

جامعة بيرزيت - الدراسات العليا - جغرافيا

" حصاد مياه الأمطار باستخدام نظم المعلومات الجغرافية - حالة تطبيقية - الجزء الجنوبي الغربي من محافظة

الخليل "

"Rainwater Harvesting using GIS: The Case of Southwestern part of Hebron
Governorate"

ريهام حسن الذويبي

rhd_dweib@hotmail.com

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير في الجغرافيا من كلية الدراسات العليا في جامعة بيرزيت،

فلسطين

2012

الفصل الأول

I. الإطار العام للدراسة

الفصل الأول يتضمن المواضيع التالية:

- I.1 مقدمة.
- I.2 مشكلة الدراسة.
- I.3 أهمية الدراسة.
- I.4 أهداف الدراسة.
- I.5 فرضيات الدراسة.
- I.6 المنهج المتبع في الدراسة.
- I.7 سبب اختيار منطقة الدراسة.
- I.8 الدراسات السابقة.

I.1 مقدمة

يشكل نهب الموارد المائية في فلسطين هاجساً كبيراً يجد من تنفيذ الخطط والبرامج التطويرية. وقد أثر ذلك على رفاهية المواطن الفلسطيني وإنتاجيته وصحته وبيئته، حيث تعتبر الأمطار من أكثر الموارد الطبيعية أهمية في البيئات الجافة وشبه الجافة. وفي فلسطين تعتبر الأمطار المصدر الوحيد لجريان المياه السطحية وتغذية المخزون الجوفي حيث تقل الأنهار دائمة الجريان. وتشكل الاستفادة من تجميع مياه الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة، التي غالباً ما تهطل فيها الأمطار خلال أشهر قليلة من السنة، أهمية كبرى تفوق مثيلاتها في المناطق الرطبة، وتزداد أهميتها في المناطق التي تنعدم أو تقل فيها مصادر أخرى كالمياه الجوفية أو السطحية وتصبح في هذه الحالة الوسيلة الأكثر جدوى لتأمين حياة الإنسان والحيوان والنبات.

إن مفهوم حصاد المياه يقصد به تجميع المياه في عدة أشكال خلال فترة زمنية معينة من الدورة الهيدرولوجية التي تبدأ من وصول الأمطار إلى أسطح المباني أو الأراضي وحتى مرحلة الجريان للمياه على شكل سيول أو بتحويل جزئي لتصريف الأودية والأنهار أو حجز مياه النهر أو الوادي عن طريق بناء سد في مجراه أو منشآت تحويلية بهدف التخزين والاستفادة من هذه المياه في أوقات انعدام هطل الأمطار أو أوقات الجفاف، حيث يقل أو يتوقف تصريف جريان الأودية. وتعد عملية حصاد المياه مفتاح استخدام مياه الأمطار على نحو أفضل لغايات زراعية فهي تشكل زيادة في كمية المياه المتاحة في وحدة المساحة المحصولية، وتقلل من تأثير الجفاف.

يستخدم الفلاح الفلسطيني ومنذ القدم تقنيات حصاد المياه وخاصة في المناطق الجبلية، حيث يتم حفر قنوات تحول إليها مياه الجريان السطحي الناتجة عن هطل الأمطار، وتحفظ في برك أو مستودعات لتستخدم لاحقاً للشرب ولأغراض الري بعد انتهاء فترة الهطل المطري. وحيث أن هذه الأراض شهدت العديد من الحضارات المختلفة، فقد قدمت هذه الحضارات أقوى الأمثلة في قدرتها على استغلال الموارد المائية المتوفرة آنذاك بأسلوب ذكي، وبقيت آثارها موجودة لآن كشاهد على التقدم العلمي في هذا المجال.

تعتبر مشكلة شح المياه من أكبر المشاكل التي يعاني منها القرن الحالي وفلسطين كغيرها من الدول بطبيعتها الجغرافية الجافة وشبه الجافة عدا عن فقدانها السيطرة على معظم مواردها المائية بسبب الاحتلال ، وأحد ألم الجفاف بفلسطين في السنوات الأخيرة إذ تبين وعلى سبيل المثال ومن خلال رصد كميات المطر في محافظة الخليل أنه خلال عام 2001 كانت الكمية تقدر بـ 520.1 ملم وأخذت هذه الكمية بالازدياد حتى عام 2003 إلى أن وصلت إلى 538.7 ملم، ولكنها عاودت وانخفضت لتصل عام 2008 إلى 376.3 ملم. (Palestinian Metrology Office, 2011)،

تشكل المنحدرات الشرقية والمناطق الجنوبية الأماكن الأكثر عرضه للجفاف في فلسطين . إذ تسودها ظروف مشابهة لظروف البادية، وفي سنوات القحط يتضرر أغلب السكان في تلك المنطقة من الناحية الاقتصادية نتيجة لاعتمادهم الكامل على المراعي لتغذية ثروتهم الحيوانية التي تشكل المصدر الرئيس للدخل لديهم . ويشكل الجفاف والرعي الجائر مشكلة خطيرة تهدد قدرة هذه المنطقة على توفير الأعلاف للحيوانات، الأمر الذي ينتج عنه العديد من المشاكل على الصعيدين الاجتماعي والبيئي . وفي الوقت ذاته، يتناقص إنتاج الثروة الحيوانية، وبالتالي إنتاج اللحم ومشتقات الحليب، مما يسفر ذلك عن ظهور آثار سلبية تنعكس على أسعار هذه المنتجات في الأسواق من جهة وعلى تغذية الإنسان من جهة أخرى.

يركز هذا البحث على دراسة حصاد مياه الأمطار وطرق استغلالها و البحث عن أفضل الأماكن لبناء مستجمع حصاد لمياه الأمطار بالاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System (GIS) في منطقة جنوب الخليل، الأمر الذي قد ينعكس إيجابياً على الحياة الاجتماعية والاقتصادية لسكان منطقة الدراسة.

لذا ينصب الجهد الأساسي في هذا البحث على تحديد أماكن مثالية لحصاد مياه الأمطار والسيول وتجميعها في مواقع معينة يمكن من خلالها الاستفادة من الأمطار لشرب الحيوانات والماشية بجانب الاستزراع الرعوي وإنتاج المحاصيل الحقلية والأعلاف، إضافة إلى المحافظة على الغطاء النباتي والتنوع الحيوي وحفظ الأصول الوراثية للنباتات في مواقعها الطبيعية وإعادة إعمار البيئات المتدهورة بإعطائها دفعة أولية تعزز من مقاومتها للتقلبات الطبيعية والاستخدام المرشد للموارد الأرضية وتغذية مخزون المياه الجوفية.

I.2 مشكلة الدراسة

منطقة الدراسة هي منطقة جافة، تنقصها المياه لذلك يجب تعزيز الموارد المائية في تلك المنطقة عن طريق حصاد مياه الأمطار، وذلك للمساهمة في تحقيق نمو اقتصادي واجتماعي في منطقة مهمشة من الريف الفلسطيني. إن صعوبة تحديد أماكن مثلى للحصاد المائي تكمن في ظروف العمل الميداني الصعبة والتي تحتاج لوقت وجهد وموارد كبيره بالإضافة إلى شرح البيانات المتوفرة ولكن مساعدة تقنية نظم المعلومات الجغرافية تم تسهيل اختيار المواقع النموذجية لبناء المستجمعات المائية حيث تساعد أيضاً تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في التنمية، وفي تحديد طرق عملية في إدارة الموارد المائية.

I.3 أهمية الدراسة

يمكن تلخيص أهمية الدراسة بالنقاط التالية:

- الاستغلال الأمثل للمياه الساقطة على منطقة الدراسة شبه الصحراوية والتي، حسب المعطيات المتوفرة، لم يتم استغلالها من قبل.
- إبراز ودراسة طرق الحصاد المائي المتبعة عبر العصور من قبل الفلاح الفلسطيني الذي سكن هذه الأرض بهدف التوثيق وإمكانية الاستفادة من تجربة الماضي التي تركز إلى المعرفة الايكولوجية التقليدية

- تركز الدراسة على موضوع حصاد مياه الأمطار وهو ذو قيمة في زيادة الإنتاج الزراعي الذي يؤدي لزيادة المردود الاقتصادي وبالتالي زيادة الدخل الفردي وتحسين الوضع الاجتماعي.
- يلعب حصاد مياه الأمطار دور في الحفاظ على بعض المكونات التكنولوجية في منطقة الدراسة مثل التقليل انجراف التربة من خلال تعزيز الغطاء النباتي.

I.4 أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي اقتراح أفضل الأماكن لتجميع مياه الأمطار بغرض الاستفادة منها لاحقاً عن طريق تحليل البيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

الأهداف الثانوية

1. تطوير منهجية نظم المعلومات الجغرافية التي يمكن تطبيقها في تحديد موقع محتمل لحصاد مياه الأمطار.
2. تحديد الاحتياجات من البيانات (البيوفيزيائية والاجتماعية والاقتصادية) اللازمة للحصاد المائي ودمجها ضمن إطار نظم المعلومات الجغرافية لتصبح نموذجاً يمكن تطبيقه محلياً وفي مناطق وبيئات مشابهة.

I.5 فرضيات الدراسة

- يمكن استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية للمساعدة في تحديد وتطوير حصاد المياه في المناطق التي لا يوجد عنها معلومات تفصيلية.
- كمية الجريان السطحي كافية لكي يتم تجميعها في مستجمع.
- الطبيعة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة ملائمة للحصاد المائي.

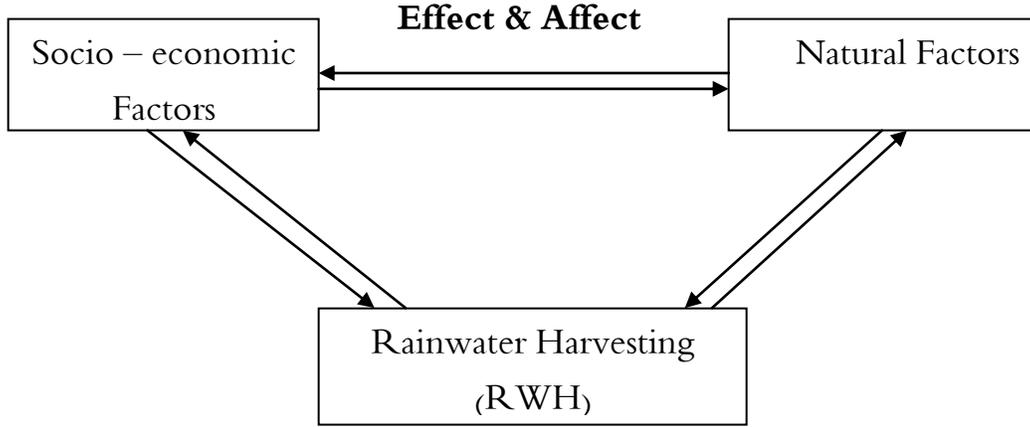
I.6 المنهج المتبع في الدراسة

المنهج الوصفي - التحليلي.

- توضيح طرق حصاد مياه الأمطار في فلسطين بشكل عام، وفي منطقة الدراسة بشكل خاص (مقابلات).
- جمع ما توفر من معلومات وبيانات لمنطقة الدراسة وذلك بالرجوع إلى بعض المراجع والتقارير الإحصائية لمنطقة الدراسة.
- جمع ما توفر من خرائط جيولوجية، تربة، استخدامات الأراضي، وخرائط طبوغرافية، تساعد في توفير معلومات لوصف منطقة الدراسة.
- تحليل البيانات ومعالجتها وذلك من خلال تصميم نموذج رياضي تحليلي يدخل فيه كمية الأمطار الساقطة، والتربة، واستخدامات الأراضي، والعوامل التي تؤثر في طريقة استخدام مستجمع حصاد المياه وموقعه وذلك لتقدير الجريان السطحي.
- استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في معالجة البيانات وتحليلها وذلك من أجل اقتراح أفضل الأماكن لمستجمعات حصاد المياه.

تتأثر عملية الحصاد المائي واختيار مواقع للمستجمعات المائية بعوامل طبيعية وأخرى بشرية تمثل الجوانب الاجتماعية والاقتصادية للسكان في منطقة الدراسة. كما تتأثر هذه العوامل بدورها بعملية الحصاد المائي والتي تلعب دوراً في تطوير الجوانب الاقتصادية والاجتماعية للسكان كما تؤثر إيجاباً على المكونات التكنولوجية للمنطقة المستهدفة بالحصاد المائي. ويوضح الشكل رقم (1) مخطط توضيحي لعلاقة التأثير المتبادل بين هذه العوامل وعملية الحصاد المائي.

Rainwater Harvesting Flow Chart



شكل رقم (1): نموذج مفهومي للعلاقة ما بين الحصاد المائي والعوامل الطبيعية والبشرية

I.7 سبب اختيار منطقة جنوب غرب الخليل

تعتمد مواءمة منطقة ما لحصاد المياه على قدرتها على تلبية المتطلبات التقنية الأساسية ل نظام حصاد المياه، ويجب أن تتوافق أية تقنية يتم اختيارها والظروف الاجتماعية والاقتصادية والممارسات الزراعية.

وحيث أن قسماً من هذه المنطقة مخصص لإنتاج المحاصيل والمراعي ويعتمد سكانها المهمشين على الزراعة البعلية وتربية الماشية، لذلك تم اختيار منطقة الدراسة لحاجة الأرض الزراعية للاستفادة القصوى من كمية المطول المحدودة في منطقة ترتفع فيها درجات الحرارة، ومما يُفاقم الأزمة ويدفع باتجاه البحث عن حلول هو تكلفة المياه العالية جداً في تلك المنطقة فحصاد المياه يساعد على زيادة المياه المحفوظة في التربة وتحسين تركيب التربة وزيادة خصوبتها وأيضاً تساعد في

تخفيض كمية المياه الجارية وتقليل معدلات التعرية وزيادة الإنتاجية وقيمة الأرض. وتشكل هذه المنطقة نموذجاً يمكن تطبيقه على مناطق مختلفة من الريف الفلسطيني.

I.8 الدراسات السابقة

هناك عدد من الدراسات السابقة المهمة والمتعلقة بموضوع البحث، ونورد هنا بشكل مختصر عن مشكلة وأهداف كل دراسة وأهم نتائجها وقد تم ترتيب هذه الدراسات حسب أهميتها وعلاقتها بموضوع الدراسة.

لقد تم في دراسة (Al-Daghstani and Hekmat, 2009) تحديد المواقع المحتملة لحصاد المياه لاستغلالها بشكل أفضل. ولإيجاد بعض الحلول وخفض الضغط على الموارد المائية المحدودة. وركزت هذه الدراسة على تحديد موقع مناسب لبناء السدود السطحية لإعادة جمع وتحويل قنوات من الوديان الرئيسية، واختيار المواقع لبناء الحواجز والخنادق الحجرية في وجه تدفق الطمي وذلك لتغذية طبقات المياه الجوفية تحت هذه السطوح. وقد تم استخدام البيانات لرسم الخرائط الموضعية المائية الجيومورفولوجية لتحسين استخدام الأراضي والغطاء النباتي في منطقة الدراسة والتي تعاني من نقص المياه. وقد تم استخدام صور الأقمار الصناعية وبرامج حاسوبية لتحديد خصائص التضاريس الرئيسية والثانوية لتحديد الموقع الأفضل للمستجمع، وذلك من خلال رسم بعض الخرائط الجيومورفولوجية وإجراء التحاليل والقياسات، وتحديد موقع مناسب لبناء السدود السطحية لإعادة جمع وتحويل قنوات من الوديان الرئيسية، وقد وضعت خريطة جيومورفولوجية هندسية خاصة لغرض بناء السدود الصغيرة مع المواقع المقترحة والتي تقع فوق السطوح المنحدرة بلطف. وأظهرت التحاليل أن بعض المواقع المقترحة تحقق أعلى تخزين للمياه، وأقل قدر من حجم الترسيب وأقصر طول للارتفاع المتوقع للسد مع أقل تكلفة.

هنا تم التطرق إلى الأنظمة الهيدرولوجية ومعرفة مجرى الوادي الموسمي سريع الجريان بشكل تقديري وتحديد الموقع المحتمل لإقامة السدود الصغيرة التي تساهم في تقليل الضغط على المصادر المائية المحدودة كما تم تصنيف الغطاء الأرضي إلى 3 مستويات تفصيلية ولكن لم يتم استخدام المنحنى العددي CNs أو معادلات لحساب الجريان السطحي.

كما ركزت دراسة (Wifag, etal, 2007) على التحقيق في احتمال حصاد مياه الفيضانات الموسمية المؤقتة من أربعة أودية في منطقة سليت في شمال ولاية الخرطوم في السودان، وتخضع المنطقة للفيضانات التي أدت إلى أضرار فادحة في الأرواح والممتلكات . وقد هدفت هذه الدراسة إلى تقدير الجريان السطحي الناتج عن العواصف وتحديد أماكن مثلى لإقامة السدود لحماية السكان من الفيضانات والاستخدام المياه في بعض أنواع الزراعة المروية ، وتحسين المراعي، وتم استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد كأدوات مساعدة في حساب مناطق مستجمعات المياه في الوديان واختيار المواقع المحفلة لنظم حصاد المياه، وتقييم إمكانية حصاد المياه في المنطقة لتعزيز التنمية المجتمعية المستدامة وإدارة الموارد المائية.

وفي الوقت الذي درس Wifag حصاد مياه الأمطار الغزيرة للحد من تأثير الفيضانات فإن هذه الدراسة مخصصة لبحث حصاد مياه الأمطار الشحيحه في منطقة عزّ فيها المطر.

وفي دراسة أجراها (Sinha and Dubey, 2000) حول منطقة جايبور في الهند وهي منطقة شبه قاحلة شهدت زيادة حادة في الطلب على المياه المستخدمة للأغراض المنزلية والاحتياجات الزراعية والصناعية بسبب النمو الهائل في السكان والتصنيع والتحضير والتحديث في أساليب الزراعة والري . حيث تم دمج تكنولوجيا الاستشعار عن بعد مع بيانات الأرصاد الجوية وتوفير قاعدة بيانات موثوقة ودقيقة ومحدثة عن الأراضي والموارد المائية التي هي شرط أساسي لإتباع نهج متكامل في تحديد الجريان السطحي واقترح مواقع مناسبة لجمع مياه الأمطار لزيادة فرصة تغذية المياه الجوفية بمياه الفيضان.

لقد استخدم Sinha and Dubey صورة القمر الصناعي SPOT للحصول على بيانات عن استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة وهذه الصور قد لا تكون ذات دقة حيزية كافية للحصول على تفاصيل دقيقة حول استعمالات الأراضي الأمر الذي تم تداركه في هذه الدراسة وذلك باستخدام صور طيران ذات دقة عالية

أما دراسة (Prinz, et al, 1998) فقد ركزت على تحسين الإنتاج الزراعي في منطقة السهوب في الشرق الأوسط مما يساعد على مكافحة التصحر من خلال زيادة كفاءة استخدام المياه من الأمطار عن طريق التخطيط السليم للحصاد المائي، وتحديد المجالات المحتملة التي هي مناسبة لأساليب معينة من حصاد المياه في منطقة تجريبية في وسط سورية، واقترحت الدراسة منهجية تقوم على استخدام بيانات الاستشعار عن بعد مع الحد الأدنى من التحقيقات الميدانية، وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية لتقييم إمكانية تجميع المياه في منطقة البحث. توصلت الدراسة إلى تحديد المواقع المناسبة التي يمكن استخدامها كمستجمعات، وإلى تطبيق أنظمة مياه الفيضان التي تنتشر في أجزاء مختلفة من منطقة الدراسة، ولكنها تحتاج عادة للمنشآت الكبيرة لضمان السلامة في حالة حدوث فيضانات مفاجئة عن طريق ضبط جغرافية مختلفة للتضاريس ومعدلات التسرب في المنطقة. ومن خلال صور الأقمار الصناعية تمكن الباحث من تحديد المناطق المناسبة لبعض تقنيات حصاد المياه.

أما (Harshi, et.al, 2010) فقد ركزوا على وصف الطريقة الشاملة والملائمة لتحسين المواقع لتنفيذ استراتيجيات متكاملة لإدارة المياه بكفاءة وفعالية. وشُهِمَت الدراسة في فهم خيارات إدارة الموارد المائية من أجل التكيف مع ندرة المياه العذبة، وتجمع بين التحليل الجغرافي للحفاظ على درجة عالية من التنوع المكاني للظروف الطبيعية، والتحليل الهندسي لتطوير الحصاد والتخزين، وخيارات نقل المياه العذبة وشبكات الري البديلة والتحليل الاقتصادي لتحديد الفعالية لهذه الشبكات من حيث التكلفة لإدارة المياه، وقد توصلت الدراسة إلى تحسين إنتاجية الأراضي الزراعية، وإلى استخدام تقنيات متعددة المعايير في عملية صنع القرار من أجل تحليل النتائج التي تعكسها مستويات محددة وملائمة الأهمية النسبية لمعلومات الإدخال. وقد تم التوصل أيضاً لتحديد نموذج المياه المحتملة لحصاد المياه ومواقع تخزين المياه على مستوى المزرعة، والسدود الإقليمية، وحفظ رطوبة التربة، وإلى تحديد المواقع المحتملة لحصاد مياه

الأمطار وتخزينها في مجموعات البيانات ونظم المعلومات الجغرافية ، وإلى المصادقة على جغرافية إدارة المياه المح تملة واختيار تحديد المعايير والثوابت المستخدمة لوضع النظام على مستويات ملائمة واختيار الأوزان ذات الأهمية النسبية. وفي هذه الدراسة استخدم Harshi, etal استراتيجيات متكاملة لإدارة المياه بكفاءة وفعالية والمنحنى العددي CNs وبعض المعادلات لحساب الجريان السطحي وهي تتشابه تقريباً مع دراساتي حول الحصاد المائي في الجزء الجنوبي الغربي من محافظة الخليل.

هدفت دراسة (Al-Gamdi, 1991) إلى المقارنة بين طريقتين مختلفتين لحساب الجريان السطحي من خلال نموذج Soil Conservation Service (SCS) باستخدام بيانات القمر الصناعي Land-sat TM بغية اختيار فاعلية بيانات الأقمار الصناعية في تحديد قيم المنحنى العددي (CN) Curve Number، فالطريقة الأولى والتي أطلق عليها وصف الطريقة التقليدية تقوم على المعالجة الآلية لبيانات الأقمار لتصنيف غطاءات الأرض واستعمالاتها وتصنيف الفئات الهيدرولوجية للتربة ومن ثم حساب قيم CN. أما الطريقة الثانية والتي أطلق عليها الخريطة الضوئية فلا تنط لب تصنيفات أو معلومات عن ا لتربة فهي تقوم على الربط المباشر بين قيم معادلة الجريان السطحي، وكانت النتائج التي توصل لها بواسطة الطريقتين متطابقة إلى حد كبير. كما أنه قارن بين النتائج التي حصل عليها بتلك التي توصل إليها فريق عمل مستقل كُلف بتقدير الجريان السطحي لنفس منطقة الدراسة فكانت النتائج متطابقة.

وهي تتشابه مع دراسة حصاد المياه في منطقة الجنوب الغربي من محافظة الخليل ولكن تم استخدام طريقة واحدة لحساب الجريان السطحي وهي حسب دراسة Al - Gamdi تسمى بالطريقة التقليدية التي استخدمت تصنيف الغطاء الأرضي حسب المجموعات الهيدرولوجية للتربة والمنحنى العددي CNs.

اختارت الباحثة (Shammout, 2003) تطبيق نموذج CN لتحديد تأثير استعمالات الأرض في حوض وادي الزرقاء بالأردن من خلال تصنيف غطاءات الأرض واستعمالاتها باستخدام مرئيات لاندسات، وقد خلصت إلى أن بيانات الأقمار الصناعية كانت وسيلة نافعة جداً في تصنيف غطاءات الأرض في الحوض. ومن ناحية أخرى توصلت الدراسة إلى أن رطوبة التربة وتغيرات غطاءات الأرض كانت من أهم العوامل المؤثرة في تغير الجريان السطحي في أنحاء الحوض.

تشابه دراسة Shammout مع دراسة الحصاد المائي جنوب غرب الخليل من حيث تطبيق نموذج المنحنى العددي CNS ومعادلات حساب الجريان السطحي ولكن تفتقر دراسي إلى استخدام رطوبة التربة لعدم توفر معلومات كافية للمنطقة، في حين تفتقر دراسة Shammout إلى استخدام النماذج الهيدرولوجية.

كما تناول (Sorman, 1993) حساب الجريان السطحي لحوض وادي تباله بالمملكة العربية السعودية دية بالاعتماد على نموذج (TR-55) Technical Release 55 وهو نموذج تقني يعرض إجراء مبسط لحساب الجريان السطحي ومعدل التصريف ووحدات التخزين اللازمة لخزانات الفيضان وهذا النموذج صُدر أول مرة من قبل خدمة الحفاظ على البيئة الأمريكية ، واستخدم أيضاً نموذج الأرقام المنحنية للجريان السطحي في دراسة التصريف الهيدرولوجي، وقد أوصى الباحث بتطبيق المنهج الذي استخدمه في دراسته والمعتمد على نموذج الأرقام المنحنية CNS على مناطق أخرى نظراً لدقة النتائج التي يمكن الحصول عليها من خلال هذا النموذج . وقد غاب عن هذه الدراسة كسابقتها استخدام النموذج الهيدرولوجي في تحديد نظام الصرف المائي.

كما تناول (Fealy, et.al, 2010) بتقسيم سلم الملائمة للحصاد المائي إلى 9 درجات آخذاً بعين الاعتبار عوامل طبيعية فقط ومتجاهلاً تأثير الجوانب البشرية على اختيار المكان الأمثل للحصاد المائي الأمر الذي قد ينعكس على النتائج.

وفيما يختص به هذه الدراسة فهي تتعلق بمنطقة جنوب غرب محافظة الخليل، فهي تتضمن ستة فصول توضيحية:

الفصل الأول الإطار العام للدراسة والذي يشمل على مشكلة الدراسة، أهميتها، أهدافها، وفرضيات الدراسة، المنهج المتبع في هذه الدراسة، سبب اختيار منطقة الدراسة، والدراسات السابقة. أما **الفصل الثاني** فيتناول جغرافية منطقة الدراسة وأهمية حصاد مياه الأمطار في تنمية الموارد المائية ويشمل على وصف منطقة الدراسة من ناحية الوضع الجيوسياسي، السكان، المناخ، التربة، استخدامات الأراضي والغطاء النباتي، حصاد مياه الأمطار فوائده وشروطه ومجالاته، والوضع المائي الفلسطيني بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص، أهمية حصاد المياه في تنمية الموارد المائية الفلسطينية، والإمكانيات المتاحة لاستخدام حصاد مياه الأمطار في فلسطين. ويتناول **الفصل الثالث** مفهوم حصاد مياه الأمطار عند المزارع الفلسطيني والوصف الفني لطرق حصاد المياه، استعراض نظم حصاد المياه المستخدمة في فلسطين (الجدران الترابية الكنتورية، الجدران الترابية نصف الدائرية، الأتلام الكنتورية، المدرجات الحجرية، المدرجات الترابية، السدود الصخرية (الحجرية) المنفذة، الحفر الصغيرة، الزراعة المجاورة للصخور، الخزانات الصغيرة، آبار جمع المياه عن أسطح المنازل)، ويتناول أيضاً طرق الحصاد المائي القديمة في فلسطين، وفوائد تقنيات الحصاد المائي. أما **الفصل الرابع** وهو بعنوان الخطوط العريضة لعملية اختيار مستجمعات المياه يشمل على كيفية جمع البيانات، الشروط والمعايير لاختيار المستجمع، تطبيق معايير اختيار مكان المستجمع ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية. **الفصل الخامس** وهو توصيف لمستجمعات المياه المختارة فيتناول مرحلة بناء قواعد المعلومات من خلال تطبيق النماذج الرياضية عن طريق حساب الجريان السطحي، وإعداد طبقات نموذج أرقام منحني الجريان وحساب الجريان السطحي، وتقسيمات المجرى المائي للتدفق. كما يستعرض **الفصل السادس** أهم النتائج والاستنتاجات والتوصيات.

الفصل الثاني

II. جغرافية منطقة الدراسة وأهمية حصاد مياه الأمطار في تنمية الموارد المائية

الفصل الثاني يتضمن المواضيع التالية:

- II.1 منطقة الدراسة.
- II.2 الوضع الجيوسياسي لمنطقة الدراسة.
- II.3 السكان.
- II.4 المناخ.
- II.5 التربة.
- II.6 استخدامات الأراضي والغطاء النباتي.
- II.7 الوضع المائي في فلسطين بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص.
- II.8 حصاد مياه الأمطار، فوائده وشروطه ومجالاته.
- II.9 أهمية حصاد المياه في تنمية الموارد المائية .
- II.10 الإمكانيات المتاحة لاستخدام حصاد مياه الأمطار في فلسطين.

يهدف هذا الفصل إلى استعراض جغرافية منطقة الدراسة بشكل خاص والوضع المائي وأهمية الحصاد المائي في فلسطين بشكل عام.

II.1 منطقة الدراسة



تقع منطقة الدراسة كما هو واضح في الخريطة رقم (1) في أقصى جنوب الضفة الغربية وتبعد جنوباً عن مدينة الخليل حوالي 23 كم، حيث تقدر مساحتها بحوالي 26.5 كم²، وتضم خمس تجمعات سكانية صغيرة هي (عناب الكبير، خربة الرهوة، سومرة، عرب الفريجات، الرمازين) ويبلغ عدد السكان في المنطقة 4199 نسمة (الإحصاء الفلسطيني، 2008)، ويجدها من الشمال أراضي مدينتي دورا وخط الهدنة من الجنوب، أما من الغرب بلدة سناسين (مستعمرة سنسانه) وبلدة حمامة (مستعمرة اشكيلوت) ومن الشرق فيحدها أراضي تابعة لمدينة الظاهرية مقام عليها حالياً مسعمرة تينبي والتي أقيمت على أنقاض خربة أثرية قديمة تدعى جوشن. (عزاف، 2004).

المصدر: عمل الباحث

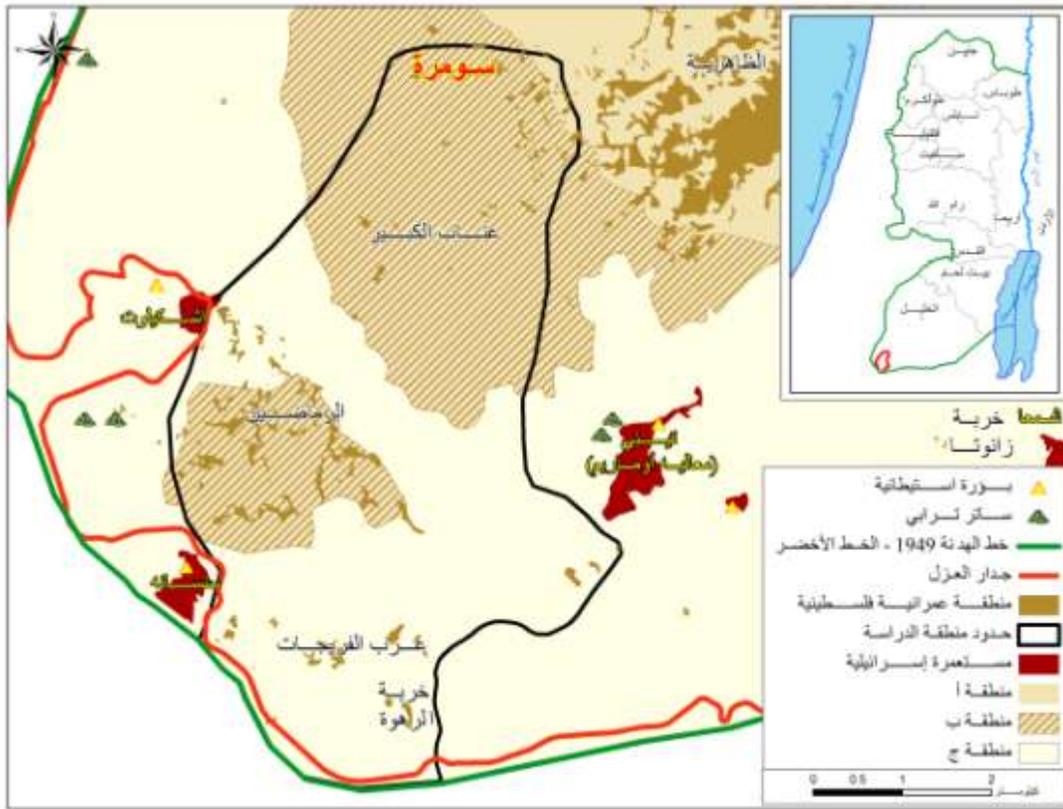
خريطة رقم (1): موقع منطقة الدراسة جنوب غرب الخليل

لقد تم اختيار منطقة الدراسة هذه، لحاجة الأرض الزراعية للاستفادة القصوى من كمية المطول المحدودة في منطقة ترتفع فيها درجات الحرارة، وترتفع فيها تكلفة المياه لندرتمها . وتشكل هذه المنطقة نموذجاً يمكن تطبيقه على مناطق

مختلفة من الريف الفلسطيني. أما معدل كمية الأمطار في منطقة الدراسة فتتراوح ما بين 300 – 340 ملم/السنة، وهي ترتفع في الأجزاء الشمالية والوسطى (330 – 340 ملم/السنة) وفي الأجزاء الجنوبية تقل كمية هطول الأمطار لتتراوح ما بين 300 – 320 ملم/السنة.

II.1.1 قرية سومرة:

قرية سومرة هي إحدى قرى الظاهرية، وتقع على بعد 20 كم جنوب غرب مدينة الخليل. يحد القرية من الشرق بلدة الظاهرية، ومن الشمال واد الكلاب، ومن الغرب قرية البرج وقرية البيرة، ومن الجنوب قرية عناب الكبير وقرية عرب الرماضين. وتبين الخريطة رقم (2) موقع قرية سومرة.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (2): موقع قرية سومرة

تقع قرية سومرة على ارتفاع 619 متراً فوق سطح البحر، ويبلغ المعدل السنوي للمطر في القرية 337 ملم ويجدر ذكره أن عدد أيام المطر في محافظة الخليل لعام 2007 هو 50 يوماً، ويصل المعدل السنوي لدرجات الحرارة فيها إلى 19 درجة مئوية، ومعدل الرطوبة النسبية 60%. (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010). وتصرف قرية سومرة ضمن المناطق المهمشة ولا يوجد فيها أية سلطة محلية أو خدمات. صورة رقم (1).



