المنخفضات الصحراوية (الخَبرات) في منطقة الحماد العراقي وإمكانية استثمارها في حصاد المياه

مشعل محمود فياض الجميلي

جامعة الانبار – كلية التربية للبنات

E-mail: mashal.aljumaily@yahoo.com

الكلمات المفتاحية: حصاد المياه، منخفضات، بيانات فضائية، نظم المعلومات الجغرافية، المظاهر الخطية.

تاريخ الاستلام:2011/2/9 **تاريخ القبول:2011/7/3**

المستخلص:

تتمثل مشكلة البحث بالكشف عن الخصائص الجغرافية للمنخفضات الصحراوية (الخَبرات)* في منطقة الحماد العراقي وإمكانية استغلالها في حصاد المياه بأستخدام البيانات الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية (برنامج Arc GIS 9.3)، حيث تقع منطقة الدراسة (الحماد العراقي) في الجزء الشمالي الغربي من الهضبة الغربية العراقية بين دائرتي عرض 5´ 32º - 39´ 33º وخطي طول 47 ´ 38º- 41 ´ 39º ويوجد في هذه المنطقة 22 منخفضاً صحراوياً يطلق عليها (الخبرات) تتراوح مساحتها مابين 0.149138 كم² لمنخفض عنيزة و 3.120135كم² في منخفض خرجة، وهي ذات أعماق قليلة فمعظمها لا يتجاوز عمقها في المعدل 1م ويصل إلى 5م في منخفض البساتين،ويرتبط استيعابها من المياه بعاملي المساحة والعمق حيث تبلغ أقصاها 6240270 م³ في منخفض خرجة وأقلها 149138 م³ في منخفض عنيزة.وقد تم تخمين كمية المياه الواردة إلى منخفض الغطية حسب طريقة سنايدر فتبين أن كمية المياه الواردة خلال بعض أشهر السنة أعلى من طاقته الاستيعابية .ففي شهر شباط كانت المياه الواردة 3743191 م³ في حين أن طاقة المنخفض هي 2100277 م3 ، وهذا يشجع على الاهتمام بالمنخفضات وتطويرها لزيادة أمكانياتها الخزنية .

تكونت هذة المنخفضات بفعل عامل الإذابة للصخور الجيرية السائدة في منطقة الدراسة وخلال الفترات المطيرة التي أصابت الصحارى العربية . وقد ساعدت على ذلك عوامل عديدة منها وجود الظواهر الخطية والتكوينات الجيولوجية الكاربوناتية وعامل التذرية الريحية العالي . وتعد المنخفضات المذكورة مناطق ملائمة لحصاد المياة بسبب الظروف ، التي تتصف بها المنطقة وهي مايأتي :

1- تتصف معظم المنخفضات بنمط الصرف المركزي الذي يجعل جريان المياة إليها بشكل طبيعي في فترة سقوط الأمطار
2- تكون أشكال عدد من المنخفضات أقرب الى الشكل الدائري مما يهيئ إمكانية عدم انتشار المياه على مساحات كبيرة بعد عمل سواتر تحيط بها ،ومن ثم تقليل الضائعات المائية ، فمثلا على ذلك منخفض الهوى2 إذ بلغت نسبة تماسك مساحته 0.828
3 - معظم المنخفضات محاط بخطوط ارتفاعات متساوية وهذا ما يوفر إمكانية عمل سواتر ترابية مع هذه الخطوط لزيادة الطاقة الاستيعابية لها ، على أن تبقى مسارات الوديان والمسالك المائية التي تنتهي إليها مفتوحة لجلب الوارد المائي إليها .
4 - قلة سمك التربة وقلة كثافة الغطاء النباتي في احواض الوديان عوامل تساعد على حث الجريان المائي الى المنخفضات .
5- توفر ظروف عديدة تساعد على تطوير المنطقة منها وجود طرق النقل ووجود المستقرات البشرية وملاءمة بعض أنواع الترب للزراعة ..

Desert Depressions (Khabrat) in the Iraqi Hamad and their possibility for water Harvesting

Mashal M. Fayaadh Al-jumaily

Uiversity of Anbar - College of Education for Women

Key words : water harvesting , depressions , satellite data , geograph information systems, lineaments.

Received:9/2/2011 **Accepted:3/7/2011**

Abstract:

This study aim to find out the geographyical characteristics of the desert depressions in Iraqi Hamad and their possibilities for water harvesting ,by using satellite data and geographic information systems (Arc GIS 9.3) .The study area is located between the latitude of 32º 5´ to 33º 39´ North and the longitude of 38º 47´ to 39º 41´ East ,in the northern –western of Iraqi western plateau .

There are 22 depressions in area under study , their areas are between 0,149138 km² as in Uniza depression to 3.120135 km² for Kharjah depression . These depressions are different in capacity of water harvesting ,Kharjah has capacity of 6240270 m³ , while Uniza has no more than 149138 m³.The capacity of al- Ghatia depression is 2100277 m³, less than the water comes from its catchment area 3743191 m³ as is estimated by researcher according to the method of Snyder .

Depressions are created by solution of lime stone and other helping agents and processing such as wind (deflation) ,lineaments ,and geological formations. Some of the depressions have centripetal drainage pattern and their shapes are near to the circle shape as well as other features , so these depressions are suitable for water harvesting .

***- الخَبرات : مفردها الخَبرَة هي منقع الماء ينبت فيها السدر (ابن منظور 2005) ،وهي ما لاَنَ من الأرض واسترخى ، يبقى الماء فيها إلى القَيظ وينبت فيها السدر والأراك وحواليها عشب كثير(الأزهري 2001)**

المقدمة:

تعتبر الموارد المائية بصفة عامة الركيزة الأساسية التي تعتمد عليها خطط التنمية لتطوير استغلال الموارد الطبيعية الأخرى ، وتزداد أهمية المياه في المناطق الصحراوية الجافة وشبه الجافة، إذ تصبح العامل الرئيس المؤثر في اختيار أسلوب وإطار التنمية المقترحة . ونظراً لقلة الاستفادة من مياه الأمطار في المناطق الصحراوية بسبب التبخر وضياع بعض منها بالتسرب إلى باطن الأرض ،فقد جرت محاولات عديدة في مختلف دول العالم لوضع خطط لحصاد المياه بالشكل الذي يضمن الاستفادة من مياه الأمطار على الرغم من قلتها .

ويعتمد حصاد المياه على مبدأ حرمان جزء من الأرض من نصيبها من مياه الأمطار التي غالباً ماتكون قليلة الكمية وغير انتاجية وأضافتها إلى حصة أجزاء أخرى من الأرض ، الأمر الذي يجعل من الأجزاء الأخيرة مناطق ملاءمة للزراعة . وقد تتم عملية تجميع المياه بصورة طبيعية إذ تتدفق المياة إلى المناطق المنخفضة مشكلةً مستجمعات مائية، يستثمرها السكان في عملية الزراعة وفي الاستعمالات البشرية الأخرى ،وفي بعض الاحيان يتدخل الانسان في توجيه المياه وجمعها في المنخفضات وفي قرار الوادي بعد إنشاء السدود والحواجز .

وقد استخدم سكان المناطق الجافة وشبه الجافة منذ آلاف السنين طرقاً تقليدية في حصاد المياه ، حيث أستُخدم في جنوب وادي الرافدين في حدود 4500 سنة قبل الميلاد ،وكذلك في صحراءالنجف حوالي 1000 سنة قبل الميلاد ، وظهرت في السنوات الأخيرة تقنيات حديثة لتطوير نظم حصاد المياه، إذ استخدمت (ايكاردا) الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتصنيف مناطق واسعة تبعاً لمواءمتها لحصاد المياة (عويس واخرون، 2002)

وقد أجرى المركز العربي للدراسات المائية دراسة تنموية لحوض الحماد في المناطق الحدودية الواقعة بين الأقطار العربية العراق ،سوريا ،الأردن ،والسعودية ، وأوضح بأن كمية الأمطار الساقطة على الحوض المذكور تبلغ حوالي 13مليار /م^3 /سنة ، يذهب معظمها في الرشح إلى باطن الأرض والتبخر ، ويسيل منها في وديان الحوض مايقارب من 146مليون /م^3 ، منها 35مليون م^3/ تحجز بواسطة السدود السطحية ، بينما يضيع جزءكبير منها بطرق عديدة (العبيد، 2008) .وقد أوصى كثير من الباحثين منهم (المكي، 1993) (و (العاني،1997)بضرورة اتباع حصاد المياه في العراق التي تعد جزء من خطط الأمن المائي العربي .

وتعد منطقة الهضبة الغربية العراقية بما فيها منطقة الحماد من المناطق الجافة التي تعاني من نقص كبير في مواردها المائيه ، لذا قام الباحث بدراسة إمكانية استخدام المنخفضات الصحراوية (الخبرات) في حصاد المياه ضمن منطقة الحماد.

مشكلة الدراسة : ما التوزيع الجغرافي للمنخفضات الصحراوية (الخبرات) في منطقة الحماد العراقي ؟ وكم هي مساحاتها وطاقتها الاستيعابية من المياه ؟ وهل يمكن استغلالها في حصاد المياه وتطويرها في ضوء خصائصها الجغرافية ؟

فرضية الدراسة : يوجد عدد من المنخفضات الصحراوية (الخبرات) المبعثرة في منطقة الحماد العراقية والتي يمكن تطويرها واستغلالها في حصاد المياه.

هدف الدراسة : تهدف الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات للكشف عن التوزيع الجغرافي للمنخفضات الصحراوية ومساحاتها وطاقتها الاستيعابية من المياه ، ومن ثم خصائصها والمعالجات التي تساعد على استغلالها في مجال حصاد المياه وتطويرها ، حيث يتطلب الأمر جمع وتوجيه جريان المياه إلى أماكن ملائمة لحصاد المياه وتقليل الضائعات المائية.

تحديد منطقة الدراسة : تشتمل منطقة الدراسة على جزء شمالي غربي من الهضبة الغربية العراقية (منطقة الحماد) ، وتتضمن عدد من أحواض الوديان (وادي الولج، وادي البريم، وادي ألودي،وادي خرجة ،وادي المرباغ ،وجزء من وادي حوران) حيث تضمنت الدراسة الأجزاء الواقعة ضمن الأراضي العراقية من الأحواض المذكورة والتي تسمى منطقة الحماد . ويحد منطقة الدراسة من الشمال والغرب والجنوب الحدود العراقية مع كل من الأقطار العربية سوريا والأردن والسعودية وللجهات المذكورة على التوالي، أما من جهة الشرق فيتماشى حد منطقة الدراسة مع خط تقسيم المياة لوادي الولج مع الوديان المتجهة نحو الفرات (روافد وادي عكاشات وروافد واي الرطكة) ويقع جزء من وادي حوران ضمن الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة .وبهذا التحديد فهي تقع بين دائرتي عرض 5 ´ 32 ° 39 ´ 33 °شمالا وخطي طول 47 ´ 38 ° 41 ´39 ° شرقاً (شكل-1) وبمساحة قدرها 7897كم^2 .

شكل-1: خارطة موقع منطقة الدراسة في محافظة الانبار
المصدر: الهياة العامة للمساحة، خارطة محافظة الانبار، مقياس 1:500000 لسنة 2000

مبررات اختيارموضوع الدراسة ومنطقتها : تتصف منطقة الدراسة بوجود المنخفضات الصحراوية (الخبرات) والتي يمكن استغلالها في حصاد المياه ، حيث تعد مشكلة المياة المشكلة الرئيسة في هذه المنطقة . وعلى الرغم من وجود دراسات عديدة عن منطقة الحماد إلا أن المستجمعات المائية لم تحظ بدراسة تفصيلية من حيث توزيعها الجغرافي ومساحاتها وأعماقها وطاقتها الاستيعابية من المياه وإمكانية استثمارها في حصاد المياه، وهذا مايستوجب انتباه الباحثين الى دراسة مثل هذه المواضيع لتطوير المناطق الصحراوية واستغلال مواردها الطبيعية إلى أقصى حد ممكن ،. فضلا عن أن منطقة الدراسة من المناطق الحدودية مع الأقطار العربية سوريا والأردن والسعودية ، إذ أن تطوير مثل هذه المناطق اقتصادياً وزيادة الاستقرار البشري فيها يُعَدّ عاملاً مساعداً على الاتصال والترابط والتبادل التجاري بين سكان الأقطار العربية المحاذية لها.

طريقة الدراسة ووسائلها

استخدم الباحث طرق ووسائل عديدة من أجل الوصول إلى هدف الدراسة وهي كما يأتي :

1-استعمال الخرائط الطوبوغرافية مقياس 1/ 50000 لسنة 1983 وخرائط طوبوغرافية مقياس 1/ 100000 لسنة 1985 وخارطة محافظة الأنبار مقياس 1/ 50000 لسنة 2000 وذلك من أجل تحديد خصائص المنخفضات الصحراوية (الخبرات) وتوزيعها الجغرافي.

2- تم استخدام برنامج Arc GIS 9.3 في إجراء عملية إرجاع جغرافي Georeferencing للخرائط الطوبوغرافية ذات المقياس 1/ 100000 والبالغ عددها سبع خرائط تغطي منطقة الدراسة ، ومن ثم اقتطاع منطقة الدراسة من هذه الخرائط وتثبيت بعض المعالم عليها ، حيث يوضحها (شكل-2) ووفقاً لما يأتي :

-عمل shape file بصيغة polygon لمنطقة الدراسة ومن ثم الاقتطاع باستخدام

Spatial Analyst ⟸ rc tool box
Extract ⟸ ls

Extract by mask

3- جلب مرئيات ETM للقمر Landsat عدد (2) لسنة 2003 ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) Digital Elevation Model عدد (4) لسنة 2007 .

4- القيام بعمليا ت التصحيح لنماذج الارتفاعات الرقمية DEM ، وعمل موزاييك لها باستخدام برنامج ARC GIS 9.3 بأتباع Arc tools box ⟸
Raster ⟸ Data management tools
Raster Dataset ⟸ Raster catalog
Mosaic ⟸

5-اعتماد خارطة منطقة الدراسة الطوبوغرافية المقتطعة (شكل-2) كأساس للخرائط الأخرى ، حيث تم مطابقتها مع نماذج الارتفاعات الرقمية ومن ثم اقتطاع منطقة الدراسة من ال (DEM)، متمثلة بالشكل-3.

