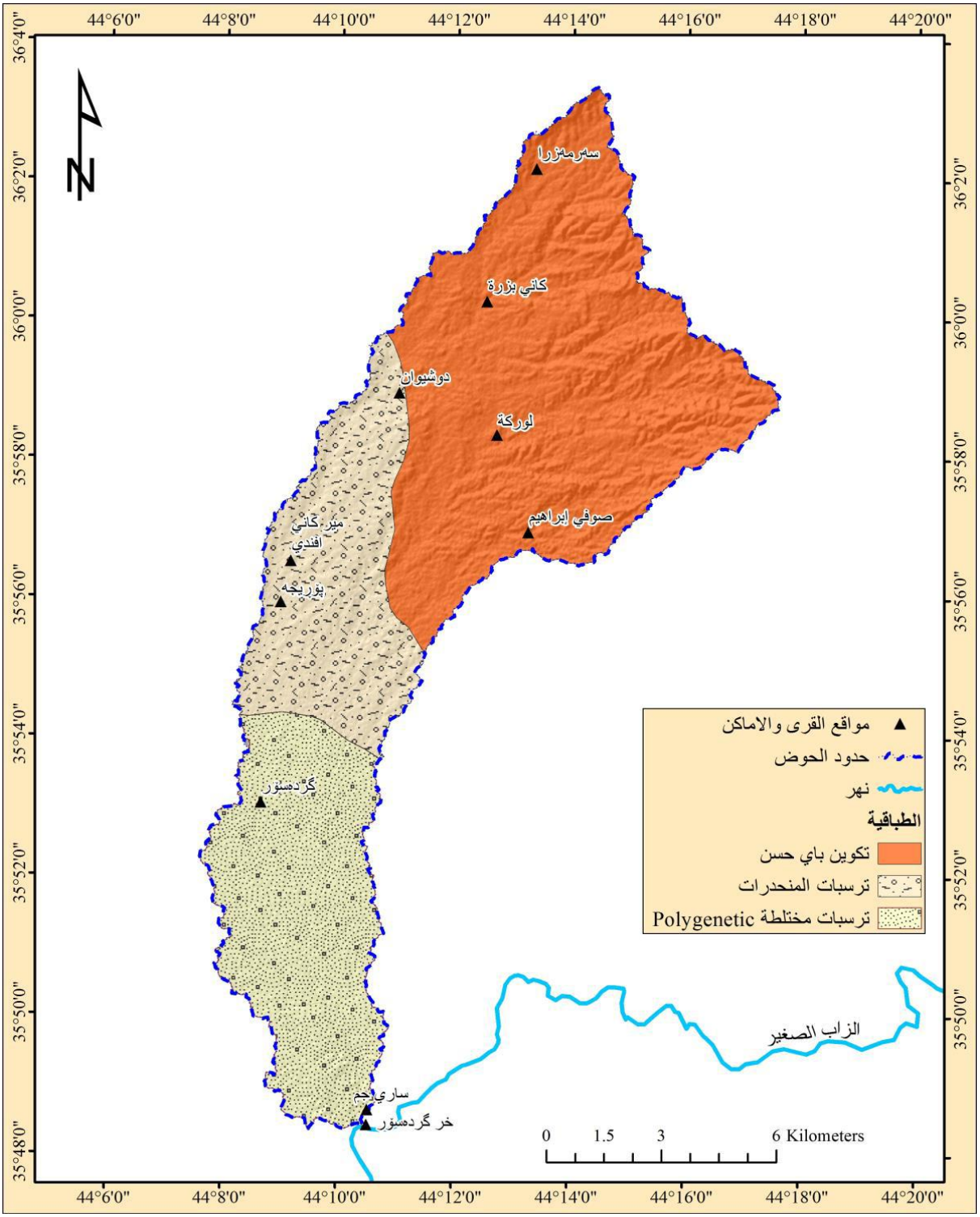
---

[1] – مروة وسام عبد العالم ،التباين المكاني لخصائص المياه الجوفية في محافظة كربلاء وعلاقتها بالاستخدامات البشرية ، رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة الكوفة ،2013،ص18.

[2] – كمال إبراهيم رشيد سفر الكاكئي ، نمذجة مؤشرات نوعية المياه الجوفية WQI في مدينة اربيل ،جامعة الموصل ،كلية التربية للعلوم الانسانية ، 2024 ،ص16.

3- نفس المصدر ،ص17.

خريطة (2) البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة



ource: Sissakian, V. K., and S. F. Fouad. Geological Map of Kirkuk Quadrangle. Sheet NI-38-2, scale 1: 250000, GEOSURV, Baghdad, Iraq, 1993

3- **الترسبات المختلطة Residul Soil and polygentic sediment:**

تعود هذه الترسبات الى العصر البلايستوسين –الهولوسين تباينت المكونات الصخرية لهذا التكوين ما بين المواد الرملية الغرينية والطينية مع قطع من الحجر الكلس ويعود هذا التباين على خصائصها من المسامية والنفاذية المسؤولتان عن مرور المياه ويتضح أن اغلب خصائصها تسهم في تغذية المياه الجوفية حيث تتراوح مساميتها بين (5- 30 %)إلا أن النفاذية عالية تصل من (1^{-2}-10^{-3}) [1]