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (1): قرية سومرة

اعتماداً على النتائج المقدرة لسكان قرية سومرة لعام 2007 فقد قُدر بحوالي 38 نسمة وذلك حسب توقعات تقديرية كانت قد أُجريت خلال التعداد العام للسكان والمساكن الذي أُجري من قبل الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني عام 1997. يعتمد جميع سكان قرية سومرة بشكل رئيس على قطاع الزراعة، ومن أهم المزارع في القرية المحاصيل الحقلية والخضراوات. كما ويعتمد الأهالي في الغالب على الثروة الحيوانية حيث يوجد حوالي 1000 رأس من الغنم، وجميع الأسر تقوم بتربية الحيوانات المنزلية.

تبلغ مساحة قرية سومرة 1000 دونم، منها 20 دونم أراضي سكنية، و500 دونم أراضي زراعية منها 200 دونم غير مستغلة بسبب نقص المال اللازم لتنمية القطاع الزراعي، وشح الأمطار، قلة مصادر المياه وضعف جدوى الأنشطة الزراعية. وتبلغ مساحات الأراضي المفتوحة 480 دونم. كما تعتمد معظم الزراعة في القرية على مياه الأمطار، وهناك

بعض المزارعين يستخدمون مياه التنكات في ري حضرواتهم . يوجد في قرية سومرة حوالي 0.5 كم من الطرق الزراعية،

وهي صالحة لسير التركتورات والآلات الزراعية، إلا أنها غير كافية. (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010)

قرية سومرة غير موصولة بشبكات المياه، و تعتبر تنكات المياه المصدر الوحيد للمياه في القرية. ويشكل عدم وجود

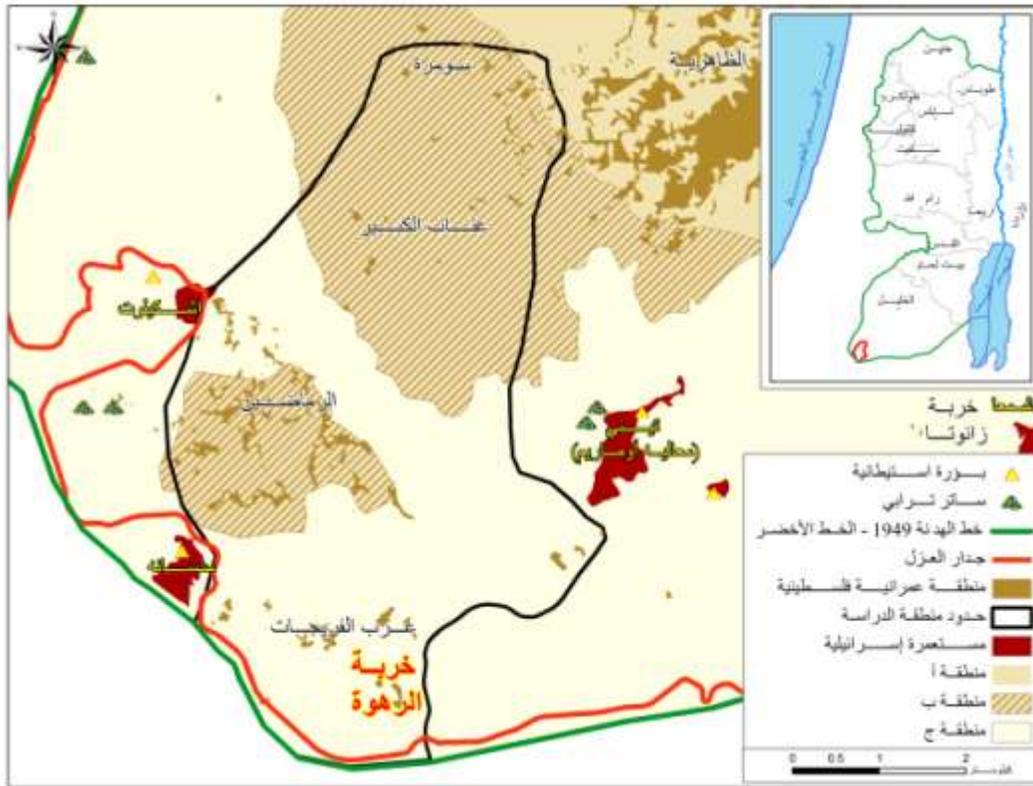
شبكة مياه ونقص المياه الحاد خاصة في فصل الصيف أحد أهم المشاكل التي تواجه القرية

II.1.2 خربة الرهوة:

وهي إحدى خرب منطقة الظاهرية، وتقع على بعد 25 كم جنوب غرب مدينة الخليل، على الطريق العام بين

الظاهرية وبئر السبع (أبوكر، 1994). ويجدها من الشرق خربة زنوتة، ومن الشمال الغربي قرية الرماضين، ومن الشمال

الشرقي بلدة الظاهرية، ومن الشمال عرب الفريجات. كما تبين الخريطة رقم (3).



خريطة رقم (3): موقع قرية الرهوة

تقع خربة الرهوة على ارتفاع 423 متراً فوق سطح البحر، ويبلغ المعدل السنوي لهطول الأمطار فيها 337 ملم، ويصل المعدل السنوي لدرجات الحرارة إلى 19 درجة مئوية، ومعدل الرطوبة النسبية 59% (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010). كما وتصنف خربة الرهوة كمناطق بدويّة. ويعود تاريخها إلى عام 1920، حين استقر فيها مجموعة من سكان الظاهرية، جاءوا إليها بماشيتهم طلباً للماء والكأ، والقيام بنشاطات زراعية. صورة رقم (2).



المصدر: عمل الباحث



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (2): خربة الرهوة

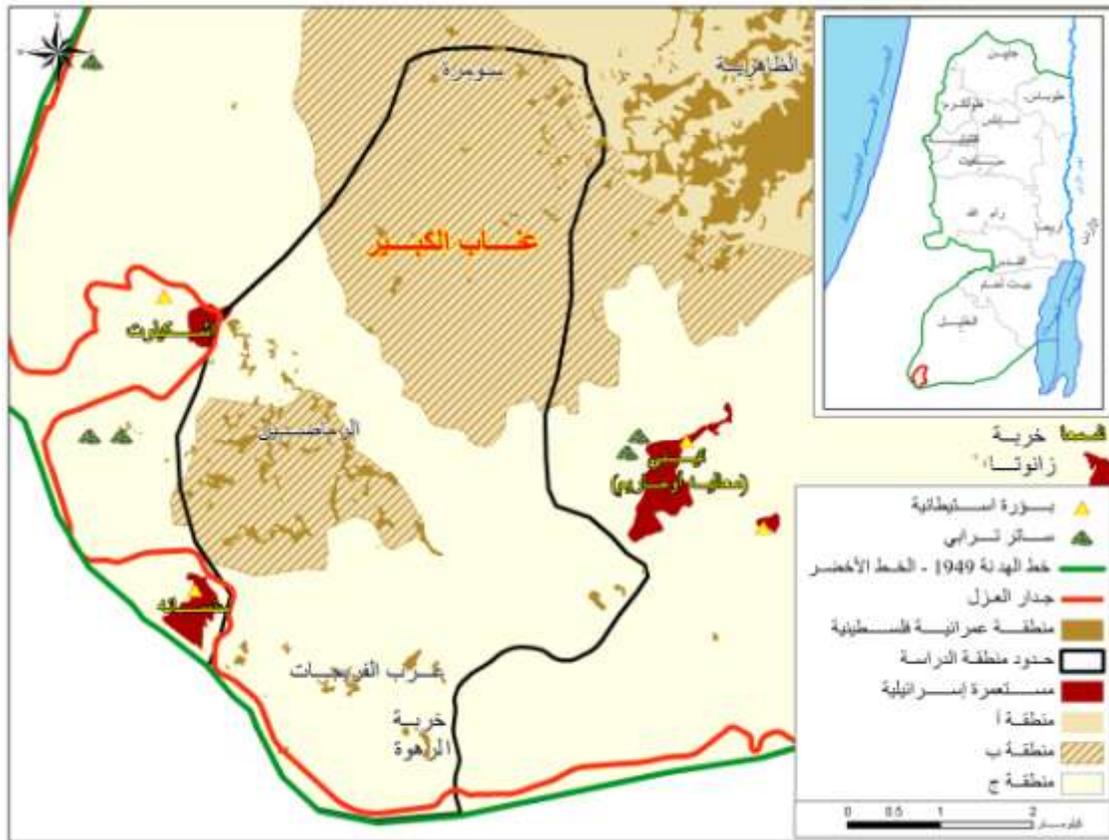
ويحاذي خط الهدنة خربة الرهوة من جهة الغرب مما يجعلها عرضة لإجراءات الاحتلال التعسفية، ويحيط بها من الشرق مستعمرة شيما (Shima)، ومن الشمال مستعمرة تينا (Tene)، ومن الجنوب مستعمرة سنسانه (Sinsaneh) والطريق الالتفافي. (عزاف، 2004)

وبناء على بيانات السكان لمركز الإحصاء الفلسطيني الذي أُجرى عام 1997، فقد قدر عدد سكان خربة الرهوة لعام 2007 بحوالي 36 نسمة. يعتمد معظمهم على قطاع الزراعة، وأهم المحاصيل المزروعة في الخريف هي المحاصيل الحقلية والعلفية، التي تستعمل كغذاء للحيوانات. وتفتقر المنطقة لأية مؤسسات اقتصادية.

لا يوجد في خربة الرهوة شبكة مياه، وتعتبر آبار الجمع وتنكات المياه هما المصدران الوحيدان للمياه في الخربة. وتواجه الخربة مشاكل كثيرة أهمها عدم وجود شبكة مياه الأمر الذي يؤدي إلى نقص حاد في المياه وخاصة في أشهر الصيف.

II.1.3 قرية عناب الكبير:

قرية عناب الكبير هي إحدى قرى محافظة الخليل، وتقع على بعد 22 كم جنوب غرب مدينة الخليل . يحدها من الشرق خربة أم القصب، ومن الشمال بلدة الظاهرية، ومن الغرب قرية عرب الرماضين، ومن الجنوب قرية سومرة كما تبين الخريطة رقم (4). تقع قرية عناب الكبير على ارتفاع 568 متر فوق سطح البحر، ويبلغ المعدل السنوي لهطول الأمطار في القرية 336 ملم، ويصل المعدل السنوي لدرجات الحرارة إلى 19 درجة مئوية، ومعدل الرطوبة النسبية 59%. (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010). يجدر ذكره أن عدد سكان عناب الكبير قُدر في عام 1997 بـ 221 نسمة (عزاف، 2004)



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (4): موقع قرية عناب الكبير

يعود تاريخ عناب الكبير إلى الفترتين الرومانية والبيزنطية. وعناب بمعنى العنب الذي اشتهرت به هذه المنطقة، ويعود الاسم إلى بلدة أيام الرومان (Land Research Center, 2010). ينحدر سكان عناب الكبير من منطقة الظاهرية وعرب الرماضين. كما يوجد في عناب الكبير تجمعات صغيرة منها خربة عسيلة، الكاشر، اقطيظ، جريدة وواد أبو خروبة. (مقابلة مع الدكتور ابراهيم مخارزة، 29-1-2012). وتظهر صورة رقم (3) منظرًا عامًا للقرية.



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (3): قرية عناب الكبير

يحيط بقرية عناب الكبير مستعمرتان إسرائيليتان، هما مستعمرة اشكيلوت (Eshkilot)، ومستعمرة تينا (Tene "Ma'ale Aomarim").

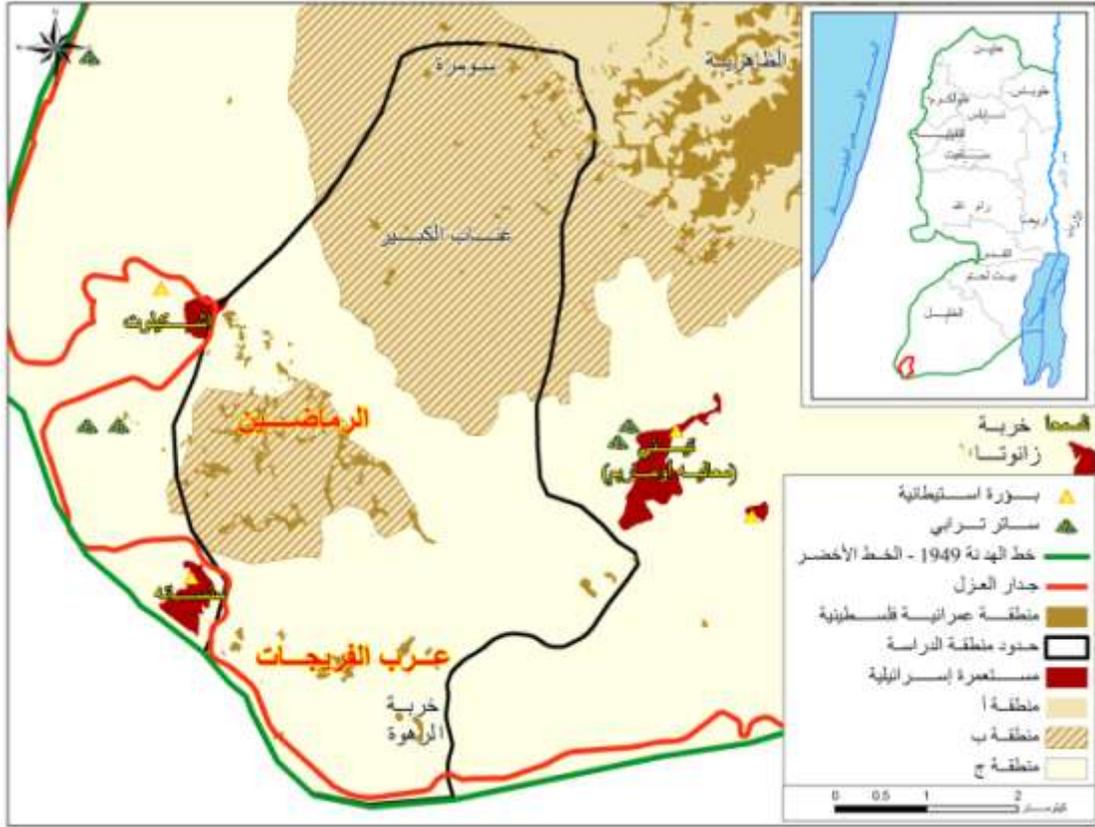
أما فيما يتعلق بجدار الفصل العنصري، فإنه يحيط بالقرية من جهتين : هما الجهة الغربية، والجهة الجنوبية، وقد بدأ العمل ببناء الجدار حول القرية في عام 2006. ويتكون الجدار من أسلاك مكهربة واسمنت مسلح، ويقوم الجدار على مساحة 100 دونم من أراضي القرية المصادرة . (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010). بيّن التعداد السكاني الفلسطيني الذي أُجرى عام 2007، أن عدد سكان قرية عناب الكبير بلغ 330 نسمة (pcbs.gov, 2007). وبيّن المسح الميداني أن 97% من سكان عناب الكبير، يعملون في النشاطات الزراعية.

تبلغ مساحة عناب الكبير حوالي 7500 دونم، منها 200 دونم مناطق مبنية، 5000 دونم أراضي زراعية، 2300 دونم مراعي وغابات . وهناك الكثير من الأراضي الزراعية في القرية غير مستغلة بسبب شح الأمطار، وقلة مصادر المياه، وضعف الجدوى الاقتصادية للزراعة، كما يوجد حوالي 200 دونم بحاجة إلى استصلاح من الأراضي الزراعية. وأهم المحاصيل المزروعة في القرية هي المحاصيل الحقلية والعلفية (الشعير، الحمص، الكرسة). يعتمد سكان القرية أيضاً على تربية الثروة الحيوانية . وفيما يتعلق بالطرق الزراعية، فهناك حوالي 6 كم من الطرق الزراعية، المناسبة فقط لسير الدواب. (ARIJ, 2011). كما تفتقر القرية إلى وجود مؤسسات اقتصادية ولا يوجد فيها محلات تجارية أو بقالات.

عناب الكبير غير موصولة بشبكة المياه، وتعتبر آبار الجمع وتنكات المياه هما المصدران الوحيدان للمياه في القرية. وأكثر المشاكل التي تواجه القرية في هذا المجال هي عدم وجود شبكة مياه، ونقص المياه وتلوثها.

II.1.4 عرب الرماضين وعرب الفريجات:

تعتبر هاتان القريتان بمثابة قرية واحدة وذلك لقربهما من بعضهما البعض وتداخل المناطق المبنية لكلا القريتين، كما تشتركان في الخدمات ومن بينها التعليم. فقرية عرب الرماضين هي إحدى قرى منطقة الظاهرية في محافظة الخليل، وتقع إلى الجنوب الغربي من مدينة الخليل . يجدها من الشرق الشارع الرئيسي الواصل بين بئر السبع ومدينة الخليل، ومن الشمال بلدة الظاهرية وأراضي دورا، ومن الغرب والجنوب خط الهدنة لعام 1949 (الخط الأخضر). وتبين الخريطة رقم (5) موقع قرية عرب الرماضين وعرب الفريجات.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (5): موقع قرية عرب الرماضين وعرب الفريجات

تقع قرية عرب الرماضين بالقرب من صحراء النقب، وعلى ارتفاع يبلغ 565 متراً فوق سطح البحر، أما عرب الفريجات فتقع على ارتفاع 470 متراً فوق سطح البحر، ويبلغ المعدل السنوي لهطول الأمطار في القرية 336 ملم، ويصل المعدل السنوي لدرجات الحرارة إلى 19 درجة مئوية، ومعدل الرطوبة النسبية 59.3%. (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010).

تعتبر قرية الرماضين قرية حديثة العهد نسبياً. ويعود تاريخ إنشائها إلى عام 1948، عندما قامت إسرائيل باحتلال فلسطين. فقد كان سكان القرية جزءاً من بدو بئر السبع الذين عاشوا في صحراء النقب، وبعد النكبة واحتلال

إسرائيل لأراضيهم وممتلكاتهم وتهجيرهم منها عام 1948، اضطر عرب الرماضين إلى الهجرة إلى مناطق جديدة قريبة من أراضيهم الأصلية، فاختاروا منطقة الظاهرية. وسميت المنطقة التي سكنوا فيها "عرب الرماضين" نسبة إلى جدهم الأول "رمضان"، وتبين الصورة رقم (4) منظرًا عامًا لقرية عرب الرماضين.



المصدر: عمل الباحث

المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (4): قرية عرب الرماضين

يحيط بقرية عرب الرماضين من الشرق والجنوب والغرب خمس مستعمرات إسرائيلية، وهناك طريقان التفافيان يحيطان بالقرية من الشمال والشرق، وجدار الفصل العنصري يحيط بالقرية من الشرق والجنوب والغرب. إضافة إلى ذلك فإن القرية تخضع لحاجزين عسكريين مأهولين بشكل دائم، وثلاثة حواجز من السواتر الترابية والكتل الإسمنتية. بين تعداد السكان لمركز الإحصاء الفلسطيني الذي أجري عام 2007، أن مجموع عدد سكان قرية عرب الرماضين وعرب الفريجات بلغ 3795 نسمة، منهم 3232 شخصاً يسكنون قرية عرب الرماضين، و 563 شخصاً يسكنون عرب الفريجات (pcbs, 2007). كما تبلغ مجموع مساحة أراضي الفريتين 7750 دونم، منها 5500 دونم أراضي قابلة للزراعة، و 1100 دونم أراضي سكنية. كما في الجدول رقم 1.

جدول رقم (1): استعمالات الأراضي والغطاء النباتي في قرية عرب الرماضين وعرب الفريجات

التجمع	المساحة	الأراضي القابلة للزراعة	الأراضي المزروعة	مساحة الأراضي السكنية	المناطق المفتوحة
عرب الرماضين	3500	2200	2000	800	500
عرب الفريجات	4250	3300	3000	300	650
المجموع	7750	5500	5000	1100	1150

المصدر: وزارة الزراعة الفلسطينية (MOA) - 2006.

تعتمد الزراعة في القرية بشكل رئيسي على مياه الأمطار، وهناك أنواع مختلفة من الخضراوات أكثرها بعلية. وتقدر مساحتها بحوالي 48 دونم. أما بالنسبة للأشجار المثمرة، فيوجد 208 دونم مزروعة بأشجار الزيتون، بالإضافة إلى 165 دونم مزروعة بأشجار اللوزيات. (ARIJ, 2011)

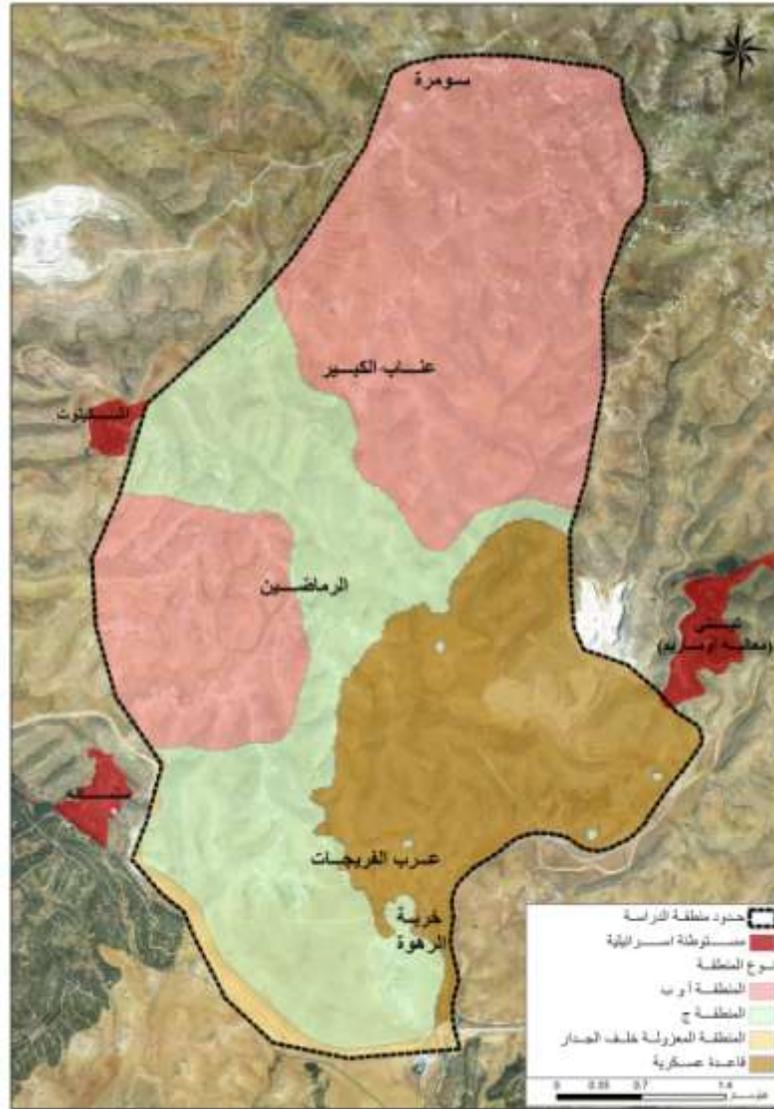
تعتبر الحبوب وخاصة الشعير والقمح من أكثر المحاصيل زراعية، حيث بلغت المساحة المزروعة به ذه الحبوب حوالي 3420 دونم. إضافة إلى زراعة مساحات من محاصيل البقوليات الجافة ومنها العدس والحمص، والمحاصيل العلفية مثل الكرسنة والبيك. وفيما يتعلق بالثروة الحيوانية فلن حوالي 80% من سكان قرية عرب الرماضين يقومون بتربية الثروة الحيوانية مثل الأغنام والماعز، البقر والدجاج والنحل. (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010)

إضافة إلى المعاناة التي يواجهها سكان القرية من الإجراءات الإسرائيلية، فإن قطاع الزراعة يعاني من مشاكل كثيرة، منها: نقص رأس المال اللازم للاستثمار، شح الأمطار وقلة مصادر المياه وقلة المعدات الزراعية. يوجد في القرية حوالي 2 كم من الطرق الزراعية، إلا أنها غير ممهدة بشكل جيد، وهي مناسبة لسير التراكاتورات والآلات الزراعية.

قرية عرب الرماضين غير موصولة بشبكة المياه، وتعتمد القرية بشكل رئيسي على خزان المياه الموجود فيها، والذي تبلغ سعته 50م³، ويتم تغذيته من قبل شبكة المياه الإسرائيلية (ميكروت) منذ 1998. ويجلب المواطنون المياه إلى المنازل بواسطة تنكات المياه وهي تعتبر إضافة إلى آبار الجمع مصدر المياه في القرية ويواجه قطاع المياه في القرية الكثير من المشاكل، منها عدم وجود شبكة مياه، شح الأمطار في المنطقة وارتفاع أسعار مياه التنكات والتي يتراوح سعر المتر المكعب منهما ما بين 30 – 50 شيكل. (البنك الدولي، 2009)

II.2 الوضع الجيوسياسي لمنطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي من محافظة الخليل بالقرب من خط الهدنة 1949 (الخط الأخضر)، وتعتبر جزء من منطقة الظاهرية . وهناك قسم من منطقة الدراسة معزول خلف الجدار وتقدر مساحته بحوالي 497 دونم، كما ويوجد 12173 دونم مصنفة كمنطقة عسكرية، أما مساحة منطقة (ج) فتقدر بـ 1401 دونم، ومساحة منطقة أ و ب تقدر بحوالي 12429 دونم وهو ما يشكل 46.8% من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. وبحكم الواقع السياسي يتضح أن 53.2% من منطقة الدراسة لا يمكن استخدامها لبناء مستجمعات للمياه للاعتبارات الجيوسياسية المفصلة أعلاه. كما تمتاز جميع الأراضي في منطقة الدراسة بكونها أراضي دولة فلا يمتلك أحد من سكانها أي إثبات للملكية أرض. (ARIJ, 2011). والخريطة رقم (6) توضح الوضع السياسي في منطقة الدراسة.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (6): الوضع السياسي في منطقة الدراسة حسب تقسيم المناطق إلى (أ، ب، ج)

II.3 الإسكان

بلغ عدد سكان محافظة الخليل في منتصف عام 2010 حوالي 600364 نسمة، وقد شهد عدد السكان زيادة بما نسبته 55.9% عن إجمالي عدد سكان المحافظة في عام 1997. وقد بلغت الكثافة السكانية العامة منتصف عام

2009 في المحافظة 582.7 فرد/كم². فيما بلغ عدد سكان منطقة الدراسة 4199 نسمة (الإحصاء الفلسطيني، 2008).

تم التوصل من خلال المقابلات الشخصية والمسح الميداني ومن خلال التعداد السكاني، أن نسبة الذين لا يعملون يقدر بحوالي 90%، في حين أن 10% هم من الموظفين. أما التعليم فهناك حوالي 70% من أفراد الأسر ممن أنهموا تعليمهم التحضيري والابتدائي في حين أن 16% ممن هم أميين. وبخصوص ظروف السكن فهناك 14% من المنازل تتكون من صفائح معدنية وأعمدة تغطيها صفائح بلاستيكية، و 6% خيم، 1% من الطين والباقي من الطوب . (الإحصاء الفلسطيني، 2008).

وبالنسبة للمراعي المتاحة فيمكن وصفها بالمتدهورة وإمكانية الوصول إليها محدودة بسبب إغلاق الاحتلال الإسرائيلي ومصادرته للأراضي وتستطيع المراعي أن توفر ما نسبته 17% من استهلاك العلف الحيواني الإجمالي، أما طول فترة الرعي فيقدر متوسطها في فلسطين بحوالي 96 يوماً في السنة بينما في الخليل فهي 87 يوم فقط. (الإحصاء الفلسطيني، 2008).

II.4 المناخ

يلعب المناخ دوراً رئيسياً في تبلور خصائص البيئات، والربط بين ملامح المناخ وصفة كل عنصر من عناصره، وتعتبر الأراضي الفلسطينية من المناطق الانتقالية من حيث المناخ حيث تقع ما بين مناخ البحر المتوسط والمناخ الجاف، وتمتاز فلسطين بمناخ حار وجاف صيفاً وبارد ورطب خلال فصل الشتاء وفترة انتقالية قصيرة ما بين الفصلين الرئيسين، وتتميز الفصول الانتقالية عادة بعبور منخفضات خماسينية مترافقة برياح جنوبية شرقية إلى جنوبية جافة. (عايد والشاحي، 1999)

ويتميز مناخ منطقة الدراسة بوقوعه ضمن المنطقة المعتدلة التي يسودها مناخ حوض المتوسط الجاف ، والذي يتميز بأنه حار جاف صيفاً ومعتدل ماطر شتاءً، ويمتد الفصل الماطر من تشرين الأول حتى نيسان، بينما لا يتوقع هطول الأمطار في فصل الصيف في الفترة الواقعة بين أيار وأيلول.

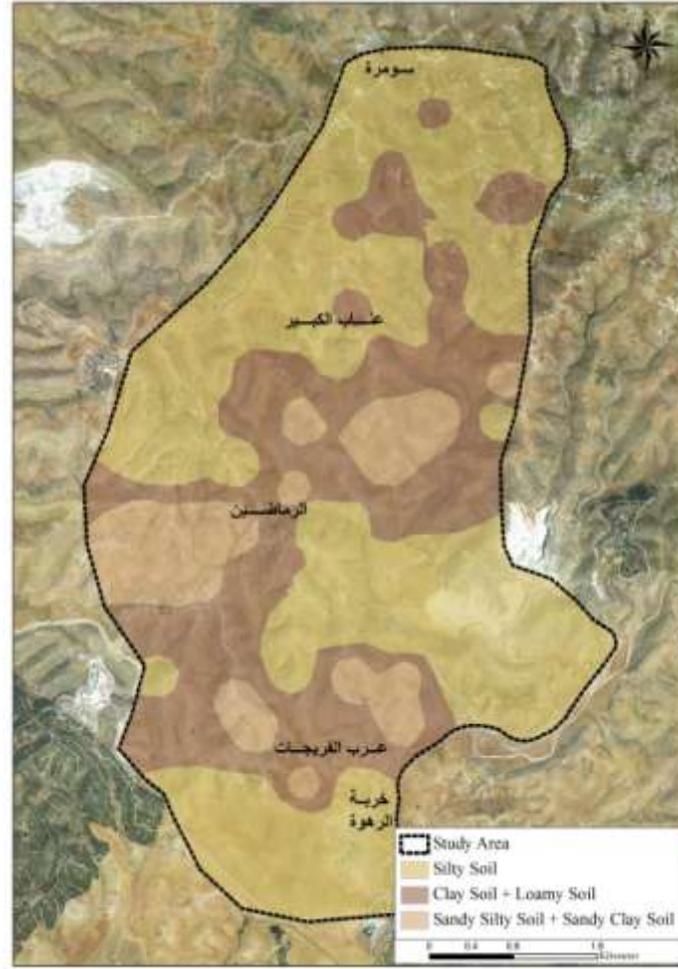
قع منطقة الدراسة ضمن مناطق الهطول المطري السنوي الذي يتراوح بين 300 – 350 ملم، ومتوسط درجات الحرارة الشهري تختلف من شهر إلى آخر، أما أبرد شهر فهو كانون أول وأكثرها حرارة هو شهر أيلول . (LRC, 2010)

II.5 التربة

تعتبر التربة جسماً حياً يتألف من مزيج من المواد المعدنية والماء والهواء، وهي الطبقة العليا غير المتحسكة من سطح الأرض التي تنمو عليها النباتات، فالتربة لا تعدو أن تكون الطبقة المشه والرقيقة التي تغطي معظم سطح الأرض اليابس ويسمك يتراوح ما بين سنتيمترات وعدة أمتار . (أبو سمور، 1997). وهي محصلة نهائية لتفاعل عدة عوامل كالصخر الأم والمناخ والغطاء النباتي والتضاريس والزمن.

منطقة الدراسة تتكون من ثلاثة أنواع من أنماط الأراضي : تلال منخفضة (64.39%) مرتفعات متموجة (14.9%) وتلال متموجة منخفضة (20.71%). (LRC, 2010)

وتصنف التربة في منطقة الدراسة إلى ثلاث مجموعات : فيرتيسولز (VERTISOLS)، وكامبيسولز (CAMBISOLS)، وليبتوسول (LEPTOSOL) والمذكورة في الجدول رقم (4) صفحة (72). (LRC, 2010)، وتوضح الخريطة رقم (7) توزيع التربة في منطقة الدراسة.



المصدر: عمل الباحث

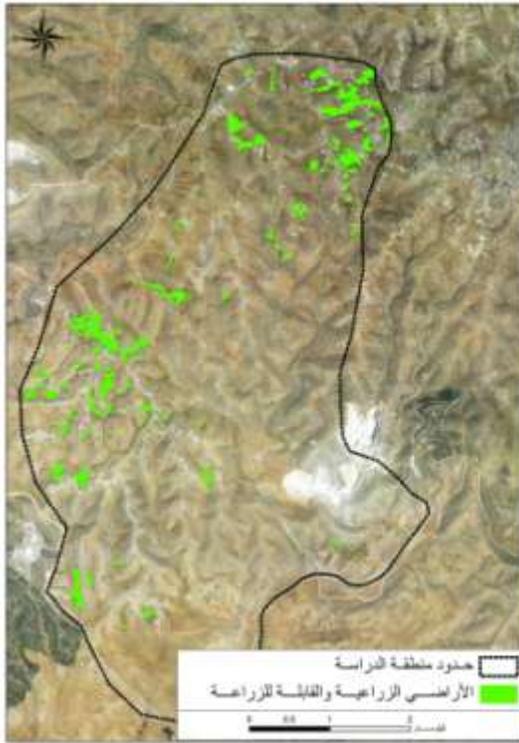
خريطة رقم (7): نوع التربة في منطقة الدراسة

II.6 استخدامات الأراضي والغطاء النباتي

تعتبر الزراعة من أهم المصادر التي يعتمد عليها السكان، وهي تمثل مورداً اقتصادياً هاماً لشريحة عريضة من سكان المنطقة، ومن أهم المحاصيل الزراعية في محافظة الخليل بشكل عام : الحبوب، الخضار، الأشجار المثمرة، وتواجه الزراعة الكثير من المشاكل أهمها السياسة الإسرائيلية في الأراضي المحتلة التي تضع العراقيل أمام الفلسطينيين لمنعهم من ممارسة

نشاطاتهم الزراعية. ومن مشاكل القطاع الزراعي الأخرى الاعتماد على الزراعة البعلية وجهل المزارعين بالدورة الزراعية ووسائل التسويق والتصدير، ومن جانب آخر فقد أدت الزيادة السكانية إلى دفع بعض الناس للبحث عن مصدر رزقهم في أعمال غير زراعية، سيما بعد حصول نقص في الأمطار. (وهيبة، 1986).