6- رسم خريطة للمنخفضات الصحراوية بالاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية والمرئيات الفضائية والخرائط الطوبوغرافية المشار إليها سابقاً ، وذلك باستخدام برنامج Arc GIS 9.3 .

7- إنشاء shape file لكل مظهر من المظاهر المطلوبة بالدراسة بتطبيق Arc Catalog، وبنظام إحداثيات مترية ومسقط ميريكاتور المستعرض العالمي UTM، والمرجع الجيوديسي WGS 1984 وحزام Zone N37 الذي تقع ضمنه منطقة الدراسة .

8- توظيف نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على بعض خصائص المنخفضات الصحراوية ، منها (المساحة ، المحيط ، الطاقة الاستيعابية لها من المياه ، موقعها الفلكي)

9- إيجاد أعماق المنخفضات من بيانات Google earth والخرائط الطوبوغرافية .

10- تحديد الصدوع والفواصل (الظواهر الخطية) في منطقة الدراسة (آليا - يدويا)، ومن ثم تحديد أعدادها وأطوالها(آلياً- تلقائيا) بأستخدام برنامج Arc GIS 9.3 .

11 – تحديد العوامل الرئيسة التي ساعدت على تكون المنخفضات الصحراوية المتعلقة بالظروف المناخية والتكوينات الجيولوجية والتركيبية .

12- الحصول على المعلومات المناخية من مصادرها ، وذلك لدراسة الظروف المناخية السائدة في المنطقة ، وما دورها في تكوين المنخفضات ومن ثم تأثيرها على عملية حصاد المياه .ومن ثم حساب كمية المياه الواردة إلى منطقة الدراسة من الأمطار .

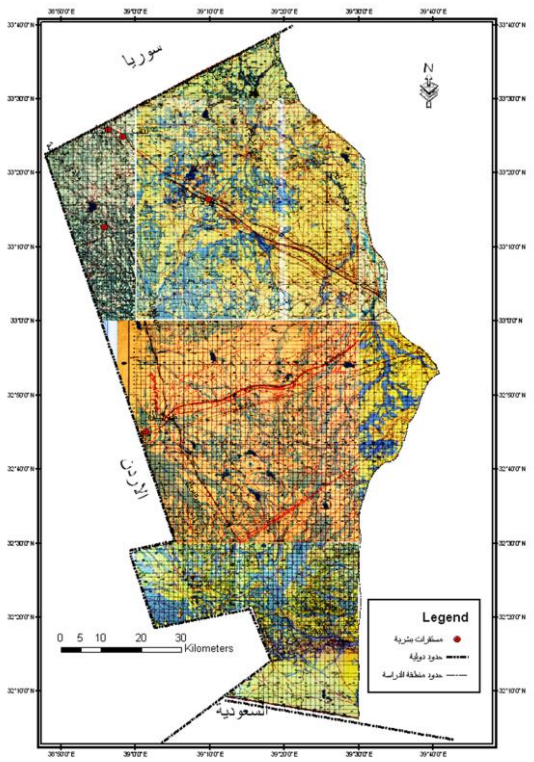
13- نظراً لصعوبة تغطية جميع منخفضات منطقة الدراسة بدراسة تفصيلية ، لذا تم دراسة منخفض الغطية دراسة مفصلة لمعرفة إمكانية استخدامه في حصاد المياه مع حساب الواردات المائية الواصلة اليه باتباع طريقة سنايدر Snyder ، في ضوء خصائص حوضه الطوبوغرافية والمورفومترية والمناخية ، حيث يعد هذا نموذج دراسة للمنخفضات الأخرى، ويمكن تعميم ذلك على بقية المنخفضات .

الخصائص الطبيعية لمنطقةالدراسة:

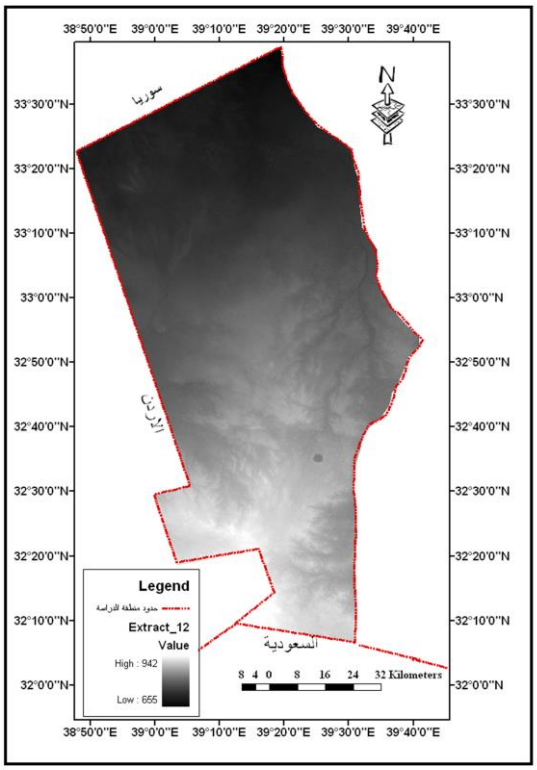
اولاً : التكوينات الجيولوجية : تظهرتكوينات جيولوجية عديدة في منطقة الدراسة وهي كما يأتي : (شكل-4)

1- طبقة مربيط (الكريتاسي الأعلى)

تتكون هذه الطبقة من تعاقب طبقات الحجر الرملي الحصوي والحجر الكلسي الرملي والحجر الرملي والطيني والغريني ، ويصل سمكها الى 20 م ،(الدباج والخشاب، 2002) وتوجد في أجزاء محدودة في منطقة الدراسة ضمن الجزء الشمالي الشرقي منها.



شكل-2:خارطة منطقة الدراسة مقتطعة من الخرائط الطوبوغرافية مقياس 1/100000 لسنة 1985



شكل-3: خارطة منطقة الدراسة المقتطعة من نماذج الارتفاعات الرقمية DEM لسنة 2007

2-تكوين عكاشات (الباليوسين الأسفل والأعلى)

يتألف هذا التكوين من ثلاث طبقات وهي (طريفاوي –هري –ودويمة) وقد اندمجت الطبقتان الأخيرتان ضمن طبقة واحدة التي تتكون من حجر الكلس الحاوي على المتحجرات الفوسفاتية بسمك 1- 2م ويتراوح السمك الكلي لهذا التكوين 4-10 م وهو متبوع بالفوسفرايت حيث تتخلله طبقات من الحجر الطيني الجيري الفوسفاتي وذات مادة كلسية رابطة .(علي، 1985) ويوجد في الجزء الجنوبي الشرقي من منطقة البحث .

3-تكوين الرطكة (الايوسين الأسفل – الأعلى)

يتكون من حجر الكلس المدملك أو السليكي وحجر الكلس نيوميلاني ، ويقع سمكه مابين 80- 90 م (الدباج والخشاب، 2002) ويشغل معظم أجزاء منطقة الدراسة.

4- رسوبيات العصر الرباعي (البلايستوسين والهولوسين)وتشتمل على مايأتي :

أ-رواسب الوديان : وتتواجد في بطون الوديان مثل وادي الولج ووادي البريم فضلا عن وديان أخرى وهي تتكون من الرمل والغرين والحصى من نوع خشن الحبيبات ، وبصورة رئيسة يتكون من حجر الكلس والجبس والدولومايت والصوان ، ويتراوح سمك هذه الرواسب مابين 0.5 -2.5 م (العذاري، 2005)

ب- رواسب المنخفضات: تتكون هذه الرواسب من المواد التي تجرفها مياه الأمطار والسيول إلى المناطق المنخفضة حيث تتكون من مواد رملية وطينية غنية بأكاسيد الألمنيوم ومواد غرينية ناتجة عن الترسيب الريحي وهي تتكون من المواد الجبسية بشكل رئيس ، أما سمكها فيتراوح مابين 0.5 -1.5 م (Buday،1985) وتنتشر هذه الرواسب في منخفضات منطقة الدراسة .

ج- التجمعات الرملية : توجد تجمعات رملية حول بعض الشجيرات الطبيعية في منطقة البحث ، وخاصة في الأجزاء الجنوبية عند منابع وادي الولج .(الخرائط الطوبوغرافية)

د – ترسبات السبخة : وهي ترسبات ملحية في بعض المناطق المنخفضة من منطقة البحث ، تتكون من كبريتات الكالسيوم وكاربونات الصوديوم التي تمتص الرطوبة من الهواء والتربة التي تحتها مكونةً مناطق هشة (العذاري، 2005)

ثانيا: الخصائص الطوبوغرافية

يمكن أن نشتق عدداً من الخصائص الطوبوغرافية من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)الخاصة بمنطقة الدراسة حيث يستخدم Surface Analysis + Spatial Analysis الخاص بتحليل السطوح في برنامج Arc Gis 9.3 وكما يأتي:

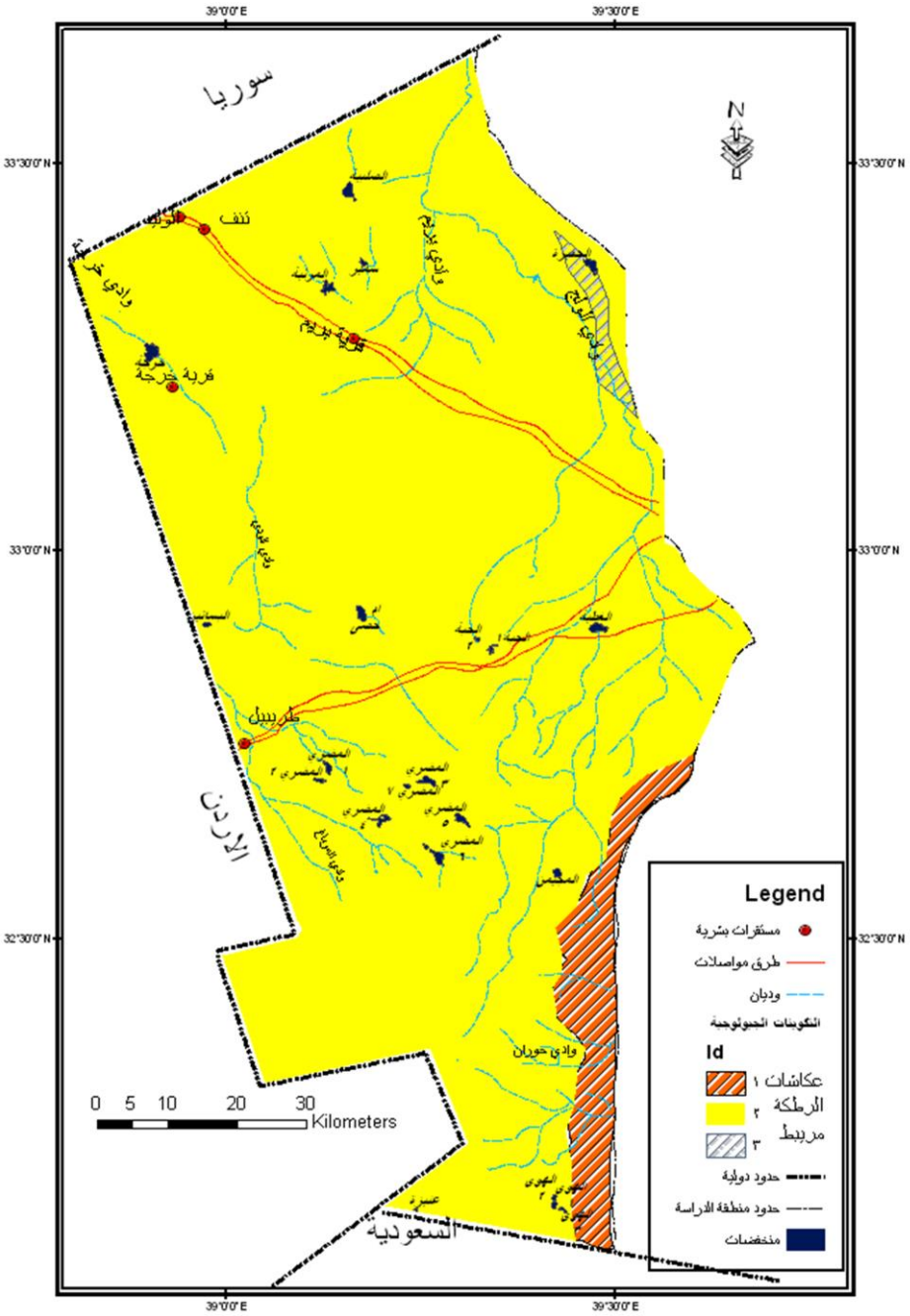
1- تم تقسيم منطقة الدراسة إلى ست مناطق تمثل ارتفاعاتها ، حيث ظهر أعلاها 894م- 942 م فوق مستوى سطح البحر جنوبي المنطقة المذكورة ، وأدناها

655 م – 703 م فوق مستوى سطح البحر في شمالي منطقة الدراسة (شكل-5).

