دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان: استخدام تقنيات GIS فى حصاد المياة بولاية كسلا
المصدر: مجلة جامعة كسلا
الناشر: جامعة كسلا
المؤلف الرئيسي: الحلنقى، عبدالإله جعفر ابراهيم
المجلد/العدد: ع2
محكمة: نعم
التاريخ الميلادي: 2012
الشهر: ديسمبر
الصفحات: 51 - 21
رقم MD: 758788
نوع المحتوى: بحوث ومقالات
قواعد المعلومات: HumanIndex, EcoLink, EduSearch
مواضيع: نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، المياة ، كسلا، السودان، الاستشعار عن بعد
رابط: http://search.mandumah.com/Record/758788

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

استخدام تقنيات الـ GIS في حصاد المياه بولاية كسلا

عبدالإله جعفر إبراهيم الحلنقي
كلية علوم الحاسوب وتقانة المعلومات

مستخلص الدراسة

الغرض الأساسي لهذا البحث هو السعي لعمل نموذج لحصاد المياه يساهم بنسبة كبيرة في مواجهة نقص وقلة المياه بالولاية ، كما يمكن استغلاله في موجهات تخدم انسان الولاية واستقرار الرحل . من خلال تقديم نموذج وصفي لمتخذي القرار ، والمخططين ، وراسمي السياسات والباحثين ولكل الذين يسعون لحل مشاكل ومعضلات نقص وقلة المياه بالولاية .

وذلك من خلال خريطة ذات نظام تحكم فلكية (صحيحة) لولاية كسلا وعمل إرجاع جغرافي لها وتهيئتها وترقيمها ومن ثم عمل الطبقات لها ، وقد أجريت الدراسات باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ARC/INFO والاستشعار عن بعد (RS) للعوامل الفسيولوجية (العوامل الطبيعية والعوامل المناخية و الغطاء النباتي واستخدامات الأرض) بهدف إنشاءها لأنشطة حصاد مياه الأمطار و إنشاء نظام معلومات جغرافي يتضمن مجموعات من البيانات الرقمية وصور الأقمار الصناعية والتضاريس والتربة والنباتات والهيدرولوجيا واستخدامات الأرض ودرجة انحدارها ، والإرصاد الجوي، واستخدمت هذه المعلومات لدراسة الانهر والخيران والتعرف على المناطق الصالحة عموماً لعملية حصاد المياه من أجل حل مشاكل نقص وقلة المياه بالولاية .

واستخدمت برمجيات متبعة في علم الحاسوب التطبيقي شملت MYSQL لتصميم قواعد البيانات ولغة PHP و HTML لتصميم الشاشات وربطها بالخرائط من خلال برنامج ARC GIS 9.3 وهو أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية لهيئة الدراسات والبحوث البيئية الأمريكية (اسري). واستناداً على البيانات التي تم جمعها ومعالجتها و نمذجتها من خلال برامج أنظمة المعلومات الجغرافية والبرامج المساعدة وما تم التوصل إليه من نتائج فإن أهم النتائج تتمثل في تصميم خريطة رقمية للمنطقة وتوفير معلومات أساسية عن منطقة الدراسة في شكل رقمي (قاعدة بيانات) عن طريق المسح والتخريط لمساعدة متخذي القرارات والمسئولين ، وبناء على هذه النتائج فقد انبعثت أهم التوصيات في الإسراع بضرورة إنشاء و إعداد قاعدة بيانات المجاري المائية السطحية والجوفية وكافة المنشآت المائية بالولاية بالإضافة إلى ضرورة تطبيق تقنيات أنظمة المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والتي تدعم بصورة أساسية عملية اتخاذ القرار وتنفيذ السياسات المستقبلية .

Abstract

The main aim of this research is to make a model for water harvesting which contributes greatly in confronting water shortages and lack in the state. This model can also be used in employing people in the state and the stability of nomads. This can be by providing a descriptive model of decision-makers. planners. policy-makers. researchers. and all those who seek to solve the problems and dilemmas of water shortages and lack in the state.

This can be through map with control system of astronomy (sound) in Kassala state in terms of geography. configuring and numbering layers. Studies were done using ARC/INFO applications. remote sensing (RS) of the physiological factors (natural factors. climatic factors. vegetation and land use) in order to create the activities of rainwater harvesting and the establishment of a geographic information system which includes collections of digital data and satellite imagery and terrain. soil and vegetation. hydrology and land uses and the degree of decline. and forecast air. All these information used to study the rivers and creeks and to identify areas suitable generally for process water harvesting in order to solve problems. shortage and lack of water in the state.

The standard software used in Applied Computer Science included (MYSQL) for database design and language of PHP and HTML to design screens to be linked to maps through 9.3 ARC GIS program: one of the GIS software for the Environmental Studies and Research U.S. (prisoners). Based on the data collected. processed and modeled through programs GIS and assisted programs. the most important results are: Designing a digital map of the area and providing basic information about the study area in a digital format (database) by scanning and mapping to help decisions-makers and officials. According to the findings. the most important recommendations are: to speed up the need for the establishment and development of a database waterways surface and groundwater and all water installations in the state in addition to the need to apply the techniques of GIS and remote sensing. which supports decision-making process and the implementation of future policies.

١. المقدمة :

إن حسن استثمار الموارد المائية لأغراض الشرب والزراعة والصناعة وغيرها من الاستخدامات يستلزم تقييم هذه الموارد من حيث الكم والكيف وان عملية التقييم هذه في الواقع عملية مستمرة تأخذ صفة الديمومة والتتابع وذلك كون الإنتاجية المائية أو حجم المياه التي يوفرها نظام مائي معين خلال فترة زمنية محددة ليست ثابتة فلا بد من تحديث دوري للمعلومات في ضوء المعرفة والتقانة في مجال علوم المياه واستخدام تقنيات تساعد على تحسين عمليات الرصد المائي واختيار الوسيلة المناسبة للاستثمار الأمثل للمياه المتوفرة (الكفري ٢٠٠٨).

وتعد تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من أحدث وأهم وأنجح الأدوات لمثل هذه الدراسات .

٢. مشكلة الدراسة :

تتركز مشكلة الدراسة في كيفية الاستفادة من تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحديد مواقع مجاري الخيران والمسطحات المائية حتى يمكن الاستفادة منها في توفير مصادر إضافية للمياه للزراعة أو لشرب الإنسان و الحيوان والمساهمة في استقرار الرحل .

٣. أهمية الدراسة :

١/ تنبع أهمية هذه الدراسة من إسهامها لتوضيح العوامل المؤثرة في عملية حصاد المياه .

٢/ محاولة استنباط طرق ووسائل علمية حديثة لعملية حصاد المياه ومن ثم تقليل فقدان المياه و الموارد الطبيعية والبشرية .

٣/ توصيف الوسائل التقنية لتقليل فاقد المياه والاستفادة منها في الشرب أو الزراعة وخلق مشاريع جديدة في المجال الزراعي .

٤/ الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد لحل مشكلة حصاد المياه .

٥/ توظيف التقدم التقني لنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لتلعب دوراً مهماً في التنمية الريفية .

٤ .مصطلحات الدراسة

النظم : مجموعة من الوحدات تتكامل مع بعضها البعض لتحقيق هدف معين (احمد١٩٩٥) .

البيانات : هي الحقائق أو المشاهدات أو القياسات التي قد تكون على صورة أرقام أو حروف أو رموز أو أي أشكال خاصة .. وتصف فكرة أو موضوع أو حدث أو هدف أو أية حقائق أخرى. كمواد خام غير مرتبة أو مقومة أو مفسرة أو غير معدة للاستخدام إذا ما قومت وفسرت ونظمت ورتبت، أي عولجت وتم تشغيلها أو تناولها أو معالجتها ،أصبح لها مضمون ذا معنى يؤثر في الاتجاه ورد الفعل والسلوك واتخاذ القرار .

المعلومات : البيانات التي تمت معالجتها لتحقيق هدف معين أو لاستعمال محدد ، لأغراض اتخاذ القرارات ، أي البيانات التي أصبح لها قيمة بعد تحليلها ، أو تفسيرها ، أو تجميعها في شكل ذى معنى ، ويمكن تداولها وتسجيلها ونشرها وتوزيعها في صورة رسمية أو غير رسمية وفي أي شكل (أحمد ١٩٩٥).

حصاد المياه : تعرف عملية حصاد مياه الأمطار والسيول بأنها التقنية التي تستخدم في حجز وتخزين مياه الأمطار والسيول في فترات سقوطها بطرق تختلف باختلاف الغاية من تجميعها ومعدلات هطولها وإعادة استخدامها عند الحاجة إليها سواء للشرب أو الري أو لتغذية المياه الجوفية . (آل الشيخ ٢٠٠٦).

٥.أساليب الاستغلال والإدارة المتكاملة للموارد المائية

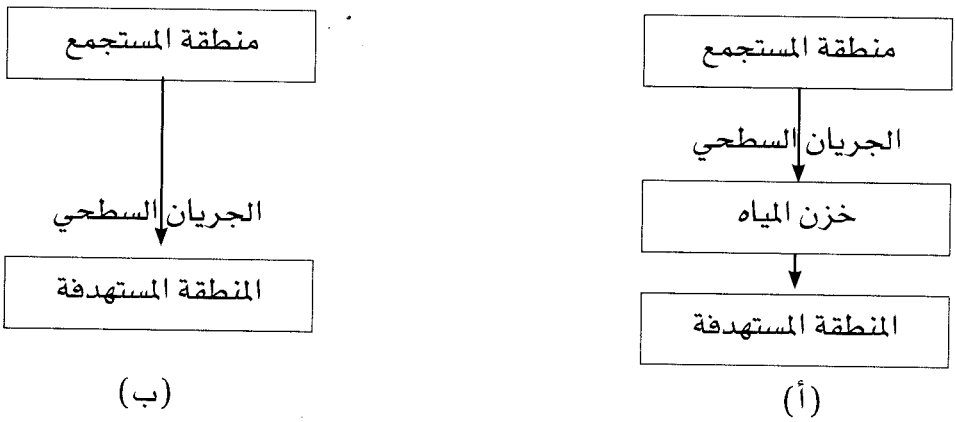
هنالك عدة أساليب يجب استصحابها لإدارة الموارد المائية إدارة متكاملة واستغلالها في المناطق الجافة وشبه الجافة حتى تصبح مصدراً للخير والنماء وتسهم في تخفيف ودرء آثار الكوارث (فيضانات، جفاف) وحدتها ومن بين هذة الاساليب .

- حصاد المياه ب - الإدارة الرشيدة للأحواض الجوفية (إبراهيم وآخرون ٢٠٠٧).

٦.حصـــاد الميـــاه

يعرف مصطلح حصاد المياه على أنه عملية تجميع وتخزين مياه الجريان السطحية الناتج عن هطول الأمطار للاستفادة منها في أغراض الزراعة وأثراء الغطاء النباتي وتغذية الحوض الجوفي وتوفير مياه الشرب للإنسان والحيوان .