وفي حين تبلغ مساحة منطقة الدراسة 26500 دونم احتلت الزراعة ما مساحته 2682 دونم عام 1999 وتراجعت إلى 930 دونم عام 2009 وقد يكون ذلك بسبب التغير في كمية هطول الأمطار خلال العشر سنوات المذكورة (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010). وتبين الخرائط رقم (8) و (9) الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة (والمقصود هنا بالأراضي القابلة للزراعة هي الأراضي التي كانت مزروعة بالمحاصيل المؤقتة وتظهر في الصور الجوية على أنها أراضي محروثة) عام 1999 وعام 2009 على التوالي.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (9): الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة في منطقة الدراسة عام 2009



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (8): الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة في منطقة الدراسة عام 1999

ومن المحاصيل الزراعية في منطقة الدراسة، المحاصيل التي تُروى من الأمطار التي تجتمع في مستجمعات فصل الشتاء، وهذه الأراضي المزروعة موزعة على الهضاب الصغيرة المتفرقة في منطقة الدراسة. وهناك جزء كبير من المنطقة غير مزروع ولكنها تستخدم للرعي وهي تغطيها المراعي الطبيعية أو الصخور العارية . وهذه المنطقة لا يوجد بها أي نوع من الاستخدامات التجارية أو الصناعية ولكن يوجد بها غطاء نباتي طبيعي تم تصنيفه كمراعي، ويتضح ذلك من خلال جدول رقم (8) صفحة (85).

II.7 الوضع المائي الفلسطيني بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص

تعتبر الموارد المائية من أهم الموارد الطبيعية وأكثرها حيوية، لما لها من أهمية واضحة في التنمية الاقتصادية والاجتماعية لأي مجتمع بشري في كل زمان ومكان.

تتلخص الموارد المائية في الضفة المحتلة بما يلي: (PHG, 2006).

- المياه الجوفية "الآبار": يبلغ عدد الآبار في الضفة الغربية حوالي 597 بئراً وبطاقة سنوية تبلغ 69 مليون م³ وتتوزع هذه الآبار على ثلاثة أحواض هي الغربي، الشمال الشرقي، والشرقي.
- الينابيع: يبلغ عدد الينابيع حوالي 304 نبع وبطاقة سنوية تبلغ 27 مليون م³ تقريباً.
- المياه السطحية: تعتبر مياه الأمطار هي المصدر المغذي للخرزان الجوفي وتبلغ كمية مياه الفيضانات في الوديان حوالي 70 مليون م³ ولكنها غير مستغلة لعدم توفر البنية التحتية (PHG, 2006). ويبين الجدول رقم (2) كمية المياه الجوفية المتوفرة في الأحواض الجوفية الثلاثة كما وردت في اتفاقية أوسلو ونسبة استهلاك كل من الجانبين الفلسطيني والإسرائيلي من مياه هذه الأحواض ، كما تبين الخريطة رقم (10) الأحواض المائية في الضفة الغربية وقطاع غزة.

جدول رقم (2): كمية المياه الجوفية المتوفرة في الأحواض المائية الجوفية

الحوض	التغذية السنوية مليون م/سنة	الضفة الغربية	إسرائيل	المتبقي
الشمال الشرقي	145	42	103	-
الشرقي	172	54	40	78
الغربي	362	22	340	-
المجموع	678	118	483	78

أبو عمرو وحمودة، 2001

يعتبر الملف المائي هو واحداً من أهم القضايا التي يعاني منها الفلسطينيون جراء استيلاء الاحتلال على المقدرات الفلسطينية، حيث ينزع الاحتلال بالحجج الأمنية لمنع الفلسطينيين من استغلال أفضل لمواردهم المائية ، ولا تقتصر التعديت الإسرائيلية على ذلك بل وتتعداه إلى السيطرة المباشرة على مختلف مصادر المياه في الأرض المحتلة وحرمان الجانب الفلسطيني من حقوقه المائية في نهر الأردن . (مقابلة مع رئيس سلطة المياه الدكتور شداد العتيلي، 21-3-2012). حيث يقدر نصيب إسرائيل في نهر الأردن بـ 23% إلا أن إسرائيل تقوم بتحويل مياه النهر وروافده من خلال إقامة السدود والمضخات لرقل المياه وحفر الآبار الجوفية على الحدود بين هضبة الجولان وإسرائيل كما تسيطر إسرائيل على مصادر المياه خاصة في الجزء الجنوبي من نهر الأردن ، وأدى سحبها للمياه المقدره بحوالي 400 مليون م³ سنوياً إلى إلحاق الأضرار في الأراضي الزراعية الممتدة. وتشكل هذه الكمية قدر 55% من مصادر مياه النهر بينما لم توافق إسرائيل على إقامة مشاريع للأردن على طول النهر. (إسماعيل، 2012)

ومن مظاهر إجحاف الاحتلال بالحقوق المائية للشعب الفلسطيني هو التباين الهائل في الاستهلاك حيث تبلغ حصة الفرد الواحد من المياه في فلسطين 70 لتر للشخص في اليوم الواحد، مقابل حصول المستوطنين على 394 لتر يومياً، وتستولي إسرائيل على ما نسبته 86.5% من إجمالي المياه الفلسطينية الجوفية والسطحية فيما لا يشكل الاستهلاك الفلسطيني أكثر من 13.5%. (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2000)

بالإضافة إلى ذلك فقد صعّدت قوات الاحتلال من اعتداءاتها ضد قطاع المياه الفلسطيني في سياق تنفيذها لجدار الفصل العنصري حيث تم تدمير 35 ألف متر من شبكات الري وعزل نحو 200 خزان وبركة ماء وعزل أكثر من 29 بئر بالإضافة إلى أكثر من 28 نبع. (وحدة نظم المعلومات الجغرافية - أريج، 2010)



المصدر: أريج، 2010

خريطة رقم (10): الأحواض المائية في الضفة الغربية وقطاع غزة

II.7.1 الوضع المائي في منطقة الدراسة

تزداد الحاجة لمصادر المياه في محافظة الخليل بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص، وذلك لتشجيع نمو القطاعات الاقتصادية المختلفة وعلى رأسها القطاع الزراعي، وقد يشكل الحصاد المائي مورداً إضافياً للمياه في منطقة الدراسة التي تخلو من الآبار الجوفية والينابيع.

تعتمد المناطق غير الموصولة بشبكات المياه على آبار الجمع المنزلية وعلى شراء الصهاريج المائية (التنكات) التي يكون مصدرها من الينابيع المحلية والآبار الزراعية والمنزلية وشركة المياه الإسرائيلية (ميكروت)، أما آبار الجمع المنزلي فتعتمد بشكل رئيسي على هطول الأمطار خلال العام، ونتيجة لتذبذب هذه الأمطار وانخفاض معدله أصبحت مياه الصهاريج خياراً وحيداً متاحاً لدى الفلسطينيين وهي تتميز بارتفاع سعرها حيث تتراوح سعر المتر المكعب الواحد ما بين 30 - 50 شيكل، أي أنه يساوي تقريباً 5 أضعاف سعر المتر المكعب الواحد للمياه حال الحصول عليه من شبكة المياه العامة. (البرك الدولي، 2009)

والملاحظ أنه في السنوات الأخيرة أصبحت منطقة الدراسة تعاني من تذبذب في كميات الأمطار حيث تتابعت مواسم الجفاف ملمهدد الزراعة المطرية وأدى في الغالب إلى ضعف الإنتاج وأحياناً موت الكثير من الأشجار وفشل الزراعة المعتمدة على الأمطار.

II.8 حصاد مياه الأمطار

يتميز مناخ حوض البحر المتوسط بعدم انتظام هطول الأمطار كذلك بسوء التوزيع على مدار السنة، حيث أن حوالي 75% من كمية الأمطار الهاطلة شتاءً تتركز في أشهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط، وأحياناً يحدث فترة انقطاع أو انحباس للأمطار وتنعدم الأمطار في نيسان وأيار ولهذا كله تعاني النباتات المزروعة وخصوصاً الأشجار من نقص المحتوى المائي في التربة. (العطاونة، 2002)

وتلعب المياه المخزونة في التربة دوراً هاماً في نجاح الزراعات البعلية وخصوصاً أشجار الفاكهة فكلما ارتفعت معدلات هطول الأمطار كلما زادت نسبة نجاح الزراعات البعلية . إن عمق التربة ونوعيتها يلعبان دوراً هاماً في كمية المياه التي يتم تخزينها، وفي منطقة الدراسة هناك سوء توزيع للأمطار وتناقص كمياتها بالإضافة إلى ضحالة التربة وانخفاض عمقها في المناطق المنحدرة مما يزيد ذلك من نسبة فقدان مياه الأمطار وضياعها دون تخزينها في التربة لأطول فترة ممكنة مما يقلل من استفادة النباتات منها خلال الصيف الحار . وبالتالي فإن كمية الأمطار السنوية وقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء يعتبران من أهم العوامل المحددة للزراعات في المناطق الجافة، وبما أن كمية الأمطار لا يمكن التحكم بها فإنه من الممكن زيادة المحتوى المائي للتربة والتقليل من الجريان السطحي لماء الأمطار وذلك من خلال الحصاد المائي.

أما الحصاد المائي بشكل عام فيعرف على أنه جمع مياه الأمطار المتساقطة على منطقة ما وتخزينها لإعادة استخدامها بعد انقضاء الشتاء. أما الحصاد المائي الزراعي فهو عبارة عن استخدام الوسائل والطرق التي تجمع مياه الجريان السطحي الناتجة عن الأمطار لزيادة محتوى الرطوبة في التربة وزيادة مخزونها المائي وبالتالي زيادة الإنتاج للنبات والتي غالباً ما تصادف فترة الجفاف دون أمطار. (Libiszewski, 1995)

والأمطار الساقطة على سطح الأرض تتوزع كالتالي:

- جزء تمتصه التربة ليزيد من رطوبتها وتستفيد منه المزروعات خلال العام
- جزء يمر عبر طبقات التربة والصخور المنفذة ليخزن في الطبقات المائية الجوفية تحت سطح الأرض
- جزء آخر يجري على سطح الأرض ويضيع سدى ويسمى هذا الجريان السطحي.
- وجزء آخر يتبخر ليصل إلى الغلاف الجوي.

II.8.1 مكونات نظام الحصاد المائي

يتألف النظام من عدة مكونات حسب ما ذكر في (المطري 2000)، أهمها:

- أ. منطقة تجمع مياه المطر وتمثل في قطعة أرض تتجمع فيها الأمطار أثناء المطول و بها ميلان مناسب نحو مستجمع المياه سواء كان مزروعاً أم غير مزروع وهذه المنطقة قد تكون واسعة أو محدودة أي قد تكون مساحتها لا تتجاوز بضعة أمتار مربعة.
- ب. قناة لنقل المياه التي يتم جمعها وذلك في حالة بعد منطقة التجميع عن الأرض المزروعة . ولا تلزم القناة في حالة كون منطقة التجميع صغيرة وواقعة ضمن الحقل.
- ت. أما منطقة التخزين فهي المكان التي تخزن فيها المياه الجارية وتكون خزانات أرضية مثل الحفر أو المكامن الجوفية أو التربة.
- ث. المنطقة المستفيدة: هي المنطقة التي يجب أن تروى بالمياه التي تم تجميعها أثناء المطول المطري

II.8.2 فوائد حصاد المياه (FAO, 1991)

- حصاد المياه في المناطق الجافة يجعل الزراعة أمراً ممكناً رغم ضعف المطول المطري وسوء التوزيع
- حصاد المياه يؤدي في بعض الأحيان إلى الاستدامة المائية.
- إن عملية الحصاد تُحسن من الغطاء النباتي وتساعد في منع التدهور البيئي.
- تحسين الوضع الاقتصادي والاجتماعي للسكان المحليين في منطقة الحصاد المائي.
- استقرار المجتمعات الريفية والتخفيف من هجرة الريف إلى المدن.
- في المناطق التي لا تكفي فيها المياه للاستخدام البشري وتربية الحيوانات فإنه يمكن تلبية هذه الاحتياجات من خلال حصاد مياه الأمطار.

II.9 أهمية حصاد المياه في تنمية الموارد المائية

الحصاد المائي يطلق على أية عملية مورفولوجية أو كيميائية أو فيزيائية تنفذ على الأرض من أجل الاستفادة من مياه الأمطار، سواءً بطريقة مباشرة عن طريق تمكين التربة من تخزين أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار الساقطة عليها وتخفيف سرعة الجريان الزائد عليها أو غير مباشرة وذلك بتجميع مياه الجريان السطحي في منطقة تصريف وتخزين غير معرضة للانجراف واستخدامها لأغراض الري التكميلي للمحاصيل الزراعية أو للشرب أو سقاية الحيوان أو تغذية المياه الجوفية، والمقصود بالطريقة المورفولوجية والتي تتمثل في بناء المستجمعات، والطريقة الكيميائية هو استخدام مواد كيميائية لتحد من نفاذية المياه للتربة، أما الطريقة الفيزيائية فهي تجهيز الأرض بتنظيفها وتنعيمها ثم رصفها أو تغطيتها بصفائح معدنية أو بلاستيكية أو ممكن استخدام المناطق غير المنفذة. (آل الشيخ، 2006).

ومن الممكن تعريف الحصاد المائي بأنه تجميع مياه الجريان السطحي لأغراض إنتاجية نافعة، ويمكن اعتباره وسيلة لتجميع وتخزين مياه الأمطار والجريان السطحي في مكان محدد. إن العنصر الرئيسي لتقنيات حصاد مياه الأمطار هو النسبة ما بين مساحة جريان المياه ومساحة تجميعة المياه، حيث تكون مساحة جريان المياه مثالية إذا كان لها معامل جريان سطحي كافي ومساحة لتجميع المياه. وعادة يتم تخزين المياه وزراعة النبات (في المناطق المزروعة) بشرط أن تكون للتربة القدرة الكافية للاحتفاظ بالماء لتزويد المحصول المزروع بها لحين سقوط الأمطار. (جناد، 2005).

بصورة عامة يعتبر الحصاد المائي من الوسائل المثلى للحصول على المياه عندما لا تكون مصادر المياه الأخرى متوفرة وخاصة في المناطق الجافة التي لا يتوفر بها مصادر المياه الدائمة الجريان، وحتى لو توفرت هذه المياه تكون على شكل مياه جوفية غير متجددة ويكون من الأفضل عدم استخدامها بدون دراسات وأسس علمية. (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1999).

ومن الجدير ذكره أن تقنيات حصاد مياه الأمطار وحفظ رطوبة التربة متعددة وتختلف من موقع لآخر حسب صفات التربة الطبيعية ومعدل كثافة هطل الأمطار والاستعمال الأفضل للأراضي، وتقنيات حصاد المياه تعتمد اعتماداً

مباشراً على ميل سطح الأرض وشكله واتجاهه، وعمق ونوعية التربة في تحديد اتجاه وكثافة هذه الأعمال ونوع التقنية المراد إنشاؤها .

مما تقدم نستنتج أن أهم العوامل التي يجب مراعاتها عند تصميم أنظمة الحصاد المائي ما يلي: (آل الشيخ، 2006)

- توزيع الأمطار على مدار الموسم الزراعي .
- شدة سقوط الأمطار .
- خصائص الجريان السطحي للتربة السطحية ونفاذية التربة .
- قدرة التربة على تخزين الماء (عمق التربة وقوامها).
- تضاريس المنطقة المراد دراستها من حيث الميل وشكل السطح واتجاهه.

أما فيما يتعلق بغرض الحصاد المائي كعملية تجميع للجريان السطحي وخلق نظم الري التكميلي داعم للإنتاج الزراعي، فإن أهميته وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة تعتمد على الأسس التالية (FAO, 1994).

- ضرورة أن يكون الحصاد المائي مصدراً مكماً للنقص في الموارد المائية وليس المصدر الوحيد للمحاصيل ذات الاحتياجات المائية العالية.
- تحقيق فرص إضافية لتوفير المياه بغرض زيادة إنتاجية لمحاصيل الزراعة المطرية.
- تحقيق زيادة كفاءة استخدام الموارد الأرضية غير المستغلة.

ومن الحقائق التي يجب أخذها بعين الاعتبار في مجال الحصاد المائي أنه وفي المناطق الهامشية التي تقل فيها معدلات الأمطار عن 250 ملم في السنة، لا يمكن الاستمرار في الإنتاج وضمان قدر مقبول من الإنتاجية إلا في ظل نظام ري مكمل للاحتياجات المائية بحيث يتم توفير هذه الكمية من المياه من خلال الحصاد المائي . (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1999).

إن موضوع استغلال تقنيات الحصاد المائي ومحاولة استغلال مياه الأمطار إلى أقصى درجة ممكنة وخصوصاً في زراعة الأصناف المحلية تعتبر في غاية الأهمية (غويش، 2008). حيث أن الكثير من النباتات انقرضت بسبب الجفاف أو إن المزارع استغنى عن هذه النباتات بسبب نقص الإنتاجية الناجم عن الجفاف ونقص المعدلات المطرية، ومن هنا فإن استغلال تقنيات وفكرة الحصاد المائي سوف تساهم بشكل كبير في حفظ ديمومة هذه النباتات في المناطق الجافة وسيؤدي إلى زيادة إنتاجيتها وبالتالي بقاءها والحفاظ عليها.

وللحصاد المائي أهمية وتأثير كبيرين على الجانب الاقتصادي والاجتماعي إذ أن استخدام إحدى تقنيات الحصاد المائي لتوفير وتجميع المياه هي ذات تكلفة مالية متاحة يصعب توفرها للسكان في منطقة الدراسة إلا عن طريق شرايها، فهذه المياه تستخدم لأغراض الزراعة والشرب، فاستخدامها في مجال الزراعة يؤدي إلى زيادة الإنتاج الزراعي عن طريق الحد من انجراف التربة ومكافحة التصحر الناتج عن الجريان الشديد للمياه وذلك بزراعة مزروعات قادرة على تحمل فترات الجفاف الطويلة وكمية هطول الأمطار القليلة، وأيضاً تزويد الحيوانات بمياه الشرب مما يزيد الثروة الحيوانية وخاصة إذا تم استغلالها أيضاً لزراعة الأعلاف المناسبة للحيوانات التي يربيهها أهل المنطقة، وبالتالي تؤدي لزيادة الدخل الأسري وتحسين مستوى المعيشة في المنطقة أي التقليل من المشكلات الاقتصادية، وتعمل أيضاً على تشغيل الأيدي العاملة والتخفيف من البطالة وهجرة الكوادر إلى المدن لأسباب اقتصادية واجتماعية وبالتالي تعمل على تعزيز استقرار القرية وأمنها.

II.10 الإمكانات المتاحة لاستخدام حصاد مياه الأمطار في فلسطين

يقدر حجم المصادر المائية الجوفية والسطحية بما فيها المشتركة مع الجانب الإسرائيلي بحوالي 2989 مليون م³ سنوياً، وتقدر كمية المياه الناتجة عن الجريان الطبيعي لمياه نهر الأردن بحوالي 1320 مليون م³، والمياه المتدفقة من

السيول حوالي 215 مليون م³ وأما الباقي فهي من المياه الجوفية . يبلغ مجموع كمية المياه المستهلكة سنوياً حوالي 2570 مليون م³، ويستهلك الفلسطينيون منها 271 م³ أي ما نسبته 11% فقط والباقي أي ما نسبته 89% يتم استغلاله من الجانب الإسرائيلي، ويحرم الشعب الفلسطيني من الوصول والاستفادة من مياه نهر الأردن . (سلطة المياه الفلسطينية، 2010).

تشكل الموارد المائية السطحية مصدراً هاماً للمياه في فلسطين، حيث تنتشر بعض السيول الموسمية التي تجري عادة لفترات محدودة ومتقطعة في فصل الشتاء. وتتأثر هذه الكميات في فلسطين بشكل كبير بالتقلبات المناخية خاصة وأن الأمطار هي المصدر الأساسي للموارد المائية السطحية والجوفية. فقد شهدت فلسطين في الفترة الأخيرة تقلبات مناخية تمثلت في التباين في معدل كميات الأمطار من سنة إلى أخرى. فالحصاد المائي يهدف إلى تخزين المياه وإعادة استعمالها ورفع كفاءة استعمال مياه الأمطار بالإضافة إلى تحسين البيئة، ويهدف أيضاً إلى رفع الكفاءة التقنية، وتطوير الكوادر الفنية المختصة والمؤهلة للعمل في هذا المجال. (أبو عمرو وحمودة، 2001)

ومن الأمثلة على مشاريع الحصاد المائي في فلسطين ما تم تطبيقه في قطاع غزة من إنشاء 51 بركة لتجميع مياه الأمطار باستعمال الحواجز الترابية والبرك الإسمنتية وذلك لمساعدة 51 مزارع، ولكن هذا المشروع لم يستمر سوى سنتين وذلك بسبب الأحداث التي حصلت في قطاع غزة خلال انتفاضة الأقصى عام 2000 والتي أدت لتدميرها وتدمير أي مصدر آخر للمياه. (أبو ظاهر، 2000). كما وتحول فلسطين استخدام تقنيات مبسطة تقليدية لكي تكون فعالة في حماية الموارد المائية من فقدان وبالتالي الزيادة في كمية المياه، وتعتمد معظم هذه التقنيات على فكرة حصاد مياه الأمطار.

ومنذ الاحتلال الإسرائيلي للضفة وغزة عام 1967، عملت دولة الاحتلال على استنزاف المياه الفلسطينية بعد أن تمكنت من الوصول إلى أحواض المياه والسيطرة عليها. كما قامت إسرائيل بالإضافة لطرده السكان الفلسطينيين من

أراضيهم المجاورة لينايع المياه إلى منعهم من حفر آبار وبناء سدود إلا بعد الحصول على تصريح خاص من الجانب

الإسرائيلي وضمن قيود مشددة. (مركز الدراسات الفلسطينية، 1990)

وقد أعطى الإسرائيليون لأنفسهم الحق في السيطرة على كافة المسائل المتعلقة بالمياه، لذلك يمنع إقامة أي منشآت

مائية جديدة بدون ترخيص ويحق للجانب الإسرائيلي رفض أي ترخيص دون إعطاء الأسباب بالرغم من حفر إسرائيل

للعديد من الآبار وبناء السدود التي يحتاجونها في فلسطين. (مركز غزة للحقوق والقانون، 1999)

الخلاصة

يعاني الإنسان الفلسطيني من نقص خطير في مياه الشرب وخطر الآثار الصحية السلبية نتيجة لشح المياه المسموح

له استهلاكها بسبب تقييد إسرائيل لمصادر المياه وتحكمها في إدارتها وتحديدتها للحصص، علماً أنه مع الزيادة السكانية

تزايد الاحتياجات المائية باسمرار، وبالتالي تتعمق الفجوة بين ما هو معروض من المياه على الفلسطينيين وما هو

مطلوب.

إن أهمية الحصاد المائي تكمن في محاسنه الاقتصادية والبيئية في التأثير على زيادة وتحسين إنتاجية المحاصيل الزراعية

بتوفير مياه إضافية بكلفة قليلة تستخدم ككري تكميلي. كما أن هذه المياه قد تكون المصدر الأساسي أو الوحيد لكثير

من التجمعات السكانية في بعض المناطق التي تتميز بالجفاف لفترات طويلة من السنة لسد حاجات الإنسان والحيوان

من المياه.

إن الظروف والإمكانات المتاحة لاستخدام أساليب الحصاد المائي مشجعة جداً ، فمنذ قديم الزمان فرضت

الظروف البيئية على سكان الأراضي استخدام أنظمة الحصاد المائي، واستناداً إلى ما سبق من الأوضاع المائية والتي

ترداد سوءاً يتوجب على المناطق والدول ضرورة استخدام وتطوير هذه الأنظمة آخذين بعين الاعتبار التقدم الحضاري

الموجود والطاقات البشرية والخبرات المميزة للباحثين والعلماء في مجال الحصاد المائي وإدارة المساقط المائية

لقد تركت الإجراءات الإسرائيلية آثاراً خطيرة على الحقوق المائية في المياه الفلسطينية، فمعدلات استهلاك الفرد

الفلسطيني أصبحت تقل كثيراً عن معدلات استهلاك الفرد الإسرائيلي.

إن تقنيات الحصاد المائي هي وسيلة للتخفيف عن كاهل المزارع الفلسطيني واستغلال الموارد المتاحة دون المس

بمخوق الفلسطينيين المائية المسلوقة وأن هذا يجب أن يتم بمعزل عن المطالبة بكل الوسائل بمخوق الفلسطينيين المائية

المسلوبة جنباً إلى جنب مع محاولة استغلال مصادر المياه السطحية.

الفصل الثالث

III. مفهوم حصاد مياه الأمطار عند المزارع الفلسطينية والوصف الفني للطرق التقليدية لحصاد المياه

يتضمن الفصل الثالث المواضيع التالية:

III.1 مفهوم حصاد مياه الأمطار عند المزارع الفلسطينية.

III.2 استعراض نظم حصاد المياه.

- الجدران الترايبية الكنتورية.
- الجدران الترايبية نصف الدائرية.
- الأتلام الكنتورية.
- المدرجات الحجرية.
- المدرجات الترايبية.
- السدود الصخرية (الحجرية) المنفذة.
- الحفر الصغيرة.
- الزراعة المجاورة للصخور.
- الخزانات الصغيرة.
- آبار جمع المياه عن أسطح المنازل.

III.3 طرق الحصاد المائي القديمة في فلسطين.

III.4 فوائد تقنيات الحصاد المائي.

يتناول هذا الفصل طرق حصاد المياه المعروفة والمنتشرة في فلسطين ، بالإضافة إلى استعراض الطرق التقليدية للحصاد المائي في فلسطين، وفوائد الحصاد المائي بشكل عام.

III.1 مفهوم حصاد مياه الأمطار عند المزارع الفلسطيني

تعتبر تقنيات حصاد مياه الأمطار أحد الوسائل القديمة جداً التي قام بها الإنسان في مناطق شتى لتعظيم الاستفادة من المطول. ويعتبر المؤرخون أن العرب الأنباط (500ق.م) هم أول من برع في تعميم وتطوير تقنيات حصاد مياه الأمطار. كما بلغت تلك التقنيات أوج ازدهارها في الأردن خلال الحكم الروماني في الفترة الممتدة من 636ق.م حتى 63ق.م. وهناك مؤشرات على أن هذه التقنيات استخدمت في عديد من المناطق مثل شمال إفريقيا وبعض الدول الآسيوية وفلسطين ومصر والصين. ولهذا فهي تقنيات ليست بجديدة بل تضرب جذورها في عمق التاريخ. وقد أعدت المنظمة العربية للتنمية الزراعية منذ بداية القرن الح الي خطة لتعزيز استخدام تقنيات حصاد مياه الأمطار في الدول العربية. (آل الشيخ، 2006).

وقد عرف الحصاد المائي في فلسطين منذ أكثر من 4000 سنة حيث حفرت الآبار والخزانات الأرضية لجمع مياه الأمطار، كما عُرف أيضاً في م نطقة النقب جنوب فلسطين بهدف استخدام تلك المياه في أغراض الزراعة. (عوض الله، 2002).

III.2 استعراض نظم حصاد المياه

إن الحصاد المائي يعد تقليداً قديماً تم استخدامه منذ آلاف السنين في معظم الأراضي الجافة وشبه الجافة من العالم، إلا أن ثمة تقنيات كثيرة قد تم تطوير معظمها لأغراض الري، بينما طورت تقنيات أخرى لحفظ المياه واستخدامها من قبل الإنسان والحيوان. وأحياناً قد تختلف تسميات تلك التقنيات تبعاً للمنطقة التي تستخدم بها. (ذيب وآخرون، 2001).

وفيما يلي استعراض لأهم طرق الحصاد المائي في فلسطين؛ يجدر ذكره أن هذه الطرق ليست حكراً على فلسطين وحدها بل إن الكثير منها طُبّق في مناطق مختلفة من بلاد الشام كما ورد في دراسة Oweis و Printz (1998):

1. تقنيات الجدران الترابية الكنتورية:

تنشأ الجدران الترابية بشكل موازي لخطوط الكنتور (خطوط تساوي الارتفاع) وتتراوح المسافة ما بين الجدار والآخر من 10م إلى 20م، ويقسم الحقل إلى مناطق حصاد صغيرة ويتم عمل حفرة حول كل نبتة لامتصاص المياه التي جمعت من قبل الأمطار. وهذه التقنية مناسبة لزراعة الأشجار. كما هو واضح في صورة

رقم (5).

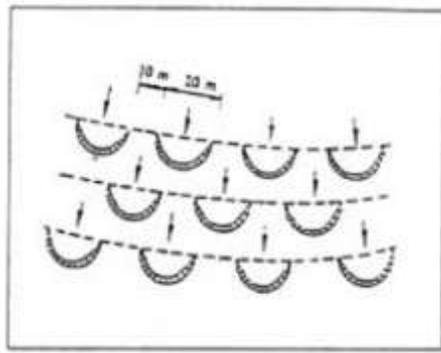


المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (5): الجدران الترابية الكنتورية في دار صلاح

2. تقنيات الجدران الترايبية نصف الدائرية:

هي حواف ترايبية على شكل هلال تتوازي أطرافه مع خطوط الكنتور، كما هو واضح في صورة رقم (6). وتكون المسافة بين أنصاف الدوائر 1 - 8م ويبلغ ارتفاعها بين 30 - 50سم. وهي مناسبة لزراعة الأشجار، حيث تكون الأرض مقسمة إلى أجزاء يكون أحد أجزاءها مزروع بالأشجار والجزء الأخر يزرع بالأعلاف ونسوع الأرض بشكل متعاقب (أي نسوع سنة وتترك سنة أخرى وذلك لمنع استنزاف العناصر من التربة) وخلال فترة الاراحة يستخدمها المزارعين عادة لرعي الحيوانات، ويمكن استخدام هذه التقنية من الحصاد المائي لزراعة وري المحاصيل الحقلية.



المصدر: Hutchinson, 1981



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (6 - ب): صورة توضيحية للجدران

صورة رقم (6 - أ): الجدران الترايبية نصف الدائرية في

الترايبية نصف الدائرية

زعترة بيت لحم

3. تقنيات الأتلام الكنتورية:

حيث يتم حراثة الأرض على شكل أتلام طويلة بالتوازي مع خطوط الكنتور. والمسافة بين الأتلام تتراوح ما بين 0.5 - 1م. وغالباً ما يستخدم هذا التركيب للمحاصيل والشجيرات على حد سواء، وتكون الزراعة على جانبي التلم كما هو واضح أدناه في صورة رقم(7).



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (7): الأتلام الكنتورية في زعترة بيت لحم

وفي العادة يتم حراثة الأرض مرتين، المرة الأولى تكون فيها الأتلام مفتوحة وبعيدة عن بعضها ليسمح بدخول المياه وتسمى "كيراب"، أما المرة الثانية فتكون الأتلام متراصة ومتقاربة وذلك لقطع الأنابيب الشعرية الصغيرة والتي تسمح بتبخر المياه من التربة وهذه الحراثة تسمى "بالثني".

4. المدرجات الحجرية:

مدرجات تكون فوق مناطق شديدة الانحدار، وتستخدم لحفظ التربة. وتكون المسافة بين المدرجات بضعة أمتار وتستخدم المدرجات الحجرية في المناطق ذات الانحدار الشديد، كما هو واضح في صورة رقم (8).



المصدر: عمل الباحث

الصورة رقم (8): المدرجات الحجرية في هندازة بيت لحم

5. المدرجات الترابية:

عبارة عن حواجز ترابية يتم إنشاؤها على طول الأرض وعادة تبعد عن بعضها ما بين 5 – 15 م. وتعتبر عملية إنشاء هذه المدرجات تقنية بسيطة لزراعة الأعلاف والأشجار . وهي تستخدم في المناطق ذات الانحدار القليل والتي يصعب فيها عمل المدرجات الحجرية بسبب نقص الحجارة كما هو مبين في الصورة رقم (9).



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (9): مدرجات ترابية في الشوارة

6. المصاطب الصخرية (الحجرية) المنفذة:

نُشأ في بطون المنخفضات العريضة قليلاً الميل كما توضح صورة رقم (10). وتمتد المصاطب بشكل متعامد مع الميل لتعمل على توزيع وتقليل سرعة الجريان السطحي . وهذا يتيح للتربة فرصة امتصاص المياه المتجمعة مما يثري مخزونها المائي ويمنع انجرافها. وتتراوح المسافة بين السدود 10 – 15م.

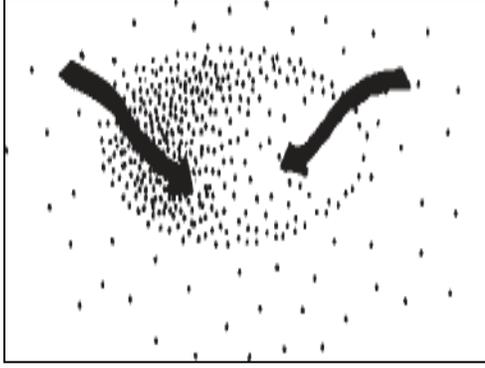


المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (10): السدود الصخرية المنفذة في سلفيت

7. الحفر الصغيرة:

وهي حفر صغيرة تكون موزعة بين الأشجار كما هو واضح في صورة رقم (11) وعند امتلاؤها بمياه الأمطار قد يتم نقل المياه من خلال حفر قناة من هذه الحفرة إلى جذور الأشجار لسقايتها أو قد يتم نقل المياه بواسطة وعاء، وتستخدم أيضاً لزراعة الأعلاف، وتعتبر هذه التقنية ممتازة من أجل إعادة إحياء الأراضي الزراعية المتدهورة لأنها تحتفظ بالمياه بداخلها . (Phillips, 2005). وتستخدم في المناطق قليلة الأمطار كالمناطق الريفية مثلاً منطقة زعترة، والشواورة. ويتراوح قطر الحفرة 0.5 – 2م، وعمق الحفرة يتراوح ما بين 5 – 15سم.



المصدر: Phillips, 2005

صورة رقم (11 - ب): صورة توضيحية للحفر

الصغيرة



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (11 - أ): الحفر الصغيرة في زعتر

بيت لحم

8. الزراعة المجاورة للصخور:

ويقصد بها زراعة الأشجار على مقربة من منطقة صخرية تشكل حوض تجميع لمياه الأمطار التي تتميل باتجاه

الأشجار. كما في صورة رقم (12).



صورة رقم (12): الزراعة المجاورة للصخور في بيت صفافا

9. الخزانات الصغيرة:

حيث يتم إقامة سد صغير على مجرى السيول، إذا ما كان الموقع ملائماً، لتخزين بعض أو كل المياه الجارية التي تتدفق إلى أسفل الوادي كالخزان الصغير في وادي النار والمبين في الصورة رقم (13).



