"تحليل شبكة الأودية وتحديد المواقع الأفضل لإقامة السدود في السفح الغربي لهضبة الخليل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS.

أحمد رأفت غضية (أستاذ مساعد)
قسم الجغرافيا– جامعة النجاح الوطنية
ahmed@najah.edu

محمد عبد الله برقان (ماجستير جغرافيا)
جامعة النجاح الوطنية

ملخص

يعاني الفلسطينيون في الضفة الغربية وقطاع غزة من نقص حاد في مصادر المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة، والسبب في ذلك هو سيطرة الاحتلال الاسرائيلي الكاملة على تلك المصادر، وعدم السماح للفلسطينيين باستغلالها الا بالقدر الذي يسمح به الاحتلال. يسعى الفلسطينيون إلى تعظيم الاستفادة من الموارد المائية المتاحة وخاصة المياه السطحية عن طريق حفر آبار الجمع في منازلهم، إلا أن كمية المياه التي يمكن تخزينها في تلك الآبار محدودة، لذلك هدفت الدارسة إلى تسخير تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسة أفضل المواقع لإنشاء السدود في منطقة الدراسة، واستخدمت الدراسة معايير طبيعية وبشرية في اقتراح أفضل المواقع لإنشاء السدود، وتم اعتماد خطوط الكنتور بفاصل رأسي 5 متر في تحليل السطوح الطبوغرافية بالاعتماد على مجموعة من البرامج المتكاملة من برمجيات نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة في (ArcGIS 10.1) وامتداده (Arc Hydro 2.0).

أظهرت الدراسة ان هناك 15 موقعا لإقامة السدود بقدرات تخزينيه متفاوتة، وتم تحديد 3 مواقع هي الأفضل من حيث القدرة التخزينية لإقامة السدود، حيث بلغ مجموع كمية المياه الجارية الفعلية في احواض منطقة الدراسة 21315000 م^3.

كلمات مفتاحية: الخليل، شبكة الأودية، نظم المعلومات الجغرافية، السدود.

مقدمة الدراسة ومنهجيتها

المقدمة

تعتبر شبكات التصريف النهري الوسط الذي تتحرك فيه المياه ضمن الأحواض النهرية، وتتأثر بخصائص التضاريس، وتعتبر انعكاسا طبيعيا لها في المراحل الحتية الاولى، لكنها سرعان ما تبدأ في تشكيل خصائص السطح، وتؤثر الخصائص الجيولوجية والمناخية والنباتية بشكل مباشر على تلك الخصائص، لذلك تعتبر هذه الدراسة من الدراسات الاولى التي اهتم بها علم الجيومورفولوجيا، وحديثا دخلت نظم المعلومات الجغرافية كأداة فاعلة في الدراسات الجيومورفولوجية (أشكال السطح) الكمية، وقد زاد الاهتمام بالدراسات المورفومترية (القياسات من أشكال السطوح) لشبكات الأنهار بعد الدراسة الرائدة لهورتون في النصف الأول من القرن الماضي (1945، Horton)، وتبع ذلك مجموعة من الباحثين أمثال (1957، Strahler) و (1966،Shreve)، و (صبري التوم، 2011). أظهرت تلك الدراسات أن الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية هي نتاج العوامل الطبيعية المتمثلة في التكوين الصخري، والبنية

الجيولوجية، والمناخ، والغطاء النباتي. وظهرت حديثا دراسات استخدمت نظم المعلومات الجغرافية في التحليل الهيدرولوجي مثل دراسة صبري حمدان (صبري حمدان، 2010).

وبسبب قلة الموارد المائية المتاحة في المنطقة نتيجة استيلاء الاحتلال الإسرائيلي على معظمها وتحديده كمية المياه المسموح للفلسطينيين باستخدامها في الزراعة، أصبح موضوع إيجاد مصادر جديدة واستغلال المتوفر منها بالطريقة المثلى في غاية الأهمية، ويعد حصاد المياه السطحية أهم وأقدم التقنيات المعروفة في هذا المجال.

مشكلة الدراسة

تعاني منطقة الخليل كبقية مناطق الضفة الغربية من شح المصادر المائية المتاحة، نتيجة سيطرة سلطات الاحتلال الاسرائيلي على تلك الموارد، ويذهب جزء من المياه السطحية عبر الاودية دون استغلال نظرا لوعورة تضاريس المنطقة وانحداراتها الشديدة. بالتالي تأتي هذه الدراسة لتسلط الضوء على امكانية استغلال المياه السطحية والمساهمة في التخفيف من حدة ازمة المياه في منطقة الدراسة. ويبلغ معدل التساقط السنوي على منطقة الدراسة 700 ملم في اقصى شمال منطقة الدراسة و250 ملم في جنوبها (الإدارة العامة للمياه الزراعية والري، تقرير الامطار السنوية، 2001–2013)، وهذا المعدل الجيد للأمطار يعود الى مواجهة المنطقة للمؤثرات القادمة من البحر المتوسط من جهة والى ارتفاع المنطقة عن سطح البحر حيث يتراوح بين 420م في الجنوب و 102م في الشمال.

أسئلة الدراسة

1- ما مدى ملاءمة الأحواض لتجميع المياه؟
2- ما هي أفضل المناطق لإنشاء السدود؟
3- ما هي القدرة التخزينية للسدود المقترحة من خلال حساب المياه الجارية؟

أهمية الدراسة

تكمن أهمية هذه الدراسة في أنها توفر قاعدة بيانات تفصيلية عن المنطقة للمخططين والباحثين من خلال استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، كما أنها تتناول موضوعا هاما يتعلق بإمكانية استغلال المياه السطحية والتقليل من حدة مشكلة عدم توفر الكميات الكافية من المياه للسكان بسبب السيطرة الإسرائيلية الكاملة على الموارد المائية الفلسطينية، خاصة أن المنطقة بشكل عام تشهد تناقصا تدريجيا في معدلات الأمطار وارتفاع في معدلات الحرارة، فقد أشار (زيتون وشحادة 2015) في دراسة لهما حول مؤشرات التغير المناخي في شمال الأردن الى التناقصفي معدلات لأمطار في الأردن في الفترة 1937–1976 بنسبة تتراوح بين 5–20%، كما أشارت الدراسة الى ارتفاع معدلات الحرارة العظمي بين 0.3–1.8 درجة خلال الخمسة عقود الماضية.

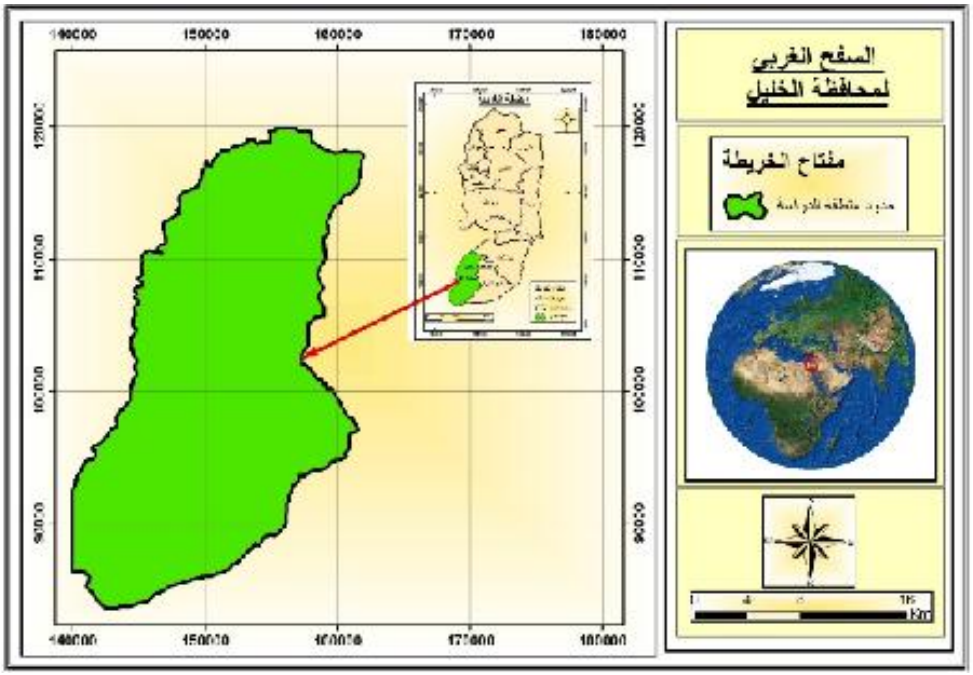
أهداف الدراسة

هدفت الدراسة إلى:

1- بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية للسفح الغربي لمحافظة الخليل باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية.
2- تحديد الموقع الأفضل لإقامة السدود من اجل استغلال المياه السطحية بالاستعانة بنظم المعلومات الجغرافية، للمساهمة في حل مشكلة شح الموارد المائية المتاحة في منطقة الدراسة.

منطقة الدراسة

تمثل منطقة الدراسة السفح الغربي لهضبة الخليل وتشمل الحوض الأعلى والأوسط لوادي الخليل، وتقع منطقة الدراسة في القسم الجنوبي من سلسلة جبال فلسطين الوسطى، وتبلغ مساحتها حوالي 479 كم^2، والخريطة رقم (1) تبين منطقة الدراسة



الخريطة رقم (1): منطقة الدراسة (السفح الغربي لمحافظة الخليل)

المصدر: من عمل الباحثان بالاستعانة بخط تقسيم المياه في محافظة الخليل و(ArcGIS).

منهجية الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على استخدام المنهج الوصفي التحليلي بالاستعانة بنظم المعلومات الجغرافية (GIS) في أجراء العمليات التحليلية اللازمة، وبالتحديد أداة بناء النموذج الهيكلي Model Builder في تحديد المواقع الأفضل لإقامة السدود. أما مصادر البحث فتتمثل في مجموعة من الخرائط الموضوعية مثل الخرائط الطبوغرافية وخرائط الأودية والتربة والجيولوجيا، واستخدمت ايضا صور جوية لعام 2014 بنسبة وضوح 25 سم، وخطوط كنتور بفاصل رأسي (5م).

واعتمد ،الباحثان في جمع المعلومات على المصادر التالية :

- المصادر المكتبية: و تشمل الكتب، ورسائل الماجستير، الدوريات التي تتعلق بموضوع الدراسة.
- المصادر الرسمية: و تشمل الجهاز المركزي للاحصاء الفلسطيني، ومركز الإحصاء الإسرائيلي، ووزارة الحكم المحلي.
- المصادر غير الرسمية : النشرات ، التقارير و ورشات العمل الصادرة عن المؤسسات ذات العلاقة.