2- يظهر من خلال الخريطة الكنتورية المشتقة من نموذج الارتفاعات الرقمية أن الفترة الكنتورية فيها 20م وهو كبير نسبيا وذلك لغرض تقليل عدد الخطوط الكنتورية فيها وتكون واضحة للقارئ . وأن أعلى خط فيها هو 940 م فوق مستوى سطح البحر، عند الحدود العراقية– الأردنية – السعودية ' وأدنى خط 680 م شمالي منطقة الدراسة (شكل-6)

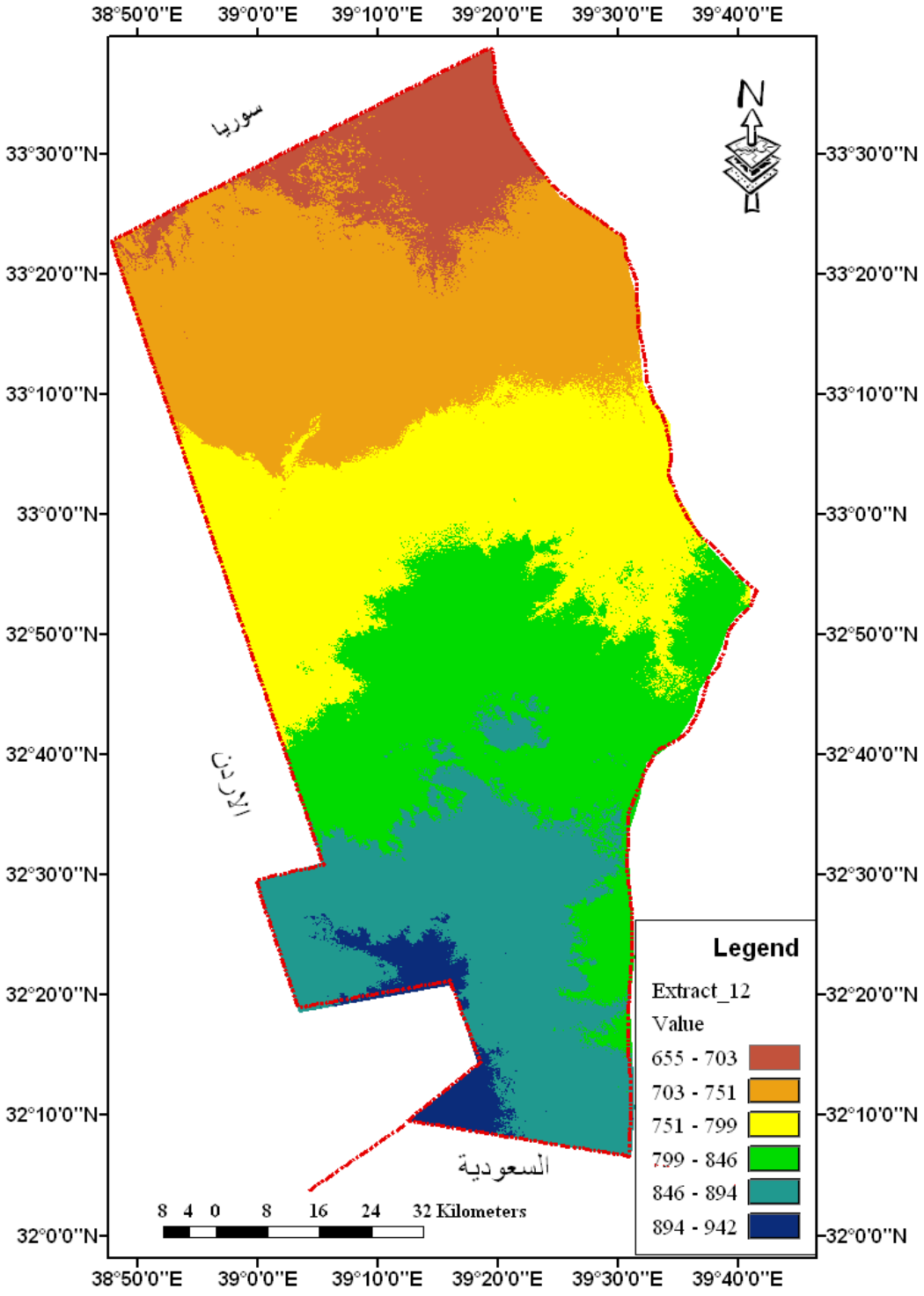
3- إن معظم اتجاهات الأنحدارات هي شمالية وشمالية شرقية وشمالية غربية فضلا عن اتجاهات أخرى بمقدار أقل مثل الاتجاهات الجنوبية مع السطوح المستوية flat (شكل-7)، وقد تم ذلك من خلال تنشيط الأمر Aspectالذي يبين مظهر الارض حيث يخزن زاوية ميل ال(pixel) عن اتجاه الشمال الجغرافي ، والفائدة من ذلك إعطاء مظهر الأرض ، وتستخدم في معرفة اتجاهات المسيلات المائية(الرجال، 2008)

4-يتبين من خلال ماسبق أن الاتجاه العام للانحدار هو من الجنوب باتجاه الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي، وهذا ما جعل اتجاه الصرف المائي يأخذ الاتجاهات نفسها مثل وادي الولج ، وادي البريم،ووادي ألودي .

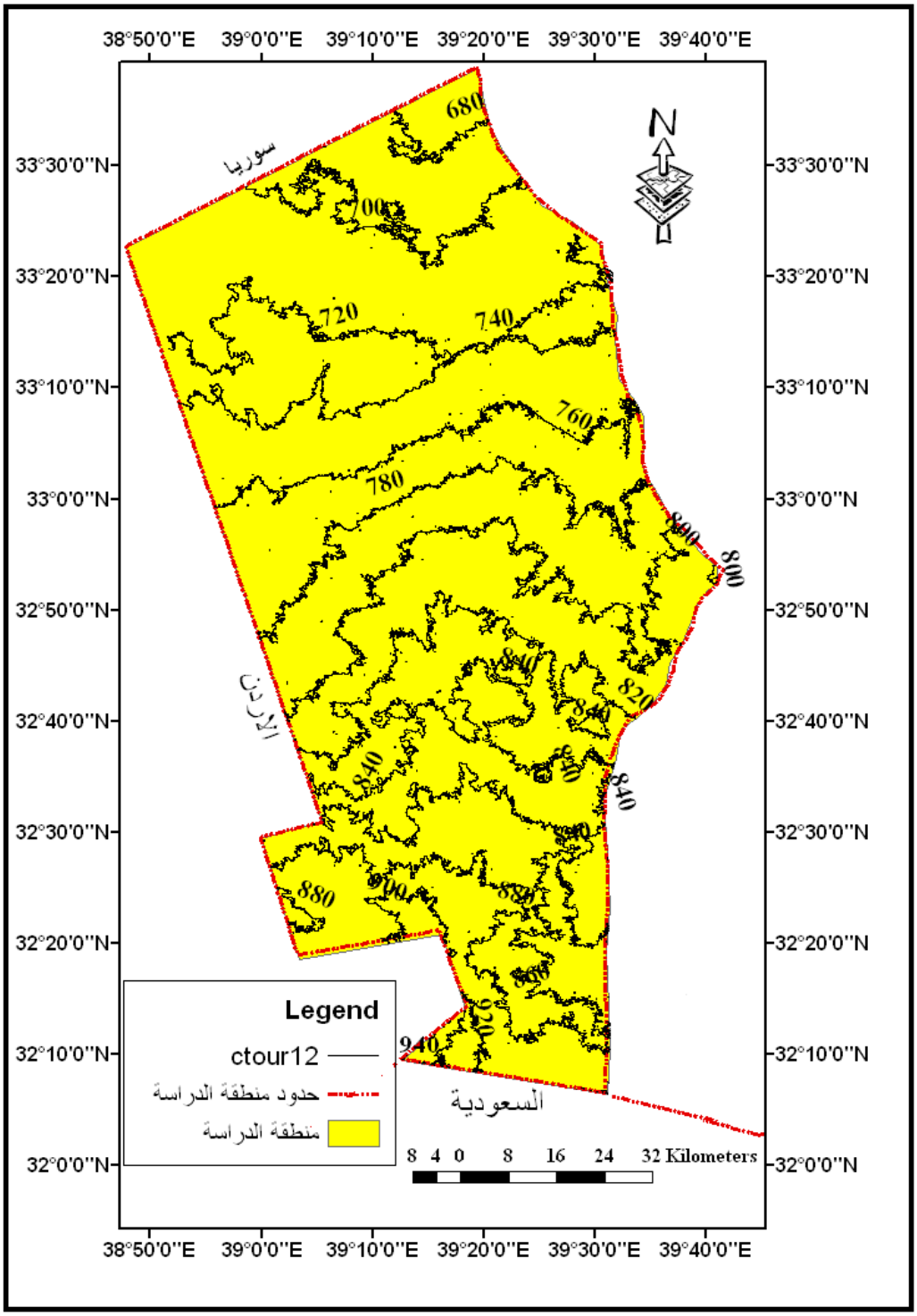


شكل-4: خارطة توضح التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

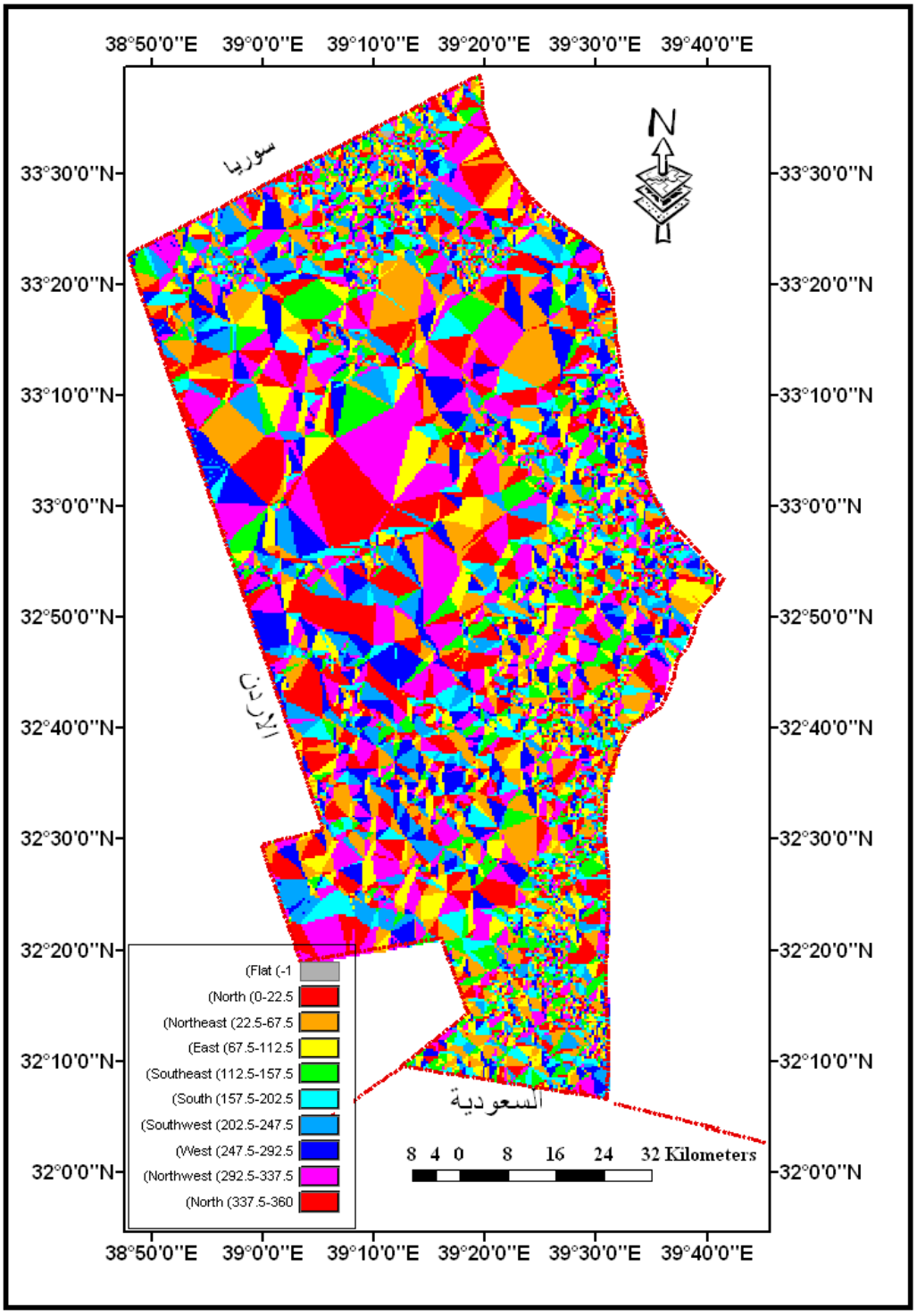
المصادر: 1- خارطة العراق الجيولوجية ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، ،مقياس 1/ 1000000 لسنة 2000 . 2- العذاري 2005



شكل-5: خارطة توضح مناطق الارتفاعات في منطقة الدراسة مشتقة من نماذج الارتفاعات الرقمية DEM



شكل-6: خارطة توضح خطوط الارتفاعات المتساوية في منطقة الدراسة(مشتقة من نماذج الارتفاعات الرقمية DEM



شكل-7: خارطة توضح اتجاهات الانحدارات في منطقة الدراسة(مشتقة من نماذج الارتفاعات الرقمية DEM)

ثالثاً : الظروف المناخية :

تؤثر الظروف المناخية على بناء الأشكال الأرضية وتطورها سواء أكان بشكل مباشر أوغير مباشر ،وسوف يتم التطرق بشكل مختصر إلى عدد من العناصر المناخية التي لها دور واضح في ذلك ، وهي كما يأتي :

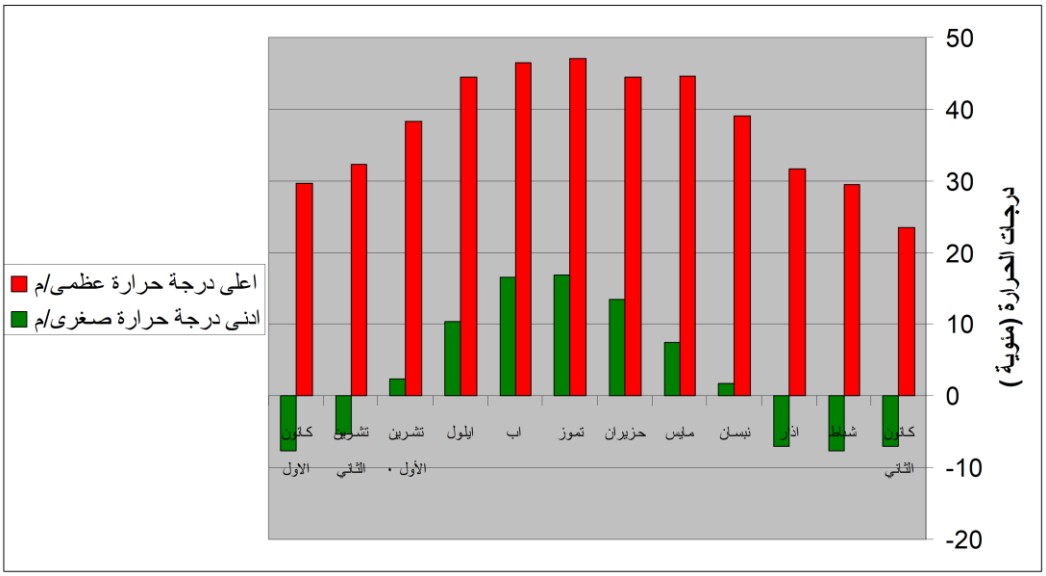
1- درجات الحرارة : للحرارة تأثير غير مباشر على تطور الأشكال الأرضية ، ويكون ذلك من خلال عمليات التجوية ، حيث تتصف الحرارة بارتفاعها صيفاً وانخفاضها شتاءً ، ففي فصل الصيف ارتفع معدل درجة الحرارة العظمى في محطة الرطبة الى38.6 °م في شهر تموز ، في حين ينخفض معدل درجة الحرارة العظمى الى 13.3 °م في شهر كانون الثاني ، ومعدل درجات الحرارة الصغرى إلى 2 °م لنفس الشهر وللمدة 1971-2002 وهذا يوضح المديات الحرارية السنوية العالية ، كما أن المديات الشهرية عالية أيضاً فتصل إلى 16°م في شهر آب و11.1 °م في شهر كانون الأول (جدول -1).