٧.مكونات نظـم حصـاد الميـاه



شكل (١) يوضح مكونات حصاد المياه

تعتبر المكونات الرئيسة لنظم حصاد المياه كما يلي :

٨.منطقة المستجمع المائي

وهي جزء من الأرض يسهم في بعض أو كامل حصته من مياه الأمطار لصالح المنطقة المستهدفة الواقعة خارج أو ضمن حدود ذلك الجزء . ويمكن أن تكون منطقة الجمع لا تتجاوز بضعة أمتار مربعة أو كبيرة تصل إلى عدة كيلومترات مربعة . ويمكن أن تكون أرضاً زراعية ، أو صخرية ، أو هامشية ، أو حتى سطح منزل أو طريقاً معبدة .

٩.مرفق التخزين

وهو المكان الذي تحتجز فيه المياه الجارية من وقت جمعها وحتى استخدامها . ويمكن أن يكون التخزين في خزانات سطحية أو تحت الأرض ، أو في التربة ذاتها كرطوبة تربة ، أو في مكامن المياه الجوفية .

١٠.المنطقة المستهدفة

وهي المنطقة التي تستخدم فيها المياه التي تم حصادها . ففي الإنتاج الزراعي ، يمثل الهدف في النبات أو الحيوان ، بينما في الاستخدام المنزلي ، فإن حتياجات الإنسان في الأوجه المختلفة هي الهدف (الخرابشة و آخرون ٢٠٠٩م).

١١.طرق وأساليب حصاد ونثر المياه

تعتمد أساليب وطرق حصاد ونثر المياه فنياً على الآتي :

١- الخصائص الكنتورية للمنطقة

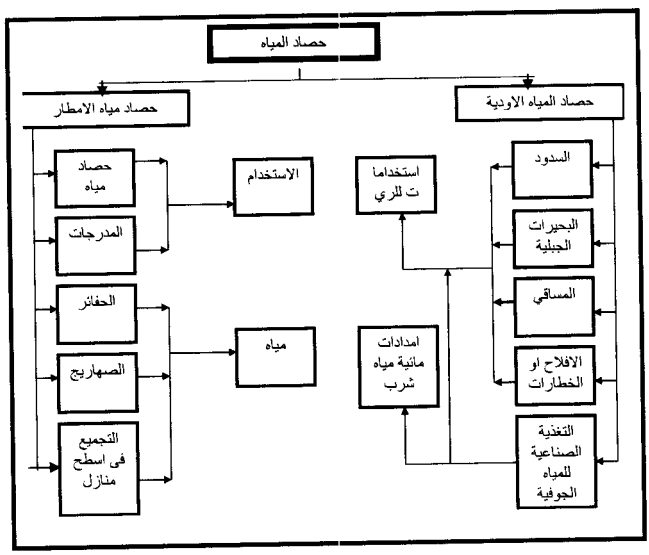
٢- طبيعة التربة وخصائصها
٣- طبيعة الجريان
٤- الهدف من برنامج الحصاد
٥- الموارد المتاحة
٦- التكلفة المالية

كما تنقسم وسائل وطرق حصاد ونثر المياه في المستجمعات الكبيرة والسيول إلى نظامين أساسيين هما :

١- نظم التحكم في المياه في قرار الوادي (سهل ومجرى الوادي) .
٢- نظم التحكم في المياه أو توجيهها خارج الوادي .

وتشمل هذه الطرق بصفة عامة كل من :

١- سدود ترابية ومصدات بمختلف أشكالها وأحجامها (لتوجيه المياه وتقليل حركة الجريان) بغرض تغذية المياه الجوفية وإثراء الغطاء النباتي والحماية والتقليل من حدة الموجة .
٢- تسريب الأرض وتتريسها بمختلف أنواع وأحجام التروس وأشكالها (لتقليل حركة جريان المياه في الأراضي السهلية) للتمكين من تغذية التربة بغرض كفاية النباتات وتغذية المياه الجوفية .
٣- الخزانات والحفائر السطحية بمختلف أشكالها وأحجامها ومواقعها مـن المجاري الرئيسية .
٤- الخزانات الأرضية .



شكل (٢) يوضح التصنيف العام لتقانة حصاد المياه
المصدر الخرابشة وآخرون ٢٠٠٩- بتصرف من الباحث

١٢. أنـواع حصـاد الميـاه

ممكن تصنيف الحصاد المائي وفق معايير مختلفة أهمها :

١ / معيـار الفـاعـل

بتدقيـق النظـر في عملية الحصاد المائي بمراحلها المختلفة نجـد أن هذه العملية يمكن أن تحدث بفعل الطبيعة ويمكن أن تحدث بفعل الإنسان ، وهذا يقودنا إلى تمييز نوعين من الحصاد المائي هما :

(أ) الحصاد المائي الطبيعي :

يحـدث هذا النـوع من الحصاد في الطبيعة بصـورة تلقائية ودون تدخل الإنسـان ، ففي بعض المناطق المرتفعـة في الأقاليـم الجافة وشبه الجافة وعند سقوط الأمطـار ، تنساب وتتدفق مياهها في قنوات ابتداء من خطوط تقسيم المياه عند قمم المرتفعات والمنحدرات وعلى طول خط المنحدر أو واجهته ، لتتجمع المياه في النهايـة في المناطـق المنخفضة عند اقدام سطوح المنطقة المرتفعة ، على شكل برك ، حيث يتم في أغلب الأحيـان استخدام هذه المياه من قبل السكان المحليين لأغراض الزراعة أو تربية الحيوانات أو الأغراض المنزلية .

(ب) الحصاد المائي الصناعي :

وهـو ذلـك النوع من الحصاد المائي الـذي يحدث بفعل تدخل الإنسان ، الذي بـدوره باستخدام أدوات ووسائـل وطرائق يتم من خلالها اصطياد مياه الأمطـار وحجزها وتخزينها على شكل رطوبة في التربة أو في صورة مياه في مجمعات مائية خاصة يتم إقامتها لهذه الغاية . والإنسان في مثل هذا النوع من الحصاد يقـوم بمحـاكاة الطبيعة التي هـي أساس ومصدر إلهامـه في تطوير جمعي منشـآت ومنظومات الحصاد المائي. (يتصرف عن www.lcard.cgiar.org-٢٠١٢)

٢ / معيار البعد المكاني :

وفق هذا المعيار يمكن تقسيم عملية الحصاد المائي إلى نوعين رئيسيين كالتالي :

(أ) تجميع مياه الأمطار في منطقة سقوطها :

تطبـق عمليات حصـاد المياه وتقنياتها الخاصة بتجميع المياه في نفس منطقة سقوطها أو نفس منطقة التغذيـة عـادة على مستوى المزرعة ويكون الهدف الأساسي منهـا هو تجمع المياه في جزء معين من منطقة التغذية بهدف زيادة عمليات تسرب المياه إلى جوف التربة لرفع معدلات الرطوبة فيها ، وبالتالي تجهيزها لتصبـح صالحـة للزراعة وإنبات محاصيـل زراعية معينة ، وبالتالي ينحصر استخـدام المياه في مثل هذا

النوع من تقنيات الحصاد المائي في مجال الزراعة وتقانات الحصاد المائي المستخدمة في هذا النوع تقتصر على أساليب بسيطة أهمها : الحواجز ، والبرك ذات الأعماق الضحلة .

(ب) تجميع مياه الأمطار في غير منطقة سقوطها :

تجمع المياه في مثل هذا النوع من حصاد المياه من منطقة تغذية كبيرة نسبياً وتنقل عبر شبكة الجريان السطحي ألى مجرى رئيسي يكون إما وادياً أو سيلاً ويتم تجميع المياه في بطن الوادي أو السيل باستخدام إحدى تقانات حصاد المياه ثم يصار لاحقاً إلى الاستفادة من هذه المياه في أغراض مختلفة ، مع ملاحظة إن استخدام مياه الحصاد هنا لا يقتصر على الجوانب الزراعية بل يتعدى ذلك إلى الأغراض المنزلية وتربية الحيوانات ، وتقنيات الحصاد المائي المستخدمة في مثل هذا النوع من أنواع الحصاد المائي . عادة ما تكون تقانات أو منظومات كبيرة نسبياً وذات طاقة استيعابية كبيرة ومن أشهر هذه التقانات ، الخزانات الأرضية والبرك الكبيرة والسدود بأنواعها .(الخرابشة وآخرون ٢٠٠٩).

٣ / معيار حجم منطقة التغذية ومنطقة التخزين :

وفق هذا المعيار يمكن تقسيم أساليب الحصاد المائي إلى نوعين رئيسيين كالتالي :

(أ) تقانات حصاد مائي ذات مناطق تغذية وتخزين صغيرة نسبياً :

يسود هذا النوع من التقانات على مستوي المزرعة وعادة ما تكون مساحة منطقة التغذية صغيرة و كذلك بالنسبة لمنطقة التخزين ، وأغلب الأحيان تقع منطقة تجميع وتخزين المياه في جزء أو أجزاء معينة من منطقة التغذية وتستخدم المياه لأغراض الزراعة فقط . (يتصرف عن www.lcard.cgiar.org-٢٠١٢).

(ب) تقانات الحصاد المائي ذات مناطق التغذية والتخزين الكبيرة :

تقوم مناطق التغذية والتخزين في مثل هذا النوع من أنواع الحصاد المائي على مساحات كبيرة، وتستخدم المياه هنا لأغراض متعددة كالزراعة وتربية الحيوانات والأغراض المنزلية ، وعادة مايتم تخزين المياه هنا خارج منطقة التغذية وفي منظومات حصاد كبيرة كما هو الحال في السدود والآبار والبرك الكبيرة .

٤ / معيار الجريان

يمكن تقسيم حصاد المياه حسب هذا المعيار إلى قسمين هما :

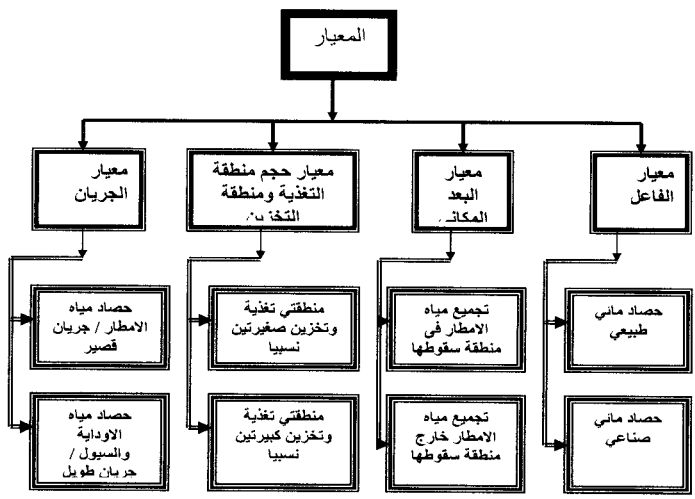
(أ)حصاد مياه الأمطار / جريان قصير :

يتم هذا النوع من الحصاد المائي على مستوى المزرعة وعادة ما تكون المسافة التي تقطعها مياه الأمطار إلى منطقة التخزين قصيرة نظراً لأن منطقة التخزين تشكل جزءاً من منطقة التغذية ، وتستخدم المياه لاغراض الزراعة فقط .