الدراسات السابقة

من أهم الدراسات التي لها علاقة بموضوع الدراسة:

أولا: دراسة محمد بني دومي (بني دومي، 2016) بعنوان **(The Relationship Between Precipitation and Topography in Northern Jordan Using Principal Component- Based GIS Analysis)**، تناول الباحث العوامل المؤثرة في التساقط في شمال الأردن واستنباطها من المتغيرات الجغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتم فحص متغيرات الإرتفاع عن سطح البحر والإنحدار والإتجاه والموقع الجغرافي. أظهرت نتائج الدراسة أن هناك علاقة طردية بين كمية التساقط وكل من والانحدار والارتفاع، في حين كانت العلاقة عكسية بين التساقط والموقع الجغرافي.

ثانيا: دراسة زياد مخامرة ويسرى الحسبان (مخامرة والحسبان، 2016) بعنوان **(تحليل الخصائص الجيومورفولوجية للحرة الأردنية باستخدام نموذج التضرس الرقمي ونظم المعلومات الجغرافية)**، هدفت الدراسة الى تحديد الخصائص الجيومورفولوجية وخصائص الشبكة المائية التي تطورت في ظل حقول اللابة البركانية باستخدام الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، واعتمدت الدراسة على تحليل نموذج التضرس الرقمي DEM و GIS، وقد تم تقسيم منطقة الدراسة على أساس الإرتفاع النسبي الى عدة أقسام، كما اتصفت المنطقة بالتجانس في درجات الإنحدار، وتم تحديد الأشكال الأرضية بناء على الخصائص الجيومورفولوجية والإنحدار، وبناء على الخصائص الهيدرولوجية أمكن تحديد مناطق المساقط المائية وأماكن حصاد المياه التي يمكن استخدامها لإدارة المنطقة زراعيا ورعويا.

ثالثا: دراسة يسرى الحسبان ودلال زريقات (الحسبان وزريقات، 2015) بعنوان **(الخصائص المورفومترية لحوض نهر الزرقاء في الأردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج التضرس الرقمي)**، هدفت الدراسة الى التحليل المورفومتري لحوض نهر الزرقاء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الإرتفاع الرقمي، وتضمنت القياسات المورفومترية (المراتب، والعدد، والتشعب، والكثافة التصؤيفية)، أظهرت الدراسة وجود تباين في مساحة الأحواض المائية الفرعية ضمن حوض الزرقاء، وتباين كبير في درجات الإنحدار، اذ تراوحت ما بين المناطق المستوية التي شكلت 71.7% من مساحته، أما المناطق الجرفية فشكلت 3.6%، وبلغت نسبة تضس الحوض 11.3م/ كم.

رابعا: دراسة عبد العظيم قدورة مشتهى وآخرون (مشتهى، 2013) بعنوان **(بعض الخصائص المورفومترية لوادي غزة باستخدام النمذجة الرقمية لنظم المعلومات الجغرافية)**، تناول الباحثون وادي غزة بأحواضه الفرعية التفصيلية بالدراسة من الناحية المورفومترية، واستخدم الباحثون بيانات القمر الصناعي SRTM3 لتنفيذ الدراسة وبدقة منخفضة (90م). أظهرت الدراسة تفاوت الخصائص المورفومترية بين الحوض الكبير لوادي غزة والأحواض الداخلية الفرعية التي يتكون منها، وأوصت الدراسة بضرورة إجراء بحوث تفصيلية لأجزاء الحوض.

خامسا: دراسة قام بها صهيب خضر ورائد فيصل (خضر وفيصل، 2011) بعنوان **(الدلالة الهيدرولوجية السطحية لحوض وادي العجيج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)**، هدف البحث إلى دراسة الهيدرولوجية السطحية لحوض وادي العجيج ودلالاتها باستخدام (GIS)؛ من خلال تحليل خصائصها الطبيعة المتمثلة بالتكوين الجيولوجي والمناخ والتضاريس والتربة، وكذلك خصائص المظهر الأرضي (المورفومتري والانحدار)، كل هذه الخصائص_أظهرت دلالة هيدرولوجية في الحوض تتلخص بحصول فواقد للمياه السطحية بفعل الإرتشاح، كما أوضحت الدراسة كمية التصريف المائي تقدر ب (359.78 م ^{3}/ثانية)، إذا كان التساقط المطري بعمق (25 ملم) وباستدامة (9.10 ساعة) وبزمن تركيز (50.08 ساعة)، وقدر حجم الجريان السنوي المتوقع (1.217462237 مليار م^3)، وتم كذلك توضيح أهمية (GIS) في البحث استناداً لأهداف الدراسة من خلال رسم شبكة التصريف المائي وإجراء التحليل المورفومتري والانحدار وباستخدام تحميل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وباستخدام برامج (Arc GIS 9.3 و Arc hydro 1.3).

سادسا: دراسة Hamed Hassan Abdulla، (Abdulla, 2010) بعنوان **Morphometric Parameters Study for the Lower Part of Lesser Zap Using GIS Technique**، وهدفت هذه الدراسة بصورة عامة إلى إظهار إمكانية برامج نظم المعلومات في بناء قاعدة بيانات جغرافية للجزء الأسفل من حوض الزاب الأسفل، والاستفادة من تطبيقات النظم المختلفة لاستخراج المعاملات المورفومترية المحددة في هذه الدراسة، وذلك من أجل التخلص من نسبة التعميم التي تعاني منها القياسات المورفومترية بالطرق التقليدية باستخدام الخرائط الطبوغرافية والاستعاضة عنها ببيانات دقيقة ذات درجة وضوح مكاني عالية متمثلة في (Digital Elevation Model) أو ما يطلق عليه اختصارا (DEM)، والذي يساعدنا في رسم شبكة التصريف المائية بصورة دقيقة وواضحة.

سابعا: دراسة قام بها صبري محمد حمدان،(حمدان، 2010) بعنوان (**بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية –دراسة مقارنة)**، هدفت هذه الدراسة الى ابراز دور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في حساب الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف النهري، وتم تطبيق ذلك على الجزء الأعلى من حوض الرميمين في الأردن، ومن ثم بناء قاعدة بيانات رقمية للحوض ومقارنة ذلك بالبيانات المشتقة بالوسائل التقليدية المتعارف عليها والمتمثلة بالخريطة الكنتورية والصور الجوية والعمل الميداني.

ثامنا: دراسة قام بها نزيه العدرة، (العدرة، 2007) بعنوان **(جيومرفولوجية حوض التصريف النهري الاعلى من وادي الخليل)**، تناولت هذه الدراسة الحوض الاعلى من وادي الخليل الذي يشكل جزء من محافظة الخليل والتي تتميز بتباينات طبوغرافية كبيرة، وتناولت هذه الدراسة العوامل المؤثرة في الأشكال الجيومرفولوجية في المنطقة، وقام الباحث بتصنيف هذه الاشكال الى ثلاثة مجموعات كبرى وتحليلها مورفومتريا.

تاسعا: دراسة قام بها فرج حمامدة، (حمامدة، 2003) بعنوان **(أثر المناخ والسطح على النبات الطبيعي في منطقة الخليل)**، قامت هذه الدراسة بإظهار أثر العوامل الطبيعية والمناخية والبشرية على توزيع الغطاء النباتي وتنوعه، وأثرها على استغلال الأراضي الزراعية والمراعي، وأبرزت الدراسة مشكلة الزحف العمراني والصحراوي على الأراضي الزراعية وتدهور إمكانيات الأرض.

طبيعة منطقة الدراسة

أولا: التضاريس

تعد منطقة الدراسة جزءاً من جبال الخليل، والتي تعتبر جزء من محدب جيولوجي كبير يمتد من منطقة رام الله حتى بلدة الظاهرية (عواد، 1999)، وتمتاز منطقة الدراسة بالتباين في مظاهرها التضاريسية، وتحتوي على عدة أشكال تضاريسية، مثل المرتفعات الجبلية والأودية والسهول، ويمكن القول بأن منطقة الدراسة تنحدر بصورة عامة باتجاه الجنوب والجنوب الغربي، وهذا يتوافق مع الميل العام للمنحدرات الفلسطينية (الغربية)، و يبلغ أقصى منسوب شمال منطقة الدراسة (1020م) في حين يبلغ أدنى منسوب (420م) في جنوبها، وتتكون منطقة الدراسة من جبال وأودية متنوعة المناسيب والانحدارات، فالسفوح الغربية تتميز بأنها ألطف انحدارا من السفوح الشرقية، وذلك بسبب وجود شريط من التلال القديمة المسايرة للجبال القريبة من مسافة 56 كم بين الحائط الجبلي في الشرق والسهل الساحلي في الغرب، وينخفض هذا الشريط من ارتفاع 1000 متر فوق سطح البحر إلى 400 متر، ولقد أدى ارتفاع القسم الشمالي من السفوح الغربية إلى تعميق مجاري الأودية (العدرة، 2007)، كما أخذت نقطة توزيع المياه بالتراجع إلى جهة ظهر

الجبل بسبب قوة مياه الوادي الناتج عن وفرة الأمطار في هذا القسم من السفوح الغربية المواجهة للبحر المتوسط، بعكس أودية القسم الجنوبي من السفوح الغربية التي لم تستطع تعميق مجراها بسبب قلة أمطارها.