وما يهم الجيومورفولوجي هو التطرفات المناخية التي يمكن أن يكون لها تأثير على العمليات الجيومورفولوجية ،حيث نجد أن أعلى درجة حرارة سجلت هي 47 °م في شهر تموز ، وأدناها (-7.6 °م) وذلك في شهر كانون اول ، أي ان المدى الحراري بين اعلى درجة وأدناها وللمدة 1971- 2002 كانت 54.6 °م (شكل-8) . من خلال ماسبق يظهر تباين كبير في الحرارة والمديات الحرارية العالية بين الصيف والشتاء وأشهر السنة الأخرى . إن الظروف المناخية المشار إليها سابقا تساعد على نشاط عمليات التجوية ومن ثم التأثير على الأشكال الأرضية .فضلا عن ذلك أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى جفاف التربة ومن ثم زيادة فعل التذرية الريحية ، وما يثبت ذلك ظهور المناطق الصخرية المنكشفة التي يطلق عليها الحماد ، فضلا عن المناطق المنخفضة .

جدول-1:درجات الحرارة وتطرفاتها (درجة مئوية) لمحطة الرطبة وللمدة 1971-2 200

الاشهر	معدل درجة الحرارة العظمى /م	معدل درجة الحرارة الصغرى /م	المدى الحراري /م	أعلى درجة حرارة عظمى/م	أدنى درجة حرارة صغرى/م
كانون الثاني	13.3	2	11.3	23.5	7.1-
شباط	15.5	3	12.5	29.5	7.6-
آذار	19.7	6.7	13	31.6	7.1-
نيسان	26.1	11.5	14.6	39	1.8
مايس	31.7	16.1	15.6	44.6	7.4
حزيران	36	20.3	15.7	44.5	13.5
تموز	38.6	22.9	15.7	47	16.8
آب	38.5	22.5	16	46.4	16.5
ايلول	33.6	18.1	15.5	44.5	10.4
تشرين الأول	29.6	14.2	15.4	38.3	2.3
تشرين الثاني	21	7.7	13.3	32.2	5.3-
كانون الأول	14.9	3.8	11.1	29.6	7.6-
المعدل	26.5	12.4			

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية ، بيانات غير منشورة



شكل-8: اعلى درجة حرارة شهرية وأدناها سجلت للمدة 1971-2002

2-الأمطار: تعد الأمطار من العناصر المناخية الرئيسة المؤثرة على العمل الجيومورفولوجي في منطقة الدراسة لكونها المصدر الوحيد للجريان السطحي ، حيث بلغ معدل المجموع السنوي للأمطار في محطة الرطبة 118.02ملم وللمدة 1960- 2008 (جدول- 2) ، وهي تتركز خلال الأشهرتشرين الأول ، تشرين الثاني ،كانون الأول ،كانون الثاني ،شباط ، آذار ونيسان ، وإن أعلى كمية لها كانت في شهر شباط ،إذ بلغت 19.7 ملم ، وشهر آذار 16.4 ملم .وتتصف بالتذبذب في كمياتها السنوية والشهرية واليومية ، فأعلى كمية للأمطار سجلت في يوم 1971/4/10 إذ كانت 66 ملم ، وفي 3/21 /1972 بلغت 48 ملم ، وهي عالية نسبيا مقارنة بمعدل المجموع السنوي المشار إليه سابقاً (الهيئة العامة للأنواء الجوية) .

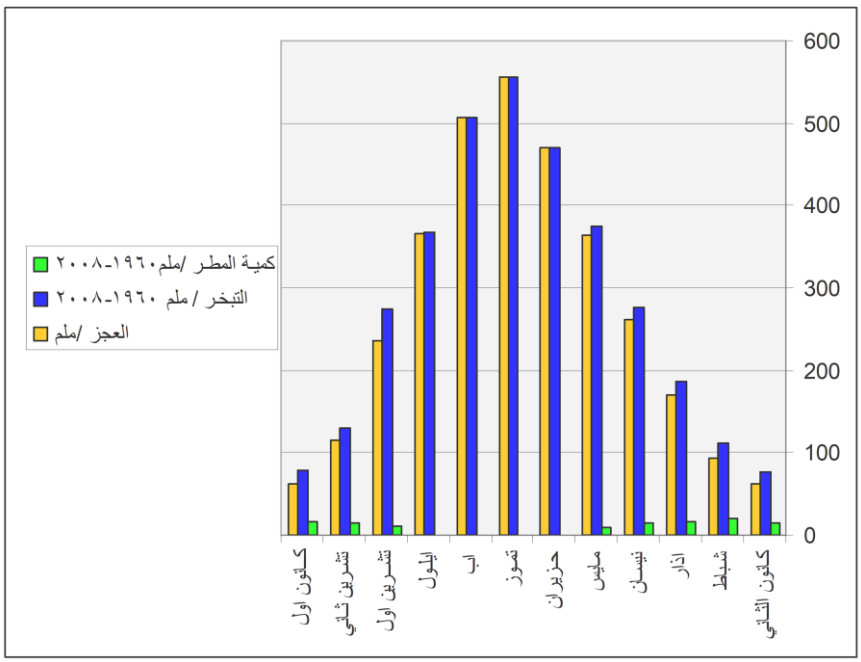
ويوجد عجز مائي في جميع أشهر السنة ، وأعلاه في شهر تموز ، إذ بلغ 556.03 ملم (شكل-9) وعلى الرغم من قلة كمية الأمطار فإن قسماً منها يتسرب إلى باطن الأرض من خلال المسامات والشقوق والفواصل مغذياً المياه الجوفية ، ويمكن أن يكون له دور في عمل الكهوف والحفر الكارستية ومن ثم المنخفضات الصحراوية .

$$\text{* حجم التساقط م}^3 = \frac{\text{مجموع التساقط السنوي (ملم)}}{1000} \times \text{مساحة الحوض كم}^2 \times 1000000$$

جدول-2:المعدلات الشهرية للامطار والتبخر و سرعة للرياح لمحطة الرطبة

الأشهر	معدل كمية المطر /ملم1960-2008	معدل التبخر / ملم 1960-2008	العجز /ملم	معدل سرعةالرياح م/ثا 1971-2000	أقصى سرعة للرياح م/ثا1971-2000	معدل حجم التساقط /م^3 *1960 -2008
كانون الثاني	15.3	76.9	61.6	2.7	11.3	120824100
شباط	19.7	112.5	92.8	3.5	14.7	155570900
آذار	16.4	186.6	170.2	3.6	15.2	129510800
نيسان	14.5	275.4	260.9	3.7	15.5	114506500
مايس	9.8	374.4	364.6	3.3	13.9	77390600
حزيران	0.05	470	469.95	3.5	11.7	0394850
تموز	0.07	556.1	556.03	3.8	10.3	0552790
آب	0.04	507.5	507.46	3.2	10.5	0315880
أيلول	0.36	366.9	366.54	2.4	10.7	2842920
تشرين الأول	11.3	274.3	236	2.4	11.6	89236100
تشرين الثاني	14.9	130.2	115.3	2.2	12	117665300
كانون الأول	15.6	77.8	62.2	2.5	12	123193200
المعدل	9.83	257.5	247.6	3.1	12.5	
المجموع	118.02	3089.9	2971.9			932003940

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية ، بيانات غير منشورة



شكل-9: كمية الامطار والتبخر والعجز المائي (ملم) في منطقة الدراسة للمدة 1960-2008

2-الرياح: وهي من العوامل الجيومورفولوجية التي تؤثر بشكل مباشر في تشكيل مظاهر سطح الأرض ، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة ، حيث تمارس عملها من خلال عمليات التذرية والبري والترسيب . فالرياح السائدة في منطقة البحث هي الرياح الشمالية الغربية ، حيث تبلغ نسبة معدل تكرار هبوبها 22% من مجموع تكرارات الاتجاهات الأخرى وللمدة 1971- 2000 ، وتأتي بعدها الرياح الغربية بنسبة 11% (الهيئة العامة للأنواء الجوية). أما معدل سرعتها فتبلغ 3.1 م/ثا ، وهي تتباين من شهر لأخر إذ بلغ معدل سرعتها 3.8 م/ثا في شهر تموز و2.2 م/ثا في شهر تشرين الثاني (جدول-2) ، كما تحدث فيها تطرفات تزيد عن المعدل بكثير ، فمن خلال (جدول -2) نجد أن سرعة الرياح القصوى تصل إلى 15.5 م/ثا في شهر نيسان و11.3 م/ثا في شهر كانون الثاني ، وبهذه السرعات العالية و المتطرفة للرياح فقد أسهمت في تشكيل عدد من مظاهر سطح الأرض منها صحراء الحماد والمنخفضات الصحراوية والكثبان الرملية .

4-الرطوبة النسبية: بلغ معدل الرطوبة النسبية في محطة الرطبة 44.8% وللمدة 1971-2002 ، ويتفاوت مقدارها بين شهر وأخر ، حيث ترتفع إلى 70.6% في شهر كانون الثاني ، ولم تتجاوز 26.5% في شهر تموز . (الهيئة العامة للأنواء الجوية) ويمكن أن يكون للرطوبة دور في العمل الجيومورفولوجي وذلك من من خلال تأثيرها على نشاط التجوية ، حيث تنشط التجوية الكيميائية مع ارتفاع نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة ، فضلاً عن أن الجفاف يساعد على قلة تماسك التربة وزيادة عمل الرياح من خلال عملية التذرية .

رابعاً :التربة

يوجد في منطقة البحث أنواع عديدة من الترب وهي مايأتي :

1- التربة الرسوبية (حديثة التكوين) وتشتمل على الترب الرسوبية المائية والهوائية ، وتتصف بأنها عميقة نسبياً في بعض المناطق ، وقد تحتوي على نسبة محدودة من المواد الكلسية والجبسية والأملاح ، وهذه الترب تحتوي على نسبة من المواد العضوية أعلى مما هو عليه في الترب الأخرى ضمن منطقة الدراسة، وهي تصنف ضمن الصنف الرابع أو الخامس في ملاءمتها للزراعة ، وعند إجراء تعديلات عليها واتباع نظام إدارة جيد يمكن أن تصنف ضمن الصنف الثالث ، خاصة في المناطق المنخفضة التي تتصف تربتها بأنها متوسطة النسجة (حمزة والدباغ، 2008)

أ-التربة الرسوبية المائية : وتتمثل في ترب قيعان الوديان مثل وادي الولج ، وادي اركبان ، ووادي خرجة فضلاً عن المناطق المنخفضة التي تشكل الخبرات .

ب- التربة الرسوبية الهوائية :تظهر ترسبات رملية متمثلة بالتجمعات الرملية التي تظهر في الأقسام الجنوبية من منطقة البحث (الخرائط الطوبوغرافية)

2-التربة الصحراوية: لا يزيد سمك هذه التربة عن 50 سم ، وهي على أنواع :

أ-التربة الجافة الكلسية: ترتفع فيها نسبة الكالسيوم إلى أكثر من 15%حيث تقع ضمن الصنف الخامس ، وتصلح لزراعة المحاصيل الحقلية بعد اتباع نظام إدارة تربة جيد ، كما تصلح لزراعة البساتين عند توفر حصة مائية مناسبة ، ويمكن أن تستغل في الرعي . وهذا النوع من التربة يشجع على الاهتمام بالمنطقة من أجل تطويرها بعد اتباع طرق حصاد المياه الملائمة . وهي تشغل معظم منطقة الدراسة .

ب- تربة صحراوية ملحية: يوجد هذا النوع من التربة في بعض المناطق المنخفضة ذات التصريف الداخلي ، وهي تحتوي على نسبة 2 % من أملاح الصوديوم التي غالباً ماتكون بشكل كلوريدات نتيجة لتبخر المياه الحاوية على أملاح وتتواجد بأماكن محددة في منطقة البحث ، حيث توجد في شمالي غربي منطقة الدراسة بالقرب من الحدود العراقية الأردنية ، وتقع ضمن الصنف الثامن من حيث القابلية الانتاجية ، ولكن يمكن استغلالها زراعيا وجعلها ضمن الصنف السادس بعد عملية غسل التربة وإجراء عملية الصرف المنتظم واتباع إدارة مناسبة (حمزة والدباغ، 2008) وعموما تتصف تربة منطقة الدراسة بأنها قليلة السمك ، مما يساعد على الجريان السطحي إذا ماتساوت الظروف الأخرى ،وممكن أن يشجع على حصاد المياه في المنخفضات وفي بطون الوديان .

خامساً :النبات الطبيعي

يوجد في منطقة البحث قسمان من النباتات الطبيعية وهما :(الخطيب، 1978):

1-النباتات المعمرة : وهي نباتات كيفت نفسها للظروف المناخية القاسية منها قلة المياه وارتفاع درجات الحرارة،ومن هذه النباتات الشيح ،القيصوم ،الحرمل،السلماس ،الرمث الشوك ، العاقول ،والحنضل. وهي نباتات تتباين في كثافتها وأماكن وجودها تبعاً لتوفر الرطوبة والتربة الملائمة لنموها .

2-**النباتات الحولية:** وهي نباتات تنمو في موسم الربيع وفترات توفر الرطوبة ، وتنتهي في فترة الجفاف وارتفاع درجة الحرارة ، ومن أهمها الصمعة، الخباز والشعير البري ، البابونك ، النفل و معارف الخيل ، وغيرها . تتصف النباتات الطبيعية في منطقة بقلة كثافتها (الدراسة الميدانية) ، لذا فإن دورها ضعيف في العمل الجيومورفولوجي ، ويمكن أن يظهر دورها في نشوء بعض التجمعات الرملية عند الشجيرات المعمرة في منطقة البحث .

