استخدام نظام دعم الخبرة المكاني في اختيار أفضل المواقع لتقنيات حصاد مياه الأمطار

بشار منير يحيى / مركز التحسس النائي – جامعة الموصل

الخلاصة

إن حصاد مياه الأمطار فن قديم يقوم على مبدأ مسك وخزن الهاطل المطري باشكال عدة مبتكرة حقليا تستند على التغير الحاصل في الاحتمالية المكانية والزمانية للهاطل المطري وهنا يبرز نظام دعم الخبرة المكاني (Spatial Expert Support System (SESS)) في تقديم الخبرة اللازمة للبحث عن المواقع المثلى لإقامة تقنيات حصاد مياه الأمطار بإعطائه النظرة الشاملة عن البيانات المختلفة لمنطقة الدراسة وكيفية ترتيبها وخزنها وإخراجها على شكل خرائط تخصصية واضحة .

إن قدرات نظام المعلومات الجغرافية (Geographic Information System (GIS)) جعل من هذا النظام متكامل من حيث إدخال طبقات المعلومات الخاصة بقواعد البيانات وإخراجها بصيغ شاملة من حيث الشكل والمفهوم حيث تم استخدام برنامج (GLOBAL MAPPER V.11 ، ARCVIEW V.3.3 وبرنامج ERDAS IMAGINE V. 11) في معالجة قاعدة البيانات لمنطقة مختارة وهي حوض وادي الملح شمال العراق وإعداد خارطة هندسية الكترونية تخصصية يمكن ان تطور الواقع الزراعي والاروائي في منطقة البحث.

Using Spatial Expert Support System to Select Suitable Sites for Rain Water Harvesting

Basher m. yahya / remote sensing center –mosul university

Abstract

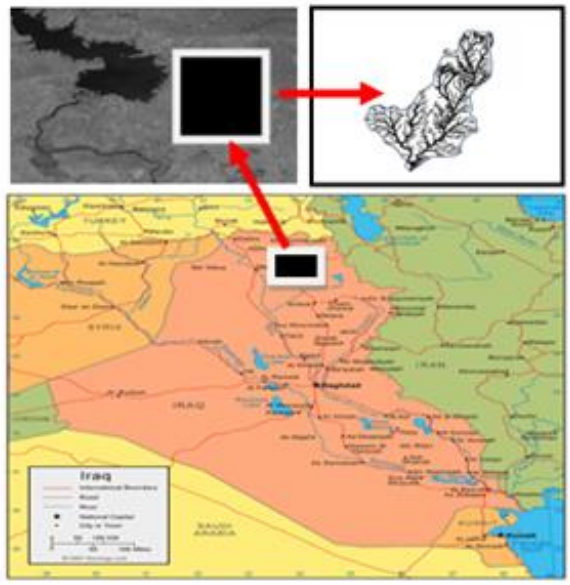
The rain water harvesting is an ancient art depends on catch and hold the rainfall by different shapes that field invented , basing on tremendous changing of the spatial and temporal probability of the rainfall . Spatial Expert Support System (SESS) is prominent to give the appropriate experience for searching the best location to construct the rain water harvesting techniques giving it the general view of different data for study area and how it can be arranged , storage and to layout by accurate professional maps .

The geographic information system (GIS) ability makes this system integral by enter the data layers that concern of the data base and to layout it by general forms of the shape and concept. The programs (GLOBAL MAPPER V.11 ، ARCVIEW V.3.3 and ERDAS IMAGINE V. 11) are used to process the data base for a chosen study area called AL-Mlah basin valley northern of Iraq. And to prepare the engineering electronic map that can develop the actuality of the agriculture and irrigation in the study area .

أستلم: 24-4-2011 قبل: 30-9-2012

المقدمة

اصبحت تقنية المعلومات والبرمجيات تلعب دورا هاما في جميع جوانب المعرفة وساعدت على احداث نقلة متطورة في الوسائل والاساليب التحليلية والتطبيقية ، وكما هو معلوم ان البشرية تمر في الوقت الحالي بثورة معلوماتية ضخمة منها ما هو بشري وهي المعلومات المتعلقة بالسكان وخصائصهم الاقتصادية والاجتماعية والديموغرافية ومن هذه المعلومات ما هو طبيعي يستمد معلوماته من الطبيعة مثل المعلومات الخاصة بـ (الهيدرولوجي ، الجيومورفولوجي ، التربة والمعلومات المناخية) هذه المعلومات البشرية والطبيعية الضخمة تحتاج الى نظام الي يسهل التعامل معها والاستفادة منها لذلك اصبحت الحاجة ملحة الى تفعيل وتعلم استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية كونها توفر نظام تكاملي من جمع وتخزين ومعالجة وتحليل البيانات واخراجها بصيغ مختلفة كالخرائط والتقارير والاشكال والجداول [3]،[4] .