(ب) حصاد مياه الأودية والسيول :

تقطع مياه الأمطار التي يتم تجميعها عبر شبكة الجريان السطحي مسافة طويلة الى حد ما حتى يتم تجميعها في مجرى رئيسي يأخذ شكل واد أو سيل ، حيث يتم في بطن السيل أو الوادي تخزين المياه باستخدام إحدى تقانات حصاد المياه الكبيرة أو ذات الطاقة الاستيعابية الكبيرة نسبياً ، تستخدم مياه الحصاد هنا لأغراض متعددة منها الزراعة وتربية الحيوانات والأغراض المنزلية (آل الشيخ ٢٠٠٦).

وتجدر الإشارة هنا إلى القول بأنه رغم وجود معايير مختلفة لتصنيف أنواع حصاد المياه إلاّ أن أنواع حصاد المياه وفق المعايير الأربعة هي نفسها تتكرر بتسميات مختلفة ، ولعل هذا التكرار لأنواع حصاد المياه باسماء مختلفة قد سبب إرباكاً وسوء فهم لأنواع الحصاد المائي (الخرابشة وآخرون ٢٠٠٩).



شكل (٣) يوضح أنواع حصاد المياه حسب معايير مختلفة

١٣.الإدارة الرشيدة للأحواض الجوفية :

أظهرت الدراسات التي أجريت حول مستقبل الوضع المائي في منطقة القاش أن التغذية الجوفية للحوض الجوفي المحصور بين منطقة الجيرة جنوب مدينة كسلا وفوتا شمال مدينة كسلا حوالي ٤٩٠ مليون متر مكعب في العام بينما يقدر السحب من هذا الحوض بحلول عام ٢٠٢٠ حوالي ٥٤٠ مليون متر مكعب ، كما أظهرت الاستهلاك المتنامي لهذا المورد في أغراض الزراعة واستهلاك الإنسان والحيوان (المياه الجوفية والوديان ٢٠١٠) ، لذلك ينبغي وضع أسبقيات واضحة تساهم في تلبية احتياجات المنطقة من المياه الجوفية والحفاظ عليها من التلوث . الجدر بالذكر أن التغذية الجوفية تعتمد على عدد موجات

الفيضان أكثر من اعتمادها على كمية الفيضان .

رغم شح الأمطار بالولاية فإن طبيعة الأرض وتركيبة التربة تساعد كثيراً على توليد الجريان السطحي، عليه فإنه بالامكان تنفيذ مشاريع حصاد مياه عديدة والتي يمكن الاعتماد عليها في تنمية المنطقة ومحاربة الفقر واستقرار الرحل ودرء آثار الجاف والتصحر .

١٤. حصاد المياه بولاية كسلا :

مما سبق يمكن الحديث في نقاط عن الملامح الأساسية للواقع الموجود حالياً محل الدراسة وللموارد المائية بولاية كسلا من حيث رصدها واستخدامها وتنميتها وحسن إدارتها لتساهم في تقليل آثار الفيضانات والجفاف وحدة الفقر :

١- تعتبر الموارد المائية بمنطقة الدراسة محدودة علي وجه العموم وغير متجددة على وجه الخصوص إذ أن مصادرها تنحصر في نهر القاش ومياه الأمطار والخيران الصغيرة المتعددة (تنبع من إرتريا أو محلياً) .

٢- تسقط أكثر من ٨٠٪ من مياه الأمطار في الفترة من يونيو حتي سبتمبر .

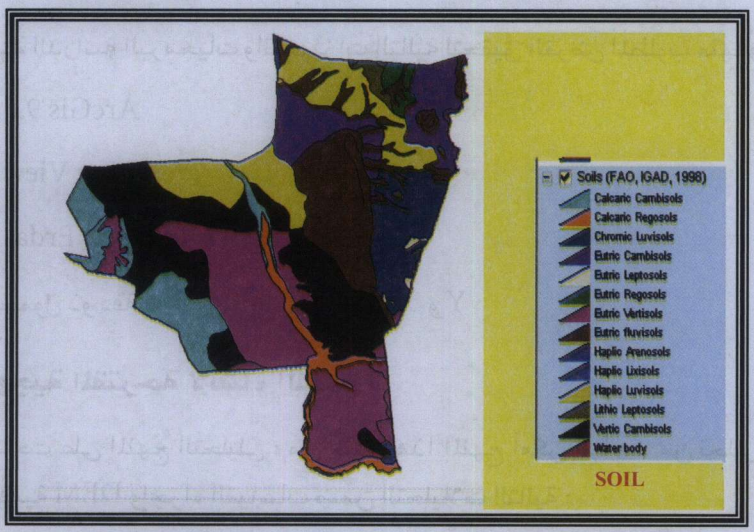
٣- تقع المنطقة في الإقليم المناخي الشحيح والفقير . حيث تقدر متوسطات الأمطار السنوية ما بين ١٣٠ملم - ٢٣٠ ملم في كل من أروما وكسلا.

٤- افتقار المنطقة إلى الأحواض الجوفية المناسبة مع عدم وجود أنهار ومياه سطحية دائمة .

٥- تتراوح متوسط تصرفات نهر القاش في ولاية كسلا ما بين ٥١٠ مليون متر مكعب في منطقة فوتا شمال مدينة كسلا وحوالي ١ مليار متر مكعب في منطقة الجيرة جنوب مدينة كسلا سنوياً .

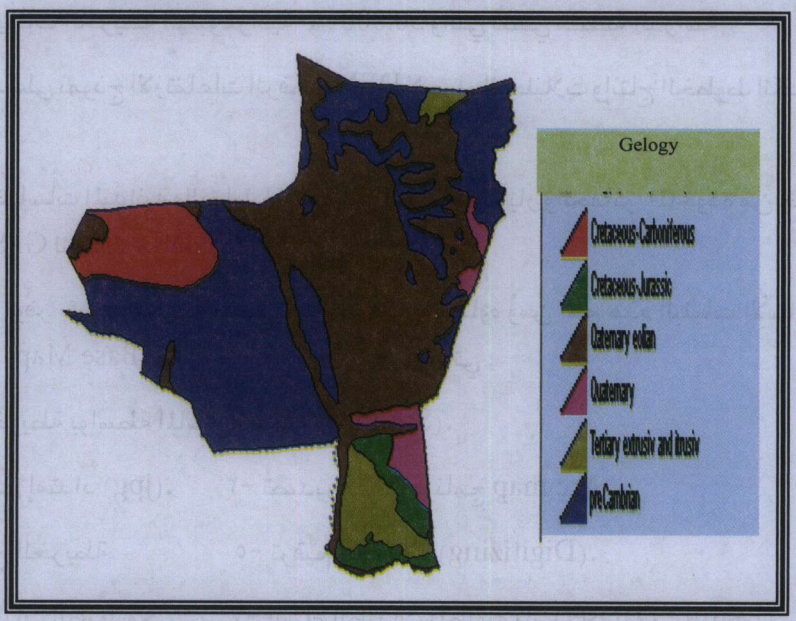
٦- يتغذى الحوض الجوفي من فيضان نهر القاش الموسمي هذا بالإضافة لوجود أحواض جوفية صغيرة (حوض جمام وحوض وقر) .

٧- الحوض الجوفي محدود وسمكه لا يتعدى العشرين متراً في أفضل حالاته .(إبراهيم وآخرون ٢٠٠٨).



شكل (٤) يوضح التربة ولاية كسلا

المصدر: وزارة الزراعة والثروة الحيوانية قسم صيانة التربة - بتصرف من الباحث



شكل (٥) يوضح جيولوجيا ولاية كسلا

المصدر : هيئة الأبحاث الجيلوجية - بتصرف من الباحث

(١٥-أ) البرمجيات والتجهيزات المستخدمة في الدراسة :

استخدمت في الدراسة البرمجيات والتجهيزات التالية لتحقيق الغرض المطلوب منها وهي :

١/ برنامج ArcGis 9.3

٢/ برنامج Arc View

٣/ برنامج Imagine Erdas

٤/ GPS محمول ذو دقة +___ ٥ م على المحورين X و Y

(١٥-ب) المنهجية المقترحة لإنشاء النظام :

اعتمد الباحث على المنهج التحليلي : من خلال هذا المنهج أمكن الباحث من تحليل بيانات نماذج الارتفاعات الرقمية DEM وإجراء القياسات ضمن التحليلات التالية :

١/ تحليل منطقة الدراسة من أجل رسم الخيران والأنهار وقياس المساحات والمسافات من خلال برنامج ARCGIS .

٢/ تحليل بيانات الخريطة الطبوغرافية 1 : 50.000 والتي تغطي منطقة الدراسة

٣/ الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية DEM لإجراء التحليلات وإنتاج الخطوط الكنتورية لمنطقة الدراسة .

٤/ رصد القياسات الميدانية والنقاط لمواقع بعض الخيران والآبار والحفائر المأخوذة من جهاز التحديد المكاني GPS لتحديد مواقعها .

٥/لابد من توفر بنيات أساسية لوصف النظام المراد إنشاؤه ومن أهم هذه البنيات الأساسية خريطة الأساس (Base Map) والتي يتم من خلالها عمل الآتي :

١- إدخال الخريطة بواسطة الماسح الضوئي (Scanner).

٢- حفظها على إمتداد (jpg). ٣- تصديرها إلى برنامج Arc map.

٤- عمل تنقيح للخريطة. ٥- ترقيم الخريطة (Digitizing).

٦- إجراء عمليات الطبوليوجي. ٧- إنشاء الطبقات المطلوبة بالـ (Feature Dataset).

٨- إنشاء قاعدة بيانات لتعريف المعالم في الخريطة.

١٦. النظام المقترح :

يستخدم النظام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) و صور من الأقمار الاصطناعية land sat في عكس الوضع الراهن لمجاري الخيران والأنهار ومواقع الآبار والحفائر ومعرفة الكثافة السكانية وتوزيعها ومن ثم يتم تصميم النظام الجديد . وقد قسم العمل إلى عدة مراحل يمكن عرضها على النحو التالي :

١٧. مرحلة جمع المعطيات :

لوضع نظام يستخدم تقنيات نظم المعلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد لحصاد المياه كان لزاماً من إعداد قاعدة البيانات التي تعتمد على العناصر الموثقة والتفاصيل المرتبطة بها وفق المعايير المتبعة عالمياً وقد تضمنت هذه القاعدة الخرائط والبيانات تم تقسيمها على النحو التالي :

١/ خريطة المعلومات الأساسية وتشمل :

أ/ التقسيمات الإدارية . ب/ النقل ج/ المدن الرئيسية والقرى .

٢/ خريطة معلومات المياه وتشمل:

أ/ الأنهر والوديان والخيران. ب/ المياه الجوفية ج/ الأمطار .

٣/ خريطة معلومات الأرض والتربة وتشمل :

أ/ التربة. ب/ شكل الأرض(كنتور). ج/استخدامات الأرض.