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (13): خزان صغير لحصاد المياه في وادي النار

ويمكن استخدام مياه الخزانات الصغيرة لري المحاصيل أو الحيوانات وحتى للأغراض المنزلية. وهذه الخزانات هي في العادة صغيرة الحجم، حيث يتفاوت حجمها من 1000 إلى 500,000 م³. وقد يطلب الأمر في بعض الأحيان مساعدة أحد المهندسين لتخطيط الخزان وتصميمه وتنفيذه. (Hutchinson, 1981)

10. آبار جمع المياه عن أسطح المنازل:

تعتبر عملية تجميع مياه الأمطار بواسطة أسطح المنازل تقليداً فلسطينياً عريقاً، خاصة في الريف الفلسطيني، حيث نجد آباراً للجمع في العديد من البيوت، وبصرف النظر عن ارتباطها أو عدمه بشبكات المياه. ويعتبر بئر الجمع مصدراً احتياطياً إضافياً لري الحديقة المنزلية أو لسقاية الحيوانات أو للشرب. وفي ظل القيود الحالية فليتمكن آبار الجمع أن تخفف ولو بشكل جزئي من أزمة مياه الشرب والري. وفي المناطق التي تكثر فيها البيوت البلاستيكية يمكن جمع ملايين الأمتار المكعبة من المياه عن أسطحها سنوياً. ويشكل بئر الجمع مصدراً مائياً مجانياً ومضموناً، يساهم في تأمين استمرار حياة التربة والنبات والحيوان والإنسان. وينسجم استخدام مياه الجمع مع المبدأ الأساسي باستخدام المصادر المتاحة لتلبية الاحتياجات المحلية. وبالعكس ذلك، فإن عدم استخدام مصدر مياه متاح قد يعني تحول هذا المصدر إلى مكروه صحية. فمياه الأمطار الجارية وغير المستخدمة تعمل على جرف مغذيات التربة وتآكلها أو قد تسبب فيضانات مؤذية. (كرزم، 2006)

وتشكل عملية جمع مياه الأمطار عن أسطح المنازل (قبل وصول المياه إلى الأرض) ضماناً لمنع تلوث تلك المياه الناتج عن احتلالها بملوثات التربة فضلاً عن أن اعتراض المياه الساقطة من مكان مرتفع يسهل عملية جمعها ويزيد كميتهما ويقلل من الفاقد المائي على الأرض وبداخل التربة. وتعتبر الأسطح الإسمنتية المنتشرة في المناطق الفلسطينية من أفضل الأسطح لجمع مياه الأمطار، وذلك من ناحية كمية المياه التي يمكننا جمعها منها (من إجمالي الكمية الساقطة) ومن ناحية أخرى إمكانية المحافظة على نظافتها، علماً أن المواد المكونة للأسطح الإسمنتية لا تتفاعل مع الماء، الأمر الذي لا يؤثر على طعم الماء ورائحته. (اللوذي، 2004). وهناك حفر تجميعية لمياه الأمطار يترسب فيها الشوائب المصاحبة للمياه من خلال مصفاة أو شبك يوضع على الفتحة التي تؤدي إلى موقع التخزين. كما تبين الصورة رقم (14) و (15).



المصدر: عمل الباحث



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (15): قناة مرور المياه من الحفرة إلى الأرض

الزراعية في زعتره بيت لحم

صورة رقم (14): حفرة يترسب فيها الشوائب الناتجة

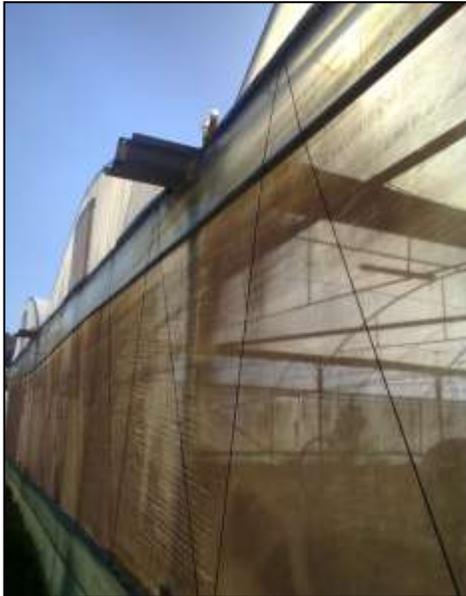
عن المزارب من خلال المصفاة في زعتره بيت لحم

ويعتبر استعمال المزارب من أفضل الطرق لنقل مياه المطر من موقع الهطول والجمع إلى موقع التخزين (البئر، برميل أو حوض)، وتكون هذه في المناطق التي تقل فيها نسبة هطول الأمطار لذلك يتم تجميعها في أحواض تخزينية صغيرة. وتتعدد أنواع المزارب من حيث المواد المصنوعة منها وأحجامها وجودتها. وقد حلت المزارب البلاستيكية محل المزارب المعدنية نظراً لانخفاض كلفتها وعدم قابليتها للصدأ. وتعتبر كمية المطر ومساحة السطح أهم عاملين في تحديد قطر المزارب الذي يجب أن يسمح بانسياب مياه السطح بسهولة. ويمكن جمع مياه الأمطار ليس فقط في بئر جمع داخل باطن الأرض، وإنما أيضاً في أوعية كبيرة مناسبة مثل خزانات بلاستيكية أو معدنية أو براميل. ويفترض بالبئر أو الوعاء

(الخزان) أن لا يكون نفاذاً ويجب أن يكون قابلاً للصيانة، وأن يتحمل ضغط الماء والتغيرات المناخية، فضلاً عن إغلاقه

بإحكام لحمايته من الأوساخ وأشعة الشمس. (Abdulfattah, 1981)

ومع انتشار الزراعة في الدفيئات البلاستيكية فقد شكلت سطوحها مصدراً لحصاد مياه الأمطار حيث يتم تجميعها من خلال الأنابيب في خزان أو بركة لتستغل في وقت الجفاف لري المزروعات وسقاية الماشية كما يظهر في الصورة رقم (16).



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (16 - أ): بيت بلاستيكي في زعترة

المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (16 - ب): مزارب بيت بلاستيكي

يصب في خزان صغير في زعترة

وللحصول على مياه أمطار صحية وسليمة بطريقة آبار الجمع يُنصح بالتياب ما يلي: (ذيب وآخرون، 2001).

- اختيار موقع مناسب للبرق قبل موسم الأمطار بعيدة عن الحفر الامتصاصية ومصادر التلوث.

- تنظيف البئر قبل موسم الأمطار سواء من المياه أو بقايا الرواسب.
- عمل الصيانة اللازمة للبئر والمنطقة المحيطة به.
- تنظيف سطح المنزل الذي تجمع منه مياه الأمطار.
- تربية الحيوانات والطيور بعيدا عن سطح المنزل.
- إغلاق البئر بإحكام وسد جميع الفتحات.
- تزويد نظام المياه بحجرة ترسيب عند فتحة دخول الماء للبئر.

وبدون أدنى شك أن الاهتمام بآبار الجمع الموجودة وحفر آبار جديدة سيساعد في الحد من مشكلة المياه التي تعاني منها المنطقة إذا أخذنا بعين الاعتبار الطرق الصحيحة والسليمة والصحية لجمعها وتخزينها في ظل الظروف التي تعاني منها بلادنا من شح في الأمطار.

ونظراً للدور الذي يمكن أن تلعبه آبار الجمع في الحد من أزمة المياه المتفاقمة فلا بد من قيام السلطات المحلية الفلسطينية بتبني تشريعات واضحة لا تشجع فحسب بل تشترط حفر بئر للجمع قبل الحصول على التراخيص اللازمة للأبنية ذات الاستعمالات المختلفة، إلا أن التشريعات التنظيمية الفلسطينية هي أطر عامة وليست قواعد دقيقة تفصيلية تفتقد الصفة العلاجية لوضع حد لمشاكل المناطق الحضرية وخاصة نقص المياه فيها. ولقد حدد نظام رخص تنظيم المدن لسنة 1941 الأشغال التي تتطلب إصدار رخص، كما ورد في المادة رقم 3 أن الإنشاءات التي تتطلب الحصول على رخصة بمقتضى القانون تشمل مايلي: (الكحوت، 2005)

- إنشاء الأبنية.
- تغيير الأبنية أو توسيعها أو تعديلها أو هدمها.
- إنشاء الطرق.

- الحفر والطم.
- إنشاء المجاري.
- استعمال البناية أو الأرض لغاية من غير الغايات المسموح باستعمالها لها بمقتضى مشروع تنظيم المدن المصدقة.
- جميع الإنشاءات التي تتناول مظهر البناء الخارجي.
- تركيب حمام أو مرحاض أو بناء حفرة مرحاض أو حفرة ترشيح أو مجلى أو مغسلة في أي بناء موجود
- حفر الآبار الجوفية.

ورغم عدم تفعيل القانون الذي يلزم ببناء بئر لجمع المياه عند كل ترخيص بنائي إلا أن الهيئات المحلية تشجع على الحصاد المائي المتمثل ببناء بئر في كل بيت جديد وذلك لقلّة الأمطار . (مقابلة شخصية مع رئيس بلدية الظاهرية المهندس سامي اشنيور، 25-2-2012)

III.3 طرق الحصاد المائي القديمة في فلسطين

إن الآبار في القدم وحتى مئات السنين قبل الميلاد كانت من أهم الأمور التي وجب تواجدها في القرى والمدن والقلاع القديمة وفي جميع الحضارات والعصور، فالماء هو من أكثر الأمور التي أخذت في الحسبان عند اتخاذ القرارات لبناء قلعة أو اتخاذ المكان كمنطقة سكنية، فنجد العديد من المناطق السكنية التي أُقيمت إما بجانب الأنهار أو الوديان أو الينابيع الدائمة.

إلا إنه لم يكن بالإمكان السكن دائماً في المناطق الغنية بالمياه لأسباب عديدة منها التحصن في قلاع خوفاً من الحروب ومنها البحث عن الأمان والسكن بمناطق مرتفعة كالجبال وغيرها من المناطق التي لا يوجد بها أنهار أو وديان . لذا كان لا بد من توفير المياه عبر الحصاد المائي.

ولقد عرّف الأقدمون موضوع وجود المياه في باطن الأرض عن طريق حفرهم في الأرض واستغلال المياه الناتجة عن هطول الأمطار التي قد تكون وفيرة أحياناً ويمكن تجميعها لاستغلالها في موسم الجفاف وهكذا يمكن حل قضية المياه جزئياً. (Oweis, et.al, 1998)

وتعتبر الصخور الجيرية (الأكثر انتشاراً في فلسطين) المكان الأمثل لتجميع المياه فيها وهي مناسبة لحفظ المياه على شكل آبار جمع وخاصة عند إضافة طبقة رقيقة من مواد إسمنتية حتى لا تتسرب المياه داخل الصخور. أما في المناطق التي تخلو من طبقات صخرية سطحية فيتم الحفر في الأرض وتدعيم الجدران من الداخل بالحجارة. كما تبين الصورة رقم (17) و (18). وعليه يمكن تقسيم آبار الجمع على النحو التالي:

1. الآبار الصخرية: وهي آبار محفورة بصخور غير منفذة للمياه وبما أنها تعتبر مكان لتجميع المياه فقد نجد قنوات تتجه نحو جدرانها وتصب فيها نحو الداخل، وتتميز هذه الآبار بأنها مخروطية الشكل دائرية من الأعلى بشكل ضيق ومع الهبوط تتسع حتى تكاد تشكل غرفة دائرية.
2. الآبار المبنية: وهي آبار حُفرت في التراب وبنيت جدرانها من الحجارة من الداخل وللحفاظ على عدم خروج الماء يضاف طبقة جبسية كلسيه لها من الداخل.
3. الآبار الرملية: تُنشئ هذه الآبار في التربة الرملية وتضاف لها الأخشاب من الداخل للدعم، وعادةً تكون مربعة الشكل من الأعلى، وفي الأمتار الأكثر عمقاً تكون دائرية مدعومة بالحجارة. (المصدر:مقابلة شخصية مع الدكتور إبراهيم مخارزة، 29-1-2012).



المصدر: عمل الباحث

بئر روماني قديم في خربة الرهوة



المصدر: عمل الباحث

بئر روماني مغلق في خربة الرهوة

صورة رقم (17): آبار رومانية في خربة الرهوة



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (18): بئر روماني في منطقة زعترة بيت لحم

وتعتبر الينايبع والبرك كبرك سليمان في مدينة الخضر في محافظة بيت لحم التي بنيت في العهد العثماني إحدى أشكال الحصاد المائي القديمة. كما تبين الصورة رقم (19).



المصدر: عمل الباحث

صورة رقم (19): برك سليمان في الخضر في محافظة بيت لحم

أما في منطقة الدراسة فاستخدمت أشكال عدة للحصاد المائي مثل طريقة الجدران الحجرية الكنتورية والتي يكون ارتفاعها 25 سم كما هو واضح في عرب الرماضين وعرب الفريجات، كما استخدمت طريقة الحراثة الكنتورية لزيادة تخزين المياه في التربة، ولم يقتصر الأمر على طرق الحصاد القائم على التخزين في التربة بل تعداه للتخزين في آبار الجمع كما هو حال بئر قديم في خربة الرهوة حيث كان يستخدم لتجميع مياه الأمطار . وفي الوقت الحاضر وبعد سنوات عديدة من الجفاف وقلة الأمطار التي تتراوح بين 300 - 350 ملم في السنة ، أغلق البئر القديم ولم يعد صالحاً للاستخدام بسبب الإهمال، وتدهورت طرق الحصاد المائي بسبب قلة الأمطار وإهمال الزراعة وأصبحت هذه المنطقة

منطقة لرعي الثروة الحيوانية ، ومما فاقم الأمر الواقع الجيوسياسي لهذه المنطقة الواقعة بالقرب من خط الهدنة والحدار ويصنف 53.2% منها كمناطق عسكرية ومنطقة (ج).

III.4 فوائد تقنيات الحصاد المائي

من الجدير ذكره أن هذه التقنيات قد لا تعطي الفائدة المرجوة منها في حالات تقلب سنوات الجفاف أو إصابة النبات بمرض لم يكافح أو لقلة العناية بعوامل أخرى تؤثر في الإنتاج. وفي حالة العناية بجوانب زيادة الإنتاج واستخدام تقنيات الحصاد المائي نحصل على فوائد عديدة منها: (Critchley and Siegert, 1991)

- يساعد الحصاد المائي المحاصيل من خلال تزويدها برطوبة إضافية في مراحل النمو المختلفة . والفترات التي من الممكن أن يكون فيها لهذه الرطوبة الإضافية فوائد أكثر هي:
 - ✓ وقت البذار حيث يحسن الإنبات والتأسيس.
 - ✓ وقت نوبة الجفاف وسط الموسم حيث يدعم الماء المحصول سابقاً نمو المحصول حتى حدوث الهطول التالي في الموسم نفسه.
 - ✓ في الفترة التي يكون المحصول فيها في مرحلة النمو المهمة كالإزهار وتكوين الحبوب (البدور).
- زيادة إنتاج المحاصيل والأشجار.
- تقليل تعرية التربة.
- مكافحة تدهور التربة.
- دعم نمو الأشجار في مواسم الجفاف المسبوبة بسنوات مطيرة.
- زيادة الغطاء النباتي ومكافحة التصحر خاصة في المناطق قليلة معدل الأمطار.
- حفظ التربة وتغذية الطبقات المائية تحت الأرضية.

- زيادة دخل المزارع.
- الحفاظ على النظام البيئي.

الخلاصة

إن الحصاد المائي هو عبارة عن تجميع لمياه الجريان السطحي من الأمطار والوديان وتخزينها سواء في التربة أو المستجمعات، واستخدام هذه المياه لأغراض إنتاجية ونافعة، ولا يشمل هذا التعريف بأي شكل الأنهار الدائمة. وقد تم أيضاً استعراض الطرق التقليدية لنظم الحصاد المائي بأشكال مختلفة في مختلف المناطق الفلسطينية والتي تعتبر العامل المساعد في إمداد السكان بالمياه لاستخدامها في مجالات مختلفة وخاصة في المناطق التي تقل فيها كمية هطول الأمطار، وإن أكثر الطرق التي استخدمت في منطقة الدراسة هي السدود الصخرية المنفذة والجدران الترابية لأن منطقة الدراسة ليست ذات انحدار شديد ليتم استخدام طرق أخرى، ومن فوائد الحصاد المائي الناتجة زيادة إنتاج المحاصيل ومكافحة تدهور التربة وزيادة دخل المزارع.

أما تقنيات حصاد المياه في فلسطين فهي من التقنيات التي استخدمت منذ القدم، فقد استفاد منها سكان المناطق المختلفة لأغراض الشرب والزراعة وري الثروة الحيوانية.

الفصل الرابع

IV. الخطوط العريضة لعملية اختيار مستجمعات المياه

- IV.1 مقدمة
- IV.2 جمع البيانات وتحليلها.
- IV.3 الشروط والمعايير لاختيار مكان مستجمع المياه.
- IV.4 تطبيق معايير الاختيار ضمن نظم المعلومات الجغرافية.

يهدف هذا الفصل إلى توضيح كيفية جمع المعلومات والبيانات الأولية والثانوية، وتحليل هذه البيانات ومعالجتها من خلال استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS عن طريق تحديد الشروط والمعايير التي يتم تطبيقها لاختيار المستجمعات.

ويهدف الفصل أيضاً إلى توضيح دور بعض الجوانب الاجتماعية والاقتصادية مثل التعليم والثروة الحيوانية كمؤشرات تتوفر حولها إحصاءات في اتخاذ القرارات حول تحديد أماكن المستجمعات المائية.

IV.1 المقدمة

يهتم الهيدرولوجيون ومهندسو المياه بتدفقات المياه الناتجة عن الهطول المطري . وليس فقط من جانب قياس العطولات وما ينتج عنها كجريان سطحي، بل أيضاً بعملية تحويل بيانات الهطول إلى بيانات جريان سطحي هيدرولوجي. ولسوء الحظ، فإنه يصعب الحصول على القراءات الميدانية من أجل حساب الجريان السطحي كما هو متبع في الطرق التقليدية وهي الوسائل والأساليب التي يقاس بها مياه الأمطار عبر أجهزة قياس خاصة، ويتم ذلك عبر فترة زمنية طويلة، فعند سقوط الأمطار يتم تجميعها وتخزينها ثم قياسها ثم يتم انتظار سقوط الأمطار للسنة المقبلة للحصول على كمية أخرى من الأمطار وقياسها للحصول على دراسة خاصة بلخصاد المائي . لذا فقد تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية للحصول على معطيات الحصاد المائي التي يصعب توفيرها بالطريقة المباشرة خاصة في الدول النامية والمناطق النائية كما هو الحال في منطقة الدراسة.

تعتبر الضفة الغربية منطقة شبه جافة. ونمذجة تصريف الهطولات المطرية في المناطق القاحلة وشبه الجافة مهمة كما هي الحال في المناطق الرطبة. ولم تعطي النمذجة الهيدرولوجية في الضفة الغربية الاهتمام الكافي، ولم يتم عمل دراسات مكثفة بخصوصها. (ARIJ, 1996). ومن هنا برز اللجوء إلى استخدام الـ GIS والذي أمسى مسألة هامة في مطلع

ثمانينات القرن الماضي وحتى الوقت الحاضر لما تتيحه للمستخدم من إمكانية معالجة وتحليل البيانات الهيدرولوجية بشكل أكثر كفاءة.

وتركز هذه الدراسة على بعض هذه التقنيات الحديثة المستخدمة في هذا المجال وطرق الاستفادة منها. من أهم هذه التقنيات نظم المعلومات الجغرافية ودورها في معالجة نماذج الارتفاعات الرقمية Triangulate Irregular Networks (TIN) التي يمكن الاستفادة منها في تحديد شبكة المجاري المطرية، وحساب مقدار الجريان السطحي.

والجريان السطحي هو ذلك الجزء من الهطول الساقط على منطقة ما والذي ينساب على سطح الأرض وعلى المنحدرات متبعاً عدة مسارات حسب طبوغرافية المنطقة حتى يصل إلى مجرى يحصر المياه ضمن مقطعه فيصب فيه ويصبح جزءاً منه . ويحدث الجريان السطحي نتيجة لتشبع التربة بالماء بعد سقوط الأمطار الغزيرة وكذلك الانحدار الشديد لسطح الأرض وأيضاً الكثافة العالية للأمطار، وبالتالي فإن ما يزيد عن مقدرة الأرض على امتصاصه من ماء يجري على المنحدرات باتجاه القناة الرئيسية (عبد العزيز، 1996).

وتتأثر كمية المياه المجتمعة كجريان سطحي قبل نشوئها بعوامل تتحكم في مقدار وزمن ما يتسرب من الماء إلى داخل التربة. فنسيج التربة الخشن كالتربة الرملية يسمح بتغلغل المياه إلى داخل التربة، ويحدث عكس ذلك لنسيج التربة الناعمة كالتربة الصلصالية والطمية المعيقة لتسرب المياه. ومن تلك العوامل أيضاً الغطاء النباتي، والذي يزيد كثافته يسمح بمقدار أكبر من المياه المتسربة في التربة؛ لأن جذور النباتات تعمل على إحداث فراغات أكبر بين حبيبات التربة مما يسمح بانتقال المياه من خلالها. وللانحدار علاقة عكسية مع التسرب، فمع زيادة الانحدار تزيد سرعة جريان المياه مما يقلل من مقدار تسربها في التربة (خضير، 1998).

إن دقة النتائج تعتمد على سرعة الوصول إليها، وتعدد أساليب معالجتها، واختزال مراحل العمل الحقلية، وإدارة الكم الكبير من المعلومات الأمر الذي دفع باتجاه اعتماد هذه الدراسة على تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تقدير الجريان السطحي في منطقة الدراسة من خلال بناء قاعدة بيانات هيدرولوجية

IV.2 تجميع البيانات وتحليلها

تعتبر البيانات على اختلاف أنواعها الركيزة الأساسية لأي عمل بحثي تطبيقي، فلا يمكن للبحث أن يقوم إلا من خلالها. وكلما تنوعت البيانات فهذا يهيئ للباحث تطوير أساليب جديدة في العمل البحثي وقد تكشف عن خصائص أخرى للظاهرة تساعد على فهمها بصورة أعمق.

وبالنسبة للبيانات المستخدمة في هذه الدراسة فقد تنوعت ما بين بيانات كمية ونوعية، وتعددت أيضاً طرق توظيفها. حيث تتمثل البيانات الكمية في الصور الجوية المستخدمة، ونماذج الارتفاعات الرقمية، والهيدرولوجيا الخاصة بالأمطار. أما البيانات النوعية فتمثلت بالخرائط على اختلاف موضوعاتها والمعلومات المستخدمة في التعرف على نوع استخدامات الأراضي وغطائها.

إن البيانات الهيدرولوجية للضفة الغربية محدودة جداً. لذلك تم جمع البيانات من مصادر وأشكال مختلفة. وكان لابد أيضاً من بناء طبقات نظم المعلومات الجغرافية من البيانات التي تم جمعها، كما يلي:

1 - خطوط الكنتور، استخدمت لجمع بيانات الارتفاعات واستخدمت ضمن بيئة GIS وحُصل عليها من معهد الأبحاث التطبيقية.

2 - الخرائط، الاستعانة ببعض الخرائط الخاصة بمنطقة الدراسة بهدف التعرف على الملامح الطبيعية لمنطقة الدراسة مثل التعرف على الواقع الجيولوجي لمنطقة الدراسة من خلال خريطة جيولوجية بمقياس رسم 1:250000، صادرة عن المركز الجيولوجي الإسرائيلي.

3 -الإحصاءات، لقد اعتمدت هذه الدراسة على العديد من التقارير والإحصاءات التي تخدم أهداف الدراسة، وهي في مجملها تتعلق بالب بيانات المناخية من دائرة الأرصاد الجوية الفلسطينية، والإحصاءات السكانية الصادرة عن مركز الإحصاء الفلسطيني.

4 -أن المعلومات الموجودة عن التربة في المنطقة محدودة جداً . لذلك تم الاستعانة بخارطة للتربة تم تحضيرها من قبل مركز أبحاث الأراضي Land Research Center.

5 -الصور الجوية، التي أخذت من معهد الأبحاث التطبيقية لعام 2009 والتي من خلالها تم تصنيف الغطاء الأرضي للمنطقة.

وقد تم تحليل هذه البيانات المتباينة المصادر ضمن برنامج Arc GIS كما هو موضح في الم نهجية المبينة في الشكل رقم (2) والذي يوضح آلية العمل المتبعة . حيث تم وضع العوامل الطبيعية (الصدع، الانحدار، استخدام الأراضي، الأمطار، ونسيج التربة) والعوامل الاجتماعية-الاقتصادية (التعليم والثروة الحيوانية) ضمن بعض العمليات، فقد وضعت العوامل الاجتماعية-الاقتصادية مع نسيج التربة والأمطار ضمن عملية الاستيفاء (Interpolation) ومن خلال بعض النواتج بالإضافة إلى استخدامات الأراضي تُدخل ضمن عملية إيجاد الجريان السطحي Runoff وفقاً لبعض المعادلات الرياضية، واستخدم أيضاً الانحدار لإيجاد المجاري المائية ذات التدفق المائي الكافي، واستخدمت أيضاً كل من استخدامات الأراضي، الانحدار، الصدع، والتعليم والثروة الحيوانية بعد إدخالها في عملية الاستيفاء لاستخدامها ضمن عملية التطابق الموزون (Weighted Overlay)، حيث تخضع نتائج هذه العملية إلى تقاطع مع المجاري المائية ذات المستوى المتباين من حيث التدفق المائي للمساعدة في تحديد الأماكن الأمثل للمستجمعات.

IV.3 الشروط والمعايير لاختيار مكان مستجمع المياه

من خلال البيانات والمعلومات المتوفرة وضعت الشروط والمعايير التي تناسب المنطقة حسب الجدول (3)، ومن ثم تم معالجة هذه البيانات لاستخدامها في بيئة الـ GIS في منهجية ممثلة في الشكل رقم (3). ووضعت الشروط التفضيلية بالاعتماد على دراسة (Fealy, 2010).

جدول رقم (3): الشروط والمعايير لاختيار مكان المستجمع

الشروط	الشروط التفضيلية*
– نسيج التربة – Soil Texture	– التربة قليلة النفاذية.
– كمية هطول الأمطار – Rainfall	– مناطق ذات هطول مطري مرتفع.
– الانحدار – Slope / TIN	– مناطق شديدة الانحدار.
– جيولوجية المنطقة – Geology	– المناطق البعيدة عن الصدوع.
– استخدامات الأراضي Land-use	– المناطق الزراعية والقابلة للزراعة.
– العوامل الاجتماعية – Social	– المناطق ذات نسبة التعليم الأقل.
– العوامل الاقتصادية – Economic	– تفضيل المناطق التي تتركز فيها الثروة الحيوانية.

المصدر: عمل الباحث

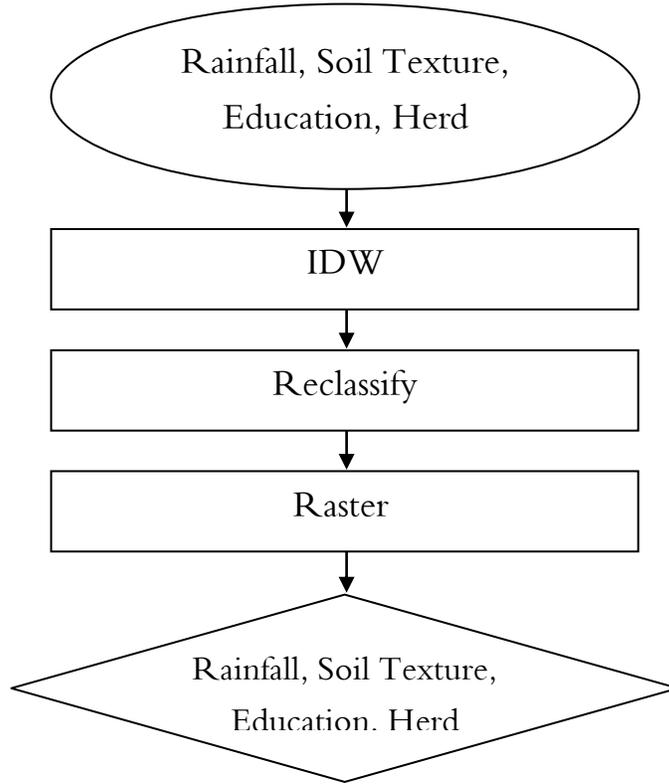
* Fealy, 2010 بتصرف.

يجدر ذكره أن معايير اختيار المستجمعات لا تقتصر على ما تم الاعتماد عليه في هذه الدراسة فحسب وإنما يوجد معايير أخرى خاصة اقتصادية، جيوسياسية قد تؤثر على الموقع النموذجي للمستجمعات واقتصار الدراسة على العوامل المذكورة أعلاه كانت نلج محدودية البيانات والوقت.

IV.4 تطبيق معايير اختيار المستجمعات ضمن GIS

يوضح الشكل رقم (3) الخطوات المتبعة في نموذج الاستيفاء (Interpolation) لبعض العوامل وهي كمية الأمطار، ونسيج التربة، والتعليم والثروة الحيوانية التي تم تحويلها من نقاط موضعية إلى Raster، لقد تم استخدام خوارزمية (Inverse Distance Weighted (IDW) في عملية بناء السطوح الإحصائية وهذه الخوارزمية تعتمد نمط الافتزان المحلي في تقدير قيم نقاط غير المعروفة من النقاط غير المعروفة في إطار عملية الاستيفاء وهي طريقة تُصلح حال وجود تمركز للتباينات المحلية في قيم المتغيرات المبحوثة وذلك يتفق مع طبيعة المتغيرات في البحث والمتمثلة في المطر، تربة، التعليم، والثروة الحيوانية والتي تأخذ نمط البيانات المحلية المتمركزة

Interpolation Model 1



شكل رقم (3): الخطوات المتبعة في Interpolation Model 1

وفيما يلي شرح لهذه المعلومات المدخلة في المنهجية:

1 - نسيج التربة Soil Texture:

اشقت معلومات نسيج التربة المبينة في جدول رقم (4) خلال عملية جمع معلومات نقطية (ملحق رقم 1) قام بها مركز أبحاث الأراضي حيث تم استيفاء (Interpolation) المعلومات النقطية وتحويلها إلى طبقة معلوماتية تظهر نسيج التربة وتغطي جميع منطقة الدراسة، كما هو موضح في الشكل رقم (3):

جدول رقم (4): التصنيف الرئيسي لتربة منطقة الدراسة

Soil Group	Lower level Units	Definition
VERTISOL	Calcic, Chromic كلسي، كرومي	Moderately deep to very deep, very fine-fine textured soil on wide valley flats and plateaus. عميق باعتدال إلى عميق جداً، قوام التربة دقيق في عرض الوادي والمضاب.
CAMBISOL	(Epi) Leptic لبتك	Very shallow, fine textured soil on summit surfaces. ضحلة جداً، قوام التربة دقيق على قمة السطح.
CAMBISOL	Calcic, Chromic كلسي، كرومي	Very deep, fine textured soil on drainage lines. عميق جداً، قوام التربة دقيق على خطوط الصرف المائية.

المصدر: LRC, 2010

وبناءً على تحديد نوع نسيج التربة تم تحديد درجة ملائمة كل نوع من التربة للجريان السطحي . كما تم تعيين المجموعة الهيدرولوجية لكل نوع من التربة وذلك بالاعتماد على تقسيمات مصلحة التربة الأمريكية حيث قسمت الأنواع المختلفة للتربة إلى ما يسمى بالمجموعات الهيدرولوجية للتربة وفقاً لسرعة انتقال المياه خلالها والذي يعتمد على

نسيج التربة وذلك كما هو مبين في الجدول رقم (5). حيث تم تقسيم درجات الملائمة لجميع العوامل في هذه الدراسة بالاعتماد على (Palkar, 2009).

جدول رقم (5): درجة الملائمة لنسيج التربة

المجموعة الهيدرولوجية للتربة ⁽²⁾	نسيج التربة	رمز نسيج التربة	درجة الملائمة ⁽¹⁾
C	Sandy Clay Soil	ZCl	1
B	Sandy Silty Soil	ZC	2
A	Loamy Soil	L	3
A	Silty Soil	C	4
D	Clay Soil	Cl	5

(1) عمل الباحث بتصريف

(2) USDA, 1986

ويمكن وصف الترب الظاهرة في الجدول أعلاه كما يلي: (العري، 2001)

التربة الطينية أو الصلصالية (**Clay Soil**): تتكون من أجزاء دقيقة جداً، لذلك تسمى أيضاً بالتربة الثقيلة لأنها صعبة النكش. قد تكون هذه التربة خصبة جداً في بعض الأحيان إلا أنها تفتقر دائماً إلى الصرف الجيد. لذلك إذا كانت التربة رطبة فستتكتل وتتحد وتمنع بدورها دخول الهواء فيها. وإذا كانت جافة فستتشقق وتحدث فجوات كبيرة من جراء التشقق وبالتالي يقل نسبة الجريان السطحي بشكل ملموس. يمكن تخفيف ثقل هذه التربة وتحسين جودتها

من خلال إضافة مادة الدبال إليها. ومادة الدبال عبارة عن مواد عضوية متحللة. مثل روث الحيوانات وأوراق الأشجار ومخلفات الحدائق.

التربة الطميية (Silty Soil): من خصائص هذه التربة أنها ملساء ولزجة، وجيدة الصرف . كما أنها غنية بمادة الدبال، لذلك فهي أكثر خصوبة من التربة الرملية.