الشكل (1) يوضح منطقة البحث

تعتبر الاودية الموسمية المنتشرة في جميع اجزاء العراق مجهولة من ناحية كمية الموارد المائية الموسمية التي تجري فيها سنويا وما هو مصير هذه الكميات ، لذا تم اختيار احد الوديان الموسمية والمتمثل (بوادي الملح القاطع لتركيب جبل قند في شمال العراق) والذي يتبع اداريا لقضاء تلكيف ضمن محافظة نينوى والذي يتحدد بين خطي طول (00 07 43) ، (00 00 43) وبين دائرتي عرض (00 37 36) ، (30 42 36) شمالا ، تبلغ مساحة حوض وادي الملح (330.41) كيلومتر مربع ويبعد حوالي (33) كيلومتر عن قضاء الموصل ويمتاز نظام التصريف لهذا الحوض كونه مزيج من عدة انماط متمثلة بالنمط الشجري وشبه الشجري والمتعرش حيث ان دراسة هذه الانماط تعد من العوامل المهمة في الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية لمنطقة الدراسة شكل (1) ، يمتاز مناخ منطقة الدراسة بصورة عامة بكونه حار جاف صيفا بارد ممطر شتاء ويتبع مناخ المنطقة مناخ حوض البحر الابيض المتوسط ، بلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة في المنطقة يساوي (20) درجة مئوية والمعدل الهاطل السنوي يساوي (394) ملميتر للفترة من (1975-2002) [1].

يمكن تعريف مصطلح حصاد مياه الأمطار على انه فن قديم يقوم على مبدأ مسك وخزن الهاطل المطري بأشكال عدة مبتكرة حقليا تستند على التغير الهائل في الاحتمالية المكانية والزمانية للهاطل المطري ، يمكن استخدام مياه الأمطار المحصودة في مجالات شتى الزراعية منها وفي تربية المواشي وحتى للاستخدام البشري وحسب الطريقة المنفذة لحصاد هذه الأمطار ويمكن التعامل مع هذا الماء المحصود إما بتحويله مباشرة الى اراضي زراعية لغرض الارواء او يتم خزنه باحدى طرق الخزن المتمثلة بـ(قطاع التربة ، انشاء خزانات سطحية او تحت سطحية [2]،[8] ،[9] .

يمكن تعريف نظام ((Spatial Expert Support System (SESS على انه نظام قواعد البيانات التي تعالج مسألة بحثية بنطاق مكاني معين وتحويلها الى أداة ذكية لصانعي القرارات والتوصيات [5]،[6] . تم تكوين قاعدة البيانات بالاعتماد على بيانات التحسس النائي الموضحة في الجدول (1) حيث عولجت هذه البيانات باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة بالبرامج التالية (GLOBAL MAPPER V.11 ، ARCVIEW V.3.3 وبرنامج ERDAS IMAGINE V.11) حيث ساعد كل برنامج في اعداد طبقة معينة من قاعدة البيانات لمنطقة البحث وبالتالي تركيز فكرة حصاد مياه الامطار في حوض وادي الملح عن طريق اختيار افضل الطرق المتبعة لحصاد مياه الامطار وحسب طبيعة المنطقة الطوبوغرافية مع الاستعانة بالتقنيات الحديثة المتمثلة بمعطيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية .

البيانات المستخدمة في البحث

تم الاعتماد على البيانات التالية اثناء تنفيذ مراحل الدراسة وهي كالاتي :

1-خارطة التصريف السطحية : تم الاستعانة بخارطة تصريف سطحية لحوض الوادي والمعدة مسبقا من خارطة طوبوغرافية بمقياس 1 : 100000.

2-البيانات الفضائية : تم الاعتماد على البيان الفضائي والملتقط من قبل القمر الصنعي الامريكي (Land sat) والذي يحمل على متنه المتحسس من نوع راسم الخرائط الموضوعي المحسن (Enhanced thematic mapper +4) بحزمة طيفية رقم (1) والمعنية بالكشف على المسطحات المائية وشبكة التصريف السطحية وقد التقط هذا البيان في ايار 2007 ويغطي نطاق خط عرض (38).

3-نموذج الارتفاع الرقمي (DEM): تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(Digital Elevation Modal) والذي يعطي دلالة على الارتفاع المكاني لمنطقة الدراسة وعن طريقه يمكن تكوين خرائط الكفاف بائي فترة كنتورية كما يستفاد منه في رسم المقاطع العرضية وتكوين الاشكال المجسمة ثلاثية الابعاد بلغت دقة الارتفاع الرقمي المستخدم (30) متر والملتقط في ايار 2007 ويغطي نطاق خط عرض (38) وحسب.

البرامج الجاهزة المستخدمة

تستخدم في مجال انظمة المعلومات الجغرافية (Geographical information system software (GISS)(برمجيات متنوعة تعمل جميعها في مجال المعالجة والتحليل للبيانات المكانية واخراجها باشكال متنوعة . تم استخدام البرامج التالية في انجاز مشروع الدراسة بعد توفر البيانات اللازمة لتشغيل هذه البرامج والحصول على مخرجات ساعدت على اكمال فكرة البحث وحسب الجدول (1) :

جدول (1) البرامج المستخدمة في البحث

برمجيات نظم المعلومات الجغرافية	الغرض الذي استخدم من اجله في البحث
GLOBAL MAPPER V.11	دمج ومعالجة المرئيات الفضائية والخرائط الطوبوغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي
ARCVIEW V.3.3	اعداد قواعد البيانات وانتاج الخرائط النهائية
ERDAS IMAGINE V.11	تصنيف استخدامات الارض والغطاء الارضي

اهداف البحث

يعتبر وادي الملح من الوديان الموسمية التي تستلم كمية كبيرة من المياه الناتجة عن الهاطل المطري على حوض هذا الوادي والذي يفقد جزء منه عن طريق التبخر والجزء منه يصب في نهر دجلة ونظرا لسرعة جريان المياه في هذا الوادي وخاصة في فترات العواصف المطرية الغزيرة والتي تحدث في فترة زمنية قصيرة نسبيا تحول دون الاستفادة المثلى من هذه المياه ، لذا يمكن ادراج اهداف البحث بالنقاط التالية :

1-إدخال أسلوب معالجة حديث متمثلا باستخدام التحسس النائي ونظام المعلومات الجغرافية لتطوير الواقع الاروائي في منطقة البحث .