سادساً : تقدير حجم الإيرادات المائية

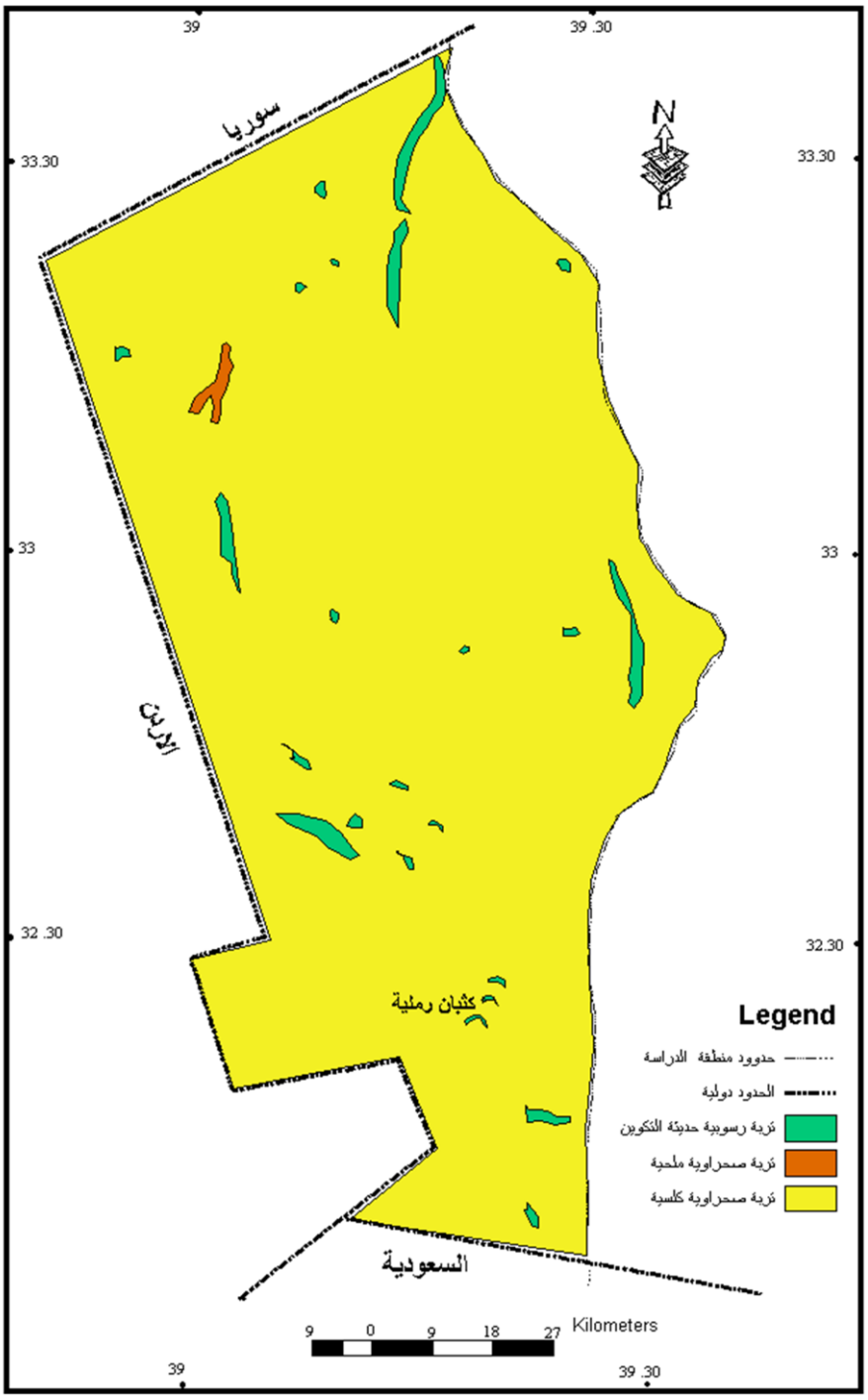
اعتمد الباحث معادلة بسيطة تأخذ مجموع الأمطار السنوية ومساحة المنطقة لايجاد حجم التساقط،(جدول-2) ومن خلال تطبيق المعادلة المشار اليها سابقاً ظهر مايأتي:

1- بلغ مجموع الإيرادات المائية السنوية الناتجة عن الأمطار في منطقة الدراسة 932003940 م^3 و وذلك استناداً إلى المعلومات المناخية الواردة في (جدول-2) ، حيث بلغ مجموع الأمطار السنوية 118.02ملم ومساحة منطقة الدراسة 7897 كم2.

2-يتباين حجم الإيراد المائي الشهري ، حيث بلغ أعلاه 155570900 م^3 في شهر شباط في حين يكون بكميات قليلة جداً في حزيران ،تموز ،آب وأيلول ، وهذا يتطلب أخذ ذلك بنظر الاعتبار في حالة حصاد المياه واستغلالها في زراعة محاصيل تتوافق زراعتها مع زيادة الإيراد المائي .

3- تتطلب عملية حصاد المياه معرفة الضائعات المائية الناتجة عن عملية التبخر والترشيح ، للتوصل إلى الإيرادات المائية الصافية .

4- يظهر من (جدول-2) أن معدلات التبخر أعلى من كمية الأمطار الساقطة ، أي إن هناك عجزاً مائياً في جميع أشهر السنة ويكون أعلاه في حزيران، تموز ،آب وأيلول (شكل-9) ، وهذا يتطلب اتخاذ خطوات كفيلة بالتقليل من حجم الضائعات المائية الناتجة عن عملية التبخر .



شكل-10: خارطة توضح اصناف التربة في منطقة الدراسة

المصدر: 1- حمزة والدباغ،2008
2- العذاري، 2005

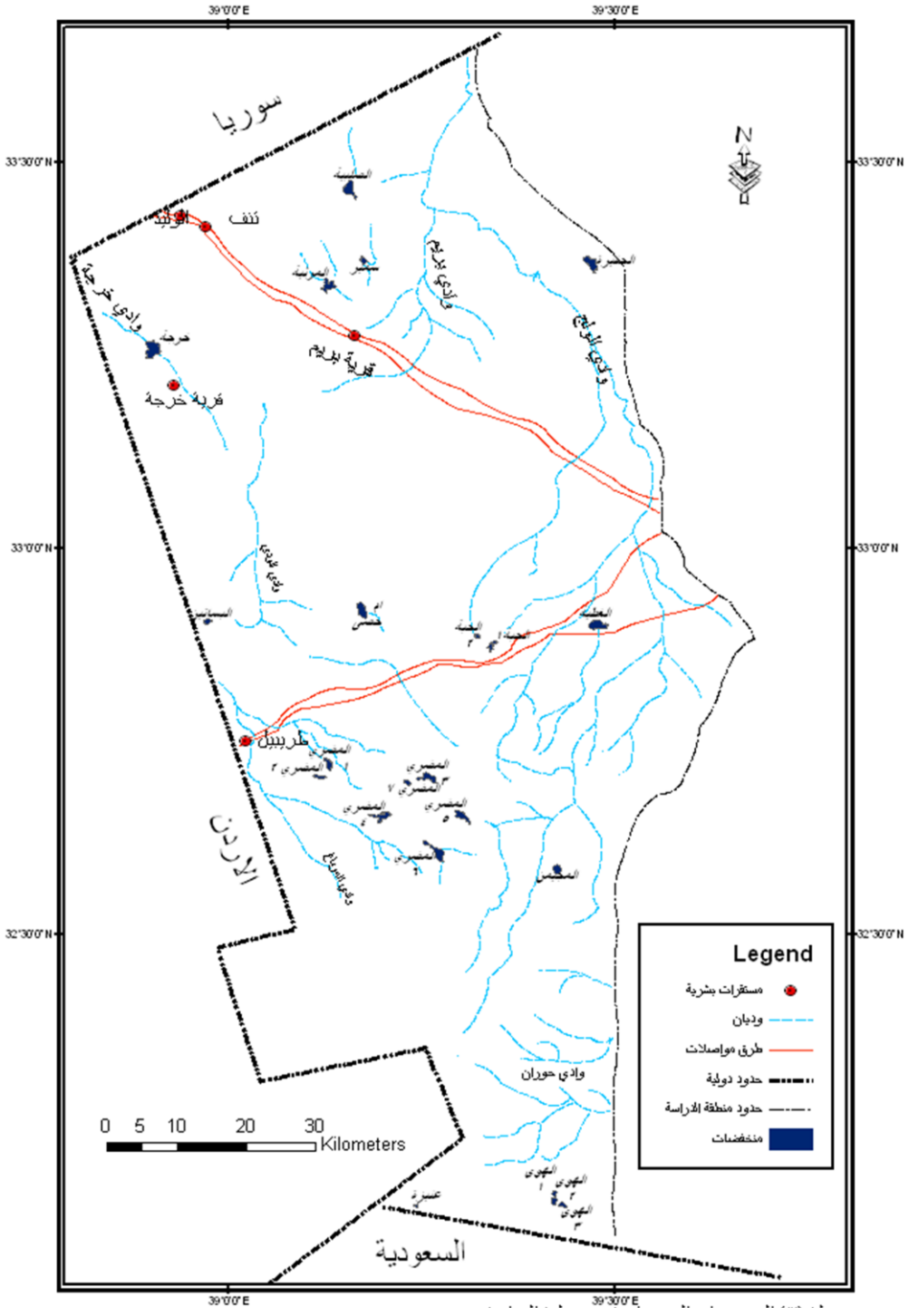
وصف جغرافي للمنخفضات الصحراوية (الخبرات)

يظهر من خلال تحليل (شكل-11) و(جدول-3) مايأتي:

1-يوجد في منطقة الدراسة 22 منخفض صحراوي (خبرة) تتباين في مساحتها ، التي تتراوح مابين 0.149138 كم ^{2} في منخفض عنيزة الواقع عند الحدود العراقية السعودية ، و 3.120135 كم ^{2} في خبرة خرجة في شمالي – غربي منطقة الدراسة .

2-يتراوح معدل أعماق المنخفضات مابين 1م في معظمها و5م في منخفض البساتين عند الحدود العراقية – الأردنية .

3-ترتبط الطاقة الاستيعابية للمنخفضات من المياه بعاملي المساحة والعمق ، إذ تبلغ أقصاها 6240270 م^3 في منخفض خرجة وأقلها 149138 م ^{3} في منخفض عنيزة . ويبلغ مجمل الطاقة الأستيعابية للمنخفضات في منطقة الدراسة 42753641 م ^{3} .



شكل-11: خارطة توضح المنخفضات الصحراوية في منطقة الدراسة

المصادر: 1- المرئيات الفضائية ETM Land sat 7 لسنة 2007
2- جمهورية العراق، الهيأة العامة للمساحة، خرائط طوبوغرافية لمنطقة الدراسة، مقياس 1/100000 لسنة 1985

جدول-3: يمثل قاعدة بيانات للمنخفضات في منطقة الدراسة

OBJECTID	Id	اسم المنخفض	المساحة / كم / مربع	المحيط / م	معدل العمق / م	الطاقة الاستيعابية / م مكعب	مركز المنخفض x	مركز المنخفض y	نسبة تماسك المساحة
1	1	الصلبية	2.113614	7108	1	2113614	39.156669	33.464677	0.525
2	2	الحفيرة	1.967248	7147	2	3934496	39.469136	33.368767	0.484
3	3	سمير	0.591002	3351	1.5	886503	39.175005	33.371868	0.661
4	4	المرثية	1.664289	7595	1	1664289	39.129203	33.339788	0.362
5	5	خرجة	3.120135	8539	2	6240270	38.902084	33.257005	0.537
6	6	ام حصى	1.740186	5732	2	3480372	39.172928	32.919265	0.665
7	7	الحبة1	0.629767	5058	1.5	944650	39.340752	32.87379	0.309
8	8	الحبة 2	0.294455	2177	1	294455	39.322149	32.886246	0.78
9	9	الغطية	2.100277	6260	1	2100277	39.477376	32.900681	0.673
10	10	المضري 1	0.990902	5065	1	990902	39.129561	32.720439	0.485
11	11	المضري 2	0.563224	3593	1	563224	39.118442	32.705596	0.548
12	12	المضري 3	1.572345	6494	2	3144690	39.258293	32.70303	0.468
13	13	المضري 4	1.529838	8993	1.5	2294757	39.198592	32.653015	0.237
14	14	المضري 5	1.481229	6181	1.5	2221843	39.302009	32.653687	0.487
15	15	المضري 6	2.095142	8935	2	4190284	39.269609	32.606748	0.33
16	16	المضري 7	0.385544	2351	1.25	481930	39.231739	32.696412	0.876
17	17	المجيمن	1.032494	3769	3	3097482	39.425414	32.584392	0.913
18	18	الهوى 1	0.355979	2426	1	355979	39.421651	32.16488	0.76
19	19	الهوى 2	0.509452	2780	1	509452	39.421165	32.155302	0.828
20	20	الهوى 3	0.441095	2907	1	441095	39.432397	32.149463	0.655
21	21	عنيزة	0.149138	1696	1	149138	39.243325	32.158789	0.651
22	22	البساتين	0.530788	2746	5	2653940	38.973347	32.905204	0.884

بيانات مشتقة من المرئيات الفضائية (ETM- land sat7 2003) باستخدام برنامج Arc GIS 9.3 والخرائط الطوبوغرافية لمنطقة الدراسة لسنة 1985

4- إن عدداً من المنخفضات محاط بخطوط ارتفاعات متساوية ، مثل منخفض الحفيرة الذي يحيط به خط 720 م فوق مستوى سطح البحر ، ومنخفض سمير يحيط به خط 715 م ، ومنخفض المرثية يحيطه خط 720 م ومنخفض الغطية محاط بخط 800م فوق مستوى سطح البحر (شكل-2) . إن هذا الوضع الطوبوغرافي يساعد على عمل سواتر ترابية تحيط بالمنخفضات ، لرفع إمكانياتها الخزنية من المياه .

5- يتصف عدد من المنخفضات بأنه ذو صرف مائي مركزي منها منخفض الصلبية ، منخفض أم حصى ، ومنخفض سمير ، وهذا مايجعل المياه تنساب إليها بصورة طبيعية .