ثانيا: المرتفعات

ويمكن تقسيم المرتفعات الجبلية في هضبة الخليل إلى ثلاثة أقسام:

1- المرتفعات الشرقية:

تمتد بطول 25كم من الطرف الشمالي للحوض، وتمثل قمم هذه المرتفعات خطوطا لتقسيم المياه بين وادي الخليل غربا ووادي سعير واودية بنى نعيم ووادي السموع شرقا، إضافة الى ان هذه المرتفعات تشكل منطقة المنابع العليا لوادي الخليل من الجهة الشرقية. (الحمدان، 1998)

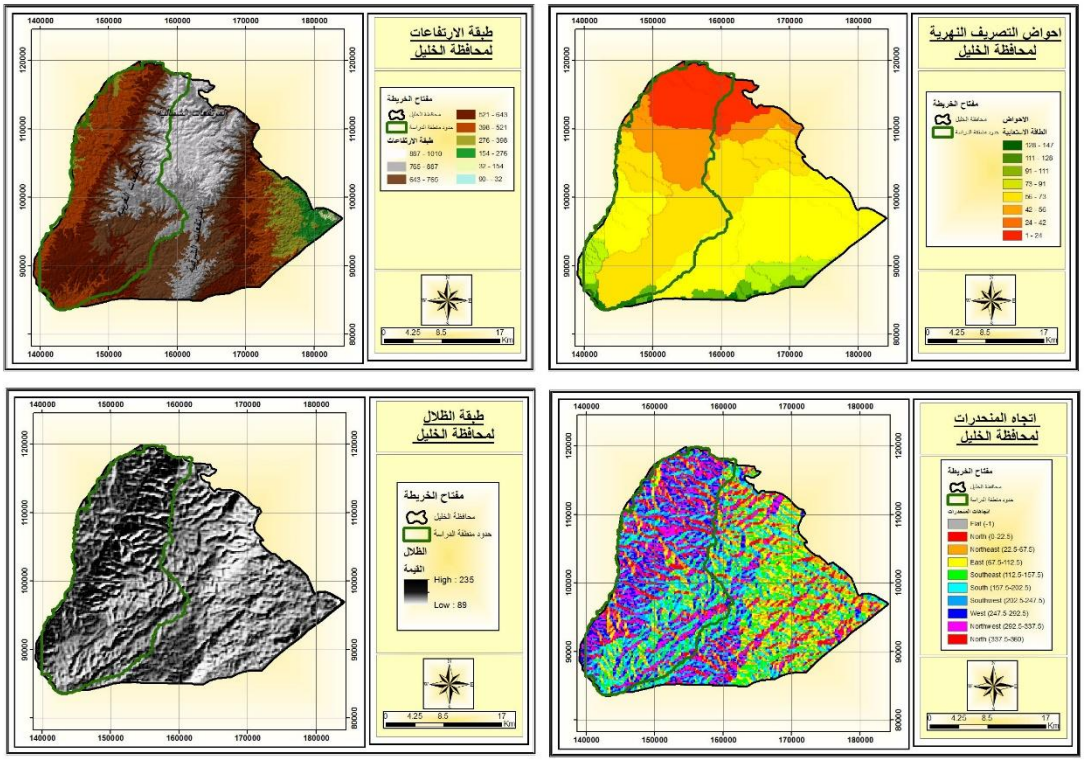
2- المرتفعات الشمالية:

وتمثل هذه المرتفعات اعلى منسوب في منطقة الحوض وتشكل المنابع العليا لوادي الخليل، و تبدو على شكل عقدة جبلية تتفرع الى شعبتين كبيرتين بالاتجاه جنوبا، وقد أدى تعمق الاودية في تلك المنطقة الى ابراز هذه المرتفعات على شكل كتل جبلية متقطعة.

3- المرتفعات الغربية:

وتمتد بطول 28كم، وتمثل قمم هذه المرتفعات خطوطا لقسيم المياه بين الاودية التي تجري غربا باتجاه البحر المتوسط مثل وادي الشقاق، ووادي الخليل شرقا، وتبدو هذه المجموعة على شكل كتل جبلية قطعتها المجاري المائية، وهي جزء من محدب الظاهرية الذي تأثر بفعل الصدوع العريضة وأدت الى تقطيعه الى كتل شبه منفصلة مشكلة بذلك العديد من الحافات الصدعية.

ويلاحظ من الخريطة (2) وجود تباين واضح بين الاحواض في السفح الغربي لمحافظة الخليل والأحواض في السفح الشرقي، من حيث عددها واتجاهات انحداراتها.



الخريطة رقم (2): الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان بالاستعانة بالخريطة الكنتورية بفاصل 5 متر

ثالثا: التركيب الجيولوجي للسفح الغربي لهضبة الخليل

تظهر في منطقة الدراسة مجموعة من التكوينات الصخرية التي يعود تاريخها الجيولوجي إلى الزمن الثاني والزمن الثالث، وتعود أقدم الطبقات الصخرية إلى العصر الكريتاسي، والخريطة رقم (3) توضح أهم التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة وهي على النحو التالي(عابد والوشاحي، 1999).

1- تكوين الألبيان:

تنتشر هذه المكاشف بأقصى الطرف الشمالي والشمال الغربي من جبال شرق دورا وفي منطقة نمرة بالخليل، ويقسم الألبيان في هذه المنطقة إلى قسمين: الألبيان الأسفل ويتألف من الحجر الجيري الدولوميت مع كميات قليلة من الصخور الطرية كالمارل، أما الجزء الأعلى فإنه يتألف من الحجر الجيري المارلي، وبذلك يكون الجزء السفلي أقل صلابة من الجزء العلوي، وتبلغ مساحته 67 كم^2 من المساحة الكلية، أي ما نسبته 10%.

2- تكوين السينومينيان:

يعتبر تكوين السينومينيان هو الأوسع انتشارا في المنطقة، حيث تبلغ مساحته حوالي 183 كم^2 من المساحة الكلية أي ما نسبته 28%، و يتكون بشكل أساسي من الدولوميت والكلس ويتراوح لون هذا التكوين ما بين الأصفر إلى البني، ويشكل غالبا تضاريس سهلية مكسوة بالتربة، ويعتبر هذا التكوين بشكل عام خزانا مائيا جيدا، حيث تتصف بقلة نفاذيتها.

3- تكوين التورينيان:

يتميز هذا التكوين بأن مكشفه مكون من الحجر الجيري الناعم الصلب جدا، ويستعمل كحجارة بناء ويحتل هذا التكوين المرتبة الثانية من حيث درجة الانتشار في منطقة الدراسة، حيث تبلغ مساحته 127 كم^2 أي ما نسبته 22%.

4- تكوين الكامبنيان:

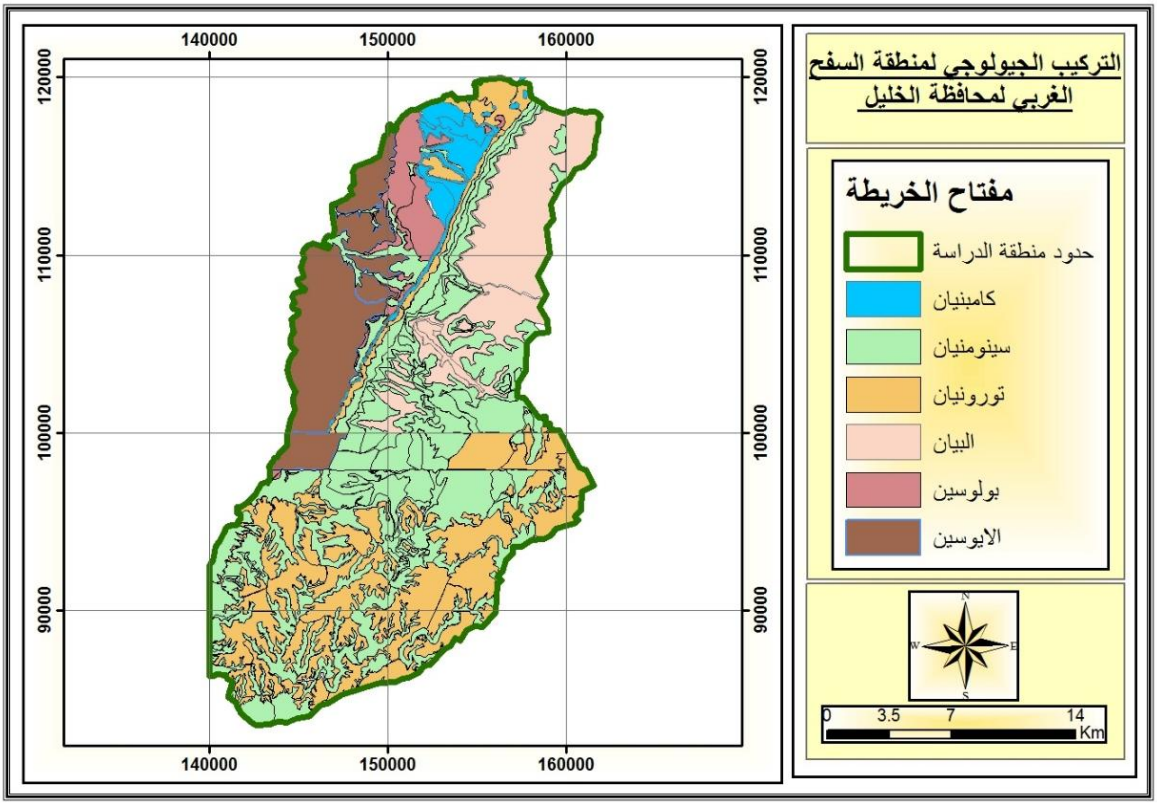
يتألف هذا التكوين من الطباشير، ويعتبر المكون الرئيسي لها، وعادة يكون أصفر اللون و بسمك قليل لا يزيد عن نصف متر، وينتشر في أقصى الشمال الغربي لمنطقة الدراسة، وهو أقل التكوينات الصخرية انتشارا في المنطقة، حيث تبلغ مساحته 16 كم^2 من مساحة المنطقة.

5- تكوين البليوسين:

ويعود إلى حقب الحياة الحديثة من العصر الثلاثي، ويتكون من صخور طينية ومارلية والرمل الخشن، وتبلغ مساحته 18 كيلومتر، أو 14% من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

6- تكوين الايوسين:

ويعود إلى حقب الحياة الحديثة من العصر الثلاثي، ويتكون من الصوان والحجر الجيري والدولوميت، وتبلغ مساحته 50 كم²، أي ما نسبته 10%، ويعتبر من أنواع الصخور الحاوية للمياه لقلة نفاذيته.



الخريطة (3): التركيب الجيولوجي للسفح الغربي لمحافظة الخليل

المصدر: عمل الباحثان بالاستعانة بخط تقسيم المياه في محافظة الخليل و(Arc GIS).