2-تحديد مساحات الأراضي الملائمة لتصميم طرائق حصاد مياه الامطار .

3- تطوير ومراقبة الواقع ألزارعي في المنطقة باستخدام طرائق جديدة لحصاد مياه الامطار واختيار انسب المواقع لإقامتها.

4-تصميم خارطة هندسية اروائية الكترونية تخصصية يمكن تطويرها باستمرار تبين الواقع الزراعي والاروائي لمنطقة البحث .

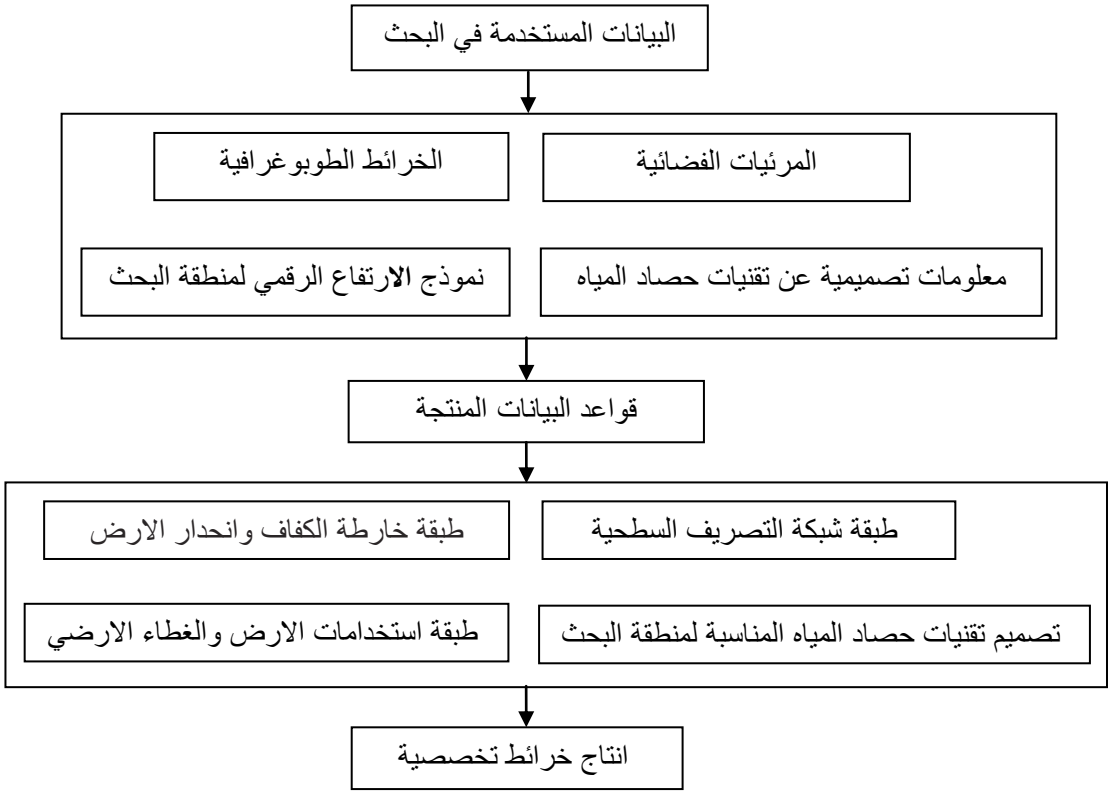
منهجية البحث

تم تكوين قواعد البيانات والتي ضمت عدة طبقات بعد إدخال البيانات اللازمة لتكوين كل طبقة كما في المخطط (1) حيث عولجت هذه البيانات باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في البحث وهذه الطبقات هي :

الطبقة الاولى : تكوين شبكة التصريف السطحية المصححة

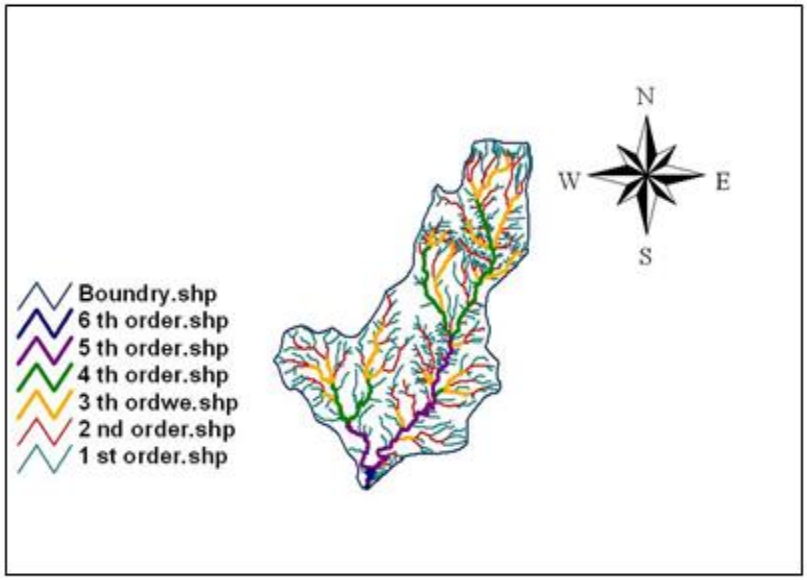
تم تكوين شبكة التصريف السطحية لحوض وادي الملح بإتباع النقاط التالية :