ثانياً-تضاريس منطقة الدراسة Topography Area :-

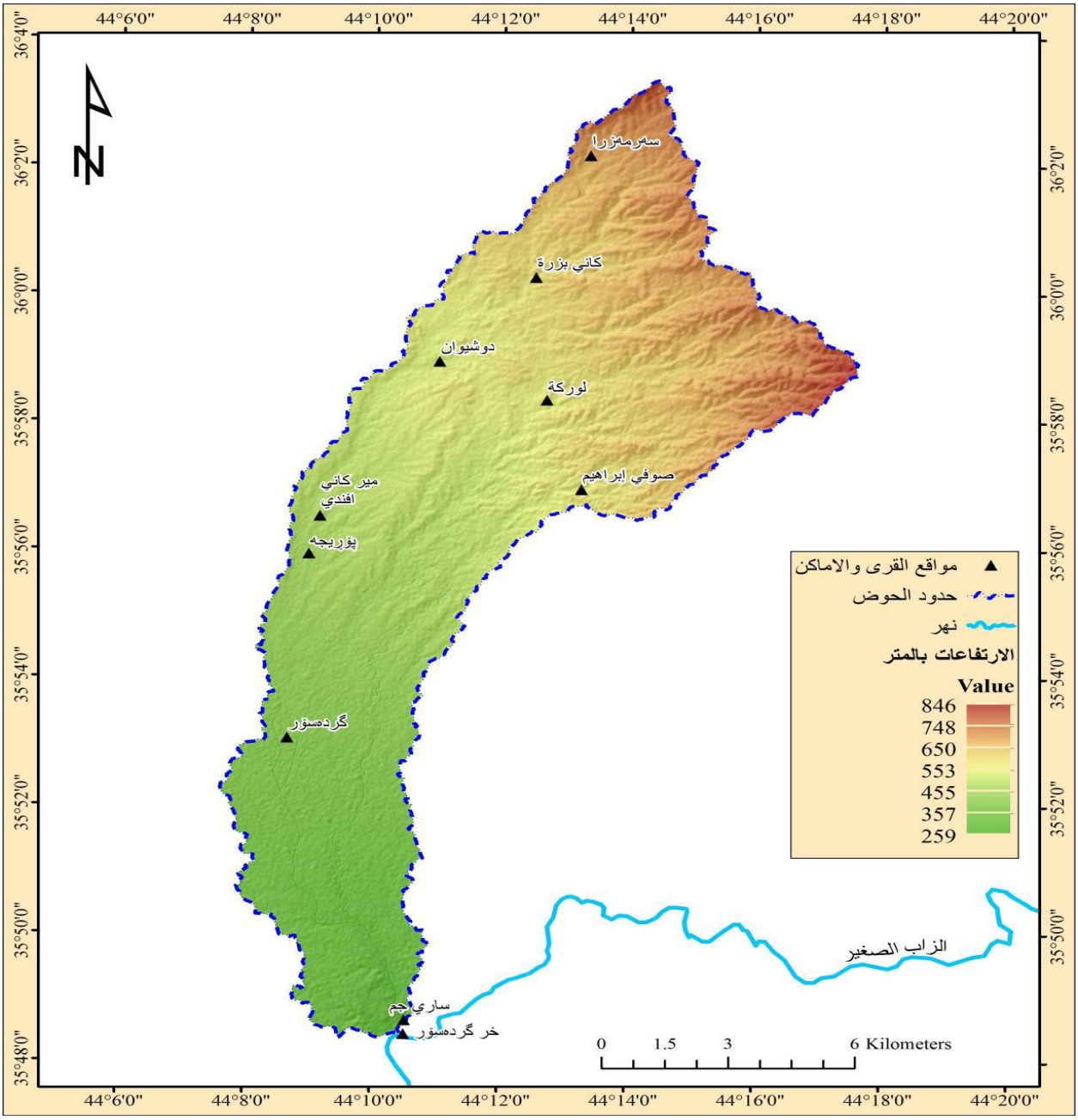
الطبوغرافية تأثير كبير على هيدرولوجية منطقة الدراسة من خلال تأثيرها على طبيعة تدفق المياه وسرعة وصول المياه وكذلك قوة الفيضان وتتميز أراضي السهول المنبسطة ببطئ سرعة تدفق المياه وبالتالي تكون كميات التسرب والتبخر عالية أما المناطق ذات الانحدار الشديد تكون كميات تسرب وتبخر المياه قليلة وتزداد قدرته في الاودية على النحت والترسيب بسبب السرعة والتدفق الكبيرين للمياه وبالنحت يمكن معرفة حجم الصرف المائي ومع التسريب يمكن نقصان الصرف [2] ، فقد بلغ أعلى أرتفاع في الحوض 846م فوق مستوى سطح البحر ويرتكز في المنابع العليا للحوض في الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية في الحوض ، في حين بلغ أقل ارتفاع (259م) وتكون في الاجزاء الجنوبية من الحوض وهي اراضي سهلية منبسطة أما الانحدار يعد من العوامل المؤثرة على قدرة التربة على امتصاص المياه عن طريق الارتشاح ومن حيث سرعة تدفق المياه على سطح التربة ،فقد قسمت منطقة الدراسة إلى مجموعة من الانحدارات اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) يمكن ملاحظة خريطة (3) أذ نجد أن (0.92%) من مساحة منطقة الدراسة يتميز سطحها بدرجات إنحدار مستوية (0-2°) وبمساحة بلغت (1.37كم^2) وتشمل الوديان الثانوية في الجزء الجنوبي من الحوض أما الفئة شديدة الانحدار حيث تتراوح درجة أنحدارها (18- 26.5°) حيث تشغل مساحة (1كم^2)وبنسبة بلغت (0.65%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة يمكن ملاحظة الجدول (1) لمجموع الانحدارات في منطقة الدراسة .