رابعا: أنواع الترب في منطقة الدراسة

التربة هي الطبقة الرقيقة الهشة التي تغطي صخور قشرة الأرض بسمك يتراوح بين بضعة سنتيمترات وعدة أمتار، وتتكون منطقة الدراسة من 3 أنواع من الترب كما توضح الخريطة رقم (4)، وهي على النحو التالي (العدرة، 2007):

1- تربة التيراروسا:

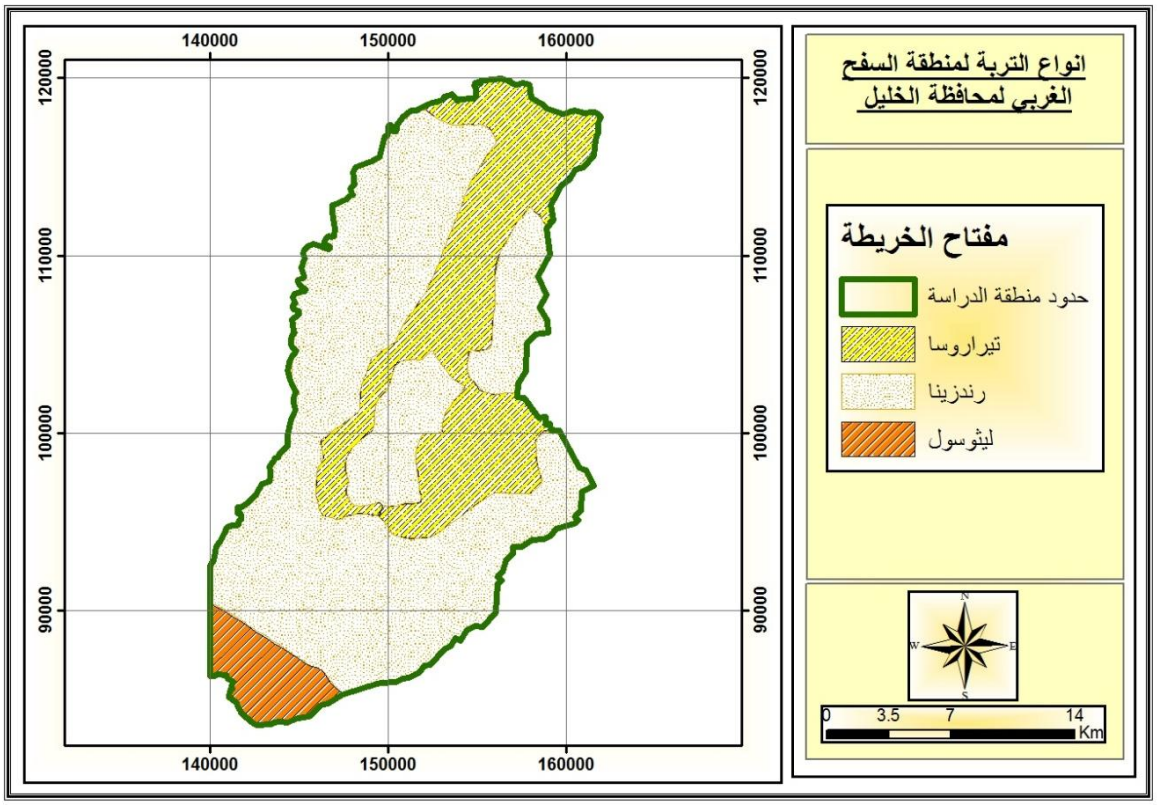
تنتشر هذه التربة في الأجزاء الشمالية والوسطى، حيث تبلغ مساحتها 135كم^{2}من المساحة الكلية ، أي ما نسبته 29%، وتنشأ هذه التربة على صخور الحجر الجيري والدولوميت الصلب.

2-تربة الرندزينا:

تنتشر هذه التربة في منطقة الدراسة في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية حيث تبلغ مساحتها 314 كم^2 من المساحة الكلية للمنطقة، أي ما نسبته 64%، وتنشأ هذه التربة من الصخور الجيرية الطرية أي على الطباشير والمارل ولا تنشأ على الصخور الجيرية الصلبة أبدا.

3-تربة الليثوسول:

تسود هذه التربة في أقصى الجنوب، و تبلغ مساحتها 25 كم ^{2} من المساحة الكلية للمنطقة، أي ما نسبته 7%، تنشأ هذه التربة من الترسبات المنقولة بفعل الرياح والسيول، وتتألف هذه الترسبات من الكوارتز.



الخريطة (4): أنواع الترب في السفح الغربي لمحافظة الخليل

المصدر: عمل الباحث بالاستعانة بخط تقسيم المياه في محافظة الخليل و(Arc GIS).

التحليل الهيدرولوجي واختيار افضل المواقع لإنشاء السدود

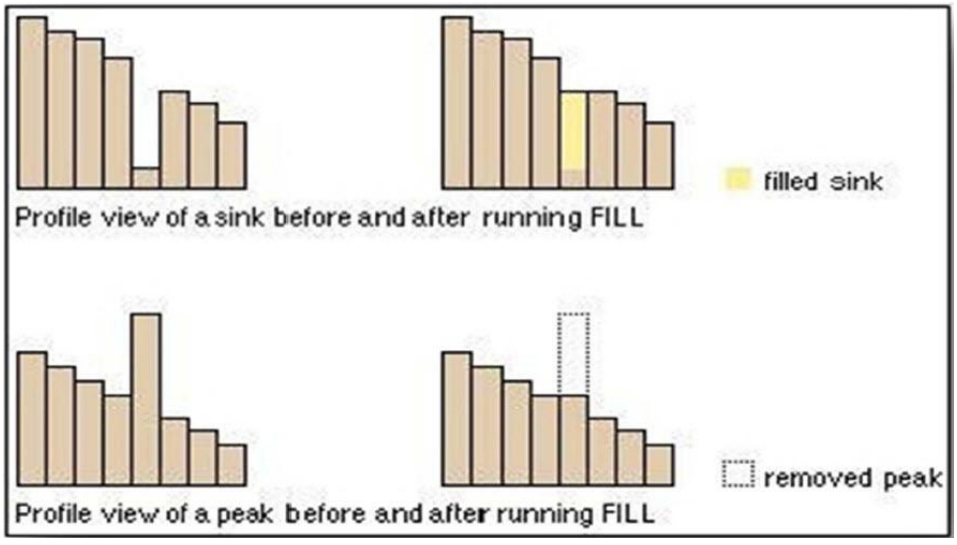
هناك العديد من النماذج أو برامج الحاسوب التي طورت لتحليل نماذج الارتفاعات الرقمية واستخلاص البيانات منها في التطبيقات الهيدرولوجية، حيث وظفت القياسات للتطبيقات الزراعية دون الإهتمام الكافي بالقياسات المورفومترية والتركيز على حساب الجريان السطحي والانحدار وعوامل التجوية. ويحتاج التحليل الهيدرولوجي للمنطقة الية عمل لاستخلاص طبقات احواض التصريف والمجاري المائية.

1- استخلاص طبقة الإرتفاعات الرقمية:

هناك العديد من الملفات الناتجة عن المسح الراداري للتضاريس الذي قامت به العديد من الأقمار الصناعية، واشهر هذه الأقمار هو مكوك الفضاء انديفور التابع لوكالة ناسا، وهذه الصور متوفرة لكل الدول، ولكن بدقة مكانية مختلفة. تم استخدام خرائط الكنتور المتوفرة في وزارة الحكم المحلي الفلسطيني بفاصل 5 متر، في إنتاج خرائط (DEM) بالدقة المناسبة لمنطقة الدراسة، ومن خلال تحليل السطوح في برنامج ArcGIS تم تحويل خريطة الكنتور إلى خريطة من نوع شبكة المثلثات غير المنتظمة Triangulated Irregular Network (TIN) وباستخدام أداة التحليل TIN To Raster تم تحويلها إلى خريطة DEM، والخريطة رقم (5) توضح ارتفاعات منطقة الدراسة.

2- معالجة القيم الشاذة في الارتفاع (Fill):

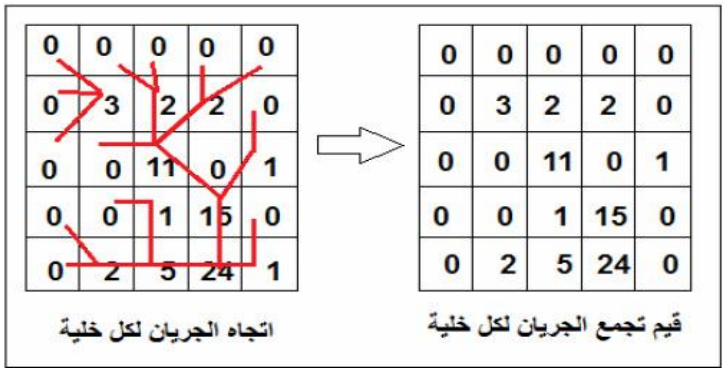
ملف الارتفاع يكون في صورة شبكية (Raster)، وكل خلية لها ثلاثة أبعاد (X،Y،Z)، والخلية ذات الارتفاع الأعلى تصب في الخلية ذات الارتفاع الأقل في سلسلة متتابعة، وتتواصل هذه السلسلة المتتابعة من ارتفاع اكبر الى ارتفاع اقل وهكذا، فاذا ما حدث شذوذ في هذا التتابع مثل وجود خلية ذات ارتفاع او انخفاض مثل وجود حفرة، فهذا يعني نهاية الوادي وبداية وادي جديد، وما هو في الحقيقة الا نفس الوادي، لذلك يتوجب إزالة هذا الارتفاع الشاذ او هذه الحفرة، وذلك بإعطائها متوسط قيم الخلايا المجاورة من خلال عملية تسمى Fill Sinks كما في الشكل (1) و الخريطة رقم (6).



الشكل (1): معالجة الخلايا الشاذة

3- انشاء طبقة اتجاهات الجريان (Flow Direction):

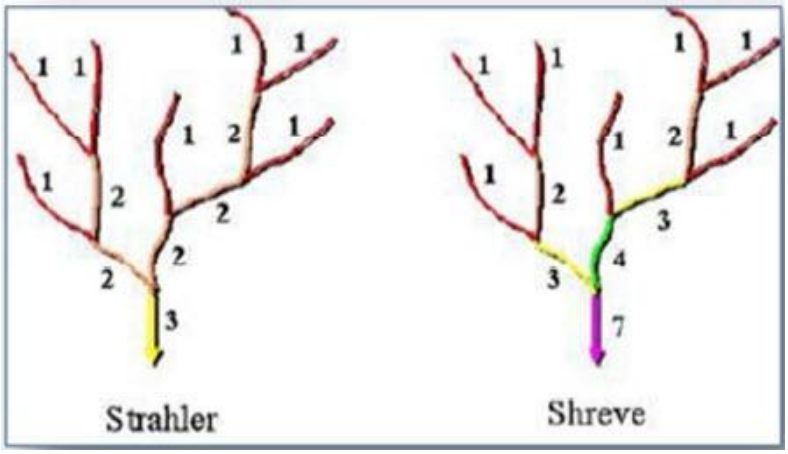
في هذه الخطوة يتم تحديد اتجاه الجريان للخلايا على أساس الارتفاع، ونلاحظ في هذه الخطوة أن التحليل يتم على مستوى الخلية وليس على مستوى الرافد، بمعنى أن كل خلية تؤدي إلى خلية مجاورة لها تكون اقل ارتفاعا منها، والملف الناتج عن هذه العملية يكون على صورة خلايا شبكية Rater، وكل خلية لها رقم من أصل 7 ارقام (1،2،4،16،32،64،128) وكل رقم يدل على اتجاه، والشكل رقم (2) والخريطة رقم (7) توضح هذه العملية.