1-تم في المرحلة الاولى من تشغيل برنامج Global Mapper V.11 اقتطاع مشهد فضائي لمنطقة البحث من المشهد الفضائي الذي كان يغطي منطقة واسعة من شمال العراق وذلك بادخال الاحداثيات الخاصة بمنطقة الدراسة فقط .



المخطط (1) هيكلية أعداد قاعدة البيانات

2-تصحيح الاسقاط لخارطة التصريف السطحية المعدة من الخرائط الطوبغرافية على البيان الفضائي لمنطقة الدراسة حيث يتم تحويل الخارطة الطوبوغرافية المبهمة الى خارطة رقمية عن طريق التطابق الحاصل بين النقاط الواضحة الدلالة والمسقطة على الخارطة الطوبوغرافية والموجودة أصلا على البيان الفضائي حيث تم تحديد عدة نقاط سيطرة لمناطق دالة واضحة على البيان الفضائي وخارطة التصريف السطحية.



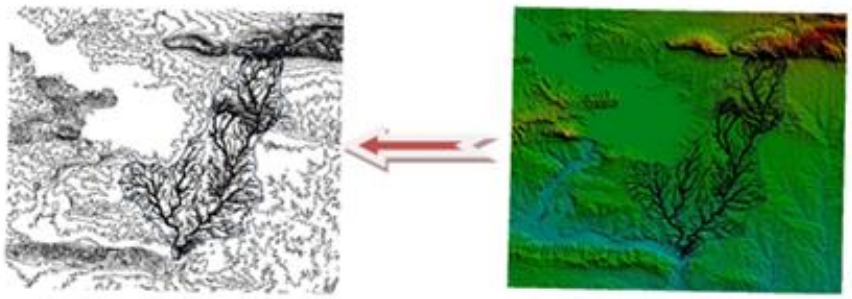
الشكل (2) خارطة التصريف السطحية لحوض وادي الملح مصنفة حسب نظام strahler1964

3-تم رسم شبكة التصريف السطحية بواسطة برنامج (Arc view v.3.3) واخرجها بصيغتها النهائية الشكل (2) بعد فصل ستة طبقات تمثل رتب شبكة التصريف السطحية لحوض وادي الملح حيث تم تحديد الرتبة النهائية للجابية وكانت من الرتبة السادسة حسب تصنيف [11] .

الطبقة الثانية : تكوين خارطة الكفاف وايجاد انحدار الارض

تعد صفة انحدار الارض مهمة جدا في اختيار طرائق حصاد الامطار [7]،[9] حيث تعطي هذه الصفة الدليل القاطع في تحديد

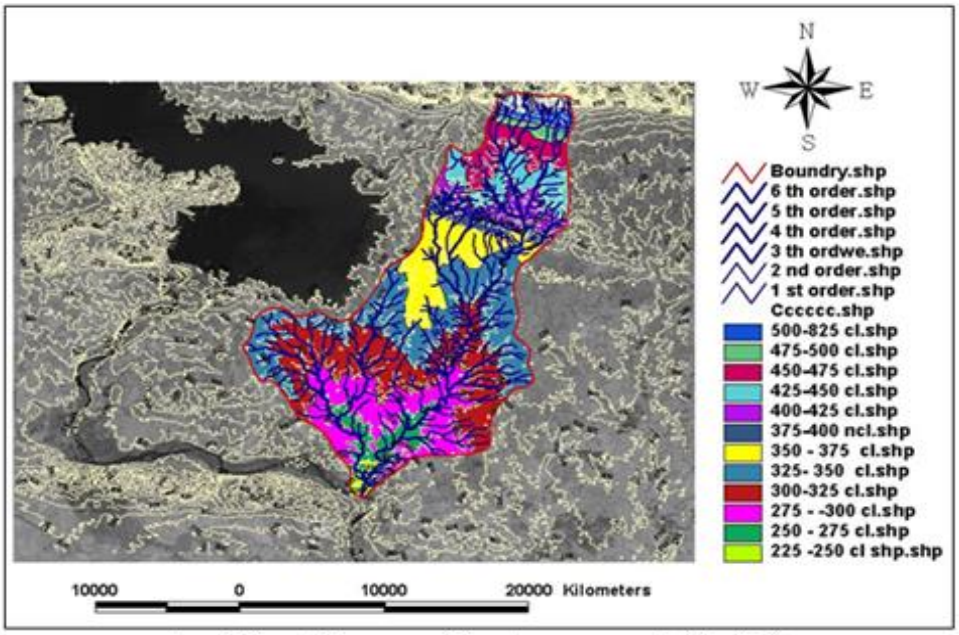
الاماكن التي يمكن حصاد اكبر كمية من مياه الامطار فيها ، تم استخدام نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (30) متر في تصنيف منطقة الدراسة على اساس انحدار الارض جدول(4) واعداد خارطة الكفاف بفترة كنتورية مقدارها (25) متر شكل (3) واعداد خارطة تصنف طبيعة هذا الانحدار حسب الفترات الكنتورية باستخدام برنامج ERDAS IMAGINE V.11 الشكل(4).