---

[1] - زهير رمو فتوحي واخرون ،الجيولوجيا الهندسية والتحري الرقمي ، دار الكتب ،الموصل ،1989،ص 28.

[2] - عباس فاضل السعدي ، منطقة الزاب الصغير في العراق دراسة لمشاريع الري والخزن وعلاقتها بالانتاج الزراعي ، كلية الاداب ،جامعة بغداد ،1976، ص47-48.

خريطة (3) إرتفاع منطقة الدراسة بالأمتار



sion SRTM, 1-Arc Second scenes for IRAQ, Unfilled Unfinished 2.0, Global Land Cover Facility, USA 2000

جدول(1) الفئات الانحدارية ونسبتها المئوية في منطقة الدراسة

الانحدار	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
0-2	1.37	0.95
2.1 -5	75.76	52.47
5.1-10	58	40.18
10.1-18	8.24	5.71
18.1-26.5	1	0.69
المجموع	144.40	100

المصدر :- الاعتماد على خريطة (3)

التربة ثالثاً- Soil

تبرز أهمية التربة في دراسة المياه الجوفية حيث دراسة نوع وصنف التربة ونسجتها هو الذي يتحكم في درجة نفاذيتها وعلى هذه الاساس فهي لا تؤثر على مقدار ما يتسرب من مياه خلالها الى باطن الارض ليصبح جزء من الخزن الجوفي فقط ،و أنما تؤثر على الخصائص المياه الجوفية ،ويحدث ذلك عن طريق التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل التربة ،أذ تتضمن تجميد أو تثبيت بعض العناصر مثل الفوسفات التي يمتص ويترسب في معظم أنواع الترب ماعدا التربة الرملية الثقيلة ،ومن أهم أنواع الرب في منطقة الدراسة كما يلي :-

1- تربة بنية متوسطة العمق الى ضحلة(الليثوسول) Brown Soils Medium and Shallow:-

يعتبر هذا النوع من التربة من الترب الحديثة ذات العمق الضحل تتكون من فتات مشتقة من الصخور الجيرية والجبسية ممزوجة من فتات رملية طينية ،وتكون هذه التربة قليلة السمك لكون سطحها في مناطق تواجدها تتعرض الى التعرية المستمرة بين الحين وأخر ،وتتميز هذه التربة بنفاذية عالية هيدرولوجياً بسبب

تركيبها من ذرات خشنة من طبقة الرمل والغرين الخشن مما يجعلها تربة ذات نفاذية مرتفعة[1] ، تظهر هذه التربة في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من منطقة الدراسة في المناطق المرتفعة تبلغ المساحة التي يغطيها هذه النوع (34.1كم^2) .

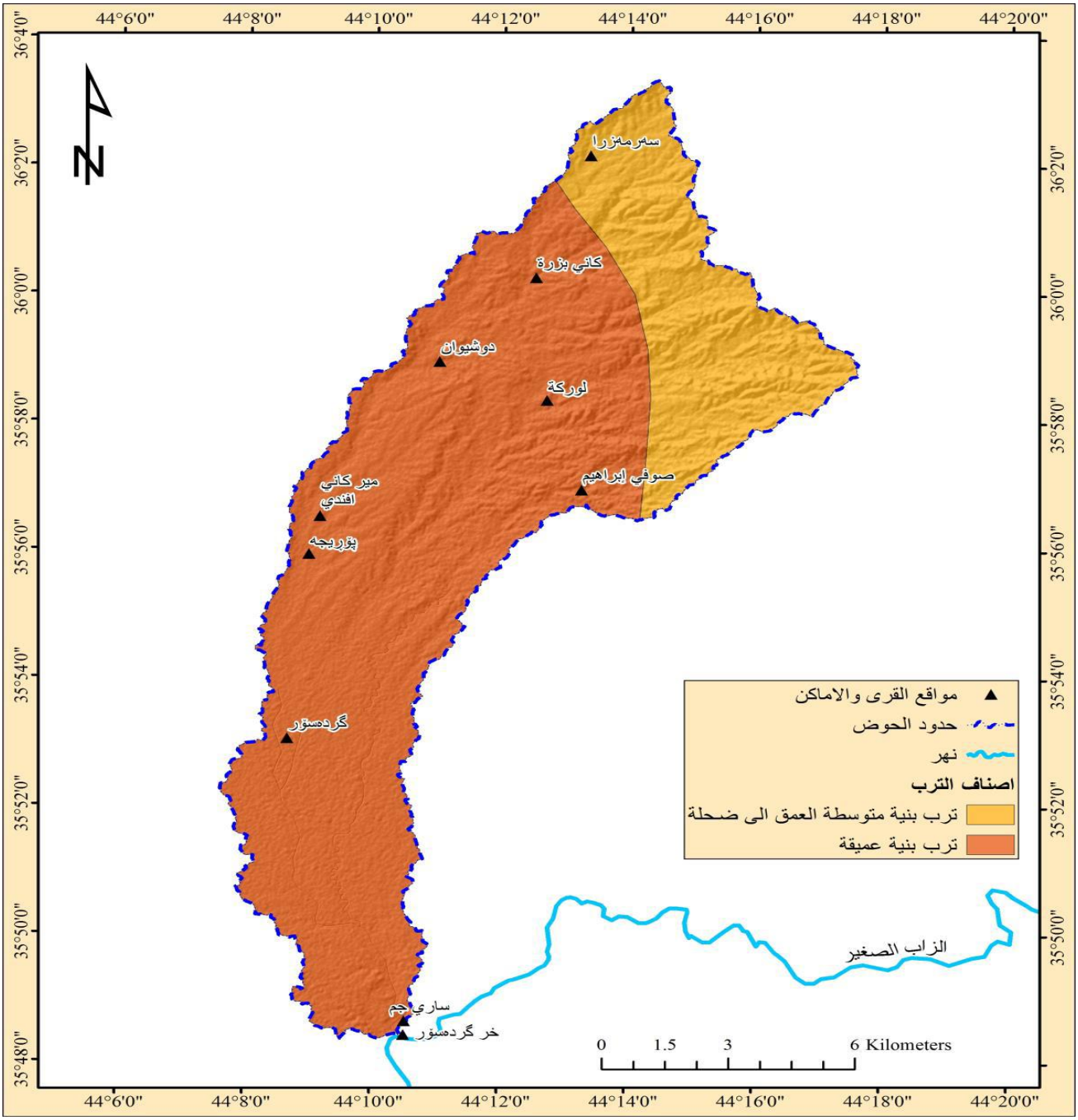
2- تربة بنية السمراء ذات سمك عميق Brown Soils deep phase:-