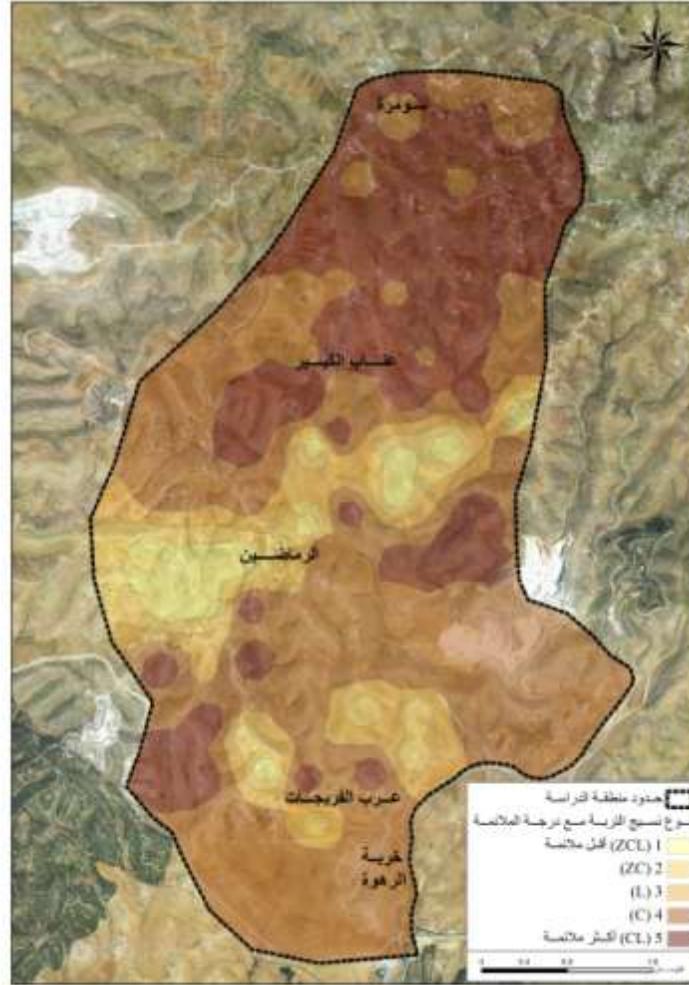
التربة الطفالية (Loamy Soil): هي أفضل الترب على الإطلاق . تتكون من خليط من التربة الطينية والتربة الرملية. تتميز هذه التربة بأنه سهل العمل بها وليست قاسية ولا تشكل كتل كبيرة إذا جفت . ومن المهم أن تكون التربة كثيفة ومحروثة جيداً حتى يتسنى لجذور النباتات اختراقها بسهولة وبسرعة. وإذا أضيفت الأسمدة العضوية فستكون تربة أكثر من مثالية لزرع النباتات. وتتميز أيضاً بأنها تسخن بسرعة في الربيع، ولا تجف بسرعة في الصيف لأنها قادرة على احتجاز كميات كبيرة من الماء.

التربة الرملية الطميية (Sandy Silty Soil): من خصائص هذه التربة أنها خفيفة ملساء وتحفظ بنسبة معتدلة من الماء بداخلها.

التربة الرملية الطينية أو صلصالية (Sandy Clay Soil): من خصائص هذه التربة أنها خفيفة، دقيقة رطبة، ويمكن أن تحتفظ بنسبة ضئيلة من الماء داخل التربة لأنها تجف بسرعة . وهي تربة صعبة التعامل معها، إلا أنها تزودنا بغذاء النباتات والكلس.

وأما درجات الملائمة التي أعطيت لنوع نسيج التربة حسب الجدول السابق، فقد وضع رقم 1 لنوع النسيج ZCl، ودرجة الملائمة 2 تكون لـ ZC، ودرجة 3 تكون لـ L، أما الدرجة 4 تكون لـ C، والدرجة 5 تكون لـ Cl. تم تصنيفها فيما بعد إلى 4 مجموعات وذلك حسب المجموعات الهيدرولوجية للتربة التي سيتم شرحها لاحقاً، وهي كما يلي: درجة الملائمة رقم 1 (المجموعة الهيدرولوجية C) لنوع النسيج ZCl، ودرجة 2 (المجموعة الهيدرولوجية B) ZC، أما درجة 3 و 4 (المجموعة الهيدرولوجية A) تكون لنوع النسيج C و L. ودرجة 5 (المجموعة الهيدرولوجية

(D) تكون لنوع النسيج CI، جدول رقم (5). وتعتبر الدرجة 5 من الدرجات الملائمة هي الأفضل من بينهم والتي تشمل على التربة الطينية Clay Soil. كما في الخريطة رقم (11).



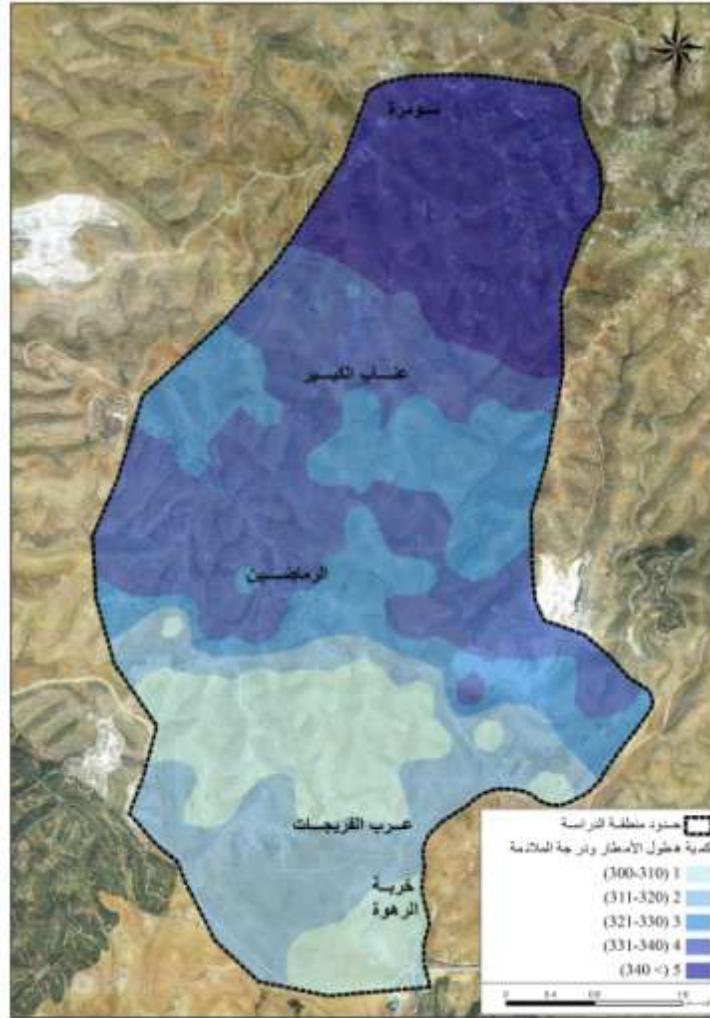
المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (11): نسيج التربة في منطقة الدراسة ودرجة الملائمة الهيدرولوجية

وحسب المعيار الذي ذُكر سابقاً والشرط الخاص بنسيج التربة فإن التربة الأقل نفاذية هي التربة الطينية CI (Clay Soil) وهي تُمثل في درجة الملائمة 5، وذلك حسب الخصائص والمميزات والتي لا تسمح لمياه الأمطار بالتسرب داخل التربة بل يتجه لها بالجريان على السطح .

2 - كمية الأمطار Rainfall:

اشقت معلومات كمية الأمطار من خلال بيانات نقطية (الملحق رقم 1) والتي تمثل قياسات موضعية لكميات الأمطار في منطقة الدراسة حيث تم استيفاء (Interpolation) لهذه النقاط لتغطية كافة أنحاء منطقة الدراسة كما هو موضح في شكل رقم (3).



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (12): توزيع الأمطار في منطقة الدراسة ودرجة الملائمة الهيدرولوجية

كما وضعت درجات الملائمة حسب الأفضلية من ناحية الجريان السطحي فالمناطق الأكثر مطراً هي نظرياً الأكثر ميلاً لإنتاج جريان سطحي . فالمنطقة التي يزيد فيها المطر عن 340 ملم/السنة هي المنطقة المفضلة وتعطي درجة التفضيل الأعلى وهي 5 كما يوضح الجدول رقم (6) والخريطة رقم (12).

جدول رقم (6): درجة الملائمة لكمية هطول الأمطار

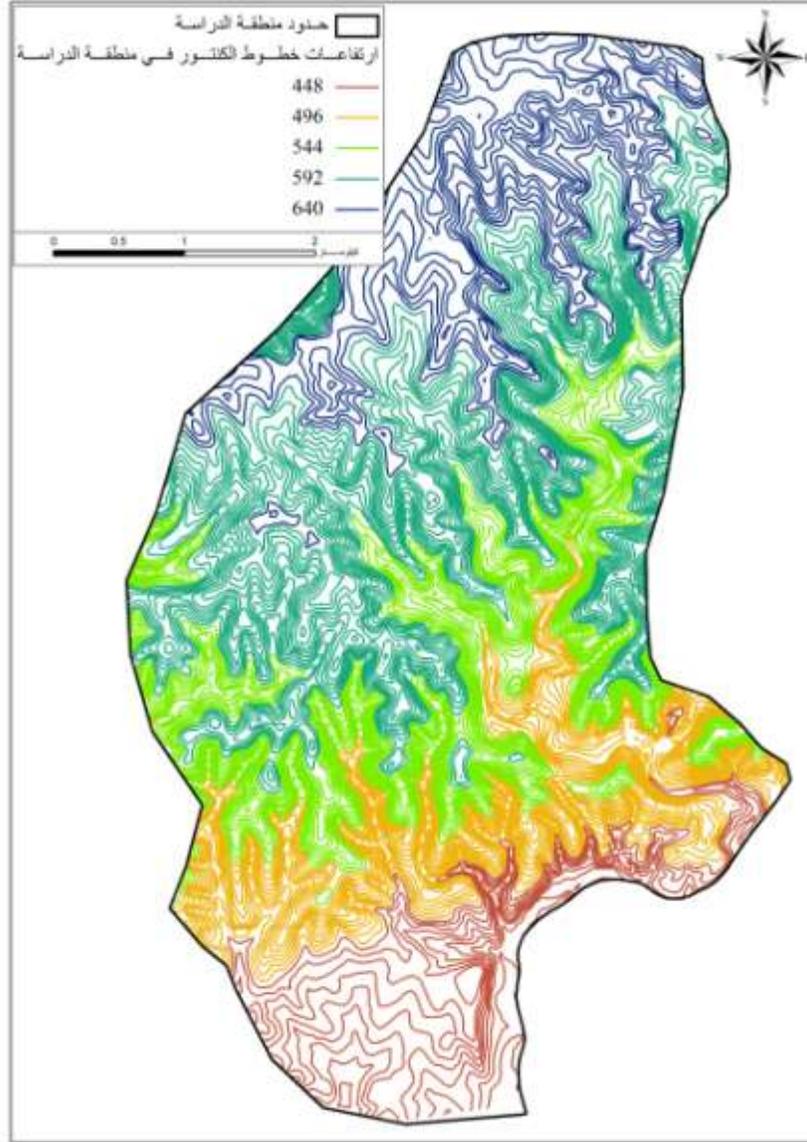
كمية هطول الأمطار	درجة الملائمة
310 – 300	1
320 – 311	2
330 – 321	3
340 – 331	4
340 <	5

المصدر: عمل الباحث

3- الانحدار Slope:

اشقت معلومات الانحدار من خلال بيانات خطوط الكنتور كما في الخريطة رقم (13) التي تم الحصول عليها من

معهد أريج.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (13): ارتفاعات خطوط الكنتور في منطقة الدراسة

وبالاعتماد على خطوط الكنتور تم بناء سطح إحصائي كما هو مبين في الخريطة رقم (14) ليشكل أساس النمذجة الهيدرولوجية للمنطقة. وفي هذا السياق تم بناء Triangulated Irregular Networks (TIN)

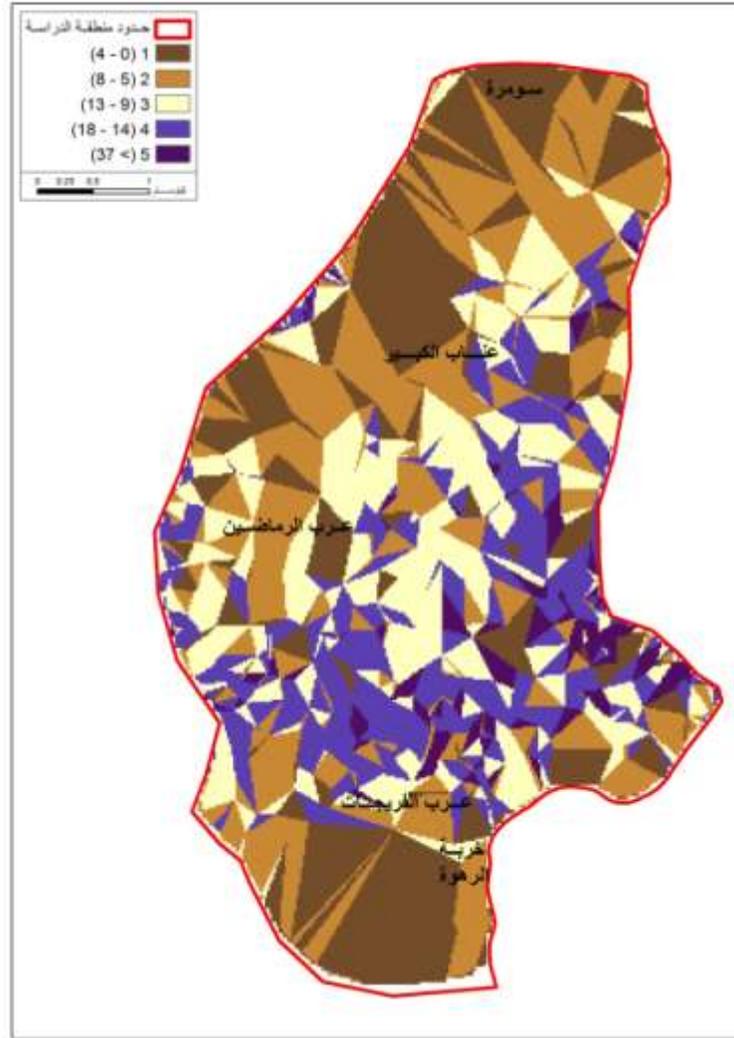
(كما هو موضح في الخريطة رقم 27)، وهو عبارة عن شبكة فراغية مكونه من مثلثات مترابطة، يكون كل رأس من رؤوس تلك المثلثات معروف الإحداثيات. وكلما كانت نقاط الارتفاع المتوفرة كثيرة كلما كان التمثيل أدق، وهي تستخدم غالباً لتمثيل التضاريس. وبالاعتماد على السطح الإحصائي TIN تم وبمساعدة Arc GIS اشتقاق الميل في منطقة الدراسة. وقد تم تقسيم الميل إلى 5 مستويات كما هو موضح في الجدول رقم (7) حيث أعطي الرقم (5) للانحدار الأعلى، لما لزيادة الميل من أثر إيجابي على الجريان السطحي.

جدول رقم (7): درجات الانحدار

درجة الانحدار*	درجة الملائمة
4 – 0	1
8 – 5	2
13 – 9	3
18 – 14	4
37 <	5

المصدر: عمل الباحث

* الانحدار ما بين 19 – 37 غير موجودة في منطقة الدراسة.



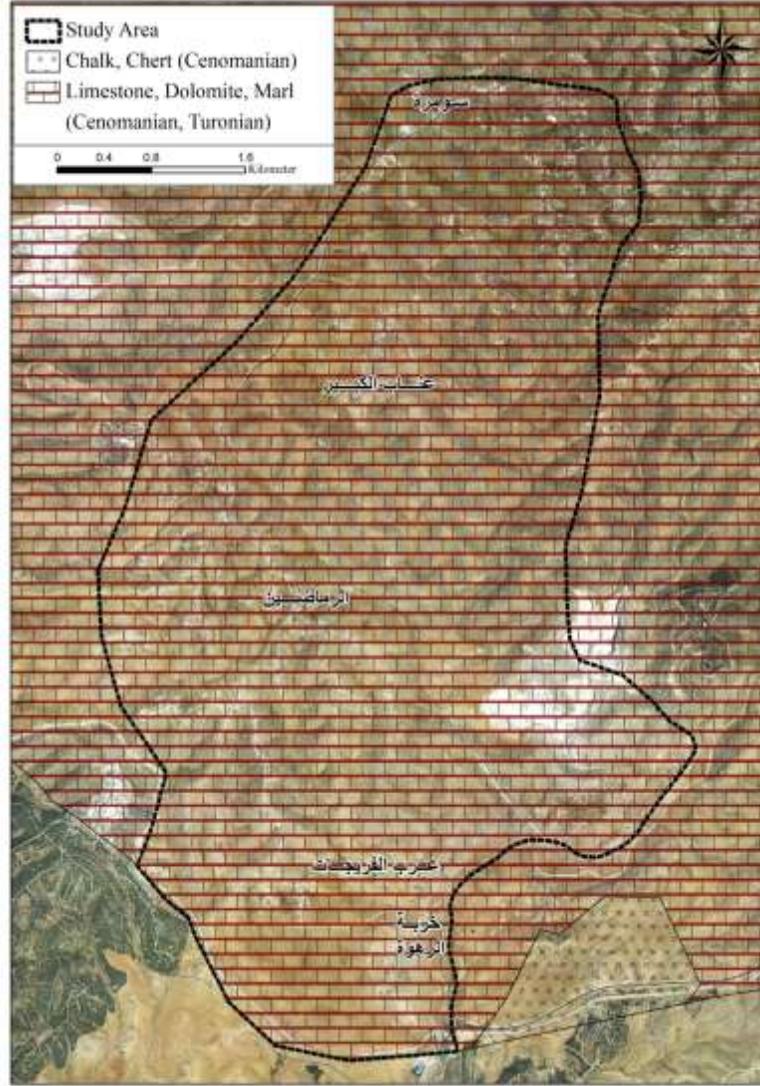
المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (14): درجات الانحدار لمنطقة الدراسة

4- الجيولوجيا Geology:

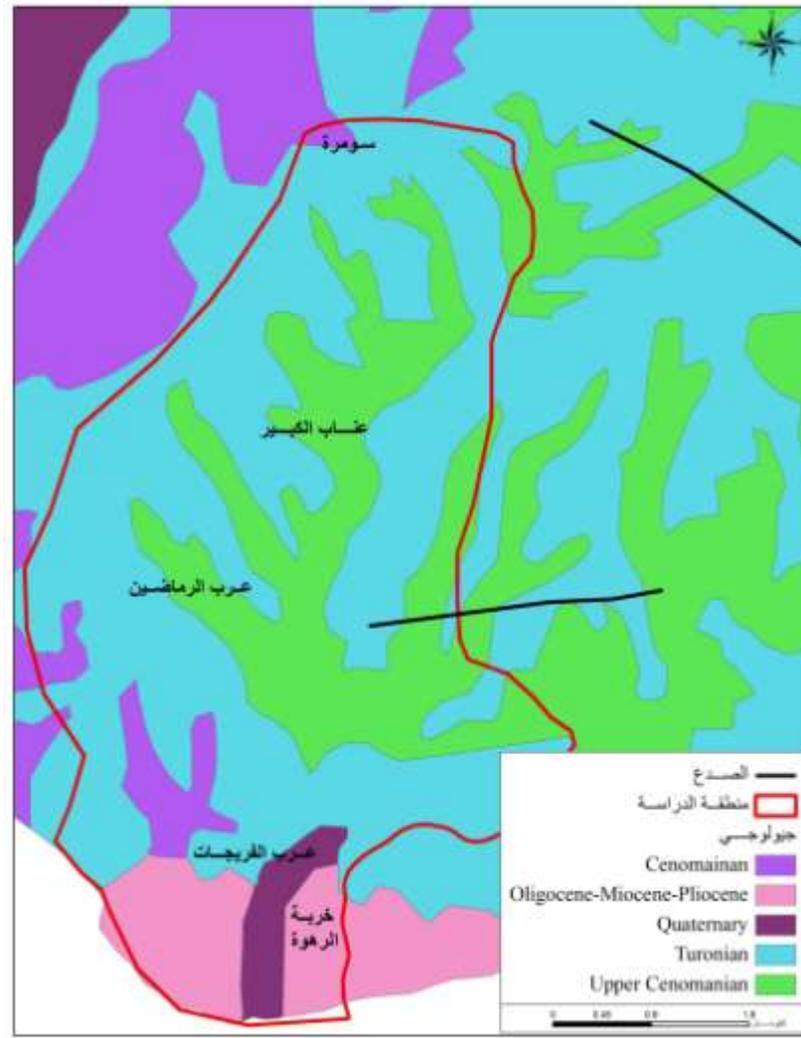
إن تفحص الخارطة الجيولوجية للمنطقة (ملحق رقم 3) والصادرة عن المركز الجيولوجي الإسرائيلية يوضح أن المنطقة تتكون من الطبقات الصخرية Limestone, Dolomite, Marl كما يتضح في الخريطة رقم (15)، وتمثل

في المنطقة أعمار جيولوجية متباينة مثل Oligocene – ،Upper Cenomanian ،Turonian كما هو في الخريطة رقم (16).
Cenomanian ،Quaternary ،Miocene – Pliocene



المصدر: عمل الباحث بتصريف

خريطة رقم (15): الطبقات الصخرية لمطقة الدراسة



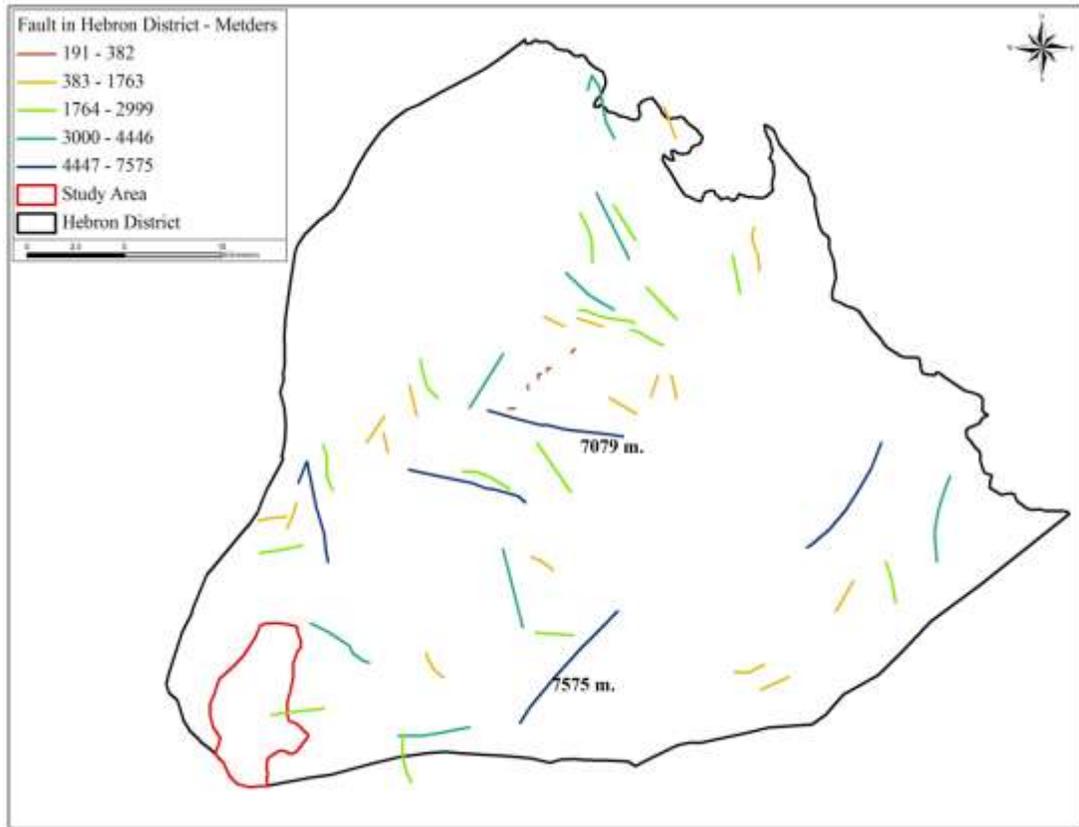
المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (16): جيولوجية منطقة الدراسة والصدوع

كما يوجد عدد كبير من الصدوع الصغيرة التي تتوزع في منطقة الدراسة والمناطق المجاورة الأمر الذي يتطلب اقتراح بناء المستجمعات المائية بعيداً عن الصدوع ويمتد في الجزء الجنوبي الشرقي من قرية عرب الرماضين ، والصدع يقطع منطقة الدراسة بطول 831م. كما يتضح في الخريطة رقم (17).

والصدوع هي عبارة عن كسر في قشرة الأرض، حيث يتحرك أحد أجزاء القشرة بعكس الاتجاه الآخر، وهذه الحركات تؤكد أن صفائح الأرض في حركة دائمة . وهي إشارات قوية لوجود قوى كبيرة دائمة الحركة في أسفل سطح

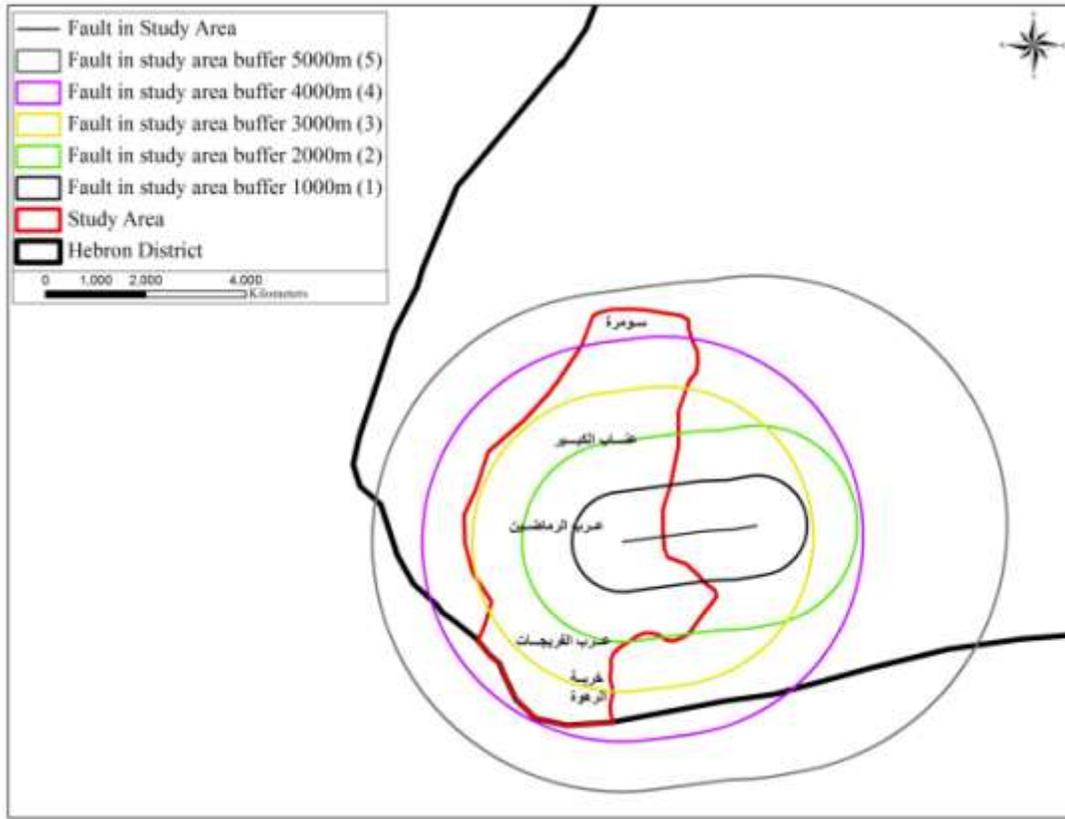
الأرض. (Science for a changing world, 2006)



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (17): الصدوع المحاذية لمنطقة الدراسة

وقد تم تقسيم منطقة الدراسة إلى نطاقات تأثير (Buffers) شكل هذا الصدع مركزها.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (18): نطاق التأثير Buffer للصدع في منطقة الدراسة

ويتضح من خلال الخريطة (رقم 18) أنه كلما كانت المنطقة بعيدة عن الصدع كلما كان أفضل لبناء المستجمع حيث يقل تأثير الصدع بالبعد عنه. وعليه فقد أعطيت المناطق التي تبعد 5000م فأكثر درجة 5 على اعتبارها الأكثر ملائمة لبناء المستجمع من حيث البعد عن الصدع.

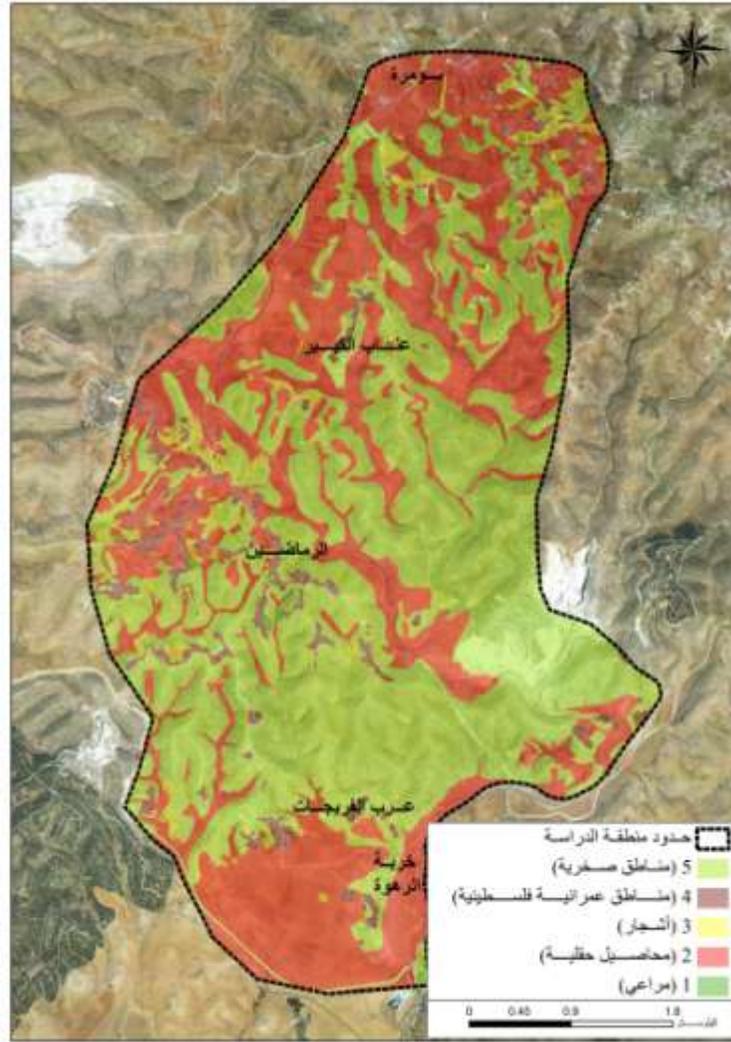
5 - استخدامات الأراضي Land-use:

تم تقسيم استخدام الأرض إلى خمسة أصناف كما هو واضح في الخارطة رقم (19)، وهي مراعي، مناطق صخرية، مناطق عمرانية، أشجار، محاصيل حقلية وذلك بالاعتماد على صورة جوية لعام 2009. ويعرض الجدول رقم (8) هذه الأصناف مع درجة الملائمة، ومساحة كل صرف، والنسبة المئوية لكل صنف من المساحة الكلية للمنطقة.

جدول رقم (8): نوع استخدامات الأراضي ودرجة الملائمة

نوع الاستخدام	درجة الملائمة	المساحة (دونم)	النسبة المئوية (%)
مناطق صخرية	5	65139	52.7
مناطق عمرانية فلسطينية	4	1073	4.1
أشجار	3	946	3.6
محاصيل حقلية	2	10485	39.6
المراعي	1	30	0.1
المجموع		26500	100

المصدر: عمل الباحث



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (19): استخدامات الأراضي على الصورة الجوية في منطقة الدراسة

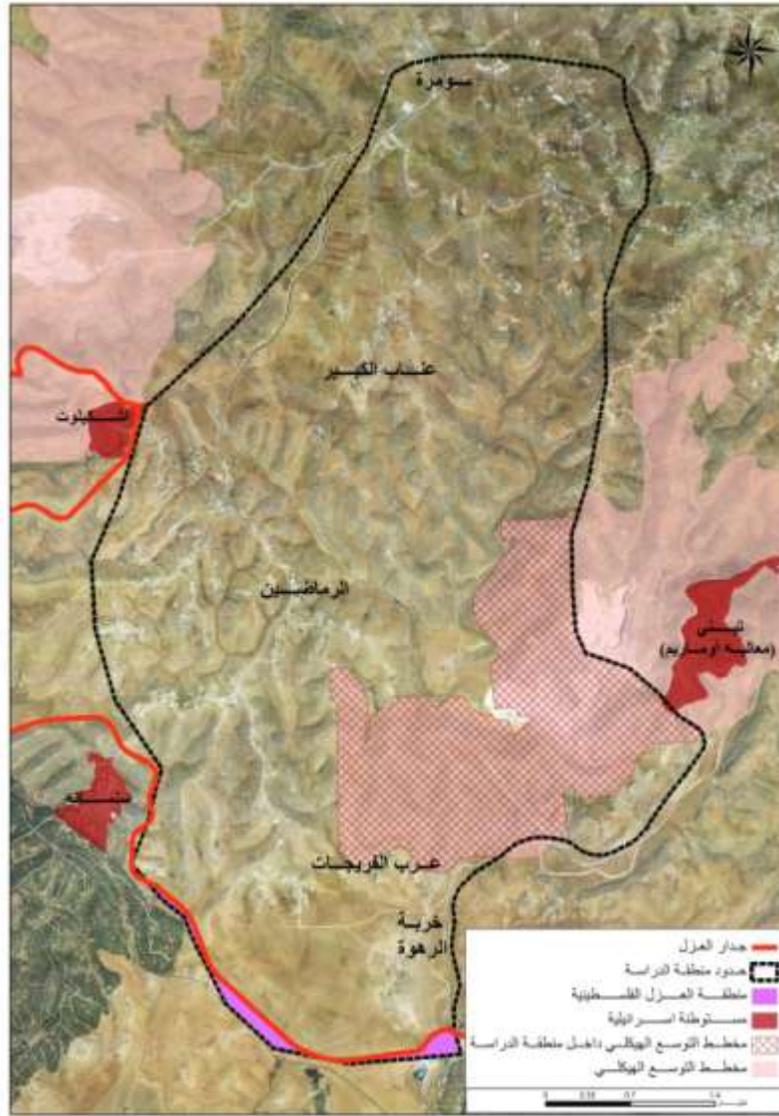
وفيما يلي وصف لتصنيفات استخدام الأراضي المذكورة:

- المراعي (Pastures): وهي الأراضي العشبية والمغطاة جزئياً ببعض النباتات الزاحفة التي تستخدم للرعي، وهي تغطي ما نسبته 0.1% من مساحة المنطقة.

- مناطق صخرية (Rock Area): هي المناطق المفتوحة (البور) والمناطق التي تتواجد فيها الصخور بنسبه كبيرة. وتشغل 13965 دونم أي ما نسبته 52.7% من مساحة المنطقة. أي أن نصف مساحة المنطقة أراضي صخرية ومناطق جرداء.