الشكل(3) تكوين خارطة الكفاف من نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة

الجدول (4) قيم انحدار الارض والمساحة حسب الفترات الكنتورية

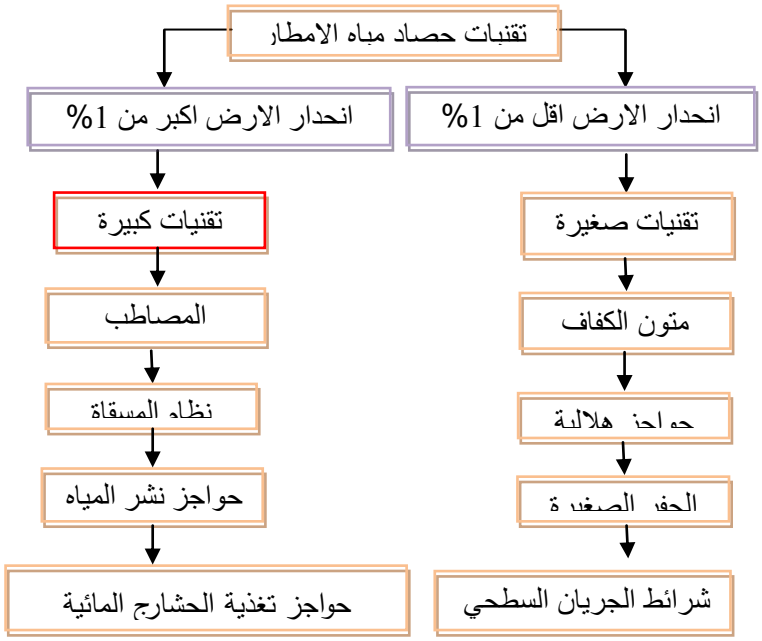
الفترة الكنتورية (م)	معدل انحدار الارض %	المساحة بين الفترة الكنتورية (كم2)
225-250	0.13	3.46
250-275	0.13-0.15	16.36
275-300	0.15-0.2	57.75
300-325	0.4-0.6	41.56
325-350	0.6-0.7	115.85
350-375	0.7-1.0	22.85
375-400	1.0- 1.25	10.56
400-425	1.25-1.75	15.33
425-450	1.75-2.5	17.75
450-475	2.5- 4.0	14.68
475-500	4.0-4.5	4.47
500-825	4.5-5.0	9.81



الشكل (4) تقسيم حوض وادي الملح حسب الفترات الكنتورية

الطبقة الثالثة : تقنيات حصاد المياه

تم تقسيم تقنيات حصاد مياه الامطار والتي تم اعتمادها في البحث الى قسمين حسب الميل التصميمي لكل تقنية المخطط (2)، [2]،[9] وهي كالاتي:



المخطط (2) تصنيف تقنيات حصاد مياه حسب الامطار حسب ميل سطح الارض

اولا : التقنيات الصغيرة لحصاد مياه الإمطار

وهي عبارة عن تقنيات يمكن إن تنشأ داخل المزرعة أو الحقل الزراعي[8] تتصف هذه التقنيات بصغر مساحة منطقة الحصاد وانعدام نظام النقل ووصول الماء المحصود مباشرة إلى المحصول الزراعي ومثال عن هذه التقنيات هي:

1- **خطوط الكفاف** : وهي حواجز ترابية يتم انشاؤها على طول خطوط الكفاف وتبعد الواحدة عن الاخرى عادة مسافة تتراوح ما بين (5- 20) متر . وتتركز الزراعة على مسافة (1–2) متر اعلى المتن اما ماتبقى من المسافة فيشكل المستجمع ويختلف ارتفاع كل متن تبعاً لدرجة ميل الارض وتحتجز مياه الجريان المتوقعة في مقدمة المتن. وقد تدعم المتون بالحجارة اذا لزم الامر. ويمكن أنشاؤها على نطاق واسع من المنحدرات، حيث يتراوح الميل من(1%) ويصل في بعض الاحيان الى (5 %) صورة (2) .

2-**الحواجز الهلالية** : هي حواجز او متون ترابية على شكل نصف دائرة ، او على شكل هلال شبه منحرف تكون مواجهة لأعلى المنحدر بشكل مباشر. ويتم انشاؤها على مسافات مناسبة لجمع اكبر كمية ممكنة من مياه الجريان السطحي فتتجمع هذه المياه امام الحاجز وهو المكان الذي تزرع فيه النباتات وعادة مايتم انشاء هذه الحواجز على شكل صفوف متفاوتة. ويتراوح قطر الدائرة او المسافة مابين نهايتي الحاجز من (1 -8) متر بينما يبلغ ارتفاعه ما بين (30-50) سم ان حفر التربة في الجانب العلوي لخط المتن عند انشائه يسبب انخفاضا ضيلاً في مستوى التربة، حيث تتوقف المياه عن الجريان وتتجمع عند المتن وتخزن في منطقة جذور النبات. وكذلك فان درجة الانحدار ستزداد مما يرفع من معامل الجريان السطحي وبهذه الحالة يمكن استخدام هذه التقنية فوق الارض المنبسطة صورة (2) [8] .