٤/ خريطة معلومات الغطاء النباتي وتشمل :

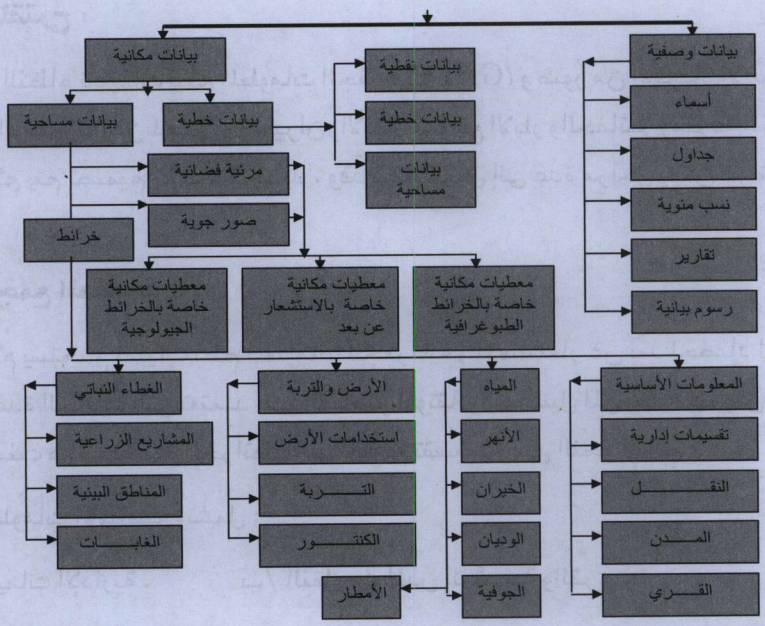
أ/ المناطق البيئية. ب/ المشاريع الزراعية. ج/ تشجير الغابات .

٥/ المعطيات المكانية الخاصة بالاستشعار عن بعد بالاعتماد على الخرائط المأخوذة من الصور الفضائية .

٦/ المعطيات المكانية الخاصة بالخرائط الطبوغرافية بمقياس 1/50000.

٧/ المعطيات المكانية الخاصة بالخرائط الجيولوجية مقياس 1/200000.

٨/ الخارطة المطرية لمنطقة الدراسة مقياس 1/50000.



شكل (٦) رسم تخطيطي لبناء النموذج التصوري لبيانات قاعدة البيانات لمنطقة الدراسة

المصدر من عمل الباحث

من خلال هذه المعطيات التي أتينا على ذكرها تم الحصول على مجموعة طبقات (خرائط ومخططات) ذات صلة بموضوع الدراسة . هذه الطبقات اعتمدت كأساس لتطبيق معايير محددة عليها بما ينسجم والمسالة العلمية المطروحة وهي الأماكن المثلى لإقامة عمليات حصاد المياه وتخزينها .

١٨.مرحلة الخرائط والمخططات الغرضية الموضوعة :

١/ شريحة (طبقة) الارتفاعات : يتم استنتاج مخطط الارتفاعات من مخطط خطوط الكنتور الذي أخذ عن الخرائط الطبوغرافية الرقمية والغاية من وضع هذا المخطط هو الوصول إلى مخطط الانحدارات .

٢/ شريحة الانحدارات : يتم وضع هذا المخطط من مخطط الارتفاعات ويعكس هذا المخطط مقدار الميول للسطح الطبوغرافية في منطقة الدراسة .

٣/ الشريحة التكتونية (حركة زحزحة الأرض ، منطقة جبل توتيل) : يتم وضع الشريحة التكتونية باستخدام الصور الفضائية من نوع ETM بقدرة تمييز مكانية ٣٠م .

٤/ الشريحة الليثولوجية (شكل التضاريس من مرتفعات أو منخفضات) : يتم وضح المخطط الليثولوجية

مـن خلال الخارطـة الجيولوجية حيـث يتم تمييـز التشكيلات الصخريـة في منطقـة الدراسة تبعا لطبيعتها الليثولوجية .

٥/ شريحـة المجاري المائية : يتم الحصول على هـذه الشريحة من خلال الخارطة الطبوغرافية الرقمية والتي أظهرت توزيع شبكة المجاري المائية في المنطقة واتجاهاتها .

٦/ شريحـة كثافـة المجاري المائية : يتم الحصـول على هذه الشريحة من شريحـة المجاري المائية وذلك بحسـاب كثافة هذه المجاري بحساب أطوالها في وحدة المساحـة باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية .

٧/ شريحـة أحواض التجميـع : والتي تم وضعها باستخـدام برنامج التحليـل الهيدروجيولوجي (ARC HYDROGOL) .

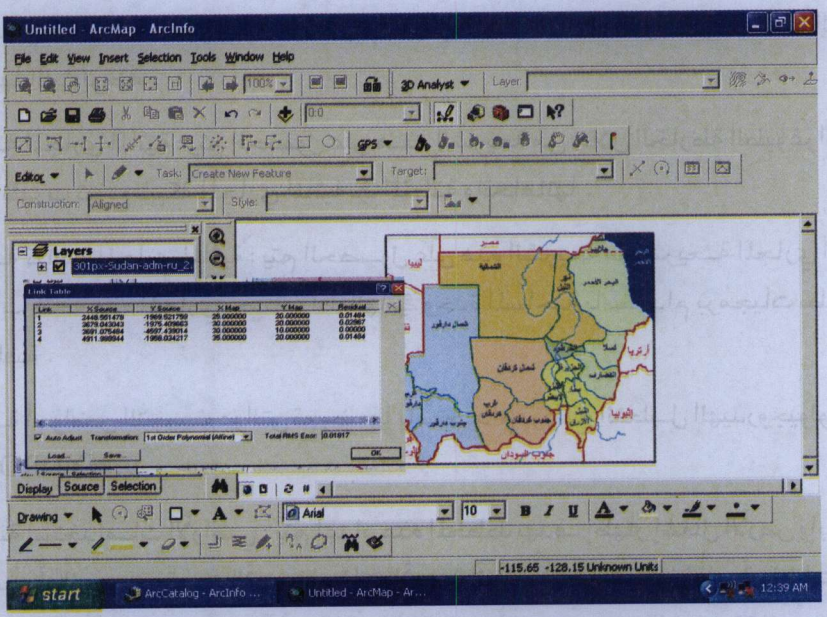
٨/ شريحـة استخدامـات الأراضي : يتم إعداد هذه المخطط بهدف إظهار إشغال الأرض وإبراز النشاط الزراعـي أو الرعـوي وتمييز الأهـداف ذات الأهمية الخاصة التي لا يجوز إقامـة منشات هندسية أو صناعية عليها أو بالقرب منها وفقاً للمعايير المطبقة لهذا الغرض وهذه الشريحة تم وضعها من خلال الصورة الفضائية لمنطقة الدراسة حيث يتم وضع تصنيف لاستعمالات الأراضي .

٩/ مخطـط القرى والتجمعـات السكانية : والذي تم الحصول عليه من الخارطـة الطبوغرافية والصور الفضائية بهدف تحديد هذه المواقع بالنسبة للتجمعات السكانية .

١٠/ مخطـط الطرقـات : وضع هـذا المخطط من الخارطـة الطبوغرافيـة الرقمية والصـور الفضائية كمخطط دليلي لتسهيل مهمة الوصول إلى المواقع . (الكفري ٢٠٠٨)

١٩. مرحلة حفظ قاعدة البيانات بالحاسوب :

بعـد إعداد قاعـدة البيانات والطبقات اعتمـاداً على المعايـير العالمية والتي وضعت لتكـون أساساً في توصيف الظاهرة وتصميمها لعمليات حصاد المياه . تبدأ مرحلة الحفظ بعمل تثبيت علي خريطة الأساس، وأول خطـوة إدراج نقاط تحكم والتي تظهـر في الشكل رقم (٤-٢٠) والذي يبين قيم الإحداثيات الرأسية والأفقيـة (X.Y) وتعتـبر جميـع النقاط هي نقـاط ضبط بالنسبـة لجميع الظواهـر المساحية والخطية والنقطيـة . وبذلـك نكون قد حافظنا على أبعاد الظواهر بعضها إلى بعض . وقد اختار الباحث أربع نقاط على التوالي (٢٥ ، ٢٠) ، (٣٠ ،٢٠) ، (٣٠،١٠) ، (٣٥، ٢٠).



شكل (٧) يوضح نقاط التحكم – المصدر من عمل الباحث

آثر الباحث من خلال الدراسة عمل نموذج لمواقع مقترحة لإقامة منشات حصاد المياه وبنى ذلك على أساس توجهات علمية تخطيطية حيث يقترح الباحث مواقع معينة راعى فيها بعض المعايير التي وضعت كمقياس لإقامة منشات حصاد المياه . ونجد أن صلاحية منطقة ما لحصاد المياه تعتمد على قدرتها على تلبية المتطلبات التقنية الأساسية للنظام. إضافة إلى ذلك، يجب أن تتوافق أية تقنية يتم اختيارها والظروف الاجتماعية والممارسات الزراعية. وعند وضع خطط لتطوير هذه النظم، يجب أن تتوافر بيانات ملائمة حول المناخ، والتربة، والمحاصيل، والطبوغرافيا، والجوانب الاجتماعية – الاقتصادية الخاصة بمنطقة المشروع. وتعتبر الزيارات الميدانية، ومعاينة الموقع، والصور الطبوغرافية المتخصصة، والصور الجوية وتلك الملتقطة بواسطة الأقمار الاصطناعية (الاستشعار عن بعد) ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) من الوسائل والأساليب التي استخدمها الباحث في اكتساب البيانات من أجل وضع خطط نظم حصاد المياه وتصميمها وتنفيذها. وكإحدى أهم الوسائل الحديثة في اختيار الطريقة المثلى لحصاد المياه .

وتم تحديد الموقع من خلال وضع الغاية التي ستستخدم فيها المياه التي يتم حصادها بعين الاعتبار. وستكون مسألتا القرب من موقع السكن ونقاء المياه من الجوانب التي ستؤخذ في الحسبان عند استخدام المياه منزلياً أو للثروة الحيوانية، مع وجوب تلبية الإحتياجات المختلفة من المياه من أجل الزراعة أو من أجل استخدام متعدد الأغراض.

ومـع إمكانيـة تنفيذ نظم حصاد الميـاه فوق نطاق واسع من المنحـدرات، إلا أن الطبوغرافيا لا تزال عامـلاً رئيسـاً يدخل في اختيار التقنيـة الملائمة. فعلى وجه العموم، وليس دائمـاً، يتم استخدام الأراضي الأشد انحداراً ذات التربة القليلة العمق كمستجمعات للمياه، بينما تخصص المنحدرات الأقل ميلاً لزراعة المحاصيـل، إذ تكون التربـة فيها أكثر عمقاً. إن هذه العملية تسمح للتربة الأقل عمقاً وإنتاجية في مشاركة نصيبها من مياه الأمطار مع التربة الأكثر عمقاً وإنتاجية.