تعتبر هذا النوع من التربة من الترب الناضجة التي تحتوي على نسب جيدة من المادة العضوية وتتكون المادة الاصلية من الرواسب التي جلبتها الوديان المنحدرة من المرتفعات ويختلف اصل هذه الرواسب فهي تعود الى الصخور الرملية والطينية و الجبسية اما ملمسها فهي ذات ملمس خشن متوسط ولها نفاذيته جيدة للماء والهواء [2]،تحتوي هذه التربة على 1-2% من المواد العضوية والطبقة الداخلية بنية اللون أيضاً تحتوي على ذرات يكون شكلها ما بين ذرات زوايا حادة ومتكتلة إلى ذرات ذات أشكال منشوريه ثم تليها طبقة من تجمعات الكلس على عمق يتراوح بين (25- 35سم)وتعاني من التعرية المائية إذ أن الكلس الموجود فيها قد تعرض الى عملية الغسل يغطي هذه النوع من التربة معظم اراضي حوض وادي كرده سور بمساحة بلغت (110.3كم^2)وبنسبة بلغت (76.4%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة .

[1] - كمال إبراهيم رشيد سفر الكاكئي ،نمذجة مؤشرات نوعية المياه الجوفية WQI في مدينة اربيل ،مصدر سابق ، 2024 ،ص48-49.

[2] - ساجر احسان إبراهيم علي الجبوري ، التقييم الجيمورفولوجي لحوض وادي املك في محافظة دهوك ،جامعة تكريت ، كلية التربية للعلوم الانسانية ،ص2024،ص58.

خريطة (4) توضح أنواع الترب في منطقة الدراسة



المصدر :- **Source: Buringh Soil Map, Pieter. Soils and soil conditions in Iraq. Ministry of agriculture, 1960**

المبحث الثاني

العناصر المناخية المؤثرة على الموازنة المائية

تلعب عناصر المناخ دوراً بارزاً في تباين نوعية المياه الجوفية وكميتها ، من خلال اسهامها في تغذية الخزانات الجوفية، من جهة، ودورها في عملية التبخر من جهة اخرى. ويعدّ عنصرا الأمطار والحرارة من أهم

العناصر المناخية المؤثرة في كمية المياه الجوفية وخصائصها ، أما العناصر الآخرى، فيكون تأثيرها غير مباشر على المياه الجوفية، لاسيما الرياح والرطوبة، إذ تساعد هذه العناصر في زيادة نسبة التبخر من الآبار المفتوحة أو المياه الجوفية القريبة من سطح الأرض، أما الخزانات الجوفية العميقة فيكون تأثير المناخ محدوداً لتواجد الطبقات الصخرية التي تمنع هذا التأثير[8].

1- - **الاشعاع الشمسي Solar radiation**:- يعد الاشعاع الشمسي المصدر الاساس للطاقة وان طول الاشعاع وزاوية سقوطها وصفاء السماء من الغيوم أثر على الكمية الاشعاع الواصلة الى الارض في منطقة معينة ،ويقصد بها عدد الساعات السطوع الشمسي الفعلي في يوم واحد والتي تؤثر على درجة الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر [9]،من خلال جدول (2) يظهر أن معدل ساعات السطوع الشمسي الشهرية والسنوية تظهر اختلافاً واضحاً ما بين أشهر السنة ففي فصل الصيف تصل المعدلات الشهرية الى أقصاها إذ تمثل الاشهر (حزيران ، تموز،آب)أعلى معدلات فقد بلغت (11.4، 11.1، 11) ساعة على التوالي ،وأن اشهر الشتاء الماطرة في منطقة الدراسة (كانون الاول ،كانون الثاني ،شباط) فقد بلغ شدة الاشعاع الشمسي (6.1، 6.2، 7.2)ساعة على التوالي ،فهنالك علاقة طردية بين شدة الاشعاع الشمسي الفعلي وكميات التبخر ،فكلما زادت شدة الاشعاع الشمسي الفعلي كلما زادت كميات التبخر فيحدث عجز في الموازنة المائية في منطقة الدراسة .