3-**الحفر الصغيرة** : تعد هذه التقنية ممتازة من اجل أعادة احياء الاراضي الزراعية المتدهورة. يترواح قطر كل حفرة من (0.3-2) متر .واشهر نظم الحفر نظام زاي zay المستخدم في بوركينا فاسو. وهو عبارة عن عمل حفر بعمق بين (5-15) سم، حيث يمزج السماد العضوي ومختلف انواع الاعشاب مع قليل من التربة ويوضع المزيج في حفرة الزاي. اما باقي التربة فتستخدم لتشكيل حاجز ترابي هلالي صغير عند اسفل المنحدر الذي توجد فيه الحفرة [8] .

صورة (1): متون الكفاف لحصاد مياه الامطار [8]

صورة (2): الحواجز الهلالية لحصاد مياه الامطار (زيارة حقلية منطقة سنجار شمال العراق)

4-**شرائط الجريان السطحي** : تعد تقنية شرائط الجريان السطحي مناسبة لمناطق قليلة الانحدار، حيث تستخدم الشرائط لزراعة محاصيل الحنطة والشعير، يتم تقسيم الارض الى شرائط على امتداد خطوط الكفاف ويستخدم الجزء العلوي من الشرائط للمياه، بينما يزرع الجزء السفلي بالمحاصيل. ويجب الا يكون الشريط المزروع بالمحاصيل عريضاً جداً حيث يتراوح من (1-3) متر، في حين يحدد عرض شريط المستجمع مما يوافق خطوط الجريان لا تتطلب هذه التقنية سوى اليسير نسبياً من اليد العاملة. وتتم حراثة الأشرطة ورصها امراً مطلوباً لتحسين الجريان السطحي [8] .

ثانيا : التقنيات الكبيرة لحصاد مياه الإمطار

تستند هذه التقنيات على مبدأ خزن مياه الإمطار في قطاع التربة وفي باطن الأرض وبالتحديد الحشارج المائية (Aquifers)ومثال عن هذه التقنيات هي :

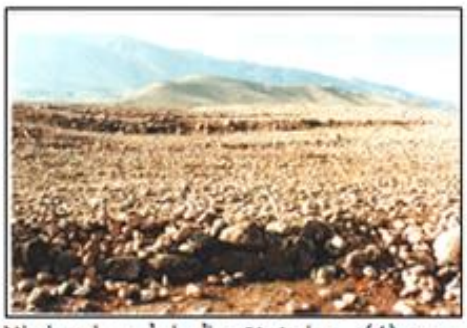
1-المصاطب والمدرجات الزراعية : تعد هذه التقنيات من اكفا التقنيات المستخدمة في مجال صيانة التربة ومنع انجرافها وتنشا في المناطق المنحدرة والتي تتراوح ما بين (1- 3.5 %) صورة (3) .

2-حواجز نشر المياه : تعتبر حواجز نشر المياه احد اشكال حصاد مياه الامطار عن طريق التحكم في توزيع مياه السيول ونشرها على مساحة من الارض والتي قد تكون اراضي رعوية او توجيها الى اراضي تصلح للزراعة بدلا من هدرها ، ان تقنيات نشر المياه تستخدم اساسا كأحد الوسائل التقليدية لتحسين الغطاء النباتي صورة (4) [8] .

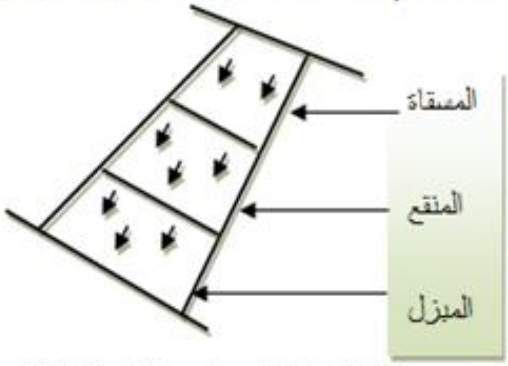
3-نظام المسقاة : ان متطلبات تصميم هذه التقنية هو توفير اراضي زراعية ذات ميل منتظم يتراوح ما بين (3-6) % وفي اراضي تقل او تنعدم فيها شبكات التصريف السطحية ، تتراوح مساحة الاراضي الزراعية التي تقام عليها هذه التقنية بين (0.5-5) هكتار حيث يتم تقسيمها الى ثلاثة اقسام وهي المسقاة المنقع والمبزل صورة (5) [8] .

4-حواجز تغذية الحشارج المائية : وهي عبارة عن حواجز قاطعة لمجرى الوادي والتي يمكن انشاءها من مواد مختلفة بحيث تقطع الوديان الموسمية التي يصعب التحكم في تنظيم مسارها او تصريفها حيث ان الغاية الاساسية من هذه القواطع هو اعاقة جريان مياه السيول مما يؤدي الى اطالة غيض الماء داخل قطاع التربة والذي يعمل بدوره على تغذية الحشارج المائية صورة (6) [8] .