الشكل (2): يوضح اتجاه جريان الماء

4-انشاء طبقة الرتب النهرية (Flow Accumulation):

الرتبة النهرية رقم يدل على قوة الوادي، وتعتمد الرتب النهرية على عدد الأودية التي تتجمع فيها المياه كما في الخريطة رقم (8)، والخريطة رقم (9)، ويستخدم برنامج Water modeling System في النمذجة الهيدرولوجية لتحليل الخصائص المورفومترية. وهناك طريقتان لتحديد الرتب النهرية: طريقة استيلر وطريقة شريف Strahler ، (1964) والشكل رقم (3) يبين الفرق بينهما.



الشكل (3): طريقة استيلر وشريف لحساب الرتب النهرية

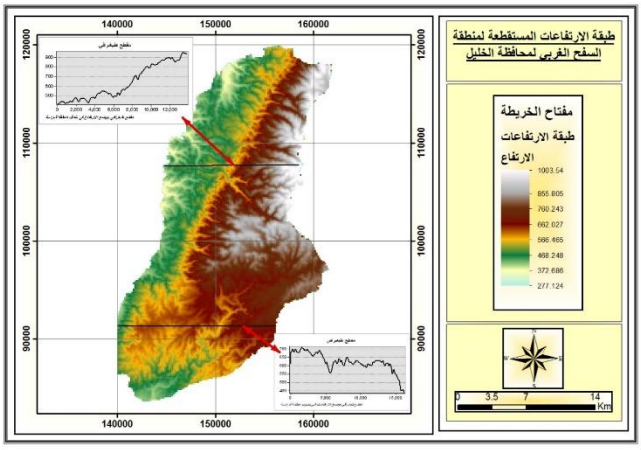
5- تحويل المجاري المائية من Raster الى Vector:

يتم تحويل المجاري المائية من raster الى vector لتصبح طبقة خطوط نستطيع التعامل معها في حساب اطوال الروافد النهرية وكثافتها، وعمل التحليلات اللازمة لها، والخريطة رقم (10) تبين الرتب النهرية من نوع Vector.

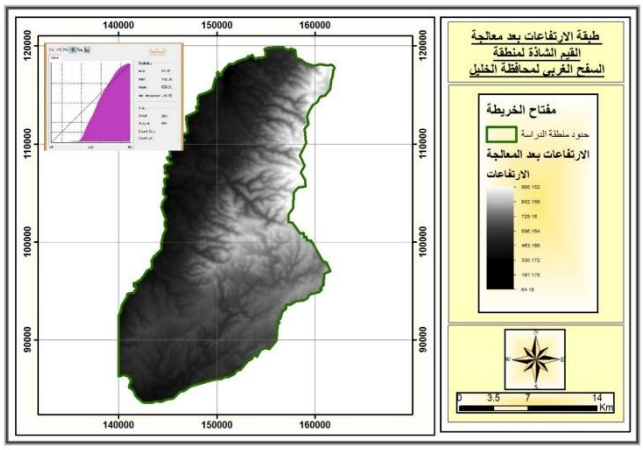
6- إنشاء طبقة أحواض التصريف (Basins):

يتم إنتاج هذه الطبقة التي تمثل حدود أحواض التصريف بإدخال طبقة اتجاه الجريان المائي، حيث أن اتجاه الجريان يمثل شكل اتجاه الجريان المائي الذي سيتم الاعتماد عليه في إنتاج خريطة مناطق التجمع المائي، ويعتمد التحليل على كمية سقوط الأمطار ومساحة المنطقة كما توضح الخريطة رقم (11)، ولأن المنطقة يوجد فيها أكثر من حوض، سيتم الإعتماد في التحليل على تقسيم الأحواض (Basins). وفي حالة التركيز على حوض محدد يتم استخدام (Watershed)، وتوضح الخريطة رقم (12) الاحواض في منطقة الدراسة.

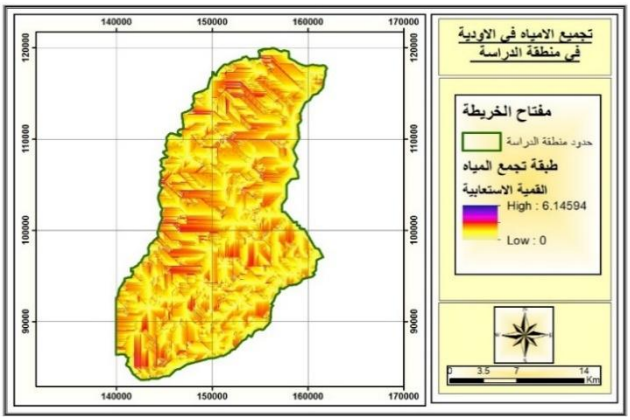
توضح الخريطة رقم (12) أحواض التصريف في منطقة السفح الغربي لمحافظة الخليل، ومن خلال الخريطة تبين وجود 12 حوض تصريف ولكن الأحواض الرئيسية في المنطقة هي 3 أحواض، وهي مرقمة (1،2،3)، وأكثرها استيعابا للمياه هو الحوض رقم (1) ويليه الحوض رقم (2) ويليها الحوض رقم (3). ومن الخريطة رقم (12) نلاحظ بان أكبر كمية امطار تتساقط على الحوض رقم (1) بسبب مساحته الكبيرة، وقد تم دراسة هذه الاحواض والمجاري المائية دراسة مورفومترية تفصيلية تناولت مساحاتها وعدد وأطوال مجاريها ورتبها.



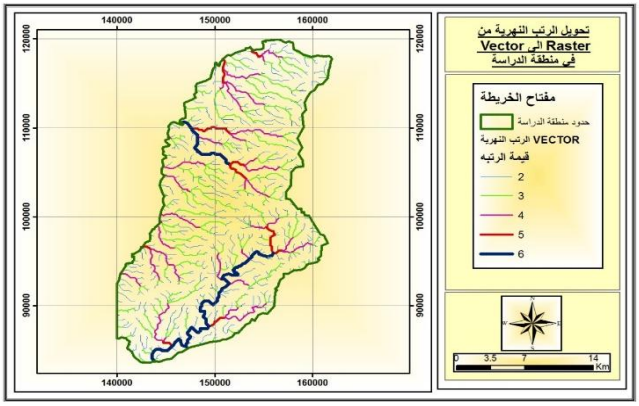
خريطة (5) الارتفاعات



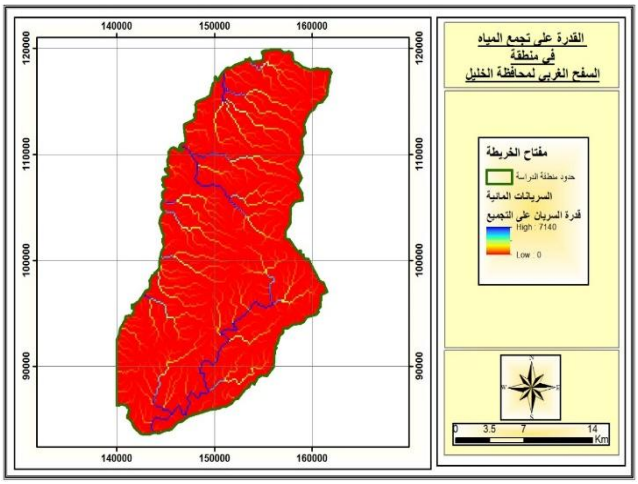
خريطة (6) معالجة القيم الشاذة



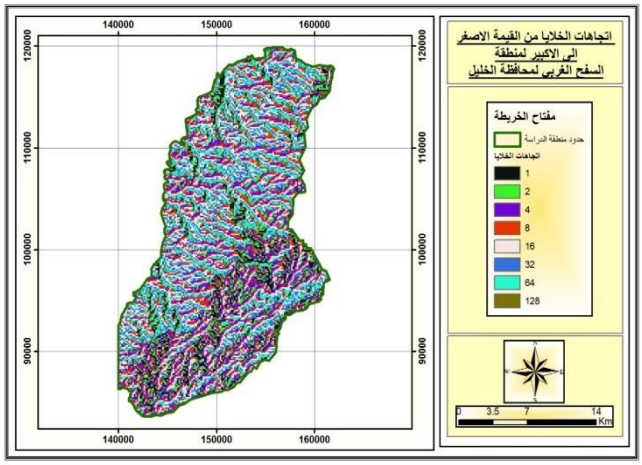
خريطة (7) اتجاه الخلايا



خريطة (8): السريانات المائية

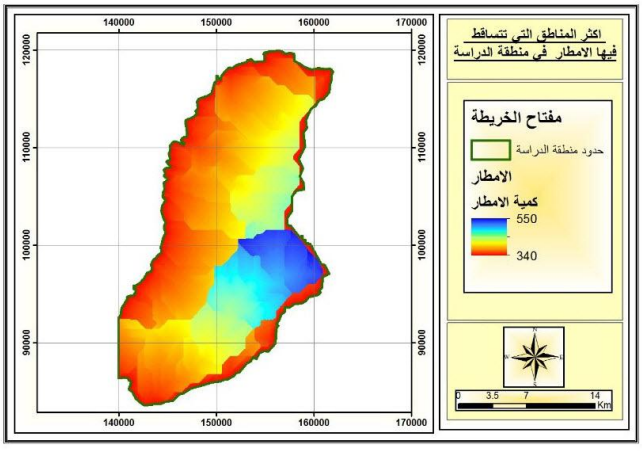


خريطة (9): القدرة الاستيعابية للمياه

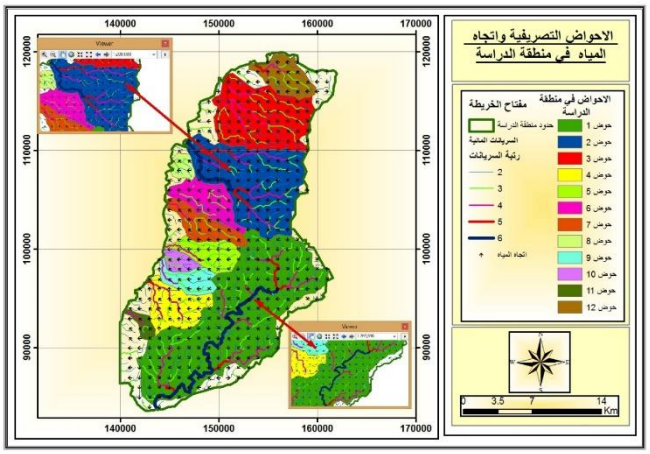


خريطة (10): تحويل الرتب النهرية من راستر إلى فكتور

.