6- إن أشكال عدد من المنخفضات أقرب إلى الشكل الدائري منها منخفضات (خرجة، الغطية ، البساتين ، المجيمن) ، في حين أن منخفضات أخرى يميل شكلها إلى الاستطالة مثل منخفضات (المضري ، والهوى)

7- تكون بعض المنخفضات جزء من وديان مائية تنساب منها المياه بعد امتلاء المنخفضات بالمياه مثل منخفض خرجة في وادي خرجة ومنخفض البساتين الذي يقع في الجزء الأعلى من وادي الودي . إن هذا الوضع الطوبوغرافي يساعد على حصاد المياه بعمل حواجز صخريةعلى الوديان تزيد من إمكانية خزن المياه في المنخفضات

8- تقع بعض المنخفضات بالقرب من المستقرات البشرية وطرق المواصلات الرئيسة ، فمنخفض المرثية يقع شمال طريق المرور السريع الرمادي – سوريا بمسافة (2.5 كم) . وخبرة الغطية شمال طريق المرور السريع الرمادي – الأردن بمسافة (1 كم)، وخباري الحبةشمال الطريق المذكوربمسافة تتراوح مابين (2كم – 2.5 كم) . إن وجود هذه المنخفضات بالقرب من المستقرات البشرية وطرق النقل الرئيسة يساعد على إمكانية تطويرها والاهتمام بها .

9- توجد بعض المنخفضات بالقرب من الحدود الدولية منها خبرة البساتين التي تبعد عن الحدود العراقية - الأردنية بمسافة (1كم) وخبرة خرجة تبعد (5كم) عن الحدود المذكورة ، وخبرة عنيزة عند الحدود العراقية – السعودية .

10- تم تحديد مراكز المنخفضات فلكياً بقيمة y و x كما موضح في الجدول باستخدام ARC GIS 9.3

تكون المنخفضات الصحراوية (الخبرات)

إن الخبرات في منطقة البحث هي منخفضات حتية تكونت بفعل عامل الاذابة ، فعلى الرغم من أن الصخور الجيرية تتصف بصلابتها في المناطق الجافة ، إلا أنها سريعة الذوبان في المناطق الرطبة ويمكن أن تكون بداية تشكل فجوات الإذابة في عصر البلايستوسين في الفترات المطيرة التي سادت الصحارى العربية ، حيث عملت هذه المياه على توسيع الصدوع والفواصل في الصخور الكلسية ومن ثم تسرب المياه إلى باطن الارض ، فنشأت في ذلك بالوعات وبمرور الزمن نمت هذه المظاهر مكونة منخفضات صغيرة كالأقماع ، واتسعت مساحاتها في بعض المناطق وازدادت أعماقها

مكونةالمنخفضات . وقد تحدث عملية الأذابة في باطن الأرض مكونة فجوات في قلب الصخر ، ومن ثم توسعت الفجوات وانهارت سقوفها وانكشفت الفجوات وبعدها تأتي مرحلة الإرساب المائي والهوائي مكونة الخبراوات ، (بحيري، 1979) وقد تكونت المنخفضات في منطقة الدراسة بنفس الظروف المشار إليها. ، وما يؤيد ذلك وجود الحفر الكارستية الصغيرة المنتشرة فيها خاصة في الأقسام الجنوبية .وقد لاحظ الباحث ذلك في الخرائط الطوبوغرافية ومن خلال صور Google Earth للمنطقة .وتوجد حفرة كارستية كبيرة في منطقة البحث في الأقسام العليا من وادي الولج عميقة، حيث لم تستلم كميات كافية من الرسوبيات(شكل-8).

الظروف المساعدة على تكوين المنخفضات الصحراوية (الخبرات)

إن العامل الأساسي المؤدي إلى تكون المنخفضات الصحراوية هو عملية إذابة الصخور الكلسية ومن ثم تكون فجوات وكهوف تتطور بمرور الزمن مكونة المنخفضات الصحراوية ، وهذا ما تم ذكره سابقاً ، إن العوامل والعمليات الجيومورفولوجية تعمل سوياً ولكن بدرجات متفاوتة ، لذا فقد حدد الباحث عوامل أخرى أسهمت في تكوين المنخفضات الصحراوية . وهي كما يأتي :

1-الظواهر الخطية: يوجد في منطقة الدراسة عدد كبير من الصدوع والفواصل ، وهي مايطلق عليها الظواهر الخطية ، البالغ عددها (282) وذات أطوال تتراوح مابين 443م إلى 9968م (شكل-13,12)واغلب هذه الظواهر تقع أطوالها مابين 443م – 4781 م ، وهي مناطق ضعيفة جيولوجياً حيث تسهم في نفاذ المياه إلى داخل التكوينات الصخرية مما يساعد على عملية التجوية الكيميائية للصخور الكلسية خاصة ، ويظهر تطابق كبير بين وجود الظواهر الخطية ووجود المنخفضات الصحراوية . فمن خلال الخريطة المشار إليها يظهر أن مناطق المنخفضات على الأغلب تمتد ويتقاطع فيها عدد من الظواهر الخطية والتي أثرت على امتداداتها ،كما في المنخفضات (الصلبية ، سمير ، المرثية ، الهوى ، والمضري) ، إذ إن وجود التراكيب ساعد على ممارسة المياه الجوفية والسطحية لعملها في الإذابة ومن ثم تكوين منخفضات .

2-التكوينات الجيولوجية : من خلال دراسة التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث ظهر بأن معظمها يتكون من الصخور الكلسية والتي تستجيب للتجوية الكميائية في حالة توفر المياه الحامضية ، وتعمل الأذابة على تكوين مفتتات صخرية وحفر التجوية ، حيث تؤدي إلى زيادة الفراغات بين جزيئات الصخر وتوسيعها مع إذابة المواد القابلة للذوبان تاركة المواد غير الذائبة بشكل مخلفات للتجوية ، وهذا ما يكون عليه في تكوين الرطكة السائدفي منطقة الدراسة والذي يتكون من الحجر الجيري

3-التذرية الريحية: وهي أحد العوامل المساعدة على إيجاد المنخفضات الصحراوية وخاصة في فترة الجفاف وارتفاع درجات الحرارة حيث تعمل الرياح عملها في تذرية بعض الأماكن وإزالة مافيها من رسوبيات غير متماسكة . لذا فقد أخذ الباحث القابلية المناخية للتعرية الريحية وفقآ لمعادلة chepil والمذكورة عن (دي زي خار، 1990) وهي كما يأتي :

$$C = 386 \frac{(V)^3}{(PE)^2}$$

حيث ان : C = عامل المناخ
V = معدل سرعة الرياح السنوية م/ ثا
PE= مؤشر كفاية التساقط عند ثور نثويت

الذي يستخرج من المعادلة الاتية :

$$PE = 3.16\Sigma \left(\frac{P}{1.8\,Ti + 22} \right) \frac{10}{9}$$

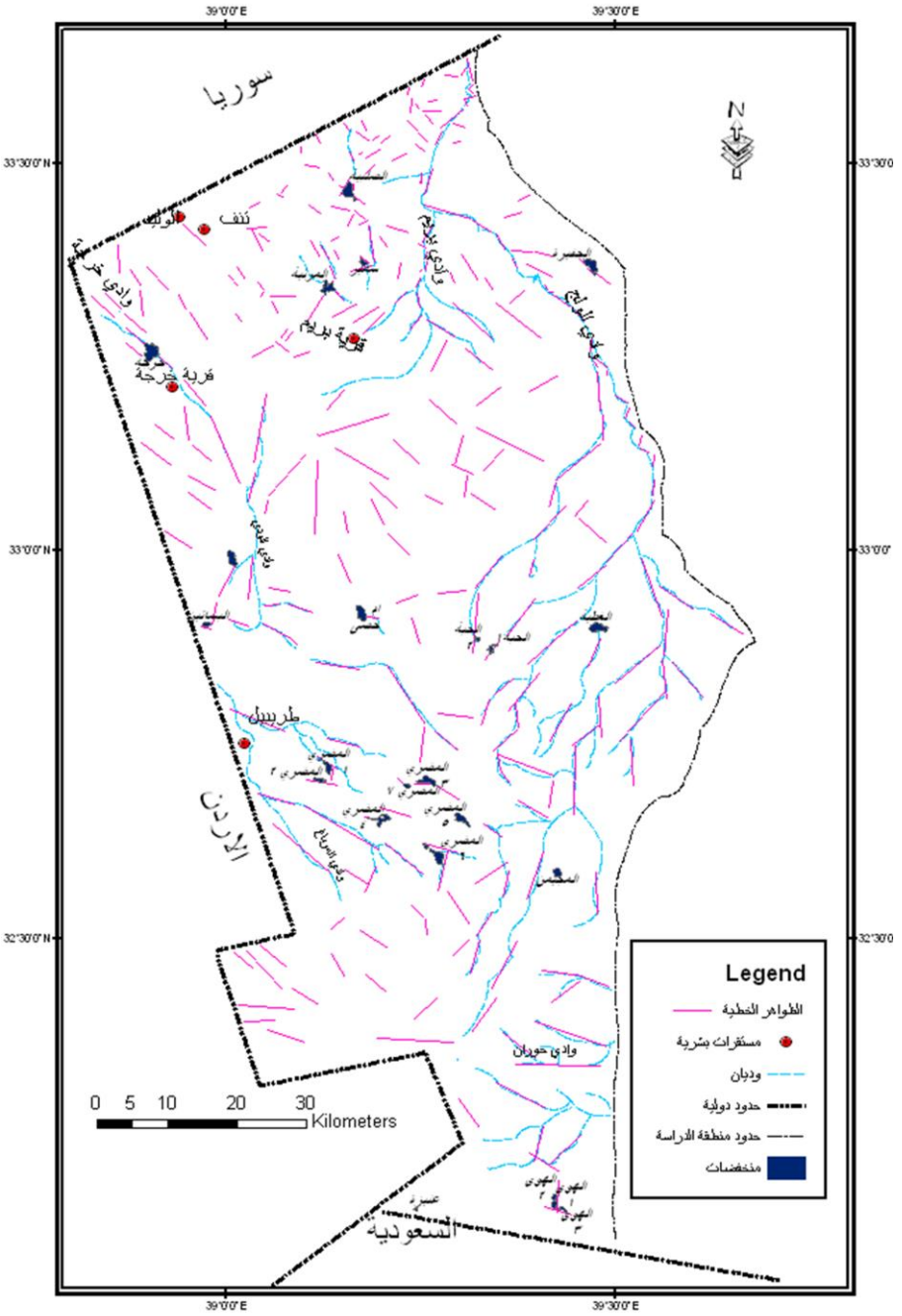
Pi= كمية التساقط الشهرية (ملم)
Ti= المعدل الشهري لدرجة الحرارة

وبتطبيق ذلك على منطقة البحث وجد أن قيمة PEهي 7.074 ومعدل سرعة الرياح 3.1 م / ثا وقيمة C=230 وهي عالية جداً وفقآ للجدول الاتي :

جدول-4:معدل درجات الحت الريحي حسب معادلة Chepi

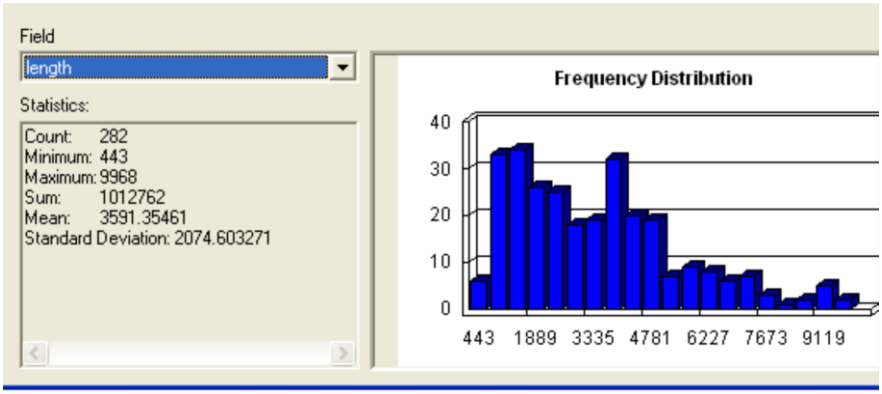
المعامل	درجة الحت
17 -0	قليلة جداً
35 -18	قليلة
72 -36	متوسطة
150 -73	عالية
150- فأكثر	عالية جداً

4- التجوية: إن الظروف المناخية في منطقة البحث مهيئة لعمل التجوية الفيزيائية منها ارتفاع المديات الحرارية التي تصل في المعدل إلى 16 ° م في شهرآب و 11.3 ° م في شهر كانون الثاني في محطة الرطبة وللمدة 1971 -2002 . أما عن معدل درجات الحرارة العظمى فيصل إلى 38.6 °م في شهر تموز وينخفض إلى13.2 °م في شهر كانون الثاني وللمدة المذكورة ، وكذلك معدل درجات الحرارة الصغرى بلغ 22.9 °م في شهر تموز و2 °م في شهر كانون الثاني . إن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة نسبة التبخر ومن ثم النمو البلوري للأملاح التي تولد ضغطا على جوانب الصخور التي تتداخل معها ، مما يسرع من عملية التجوية التي يمكن أن يكون لها دور غير مباشر في تكوين المنخفضات الصحراوية .