صورة (3): المصاطب والمدرجات الزراعية لحصاد مياه الامطار (زيارة حقلية منطقة سنجار شمال العراق)



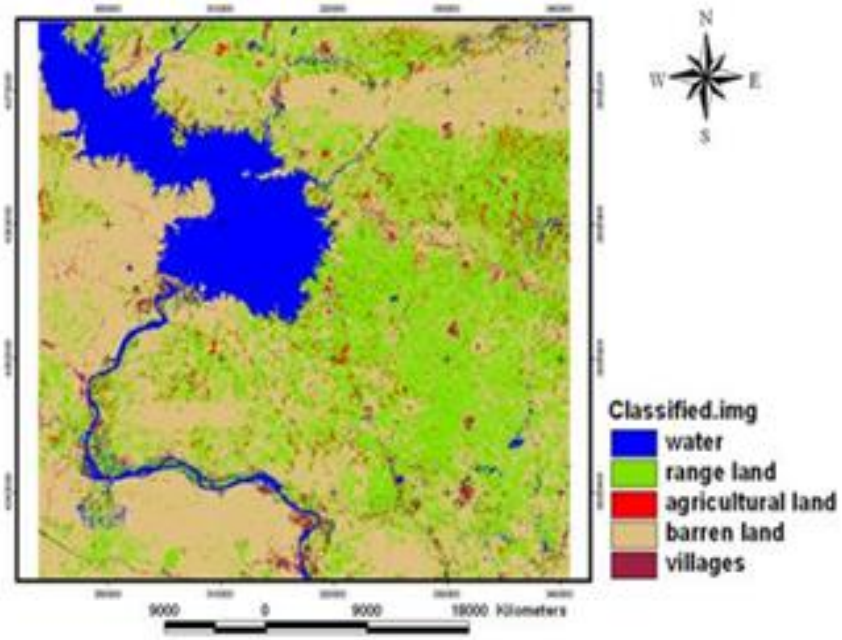
صورة (4): حواجز نشر المياه لحصاد مياه الامطار (زيارة حقلية منطقة سنجار شمال العراق)



صورة (5): المسقاة لحصاد مياه الامطار [2]

صورة (6): حواجز تغذية الحشارج المائية لحصاد مياه الامطار(زيارة حقلية منطقة سنجار شمال العراق)

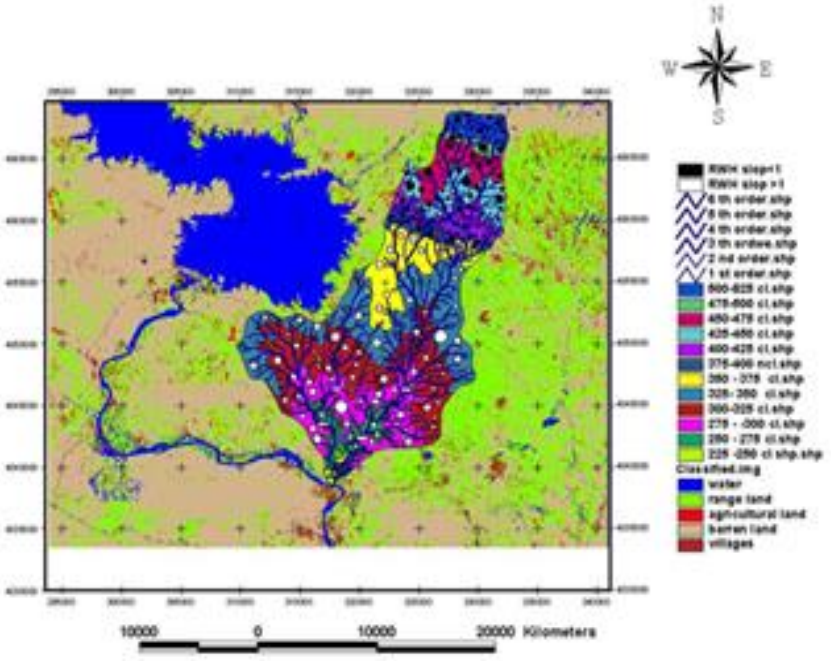
الطبقة الرابعة : تصنيف استخدامات الأرض والغطاء الأرضي: تم استخدام برنامج ERDAS IMAGINE V.11 في إعداد خارطة استخدامات الأرض والغطاء الأرضي حيث تم اتباع طريقة التصنيف الموجه (Supervise classification) واختيار مناطق التدريب بناءا على مشاهدات حقلية سابقة، حيث ظهرت خمسة اصناف صنفت حسب نظام مصلحة المساحة الجيولوجية الامريكية (USGS) الشكل (5).



الشكل (5) خارطة تصنيف استخدامات الارض والغطاء الارضي

الخارطة الالكترونية الهندسية

يمكن تعريف الخارطة الالكترونية الهندسية على انها خارطة غرضية تخصصية ديناميكية قابلة للتطوير باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية [10]،ان النتيجة النهائية عند دمج الطبقات المعلوماتية الاربعة يتكون لدينا قاعدة معلوماتية عن منطقة الدراسة تخدم مشاريع حصاد مياه الامطار التي يمكن تصميمها في المنطقة حيث يمكن تحديث هذه القاعدة باضافة طبقات اخرى يراها المخطط ضرورية لاستمرار هذه المشاريع . تبين الخارطة المنتجة شكل (6) مواقع مشاريع حصاد المياه المقترحة في المنطقة والتي اقترحت حسب تتابع طبقات المعلومات التي ادخلت في قاعدة المعلومات الخاصة بمنطقة الدراسة .