- مناطق عمرانية فلسطينية (Built-up Area): تشمل منطقة الدراسة خمسة تجمعات وهي : عرب الرماضين، عرب الفريجات ، خربة سومرة، عناب الكبير وخربة الرهوة. وتشغل المنطقة العمرانية مجتمعه ما نسبته 4.1% من مساحة المنطقة الكلية.

ومما يجدر ذكره أن المنطقة خالية من المستعمرات إلا أن المخطط الهيكلية لبعضها يتداخل مع منطقة الدراسة وخاصة مستعمرة تيني (Tene) الواقعة في الجزء الشرقي من المنطقة والتي تسيطر على مساحة 4239 دونم أي ما نسبته 16% من مساحة المنطقة. وتم عزل ما نسبته 0.5% من مساحة المنطقة خلف الجدار (128 دونم) ومعظم المنطقة تقع ضمن منطقة (ج) والتي تقدر مساحتها بـ 1401 دونم أما منطقة أ و ب تشكل ما نسبته 46.8% من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. كما هو موضح في الخريطة رقم (20).



المصدر : عمل الباحث

خريطة رقم (20): الوضع السياسي لمنطقة الدراسة

- الأشجار (Trees): المقصود بها المساحات المزروعة بالأشجار مثل الزيتون، والتي تقدر بـ 3.6% من مساحة المنطقة.

- المحاصيل الحقلية (Field Crops): المقصود بها الحبوب الصغيرة التي تغطي سطح الحقل كاملاً مما يحول ذلك دون تعرض سطح التربة مباشرة لمياه الأمطار ، وهي تغطي ما مساحتها 10485 دونم مما يشكل 39.6% من المساحة الكلية.

6 -العامل الاجتماعي: قطاع التعليم:

بالاعتماد على الجدول رقم (9) يمكن تلخيص الوضع التعليمي في منطقة الدراسة بما يلي:

قرية عرب الرماضين وعرب الفريجات : بلغت نسبة الأمية لدى سكان قرية عرب الرماضين عام 2007 حوالي 14.2%، وقد شكلت نسبة الإناث 75.9% من مجموع المواطنين الذين لا يعرفون القراءة والكتابة، 18.5% يستطيعون القراءة والكتابة، 23.6% أتموا دراستهم الابتدائية، وحوالي 26.6% أتموا الإعدادية، وما نسبته 12.9% من السكان أتموا دراستهم الثانوية، و 4.3% أتموا تعليمهم العالي (دبلوم فأعلى). (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009)

قرية عناب الكبير : بلغ عدد الأميين في قرية عناب الكبير عام 2007 حوالي 19% من مجموع السكان (منهم 15% يستطيعون القراءة والكتابة مع أنهم لم يدرسوا في المدارس)، وقد شكلت نسبة الإناث 70% من الأميين. ومن مجموع السكان المتعلمين، كان هناك 30% أتموا دراستهم الابتدائية، 21% أتموا دراستهم الثانوية، 5.3% أتموا دراستهم العليا. (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009)

خربة الرهوة: بلغت نسبة الأمية لدى سكان خربة الرهوة عام 1997 حوالي 20.7% من مجموع السكان، وقد شكلت نسبة الإناث 71.4%. ومن مجموع السكان المتعلمين كان هناك 31% يستطيعون القراءة والكتابة، و48.3% أتموا دراستهم الابتدائية والإعدادية. (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009)

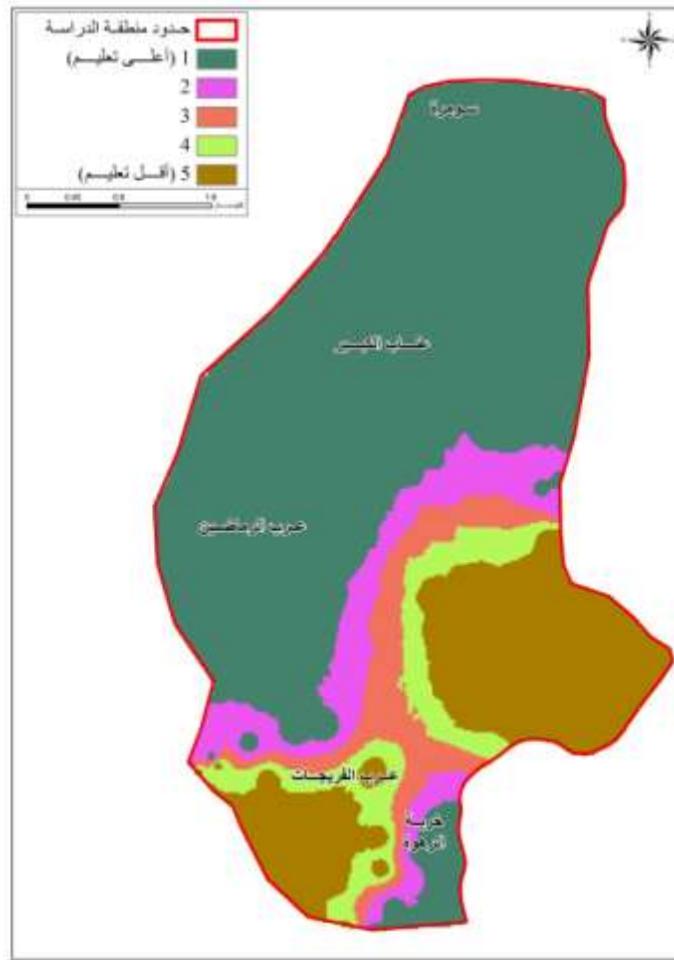
قرية سومرة: بلغت نسبة الأمية لدى سكان قرية سومرة عام 1997 حوالي 35%، وقد شكلت نسبة الإناث 83.3%. ومن مجموع السكان المتعلمين كان هناك 17.6% يستطيعون القراءة والكتابة، 35.5% أنهموا دراستهم الابتدائية والإعدادية، و 11.8% أنهموا دراستهم الثانوية. (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009)

جدول رقم (9): سكان قرى منطقة الدراسة (10 سنوات فأكثر) حسب الجنس والحالة التعليمية.

المنطقة	الجنس	أمي	يعرف القراءة والكتابة	ابتدائي	إعدادي	ثانوي	دبلوم متوسط	بكالوريوس	دبلوم عالي	ماجستير	دكتوراه	المجموع
عرب الرامضين وعرب الفرجات	ذكور	84	203	305	376	152	41	31	-	3	-	1195
	إناث	264	250	274	276	164	10	20	-	-	-	1258
	المجموع	348	453	652	652	316	51	51	-	3	-	2453
عنا ب الكبير	ذكور	14	20	44	21	11	3	3	-	-	-	116
	إناث	32	15	26	28	10	-	6	-	-	-	117
	المجموع	46	35	70	49	21	3	9	-	-	-	233
خرية الرهوة	ذكور	2	4	5	6	-	-	-	-	-	-	17
	إناث	4	5	2	1	-	-	-	-	-	-	12
	المجموع	6	9	7	7	-	-	-	-	-	-	29
سومرة	ذكور	1	2	2	1	2	-	-	-	-	-	8
	إناث	5	1	2	1	-	-	-	-	-	-	9
	المجموع	6	3	4	2	2	-	-	-	-	-	17

المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009، التعداد العام للسكان والمساكن - 2007، النتائج النهائية

والمعلومات المتوفرة عن التعليم هي عبارة عن نقاط موضعية تمثل سنوات التعليم بالنسبة لمنطقة الدراسة ككل حيث تم تعميمها من خلال عمل استيفاء (Interpolation) كما هو موضح في الشكل رقم (3) ووضعت درجات ملائمة لتصنيف التعليم حسب الأفضلية حيث اعتبرت المناطق ذات المستوى التعليمي الأقل والتي يرمز لها بالرمز (5) مناطق تفضيل وذلك باعتبارها مناطق أقل تطور وبذلك يمكن للحصاد المائي أن يساهم في رفع مستواها الاقتصادي، ويرمز (1) للمناطق ذات التعليم الأكثر.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (21): قطاع التعليم في منطقة الدراسة

نستنتج من الخريطة رقم (21) أن أكثر نسبة تعليم موجودة في الجزء الشمالي والشمال الغربي لمنطقة الدراسة (ويشمل سومرة، عناب الكبير، عرب الرماضين)، وأقل نسبة تعليم موجودة في الجزء الشرقي والجزء الجنوبي الغربي، يجدر ذكره أنه تم احتساب عدد المتعلمين من أولئك الذين يتقنون القراءة والكتابة فما فوق.

7 - العوامل الاقتصادية: الثروة الحيوانية:

تم اعتماد الثروة الحيوانية كمؤشر على الوضع الاقتصادي للسكان وذلك نظراً لعدم وجود إحصاءات حول الدخل في منطقة الدراسة. وفيما يلي وصف موجز حول الثروة الحيوانية في التجمعات المختلفة:

عرب الرماضين وعرب الفريجات: وفيما يتعلق بالثروة الحيوانية فإن حوالي 80% من سكان قرية عرب الرماضين يقومون بتربية الحيوانات، مثل الأغنام والماعز، البقر، و75000 من الدجاج اللحم والبيض و4 خلايا نحل. (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009)

قرية عناب الكبير: يعتمد سكان القرية أيضاً على تربية الثروة الحيوانية. فجميع العائلات تقوم بتربية الثروة الحيوانية. حيث يوجد في القرية حوالي 3000 رأس من الضأن، 1500 رأس من الماعز. (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009)

خربة الرهوة: يوجد في الخربة 1500 رأس من الضأن، 600 رأس من الماعز. (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009)

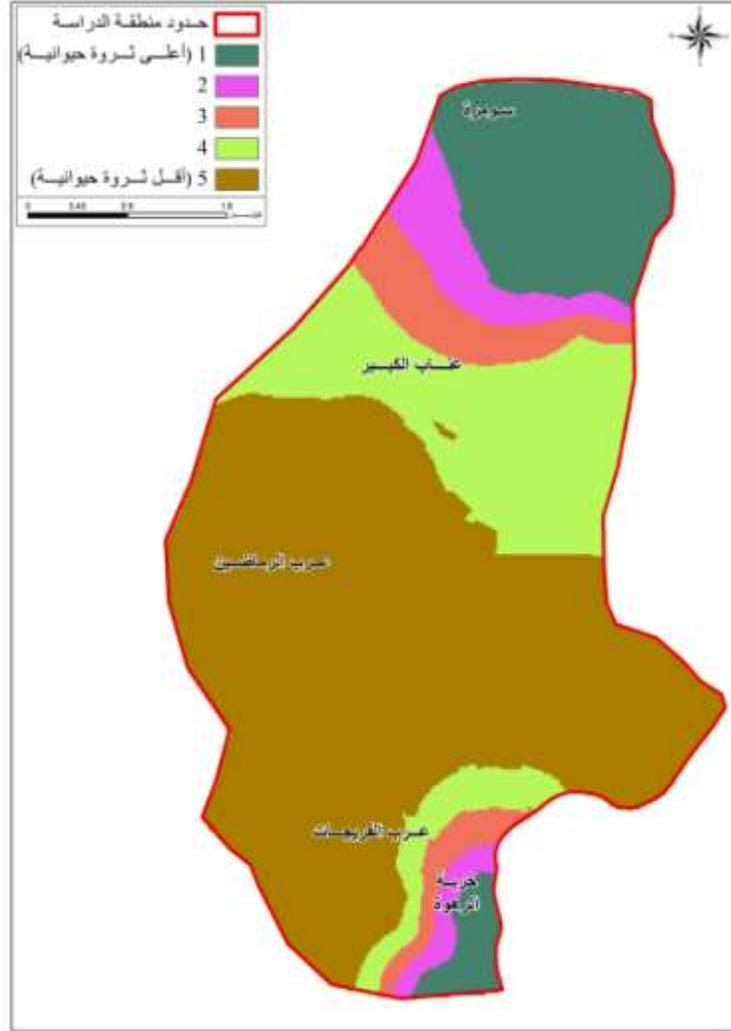
قرية سومرة: ويعتمد سكان القرية بشكل كبير على تربية الثروة الحيوانية، حيث يوجد حوالي 1000 رأس من الغنم، وأن جميع الأسر تقوم بتربية الحيوانات المنزلية. (الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009) وتتلخص المعلومات المدونة أعلاه في الجدول رقم (10) أدناه.

جدول رقم (10): الثروة الحيوانية في قرى منطقة الدراسة

التجمع	دجاج	خلايا نحل	الأبقار	أغنام	ماعز	المجموع
عرب الرماضين	45000	4	24	3200	2000	50228
عرب الفريجات	30000	-	-	3200	2000	35200
عنان الكبير	-	-	-	3000	1500	4500
خربة الرهوة	-	-	-	1500	600	2100
سومرة	-	-	-	1000	-	1000

المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2009، التعداد العام للسكان والمساكن - 2007، النتائج النهائية

ولتعزيز دلالتها عن الوضع الاقتصادي فقد تم دمج جميع أنواع الحيوانات في كل قرية وتسميتها بالقطيع، أي أن القطيع يضم الأبقار، والأغنام، الماعز. وباستخدام Arc GIS تمت عملية استيفاء (Interpolation) كما هو موضح في شكل رقم (3) وتظهر النتيجة في خريطة رقم (22).



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (22): الثروة الحيوانية في منطقة الدراسة

ونستنتج من الخريطة رقم (22) أن أكثر نسبة للثروة الحيوانية موجودة في المنطقة الوسطى من منطقة الدراسة (يرمز لها بالرمز 5) والتي تشمل عرب الرماضين وعرب الفريجات وتقدر بما نسبته 54% و 38% على التوالي من مجموع

الثروة الحيوانية في منطقة الدراسة، أما أقل نسبة للثروة الحيوانية فهي موجودة في بعض الأجزاء الشمالية والجنوبية الشرقية لمنطقة الدراسة (والتي يرمز لها بالرمز 1) والتي تشمل الجزء الأكبر من سومرة والجزء الجنوبي من خربة الرهوة.

الخلاصة

بتطبيق عمليات نظم المعلومات الجغرافية GIS في هذا الفصل تم معالجة البيانات المتوفرة للدراسة وتحليلها بهدف دمجها في المعادلات الرياضية في الفصل التالي لإيجاد موقع لبناء المستجمع.

حيث أن نظم المعلومات الجغرافية GIS لها دور كبير في تعزيز نظام ومنهجية حصاد مياه الأمطار وتوفير البيانات اللازمة لتمكين تنفيذها على نطاق واسع، لذلك يتم إعداد نموذج لأخذ مختلف الشروط الهيدرولوجية السائدة في المنطقة، وهو تمثيل رياضي للواقع، سيتم التطرق له في الفصل التالي.

الفصل الخامس

V. تقدير الجريان السطحي

الفصل الخامس يتضمن المواضيع التالية:

V.1 مرحلة بناء قواعد المعلومات من خلال تطبيق النماذج الرياضية.

V.1.1 حساب الجريان السطحي.

V.1.2 إعداد طبقات نموذج أرقام منحني الجريان وحساب الجريان السطحي.

V.1.2.1 طريقة استخلاص قيم CNs.

V.1.2.2 حساب معامل S.

V.1.2.3 حساب معامل I_a .

V.1.2.4 تقدير الجريان السطحي Q.

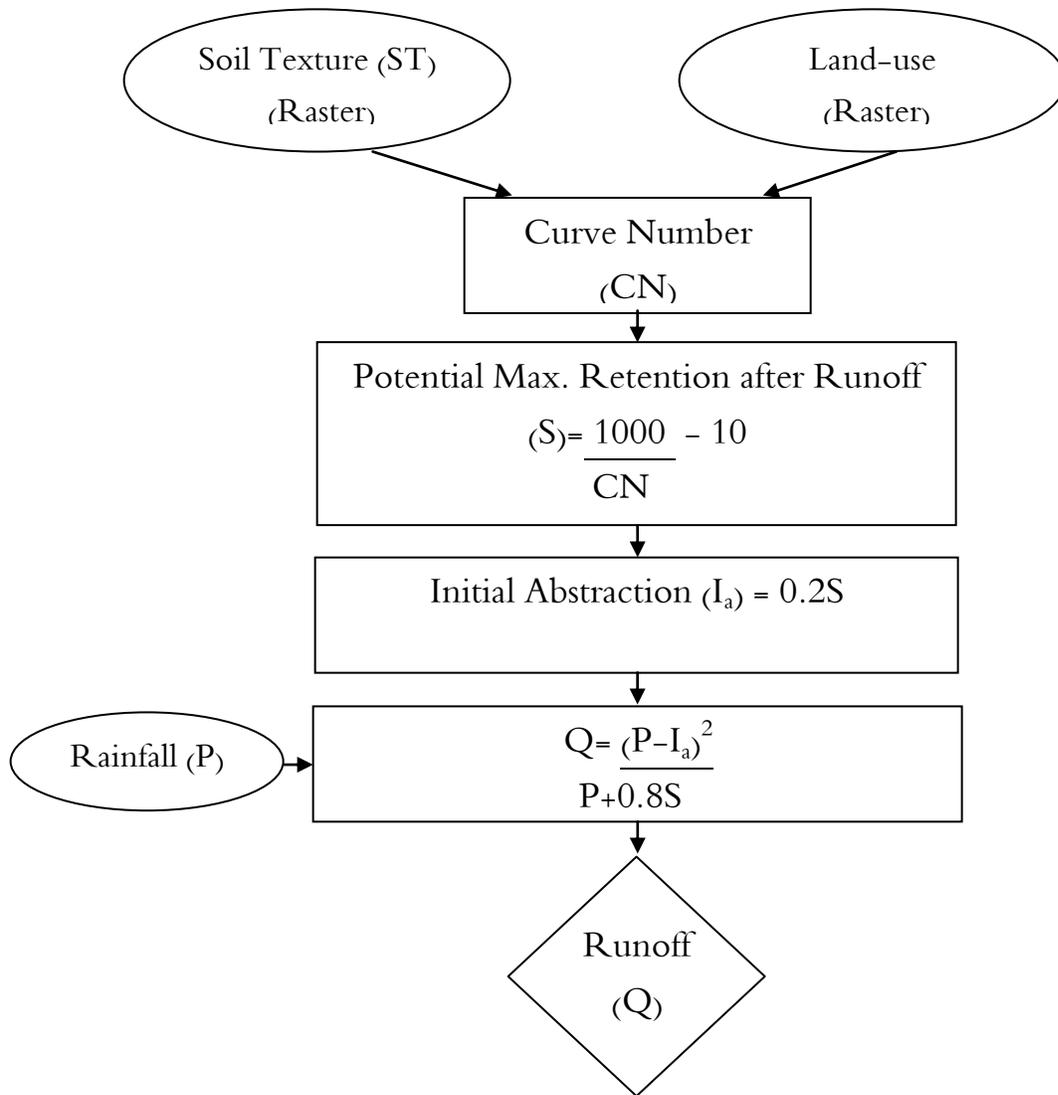
V.1.3 تقسيم المجرى المائي للتدفق.

يتطرق هذا الفصل إلى حساب الجريان السطحي ودمجه في بيئة الـ GIS مع بقية العناصر الطبيعية والبشرية المذكورة من خلال عملية تطابق موزون Weighted Overlay. وتخضع نتيجة عملية التطابق هذه إلى عملية تقاطع مع طبقة من المعلومات تمثل تصنيف للمجري المائية حسب مقدار التدفق المائي وذلك بهدف تقسيم منطقة الدراسة إلى مناطق أفضلية للحصاد المائي.

V.1 مرحلة بناء قواعد المعلومات من خلال تطبيق النماذج الرياضية

اختصت هذه المرحلة ببناء قواعد البيانات في بيئة ArcGIS من خلال تطبيق النماذج الرياضية الخاصة بتقدير الجريان السطحي والتي تعتمد على حساب قيم المنحنى العددي (CNS) وطريقة المنحنى العددي هي آلية لحساب مدخلات الجريان السطحي حيث تتباين قيم المنحنى بتباين استعمالات الأراضي ونسيج التربة والذي يؤثر على المواصفات الهيدرولوجية للتربة المختلفة وي لخص الشكل رقم (4) عملية حساب الجريان السطحي بطريقة المنحنى العددي بمساعدة نماذج لحساب معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) ومعامل الاستخلاص الأولي (I_a) وباستخدام الـ GIS.

Runoff Model 2



شكل رقم (4): حساب الجريان السطحي Runoff Model 2

V.1.1 حساب الجريان السطحي

بدأ تطوي نموذج إدارة صيانة التربة (Soil Conservation Service (SCS) من قبل وزارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1970 والتي هدفت إلى إيجاد صيغة رياضية لحساب الجريان السطحي باعتماد ما اصطلح على تسمية قيم المنحنى العددي (CN's)، وقد حظي أسلوب (CN's) بقبول واسع في الولايات المتحدة الأمريكية بحيث لا تقبل أية دراسة هيدرولوجية للجريان ما لم تكن مطبقة له (Al - Ghamdi, 1991). كما شاع استخدام هذا النموذج خارج الولايات المتحدة الأمريكية حيث استخدم من قبل العديد من الباحثين في الدول النامية خاصة في دولة الهند (Al - Jabari, 2009). وأسلوب (CN's) عبارة عن سلسلة من المعادلات الرياضية يعتمد في مدخلاته على توفر معلومات عن غطاءات الأرض وأتم اظ استخدامها، وهيدرولوجية التربة، ونوع الغطاء النباتي، وكميات الأمطار الساقطة . ويتطلب حساب الجريان السطحي تحديد قيم CN، وقيمة CN تعتمد على ثلاثة عناصر هي رطوبة التربة، غطاءات الأرض، والمجموعات الهيدرولوجية للتربة. (Gupta, 2008)

إن CN هي أرقام مقدرة تتراوح ما بين 0 - 100، وتعبر عن الاستجابة المئوية لمكونات غطاءات الأرض . وتم التوصل إلى قيم CN من واقع آلاف القياسات التي تمت في أنماط مختلفة من البيئات الطبيعية والحضرية في الولايات المتحدة الأمريكية (Al - Ghamdi, 1991). وتعبر قيم CN عن مقدار نفاذية السطح، فكلما اتجهت القيم ناحية 100 فإن الأسطح تكون أكثر نفاذية للماء، وإذا اتجهت القيم نحو الصفر فإن الأسطح تكون أقل نفاذية للماء (USDA, 1986).

V.1.2 إعداد طبقات نموذج أرقام منحنى الجريان وحساب الجريان السطحي

إن الصيغة الرياضية لنموذج أرقام منحنى الجريان حسب ما وردت في (USDA, 1986, P2-1) هي على النحو

الآتي:

معادلة (1)

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}$$

حيث:

Q: مقدار الجريان السطحي.

P: الأمطار الساقطة.

I_a : المستخلصات الأولية قبل بدء الجريان السطحي كالترسب والاستقبال من قبل النبات والتبخر.

S: التجمع السطحي الأقصى بعد بداية الجريان السطحي.

ووجد أن I_a تعادل بوجه عام عُشر قيمة S وتحسب I_a كالتالي:

معادلة (2)

$$I_a = 0.2S$$

ويتم حساب S بالصيغة الرياضية التالية:

معادلة (3)

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

ويعبر قيمة S حولت الصيغة الرياضية لمعادلة الجريان السطحي كالتالي:

معادلة (4)

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P + 0.8S)}$$

ويلاحظ أن وحدات مدخلات النموذج بالبوصة لذلك تمت إعادة صياغة المعادلة لتتوافق مع المقاييس المترية حيث ضربت الأرقام الثابتة في المعادلة رقم (3) في (25.4) لتحويلها من بوصة إلى مليمتر، فأصبحت صيغة المعادلة على النحو الآتي:

$$\text{معادلة (5)} \quad S = \frac{25400}{\text{CN}} - 254$$

(غانم، 2008)

ولإعداد الطبقات I_a و S و Q فقد تم استخدام Raster Calculator ضمن وظائف Spatial Analyst و بإدخال الصيغ الواردة في المعادلات (2، 3، 4).

V.1.2.1 طريقة استخلاص قيم CN

يعتمد في استخلاص قيم CN أو المنحنى العددي (Curve Number) على عدة عوامل منها : رطوبة التربة، الغطاء الأرضي، والمجموعات الهيدرولوجية للتربة.

رطوبة التربة *Antecedent Soil Moisture Condition (AMS)*، وهنالك ثلاث حالات لرطوبة التربة، وتختص الحالة الأولى بالترب الجافة، والحالة الثانية هي الحالة الاعتيادية وهي التي تشترط وجود التربة الجافة مع أمطار متوسطة المطول، أما الحالة الثالثة فتشترط سقوط أمطار خفيفة إلى غزيرة وتكون درجات الحرارة منخفضة وذلك خلال الخمسة أيام السابقة لحساب الجريان السطحي بحيث تكون التربة مشبعة بالماء (McCuen, W. D. P 13). ولكل حالة من حالات الرطوبة لها قيم CN خاصة بها. إلا أن رطوبة التربة لم تأخذ بعين الاعتبار عند حساب CN في منطقة الدراسة لعدم توفر البيانات وإمكانية حساب CN وبدرجة معقولة من الدقة وكما ورد في

الدراسات التي قامت بها USDA حول قيم CN's دون الحاجة لبيانات رطوبة التربة . (USDA, 1986. Soil Conservation Service, 1972)

أما المجموعات الهيدرولوجية للتربة *Hydrologic Soil Group (HSG)* فقد حددتها مصلحة التربة الأمريكية (SCS) بأربع مجموعات وفقاً لمعدل سرعة انتقال الماء من خلالها . وتدرج من A إلى D ولكل منها صفاتها الخاصة، فالفتتان A و D تمثلان حدين متطرفين بالنسبة لنشوء الجريان السطحي، فيما تمثل الفئتان B و C حالتين متوسطتين بالنسبة لنشوء الجريان السطحي . ومجموعات الترب تلك كم أوردتها (USDA – SCS, 1985; USDA TR55, 1986, P A-1) تميزت بمستويات تسرب المياه في التربة وبالتالي فهي تكشف عن مدى تأثير نسيج التربة في نشوء الجريان السطحي، وتوصف هذه المجموعات على النحو الآتي:

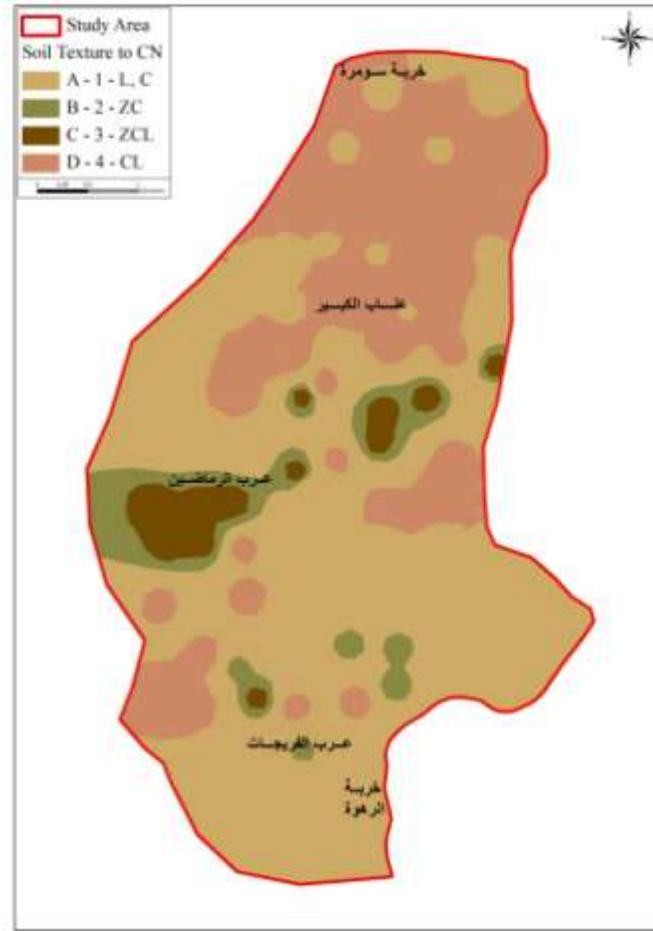
فئة التربة A أو **المجموعة الهيدرولوجية A**: ينشأ عنها جريان سطحي منخفض، وتكون معدلات تسرب الماء داخل التربة عالية (25.4 – 210.8 ملم في الساعة) حتى عندما تكون التربة رطبة تماماً. وهي تتألف في الغالب من تربة عميقة جافة. ومن أنواع الترب في هذه الفئة *Loamy Soil, Silty Soil*.

فئة التربة B أو **المجموعة الهيدرولوجية B**: معدلات التسرب في هذه التربة متوسطة عندما تكون رطبة تماماً (3.81 – 7.62 ملم في الساعة). وتتألف بشكل رئيسي من تربة عميقة إلى متوسطة العمق، وذات قوام ناعم إلى خشن. وهي عبارة عن خليط من الحبيبات الخشنة (Moore & Al – Rehaili, 1989). ومن أنواع الترب في هذه الفئة *Sandy Silty Soil*.

فئة التربة **C** أو المجموعة الهيدرولوجية **C**: معدل تسرب الماء فيها منخفض عندما تكون رطبة تماماً (1.27 - 3.81 م³ في الساعة). وتتألف بشكل رئيس من تربة ذات طبقة تعيق حركة الماء إلى الأسفل. وهي ذات قوام ناعم إلى متوسط النعومة. وهي عبارة عن تربة داكنة اللون تحتوي على أكاسيد الحديد والمنجنيز والصلصال. (Moore & Al-Rehaili, 1989). ومن أنواع الترب في هذه الفئة **Sandy Clay Soil**.

فئة التربة **D** أو المجموعة **D**: ينتج عنها جريان سطحي عالي وبذلك فإن معدلات التسرب فيها منخفضة جداً (لا تزيد عن 1م³ في الساعة) عندما تكون التربة رطبة. وتحتوي بصورة رئيسة على ترب صلصالية، وترب يرتفع فيها منسوب الماء الجوفي بشكل دائم، وترب ضحلة فوق طبقة غير منفذة أو كثيمة. ويندرج ضمن هذه الفئة **Clay Soil**.

وبالاعتماد على هذه المقاربة تم تقسيم المجموعات الهيدرولوجية للتربة في منطقة الدراسة كما يتضح من الخريطة رقم (23).



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (23): المجموعات الهيدرولوجية للتربة في منطقة الدراسة

ولتحديد قيم CN فقد تم دمج طبقتي الغطاء الأرضي وطبقة المجموعات الهيدرولوجية للتربة وباستخدام الـ Arc GIS بعد أن تم ترميز كل طبقة بقيم تختلف عن القيم الموجودة في الطبقة الأخرى حتى لا يدمج الفئات التي ستصبح لها نفس القيمة. حيث أعطيت غطاءات الأرض الأرقام من 5 إلى 9، فيما أعطيت فئات التربة القيم (1، 2، 3، 4) ثم دجت الطبقتين باستخدام وظيفة Raster Calculator في برنامج ArcGIS وبالتالي بلغ عدد

القيم الناتجة 18 قيمة تمثل مواقع تقاطع غطاءات الأرض مع المجموعات الهيدرولوجية للتربة في منطقة الدراسة . بعد ذلك تمت مراجعة القيم الناتجة لمعرفة ما تمثله كل قيمة من غطاءات الأرض ومن المجموعات الهيدرولوجية للتربة لاستخلاص القيمة المقابلة لها من جداول CN وفي نهاية هذا الإجراء تم التوصل إلى أن منطقة الدراسة تمثل فيها 18 قيمة من قيم CN تراوحت بين 57 و 95. تلا ذلك إدخال قيم CN من خلال وظيفة إعادة التصنيف Reclassify وهو أحد وظائف Spatial Analyst في برنامج ArcGIS.

تعكس قيم CNs حالة الغطاء الأرضي وهيدرولوجية التربة من حيث قدرتها على امتصاص الماء، وهي بذلك مؤشر لمدى استجابة المنطقة لتجميع الجريان السطحي . فقيم CNs المرتفعة تدل على الأسطح الأقل نفاذتي (Impervious Surfaces) والأكثر قدرة على توليد جريان سطحي مرتفع. أما قيم CNs المتدنية فتدل على الأسطح ذو نفاذية كبيرة (Pervious Surfaces) حيث تنخفض مقدرتها على توليد الجريان السطحي . ومن واقع قياسات (SCS) وجد أن قيم CNs تمتد في مدى يتراوح بين 0 - 100، وتختص القيمة 100 للسطح الكتيتم تماماً بحيث لا يسمح بدخول الماء في التربة، وبالتالي فإن ما سيسقط على السطح من أمطار سيجري مباشرة عليه. أما القيمة صفر فتشير إلى أن السطح منفذ وقادر على استيعاب جميع ما يستقبله من مياه الأمطار . وبين الحدين المتطرفين تقع القيمة الوسطى 50 وهي تعبر عن الأسطح متوسطة النفاذية بحيث تكون معدلات تسرب الماء في التربة متساوية مع معدلات الجريان السطحي (Al - Ghamdi, 1991). ويحوي الجدول رقم (11) على قيم CNs المستخلصة لمنطقة الدراسة، ويلاحظ تكرار بعض القيم بين غطاءات مختلفة وذات سمات هيدرولوجية مختلفة، فلأشجار الواقعة ضمن الفئة الهيدرولوجية C والمحصيل الحقلية الواقعة ضمن الفئة الهيدرولوجية D لهما نفس قيمة CN (82)، وهذا يعني أن لهما نفس القدر من النفاذية وبالتالي لهما القدرة نفسها على توليد الجريان السطحي، أما المناطق العمرانية الواقعة ضمن الفئة الهيدرولوجية A والمناطق الصخرية الواقعة ضمن الفئة الهيدرولوجية B والمراعي الواقعة ضمن الفئة الهيدرولوجية D لهما نفس قيمة CN (89) وهذا يعني أن لهما القدرة نفسها على توليد الجريان

السطحي. وبذلك فإن خلاصة القيم المعبرة عن النفاذية بلغ عددها 18 قيمة، وبالنظر إلى أدنى قيمة (57) نجد أن جميع قيم CNs أعلى من قيمة الوسيط (50).