أمـا بالنسبة للتربة التي تتسم بمعدلات نفاذية مرتفعـة، كالتربة الرملية على سبيل المثال، فهي غير مواتية لتكون مستجمعات لحصاد المياه من دون القيام ببعض التدابير. وغالباً ما تقتصر صلاحيتها على استخدامهـا كمستجمع صغـير لحصاد المياه من أجـل استهلاكها من قبل الإنسان والحيـوان أو من أجل إنتـاج محاصيـل مرتفعة القيمة. ويجب أن تؤخذ قوام التربة في الحسبان لأن ذلك يؤثر في درجة انجراف تربة المستجمع. ويعتبر قوام التربة وعمقها عاملَين مؤثرَين في إجمالي طاقة تخزين المياه في التربة، وهذا بدوره، يتحكم بكميّة المياه التي يمكن توفيرها لري المحاصيل خلال الفترات الجافة.

وتعـد حقوق المياه، وحيـازة الأرض واستخدامها من بين المشكلات التي قـد تشكل أحياناً عائقاً أمام اختيـار المواقع والتقنيات المناسبة. ونجد أن الكثير من مشروعات حصاد المياه أخفقت بكل بساطة نتيجة عـدم أخذ مسائل كهذه بعين الاعتبـار بشكل كامل. وتزيد الملكية الجماعيـة للأراضي من عدد الخيارات المتاحـة، بمـا في ذلك اختيار مستجمع كبير. وقد تكون النظم ذات النطاق الواسع أكثر اقتصادية، إذ أنها تتطلب مقداراً أقل من العمل على مستوى الإنشاء وأعمال الصيانة في وحدة المساحة.

وتجـدر الإشـارة هنا إلى ما يميز منطقة الدراسة هو التباين في الارتفاعات والذي ينعكس من خلال الوحـدات التضاريسيـة الرئيسية فيها مابين مرتفعـات جبلية و سهول ومنخفضـات ، وتباين الارتفاعات ينعكـس مـن خلال مخطط الارتفاعات للصورة DEM لمنطقة الدراسـة و تم تكوين مخطط الانحدارات مـن مخطط الإرتفاعات في منطقة الدراسة .كما تظهر الصورة كثافة الخيران المائية الفرعية والرئيسية التـي تغطي أغلب منطقة الدراسة من الجانب الشرقي والشمالي الشرقي . عموماً تتميز منطقة الدراسة بكثافة الخيران المائية .

اعتمـد الباحث على معايير محددة وذلك بما يلائم المسألة العلمية المطروحة ألا وهي اقتراح تحديد المواقـع المثلـى لعمليات حصـاد المياه عليهـا حيث أخـذ الباحث بعين الاعتبـار كل العوامـل ذات العلاقة وهـي الوضـع الطبوغرافي ، الوضـع الجيولوجي (التكتوني وتعني حركة زحزحـة الأرض، منطقة توتيل) و (الليثولوجـي شـكل التضاريس مـن مرتفاعت أو منخفضـات) ، واستعمالات الأرضـ (غطاء الأرض) والوضع الديموغرافي(التجمعات السكانية) بالإضافة إلى بعض الشروط مثل :

١/ يجب أن لا يكون الموقع المقترح على طريق رئيسي .

٢/ يجب أن لا يكون الموقع المقترح داخل نطاق حفائر أو آبار أو مضخات يدوية قائمة .

٣/ يجب أن يكون الموقع المقترح يخدم منطقة إدارية توجد بها كثافة سكانية في حالة الحصاد للشرب أو الاستخدام المنزلي أو يمكن الوصول إليه بسهولة .

٤/ يجب أن لا يتعدى الموقع على أراضي ذات طبيعة خاصة أو مباني .

لقد طبقت هذه المعايير على طبقات تم استنباطها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من خلال المدخلات الرئيسية التي تم ذكرها . ومخرجات النظام المقترح المتابعة التالية توضح عملية تصميم نظام حصاد المياه :

١ / المعايير الطبوغرافية :

تم تطبيق المعايير الطبوغرافية على طبقة مخطط الانحدارات حيث اعتمد أن يكون المعيار للميول المقبول لسطح الأراضي التي تقع ضمنها الحفائر هي (٠ إلى ١١) وفقاً للمعايير العالمية . بحيث تكون الأرض التي يقع عليها موقع الحفير منبسطة أو ذات ميول لطيفة .

٢ / المعايير الجيولوجية :

حركة زحزحة الأرض ، منطقة توتيل (الطبقة التكتونية) : لقد كانت الغاية من وضع هذه الطبقة وتطبيق المعايير عليها هي ضرورة مراعاة أن تكون المواقع المختارة واقعة على أرض ذات أساس متين بعيدة عن نطاقات التخلعات التكتونية التي غالبا ما تكون نطاقات ذات نفاذية عالية .

٣ / المعايير الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية : طبقت من خلال الطبقات التالية :

أ/ طبقة الخيران والأنهار : المعيار الملزم لاختيار المواقع الذي يجب أن يتحقق من خلال هذه الطبقة هو بأن تكون المواقع ضمن شبكة الأنهار والخيران في منطقة الدراسة .

ب/ طبقة الأمطار : طبق هذا المعيار لإعطاء تمييز للمواقع وتصنيفها كموقع درجة أولى وثانية وثالثة بحيث تكون المواقع المميزة ضمن نطاق هطول الأمطار الكبير نسبياً من غيرها .

٤ / معايير استعمالات الأراضي :

هنالك العديد من أنظمة استعمالات الأراضي التي يمكن استخدامها في إعداد مخططات استعمالات الاراضي وهي تبنى أساساً من اشكال استعمال الأراضي المحلية بحيث تلائم المتطلبات والغرض مما يناسب الدراسة المطلوبة . وقام الباحث بدراسة النظم المتوفرة وتم اقتراح نظام خاص بمنطقة الدراسة يمكن تلخيصه في الجدول التالي :

جدول (١) يوضح معايير استخدامات الأرض(غطاء الأرض) التي طبقت في الدراسة

الرقم	الفئـــة	الفـــرع	المعيـــار
١	مناطق زراعية	سواقي ، محاصيل مروية ، أشجار مثمرة	مرفوض
٢	صناعية	عمران ، منشآت خاصة ، طريق	مرفوض
٣	غابات	غابات طبيعية ، غابات صناعية ، أحزمة واقية	مرفوض
٤	مصادر مياه	أنهار، خيران رئيسية ، خيران فرعية ، دلتا	مقبول
٥	أراضي رطبة	مستنقعات ، مساحات خالية	مقبول
٦	مرتفعات	جبال ، تكشفات صخرية ، هضاب	مقبول
٧	مناطق بور عارية	مراعي، زراعة مطرية ، أراضي بور	مقبول

لقد تم إعداد طبقة استعمالات الأراضي (غطاء الأرض) لمنطقة الدراسة ويتضح لنا أن الزراعة تشكل النسبة الكبرى من المساحات تليها الأراضي غير المستعملة كالمراعي والجبال والكثبان الرملية تليها المناطق العمرانية والمنشآت الصناعية .

٢٠. مقاطعة الطبقات :

انطلق الباحث في التحليل المكاني من النقاط التالية :

١/ اعتبار كل العوامل والمعايير المستخدمة متساوية التأثير والوزن في تحديد الموقع.

٢/ استخدم الباحث في التحليل المكاني الأمر and بين الطبقات .

٣/ تم تنفيذ عمليات تقاطع intersection والحصول على طبقات جديدة .

٤/ تحديد القيم المؤثرة في كل طبقة وإعطاء قيمة ١ أو ٠ .

انطلاقاً من المنهجية التي أتينا على ذكرها وباعتماد المعايير التي حددناها فقد تم إجراء عدة تقاطعات بين الطبقات المختلفة وذلك للوصول إلى مقترح لتحديد المواقـــع الملائمـــة لعمليات حصـــاد المياه ، شكل (٨) .

١/ وضع المقترح الأولي للمواقع وتم تسميته بالمقترح (A) روعي فيه شكل توزيع التجمعات السكانية وتوزيع الآبار والحفائر والمضخات اليدوية بحيث يكون الموقع خالياً منها أو ذات توزيع قليل مقارنة مع التجمعات السكانية وزيادة السكان والطلب المتزايد على المياه ، موضحة بالأشكال من (٩) إلى (١٥).

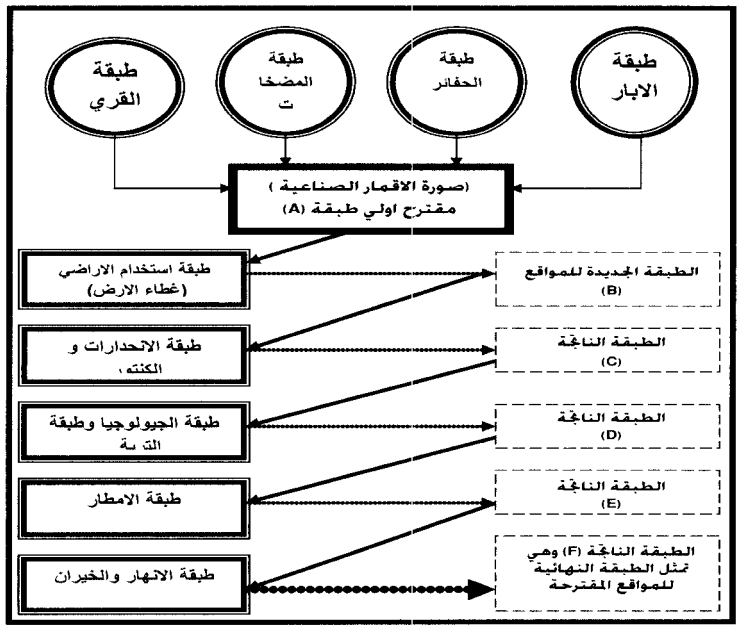
٢/ مقاطعة المقترح الأولي للمواقع (A) مع طبقة استخدام الأراضي (غطاء الأرض) وذلك حسب الشروط والمعايير المحددة حيث ينتج عن هذه العملية طبقة (B) شكل (١٦) .

٣/ مقاطعة الطبقة (B) مع طبقة الانحدارات والكنتور وفق المعايير المحددة بحيث تقبل كل المواقع التي تقع ضمن الميول من (٠-١١) درجة وترفض المواقع التي تقع فوق ذلك . ونتج عن هذه العملية طبقة جديدة (C) شكل (١٧) .

٤/ مقاطعة الطبقة (C) مع الطبقة الجيولوجية وطبقة التربة حيث نتجت طبقة جديدة (D) شكل(١٨).