2- **درجة الحرارة Temperature**:- يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى ارتفاع معدلات التبخر من التربة بواسطة الخاصية الشعرية وكذلك بالنسبة للمياه السطحية يؤدي هذه الارتفاع الى تراكم الاملاح وبالتالي زيادة نسبة الملوحة من المياه الجوفية وتؤثر ذلك على مناسيب الابار الثابتة والمتحركة اضافة الى تأثيرها على الطاقة الانتاجية عملياً [10]ويمكن ملاحظة الجدول (2) حيث سجلت أعلى معدل لدرجة الحرارة في

جدول (2) يوضح معدل المجاميع الشهرية للأشعاع الشمسي الفعلي (ساعة)ودرجة الحرارة (م)الامطار (ملم) الرطوبة النسبية (%)لمحطة أربيل للمدة (2014-2024)

[8] - قاسم أحمد رمل الدليمي ، المياه الجوفية وامكانية استثمارها في محافظة الانبار بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، اطروحة دكتوراه ،كلية التربية ، جامعة الانبار ،2012،ص36.

[9] – أحمد لفته أحمد البديري ،مؤشرات التغير المناخي وأثرها في زيادة مظاهر الجفاف في محافظة بابل ،رسالة ماجستير ، غير منشورة ، جامعة بغداد ،كلية لتربية أبن رشد،2012،ص42.

[10] – خلف عبد الله محمد السبعاوي ،التحليل المكاني للمياه الجوفية في ناحية العباسية وإمكانية استثمارها ،رسالة ماجستير كلية التربية ،جامعة تكريت ،2022،ص83.

المصدر :- هيئة الانواء الجوية ، محطة أربيل ، قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،2024.

[11] في شهر تموز (36.5)م° ويرجع هذه الارتفاع الى استلام المنطقة كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي

	ك2	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المجموع
الاشعاع الشمسي	6.2	7.2	8	8.5	9.5	11.1	11.4	11	10	8	7	6.1	8.7
معدل درجة الحرارة م	9.7	11.4	15.4	20.7	27.6	33.6	36.5	36.2	30.5	25.6	17.2	13.1	23.1
الامطار ملم	72.3	63,7	48.4	45.1	34.3	-	-	-	-	20.7	47.5	74.8	343.1
التبخر (ملم)	58.12	76.4	122.6	179.7	278.7	378.2	422.3	407.8	310.9	223.9	108.2	68.3	2641
الرطوبة النسبية (%)	73.1	61.1	55.8	51.1	37	28.6	24.6	31.1	35.6	45.7	62.1	67.9	47.1

بسبب الموقع الفلكي وبالتالي يؤدي الى زيادة عمليات التبخر من التربة ، بينما سجلت أقل درجة حرارة في شهر كانون الثاني بلغت (9.8)م° يؤدي هذه الانخفاض الى تدني فعالية التبخر /النتح ،مما يزيد من فاعلية الامطار الساقطة في تغذية المياه الجوفية .

2- **الامطار Rain fall** :- تعتبر الامطار العنصر الرئيسي في تغذية المياه الجوفية في المناطق الجافة والغير الجافة أن زيادة كمية الامطار لها أثرها الايجابي في زيادة معدلات التدفق السطحي وزيادة مستوى منسوب المياه السطحية الجوفية فضلاً عن زيادة تراكم المحتوى الرطوبي للتربة ،وعلى هذه الاساس كلما كانت المياه المترشحة الى باطن الارض كبيرة أدى الى ارتفاع منسوب المياه الجوفية ،وبطبيعة الحال فأن فان منسوب المياه الجوفية يرتفع في موسم المطر وينخفض في موسم الجفاف ،ويحتاج ذلك الى مدة زمنية معينة حتى تتمكن من المياه المترشحة من الوصول الى مستوى المياه الجوفية

، وهذه يعتمد على نفاذية الصخور التي تعلو مستوى المياه الجوفية ،لذا فأن ارتفاع مستوى المياه الجوفية لا يمكن رصدة ألا بعد مرور وقت معين من سقوط الامطار ،كما انه لا يمكن رصد انخفاض مستوى المياه الجوفية الابعد مرور مدة معينة من الجفاف [12] يمكن ملاحظة جدول (2) حيث سجلت اعلى معدل لسقوط الامطار في شهر كانون الاول(74.8)م وأن هذه الكميات لها أثر ايجابي في زيادة معدلات الجريان

[11] – خلف عبد الله محمد السبعاوي ،التحليل المكاني للمياه الجوفية في ناحية العباسية وإمكانية استثمارها ،رسالة ماجستير كلية التربية ،جامعة تكريت ،2022،ص83.

[12] - سعدية عاكول الصالحي وأخرون ،عداء الانسان للبيئة ،ط1،دار الصفاء للنشر والتوزيع ،2008،ص147.

السطحي وبالتالي تودي الى تغذية المياه الجوفية ، بينما ينعدم سقوط الامطار في الاشهر (حزيران ،تموز ،آب ،ايلول)

3- الرطوبة النسبية Humidity :- تعتبر الرطوبة من العناصر المناخية ذات التأثير الواضح على المياه الجوفية ، حيث تعد كمية الرطوبة النسبية الموجودة في الهواء هي المتحكم الرئيسي في سقوط الامطار وانخفاض معدلات التبخر، فعند ارتفاع كمية الرطوبة وتساقط الامطار مع قلة التبخر والحرارة سوف يؤدي زيادة كميات المياه المتسربة نحو خزانات المياه الجوفية وبالتالي يؤدي الى ارتفاع المناسيب المياه الجوفية [13]،والعكس صحيح يمكن ملاحظة الجدول رقم (2)حيث ترتفع نسبة الرطوبة النسبية في فصل الشتاء وخاصة في شهر كانون الاول وكانون الثاني حيث بلغت مع(73.1،67.9%) يرجع هذا الارتفاع الى انخفاض درجات الحرارة مع تساقط الامطار الذي يساعد على زيادة الرطوبة في الجو ،اما في فصل الصيف فقد سجلت أدني معدلات للرطوبة وخاصةً في شهري حزيران وتموز.(24.6،28.6%) يرجع هذه الانخفاض في معدلات الرطوبة الى ارتفاع درجات الحرارة وانعدام سقوط الامطار في هذه الاشهر مما يؤثر سلباً على المياه الجوفية .

4- **التبخر Evaporation** :- أن معرفة قيم التبخر الفعلي يعد من الخطوات الضرورية لتحديد التوازن المائي وتقدير الاحتياجات المائية لمنطقة الدراسة ومعرفة حجم الضائعات المائية في عملية التبخر ومدى تأثيرها في تغذية المياه الجوفية ، فهي مؤشر لوجود علاقة عكسية بين قيم التبخر وحجم الموارد المائية [14] ، و يؤثر التبخر في تحديد حجم التغذية المطرية النافذة إلى خزانات المياه الجوفية ، ومقدار الضائعات المائية لهذه الخزانات ، إذ أن فعالية التساقط المطري لا تعتمد على كميته ، بقدر ما تعتمد على كمية الفاقد منه بالتبخر والذي يعتمد على مقدار درجات الحرارة ، والرطوبة النسبية وسرعة الرياح[15] ،ومن خلال الجدول (2) يتبين أنه أعلى معدل للتبخر في منطقة الدراسة خلال شهر تموز إذ بلغ (422.3) ملم في محطة أربيل ويرجع هذه الارتفاع الى ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية ، أما أدنى معدل للتبخر فكان خلال شهر كانون الثاني اذ بلغ (58.12ملم) ملم في محطة أربيل.

أما التبخر / النتح الممكن ويقصد به كمية المياه المفقودة فعلاً في منطقة معينة وفي مدة زمنية معينة وتحت مستوى معين من رطوبة التربة . ويتضمن ذلك كمية المياه التي تحتويها التربة في منطقة جذور النبات التي يستعمل منها النبات ما يحتاجه في بناء انسجته وما يتبخر منها بعملية النتح تحت ظروف انتاجية جيدة.[16] ويمكن حساب التبخر/ النتح الممكن من خلال المعادلة الاتية

---

[13] - خلف عبد الله محمد السبعاوي ،التحليل المكاني للمياه الجوفية في ناحية العباسية وإمكانية استثمارها ،مصدر سابق ، ص67

[14] - عمار ياسين عواد الفهداوي ،قاسم أحمد رمل الدليمي ، الموازنة المائية المناخية لقضاء الرطبة – غربي العراق ، مجلة جامعة الانبار للعلوم الانسانية ،العدد 2 ،المجلد 2،حزيران ،2021،ص120

1-فهمي أبو العطا ، الطقس والمناخ دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ، 1985، ص 188.

[16] - روبرت م ديفلين وفرانسيس .هـ . ويذام ، فيسولوجيا النبات ، ترجمة محمد محمود شراقي وعبد الهادي خضر ، المجموعة العربية للنشر ، القاهرة – 1985 . ص150 .

$$ET = 16\left(\frac{10T}{I}\right)^{a}$$

حيث ان :-

ET = كمية التبخر/النتح (ملم/شهر)

T = معدل درجة حرارة الهواء /مْ

I = معامل الحرارة ويساوي ∑i

$i = (T/5)^{1.1514}$

a = قيمة ثابتة

يتبين من خلال الجدول (3) جدول يوضح التبخر /النتح الممكن حسب طريقة ثورنثويت

الاشهر	كانون 2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون 1	المجموع
التبخر/النتح الممكن	34.1	50.4	86.2	139.4	246.1	386.8	427.5	411.8	339.7	179.1	8.6	46	2435.7

المصدر :- الاعتماد على جدول (2)

المبحث الثالث :- الموازنة المائية المناخية

يقصد بالموازنة المائية المناخية العلاقة بين التساقط الذي يصل الى الأرض في منطقة معينة وبين ما يعود من المياه التساقط الي الجو بفعل (التبخر /النتح) ، ان الغرض من الموازنة هو تقدير كمية الفائض المائي أو العجز المائي في تلك المنطقة ، ، ويمكن حساب الموازنة المائية اذا كان مجموع التساقط أقل من كمية (التبخر/النتح الممكن)فأن ذلك يؤدي الى عجز مائي والذي يشير الى مقدار الحاجة الى مياه الري ومع استمرار حالة العجز فأن التربة تصل الى مرحلة الجفاف ،أما عندما تكون كمية التساقط أكثر من كمية (التبخر/النتح الممكن) فانه يؤدي الى الزياد المائية والتي من خلالها تتسرب مياه الامطار عبر مسامات التربة حتى تمتلئ تلك المسامات لتصل تدريجياً الى الحالة الاستيعابية القصوى ويكون عندئذ هناك فائض مائي لينساب الى المياه الجوفية [17]، ويعد ثورنثويت أول من استخدم مفهوم الموازنة المائية في عام 1948م ،وبعد ذلك شاع أسلوب الموازنة المناخية ووضعت العديد من المعادلات الرياضية لتقديرها واحتسابها

[17] - داليا عبد الكريم ناجي ،المياه الجوفية وأثرها على الإنتاج الزراعي في صحراء قضاء مركز كربلاء ، رسالة ماجستير (غيرمنشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية ،جامعة كربلاء ،2021،ص51-52.