الشكل (6) الخارطة الالكترونية الهندسية لمنطقة الدراسة

ان الاشكال الدائرية في الشكل(6) المختلفة الاحجام هي تمثيل للمواقع حصاد مياه الامطار الممكن اقامتها في منطقة الدراسة وحسب الفترات الكنتورية المؤشرة ويدل حجمها المتغير نظريا على كبر او صغر المنطقة التي يمكن اقامة مشاريع حصاد مياه الامطار عليها ويمكن حساب مساحات الاراضي التي تمثلها،وقد صنفت هذه الاشكال الدائرية باللونين الابيض والاسود حيث يشير اللون الابيض ان ميل هذه الاراضي اقل من (1%) وهي بذلك مناسبة لاقامة مشاريع حصاد مياه الامطار المصنفة بالتقنيات الصغيرة اما الالون الاسود فهو يشير ان ميل الاراضي اكبر من (1%) وهي بذلك تكون مناسبة لاقامة مشاريع حصاد مياه الامطار المصنفة بالتقنيات الكبيرة وذلك حسب المخطط(2).

المناقشة والاستنتاج

تم تكوين قاعدة البيانات لحوض وادي الملح على شكل عدة طبقات بالاعتماد على ادوات تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية حيث تمثل كل طبقة صفة متغيرة تعتمد على الاحتمالية الزمانية والمكانية وتم الانتهاء بتكوين خارطة غرضية تخصصية سميت خارطة اروائية هندسية الكترونية يمكن من خلالها مراقبة التطور الزراعي والاروائي في منطقة الدراسة .

تتصف الخارطة التخصصية الالكترونية الهندسية المنتجة الشكل(6) بمرونة ادخال طبقات البيانات ويمكن ان يتفاعل المستخدم معها حيث تصبح عملية التحليل والمعالجة وبالتالي السؤال والاستعلام من الامور السهلة في اتخاذ القرارات الصائبة ويبرز تطبيق النظام المستخدم في الدراسة والمتعلق بحصاد مياه الامطار على قواعد البيانات المصاغة في هذا المجال والمبنية على متغيرات منها انحدار الارض وشبكة التصريف السطحية واستخدامات الارض والغطاء الارضي اضافة الى البيانات التصميمية لتقنيات حصاد مياه الامطار .

تم تقسيم منطقة الدراسة الى عدة مناطق حسب انحدار الارض مع تحديد نوعية التقنية التي يمكن استخدامها المخطط (2) والتي تتناسب مع انحدار الارض حيث ان هذا التقسيم يعطي دلالة مسبقة على نوعية التقنية الواجد تصميمها وتنفيذها في اي منطقة صالحة لاقامة مثل هذه التقنيات.

المصادر العربية

1-الشكرجي ،بشار منير يحيى،(2008) .دراسة نظرية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لحصاد مياه الامطار في منطقة تركيب قند شمال العراق ، المجلة العراقية لعلوم الارض ، المجلد الثامن ،العدد الاول ،2008،ص15-24.

2-وزارة النقل والمواصلات،(2002).الهيئة العامة للأنواء الجوية،شعبة المناخ ،جداول غير منشورة .

المصادر الاجنبية

3-Anbazhagan,S.,(2002).Remote Sensing and GIS based Hydrological Studies in Kinzing Basin, Germany, Geomatics 2002,Conferenace on" IT enabled spatial data services", Center for Remote Sensing, Bharalhidasan University , Trichy, T.N., India pp.218-222.

4-Balachandar,A.,(2010).Application of Remote Sensing and GIS for Artificial Recharge Zone in Sivaganga District, Tamilandu, India, International Journal of Geomatics and Geoscinces, Volume 1, NO.1,2010, pp 84-97

5-Durga, k., (2003).spatial support system in selecting suitable sites for water harvesting structures – A case study of song watershed Uttaranchal, india. geocarto international ,vol.18,no.4, December 2003,pp43-50.

6-Fedra, k.,(1993).Models, GIS and Expert System Integrated Water Resources Models, In Application in Geographic Information System in Hydrology and Water Resources Management , proc. Of the Vienna Conference. IAHS Publ .No.212, pp297-308 .

7-Girish, M.,(2008). Delineation of Potential Sites for Water Harvesting Structures Using Remote Sensing and GIS, India Journal Soc. Remote Sensing Des.2008,pp323-334.

8-Hachum,A;Oweis,T. and Kijne, D.,(1999) Water Harvesting and Supplementary Irrigation for Improved Water Use Efficiency in Dry Areas ,SWIM Paper 7 ,Colombo, sri lanka :International Water Management Institute ,5p.

9-Mohamed, B. & Zhank, x. (2008). GIS and Remote Sensing Applications for Rain Water Harvesting in the Syrian Desert (AL-BADIA).Twelfth Internationals Water Technology Conference ,IWTC 12 2008 ,Alexandria, Egypt. Pp 73-82.

10-Senay, GB. & verdin, JP.,(2004). Developing index map of water harvest potential in Africa , Applied Engineering in Agriculture,vol.20(6).pp789-799.

11-Strahler,A.N., (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Network: In a book of applied hydrology , edited by Chow, V.T. ,Mc Grew – Hill, New York.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل