حوليات آداب عين شمس المجلد ٥٠ (عدد يناير – مارس ٢٠٢٢)
http://www.aafu.journals.ekb.eg
(دورية علمية محكمة)
جامعة عين شمس
كلية الآداب

تحديد أنسب المواقع للحصاد المائي في منطقة المزار الجنوبي في الاردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار

حمزه القطاونه*
سطام الشقور**

*وزارة التربية والتعلم، عمان، الاردن
**استاذ مشارك، قسم الجغرافيا، جامعة مؤته، الاردن
sattam_1975@mutah.edu.jo

المستخلص

تعاني منطقة الدراسة من نقص حاد في الموارد المائية، مما يتطلب البحث عن مصادر جديدة لسد العجز الحالي والكشف عن المناطق الواعدة لحصاد المياه والأساليب الملائمة التي ينبغي أتباعها من اجل استثمارها لأغراض التنمية، ومن هنا جاءت هذه الدراسة للكشف عن التوزيع المكاني لمناطق الحصاد المائي في منطقة المزار الجنوبي في الاردن، وذلك باستخدام نموذج الملائمة المكانية ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية، وتحديد أنسب مواقع مشاريع الحصاد المائي .تم بناء نموذج الدراسة وفق معايير واشتراطات قسمت إلى مجموعتين رئيستين :معايير المجموعة الأولى قسمت إلى أربع درجات من حيث الملائمة، وهي؛ الملائمة العالية، الملائمة، الملائمة المتوسطة، وغير الملائمة، وصنفت معايير المجموعة الثانية إلى الملائمة، غير الملائمة.

تم إنشاء قاعدة بيانات جغرافية تشمل البيانات الهيدرولوجية، المناخية، الطبوغرافية، الجيولوجية والتربة .وتوصلت الدراسة إلى إنتاج خرائط الملائمة المكانية لمواقع الحصاد المائي، حيث تم اقتراح ستة عشر موقعًا ملائمًا لإقامة سدود صغيرة، ومائة وأربعة وستون موقعًا ملائمًا لإقامة حفائر صغيرة، ويمكن التعامل مع الخرائط المُنتجة كدليل إرشادي للمزارعين ومربي الماشية لتشييد سدود ترابية صغيرة وحفائر صغيرة لتحقيق الاستفادة من مياه الأمطار وتحقيق مردود اقتصادي يعود بالنفع عليه.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، نموذج الملائمة لمكانية، الحصاد المائي.

© جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة لحولية كلية الآداب - جامعة عين شمس ٢٠٢٢.

-المقدمة

تعدّ الموارد المائية ركيزة أساسية في اختيار اسلوب وإطار التنمية المقترحة، وتزداد أهميتها في المناطق الصحراوية الجافة وشبه الجافة، نظرًا لشح المياه وحاجة السكان، وضياع جزء كبير من مياه الامطار؛ بسبب التبخر والتسريب إلى باطن الأرض، مما يتطلب التفكير في كيفية الاستفادة القصوى من الأمطار.

وتعتبر مشكلة الموارد المائية أكبر التحديات التي تواجه الأمن الوطني الاردني؛ نظرا لندرتها ومحدوديتها وعدم انتظام توزيعها زمانيًا ومكانيًا، إضافة إلى تعرضها لضغوط مستمرة ومتزايدة نتيجة النمو السكاني وارتفاع وتيرة النشاطات السكانية المختلفة (الصبابحخ، ٢٠١٣)، لذلك فإنّ تقنيات الحصاد المائي من الوسائل التي تلقى اهتمامًا بالغًا ،للاستفادة من مياه الأمطار التي تهطل بغزارة لفترات قصيرة، وهذا يعد من محفزات التوسع في مجال الحصاد المائي (آل الشيخ،2006).

وتعاني منطقة الدراسة من وجود حاجة ماسة للموارد المائية، مما يتطلب البحث عن مصادر جديدة لسد العجز الحالي والكشف عن المناطق الواعدة لحصاد المياه والأساليب الملائمة التي ينبغي أتباعها من اجل استثمارها لأغراض التنمية .لذلك جاءت هذه الدراسة لاختيار أنسب مواقع الحصاد المائي سدود وحفائر في منطقة المزار الجنوبي من خلال استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والمعرفة المحلية.

- مشكلة الدراسة

ترجع مشكلة شح المياه في لواء المزار الجنوبي إلى عدم توفر المياه السطحية بشكل يتناسب مع النمو السكاني المضطرد؛ مما ولد ضغطا كبيرا على الموارد المائية الشحيحة أصلا .وتتمتع منطقة الدراسة بخصائص مكانية تكفي لتطبيق تقانة حصاد المياه بكفاءة عالية، أذ توجد شبكة من الوديان الجافة موسمية الجريان التي تشجع على إقامة السدود .لذلك تحاول الدراسة الإجابة عن التساؤلات التالية:

- ماهي المواقع المثلى لمشاريع الحصاد المائي في منطقة الدراسة؟
- ما مدى الملائمة المكانية لمواقع مشاريع الحصاد المائي المشيدة مسبقا في منطقة الدراسة؟

- أهداف الدراسة

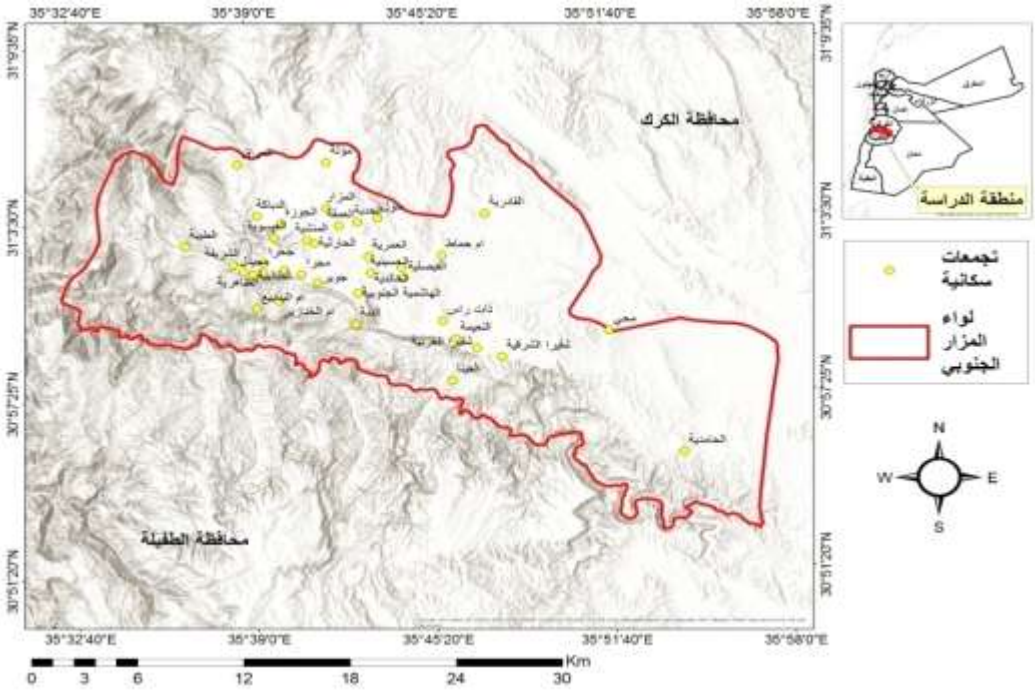
تهدف هذه الدراسة الى الكشف عن التوزيع المكاني لمناطق الحصاد المائي، وتوفير قاعدة بيانات عن مواقع الحصاد المائي، وإنتاج خريطة لتحديد مواقع إنشاء السدود والحفائر، وتقييم مواقع مشاريع الحصاد المائي المشيدة مسبقاً في منطقة الدراسة.

- منطقة الدراسة

تقع منطقة المزار الجنوبي في محافظة الكرك جنوب الأردن، وتبعد عن مركز المدينة قصبة الكرك بحوالي13 كم، ويبين الجدول (1) الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة 498 كم ²تقريباً بنسبة 14.3% من مساحة محافظة الكرك البالغة نحو 3494 كم²، ويحيطها من الشمال لواء قصبة الكرك، ومن الجنوب وادي الحسا الذي يشكل حدوداً طبيعية مع محافظة الطفيلة، ومن الشرق لواء القطرانة، ومن الغرب لواء الأغوار الجنوبية، ويبين الشكل (1) موقع منطقة الدراسة:

الجدول (١): إحداثيات منطقة الدراسة

خط الطول	دائرة العرض
32' 40.535"E35°E	31° 6' 44.452"N
35° 56' 44.31"E	30° 52' 44.555"N



الشكل (١): منطقة الدراسة

- الخصائص المناخية

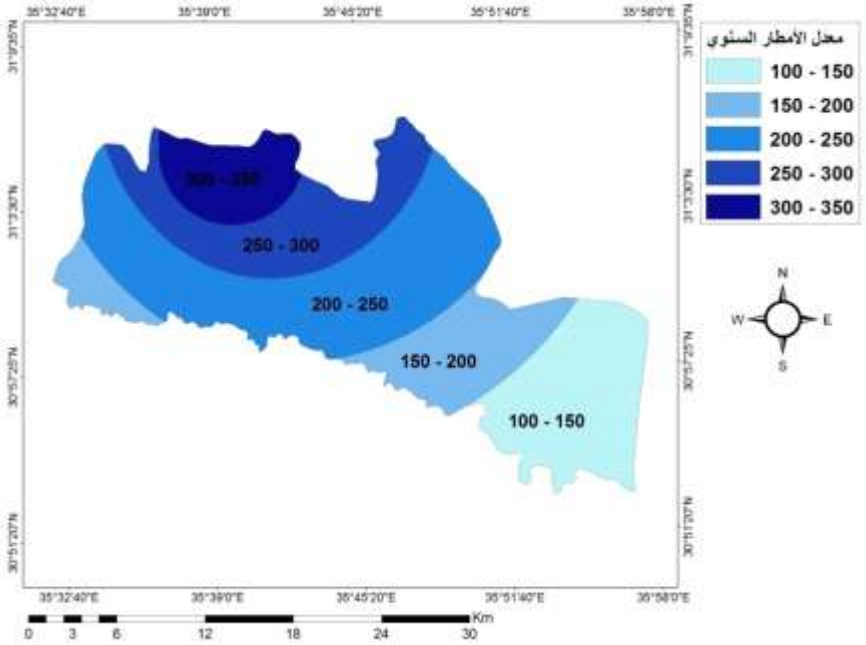
تنتمى منطقة الدراسه الى اقليم مناخ البحر المتوسط، إذ تتمتع بصيف حار وجاف وشتاء بارد وممطر، وبوجود موسمين انتقاليين في الربيع والخريف، ويوجد في منطقة الدراسة مناخات محلية، فالمنطقة الغربية والشرقية تتصف بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض معدلات هطول الأمطار عن المناطق الجبلية التي تمتاز باعتدال المناخ ووفرة الأمطار في فصل الشتاء ، ويوضح الجدول (٢) الخصائص العامة لمحطات الرصد الجوي القريبة من منطقة الدراسة (دائرة الأرصاد الجوية، ٢٠١٨).

الجدول (٢): الخصائص المناخية للمحطات المحيطة بمنطقة الدراسة

اسم المحطة	الارتفاع فوق مستوى سطح البحر (م)	معدل درجة الحرارة العظمى	معدل درجة الحرارة الصغرى	معدل درجة الحرارة سيلسيوس	معدل الأمطار)ملم(	معدل الرطوبة النسبية%	معدل سرعة الرياح كم/س
الربة	942	23.8	11.3	17.5	330	47.4	6.1
القطرانة	768	25.8	10.9	18.4	110.6	56.9	7
العيص	1266	21	11.9	16.4	310	49.2	13
جامعة مؤتة	1150	20.8	10.7	15.8	315	-	-

- خصائص الامطار في منطقة الدراسة

يمثلالشكل (٢) التوزيع السنوي للأمطار في منطقة الدراسة، حيث تنال المناطق الجبلية الحصة الأكبر بمعدل هطول السنوي يتراوح من300-350 ملم، وتأتي المناطق الشفا غورية في المرتبة الثانية بمعدل هطول سنوي يتراوح من150-200 ملم، أما الأجزاء شبة الصحراوية فيصل معدل أمطارها السنوي من100-150 ملم 2020 في حين يبين الشكل (٣) اكبر كميات مطر سجلت في منطقة الدراسة (وزارة المياه والري، ٢٠٢٠).

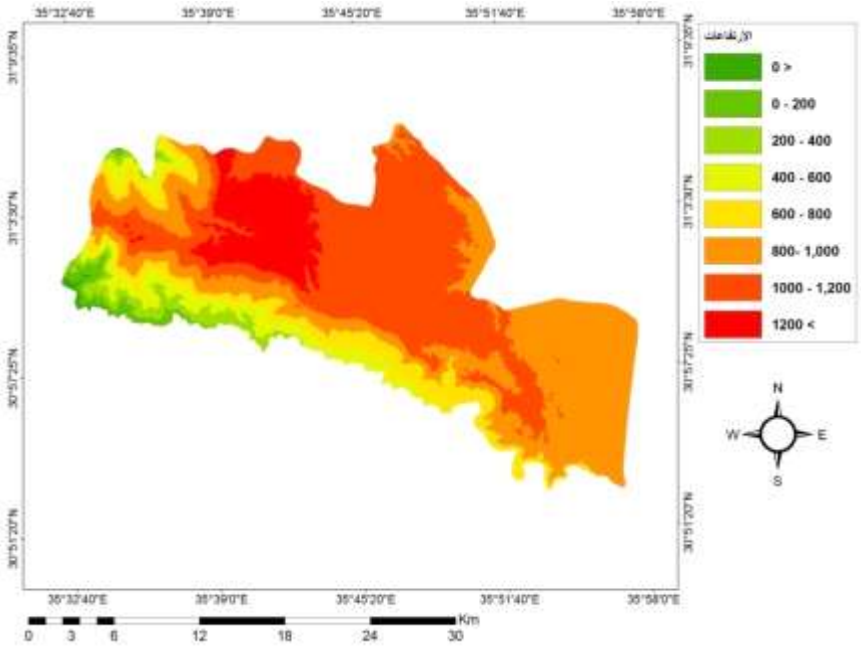


الشكل (٢): التوزيع المكاني للامطار في منطقة الدراسة

- الخصائص الطبوغرافية

تقع منطقة الدراسة في الجهة الجنوبية من هضبة الكرك التي تمتد من وادي الموجب شمالا إلى وادي الحسا جنوبا، وتمتاز منطقة الدراسة بتنوع الأشكال الأرضية، حيث المناطق المنحدرة غربا المطلة على البحر الميت اخفض بقعة على سطح الأرض - ٤٢١ م تحت مستوى سطح البحر، والمنطقة الجبلية في الوسط ثم الهضبة الشرقية شبه الصحراوية.

يوضحالشكل (٣) الارتفاعات في منطقة الدراسة مقسمة إلى ثمان فئات من حيث الارتفاع، وقد بلغ أعلى ارتفاع على مستوى منطقة الدراسة جبل الضباب ١٣٠٥ ، واقل ارتفاع في المنطقة الشفا غوريه باتجاه حفرة الانهدام جنوب غرب -١٧٦م، أما الهضبة الشرقية شبه الصحراوية فبلغ أعلى ارتفاع ١٢٠٠م، ويلاحظ من خلال الشكل وجود تباين كبير في الارتفاعات في منطقة الدراسة خصوصا في المناطق الجنوبية والغربية.



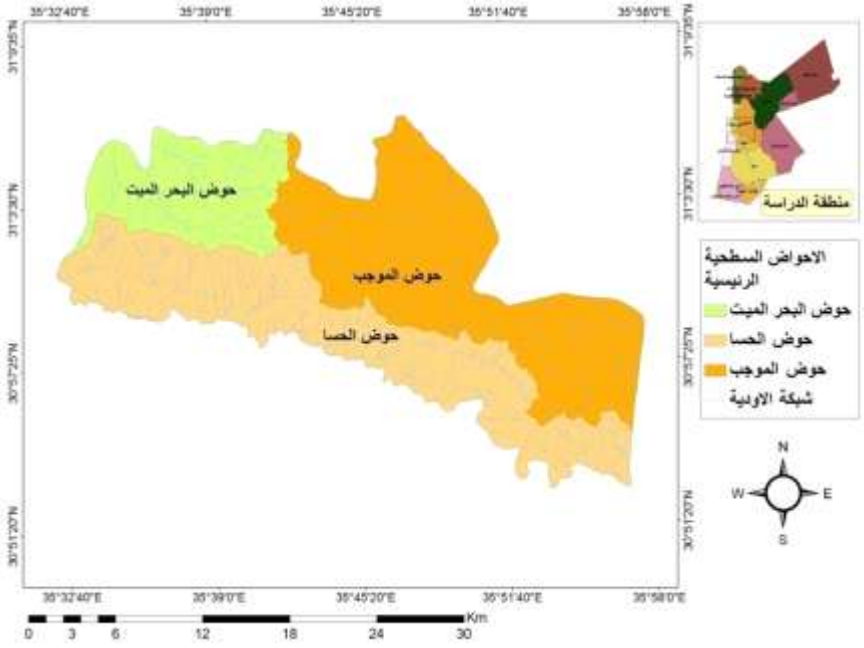
الشكل (٣): **فئات الارتفاع في منطقة الدراسة**

- الخصائص الهيدرولوجية

تتصف منطقة الدراسة بفقرها بالمصادر، ولا يوجد فيها مسطحات مائية تجري منها أو إليها، ومعظم المياه تجري في المسيلات والأودية بعد هطول الأمطار خلال الأشهر الرطبة فقط، حيث يتشكل الجريان السطحي بعد هطول الأمطار .كما يوجد فيها بعض الآبار الارتوازية التي تستغل للشرب وبعض الينابيع التي يستغل بعضها للزراعة أو الشرب.

- الأحواض المائية السطحية والأودية

تقع منطقة الدراسة ضمن ثلاثة أحواض مائية سطحية رئيسية هي حوض الموجب شرقا وحوض البحر الميت غربا وحوض الحسا جنوبا، ويبين الشكل (٤) الأحواض المائية السطحية التي تقع منطقة الدراسة ضمنها.



الشكل (٤): الأحواض المائية السطحية الرئيسية في منطقة الدراسة

ويبين الجدول (٣) بياناتالموازنة المائية للأحواض السطحية الثلاث التي تقع ضمن منطقة الدراسة لعام ٢٠١٨، حيث بلغ أعلى حجم للأمطار في حوض الموجب 869.2 م م^3، وبلغ حجم الفيضانات فيه21.5 م م^3 ونسبة التغذية الجوفية6.3 % بواقع 54.6 م م^3 وقد بلغت أعلى قيمة للتبخر في وادي الحسا بنسبة93 % وأعلى معامل جريان الذي يصف نسبة المياه الجارية من المياه الهاطلة في حوض البحر الميت3.0 % يليه حوض الموجب بمعامل جريان 2.5% ثم حوض الحسا بمعامل جريان ١١%.

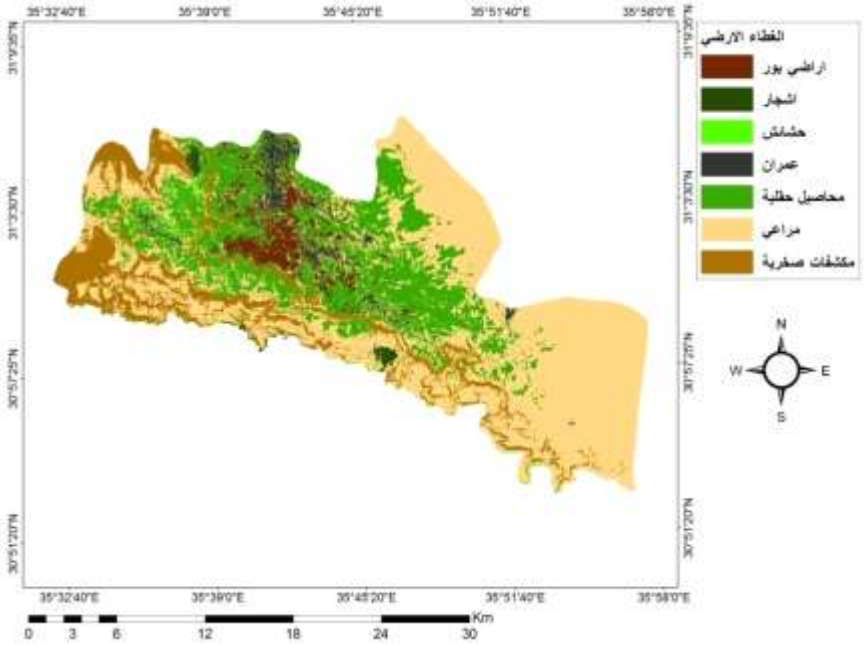
الجدول (٣): الموازنة المائية للأحواض السطحية

اسم الحوض	المساحة الكلية للحوض (كم^2)	حجم الأمطار (م م^3)	الأمطار (ملم)	حجم التبخر (م م^3)	حجم الفيضانات (م م^3)	التغذية الجوفية (م م^3)	نسبة التبخر %	معامل الجريان %	نسبة التغذية %
البحر الميت	1692	372.5	220.0	344.4	11.0	17.1	92.5	3.0	4.6
الموجب	6608	869.2	132.0	793.1	21.5	54.6	91.3	2.5	6.3
الحسا	2530	332.0	131.2	308.6	3.5	19.9	93.0	1.1	6.0

المصدر :وزارة المياه والري، ٢٠١٨.

- خصائص الغطاء الأرضي وأنماط استعمالات الأرض

يبين الشكل (٥) خارطة الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة، ويبينالجدول (٤) مساحة ونسبة كل غطاء ارضي، حيث شكلت المرعي اعلى نسبة ٤٩.٥%، وبلغت نسبة المناطق العمرانية ٣% من مساحة الكلية.



الشكل (٥):خارطة الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة

الجدول (٤)

مساحة ونسبة كل غطاء ارضي في منطقة الدراسة

الغطاء الأرضي	المساحة كم^2	النسبة %
مراعي	247.1	49.5
أشجار حرجية ومثمرة	3.5	0.7
حشائش	10	2.0
عمران	15.2	3.0
أراضي بور	23.1	4.6
محاصيل حقلية	130.5	26.2
مكشفات صخرية	68.8	13.8

- الدراسات السابقة

الدراسات العربية

دراسة بشير المساعيد (٢٠١٧) بعنوان " **تحديد أنسب المواقع للحصاد المائي في حوض وادي العاقب شمال شرق الأردن باستخدام المعطيات الجيومورفومترية ونظم المعلومات الجغرافية**، وهدفت هذه الدراسة إلى تحديد أنسب مواقع الحصاد المائي , باستخدام تقنية نظام المعلومات الجغرافية ومعطيات الخصائص المورفومترية لحوض وادي العاقب، وقد توصلت الدراسة إلى إمكانية تطبيق نظام كامل لحصاد مياه الأمطار بمنطقة الدراسة.

دراسة العمر،احمد (٢٠١٨) بعنوان" **تحديد المناطق المأمولة لمشاريع حصاد المياه باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافي**، وهدفت هذه الدراسة إلى تحديد المناطق المأمولة لمشاريع الحصاد المائي في منطقة حسياء في سوريا بواسطة مصادر مختلفة من البيانات ومن صور الأقمار الصناعية واعتمد الباحثين على منهجية Fuzzy AND في إجراء التحليلات والتقاطعات بين الشرائح المختلفة لتحديد المواقع المثلى والنموذجية لإقامة منشئات حصاد المياه.

دراسة الصبابحى، نوح (٢٠١٣) بعنوان " **تقييم احتمالية الحصاد المائي في حوض الجفر جنوب شرق الأردن باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية،** أوجدت الدراسة طريقة متكاملة لنموذج النمط الزماني والمكاني لمناطق احتمالية الجريان السطحي باستخدام نموذج مع المدخلات المستخرجة من بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية , وبالتالي اتخاذ القرار المكاني في تحديد أفضل المواقع للحصاد المائي) سدود وحفائر من خلال مجموعة من المعايير الموزونة التي أفرزت أفضل النتائج وبدقة عالية.

- الدراسات الأجنبية

دراسة (Kamaleddin, 2020، بعنوان:

"Identifying Optimal Sites for a Rainwater-Harvesting Agricultural Scheme in Iran Using the Best-Worst Method and Fuzzy Logic in a GIS-Based Decision Support System" واستخدمت هذه الدراسة عدة معايير لبناء خريطة توضح الواقع المناسبة لبناء ثلاثة أنواع من أنظمة الحصاد المائي وهي البرك وخزانات الترشيح , والسدود الحاجزة ,وتوصلت الدراسة إلى نموذج جديد قائم على زراعة حصاد مياه الأمطار يمكن قبوله كأداة مفيدة لتخفيف المعضلة الناتجة عن الزراعة غير المستدامة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

دراسة (Anoop C.K, et al, 2020)، يعنوان:

"IDETIFICATION OF SITES AND STRUCTUCTURE FOR WATER HARVESTING USING GIS"وهدفت هذه الدراسة إلى تحديد مواقع الحصاد المائي في ولاية كيرالا في الهند عن طريق تراكب الخرائط الموضوعية التي تشمل استخدام الأراضي ,ونسيج التربة ,والانحدار ,والجيومورفولوجيا ,وشبكة التصريف المائي ,وتوصلت الدراسة إلى أن أنسب تقنيات الحصاد المائي في منطقة الدراسة هي الخزانات والسدود الحاجزة.

دراسة (Imzahim, et al, 2019)، بعنوان:

"Selecting the Potential Water Harvesting Sites Using Fuzzy GIS-Based Spatial Multi-Criteria Evaluation in Salah Al-Din Governorate, Iraq"

وهدفت هذه الدراسة إلى تحديد المواقع المحتملة لحصاد المياه بمحافظة صلاح الدين شمال بغداد، العراق، استخدمت الدراسة التحليل المكاني متعدد المعايير (MCE) سبعة معايير لتحديد مواقع الحصاد المائي، وتوصلت الدراسة إلى 12 موقعا محتملا للحصاد المائي وفقا للمعايير التي استخدمها.

دراسة (S.H. Raza, et al, 2018)، بعنوان:

"Site selection of water storage based on multi-criteria decision analysis"

وهدفت هذه الدراسة إلى اختيار مواقع مناسبة للسدود الصغيرة لتلبية الاحتياجات الزراعية في منطقة ملكند، خيبر في باكستان واستخدم في الدراسة التحليل متعدد المعايير ,وتوصلت الدراسة إلى وجود 15 موقعا مناسبا لإنشاء سدود صغيرة في المنطقة.

دراسة (Livingstone Asala, 2017)، بعنوان:

"Site Suitability Mapping of Water Harvesting Structures Using GIS and Remote Sensing"وهدفت هذه الدراسة إلى تحديد المواقع المناسبة لحصاد المياه في محافظة مشاكوس في كينيا باستخدام التقنيات الجغرافية المكانية لجمع وتخزين مياه الجريان السطحي لتغذية المياه الجوفية ,واستخدمت عدة معايير مكانية؛ كنسيج التربة ,والانحدار, والغطاء الأرضي,

جيومورفولوجية السطح,، والتركيب الصخري، وشبكة الأودية,، وتوصلت الدراسة إلى اقتراح 15 موقع مناسب للحصاد المائي من سدود وخزانات لتغذية المياه الجوفية.

- منهجية الدراسة ومصادر البيانات

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي، والمنهج التحليلي والكارتوغرافي، واعتمدت في جمع البيانات على المصادر الثانوية التي **شملت** المراجع، والكتب، والرسائل الجامعية، والأبحاث المنشورة، والمجلات العلمية، والمواقع الالكترونية، بالإضافة إلى البيانات والتقارير المنشورة وغير المنشورة في المؤسسات العامة، والمصادر الأولية :شملت أربع لوحات جيولوجية مقياس رسم 1:5000 تغطي منطقة الدراسة، صادرة عن هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن، وخارطة التربة في منطقة الدراسة مقياس رسم تم الحصول عليها من وزارة الزراعة، وخارطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس رسم1:50000 ام الحصول عليها من المركز الجغرافي الملكي.

تم الحصول على نموذج ارتفاعات رقمي لمنطقة الدراسة بدقة 30 م من موقع هيئةالمساحة الجيولوجية العسكرية الامريكية. ومرئية فضائية من القمر الصناعي لاند سات -٨، التقطت بتاريخ20/5/2020 م بدقة تمييزية30 م وتم الحصول على طبقة لطرق المواصلات في منطقة الدراسة من المركز الجغرافي الملكي الاردني، وبيانات مناخية سنوية وشهرية ويومية تغطي فترات زمنية مختلفة صادرة عن وزارة المياه والري، وبيانات سكانية تم الحصول عليها من دائرة الاحصاءات العامة.

- أساليب الدراسة

تم توحيد المراجع الجغرافية والمساقط للبيانات المكانية، ترقيم الظاهرات النقطية والخطية والمساحية للخرائط الطبوغرافية والجيولوجية وخارطة التربة وحفظها في قاعدة البيانات الجغرافية الخاصة بمنطقة الدراسة، واستخراج درجات الانحدار من نموذج الارتفاع الرقمي الخاص بمنطقة الدراسة، ثم إجراء معالجة الهيدرولوجية لنموذج الارتفاعات الرقمي لاستخراج شبكة الأودية، وتحديد اتجاه الجريان السطحي ومناطق تجميع المياه، واستنباط الشبكة المائية ورتب الأودية.

وتم استخدام أدوات التحليل المكاني والرياضي لتحليل البيانات ومعالجتها؛ واستخدمت أدوات التحويل كتحويل المرئية المصنفة وذلك لاستنباط الامتداد العمراني منها، واستخدمت أدوات لمعالجة معايير الدراسة وتجهيزها مثل أدوات المعالجة الجغرافية ويتضمن هذا الأسلوب عددا من الوظائف، حيث تم في هذه الدراسة إنشاء حرم حول بعض المعايير كالصدوع والبعد عن الامتداد العمراني والطرق والآبار والمنشئات الحيوية والحساسة والأودية في حالة السدود وفي حالة الحفائر، وتوحيد بعض المعايير التي تحتوي فئات متعددة كشبكة الطرق والصدوع الأرضية.

- المعايير المتبعة في الدراسة

تم بناء نموذج الدراسة وفق معايير واشتراطات أمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين:

١- معايير المجموعة الأولى

قسمت هذه المعايير إلى أربع درجات من حيث الملائمة وأعطيت كل درجة ملائمة رقم ,حيث يشير الرقم4 إلى الملائمة العالية والرقم3 إلى الملائمة، والرقم2 إلى متوسط الملائمة، والرقم1 إلى غير الملائم جدول (٥).

الجدول (٥): تصنيف ملائمة معايير المجموعة الأولى

المعيار1	درجة الملائمة	التصنيف	المرجع
المعدل السنوي للأمطار ملم	4	250-350	الباحث
	3	150-250	
	2	100-150	
	1	-	

المعيار2	درجة الملائمة	التصنيف	المرجع
الانحدار%	4	0-3	(Al-Adamat et al, 2010)
	3	3-5	
	2	5-10	
	1	>10	
المعيار3	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
الغطاء الارضى واستخدامات الأرض	4	المناطق الرعوية المناطق الزراعية	(Al-Adamat et al, 2010), الباحث
	3	-	
	2	التجمعات السكانية ,والأشجار الحرجية والمثمرة ,والبروزات الصخرية	
	1		
المعيار4	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
نسيج التربة) المحتوى الطيني(%	4	>35	(Yang Yi,2003, Al-Shatnawi,2006)
	3	18-35	
	2	<18	
	1	-	
المعيار5	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
بعد المسافة عن المناطق السكنية والمنشآت الحيوية م	4	250-500	(Yang Yi,2003, Al-Shatnawi,2006) الباحث
	3	500-1000	
	2	1000-2000	
	1	>2000	
		<250	
المعيار6	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
بعد المسافة عن طرق المواصلات م	4	250-500	(Yang Yi,2003, Al-Shatnawi,2006)
	3	500-1000	
	2	1000-2000	
	1	>2000	
		<250	

١- **معايير المجموعة الثانية**:

صنفت معايير المجموعة الثانية إلى قسمين حيث يشير الرقم (1) إلى الملائمة والرقم (0) إلى غير الملائمة، كما في الجدول (٦).

الجدول (٦): تصنيف ملائمة معايير المجموعة الثانية

المعيار1	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
البعد عن الصدوع م	1	>500	(Al-Adamat et al, 2010)
	0	<500	
المعيار2	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
رتب الأودية	1	rd< order3	الباحث
	0	rd order3	
المعيار3	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
بعد المسافة عن الوادي للسدود الترابية م	1	0-50	(الشطناوي، ٢٠٠٦)
	0	>50	
المعيار4	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
بعد المسافة عن الوادي للحفائر) م(	1	50-500	(North Coast Sustainable Aquaculture,2000, Al-Shatnawi,2006)
	0	0-50	
المعيار5	**درجة الملائمة**	**التصنيف**	**المرجع**
البعد عن الآبار الارتوازية	1	>500	(BGR,2012)
	0	<500	

تحليل النتائج ومناقشتها

المرحلة الاولى: تجهيز معايير المجموعة الأولى

- **المعدل السنوي للأمطار**

قسم المعدل السنوي للأمطار في منطقة الدراسة إلى ثلاث مناطق، المنطقة الأولى يتراوح فيها معدل الهطول السنوي بين ٣٥٠-٤٠٠ ملم أعطيت الرتبة رقم ٤، والمنطقة الثانية يتراوح معدل الهطول السنوي فيها بين250-150 ملم أعطيت الرتبة رقم ٣، والمنطقة الثالثة والتي يتراوح فيها معدل الهطول السنوي بين150-100 ملم أعطيت الرتبة رقم ٢،كما في الشكل (٦).

- **الانحدار**

المنطقة الأولى يتراوح فيها الانحدار بين ٠-٣% أعطيت الرتبة رقم ٤، والمنطقة التي يتراوح انحدارها بين ٣-٥% أعطيت الرتبة رقم ٣، والمنطقة التي تتراوح فيها درجة الانحدار بين ٥-١٠ % أعطيت الرتبة رقم ٢، والمنطقة الرابعة التي يزيد فيها الانحدار عن ١٠ % أعطيت الرتبة ١، كما في الشكل (٧)

- استخدامات الاراضي

صنفت استخدامات الأراضي في منطقة الدراسة إلى ثلاث مناطق كما في الشكل (٨)، الأولى أراضي المراعي أعطيت الرتبة رقم ٤، والثانية الأراضي الزراعية أعطيت الرتبة رقم ٣، أما المناطق السكنية ومناطق الأشجار الحرجية والمثمرة والبروزات الصخرية التي قد تكون عرضه لحدوث انهيارات أرضية أعطيت الرتبة رقم ١.

- نسيج التربة

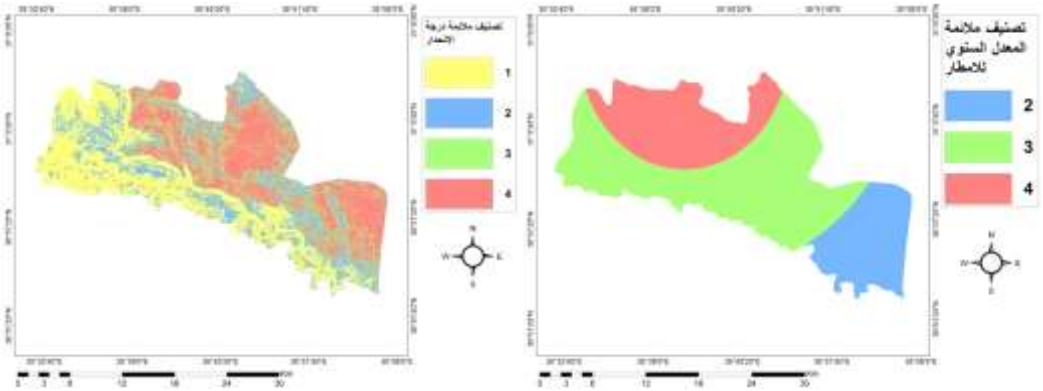
تم تصنيف تربة منطقة الدراسة حسب المحتوى الطيني من خلال عينات التربة التي جمعت من قبل وزارة الزراعة إلى منطقتين؛ المنطقة الأولى تزيد فيها نسبة الطين عن35 % أعطيت الرتبة رقم ٤، والمنطقة الثانية ذات محتوى طيني يتراوح بين ١٨-٣٥% أعطيت الرتبة رقم ٣، كما في الشكل (٩).

- بعد المسافة عن التجمعات السكانية والمنشآت الحيوية

تم تصنيف مدى الملائمة المتعلقة بالبعد عن مناطق التجمعات السكانية والمنشآت الحيوية إلى أربع مناطق شكل (١٠)، الأولى تقل عن250 م أعطيت الرتبة رقم ١، والثانية تتراوح بين ٢٥٠-٥٠٠ م اعطيت الرقم ٤، الثالثة والتي تتراوح بين ٥٠٠-١٠٠٠ م اعطيت الرقم ٣، والرابعة تتراوح بين ١٠٠٠-٢٠٠٠ م اعطيت الرقم ٢، أما المناطق التي تزيد عن ٢٠٠٠ م فهي غير ملائمة .

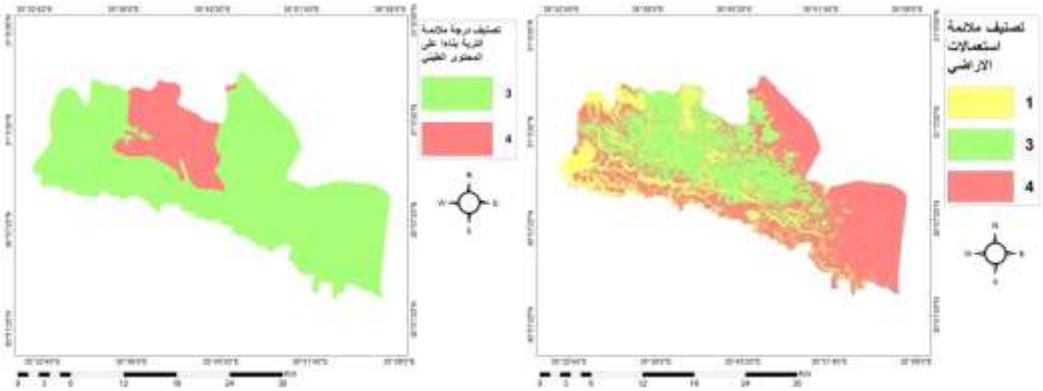
- بعد المسافة عن طرق المواصلات

تم تصنيف مدى الملائمة المتعلقة بالبعد عن طرق المواصلات إلى أربع مناطق، الشكل (١١)، الأولى تقل عن250 م أعطيت الرتبة رقم ١، ، والثانية تتراوح بين ٢٥٠-٥٠٠ اعطيت الرتبة رقم ٤، والثالثة تتراوح بين1000-500 م أعطيت الرتبة رقم ٣، والرابعة تتراوح بين2000-1000 م أعطيت الرتبة رقم ٢، أما المناطق التي تزيد عن2000 م فهي غير ملائمة.



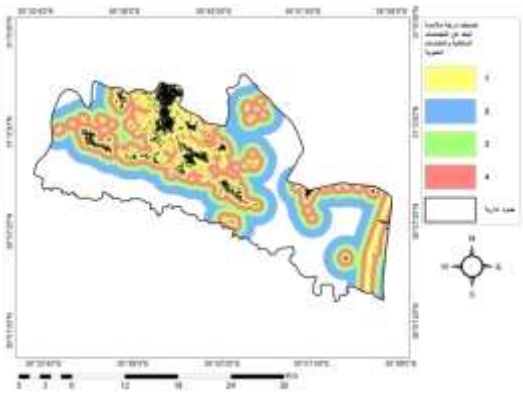
الشكل (٦)

الشكل (٧)

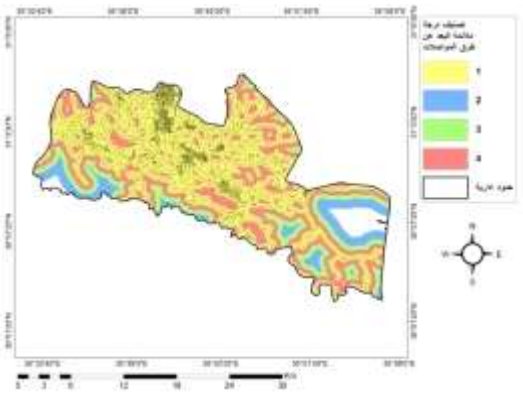


الشكل (٨)

الشكل (٩)



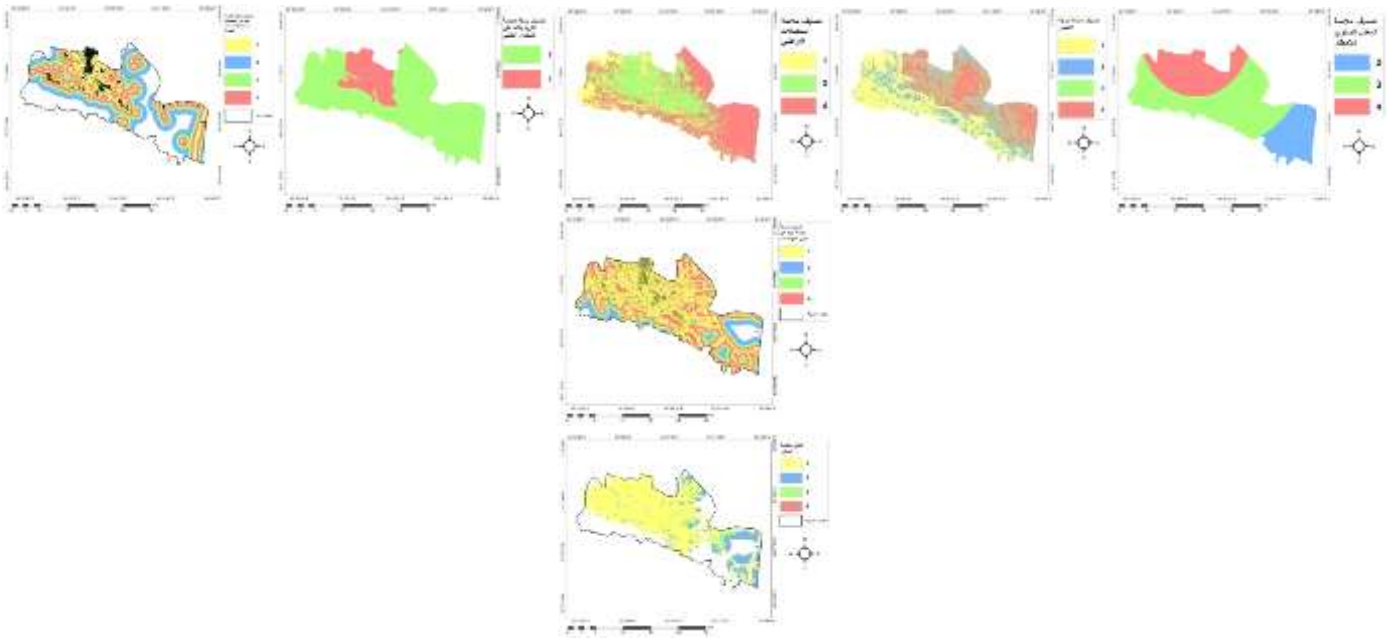
الشكل (١٠)



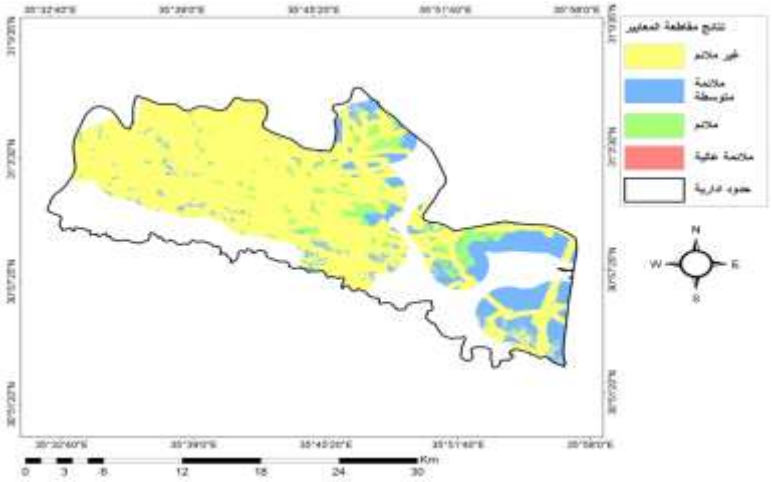
الشكل (١١)

المرحلة الثانية: مقاطعة المعايير باستخدام Fuzzy Overlay

يعتمد تحديد المناطق الملائمة لمشاريع الحصاد المائي على دمج المعايير السابقة ضمن مراحل وخطوات مدروسة ومنظمة وعلى أسس علمية، وتستخدم هذه العملية عندما نرغب في اختيار موقع يكون مناسب لجميع معايير الإدخال للوصول للمواقع المثلى للحصاد المائي، وفي هذه العملية يتم إضافة جميع المعايير إلى واجهة عمل شكل (١٢)، ويكون المنتج خارطة تحقق جميع الاشتراطات التي تم الاخذ بها كما في الشكل (١٣).



الشكل (١٢): نتائج مقاطعة معايير المجموعة الأولى



الشكل (١٣): نتائج عملية المقاطعة

المرحلة الثالثة: تجهيز معايير المجموعة الثانية لاختيار المواقع المثلى للحصاد المائي

تعد معايير المجموعة الثانية هي الحاسمة في تحديد المواقع المثلى للحصاد المائي لان شروطها تقتضي بالملائمة أو عدم الملائمة، وعند تطبيق هذه المعايير ستكون المحصلة النهائية هي المواقع المثلى للحصاد المائي في منطقة الدراسة، وعلى إثرها يؤخذ القرار المكاني في اختيار أنسب المواقع للحصاد المائي.

- الصدوع

تم إنشاء حرم حول الصدوع بمسافة500 م على جانبي الصدع واعتبارها منطقة غير ملائمة لإنشاء مشاريع حصاد مائي كما في الشكل (١٤).

- الآبار الارتوازية

تم إنشاء حرم حول الآبار بمسافة500 م واعتبارها منطقة غير ملائمة لإنشاء مشاريع حصاد مائي كما في الشكل (١٥).

- رتب الأودية

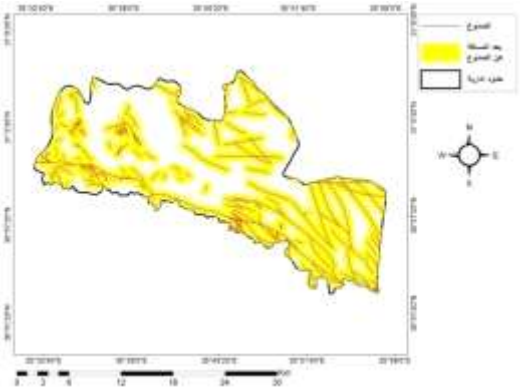
تم عمل تحليل هيدرولوجى لكل محافظة الكرك بنفس الطريقة التحليل التي تم التعامل معها على منطقة الدراسة، وتبين من خلال نتائج التحليل الهيدرولوجي أن أغلب مشاريع الحصاد المائي كانت على أودية تزيد رتبتها عن3 ، ولقد وجد بعض المشاريع على أودية رتبته 3 لكن كان حجم تخزين المياه فيها قليل .تم تصنيف رتب الأودية إلى قسمين، الأودية التي تساوي الرتبة 3 أو تقل عنها أعتبرت غير ملائمة، والأودية التي تزيد عن الرتبة 3 اعتبرت ملائمة.

- بعد المسافة عن الوادي للسدود

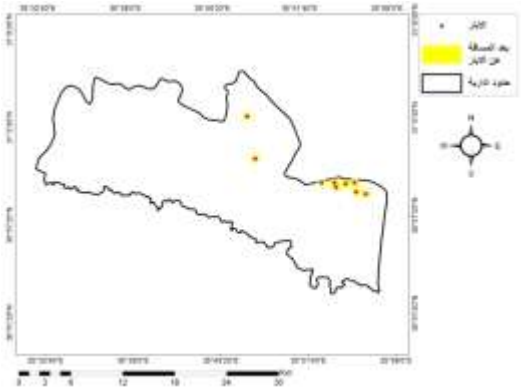
يبين الشكل (١٦) تصنيف ملائمة الأودية لمشاريع السدود حيث أعتبرت المسافة التي تبدأ من مجرى الوادي ولغاية50 م ملائمة والمسافة التي تزيد عن50 م غير ملائمة لمشاريع السدود.

- بعد المسافة عن الأودية للحفائر

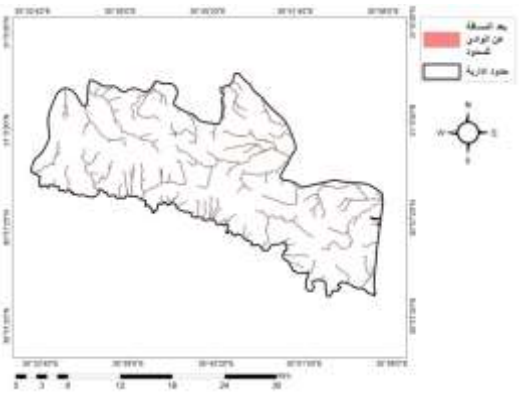
تبنى الحفائر عللى ضفاف الأودية وفي حالة الحفائر يتم استثناء مسافة50 م عن كلا الجهتين من الوادي، واعتبرت غير مناسبة وذلك بسبب مشاكل الرسوبيات وتأثير قوة الجريان على تصميم ومنشآت الحفيرة، وبالتالي يقل العمر الافتراضي لها لذلك يفضل إنشاء مشاريع الحفائر على مسافة500-50 م من كلا جانبي الوادي كحد أقصى لتقليل التكلفة الاقتصادية المتمثلة بإنشاء قنوات ناقلة لتغذية الحفيرة (الشطناوي، ٢٠٠٦). يبين الشكل (١٧) تصنيف ملائمة الأودية لمشاريع الحفائر حيث اعتبرت المسافة من التي تبدأ من مجرى الوادي لغاية50 م غير ملائمة والمسافة التي تبدأ من500-50 م من كلا جانبي الوادي ملائمة لمشاريع الحفائر.



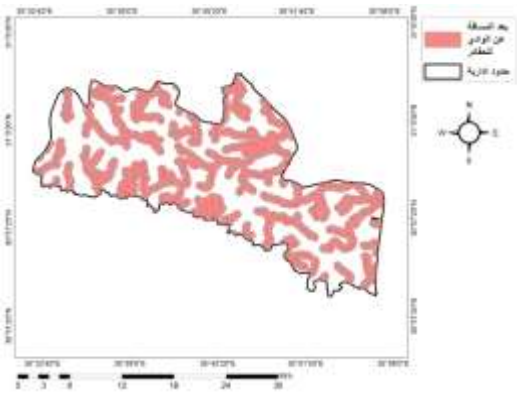
الشكل (١٤)



الشكل (١٥)



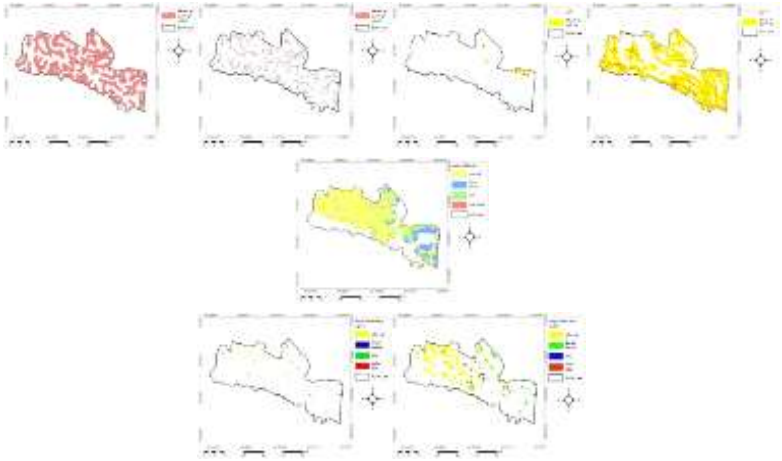
الشكل (١٦)



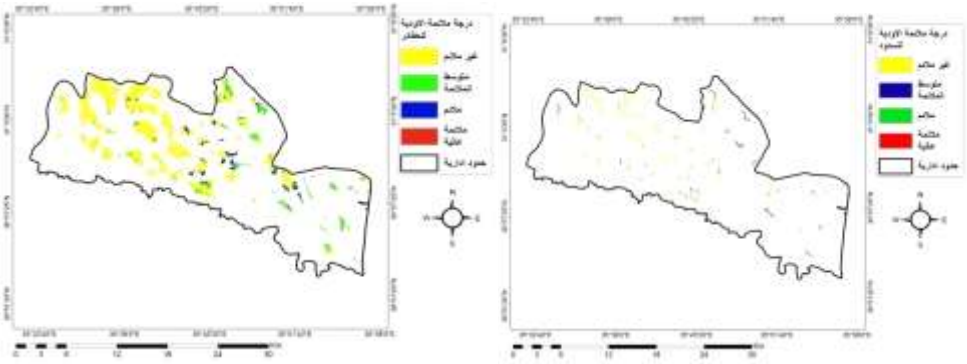
الشكل (١٧)

المرحلة الرابعة:إقتطاع معايير المجموعة الثانية

تم اقتطاع جميع معايير المجموعة الثانية من ناتج عملية المقاطعة حيث سيكون الناتج النهائي هو المواقع المثلى المحتملة التي يمكن إنشاء مشاريع الحصاد المائي سدود وحفائر عليها كما في الشكل (١٨).



الشكل (١٨): نتائج عملية الاقتطاع



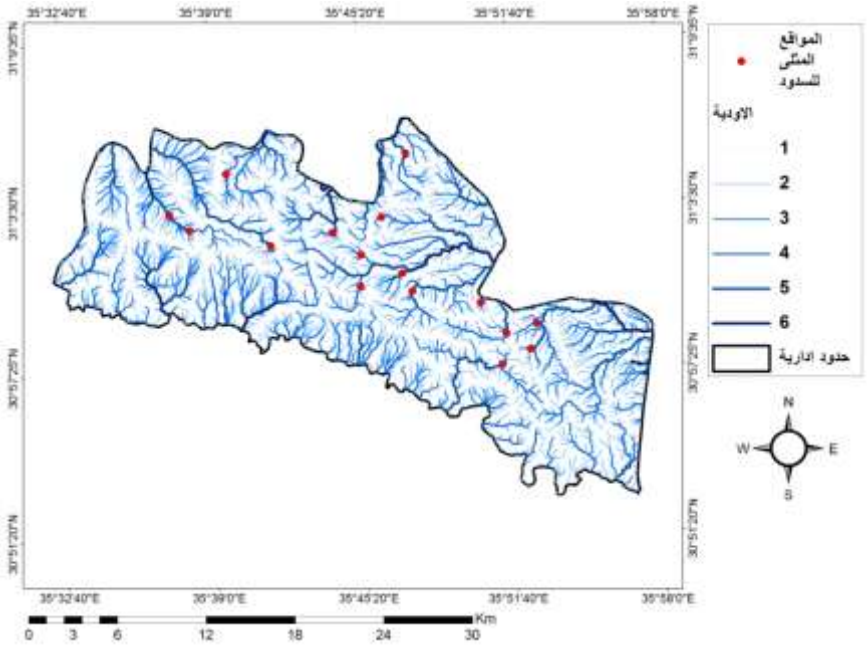
الشكل (١٩): نتائج عملية المقاطعة الاقتطاع

تبين من خلال نتائج التحليل والمقاطعة لمعايير المجموعة الأولى وتنفيذ عمليات الاقتطاع والاستخراج من معايير المجموعة الثانية على المجموعة الأولى وجود مناطق ملائمة لعمل مشاريع الحصاد المائي توزعت على كامل منطقة الدراسة يمكن استغلالها لعمل مشاريع حصاد مائي ,وتم تحديد المواقع المثلى للحصاد المائي في منطقة الدراسة على أساس أكثر المواقع التي انطبقت عليها الشروط وقعت جميعها ضمن الرتبة الثالثة أي المناطق الملائمة، وتبين من النتائج النهائية أن المناطق ذات الملائمة العالية كانت محدودة جدا وكانت على شكل خلايا صغيرة متفرقة؛ ويرجع ذلك لأسباب تتعلق بطبيعة المنطقة والنشاطات السكانية العشوائية فيها.

تم تحديد المواقع المثلى للحصاد المائي من سدود وحفائر بواسطة التمثيل الخطي للبيانات حيث سيتم تحديد مواقع السدود نقطيا والحفائر مساحيًا وذلك من أجل الحصول على إحداثيات المواقع المثلى للحصاد المائي في منطقة الدراسة

- المواقع المثلى للسدود

حددت لنا نتائج التحليل 16 موقعًا مثاليًا يمكن من خلالها إنشاء سدود ترابية صغيرة توزعت على كامل منطقة الدراسة، ويظهر في الشكل (٢٠) الخارطة النهائية للمواقع المثلى للسدود في منطقة الدراسة، والجدول (٧) يبين إحداثيات مواقع السدود.



الشكل (٢٠): الخارطة النهائية للمواقع المثلى للسدود في منطقة الدراسة

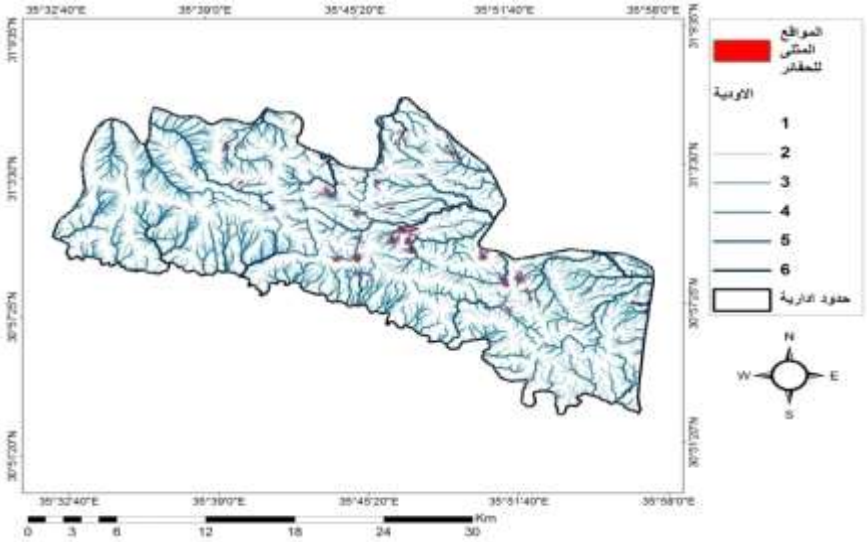
الجدول (٧): إحداثيات المواقع المثلى النهائية للسدود في منطقة الدراسة