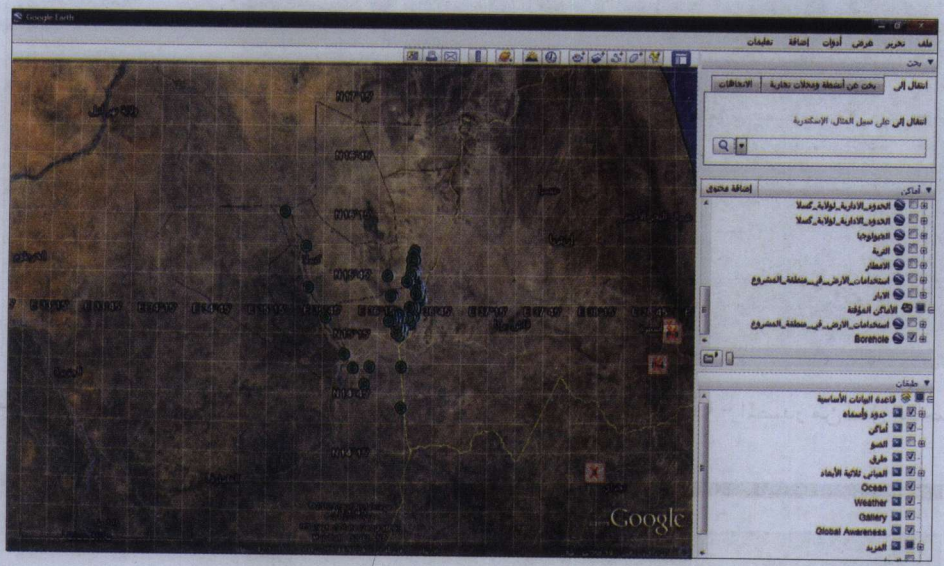
٥/ مقاطعة الطبقة (D) مع طبقة الأمطار وذلك بغرض تصنيف المواقع المقترحة حسب درجة اهميتها بما يتناسب وموقعها ضمن نطاق هطول الأمطار ذات المعدلات الكبيرة ، ونتج عن ذلك الطبقة (E) شكل (١٩) .

٦/ مقاطعة الطبقة الجديدة (E) مع طبقة الأنهار والخيران لينتج طبقة جديدة توضح موقع المناطق المقترحة ضمن شبكة الأنهار أو الخيران ونتج عن ذلك طبقة جديدة (F) شكل (٢٠) وهو يمثل المخطط النهائي .

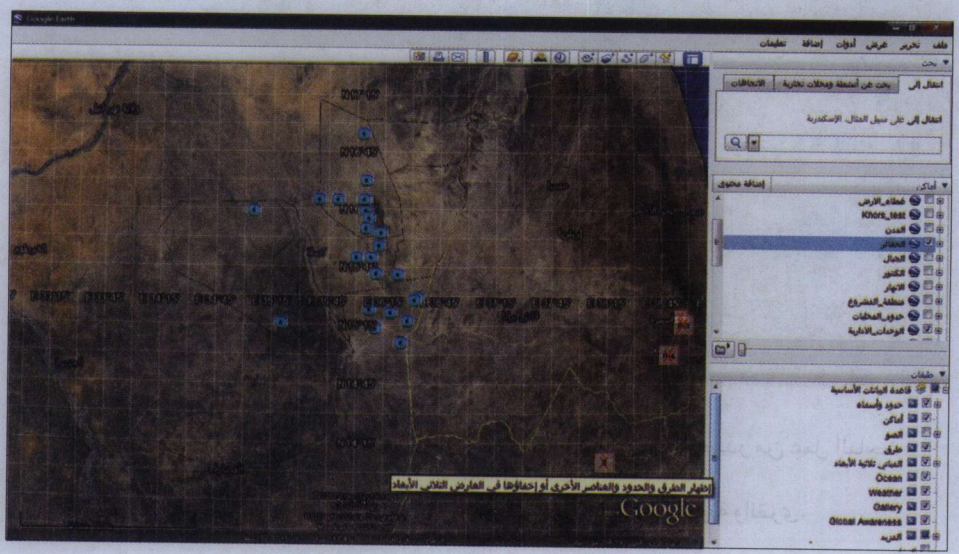


شكل (٨) يوضح مخطط التقاطعات – المصدر من عمل الباحث

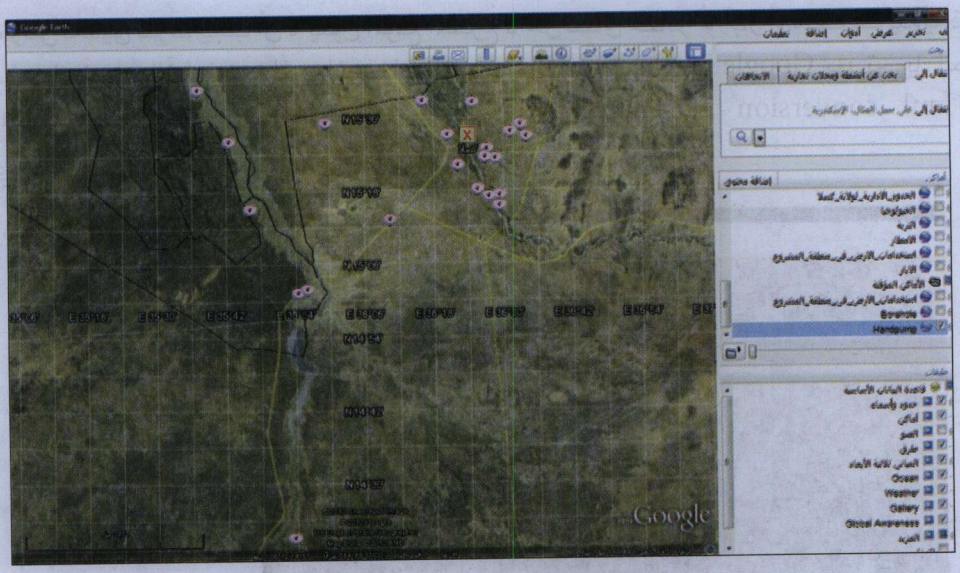
بغرض تحقيق شرط يجب أن لا يكون الموقع المقترح داخل نطاق حفائر أو آبار أو مضخات يدوية قائمة تم اسقـاط طبقات الآبار والحفائر و المضخات اليدويـة والقرى على Google Earth بعد تحويل الطبقة إلى kml بواسطـة صنـدوق الأدوات arc toolbox – 3D Analyst tools – conversion – to kml . والذي اعتبر مخططاً دليلياً لإعداد المواقع المقترحة .



شكل(٩) يوضح إسقاط طبقة الآبار الجوفية على برنامج Google Earth – المصدر من عمل الباحث



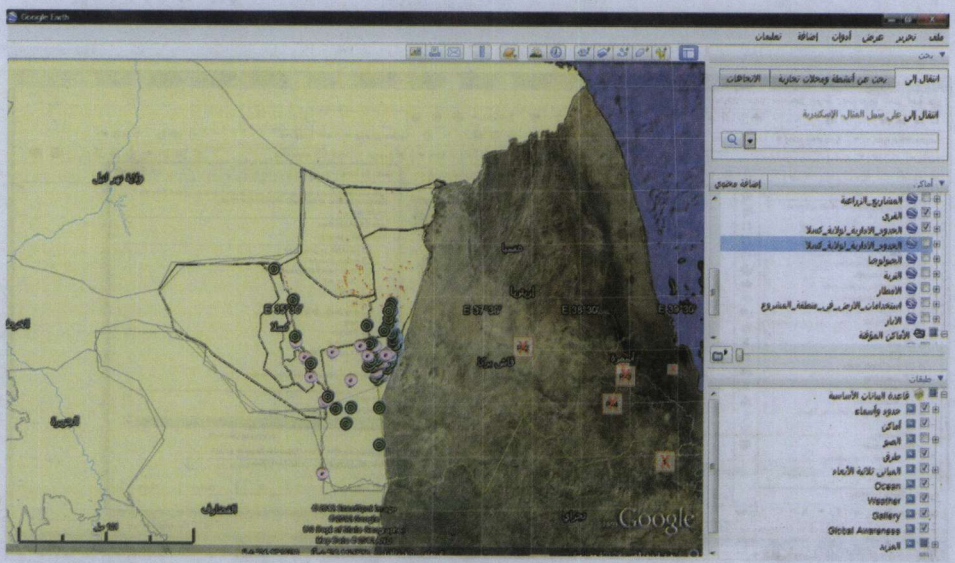
شكل(١٠) يوضح إسقاط طبقة الحفائر على برنامج Google Earth – المصدر من عمل الباحث



شكل(١١) يوضح إسقاط طبقة المضخات اليدوية على برنامج Google Earth - المصدر من عمل الباحث

شكل(١٢) يوضح إسقاط طبقة القري على برنامج Google Earth - المصدر من عمل الباحث

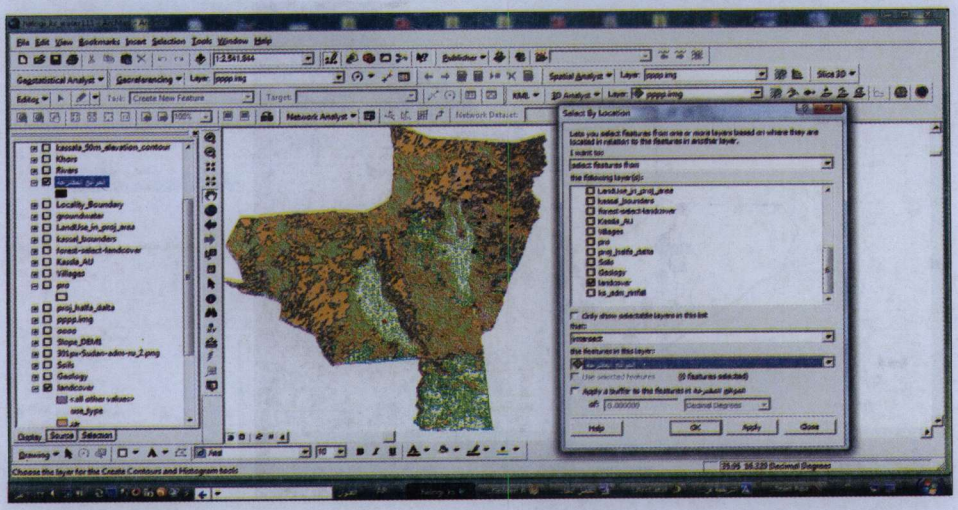
ونتج من إسقاط كل من طبقة الآبار و الحفائر والمضخات اليدوية والقرى.



شكل(١٣) يوضح إسقاط الطبقات - الآبار - الحفائر - المضخات اليدوية - القرى على برنامج Google Earth - المصدر من عمل الباحث

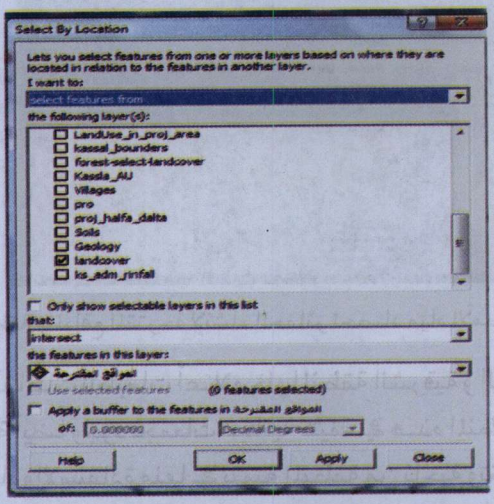
شكل(١٤) يوضح صورة للمنطقة والمواقع المقترحة لإنشاء الحفائر لحصاد مياه الأمطار - المصدر من عمل الباحث

ونلاحظ من هذه الاسقاطات للطبقات أعلاه خلو المنطقة الشرقية و الشمالية الشرقية من أي من مصادر المياه مع الملاحظة أيضاً وجود تجمعات سكانية كثيفة في هذه المنطقة . وتم اعتماد هذه المنطقة لإقامة منشآت لحصاد المياه والاستفادة منها في تنمية المنطقة من ناحية وتغذية المياه الجوفية من ناحية أخرى وعليه تم اقتراح اثنى عشر موقع تشمل كل المنطقة الشمالية والشمالية الشرقية . شكل (١٤) يوضح مقترح المواقع والمنطقة التي سيتم إقامة منشآت لحصاد المياه فيها .

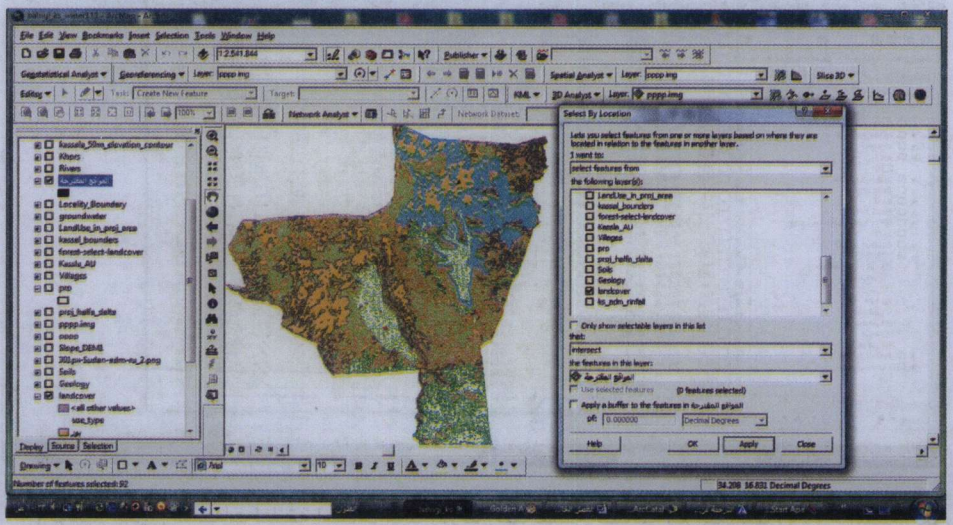


شكل (١٥) تقاطع المواقع المقترحة مع طبقة استخدامات الأرض - المصدر من عمل الباحث

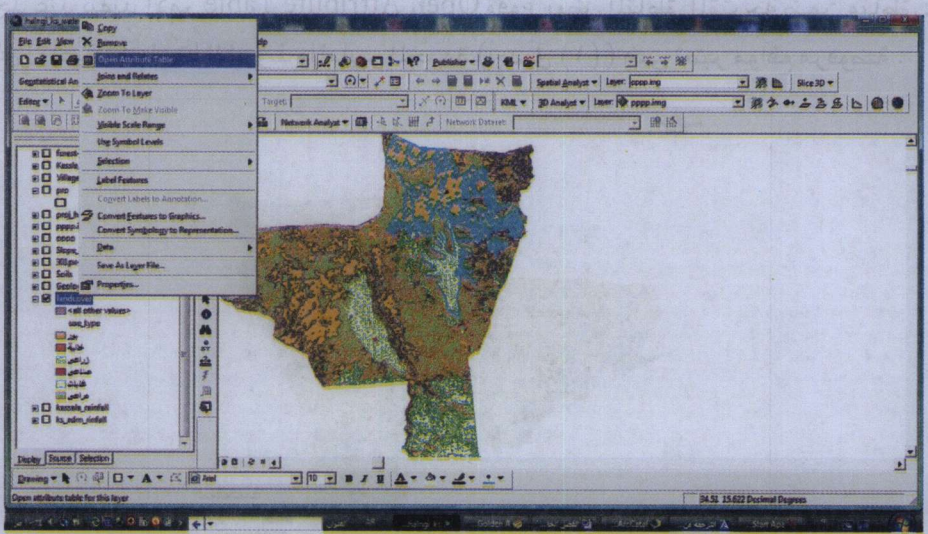
بعد ذلك تم تقاطع كل من المواقع المقترحة طبقة (A) مع طبقة استخدامات الأراضي وذلك حسب الشروط والمعايير المحددة (أنظر جدول(١)) حيث ينتج عن هذه العملية طبقة جديدة هي طبقة (B) وفيها نلاحظ تقليص بعض المناطق المقترحة بعد تطبيق المعايير عليها ، لتصبح تسعة مواقع بدلاً من اثنى عشر موقعاً .



شكل(١٦) اختيار الموقع بواسطة التقاطع في برنامج ArcMap - المصدر من عمل الباحث



شكل (١٧) الأراضي التي تقع فيها المواقع المقترحة - المصدر من عمل الباحث

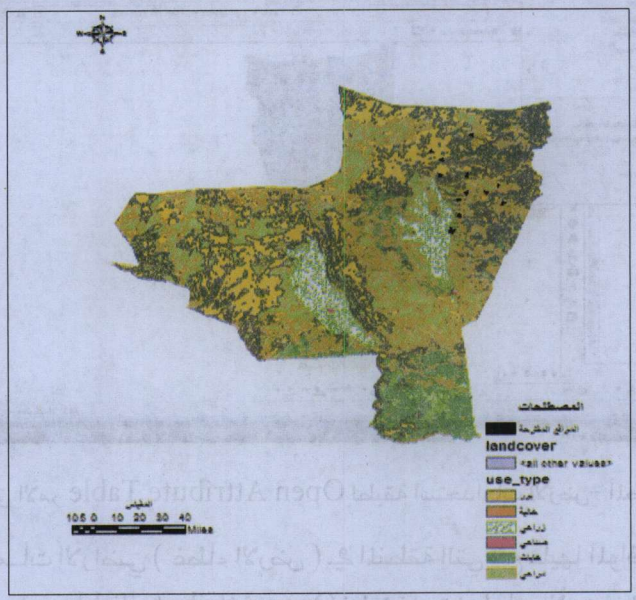


شكل (١٨) يوضح تطبيق الأمر Open Attribute Table لطبقة استخدامات الأرض- المصدر من عمل الباحث

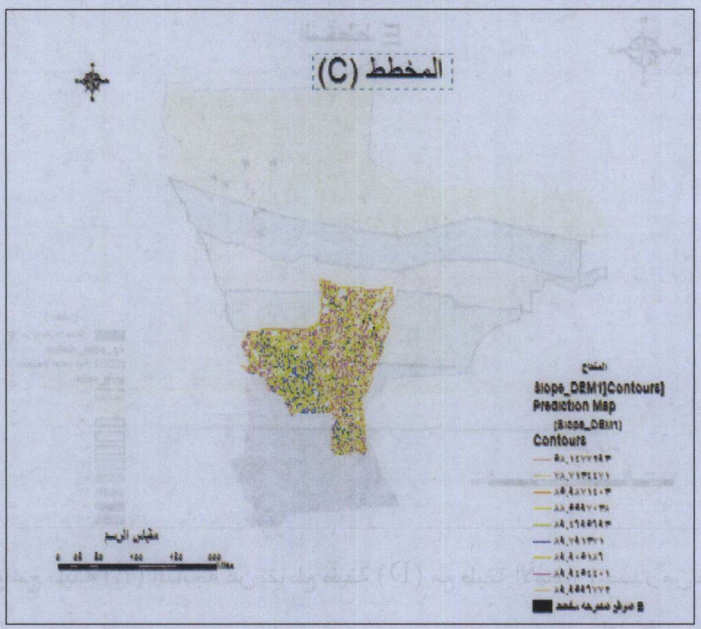
ولمعرفة استخدامات الأراضي (غطاء الأرض) في المنطقة التي تقع عليها المواقع المقترحة في الشكل (١٧) أعلاه . ننقر على Open Attribute Table لطبقة استخدامات الأرض لمعرفة نوع الاستخدام للأراضي التي تم اختيارها ضمن عملية Select السابقة وهي تتضمن المناطق المقترحة .

شكل(١٩) يوضح جدول الصفات لطبقة استخدامات الأرض بعد عملية التقاطع مع المخطط (A) - المصدر من عمل الباحث

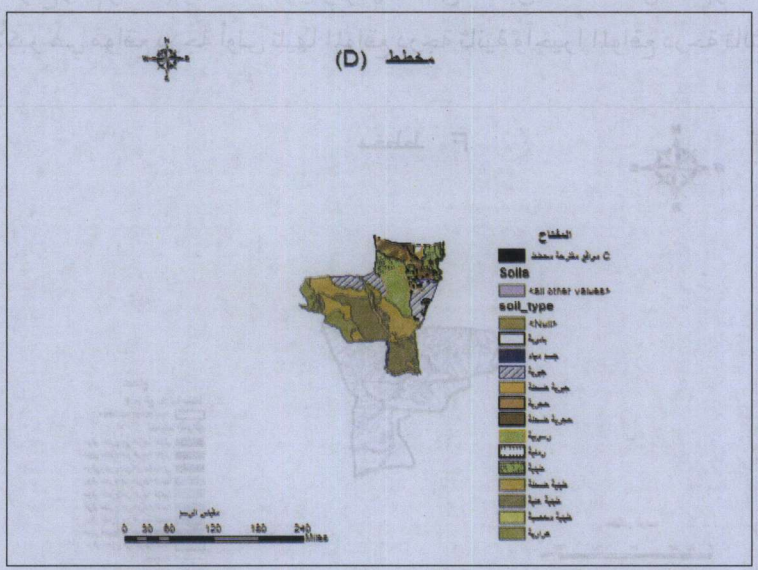
ونجد عند تنفيذ الأمر Open Attribute Table وقوع بعض المناطق المقترحة ضمن مناطق غابات و مناطق زراعية ، وتطبيقاً للشروط والمعايير المحددة (جدول (١)) فهي تعتبر مواقع مرفوضة .