خريطة (11): الأمطار في منطقة الدراسة



خريطة (12): الأحواض التصريفية

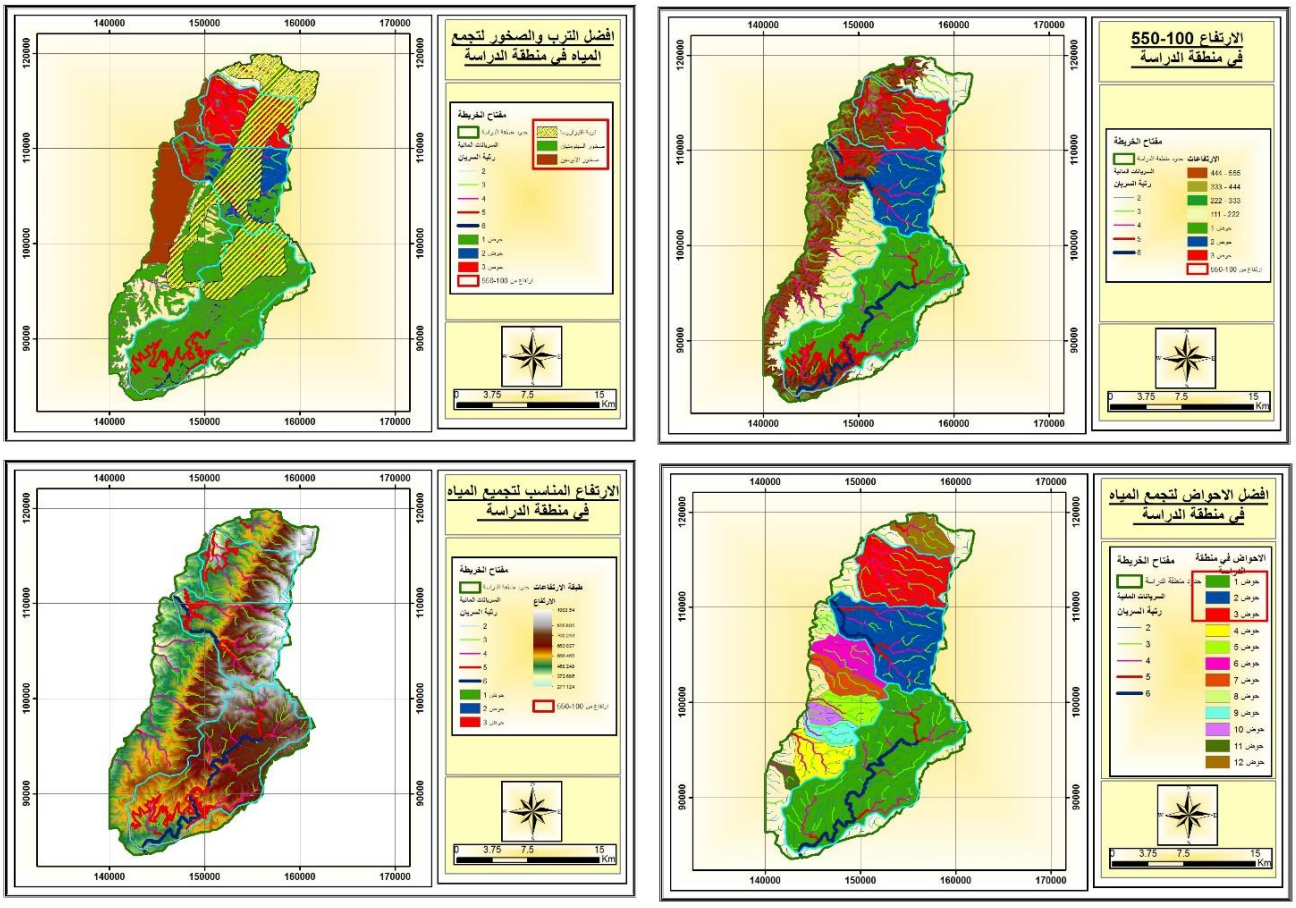
3-2: سدود تخزين المياه السطحية

تشكل سدود التخزين السطحية مصادر مائية مهمة، فهي تخزن مياه فيضانات الأودية على سطح الأرض وبين الجبال، ويتم تخزينها لاستخدامها لأغراض الإستخدام المنزلي والزراعة، أو من أجل الحماية من الفيضانات، وقبل البدء بعملية بناء السد يجب إجراء الدراسات لضمان أمان السد وعدم تهدمه بعد فترة قصيرة، ومن أهم الدراسات اللازمة قبل بناء السد:

1- دراسات جيولوجية: تشمل دراسة الطبقات الصخرية، وطبيعة المنطقة التكونية.
2- دراسات هيدرولوجية: وتشمل دراسة كميات الأمطار الساقطة والمياه السطحية والمياه الجوفية.
3- دراسات جيوتقنية: والتي تقوم بدراسة نفاذية التربة، وقياس خواص الصخور.
4- دراسات طبوغرافية: والتي تهتم بدراسة الارتفاعات وأشكال سطح الأرض والانحدارات.

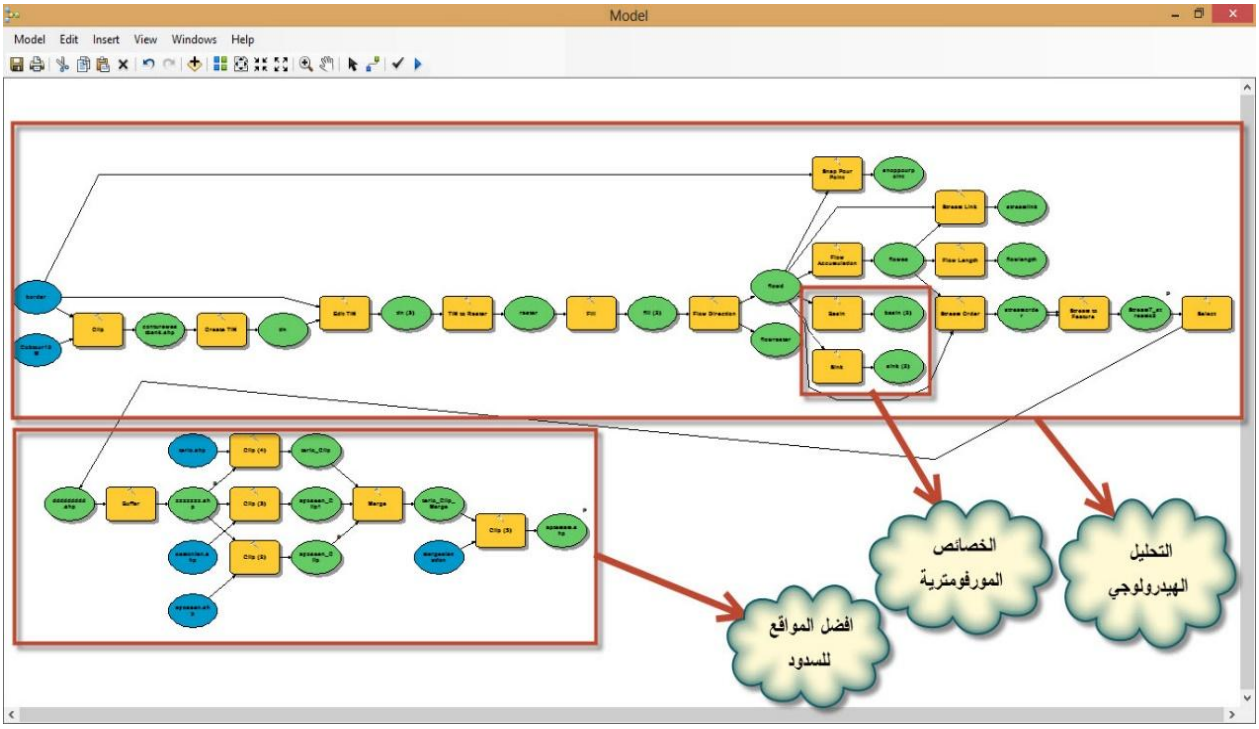
تبين الخرائط الجيولوجية بان تراكيب الأيوسين هي أكثر التراكيب الجيولوجية حفظا للمياه على عكس غيره من التراكيب، ويقع هذا التركيب في غرب منطقة الدراسة، حيث يبلغ اخفض ارتفاع فيها حوالي 335م فوق مستوى سطح البحر، وهو نفس المكان الذي يستحوذ على أكبر تجمعات للمياه بسبب وقوعه في مواجهة البحر المتوسط كما توضح مجموعة الخرائط رقم (13).

تم اقتراح موقعين للسدود باستخدام برنامج Model Builder في نظم المعلومات الجغرافية بناءً على مجموعة من المتغيرات ذات البعد المكاني والتي تؤثر على اختيار موقع اقامة السد، وهذه المتغيرات هي أنواع الصخور والتحليل الهيدرولوجي للمنطقة وطبغرافيتها ومساحة الأحواض وكمية التساقط (الشكل 4)، وما ويجدر ذكره بأن نوع التربة



الخريطة (13): توضح الدراسات التي قام بها الباحث لتعيين أفضل المواقع لإنشاء مواقع التجمع المائي.