الرقم	الموقع	خط الطول	دائرة العرض
1	القادرية	35.78868	35.78868
2	العمرية	35.73569	31.04229
3	أم حماط	35.75562	31.02848
4	أم حماط	35.78445	31.01648
5	محي	35.79126	31.00536
6	محي	35.85719	30.97826
7	محي ذات رأس	35.83934	30.99729
8	مجرا	35.87849	30.984
9	غرب المزار/المطل	35.7548	31.00861
10	الطيبة	35.69161	31.03518
11	سول	31.0799	35.66142
12	الطيبة	35.62075	31.05513
13	محي	35.77071	31.05125
14	محي	35.63502	31.0456
15		35.85386	30.95918
16			

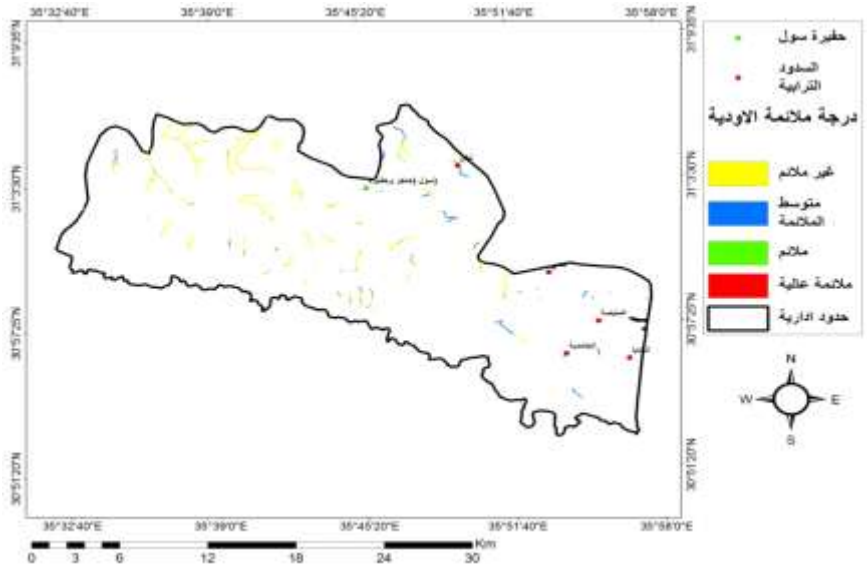
- المواقع المثلى للحفائر

حددت لنا نتائج التحليل 164 موقعًا مثاليًا تفاوتت في المساحة، يمكن فيها إنشاء حفائر صغيرة وعلى مستوى المزرعة موزعة على كافة أرجاء منطقة الدراسة ,ويبين الشكل (٢٢) المواقع المثلى للحفائر في منطقة الدراسة.

من خلال مقاطعة معايير المجموعة الأولى وقعت ثلاث مشاريع حصاد المائي من المشيدة مسبقا ضمن رتبة الملائمة رقم ٣، تمثلت في سد نخل ومحي وحفيرة سول، أما مشاريع الحصاد المائي الأخرى وقعت ضمن رتبة ملائمة متوسطة رقم ٢، ومن خلال استخراج واقتطاع معايير المجموعة الثانية تبين أن اغلب مشاريع الحصاد المائي في منطقة الدراسة وقعت ضمن حرم الصدوع وبعضها كان بعيداً عن الطرق والتجمعات السكانية كسد المنيصة، باستثناء سد الحامدية وسد نخل، ويعد سد نخل من أكثر مشاريع الحصاد المائي ملائمة في منطقة الدراسة حيث تبين من خلال نتائج التحليل وقوعه ضمن رتبة الملائمة رقم ٣، وقد انطبق عليه اغلب معايير المجموعة الأولى وجميع معايير المجموعة الثانية في الدراسة، يبين الشك (٢٢) درجة ملائمة مشاريع الحصاد المائي في منطقة الدراسة.



الشكل (٢١): **الخارطة النهائية للمواقع المثلى للحفائر في منطقة الدراسة**



الشكل (٢٢): **درجة ملائمة مشاريع الحصاد المائي المشيدة مسبقا في منطقة الدراسة**

Abstract

Determining the most appropriate sites for water harvesting in the southern Mazar in Jordan using GIS & RS

BY Hamza Al-Qatawneh

And Satam Al Shaqour

The study area suffers from a severe shortage of water resources, which requires searching for new sources to fill the current deficit and reveal the promising regions for water harvesting and the appropriate methods to invest it for development purposes. This study shows the spatial distribution of water harvesting areas in the shrine area, The southern region in Jordan, using the spatial adequacy model within the geographic information systems environment and determining the most appropriate sites for water harvesting projects. Built the study model according to criteria and requirements, which were divided into two main groups: the criteria of the first group were divided into four degrees in terms of relevance, namely; High fit, appropriate, a moderate fit, and unsuitable, and the second group criteria were classified into appropriate, unsuitable. A geographical database has been created, including hydrological, climatic, topographic, geological, and soil data. The study reached the production of maps of spatial suitability for water harvesting sites, where proposed sixteen suitable sites for establishing small dams and one hundred and sixty-four suitable sites for establishing small digs. Rainwater and achieve an economic return that benefits them.

Key Words: GIS, spatial suitability model, Water Harvesting.

المراجع العربية

١- آل الشيخ، عبد الرحمن، (٢٠٠٦)، حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة

٢- الانصاري، نظير، (٢٠٠٥)،علم المياى السطحية التطبيقية، جامعة آل البيت، المفرق، الاردن.

٣- دائرة الاحصاءات العامة، (٢٠١٩)، التقديرات السكانية، تقرير الاحصاءات السكانية، عمان، الاردن

٤- دائرة الارصاد الجوية، (٢٠١٨)، بيانات مناخية، عمان، الاردن.

٥- الدعدي، عبيد الله، (٢٠١٤)، استخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لدراسة الحصاد المائي لمياه السيول في منطقة القصيم، (٢٠١٤)، رسالة ماجستير غير منشورة، القصيم، السعودية.

٦- السلاق، محمد ,وفرح، إبراهيم، (١٩٩٧)، برنامج بحث وتطوير البادية الأردنية ,المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا، وزارة المياه والري، عمان، الاردن.

٧- سلطة وادي الاردن، (٢٠٢٠)، بيانات مديرية الحصاد المائي، عمان، الاردن.

٨- الشطناوي، عواد، (٢٠١٦)، تحديد أفضل المواقع لمشاريع الحصاد المائي السدود والحفائر في منطقة البادية الشمالية الشرقية باستخدام تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير,غير منشورة، جامعة آل البيت، المفرق، الأردن.

٩- الصبابحة، نوح، (٢٠١٦)، تقييم احتمالية الحصاد المائي في حوض الجفر جنوب شرق الأردن باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه، الجامعة الأردنية، عمان، الاردن.

١٠- المركز الوطني للبحوث الزراعية، (٢٠٢٠)، بيانات غير منشورة، عمان، الاردن.

١١- النوايسه، فاديا، (٢٠١٨)، تحليل خارطة استعمالات الاراضي في لواء المزار الجنوبيللفترة ١٩٨٦-٢٠١٧، رسالة ماجستير، جامعة مؤته، الكرك، الاردن.

١٢- هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن، (٢٠١٩)، بيانات غير مشورة، عمان، الاردن.

١٣- وزارة الزراعة، (٢٠٢٠)، بيانات غير منشورة، عمان، الاردن.

١٤- وزارة المياه والري، (٢٠٢٠)، بيانات غير منشورة، عمان الاردن.

المراجع الأجنبية

1- Yang Yi D, (2001), Asian Institute of Technology, Application of GIS and Remote Sensing for Assessing Watershed Ponds for Aquaculture Development in Thai Nguyen, Vietnam,www.GISdevelopment.net.
2- North Coast Sustainable Aquaculture Strategy (NSW),(2000), Site Selection, www.GISdevelopment.net
3- Shadeed S, and Almasri, M.(2010) Application of GIS-Based SCS CN Method in West Bank Catchment, Palestine, Water Science and Engineering, 3(1),1-13.
4- Owies, T.Hachum, A, and Kinjne, J.(1999), Water Harvesting and Supplementary Irrigation for Improved Water Use Efficiency in Dry Areas, SWIM paper 7, International Water Management Institute, Colombo, Srilanka.
5- Al-Adamat, R.A. Diabat, A and Shatnawi, GH(2010), Combining GIS with Multi Criteria Decision Making for Sitting Water Harvesting Ponds in Northern Jordan, Journal of Arid Environments, 73, 1471-1477.
6- Zarqa and Azraq Basins, Bundesan Stall Fur Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Jordan, Final Report, Dec. (2012).