شكل-12: خارطة توضح الظواهر الخطية في منطقة الدراسة

المصادر: 1- المرئيات الفضائية ETM-land sat 7 – 2003
2- الخرائط الطوبوغرافية لمنطقة الدراسة لسنة 1985



شكل-13:الظواهر الخطية في منطقة الدراسة

المصدر: الاعتماد على شكل-10 واستخدام برنامج Arc GIS 9.3

حصاد المياه في المنخفضات الصحراوية (الخبرات)

طرائق حصاد المياه:

تشكل السيول الصحراوية مصادر مائية مهمة لسكان المناطق الجافة ، ونظراً لخصوصية هذه السيول من حيث الحدوث وخصائص مياهها وطبيعة المواد العالقة والمحمولة ، فإن هناك بعض الإجراءات التي يجب اتباعها لغرض الإفادة منها بأقصى حد ممكن والتقليل من الضائعات التي تذهب بفعل التبخر المباشر للمياه أو ذهابها إلى بحيرات أو بحار مالحة (الدليمي و الموسى، 2009) ومن هذه الإجراءات هي عملية حصاد المياه حيث استخدم الإنسان منذ آلاف السنين طرقاً عديدة لحصاد المياه في الأراضي الجافة التي تعاني من نقص في مواردها المائية . وقد جرى تطوير لهذه الطرق حيث استخدمت تقنيات حديثة من أجل حفظ المياه ليصار إلى استهلاكها والاستفادة منها في الاستعمالات البشرية المختلفة . وتصنف أساليب حصاد المياه بطرق عديدة معظمها يعتمد على نمط استخدام المياه وتخزينها ، غير أن أكثر التصنيفات شيوعا في الاستخدام هو ذلك الذي يعتمد على حجم المستجمع ، وهي كما يأتي :

طرائق حصاد المياه (عويس واخرون، 2002)

اولاً :طرائق المستجمعات الصغيرة : وتشتمل على :

1-نظم على مستوى المزرعة وهي :

- متون الكفاف
- المتون الهلالية
- الحفر الصغيرة
- أحواض جريان سطحي صغيرة
- شرائط الجريان السطحي
- نظم مابين الصفوف
- المسقاة
- مدرجات مساطب الكفاف

2- نظم الاسطحة

ثانياً :طرائق المستجمعات الكبيرة ومياه السيول وتشتمل على :

1-نظم قرار الوادي

-الخزانات الصغيرة للوادي
-زراعة قرار الوادي
-الجسور

2-نظم خارج الوادي

-نظم نشر المياه
-المتون الكبيرة
-الخزانات والحفاير
-الخزانات الأرضية
-جريان المياه على طرف الوادي

تعد ظاهرة حصاد مياه الأمطار من الأساليب القديمة إلتي استخدمت في الوطن العربي ، حيث أقيمت المدرجات والمصاطب في الجبل الأخضر في عُمان واستعملت أنظمة الخزانات في اليمن والحجاز والشام والعراق ، وأقيمت السدود الحاجزة في اليمن وجبال عسير (الدليمي والموسى، 2009) . أما عن منطقة الدراسة فيمكن اتباع طريقة حصاد المياه خارج الوادي وضمن الخزانات والحفاير الأرضية ،وهذا هو الهدف من إدراج طرائق حصاد المياه المنوه عنها .

إمكانية حصاد المياه في المنخفضات الصحراوية (الخبرات)

تعد المنخفضات الصحراوية مناطق ملائمة لإجراء عمليات حصاد المياه حيث تتجمع مياه الأمطارفيها بشكل طبيعي ،ومن أجل تطويرها في تجميع المياه وزيادة طاقتها الاستيعابية يتطلب الأمر إقامة سواتر ترابية تحافظ على المياه وتقلل من انتشارها (htt://www.uae) ومن خلال دراسة المنخفضات الصحراوية في منطقة الدراسة ، تبين بأن هناك إمكانية عالية في حصاد المياه وذلك بفعل وجود 22 منخفض (خبرة) والتي تتراوح مساحاتها مابين 3.120135كم^2 و0.149138كم^2 وتصل الطاقة الاستيعابية لقسم منها إلى 6240270 م^3 كما في(منخفض خرجة)

تتوفرفي منطقة البحث ظروف عديدة تهييء إمكانية عالية لحصاد المياه في المنخفضات الصحراوية (الخبرات) منها :

1-يتصف معظم المنخفضات بنمط الصرف المائي المركزي الذي يجعل من مياه الأمطار تنساب إليها طبيعياً

2-معظم المنخفضات محاط بخطوط ارتفاعات متساوية، أي بمعنى ان المناطق المحيطة بها متماثلة في ارتفاعها، وهذا يوفر إمكانية عمل سواتر ترابية تحيط بالمنخفضات لزيادة قدرتها على خزن المياه ، ومثال على ذلك منخفض سمير التي يحيط به خط الارتفاع 715 م فوق مستوى سطح البحر . ومنخفض الغطية يحيط به خط 800م فوق المستوى المذكور

3-قلة سمك التربة الذي يقلل من كمية المياه الداخلة إلى باطن الأرض ومن ثم زيادة نسبة المياه الجارية مقارنة مع المناطق ذات التربة السميكة . ويعتبر زيادة سمك التربة من المشاكل التي تعاني منها عملية حصاد المياه . وقد توصل فريق علمي عراقي إلى ابتكار عملية تتضمن استبدال شمع البرافين الذي كان يستخدم في حث الجريان بمستحلب الشمع وباستخدام مواد حافظة منخفضة الكلفة . بالإضافة إلى آلة تستخدم لرش هذه المواد . وقد أعطى استخدام هذا المستحلب كمية من المياه ثلاثة أضعاف الكمية الآتية من المناطق التي لم يستخدم فيها هذا المستحلب (عويس وآخرون، 2002).

4-قلة كثافة الغطاء النباتي . إن قلة الغطاء النباتي أمر آخر ساعد على تيسير مهمة حصاد المياه في المنخفضات وسهولة جريان المياه اليها .

5-ملائمة الظروف البشرية لعملية حصاد المياه في منطقة البحث وإمكانية تطويرها والتي تتمثل في وجود طرق المواصلات مثل طريق المرور السريع رمادي – سوريا وطريق رمادي – عمان فضلاً عن الطرق

الثانوية الأخرى . كما توجد مستوطنات بشرية منها قرية بريم وقرية خرجة والتي يشجع وجودها على الأهتمام بالموارد المائية .

إن المياه المتجمعة في المنخفضات يمكن الاستفادة منها في جانبين :

1-الاستفادة من المياه المتجمعة في المنخفضات في الاستعمالات البشرية المختلفة منها الزراعة وللانسان وللحيوانات

2-شحن مكامن المياه الجوفيه بمياه إضافية للتعويض عن المستخرج منها ،حيث يوجد في منطقة الدراسة 223 بئراً مستغلا لأغراض بشرية عديدة (العاني، 2008) حيث تعمد بعض الدول إلى التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية للمحافظة عليها من النفاد وحمايتها من زحف المياه المالحة مثل دولة الإمارات العربية المتحدة

تطبيق عملية حصاد المياه على منخفض الغطية

إن صعوبة تغطية جميع منخفضات منطقة الدراسة بدراسة تفصيلية ، دعت الباحث إلى دراسة منخفض الغطية كنموذج للمنخفضات الاخرى في تطبيق عملية حصاد المياه ، إذ إن لكل منخفض ظروفه الطوبوغرافية والمورفومترية الخاصة به (خريطة 11). وسيتم التنبؤ بكمية المياه الواردة إلى هذا المنخفض حسب طريقة سنايدر Snyder (Chow 1988) في ضوء البيانات المناخية والمورفومترية الواردة سابقا ، ووفقا للمتغيرات الآتية :

مساحة حوض المنخفض 75.5 كم ²
طول الحوض 20.665كم
أعلى نقطة في الحوض 855م فوق مستوى سطح البحر
أدنى نقطة في المنخفض 800 م فوق مستوى سطح البحر
مساحة المنخفض 2.100277 كم ² معدل عمق المنخفض 1م
الطاقة الاستيعابية للمنخفض 2100277 م³
افترض الباحث أن مدة السقطة المطرية 3 ساعة
الضائعات المائية 3ملم (Ø index)

وبعد تطبيق معادلة سنايدر تبين مايأتي:

$$t_L = C_t (L * L_C)^{0..3}$$

$$t_L = 1.5(20.665 * 10)^{0..3}$$

$$= 7.5hr$$

t_L = زمن التأخير بين مركز العاصفة المطرية وقمة الهيدروغراف بالساعات

L= طول مسار الوادي الرئيس من طرف الحوض الرئيس إلى مخرج الحوض / كم

L_C = طول مسار الوادي الرئيس من مخرج الحوض إلى منطقة مقابلة لمركز مساحة الحوض/ كم

C_t = ثابت يعتمد على ميل الحوض

$$t_r = \frac{t_L}{5.5} = \frac{7.5}{5.5} = 1.4hr$$

t_r = مدة السقطة المطرية

$$t_{LR} = t_L + \frac{t_R - t_r}{4} = 7.5 + \frac{3 - 1.4}{4} = 7.9hr$$

$$t_R = 3hr$$

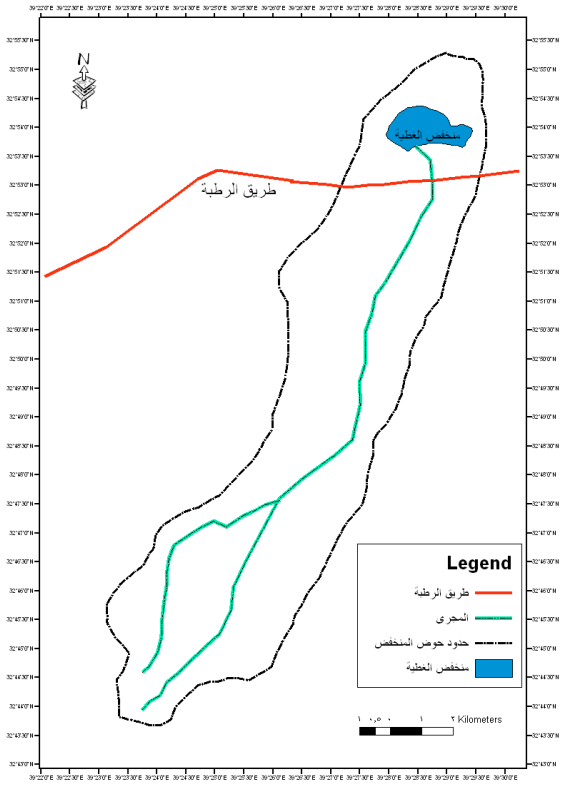
$$Q_p = \frac{2.78 * C_p * A}{t_{LR}}$$

$$= \frac{2.78 * 0.6 * 75.5}{7.9} = 15.94 m^3 / s$$

Q_p = أقصى تصريف للهيدروغراف/ م³/ثا

C_p = معامل يعتمد على خصائص الحوض وتتراوح قيمته مابين 0.56 -0.69

A= مساحة الحوض (75.5 /كم²)



شكل-14: خارطة توضح حوض منخفض الغطية

$$T_b = 72 + 3t_{LR} = 72 + 3 * 7.9 = 95.7hr$$

$$W_{50} = \frac{5.87}{(\frac{Q_p}{A})^{1.08}} = \frac{5.87}{(\frac{15.94}{75.5})^{1.08}} = 31.48hr$$

$$W_{75} = \frac{3.35}{(\frac{Q_p}{A})^{1.08}} = \frac{3.35}{(\frac{15.94}{75.5})^{1.08}} = 17.97hr$$

W_{50} = تمثل عرض الهيدروغراف بالساعات عند 50% من التصريف الأعظم

W_{75} = تمثل عرض الهيدروغراف بالساعات عند 75% من التصريف الأعظم

وعلى ضوء ماتقدم يمكن استخراج هيدروغراف قياسي صنيع لمنطقة الدراسة (شكل-15) وبعد استخراج الهيدروغرافي القياسي الصنيع لمنطقة الدراسة باستخدام طريقة سنايدر يمكن التنبؤ بحجم المياه الواردة إلى المنخفض في ضوء السقطات المطرية على المنطقة وهذا مايوضحه (جدول-5) الناتج من تحويل قيم الوحدات الهيدروغرافية .

ويظهر أن كمية المياه الواردة إلى المنخفض في بعض أشهر السنة هي أعلى من طاقته الاستيعابية ، كما في الأشهر كانون الثاني ، شباط ،آذار ،نيسان ، تشرين الثاني وكانون الأول ، وهذا يتطلب إقامة سواتر ترابية حول المخفض لزيادة طاقته الاستيعابية من المياه ، خاصة وإن شكل المنخفض قريب من الدائري ، إذ بلغت نسبة تماسك مساحته 0.673 .

كما يمكن الإشارة إلى أن كمية المياه السنوية التي تم تخمينها والواردة إلى هذا المنخفض هي 20957389 م^3 وهي كمية تستوجب الاهتمام بها ، خاصة في منطقة تفتقر إلى الموارد المائية السطحية .

جدول-5: الواردات المائية إلى منخفض الغطية حسب طريقة سنايدر

Time (hr)	Discharge (m3/s)		Ø index =3 mm								Ø index =3 mm					
unit hydrograph			jan 1.53cm	feb 1.97 cm	mar 1.64cm	apr 1.45cm	may 0.98 cm	jun 0.005cm	jul 0.007cm	aug 0.004cm	sep 0.036 cm	oct 1.13 cm	nov 1.49 cm	dec 1.56 cm		
0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	4.8		5.90	8.02	6.43	5.52	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	3.98	5.71	6.05		
6	12		14.76	20.04	16.08	13.80	8.16	0.00	0.00	0.00	0.00	9.96	14.28	15.12		
9	15.9		19.56	26.55	21.31	18.29	10.81	0.00	0.00	0.00	0.00	13.20	18.92	20.03		
9.4	15.94		19.61	26.62	21.36	18.33	10.84	0.00	0.00	0.00	0.00	13.23	18.97	20.08		
12	15.6		19.19	26.05	20.90	17.94	10.61	0.00	0.00	0.00	0.00	12.95	18.56	19.66		
15	14.7		18.08	24.55	19.70	16.91	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	17.49	18.52		
18	13.9		17.10	23.21	18.63	15.99	9.45	0.00	0.00	0.00	0.00	11.54	16.54	17.51		
21	13		15.99	21.71	17.42	14.95	8.84	0.00	0.00	0.00	0.00	10.79	15.47	16.38		
24	12		14.76	20.04	16.08	13.80	8.16	0.00	0.00	0.00	0.00	9.96	14.28	15.12		
27	11		13.53	18.37	14.74	12.65	7.48	0.00	0.00	0.00	0.00	9.13	13.09	13.86		
30	9.7		11.93	16.20	13.00	11.16	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	8.05	11.54	12.22		
33	8.8		10.82	14.70	11.79	10.12	5.98	0.00	0.00	0.00	0.00	7.30	10.47	11.09		
36	8		9.84	13.36	10.72	9.20	5.44	0.00	0.00	0.00	0.00	6.64	9.52	10.08		
39	7.2		8.86	12.02	9.65	8.28	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	5.98	8.57	9.07		
42	6.5		8.00	10.86	8.71	7.48	4.42	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	7.74	8.19		
45	5.6		6.89	9.35	7.50	6.44	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	4.65	6.66	7.06		
48	4.8		5.90	8.02	6.43	5.52	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	3.98	5.71	6.05		
51	4.3		5.29	7.18	5.76	4.95	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57	5.12	5.42		
54	3.7		4.55	6.18	4.96	4.26	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	3.07	4.40	4.66		
57	3.2		3.94	5.34	4.29	3.68	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00	2.66	3.81	4.03		
60	2.9		3.57	4.84	3.89	3.34	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	3.45	3.65		
63	2.5		3.08	4.18	3.35	2.88	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	2.98	3.15		
66	2.2		2.71	3.67	2.95	2.53	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	2.62	2.77		
69	2		2.46	3.34	2.68	2.30	1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66	2.38	2.52		
72	1.7		2.09	2.84	2.28	1.96	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	2.02	2.14		
75	1.4		1.72	2.34	1.88	1.61	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	1.67	1.76		
78	1.2		1.48	2.00	1.61	1.38	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.43	1.51		
81	1		1.23	1.67	1.34	1.15	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	1.19	1.26		
84	0.8		0.98	1.34	1.07	0.92	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.95	1.01		
87	0.6		0.74	1.00	0.80	0.69	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.71	0.76		
90	0.4		0.49	0.67	0.54	0.46	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.48	0.50		
93	0.2		0.25	0.33	0.27	0.23	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.24	0.25		
95.7	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
96	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
		∑	255.27	346.59	278.10	238.67	141.13	0.00	0.00	0.00	0.00	172.26	246.97	261.50		
volume of water in bond per			2756961.4	3743191	3003519	2577647	1524174	0	0	0	0	1860389	2667304	2824204		

مقترحات لتطوير حصاد المياه في المنخفضات الصحراوية (الخبرات)

1-عمل سواتر ترابية تحيط بالمنخفضات ، خاصة وإن أشكال بعض منها أقرب إلى الشكل الدائري وتحيط بها خطوط ارتفاعات متساوية مما يسهل عمل هذه السواتر أو الحواجز مع هذه الخطوط على أن تبقى مسارات الوديان والمسالك المائية التي تنتهي إليها مفتوحة ، لجلب الوارد المائي إليها .

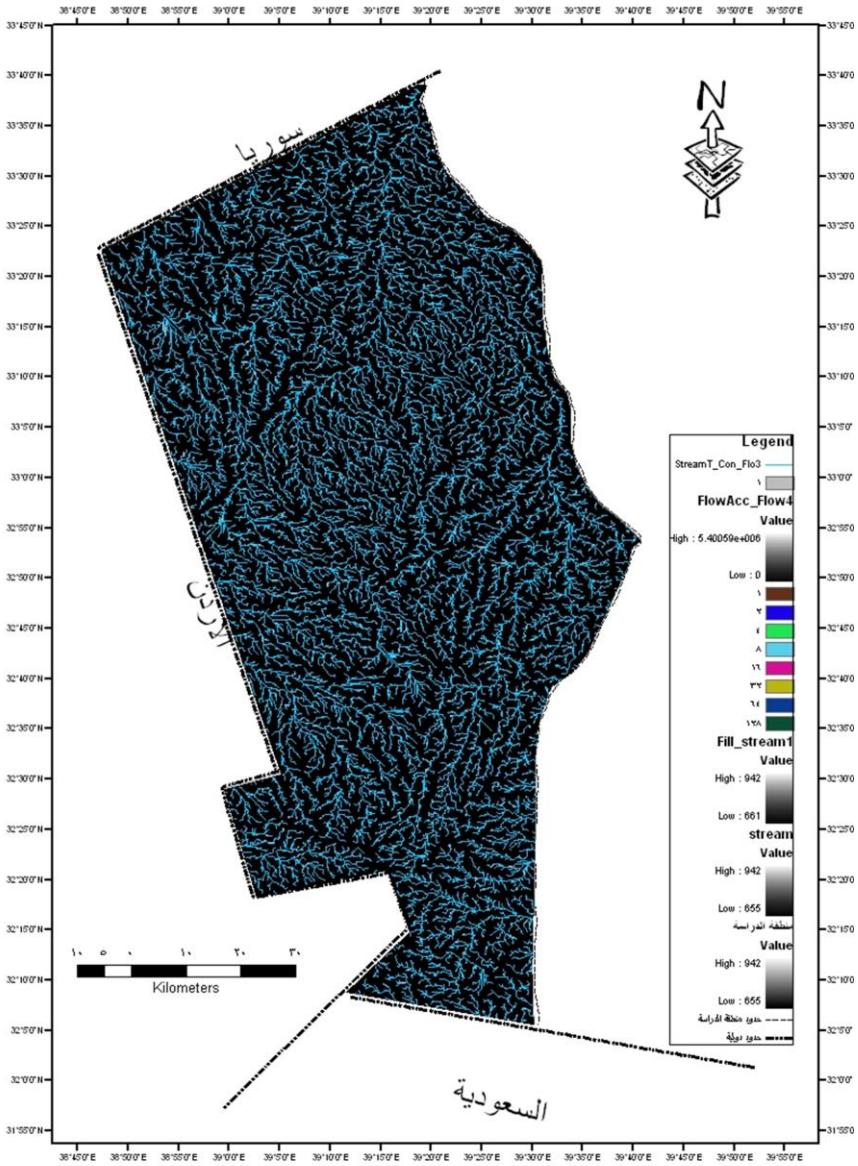
2-توجيه مياه الأمطار من خلال المسالك المائية إلى المنخفضات والقيام بحفر أخاديد تنتهي بالمنخفضات ، خاصة وإن منطقة الدراسة تشتمل على شبكة كبيرة من المسالك المائية (شكل-16).

3-عمل حواجز صخرية أو ترابية لتحويل المياه إلى المنخفضات. وهذا معمول به في بعض منـاطق الهضبة الغربية في العراق .

4-استخدام مواد تقلل من تسرب المياه إلى باطن الأرض وتساعد على حث الجريان إلى المنخفضات ، ضمن مناطق تجميع المياه أو المسالك المائية المنحدرة باتجاه المنخفضات .

5 - زراعة بعض الأشجار التي تقاوم الظروف الطبيعية للمنطقة ، والتي من شأنها أن تعمل كمصدات للرياح ومن ثم التقليل من نسبة التبخر وتساعد على تطوير المنطقة

6- استخدام مياه المنخفضات في عمليات الري والاستعمالات البشرية الأخرى الى جانب الاهتمام بالمياه الجوفية وذلك لتطوير المنطقة وتشجيع الاستقرارالبشري فيها ،والتي من شأنها زيادة الاهتمام بالمنخفضات كمستجمعات



شكل-16: خارطة توضح المسالك المائية في منطقة الدراسة

الاستنتاجات:

1- يوجد في منطقة الدراسة (22) منخفضاً صحراوياً (خبرة) تتراوح مساحاتها مابين 0.149138 كم^2 كما في (منخفض عنيزة) و3.120135 كم^2 في(منخفض خرجة) .

2-تتراوح الطاقة الاستيعابية للمنخفضات من المياه مابين 149138 م^3 في (منخفض عنيزة) و 6240270 م^3 في (منخفض خرجة) في شمالي غربي منطقة الدراسة ، والطاقة الاستيعابية لجميع المنخفضات في منطقة الدراسة 42753641 م^3.

3-تتصف المنخفضات بانخفاض معدل عمقها الذي يتراوح مابين 1م في معظمها و5م في (منخفض البساتين) .

4-تكونت المنخفضات في منطقة الدراسة بفعل عملية الإذابة للصخور الجيرية ، وخاصة في الفترات المطيرة التي سادت الصحارى العربية ،وساعدت على ذلك ظروف عديدة منها وجود الظواهر الخطية (الفواصل والصدوع) ، التكوينات الجيرية ،والتذرية الريحية .

5-توجد إمكانيات عالية لاستخدام المنخفضات في عملية حصاد المياه ، والتي تتمثل في كون عدد من المنخفضات ذو نمط صرف مائي مركزي مما يجعل المياه تتصرف إليها بشكل طبيعي ،كما توجد عوامل مساعدة على حث الجريان المائي منها قلة سمك التربة وقلة كثافة الغطاء النباتي .

6-يزداد حجم الايراد المائي من الأمطار في شهر شباط إذ بلغ 155570900 م^3 وآذار 129510800 م^{3}ويقل في الأشهر الأخرى .

7-يمكن الاستفادة من حصاد المياه في المنخفضات من جانبين : الأول الاستفادة من المياه السطحية المتجمعة في الاستعمالات الزراعية والاستعمالات البشرية الأخرى . والجانب الثاني هو ما يترشح منها إلى باطن الأرض يساعد على تعويض مكامن المياه الجوفية بما تفقده من مياه مسحوبة منها اثناء أستعمالها .

8-توجد إمكانية لتطوير حصاد المياه في المنخفضات وذلك من خلال توجيه المياه إليها ، وإحاطتها بسواتر ترابية تزيد من طاقتها الخزنية للمياه ،خاصة وإن قسماً منها ذو شكل دائري يحيط به خطوط ارتفاعات متساوية تساعد على العملية المذكورة ، وتضمن عدم انتشار المياه على مساحات واسعة وبالتالي فإنها تؤدي الى تقليل الضائعات المائية .فمثلا(منخفض الهوى 2) بلغت نسبة تماسك مساحته 0.828 ، وهو مؤشر على أن شكل المنخفض قريب جدا من الشكل الدائري .

9-إن كمية المياه الواردة إلى منخفض الغطية تفوق طاقتها الاستيعابية من المياه خلال الأشهر كانون الثاني، شباط ،آذار ، نيسان ، تشرين الثاني ، وكانون الأول حسب طريقة سنايدرالخاصة بتخمين المياه الناتجة عن السقطات المطرية ،حيث بلغت المياه الواردة إلى المنخفض المذكور 3743191 م^3، في حين أن طاقته الاستيعابية هي 2100277 م^{3}وهذ يتطلب عمل سواتر ترابية حول المنخفضات على أن تترك مجاري المياه مفتوحة لتزويد المنخفضات بمياه الأمطار

10-وجود طرق مواصلات مع مستوطنات بشرية تشجع على تطوير المنطقة ،والاهتمام بمواردها المائية .

11-ملاءمة قسم من انواع الترب الحديثة والتربة الجبسية لزراعة عدد من أنواع المحاصيل الحقلية والبساتين ، وهذا يشجع على الاهتمام بموضوع حصاد المياه في منطقة البحث لاستغلالها في الزراعة .

المصادر العربية:

1-ابن منظور ،2005.لسان العرب ،ج5 ،ط4 ،دار صادر بيروت .
2-الأزهري ،2001.تهذيب اللغة ، تحقيق د .رياض زكي قاسم ' ط1 ،دار المعرفة بيروت .
3-بحيري ، صلاح الدين ، 1979. نحو تصنيف مورفولوجي لمنخفضات الصحراء ، نشرة دورية تعني بالبحوث الجغرافية يصدرها قسم الجغرافية بجامعة الكويت ، (10) .
4-حمزة ، د. عصام خضير والدباغ د. احمد عاصم ،2008. ترب محافظة الأنبار ، مركز دراسات الصحراء ، جامعة الأنبار
5-خرائط طوبوغرافية لمنطقة الدراسة 1983 بمقياس 1/ 50000وخرائط طوبوغرافية لسنة 1985 مقياس 1/ 100000 .
6-خريطة طوبوغرافية لمحافظة الانبار مقياس 1/ 500000 .
7-خريطة العراق الجيولوجية ، مقياس 1/ 1000000 لسنة2000 الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني
8-الخطيب ، محمد محيي الدين ، 1978 . المراعي الصحراوية في العراق ، وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي ، مطبعة دار السلام ، بغداد ، ط 2 .
9-الدباج ، عبد العالي والخشاب ، شهلة نجم الدين ، 2002 . هيدرولوجية منطقة الرطبة – سبع بيار) تقرير جيولوجي ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني ،تقرير 2798 ، بغداد .
10-الدليمي ، د. محمد دلف احمد والموسى د. فواز احمد ، 2009 . جغرافية التنمية مفاهيم – نظريات – تطبيق ، سوريا – حلب،دار الفرقان للغات ط1 .
11-الرجال ، محمد عبد الرحيم ، مراجعة نصر ابراهيم عبد الرحيم ، نظم المعلومات الجغرافية ARC GIS 9.X System مكتبة دار المعرفة ،ط1،القاهرة ،2008 .
12-زاخار دي ،1990 . تعرية التربة ،ترجمة نبيل ابراهيم و لطيف حسون ، مطابع وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، الموصل .
13-العاني ، كمال صالح كزكوز 2008 . امكانية استثمار المياه الجوفية للانتاج الزراعي في محافظة الانبار ، المجلة العراقية لدراسات الصحراء ، المجلد 1 ، العدد 1 .
14-العاني ، د. محمد يحيى ،1997. حصاد المياة في الوطن العربي / مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي ، العدد الأول .
15-العبيد ، د. عبد الوهاب خضر 2008 . التلازم بين الخزانات الارضية والسدود الصحراوية ضرورة اقتصادية ، المجلة العراقية لدراسات الصحراء ، المجلد ،1 العدد 1
16-العذاري، احمد عبد الستار جابر،2005.هيدروجيومورفولوجية منطقة الوديان غرب الفرات شمالي الهضبة الغربية العراقية ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الاداب ، جامعة بغداد.
17-علي ، عباس اكرم ،1985 . الغربية العراقية ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم / جامعة بغداد .
18-عويس ، ذيب وبرينز ،ديتر وحاجم ،احمد ، 2002. حصاد المياه تقانات تقليدية في البيئات الاكثر جفافا ، ايكاردا ، سوريا
19-مرئيات فضائية ، ETM لسنة 2003 .
20-المكي ، د. ابراهيم احمد ، 1993 . الموارد المائية العربية وضرورة ترشيد استخدامها ، ادارة الانتاج النباتي ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي ، العدد الثاني ، السنة الثانية عشر.
21-نماذج الارتفاعات الرقمية ،لسنة 2007

22-الهيئة العامة للأنواء الجوية ، بيانات مناخية غير منشورة .

المصادر الانكليزية:

1-Buday , T.,and Jassim,1985.The regional geology of Iraq, stratigraphy and paleogeography,state organization mhneral , Dar Al-kutib House, Baghdad .

2-Chow,V.T.,Maidment,D.R.,Mays,L.W.,1988. Applid Hydrology ,Mc Graw Hill, Book Company,New York

3- Google earth 2009.

4-http://www.uae.gov.ae/uaeagricent/wateranddam/ rain harvesting.stm