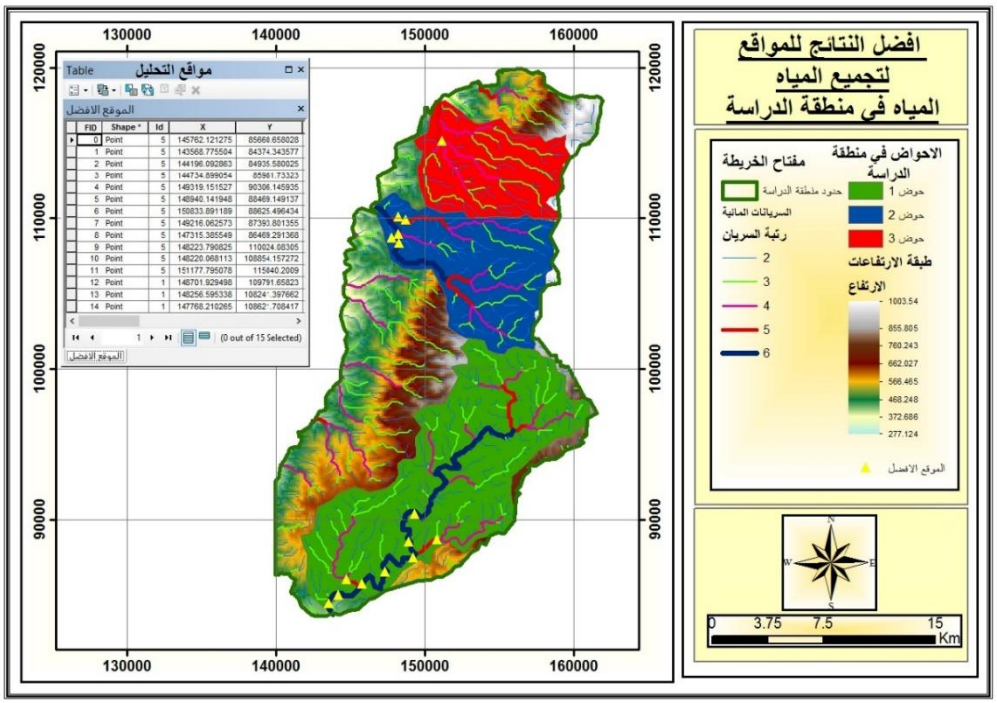
لم يؤخذ بعين الاعتبار بشكل اساسي، لان سمك التربة في المنطقة لا يتجاوز المتر وبالتالي لا يوجد لها تأثير كبير في اقتراح موقع السد، وسيقوم هذا الموديل (النموذج) بتحليل هذه العوامل لإنشاء السدود في أفضل المواقع التي تتوافق مع الصخور والتربة قليلة النفاذية، ومع التحليل الهيدرولوجي لتجمع المياه، والخريطة رقم (14) توضح تحليل الموديل، وسيتم الأخذ بعين الإعتبار أيضا الفوارق الطبغرافية الصغيرة في المنطقة للتخفيف من تكلفة البناء كما توضح الخريطة رقم (15).



المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على GIS والدراسات الهيدرولوجية المورفومترية والطبغرافية للمنطقة.

الشكل (4) النموذج الذي تم إعداده لتحديد أفضل المواقع لإنشاء السدود لتجميع المياه.

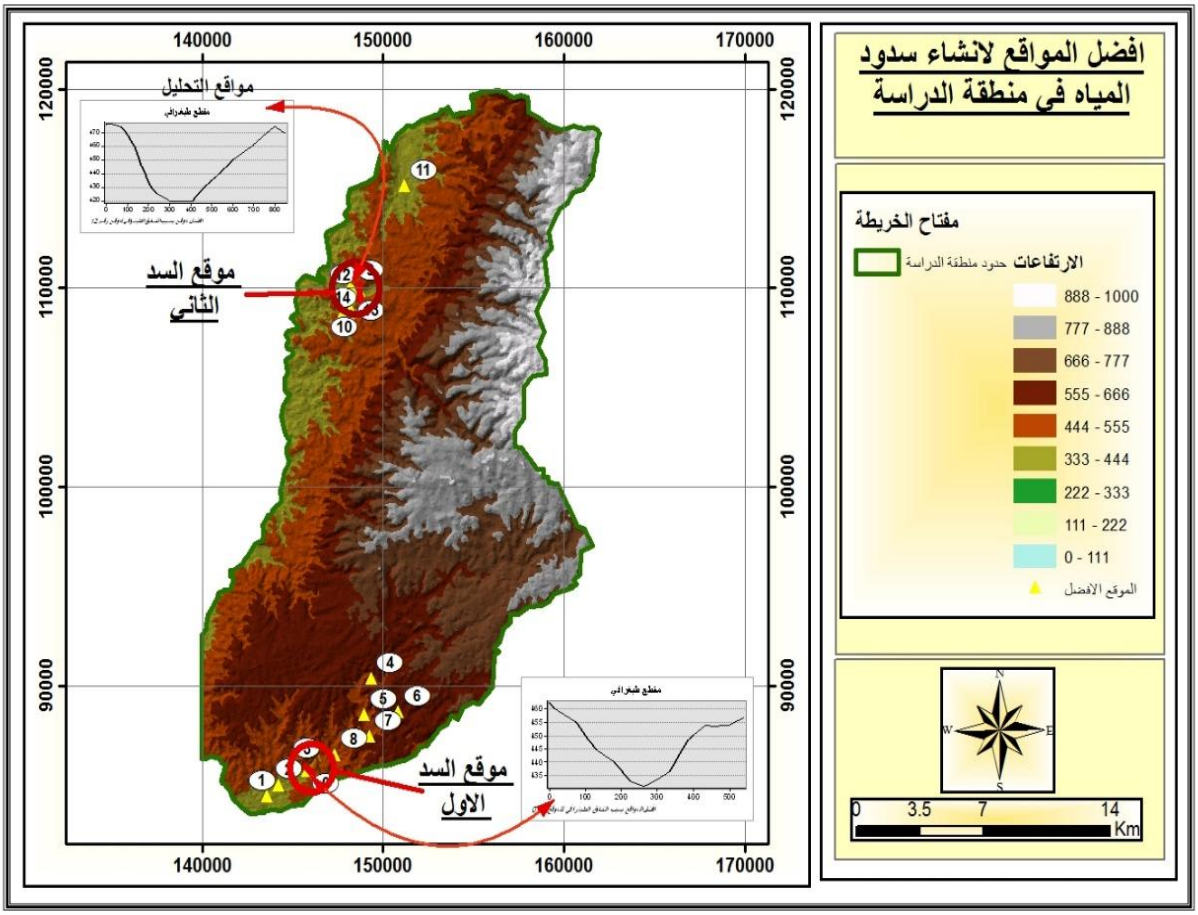
المصدر: من عمل، الباحثين بالاستعانة GIS والتحليل الهيدرولوجي.



الخريطة (14): توضح أفضل النتائج لإنشاء المواقع لتجميع المياه

المصدر: من عمل، الباحث بالاعتماد على GIS والدراسات الهيدرولوجية المورفومترية والطبغرافية للمنطقة.

واظهر لنا تحليل الموديل وجود 15 منطقة مناسبة لتجميع المياه فيها في الاحواض الثلاثة (الحوض الأول والحوض الثاني والحوض الثالث)، 9 منها في الحوض الأول و5 في الحوض الثاني وموقع واحد في الحوض الثالث، ولكن سيتم اختزال المواقع الى أفضل 3 مواقع من خلال اختيار معايير طبغرافية، كما وضحت الخريطة رقم (15).



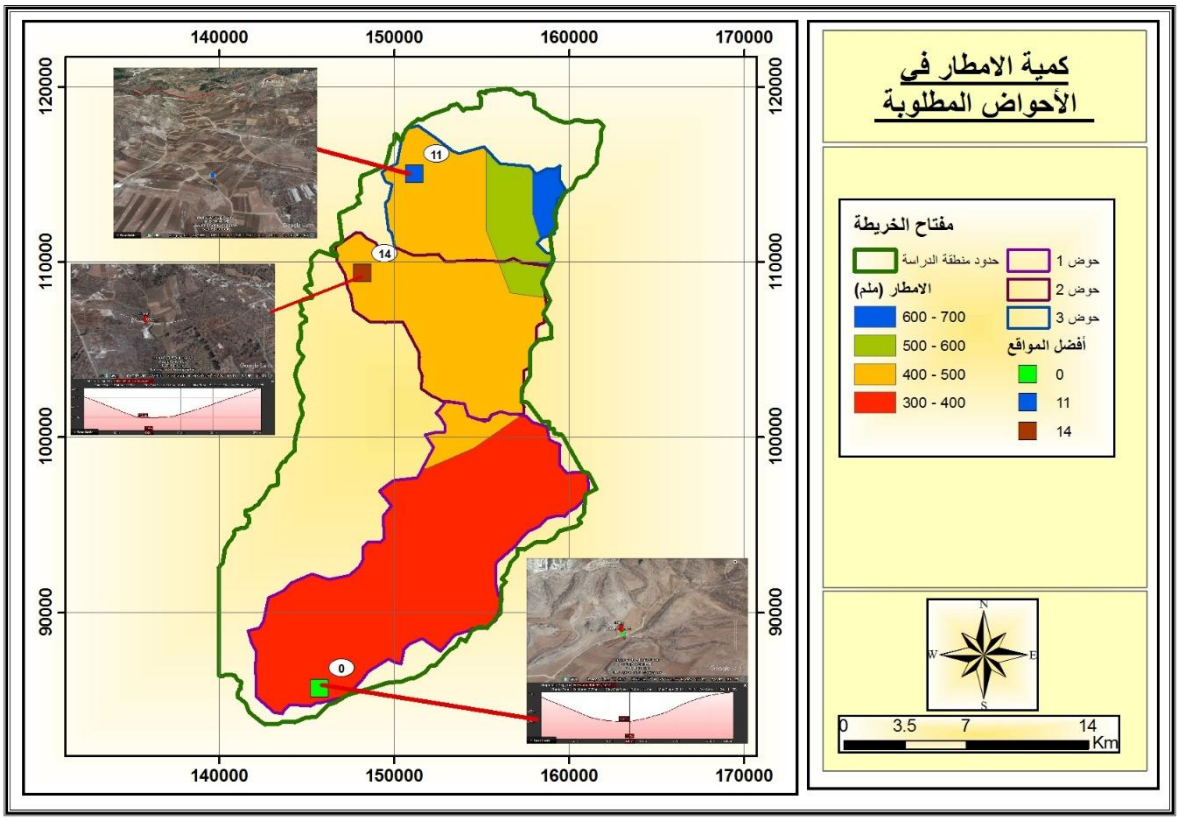
خريطة (15): توضح أفضل المواقع لإنشاء السدود من خلال الخوانق الطبغرافية

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على GIS والدراسات الهيدرولوجية المورفومترية والطبغرافية للمنطقة.

وتم فقط اختيار (3) مواقع لإنشاء السدود، وقد اتسمت المواقع في اختيارها بالمساحة الطبغرافية الضيقة بناءً على الخصائص الطبغرافية المشتقة من المقطع الطبغرافي الذي تم إنشاؤه لكل منطقة من مواقع الانشاء، وتبين في موقع الحوض الأول في الموقع رقم (0) ان مسافة المقطع 300 متر وعلى ارتفاع يتراوح بين 430 و 455 متر فوق سطح البحر، أي على ارتفاع 25 متر، أما منطقة التجميع الثانية في الموقع رقم (14) فتبلغ مسافة مقطعه 600 متر وعلى ارتفاع يتراوح بين 420 و 470 متر فوق سطح البحر، أي على ارتفاع 50 متر، وأما بالنسبة للمنطقة الثالثة ونظرا لتعقد طوبوغرافيتها في الموقع رقم (11) فينصح بإقامة ابار اصطناعية في تلك المنطقة.