جدول (4) الموازنة المائية لمحطة اربيل للعوام (2013-2023)

الاشهر	درجة الحرارة T	الامطار P	التبخر/النتح الممكن ATE	الزيادة المائية ws	النقص المائية WD
كانون الثاني	9.7	72.7	34.1	38.6	-
شباط	11.4	63.7	50.4	13.3	-
آذار	15.4	48.4	86.2	-	-37.8
نيسان	20.7	45.1	139.4	-	-94.3
أيار	27.6	34.3	246.1	-	-211.8
حزيران	33.6	0	335.2	-	-335.2
تموز	36.5	0	427.5	-	-427.5
آب	362	0	411.8	-	-411.8
أيلول	30.5	0	339.7	-	-339.7
تشرين الاول	25.6	20.7	179.1	-	-158.4
تشرين الثاني	17.2	47.7	88.6	-	-40.9
كانون الاول	13.1	74.8	46	28.8	-
المجموع	23.1	343.1	2384.1	80.7	-2057.4

المصدر :- بالاعتماد على بيانات جدول (2)(3)

يتضح من جدول (4) ان منطقة الدراسة تعاني عجزاً مائياً في جميع أشهر السنة حيث بلغ مجوع العجر (2057.4ملم) عدا الاشهر (كانون الثاني ،شباط ،كانون الاول) التي بلغ فيها الفائض المائي (36.6- 13.3- 28.8)ملم ،ويرجع سبب هذا العجر الى قلة التساقط الامطار خلال فصل الخريف والصيف وانخفاض الرطوبة النسبية وارتفاع معدل درجات الحرارة الذي نتج عنه ارتفاع مقدار التبخر بصورة تفوق كميات الامطار الساقطة .

تغذية المياه الجوفية في حوض وادي كروة سور :

بغية التوصل لحجم التغذية يجب قبلها معرفة حجم الجريان السطحي ، ،وقد تم الاعتماد على معادلة بليني كريدل في هذه الدراسة لحساب الجريان السطحي وهي كما يأتي ؟

$$Rn=(CIS)^{0.5}*(W/L)^{0.45}$$

حيث ان

Rn=حجم الجريان السنوي (مليار $م^3$)

C=معامل الجريان ويستخرج من معادلة خوسلاس الاتية ×

$C=R_m/P2$

$Rm=P_m - L_m$

حيث إن R_m=الجريان الشهري (سم)

P_m= الامطار الشهرية (سم)

L_m= 0.48T (الضائعات الشهرية /سم)

T= معدل الحرارة الشهرية

I=حجم المطر السنوي مليار م3 ويستخرج من المعادلة الاتية

حجم التساقط المطري مليارم3=

$$\frac{\text{مجموع التساقط السنوي ب ملم}}{1000} * \frac{\text{مساحة الحوض كم2} \times 1000 \times \mathbf{1000}}{1000000000}$$

S= معدل الانحدار (بلغ معدل انحدار الحوض 11.7)

W= عرض الحوض (بلغ معدل عرض الحوض (5.11كم)

L=طول الحوض (بلغ طول الحوض (28.28كم)

وتبعاً لمعادلة بليني كريدل وخوسلاس فقد بلغ حجم التساقط المطري السنوي في حوض وادي كردة سور (0.04954مليارم^3) بينما بلغ حجم الجريان السطحي السنوي (0.51013 مليار م^3) وقبل معرفة حجم التغذية الجوفية لابد من معرفة حجم السيل السطحي ويلاحظ أن السيل السطحي المطلوب حسابة في هذه الحوض ويتحقق حسابة بعد تجاوز مجموع التساقط المطري السنوي (170ملم) .

SR=0.168(P-180)

=0.168(343.1-180)

SR=27.4mm

ولتحديد كمية المياه المتغلغة الى مستويات المياه الجوفية لابد من معرفة رطوبة التربة من خلال معرفة سمك التربة حيث بلغ سمك التربة (30سم) أي أن كمية المياه المطلوبة لاشباع هذه الجزء كشرط لحدوث عملية التغلغل لمستويات المياه الجوفية هو (30ملم) عندها سيكون مقدار تغذيه المياه الجوفية كالاتي:

WS=80.7mm

G.W.R=(WS/P)*100=23.5 %[18]

وبهذا فقد بلغ حجم التغذية المياه الجوفية (79 ملم) وبنسبة بلغت (23.5%) من مجموع التساقط السنوي في حوض وادي كَردة سور وهذه النسبة ترجع الى التربة تتميز بنفاذية عالية هيدرولوجياً بسبب تركيبها من ذرات خشنة من طبقة الرمل والغرين الخشن مما يجعلها تربة ذات نفاذية مرتفعة وبالتالي تؤدي الى تغلغل المياه الى طبقات الجوفية .

18 - عمر صباح إبراهيم ،صبار عبد الله صالح ،نوفل حسن علي ،استخدام الموازنة المائية المناخية لتقييم واقع تغذية المياه الجوفية في حوض بيجي –تكريت /شمال رب العراق ، مجلة جامعة كركوك ، المجلد 7 ،العدد1، 2012،ص 97.

الاستنتاجات

1- أثرت الخصائص المناخية وخاصةً درجات الحرارة والامطار والتبخر على الموازنة المائية مما سببت عجزاً مائياً بلغ (2057.4-ملم) ،

2- يسود الجفاف في أغلب أشهر السنة بسبب قلة الامطار مما يعرض التربة الى فقدان اغلب مخزونها المائي

3- بينت الدراسة من خلال نتائج الجريان السطحي لحوض وادي كَردة سور وحسب معادلة بليني كريدل بلغ حجم الجريان السطحي السنوي(0.51013 مليار $م^3$)

4- بلغ حجم التغذية المياه الجوفية لحوض وادي كَردة سور (79 ملم) وبنسبة بلغت (23.5%) من مجموع التساقط السنوي .

التوصيات

1- الاهتمام بتجميع الامطار الساقطة وتبني سياسة الحصاد المائي .

2- ضرورة الاستفادة من مياه الجريان السطحي البالغ السنوي (0.51013 مليار $م^3$) من خلال انشاء السدود الصغيرة للاستفادة منها صيفاً أو تحويلها إلى تغذية اصطناعية للمياه الجوفية .

3- أجراء قياسات دورية لمناسيب المياه الجوفية الضحلة والعميقة بهدف الوصول الى تقييم اكثر دقة لكمية المياه المتغلغلة الى مستويات المياه الجوفية في حوض من جهة وتقييم حالة التسرب الحاصلة في وادي كَردة سور

4- ضرورة ضبط عمليات حفر الابار العشوائية وتنظيم استغلالها بشكل مستدام ،وذلك عن طريق تطبيق استراتيجية فعالة لإدارة الموارد المائية الجوفية .

المصادر :

1- إبراهيم ،عمر صباح ،صبار عبد الله صالح ،نوفل حسن علي ،استخدام الموازنة المائية المناخية لتقييم واقع تغذية المياه الجوفية في حوض بيجي –تكريت /شمال رب العراق ، مجلة جامعة كركوك ، المجلد 7 ،العدد1، 2012.

2- البديري، أحمد لفته أحمد ،مؤشرات التغير المناخي وأثرها في زيادة مظاهر الجفاف في محافظة بابل ،رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية لتربية أبن رشد ، جامعة بغداد ،2012.

3- الجبوري ،ساجر احسان إبراهيم علي ، التقييم الجيمورفولوجي لحوض وادي املك في محافظة دهوك ،جامعة تكريت ، كلية التربية للعلوم الانسانية ،2024.

4- الدليمي، قاسم أحمد رمل ، المياه الجوفية وامكانية استثمارها في محافظة الانبار بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، اطروحة دكتوراه ،كلية التربية ، جامعة الانبار ،2012.

5- روبرت م ديفلين وفرانسيس.هـ . ويذام ، فيسولوجيا النبات ، ترجمة محمد محمود شراقي وعبد الهادي خضر ، المجموعة العربية للنشر ، القاهرة – 1985 .

6- العالم، مروة وسام عبد ،التباين المكاني لخصائص المياه الجوفية في محافظة كربلاء وعلاقتها بالاستخدامات البشرية ، رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة الكوفة ،2013.
7- السبعاوي ،خلف عبد الله محمد ،التحليل المكاني للمياه الجوفية في ناحية العباسية وإمكانية استثمارها ،رسالة ماجستير كلية التربية ،جامعة تكريت ،2022.
8- السعدي، عباس فاضل ، منطقة الزاب الصغير في العراق دراسة لمشاريع الري والخزن وعلاقتها بالانتاج الزراعي ، كلية الاداب ،جامعة بغداد ،1976.
9- الصالحي، سعدية عاكول وأخرون ،عداء الانسان للبيئة ،ط1،دار الصفاء للنشر والتوزيع ،2007.
10- العالم، مروة وسام عبد ،التباين المكاني لخصائص المياه الجوفية في محافظة كربلاء وعلاقتها بالاستخدامات البشرية ، رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة الكوفة ،2013.
11-فتوحي ،زهير رمو واخرون ،الجيولوجيا الهندسية والتحري الرقمي ، دار الكتب ،الموصل ،1989.
12- العطا، فهمي أبو ، الطقس والمناخ دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ، 1985.
13- الفهداوي ،عمار ياسين عواد ،قاسم أحمد رمل الدليمي ، الموازنة المائية المناخية لقضاء الرطبة – غربي العراق ، مجلة جامعة الانبار للعلوم الانسانية ،العدد 2 ،المجلد 2،حزيران ،2021.
14- الكاكئي ،كمال إبراهيم رشيد سفر ،نمذجة مؤشرات نوعية المياه الجوفية WQI في مدينة اربيل ،جامعة الموصل ،كلية التربية للعلوم الانسانية ، 2024.
15-ناجي، داليا عبد الكريم ،المياه الجوفية وأثرها على الإنتاج الزراعي في صحراء قضاء مركز كربلاء ، رسالة ماجستير (غيرمنشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية ،جامعة كربلاء ،2021.