جدول رقم (11): قيم CNs المقابلة لاستخدامات الأراضي والمجموعات الهيدرولوجية للتربة

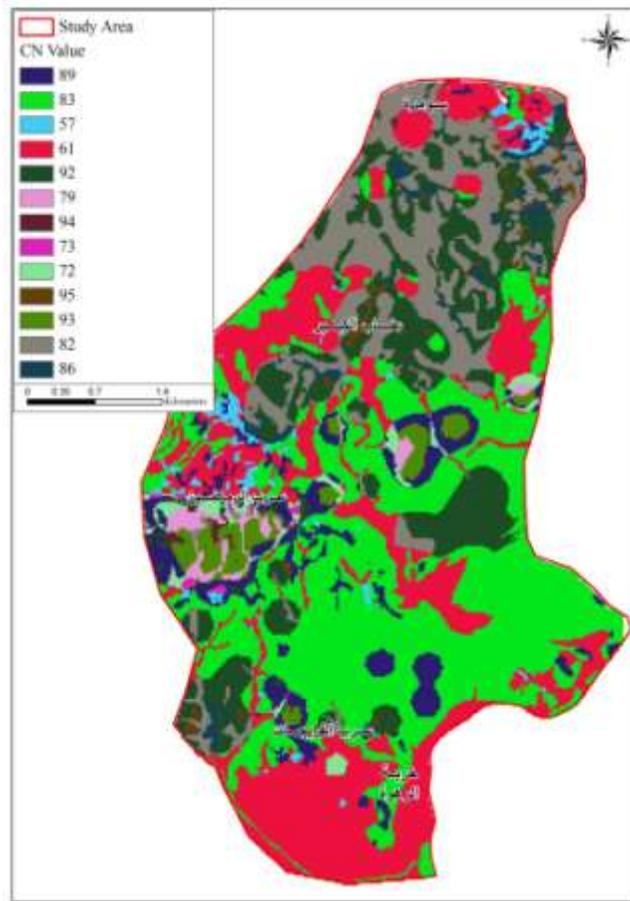
قيم الـ CN حسب المجموعات الهيدرولوجية للتربة				استعمالات الأراضي حسب الدراسة	استعمالات الأراضي حسب USDA
D	C	B	A		
95	94	92	89	Built-up Area	المناطق العمرانية الفلسطينية
89	—	79	—	Pastures or range in poor hydrological condition	المراعي
92	93	89	83	Open Spaces	المناطق الصحيرية
86	82	73	57	Woods-Grain	أشجار
82	79	72	61	Small Grain	الحاصل الحقلية

Source: Adapted, USDA. 1986. (Tables 2 a, b, c, d). / Soil Conservation Service. 1972.

باستخدامات الأراضي في منطقة الدراسة فقد قسمت إلى خمسة فئات مكافئة لتقسيمات استعمالات الأراضي المبينة في الجدول أعلاه والمعتمدة من قبل USDA لحساب CN وبالتفصيل فقد اعتمدت الأراضي المصنفة كمراعي في منطقة الدراسة كمكافئ لما وصف في تصنيف الـ USDA، والمناطق الصحيرية التي تتكافئ مع تصنيفين هما المناطق المفتوحة Open Spaces والأراضي البور Fallow حسب تصنيف USDA وتم احتساب متوسط قيم CN's لكلا التصنيفين في محاولة لتقريب قيم الـ CN للمناطق الصحيرية المصنفة حسب منطقة الدراسة. أما الأشجار في منطقة الدراسة فهي تُكافئ في تصنيفها Orchard or tree farm في USDA ويقصد به

المساحات الصغيرة المزروعة بأشجار البساتين والأراضي القابلة للزراعة، في حين المحاصيل الحقلية في المنطقة تُكافئ ما يسمى بالمحاصيل الصغيرة Small Grain في تصنيف USDA.

يبين الجدول التالي (رقم 12) وخريطة رقم (24) توزيع قيم CNs في منطقة الدراسة، ويلاحظ أن أكثر قيم CNs انتشاراً هي القيمة 83 حيث تشغل 8521 دونم (8.5 كم²) بما نسبته تقريباً 32% من مساحة المنطقة، وتمثل هذه القيمة أجزاء شديدة الانحدار وتقل فيها معدلات التسرب، وهي تتوزع على مختلف الجوانب في منطقة الدراسة.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (24): قيم CNs لمنطقة الدراسة

جدول رقم (12): قيم CNs المستخلصة لمنطقة الدراسة

المساحة %	المساحة دونم	قيم CN's
2	645	89
0.08	23	89
32	8521	83
2	397	57
24	6259	61
0.4	109	92
0.002	0.4	79
4	1090	89
0.2	57	94
0.2	62	73
1	369	72
1	242	95
3	647	93
0.1	34	82
1.1	285	79
14	3673	92
2	458	86
13	3531	82
100	26402	المجموع

المصدر: عمل الباحث

وتشغل قيمة CN 61 المرتبة الثانية في منطقة الدراسة من حيث سرعة استجابتها للجريان، حيث قدرت مساحتها بـ 6259 دونم، وهذا يعني أن قيمة CN 61 مسؤولة عن الاستجابة بما نسبته 24% من المنطقة للجريان السطحي في الأجزاء الشمالية لعرب الرماضين والجزء الجنوبي من خربة الرهوة وعرب الفريجات. ونستنتج أن أعلى قيم CNs 83 تلون في المناطق الصخرية والتي تدخل ضمن الفئة الهيدرولوجية A والتي تعود للمناطق الصخرية التي تقل فيها نسبة التسرب وتزيد نسبة الجريان السطحي. ووجد أن أقل الأرقام المنحنية (CNs) للمنطقة تختص بالغطاء النباتي لأن النفاذية منخفضة مع زيادة الكثافة النباتية، وبذلك فإن القيمتين 89 و 79 تسهمان في أعلى نسب تسرب للمياه في التربة، وأقل معدل للجريان السطحي، إلا أن مقدار إسهام النبات في خفض معدلات الجريان السطحي يعتبر ضعيفاً نظراً لقلة ما يشغله النبات من مساحة المنطقة حيث لا تزيد نسبة مساحته عن 1% من مساحة منطقة الدراسة.

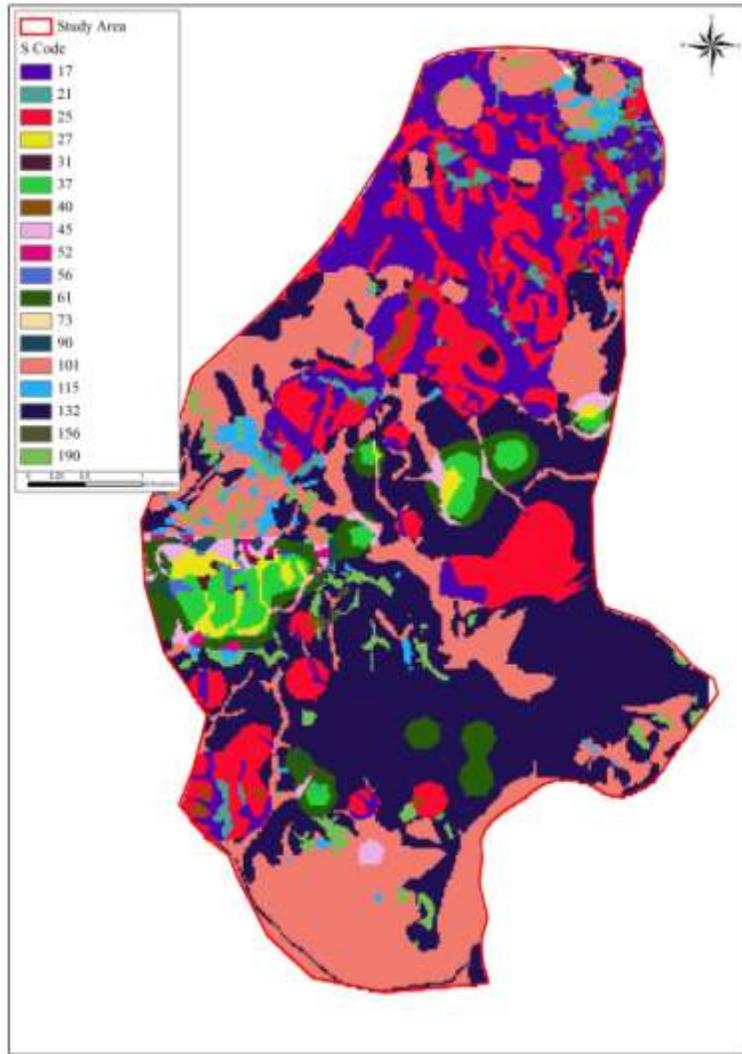
V.1.2.2 حساب معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي (S)

يعبر المعامل (S) Potential Maximum Retention After Runoff عن الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة، أو حبس الماء في التربة بعد بدء الجريان السطحي. وهذا المعامل يصف حال التربة المشبعة تماماً بالماء بعد بدء الجريان السطحي، أي بعد توقف عملية التسرب. ويختلف سمك طبقة التربة المشبعة بالماء تبعاً لنوع التربة ومدى قدرتها على امتصاص كميات أكبر من الماء أثناء موجة المطر. وبالتالي فإن معامل S ذو علاقة بنوع وعمق التربة وغطاء الأرض وهو ما ينعكس من خلال قيم CNs (USDA, 1986, P 2-1).

وتدل قيم S القريبة من الصفر على تدني إمكانية التربة على الاحتفاظ بالماء على السطح بعد بدء الجريان مما يؤدي ذلك إلى ارتفاع كمية المياه الجارية على السطح، فيما يتماثل معدل احتفاظ التربة بالماء مع معدل الهاء الجارية على السطح إذا بلغت قيمة S قريباً من 254 ملم (25.4 بوصة = 254 ملم، وهو رقم ثابت تم الحصول عليه من

خلال العديد من التجارب التي قامت بها (USDA)، وهي قيمة الوسيط للمعامل S وترتفع إمكانية التربة في حفظ الماء على السطح كلما زادت قيم S عن الوسيط مما يؤدي إلى انخفاض كمية الجريان السطحي. (USDA, 1986)

وحسبت قيم S من خلال Raster Calculator في برنامج ArcGIS من خلال إدخال كل قيم CNs إلى معادلة رقم (3) والتي ذكرت سابقاً (صفحة 101)، وكانت النتيجة كما هو موضح في الخريطة التالية رقم (25).



المصدر: عمل الباحث

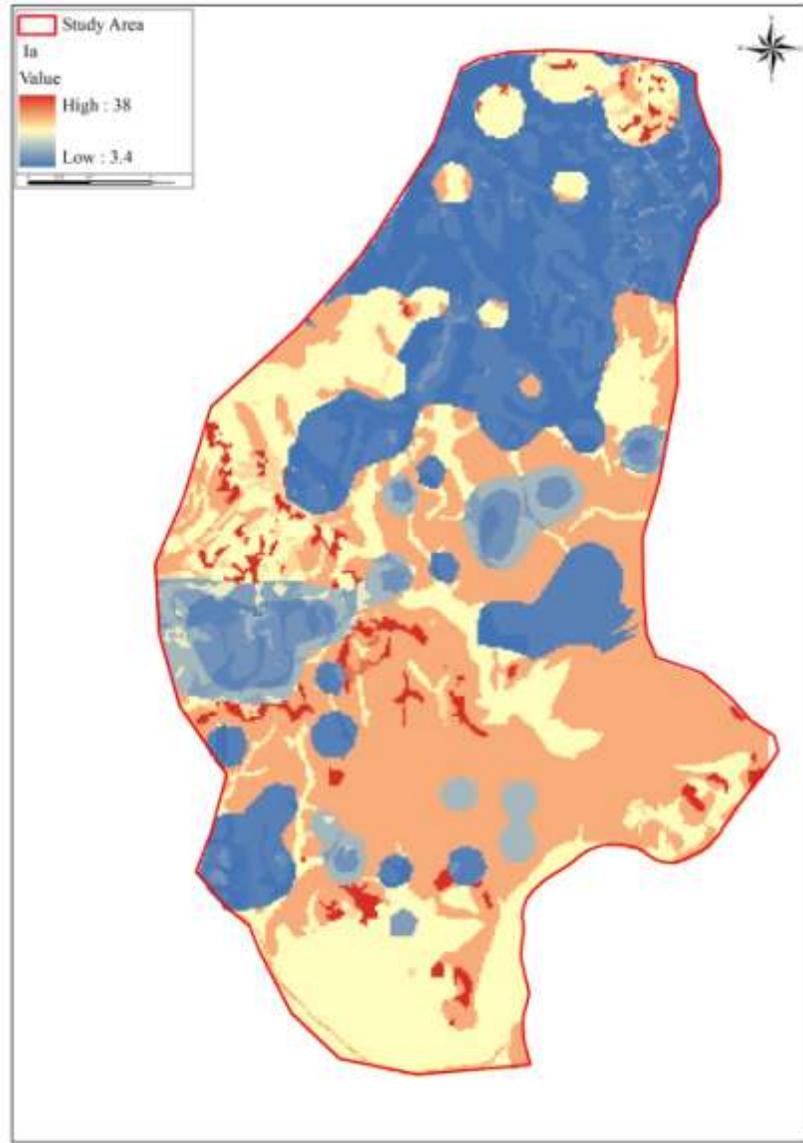
خريطة رقم (25): توزيع قيم المعامل S في منطقة الدراسة

وتعكس أدنى قيمة للمعامل S الإمكانية المتدنية في حفظ الماء على أسطحها نظراً لقلة نفاذيتها وبالتالي فإن ما سيسقط من ماء سيجري عليها مباشرة تبعاً للميل، وهنا تصبح احتمالية تجميع المياه من المناطق الصخرية والمناطق العمرانية أعلى من تجميعها من خلال الأشجار والملحصيل الحقلية والمراعي.

V.1.2.3 حساب معامل الاستخلاص الأولي (I_a) في منطقة الدراسة

يعكس معامل الاستخلاص الأولي Initial Abstraction (I_a) مقدار الفاقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي عن طريق التسرب أو ما تعترضه النباتات من مياه الأمطار، ويشكل (I_a) أحد العناصر الهامة في حساب المعادلة رقم (1) والمبينة في صفحة (101) والخاصة بتقدير كمية الجريان السطحي، ومعامل استخلاص الأولي (I_a) له علاقة بالتربة واستخدامات الأراضي ويمكن تقديره من خلال معرفة معامل الإمكانية القصوى للإحتفاظ بالماء (S) حيث تعادل قيمة الـ (I_a) خمس قيمة (S) وقد تم الاستدلال على هذه القيمة من خلال العمل الميداني الذي قامت به USDA لذلك اعتبرت قيمة ثابتة لمعامل الاستخلاص الأولي I_a بدلالة معامل الإمكانية القصوى S وحساب الجريان السطحي. ويستدل من القيم المنخفضة للاستخلاص الأولي (I_a) والتي تقترب قيمتها من الصفر على قلة الفاقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي مما يساعد على سرعة تولد الجريان السطحي، بينما يصبح معدل الاستخلاص الأولي (I_a) مساوياً لمعدل المياه الجارية على السطح إذا بلغت قيمة الوسيط للمعامل I_a 50.8 ملم، وإذا ما ارتفعت قيمة I_a عن قيمة الوسيط دل ذلك على فقد كميات أعلى من الأمطار وبالتالي تنخفض كمية المياه الجارية على السطح (USDA, 1986, P 2-1).

وأمكن حساب المعامل I_a لمنطقة الدراسة بواسطة برنامج ArcGIS من خلال Raster Calculator ضمن قائمة Spatial Analyst. كما في خريطة رقم (26).



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (26): توزيع قيم المعامل I_a في منطقة الدراسة

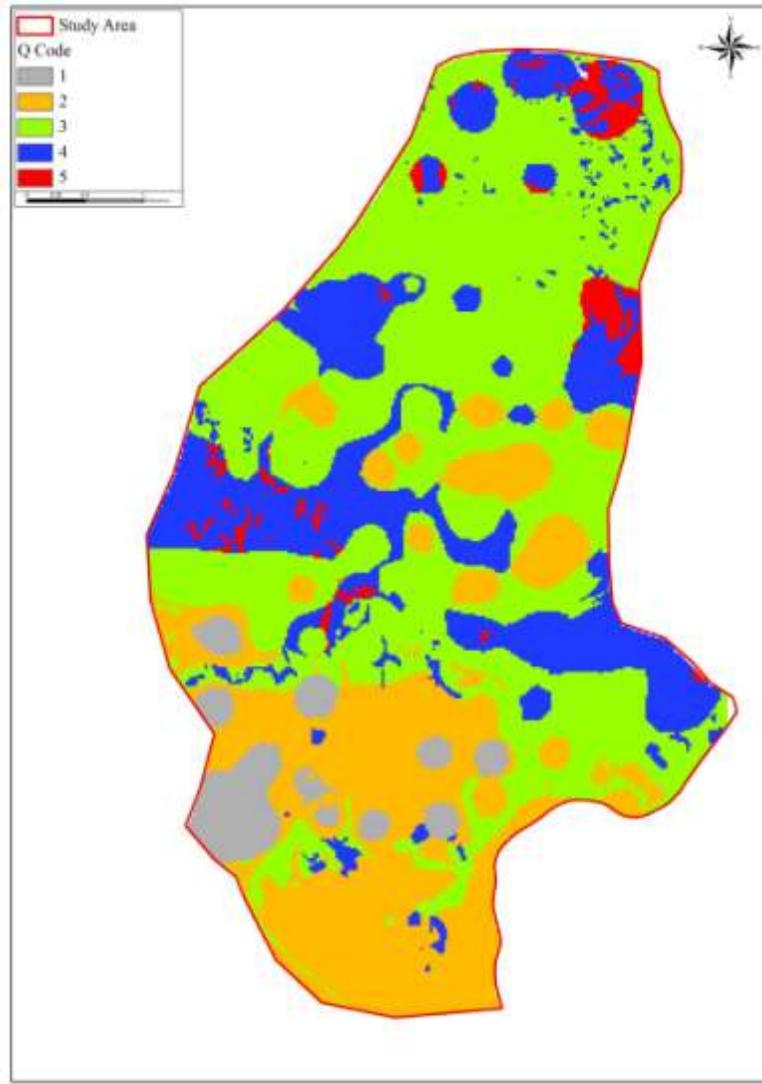
ويتضح من الخريطة رقم (26) توزيع قيم I_a في أجزاء المنطقة. فأدنى قيمة تمثلت في الأجزاء الأكثر نفاذية لمياه الأمطار وهي منتشرة في معظم أجزاء المنطقة وتتركز في الجزء الجنوبي منها. وعلى النقيض مما سبق فيلاحظ ارتفاع قيم

I_a في المناطق الأقل نفاذية والمنتشرة في الأجزاء الوسطى والغربية والشمالية من منطقة الدراسة وذلك بسبب كثرة المناطق الصخرية التي تمنع تسرب المياه وانعدام التغطية النباتية في مرطقة الدراسة.

V.1.2.4 تقدير الجريان السطحي (Q) في منطقة الدراسة

يعبر الجريان السطحي (Runoff) عن خلاصة تفاعل موجة مطر معينة مع مكونات وخصائص منطقة الجريان. فمع اختلاف نوع الغطاء ومقدار نفاذيته يختلف الجريان المتشكل على سطحه (Al – Nubani, 2000). وفي هذه الحالة ومع ثبات قيمة هطول الأمطار في المنطقة فإن الأرقام المنحنية (CNS) هي العنصر المتغير والمتحكم في تباين الجريان السطحي بين أجزاء المنطقة.

وفي هذه الدراسة تم تقدير الجريان السطحي Q لمنطقة الدراسة بناءً على الأمطار الساقطة على المنطقة. وقد أمكن حساب الجريان السطحي في منطقة الدراسة باستخدام Raster Calculator ضمن قائمة Spatial Analyst في بيئة ArcGIS. كما في الخريطة رقم (27). وذلك بالاعتماد على معادلة (1) صفحة (101). حيث يتضح من هذه الخريطة أن رقم 1 يدل على أن نسبة الجريان السطحي 4.8% (2909 م³/الساعة)، ورقم 2 تقدر بـ 25.2% (15259 م³/الساعة)، وأما رقم 3 يدل على أن هناك جريان سطحي عالي بنسبة 47.2% (28541 م³/الساعة)، ورقم 4 بنسبة 20.2% (12145 م³/الساعة)، بينما يدل رقم 5 على أقل نسبة للجريان السطحي حيث تقدر بما نسبته 2.6% (1587 م³/الساعة).



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (27): توزيع قيم الجريان السطحي Q

حيث أن المطر هو العنصر الرئيس في حدوث الجريان السطحي . وإن العلاقة التي تربط بين CN و Q هي في الأصل علاقة طردية موجبة قوية، فحين ترتفع قيمة CN يقابلها ارتفاع في قيمة Q والعكس صحيح. وكمية الجريان

السطحي هي القيمة المطرية التي عندها تنتظم العلاقة وتصبح قوية بين CN و Q، وتضعف هذه العلاقة بنقص كمية المطر.

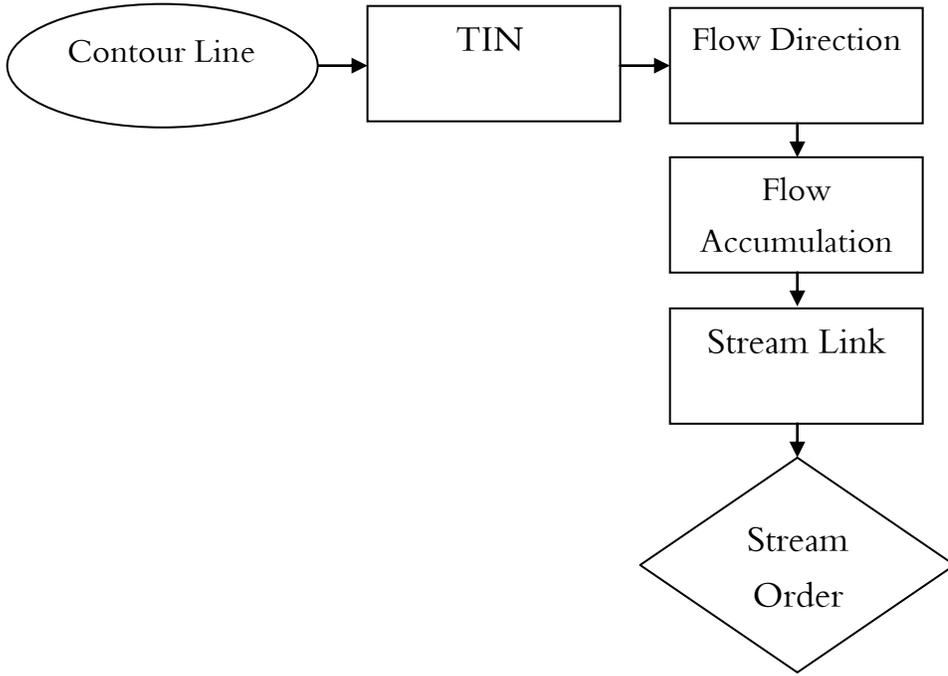
وبمراجعة مدخلات النموذج الرياضي لحساب الجريان السطحي Q بمهدف معرفة كيفية تأثير قيمة المطر P على العلاقة بين CN و Q وجد أنه إذا كانت قيمة المطر P أكبر أو تساوي (0.2S) أي أن $(0 \geq P > 2S)$ فإن العلاقة بين CN و Q تصبح منتظمة خالية من أي اختلاف. أما إذا كانت قيمة المطر أقل من (0.2S) أي أن $(P < 0.2S)$ فإن العلاقة بين CN و Q يعتريها خلل يؤثر على نتيجة تقدير الجريان السطحي. (راضي، 1992)

واستناداً على المعطيات الطبيعية للمنطقة والمعبر عنها بقيم CNs و S و I_a لمنطقة الدراسة، وباستخدام وظيفة Raster Calculator، تم حساب الجريان السطحي لمنطقة الدراسة (خريطة رقم 27)، ويستدل من ذلك على أن خصائص المنطقة الطبيعية والبشرية والمعبر عنها بقيم CNs هي العامل المسئول عن الاستجابة المرتفعة للجريان السطحي في منطقة الدراسة.

V.1.3 تقسيم المجرى المائي حسب التدفق

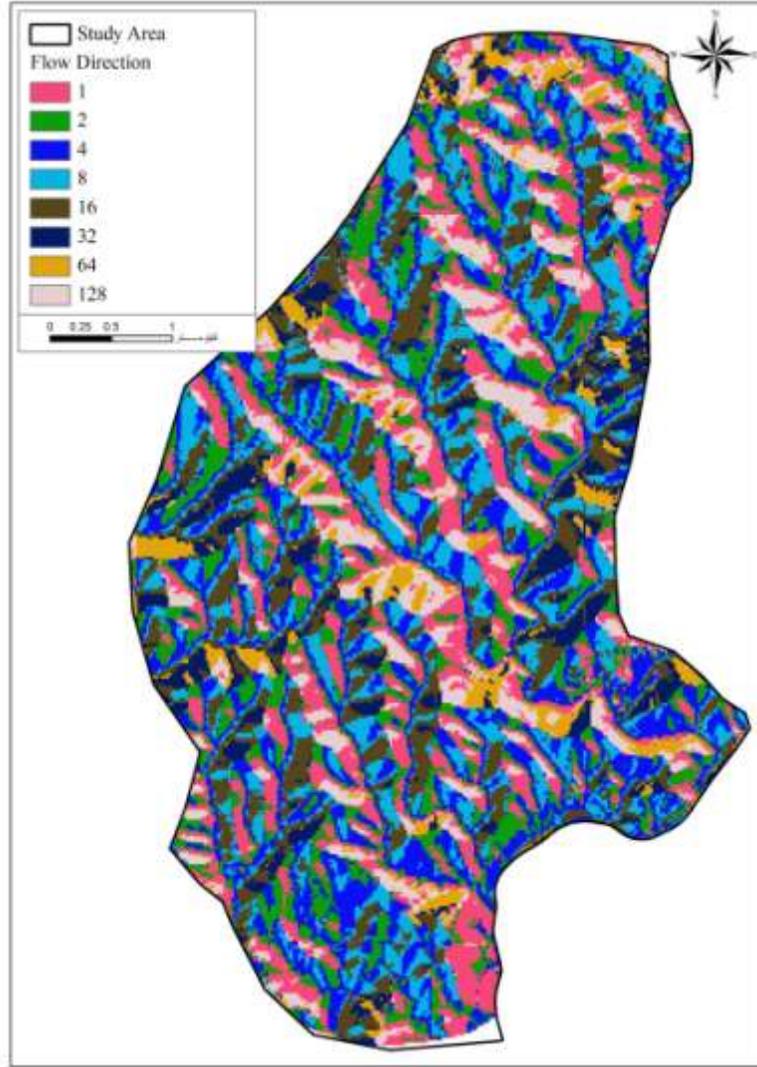
تُبنى السدود أو المستجمعات على المجاري المائية ذات التدفق المائي الكافي للملئ المستجمع المقترح حيث يتم تقسيم المجاري إلى مستويات حسب كمية التدفق المائي.

Hydrological Model 3



شكل رقم (5): النموذج الهيدرولوجي Hydrological Model 3

وذلك بالاعتماد على خطوط الكنتور حيث تم تحديد اتجاه التدفق Flow Direction المبين في الخريطة رقم (28) والذي استخدم بدوره لاستنباط درجة الجداول المائية كما هو مفصل في (Hydrological Model 3) المبين في الشكل رقم (5).



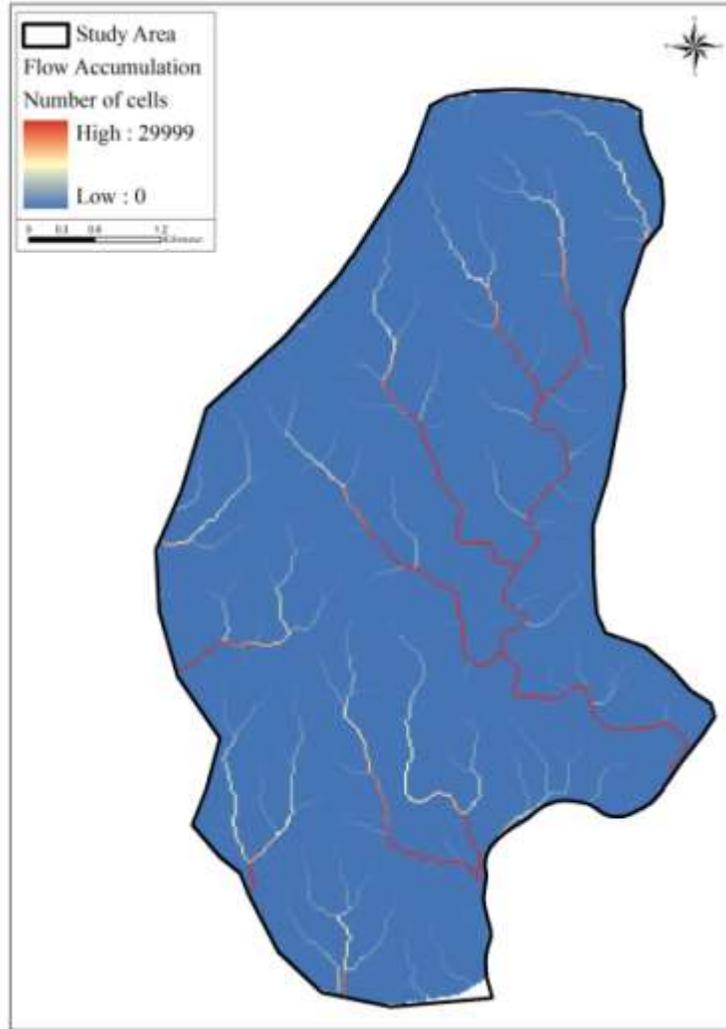
المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (28): اتجاه التدفق (Flow Direction) في منطقة الدراسة

وبمعرفة التدفق المائي واتجاهه تم حساب شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة كما في خريطة رقم (29).

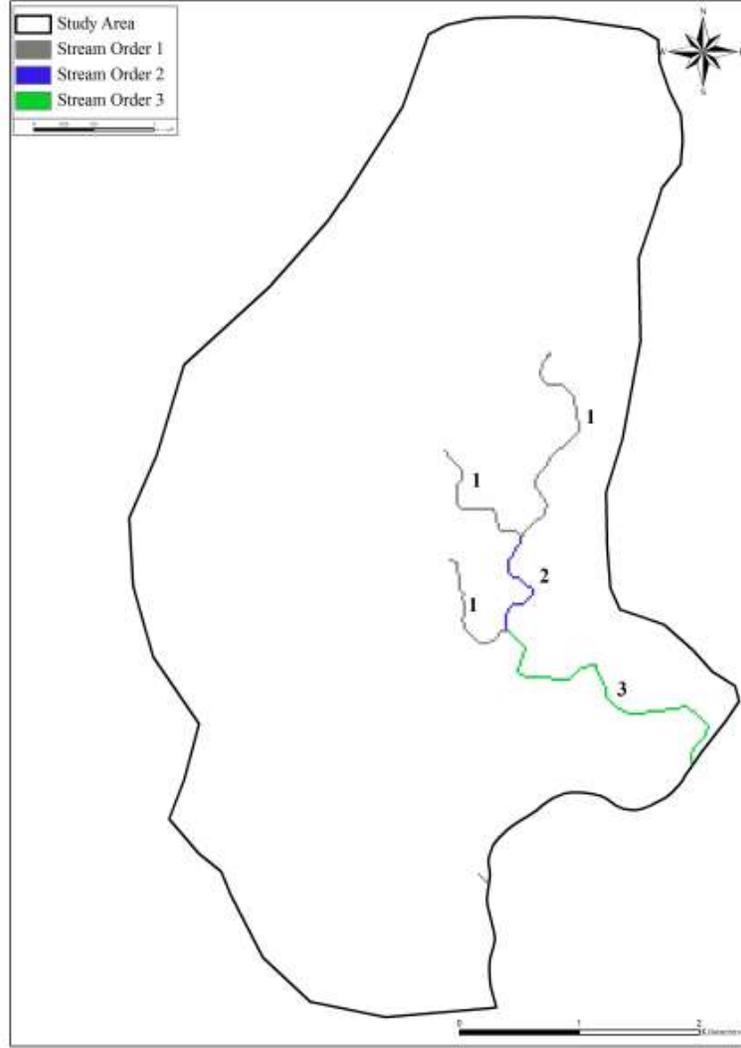
وبالتفاصيل فقد تم استخدام طريقة SHREVE في Arc GIS وهي تمثل جميع الجداول في شبكة التصريف

المائي وتشمل على السيول الداخلية التفصيلية، حيث تتقاطع السيول من الدرجة الأولى مع السيول من الدرجة الثانية بهدف إنشاء السيول من الدرجة الثالثة، وهذا الأسلوب أكثر الأساليب استخداماً لأنه يأخذ في الحسبان جميع سيول المياه في منطقة الدراسة ويقاس بوحدة الـ Pixel ويقصد بها عدد الـ Cells التي تتجمع مياه الأمطار الساقطة عليها في نقطة معينة. (الخزاعي، 1998). كما هو مبين في الخريطة رقم (30).



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (29): شبكة التصريف للمياه السطحية في منطقة الدراسة



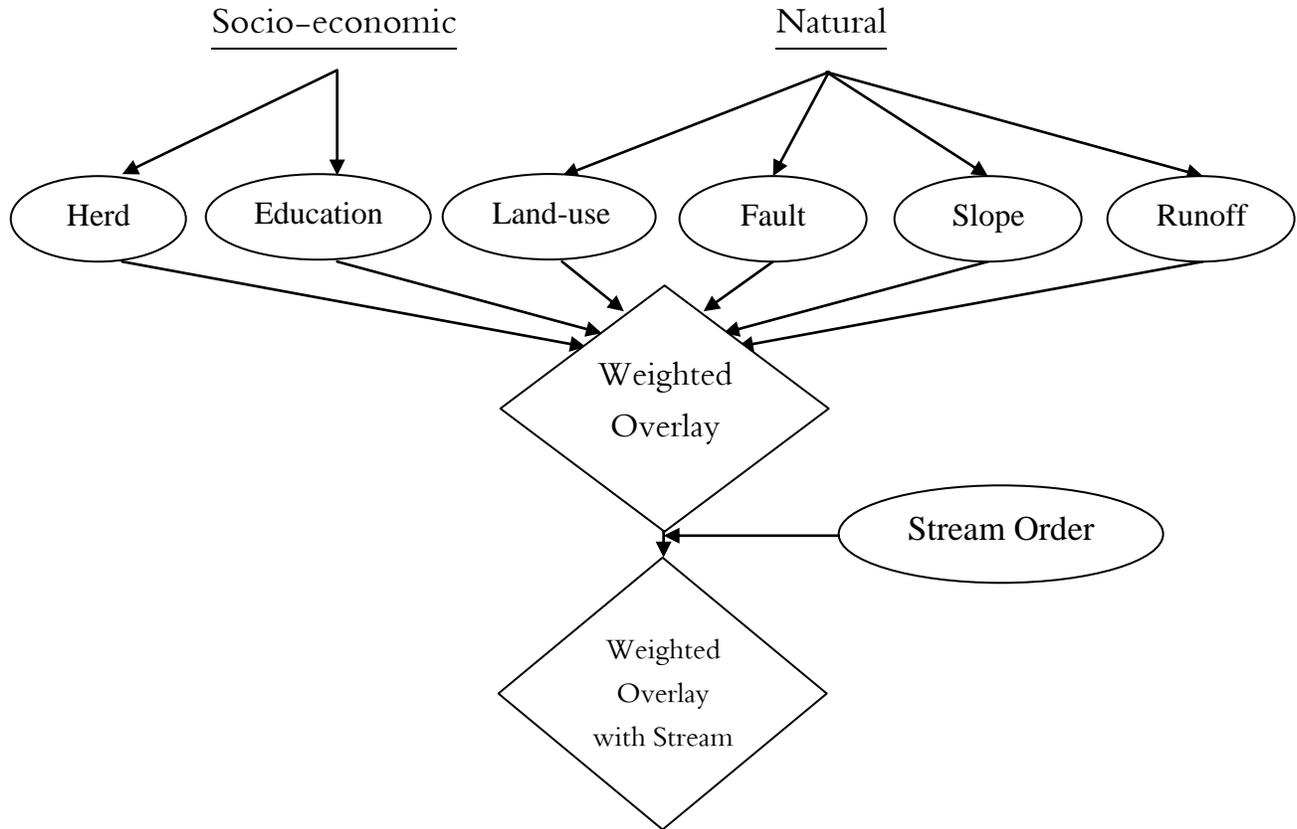
المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (30): ترتيب الجداول المائية حسب أسلوب SHREVE في منطقة الدراسة

نستنتج من الخريطة (30) أن كمية المياه الجارية بفعل سقوط المطر في الجداول المختلفة تزداد مع زيادة رتبة الجدول، وعليه تكون الأعلى رتبة هي أماكن مفضلة لعمل المستجمعات.