كمية مياه الأمطار الجارية

تم حساب كمية المياه الجارية من خلال حساب معدل الأمطار السنوية مع استخراج قيمة التبخر الحقيقي في كل منطقة، وحساب قيمة التسرب، مع العلم أن هناك علاقة عكسية بين التسرب وتضرس المنطقة؛ فكلما زاد الانحدار قل تسرب المياه والعكس صحيح، (Pareta, 2012)، حيث قامت الدراسة على حساب كمية المياه الجارية لكل سد للاستفادة من قدرة المياه الجارية على تعبئة السد، والخريطة رقم (16) توضح كمية الأمطار في كل حوض من أحواض منطقة الدراسة.



خريطة (16): كمية الأمطار في أحواض الدراسة

المصدر: كميات الامطار السنوية، وزارة الحكم المحلي الفلسطيني، 2015.

الشهر	متوسط درجة الحرارة م°	متوسط الامطار / ملم	التبخر / ملم
تشرين الأول	18.6	0	138.4
تشرين الثاني	13.7	23.4	126.8
كانون اول	8.1	43.9	92.5
كانون الثاني	7.1	153.1	50.5
شباط	8.1	109	79.6
اذار	10.5	103.2	174.6
نيسان	14.7	9.4	208.8
أيار	18.4	5.8	203.8
حزيران	20.8	0	235
تموز	22.1	0	266.5
اب	22.1	0	234
أيلول	20.9	0	193
المعدل	**15.5**	**447.8**	**166.9**

جدول (1): المتوسطات الشهرية والفصلية لبعض عناصر المناخ في محطة الدراسة 2012/2003

المصدر: 1-الأرصاد الفلسطينية بالضفة الغربية 2012/2003م.

2-الموقع الاسباني :(http://en.tutiempo.net/).

3- CSD-16/17 National Report Israel.

4- Yakov Livshitz, (2012) the Natural Water Resources between the Mediterranean Sea and the Jordan River.

الحوض سدود أراضي (أ)	مساحة حوض السد/كم 2	معدل متوسط الامطار السنوي/ ملم	التبخر السنوي من كمية الامطار الساقطة/%	التسرب% (Juaidi، 2008)	فاقد الامطا ر\ %	كمية الامطار المتبقية/ %	كمية المياه الجارية فعلا/ملم	كمية الامطار الجارية فعلا/م3 (الفائضة) [1]
الحوض رقم (1)	151	360	46	44	90	10	36	5436000
الحوض رقم (2)	75	460	36	41	77	23	105	7875000
الحوض رقم (3)	58	494	34	38	72	28	138	8004000
المجموع								21315000

الجدول (2): الميزانية المائية لكل حوض بالاعتماد على الخرائط المناخية لمنطقة الدراسة والجدول(1) بتصرف الباحث، حيث تم حساب المتوسط الموزون للأمطار لكل حوض من الخريطة رقم (16).

من الجدول (2) يتضح بان مجموع كمية المياه الجارية الفعلية في احواض منطقة الدراسة بلغت (21315000 م^3)، وبلغت كمية المياه الجارية للحوض الاول (5436000 م^3) أي بنسبة 25.5% من الكمية الاجمالية للمياه الجارية في الأحواض، في حين بلغت كمية المياه الجارية في الحوض الثاني (7875000 م^3) أي على نسبة 37% من المياه الجارية، في حين بلغت كمية الامطار الحوض الثالث (8004000 م^3).

النتائج

1. تم بناء قاعدة بيانات للسفح الغربي لمحافظة الخليل تبين خصائصه المورفومترية اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية.
2. تم تصميم وانشاء خريطة مورفومترية اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية ومن خلال الامكانيات التي يتيحها النظام.
3. اتضح من خلال دراسة الاحواض التصريفية التباين الكبير في الاحواض في منطقة الدراسة، حيث ان هناك 12 حوض في منطقة الدراسة تتباين في خصائصها من النواحي الطبغرافية والمساحة والكثافة التصريفية لأوديتها.
4. أظهر تحليل الموديل وجود 15 موقع لتجميع المياه، 9 مواقع في الحوض الأول و5 مواقع في الحوض الثاني وموقع في الحوض الثالث.
5. أظهرت الدراسة ان أفضل المواقع لإقامة السدود هي في الحوض الأول والحوض الثاني لوجود فارق طبغرافي صغير، اما الحوض الثالث فيوجد منطقة وعرة طبوغرافيا وإقامة السدود فيها يتطلب كلفة عالية، ويفضل عمل ابار اصطناعية فيها.
6. أظهرت الدراسة ان مجموع كمية المياه الجارية الفعلية في احواض منطقة الدراسة بلغت (21315000 م^3)، وتعد هذه الكمية كبيرة ويمكن ان تسهم بشكل فعال في حل مشكلة نقص الموارد المائية المتاحة في منطقة الدراسة.

[1] كمية الامطار الساقطة على حوض م3 = مساحة الحوض/ م2 * كمية الامطار الفعلية/ م
كمية الامطار الفعلية/م=معدل الامطار الساقطة -فاقد الامطار
فاقد الامطار %= التبخر والنتح الكامن + التسرب
كمية الامطار المتبقية %= 100 – فاقد الامطار

التوصيات

بناءً على النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يمكن وضع التوصيات الآتية:

1. يمكن الاعتماد على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف النهري، فهي توفر الوقت والجهد بشكل جيد خاصة إذا ما تم الاعتماد على خرائط طبوغرافية رقمية.
2. التأكيد على اهمية العمل الميداني وبالذات على روافد الرتبة الاولى، لأنها قد تكون مصدر تشويش في تحليل البيانات نظرا للحساسية العالية عند برمجيات نظم المعلومات الجغرافية.
3. انشاء السدود التي تم تحليلها في الحوض الأول والثاني للاستفادة من المياه في مختلف المجالات، وانشاء ابار صناعية في الحوض الثالث.

انشاء السدود والآبار التخزينية بما يتلائم مع كمية الامطار في كل حوض، مع الاخذ بعين الاعتبار حالة كل منطقة من الناحية الهندسية.

المصادر والمراجع

المراجع العربية

1. خضر، صهيب، ورائد، فيصل (2011م) الدلالة الهيدرولوجية السطحية لحوض وادي العجيج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، مجلة التربية والعلم – المجلد (18)، العدد (1)، جامعة الموصل، العراق.
2. التوم، صبري محمد (2011م) التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض وادي الرمدين وحوض نهر تكالا، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة البحرين، العدد 20.
3. حمدان، صبري، وأبو عمرة، صالح (2010م) بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (دراسة مقارنة)، مجلة جامعة الازهر، المجلد 12، العدد 2، غزة.
4. الحمامدة، فرج (2003) أثر المناخ والسطح على النباتات في منطقة الخليل، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح الوطنية.
5. الرجوب، محمود الحوامدة (1992) الزراعة في محافظة الخليل، رابطة الجامعيين، الخليل.
6. زيتزن، محمد، وشحادة، نعمان (2015) مؤشرات التغير المناخي في شمال الأردن، دراسات للعلوم الإنسانية والإجتماعية، المجلد 42، ملحق 2، الجامعة الأردنية، عمان.
7. الفرحان، يحيى، وأبو سمور، خلف (1988) مدخل إلى الجغرافيا الطبيعية، جمعية عمال المطابع التعاونية، عمان.
8. العدرة، نزيه (2007) جيومرفولوجية حوض التصريف النهري الأعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح الوطنية.
9. جودة، جودة حسنين (1986) الجيومورفولوجيا، دراسة في علم أشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية.

10. الحسبان، يسرى، وزريقات، دلال (2015) الخصائص المورفومترية لحوض نهر الزرقاء في الأردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي، دراسات للعلوم الإنسانية والإجتماعية، المجلد 42، ملحق1، الجامعة الأردنية، عمان.
11. عابد، عبد القادر، ووشاحي، صايل (1999) جيولوجية فلسطين والضفة الغربية وقطاع غزة، مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين.
12. كرزم، جورج (2011) الحصاد المائي، تقنيات وتطبيقات، معهد أريج للأبحاث التطبيقية، بيت لحم.
13. عواد، عبد الحفيظ (1990) جغرافية محافظة الخليل الإقليمية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة.
14. مخامرة، زياد، والحسبان، يسرى (2016) تحليل الخصائص الجيومورفولوجية للحرة الأردنية باستخدام نموذج التضرس الرقمي ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية، المجلد 9، العدد1، الجامعة الأردنية، عمان.

المراجع الاجنبية

15. Abdulla, Hamed Hassan. (2010). Morphometric parameters study for the lower part of lesser zap using GIS technique, University of Baghdad, Iraq, Baghdad.

16. Bani Doomi, M., (2016). The Relationship between Precipitation and Topography in Northern Jordan Using Principal Component- Based GIS Analysis, Dirasat: Human and Social Sciences, Volume 43, No.1, University of Jordan, Amman.

17. Juaidi, A.، (2008) GIS-Based Modeling of Groundwater Recharge for the West Bank, Unpublished Master Thesis ، An-Najah National University, Nablus, Palestine.

18. Pareta, K. Pareta, U. (2012), Quantitative Geomorphological Analysis of a Watershed of Ravi River Basin, H.P. India, International Journal of Remote Sensing and GIS .

19. Strahler, A.N. (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and Channel Networ, Handbook of Applied Hydrology.

20. Yakov Livshitz, (2012) the Natural Water Resources between the Mediterranean Sea and the Jordan River.

Wadis Network Analysis and Determining Optimal Sites for Dams in the Western Slopes of Hebron Plateau Using GIS

Ahmed Ra'fat Ghodieh, Assistant Professor/ **Mohammed Abdallah Burqan**

Department of Geography- An-Najah National University

ahmed@najah.edu

Abstract

The Palestinians in the West Bank and Gaza Strip suffer a lot of severe shortage of available water resources for different uses. The reason of such suffering is the complete control of Israeli occupation of those resources, and the restrictions and difficulties they impose on them. The Palestinians try to maximize their use of available water resources, especially the surface water. They dig cistern wells in their homes' yards to collect rainwater from the roofs of their houses and buildings. But the amount of rainwater which they could collect is very limited, and does not contribute a lot in solving the problem. This study aimed at deciding the best locations for dams in the study area. Contour map of 5 meters interval is used in topographic analysis, and GIS software version 10.1 and its extension Hydro 2.0 are used in analyzing wadis network and determining suitable locations for dams'. The study showed that there are 15 locations for dam construction, but 3 of them are the best from the storage capacity and from the cost point of view. The total water runoff of the study area is estimated as 21315000 m^3.

Keywords: Hebron, Wadis Network, GIS, Dams