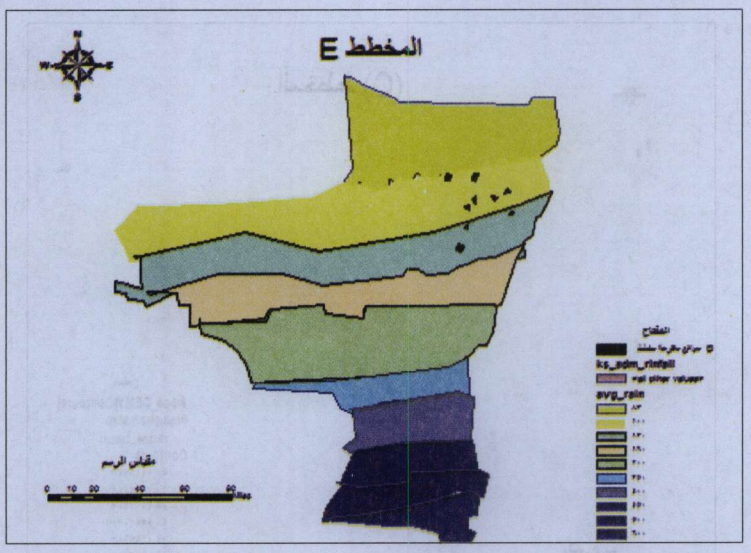
شكل(٢٠) يوضح الطبقة (B) الناتجة عن تقاطع المخطط (A) مع طبقة استخدامات الأراضي - المصدر من عمل الباحث



شكل(٢١) يوضح الطبقة (C) الناتجة عن تقاطع الطبقة (B) مع طبقة الإنحدارات والكنتور - المصدر من عمل الباحث

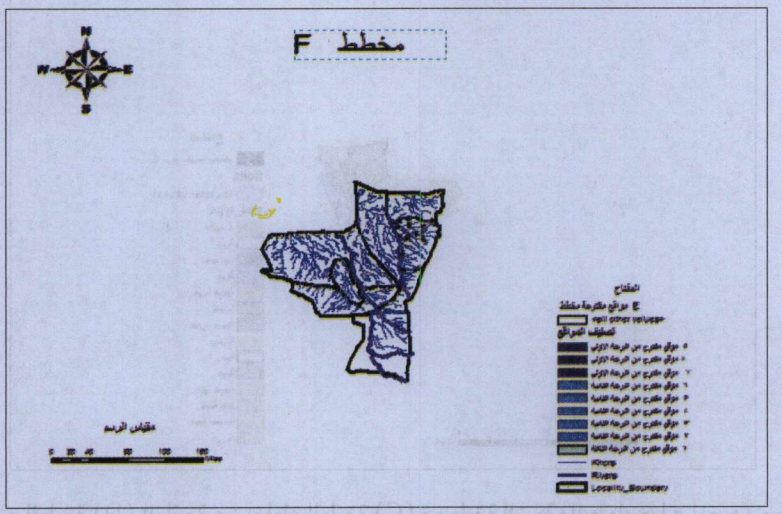


شكل (٢٢) يوضح الطبقة (D) الناتجة عن تقاطع الطبقة (C) مع طبقة التربة والجيولوجيا - المصدر من عمل الباحث

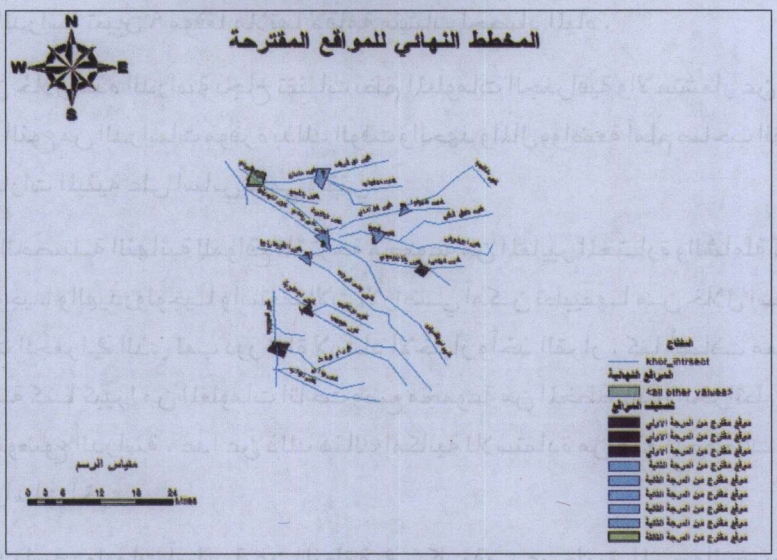


شكل(٢٣) يوضح طبقة (E) الناتجة عن تقاطع طبقة (D) مع طبقة الأمطار المصدر من عمل الباحث

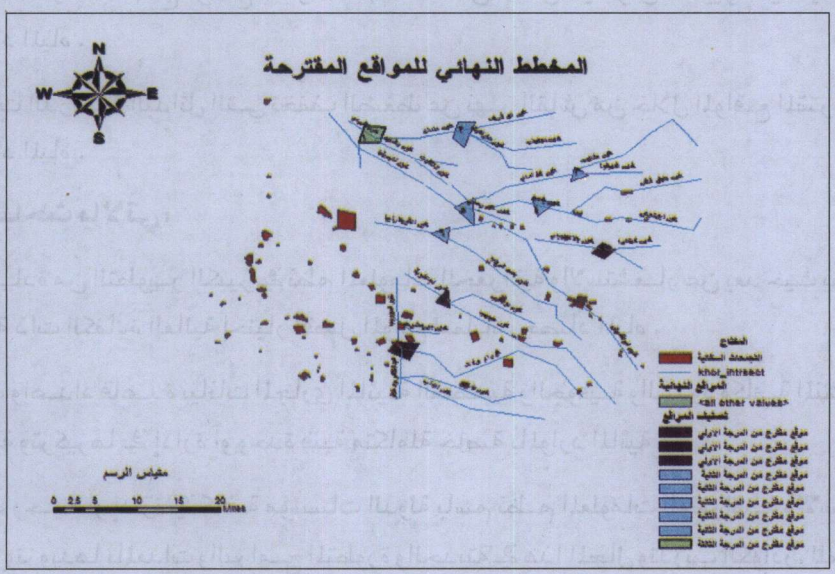
ونتـج من الطبقة (E) تصنيف المواقـع حسب درجة أهميتها إلى مواقع درجة أولى (المواقع رقم سبعة ، وثمانيـة ، وتسعـة) ومواقـع درجة ثانية (المواقع رقم إثنين ، وثلاثـة ، وأربعة ، وخمسة ، وستة) ومواقع درجـة ثالثـة (الموقع رقم واحد) وذلـك حسب وقوعها ضمن مناطق ذات معـدل أمطار مختلف ، فالمواقع ذات الهطول الأكبر هي مواقع درجة أولى تليها المواقع درجة ثانية وأخيراً المواقع درجة ثالثة .



شكل(٢٤) يوضح طبقة (F) الناتجة عن تقاطع طبقة (E) مع طبقة الأنهار والخيران - المصدر من عمل الباحث



شكل (٢٥) يوضح خريطة رقمية لمواقع الحفائر المقترحة النهائي والخيران التي تغذيها - المصدر من عمل الباحث



شكل (٢٦) يوضح خريطة رقمية لمواقع الحفائر المقترحة النهائي والتجمعات السكانية - المصدر من عمل الباحث

٢١. النتائج والتوصيات :

١/ أتاحت الدراسة تعيين ٩ موقعاً ملائماً لإقامة منشآت لحصاد المياه .

٢/ تبين من خلال هذه الدراسة نجاح تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في انجاز مثل هذا النوع من الدراسات موفرة بذلك الوقت والجهد والمال وواضعة أمام صاحب القرار مجموعة من الخيارات المبنية على أساس علمي وتقني.

٣/ حققت الحصيلة النهائية للمواقع المقترحة مجموعة من المعايير المختارة والشاملة كالطبوغرافيا والجيولوجيا والهيدرولوجيا واستعمالات الأراضي أمكن تطبيقها من خلال استخدام نظام المعلومات الجغرافي الذي لعب دور أداة لإرشاد الاختيار وأخذ القرار . كما أضافت معطيات الصور الفضائية كماً كبيراً من المعلومات أتاحت وضع مجموعة من المخططات والخرائط الغرضية التي تخدم موضوع الدراسة . عدا عن ذلك هناك إمكانية للاستفادة من هذه المخططات والخرائط في تنفيذ دراسات أخرى .

٤/ وفرت الدراسة معلومات أساسية عن المنطقة في شكل رقمي عن طريق المسح والتخريط .

٥/ وفرت الدراسة قاعدة بيانات مائية لمنطقة الدراسة يمكنها استيعاب كم هائل من المعلومات .

٦/ وفرت الدراسة نماذج لمواقع مقترحة للاستفادة من فائض المياه وفق المعايير القياسية في منشآت حصاد المياه .

٧/ أبرزت الدراسة البدائل التي تخفف الضغط عن نهر القاش من خلال المواقع المقترحة لمنشآت حصاد المياه .

ويوصي الباحث بالآتي:

١/ الاستفادة من التطوير الكبير في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد حيث يمكننا بهذه التقنية ذات الكفاءة العالية إختيار أفضل المواقع لعمليات حصاد المياه .

٢/ إنشاء وإعداد قاعدة بيانات المجاري المائية السطحية والجوفية والسدود وكافة المنشآت المائية بالولاية وتركيزها في إدارة أو وحدة فنية متكاملة خاصة بالموارد المائية .

٣/ إنشاء وحدة أو إدارة في كافة مؤسسات الدولة باسم نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، وتزويدها بالمعدات والبرامج المتطورة والحديثة في هذا المجال وتدريب الكوادر، للمساهمة في عمليات التخطيط السليم وفق ما تقدمه من معلومات دقيقة .

٤/ التوعيــة بأهمية الموارد المائية والترويج لتقنيات حصاد ميــاه الأمطار لسهولتها وقلة تكلفتها وآثارها الواضحة في زيادة الإنتاجية وتوفير مياه الشرب وصيانة الموارد الطبيعية واستقرار الرحل .

٥/ الاهتمام بإدخال تقنيات الري الحديثة التي تعلب دوراً كبيراً في ترشيد ورفع كفاءة استخدام المياه.

٦/ ضــرورة تدعيم إنشــاء معاهد ومراكز الدراسات والبحوث العلمية في مجال الموارد المائية و الاهتمام بأنشطــة أبحــاث المياه الجوفيــة والسطحية وتحليل المعلومــات المائية لزيادة المــوارد المتاحة ولدعم متخذي القرار .

٧/ التوسع في أنشطة حصاد المياه الموسمية لتحقيق وفرة في المياه للأغراض المختلفة .

٢٢. المصادر والمراجع :

١/ أحمد.عوض حاج علي ،١٩٩٥م، مقدمة في بناء النظم الآلية ، طبعة ٣ ، مطبعة جامعة النيلين .

٢/ آل الشيــخ .عبــد الملك بن عبــد الرحمن ٢٠٠٦ م، حصاد ميــاه الأمطار والسيــول وأهميته للموارد المائية ، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافــة - المملكة العربية السعودية .

٣/ إبراهيم. أحمد آدم ٢٠٠٨م ، ورقة عمل حول مصادر المياه واستغلالها بولاية كسلا ، الخرطوم .

٤/ الكفري. عبدالمجيد ٢٠٠٨م، ورقة عمل ، فعاليات الملتقي الدولي جيو تونس .

٥/ الخرابشــة .عاطــف علي حامد وآخرين ،٢٠٠٩ م ، الحصاد المائي في الأقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي ، دار الصفاء للنشروالتوزيع ، الطبعة الأولى ، عمان .

٦/ وزارة الري والموارد المائية ،٢٠١٠ م ، إدارة المياه الجوفية والوديان .

٧/ وزارة الــري والمــوارد المائية بالتنسيق مع حكومــة الولاية (٢٠٠٧) الآثــار الاجتماعية والاقتصادية لفيضــان نهر القاش - ورقة عمل قدمت لورشة حماية مدينة كسلا مــن فيضان نهر القاش، قاعة الشهيد الزبير- الخرطوم .

٨/ خوجلــي . مصطفي محمد ،٢٠١٠ ، استراتيجيــات وجهود معالجة تأثير فيضان القاش على مدينة كسلا ، مجلة الدراسات السودانية .

٩/ ٢٠١٢/٩/٢٢ http://www.icard.cgiar.org .