ولمعرفة المكان المناسب لبناء مستجمع المياه يتم دمج جميع العوامل الطبيعية والبشرية المعتمدة والمؤثرة في اختيار مكان المستجمع وذلك باستخدام طريقة التوافق الموزون Weighted Overlay ومن ثم مقاطعة النتيجة مع ترتيب الجداول المائتية وكما هو مبين في شكل رقم (6).

Weighted Overlay Model 4



شكل رقم (6): الخطوات المتبعة لتحديد الموقع من خلال مقاطعة التوافق الموزون مع رتبة الجداول المائتية

(Weighted Overlay Model 4)

وبتطبيق المعادلات المذكورة في هذا الفصل يكون بذلك قد تم الانتهاء من تطبيق النماذج الرياضية التي تمت بواسطة نظم المعلومات الجغرافية من خلال تطبيق نموذج الأرقام المنحنية للجريان السطحي Runoff Curve Number Method وبالتالي تقسيم المنطقة لمواقع أفضلية لإقامة مستجمع المياه.

وهنا نجد أن نشوء الجريان السطحي لا يعتمد فقط على كمية هطول الأمطار وإنما يعتمد أيضاً على استخدامات الأراضي وسمات التربة الهيدرولوجية من حيث قدرتها على الاحتفاظ بالماء.

وهناك حاجة ملحة لتطوير نظام تجميع مياه الأمطار على نحو مستدام، ويؤكد د أن فوائد استخدام حصاد مياه الأمطار يمكن أن تؤدي إلى مجموعة من المزايا الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، ويمكن أيضاً أن تساهم إسهاماً كبيراً في تحسين نوعية الحياة للفرد.

الفصل السادس

VI. النتائج والاستنتاجات والتوصيات

الفصل السادس يتضمن المواضيع التالية:

VI.1 النتائج.

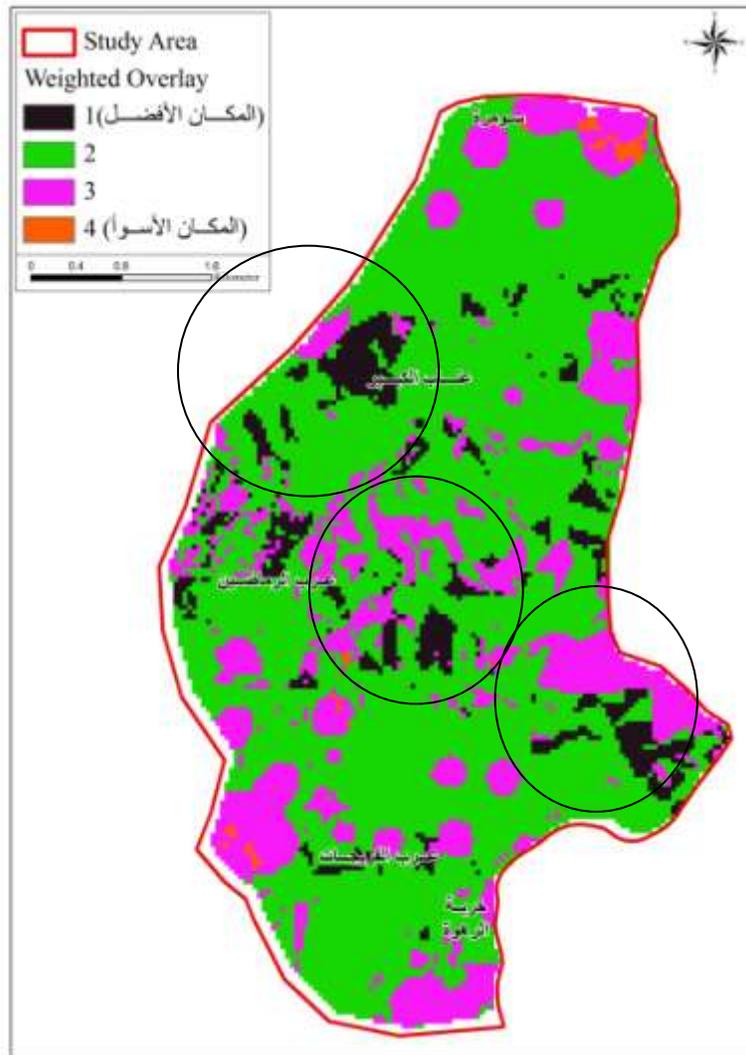
VI.2 الاستنتاجات.

VI.3 التوصيات.

VI.1 النتائج

بناء على التطابق الموزون Weighted Overlay الذي ذكر في الفصل السابق، ومن خلال شكل رقم (6) الذي يبين الخطوات المتبعة لتحديد الموقع من خلال مقاطعة التطابق الموزون مع رتبة الجداول المائية يتضح أن عوامل الثروة الحيوانية، التعليم، استعمالات الأراضي، الصدع، الميل والجريان السطحي أُدخلت في عملية التطابق الموزون (Weighted Overlay) كما هو مبين في ملحق رقم (5).

وتم التدرج بالثقل أو الوزن حسب الأهمية المراد إيضاحها في الدراسة لذلك أُعطي الوزن الكبير لل جريان السطحي (40%) وذلك لأن كلفة بناء السد مرتفعه وخاصة إذا تم نقلها إلى مكان آخر لذلك يفضل بناؤه في مكان المجرى المائي الناشئ جراء هطول الأمطار، واستخدامات الأراضي والانحدار أُعطيت (20%) لكل منهما فاستخدامات الأراضي تنبع أهميتها من ضرورة الاستخدام الأمثل للمياه والهدف من ذلك هو تعزيز الاستخدام الأمثل لاستخدامات الأراضي والأخذ بعين الاعتبار قدرة الأرض على الإنتاجية أما زيادة الانحدار فإنها تؤدي لجريان أعلى وحصد كمية كبيرة من المياه، والصدع (10%) لأنه صدع صغير محلي يمتد لبضع مئات من الأمتار، وأما الثروة الحيوانية والتعليم (5%) لكل منهما لأنهما متشابهان في منطقة الدراسة كلها وهي لا تعتبر علامة فارقة بين أجزاء منطقة الدراسة، كما هو موضح في الجدول رقم (13). وأُعطي رقم 1 لأكثر المناطق تفضيلاً لإقامة المستجمع في منطقة الدراسة وأُعطي رقم 4 لأقل المناطق تفضيلاً. كما في الخريطة رقم (31). يجدر ذكره أنه بالإمكان تحديد الأوزان بمساعدة الخبراء ويمكن تطبيق ذلك في دراسات أخرى ولكن ضيق الوقت حال دون ذلك.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (31): توزيع منطقة الدراسة إلى أماكن أفضليات لإقامة المستجمع

جدول رقم (13): النقل للعوامل الطبيعية والبشرية

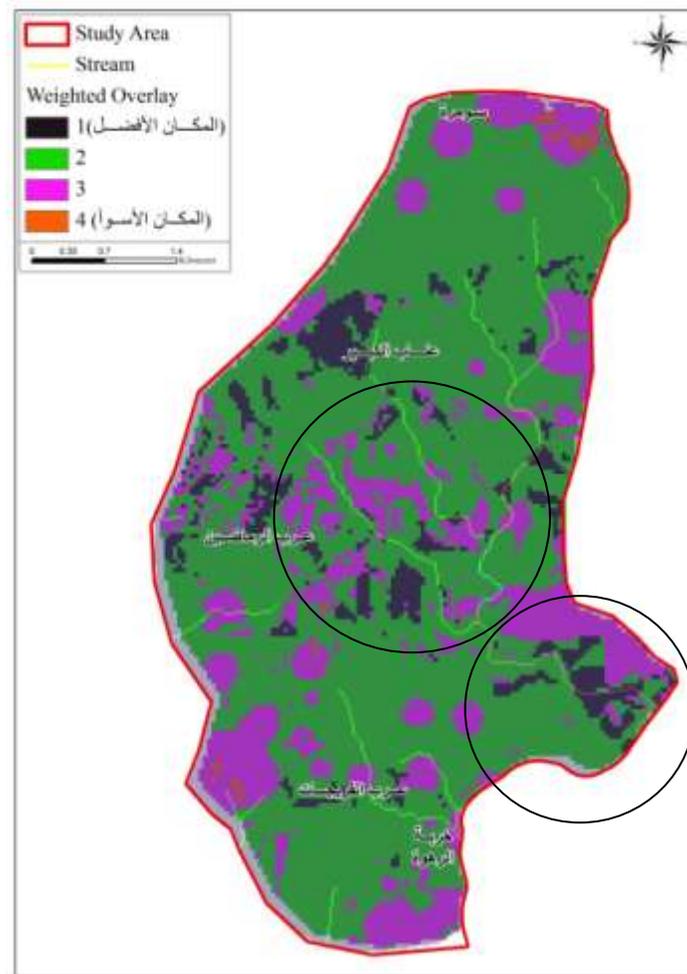
العامل	النقل %
الصدع	10
التعليم	5
الثروة الحيوانية	5
الجريان السطحي	40
استخدامات الأراضي	20
الانحدار	20
المجموع	100

المصدر: عمل الباحث

من خلال الجدول السابق تم اعتماد الجريان السطحي باعتباره صاحب النقل الأكبر وذلك لأن المنطقة تفتقر للمياه، وبشكل عام فإن أفضل الأماكن لإقامة المستجمع هي المناطق التي توفرت فيها جميع العوامل من وجود التعليم المنخفض، والثروة الحيوانية العالية، والجريان السطحي العالي، استخدامات الأراضي وخاصة الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة، والانحدار الشديد، والبعد عن مكان وجود الصدع، وهذه المنطقة توجد في الجزء الجنوب الشرقي والشمال الغربي والجزء الأوسط من منطقة الدراسة كما هو موضح في الخريطة رقم (31). وأسوأ الأماكن للجريان السطحي هو الجزء الشمالي والجنوب الغربي لعدم توفر العوامل بشكل جيد فيها. وأعطى رقم 1 للأفضل من بين العوامل الطبيعية والبشرية والتي تعني توفر جميع هذه العوامل في المنطقة.

وفي النهاية تم مقاطعة طبقة المجاري المائية السطحية الناتجة عن هطول الأمطار مع نتيجة عملية التطابق الموزون (Weighted Overlay) وذلك لمعرفة أي المناطق أفضل لبناء المستجمع المائي فيها، ويتضح من خلال معاينة الخريطة رقم (32) أن المجرى الرئيسي لهطول الأمطار واقع في الجزء الجنوب الشرقي لمنطقة الدراسة أي بالقرب من الصدع، فإذا كان الصدع فعال فلا يمكن استخدام هذا الجزء لبناء المستجمع ويفضل استخدام المنطقة الوسطى حيث

تعتبر المنطقة البديلة له، وإذا لم يكن هذا الصدع فعال أي غير نشط فيكون المجرى الأفضل لبناء المستجمع يقع في الجزء الجنوب الشرقي، وهناك حاجة لدراسة تفصيلية أخرى لتحديد طبيعة الصدع من ناحية الفاعلية حتى يتسنى الجزم في الموقع المقترح. ومن خلال الخريطة (32) يتضح أيضاً أن الرقم (1) هو المكان الأكثر أفضلية لتوفر جميع العوامل الطبيعية والبشرية في حين يرمز الرقم (4) إلى أسوأ الأماكن لبناء المستجمع وذلك بسبب عدم توفر جميع العوامل الطبيعية والبشرية فيه.

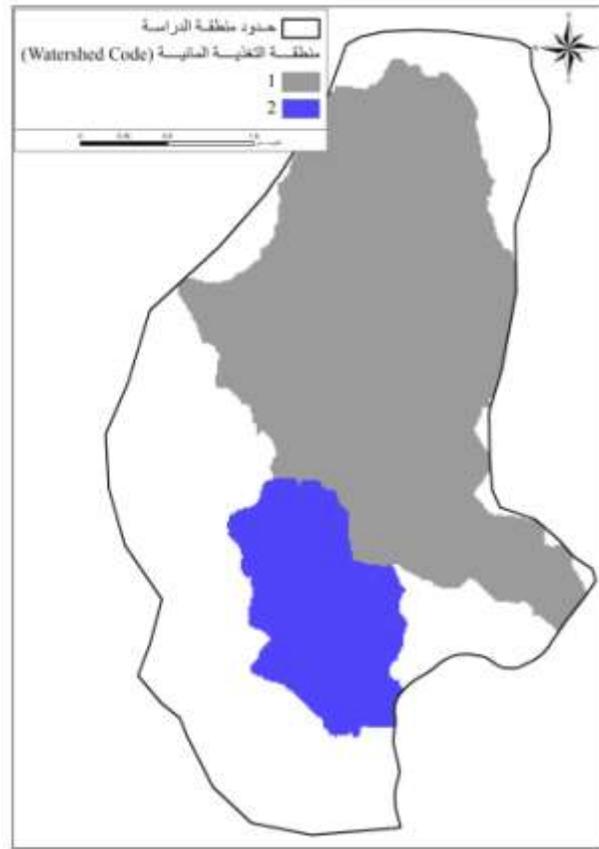


المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (32): المجاري المائية مع Weighted Overlay في منطقة الدراسة

لصعوبة العمل الميداني فقد تم التأكد من نتائج النمذجة بشكل جزئي حيث تم فحص مدى دقة النتائج المتعلقة بالنموذج الهيدرولوجي لتحديد درجة أو مستويات قنوات التصريف المائي ولتحقيق ذلك تم اختيار عدد من النقاط العشوائية (50 نقطة) تم إنتاجها آلياً بواسطة برنامج Arc GIS وتم مقارنة المسافة بين عدد من هذه النقاط ومواقع تصريف مائي مختلفة ثم قورنت هذه المسافات مع مواقع التصريف المائي المماثلة والمأخوذة من الخرائط الطبوغرافية (الملحق رقم 7). وعليه فقد تبين أن 70 % من النقاط تقع في دائرة دقة تتراوح ما بين 5 - 10م.

ولمعرفة تقدير كمية المياه المتجمعة في المناطق المقترحة في خريطة رقم (32) تم إيجاد مناطق منطقة تغذية مائي (Watershed) عن طريق برنامج Arc GIS كما في خريطة رقم (33).

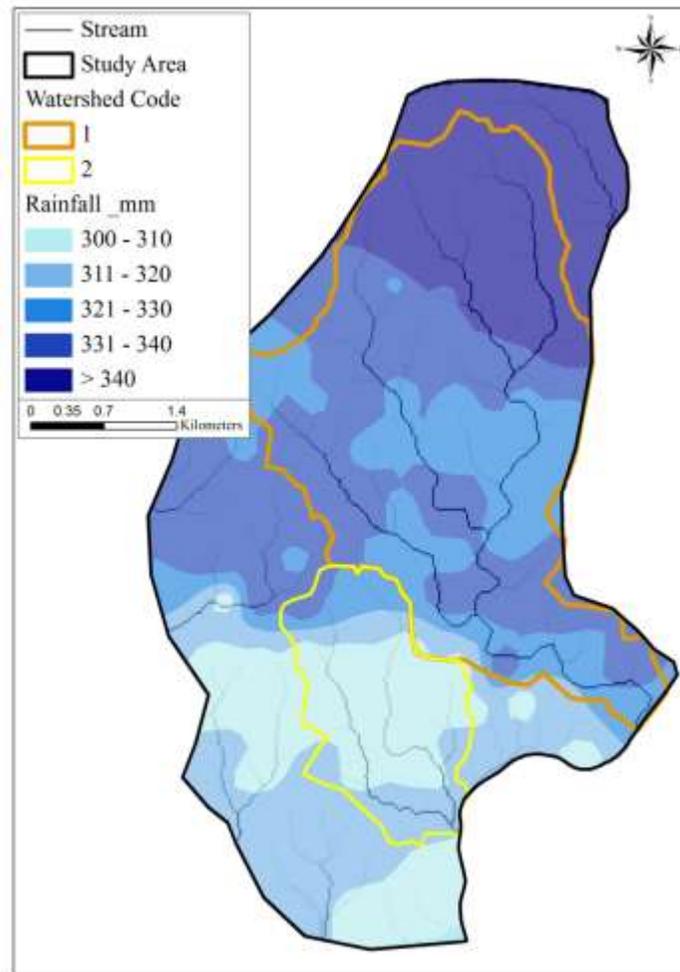


المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (33): منطقة التغذية المائية (Watershed) في منطقة الدراسة

يتضح من الخريطة رقم (33) أن هناك منطقتين للأحواض المائية تم ترميزها برقم 1 وهي منطقة تقدر مساحتها بـ 12405 دونم، أما المنطقة الأخرى ترمز برقم 2 وهي تقدر بما مساحته بـ 3240 دونم.

استُخدمت المعلومات الخاصة بكمية الأمطار مع معلومات الأحواض والمجري المائية كما في خريطة رقم (34) وذلك للخروج بتقدير افتراضي لكمية الجريان السطحي التي يمكن تخزينها في الأماكن المقترحة في خريطة رقم (32) لكي يتاح لدراسات أخرى الاستفادة من هذه الدراسة واستخدامها في بناء مستجمعات على أرض الواقع.



المصدر: عمل الباحث

خريطة رقم (34): كمية الأمطار والأحواض والمجري المائية في منطقة الدراسة

يتضح من خريطة رقم (34) أن منطقة 1 يتجمع فيها كمية جريان سطحي مُقدرة بشكل افتراضي بـ 4106م³، أما المنطقة الثانية 2 فيقدر بحوالي 1004م³، فنستنتج أن المنطقة الأولى (رقم 1) هي التي يتم تجميع كمية مياه كبيرة فيها لذلك يفضل بناء مستجمع في هذه المنطقة ولكن كمية المياه هي افتراضية لعدم التمكن من العمل الميداني لتقدير حقيقي للجريان السطحي التي تأخذ كمية التبخر والمياه المخزونة في التربة بعين الاعتبار.

VI.2 الاستنتاجات

- 1- يمكن من خلال الاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية بناء قواعد بيانات للخصائص الهيدرولوجية والغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة. إن قواعد البيانات تلك يمكن الاستعانة بها والاستفادة منها في دراسات في مجال الجغرافيا الطبيعية أو البشرية لمنطقة الدراسة.
- 2- يمكن من خلال تقنية نظم المعلومات الجغرافية الحصول على بيانات مثل الغطاء الأرضي وذلك للحصول على بعض المتغيرات الهيدرولوجية الضرورية في تقدير قيم منحني الجريان **Runoff Curve Number**.
- 3- تم تطبيق النموذج الهيدرولوجي مدعوماً بنظم GIS في عملية الهطول والجريان السطحي في منطقة الدراسة.
- 4- تم الاستفادة أيضاً من بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية مثل معالجة نماذج الارتفاعات الرقمية TIN والحصول منها على الخصائص الطبوغرافية لمنطقة الدراسة وكذلك تم حساب بعض المتغيرات الهيدرولوجية من نماذج الارتفاعات الرقمية بطريقة آلية.

- 5 -من خلال دراسة الجريان السطحي على مستوى منطقة الدراسة وجد أن الأجزاء الشمالية الغربية والمناطق الوسطى هي من أهم الأجزاء المغذية للقناة الرئيسة بمياه الجريان السطحي.
- 6 -إن المنطقة الشرقية تعتبر منطقة عسكرية لتوسع المستوطنات وقد تكون منطقة غير مناسبة لتجميع المياه
- 7 -بالإمكان تطبيق الآلية المتبعة في هذه الدراسة لتشمل مناطق أوسع في فلسطين حيث أثبتت الدراسة مدى نجاح استخدام نظم المعلومات الجغرافية في الحصاد المائي خاصة في ظل محدودية البيانات وصعوبة العمل الميداني عن طريق عمل Verification.

VI.3 التوصيات

- وعلى ضوء ما تم التوصل إليه من نتائج فقد تم التوصل إلى جملة من التوصيات، وهي:
- 1 -حساب الجريان السطحي لمختلف المناطق في البلاد وذلك باستخدام طريقة المنحنى العددي في ضوء نجاح تطبيقه على منطقة الدراسة خاصة في ظل شح القراءات الميدانية للجريان السطحي على مستوى الوطن.
- 2 -نظراً لغياب المحطات المطرية في منطقة الدراسة والمناطق المحاذية لها نوصي بإنشاء محطات مطرية لقياس عنصر المطر وبناء قاعدة بيانات مطرية تفصيلية متينة يمكن الاعتماد عليها في الدراسات المناخية والهيدرولوجية لمنطقة الدراسة.
- 3 -ضرورة إجراء المزيد من الدراسات المتعلقة بالجريان السطحي بالاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية لما لها من دور مهم في الوصول إلى نتائج دقيقة على المستوى المكاني.
- 4 -إجراء دراسة أخرى لتحديد تأثير الحصاد المائي على الجوانب الاقتصادية والاجتماعية في منطقة الدراسة

- 5 -إجراء دراسة تفصيلية أكثر تأخذ بعين الاعتبار الخصائص الهيدرولوجية للتربة (IR، HC، ...)، للتأكد من فحص النموذج الذي تم عمله في هذه الدراسة.
- 6 -بناء مستجمع لتخزين مياه الأمطار بحيث تخدم المنطقة في فترة الجفاف وعلى فترة بعيدة الأمد
- 7 -توظيف مهارات أهالي المنطقة بهدف التنمية الزراعية المستدامة وتوظيف مهاراتهم في التخطيط البيئي، وأيضاً لمنظومة مياه الأمطار وتجميعه، وتخزينه، ونقله.
- 8 -جعل حصاد المياه جزءاً من خطة تنمية متكاملة للأراضي والموارد المائية.
- 9 -لتحديد أكثر واقعية لأوزان المتغيرات في عملية التطابق الموزون يوصى بالاستعانة بخبراء ذوي علاقة بموضوع الحصاد المائي والاستشاريين في تحديد الأوزان المختلفة.

المصادر والمراجع العربية

- آل الشيخ، عبد الملك بن عبد الرحمن . 2006. حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية. المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية
- البنك الدولي. 2009. تقرير بعنوان سياسات التسعير الإسرائيلي للمياه.
- أبو بكر، أمين. 1994. قضاء الخليل. منشورات لجنة بلاد الشام. الجامعة الأردنية.
- أبو سمور، حسن . 1997. تغيير الغطاء النباتي توزيعاً وكثافة في حوض وادي العالوك خلال الفترة 1960 – 1996. مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية. المجلد 24.
- أبو ظاهر، كامل. 2000. الحصاد المائي في قطاع غزة. فلسطين.
- أبو عمرو، أكرم، وهدي حمودة. 2001. ورشة عمل حول: الانتهاكات الإسرائيلية في قطاع المياه الفلسطيني. مركز المعلومات الوطني الفلسطيني. فلسطين.
- إسماعيل، محمود شعبان. 2012. نظام المياه في إسرائيل وأثره على المياه الفلسطينية.
- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني . التجمعات السكانية في محافظة الخليل حسب نوع التجمع وتقديرات أعداد السكان 2007-2016.
- www.pcbs.gov.ps/Portals/_Rainbow/Documents/hebroa
- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. 2000. إحصاءات المياه في الأراضي الفلسطينية.
- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني . 2008. استعمالات الأراضي في الأراضي الفلسطينية 2007. رام الله. فلسطين.

- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2008. التعداد العام للسكان والمساكن والمنشآت، 2007. رام الله - فلسطين.
- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. 2009. التعداد العام للسكان والمساكن - 2007. النتائج النهائية. رام الله.
- الخزامى عزيز، محمد . 1998. نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين . منشأة المعارف، الإسكندرية.
- العطاونة، نواف، ووائل عوض الله . 2002. مفهوم التنوع الحيوي ودور الحصاد المائي في حفظه . تقنيات الحصاد المائي الزراعي. مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين. فلسطين.
- العمري، عطية. 2001. جغرافية فلسطين. مركز القطان للبحث والتطوير التربوي، غزة.
- الكحلوت، محمد علي. 2005. مخالفات البناء التنظيمية وأثرها على البيئة العمرانية في قطاع غزة. مجلة الجامعة الإسلامية (سلسلة الدراسات الطبيعية والهندسية) المجلد الرابع عشر - العدد الأول، ص 73 - 103.
2006. غزة، فلسطين.
- اللوزي، سالم. 2004. تعزيز استخدام تقانات حصاد المياه في الدول العربية . المنظمة العربية للتنمية الزراعية . عمان، الأردن.
- المطري، أحمد سيف . 2000. تقنيات حصاد مياه الأمطار في دولة الإمارات العربية المتحدة . الإمارات العربية المتحدة.

- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 1999. تحسين أساليب حماية وصيانة الموارد المائية السطحية والجوفية في الدول العربية. الخرطوم، السودان.
- جناد، أحمد. 2005. أنشطة المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة في حصاد المياه: حلقة عمل حول حصاد مياه الأمطار والتغذية الاصطناعية. طرابلس، ليبيا.
- خضير، ثعبان كاظم. 1998. هندسة السيطرة على المياه. دار الشروق، عمان، الأردن.
- ذيب، عويس، ديتير برينز، أحمد حاجم. 2001. حصاد المياه: استثمار المعرفة المحلية من أجل مستقبل البيئات الجافة. حلب، سورية.
- راضي، محمود دياب. 1992. العلاقة بين الجريان السطحي والأمطار في وادي سمائل بسلطنة عُمان . الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية 141، الكويت.
- سلطة المياه الفلسطينية. 2010. الإستراتيجية القطاعية للمياه في فلسطين.
- عايد، عبد القادر، وصايل الوشاحي . 1999. جيولوجية فلسطين والضفة الغربية وقطاع غزة . مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين. القدس.
- عبد العزيز، محمود فوزي. 1996. معجم هندية المياه. الطبعة الثانية، أكاديميا، بيروت.
- عزاف، شكري. 2004. المواقع الجغرافية في فلسطين - الأسماء العربية والتسميات العبرية. مؤسسة الدراسات الفلسطينية، بيروت، لبنان.
- عوض الله، وائل. 2002. تقنيات الحصاد المائي الزراعي. الهيدرولوجيين الفلسطينيين. الخليل.

- غانم، عبد النور علي . 2008 . دراسة أسباب الفيضانات في المناطق الجافة وشبه الجافة وأساليب السيطرة عليها: دراسة فيضانات مدينة معبر باليمن. بحث مقدم إلى ندوة إدارة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية، وزارة الشؤون البلدية والقروية، بتاريخ (21 - 24/4/1429هـ)، الرياض.
- غويش، أسامة. 2008. حصاد المياه وأهميتها في تنمية الموارد المائية العربية.
- كوزم، جورج. 2006. الحصاد المائي: تقنيات وتطبيقات. سوريا.
- مركز الدراسات الفلسطينية. 1990. المياه في المخططات الصهيونية. تقارير سياسية رقم 35، دمشق 85، ص 55-56.
- مركز غزة للحقوق والقانون. 1990. المياه في الأراضي الفلسطينية.
- معهد الأبحاث التطبيقية - القدس (أريج). 2010. قاعدة بيانات نظم المعلومات الجغرافية . بيت لحم - فلسطين.
- وزارة الزراعة الفلسطينية - MOA . 2006 . <http://www.moa.pna.ps>
- وهيبه، علي. 1986. الجغرافيا البشرية. ط1. المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر. القاهرة.

المقابلات الشخصية

- مقابلة شخصية مع الدكتور إبراهيم مخارزة، بتاريخ 29 - 1 - 2012.
- مقابلة شخصية مع رئيس بلدية الظاهرية المهندس سامي اشنيور، بتاريخ 25 - 2 - 2012.
- مقابلة شخصية مع الدكتور شداد العتيبي رئيس سلطة المياه، بتاريخ 21-3-2012.

المراجع والمصادر الأجنبية

- Abdulfattah, Kamal. 1981. Mountain Farmer & Fella in 'Asir Southwest Saudi Arabia. Erlangen, German.
- Al-Daghasani, Hakmat S. 2009. Water Harvesting Search in Ninevah Governorate Using Remote Sensing Data. University of Mosual – Remote Sensing Center.
- Al – Gamdi, S. 1991. Estimating Runoff Curve Numbers of the Soil Conservation Service in Arid and Semi-arid Environments Using Remotely Sensed Data. A dissertation Submitted to the Faculty of the University of Utah, USA.

- Al – Jaber, S. 2009. Estimation of Runoff for Agricultural Watershed Using SCS Curve Number and GIS. www.iwtc.info/2009_pdf/14-6.pdf
- Al – Nubani, N. I. 2000. Rainfall – Runoff Process and Rainfall Analysis for Nablus Basin. M.Sc. Thesis, Faculty of Graduate Studies, An – Najah National University, Nablus, Palestine.
- Applied Research Institute – Jerusalem (ARIJ). 1996. Environmental Profile for the West Bank. Volume 5, Nablus Profile. Palestine.
- Applied Research Institute (ARIJ). 2011. Hebron Village Profile. Bethlehem.
- Borthakur, Saponti. 2009. Traditional rain water harvesting techniques and its applicability. India Journal of Traditional Knowledge, Vol. 8 (4), pp. 525–530.
- Critchley, W. and K. Siegert. 1991. Water Harvesting. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 1991. Water Harvesting.
- FAO. 1994. Water Harvesting for Improved Agricultural Production.
- Fealy, R., C. Buckley, S. Mehan, A. Melland, P. Mellander, G. Shortle, D. Wall. 2010. The Irish Agricultural Catchments Programme: catchment

- selection using spatial multi-criteria decision analysis. British Society of Soil Science.
- Gupta, Peter. 2008. Geo-Spatial Modeling of Runoff Large Land Mass: Analysis, Approach and Results for Major River Basing of India. www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/2_pdf/1_WG-II-1/11.pdf
 - Harshi, Weerasinghe, Schneider Uwe A. and Löw Alexander. 2010. Water Harvest – and Storage – Location Optimization Model Using GIS and Remote Sensing. Hamburg, Germany.
 - Hutchinson, G. R.m and M. A. Garduno. 1981. Rainfall Collection for Agricultural in Arid and Semiarid Regions. Proceedings of a Workshop, University of Arizona, USA. Commonwealth Agricultural Bureaux, UK.
 - Land Research Center (LRC). 2010. Soil Characterization: Southeastern Part of Hebron Governorate. Halhul, West Bank.
 - Libiszewski, S., 1995. Water Disputes in the Jordan Basin Region and their Role in the Resolution of the Arab-Israeli Conflict.
 - McCuen, R (Year Unknown). Aguide to Hydrologic Analysis Using SCS Methods. University of Maryland, UAS.

- Moore, T & Al – Rehaili, M. 1989. Geologic Map of the Makkah Quadrangle. Sheet 21D, Ministre of Petroleum And Mineral Resources, Jiddah.
- Oweis, T. Y., A. Oberle and D. Prinz. 1998. Determination of potential sites and methods for water harvesting in central Syria. Advances in GeoEcology 31: 83–88
- Palestinian Metrology Office. 2011.Rainfall Data.
- Palkar, M.. 2009. Site Suitability analysis for water harvesting structures in Suriyawewa, Hambantota district using GIS techniques. India.
- PHG. 2006. Water Monitoring Report in Palestine. Ramallah, Palestine.
- Phillips, Ann Audrey. 2005. City of Tucson water harvesting, Guidance Manual. Tucson , Arizona.
- Prinz, Dierter, Theib Oweis and Oberle. 1998. Rainwater Harvesting for Dry Land Agricultural – Developing a Methodology Based on Remote Sensing and GIS. International Congress Agricultural Engineering, ANAFID, Rabat, Morocco.

- Science for a changing world. 2006. San Francisco Bay Region Geology & Geologic Hazard: What is a Fault?.
http://geomaps.wr.usgs.gov/sfgeo/quaternary/stories/what_fault.html
- Shammout, Mary. 2003. Land Use Options for Surface Water Management in Zerqa River Basin Using Modeling Tools. Jordan.
- Sinha, A. K., S. P. Yadav and Shyamanuj Dubey. 2000. Targeting Sites For Rainwater Harvesting with Remote Sensing: A Case Study From Jaipur City and Its Hinterland, Western India. Department of Geology, University of Rajasthan, Jaipur, India.
- Soil Conservation Service. 1972. Runoff Curve Numbers for Selected Agriculture, Suburban, and Urban Land Use. Section 4. Mecosta County Drain Commissioner.
- Sorman, A. 1993. Application of the TR-55 Model to Storms in Arid Climate Case Study: Upper Tabalah, The Kingdom of Saudi Arabia. JKAU, Mete..Ennvi., Vo4, pp101-109, Jeddah.
- USDA–SCS. 1985. Natural Engineering Handbook, section4. Department of Agricultural, USA.
- USDA–TR55. 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds. Department of Agriculture, USA.

- Wifag, Hassan Mahmoud, Jackson Roerhrig and Ettayeb Ganawa. 2007. Assessing the potential of Floodwater Harvesting in Seleit Area Wadis, Sudan – using Remote Sensing and GIS. Conference on International Agricultural Research for Development, University of Kassel – Witzenhausen and University of Gottingen.