اختيار أولي لمواقع سدود باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) لحصد مياه الأمطار الجارية: حوض وادي دراجا كحاله دراسيه، جنوب الضفه الغربيه، فلسطين

رضوان جهاد الكيلاني*، أستاذ مشارك

قسم الهندسه المدنيه، كلية الهندسه وتكنولوجيا المعلومات، جامعة النجاح الوطنيه، نابلس، فلسطين

*باحث رئيس: radwan@najah.edu

محمد عبدالله برقان، محاضر

قسم نظم المعلومات الجغرافيه، كلية الهندسه وتكنولوجيا المعلومات، الجامعه العربيه الامريكيه، جنين، فلسطين

تاريخ الإستلام : ٢٧ / ٧ / ٢٠٢٠م تاريخ القبول: ٩ /١١ / ٢٠٢٠م

مُلَخَّص:

تُواجه مساحات واسعه من فلسطين ظروف مناخيه شبه جافه بسبب تكرار مواسم انحباس الأمطار وشُحِّها في الكثير من بلدان شرق حوض البحر المتوسط منذ أكثر من عقدين. وتزداد مشكلة المياه صعوبةً لدى الفلسطينيين نتيجةً لسيطرة الاحتلال "الإسرائيلي" على مصادر المياه السطحيه والجوفيه. تهدف هذه الدارسة إلى تسخير تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (Remote Sensing) في تحديد واختيار مواقع مناسبه لإنشاء سدود لحجز وتخزين جريان مياه الأمطار والسيول في حوض وادي دراجا جنوب الضفه الغربيه شرقي محافظة بيت لحم والذي يصب في البحر الميت، بحيث تُقَدَّر كمية المياه الفعليه لأعوام الهطول بإجمالي سنوي حوالي ١٣،٧١٤،٥٠٠ م^{٣}. استخدمت الدراسة معايير طبيعية من تربة وتراكيب جيولوجيه ومعالم طبوغرافيه وخصائص مناخيه وتصنيفات لإستخدام الأراضي،

وعوامل سياسيه، في بناء نموذج يأخذ بعين الاعتبار أنسب المعطيات المدخله في تحديد أكثر المواقع ملائمة لإنشاء السدود. فقد تم اعتماد مجموعة من البرامج المتكاملة لنظم المعلومات الجغرافيه (GIS) والمتمثلة في (ArcGIS 10.1)؛ (Arc Hydro 2.0) لاستنباط بعض المتغيرات الهيدرولوجية؛ وبرنامج (Earth Google). توصلت نتائج التحليلات إلى تعيين ٦ مواقع لسدود كاختيار أولي كما تَضمَّنت اقتراح سيناريوهات مختلفه نظراً للتقسيمات الجيوسياسيه في مناطق الضفه الغربيه.

الكلمات الدالّه: حصاد مائي، سدود، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، استشعار عن بعد، فلسطين.

Preliminary site selection of dams using GIS and Remote Sensing: A case study- harvesting of Daraja watershed, south West Bank, Palestine

Radwan Jihad El-Kelani*

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Information Technology, An-Najah National University, Nablus, Palestine

*Corresponding author: radwan@najah.edu

Mohammad Abdallah Burqan

Department of Geographic Information System, Faculty of Engineering and Information Technology, Arab American University, Jenin, Palestine

Abstract:

Large areas of Palestine have been experiencing semi-arid climatic conditions due to frequent drought in many countries of the eastern Mediterranean basin for more than two decades. As a unique political context, the policies of Israeli ocupation on the water resources in Palestine are creating additional problems which place severe pressure on the surface water and groundwater. Constructing dams is a possible solution for water harvesting to tackle the problem of water scarcity in semi-arid areas. Considering the complexity of dam site selection, Geographic Information System (GIS) was used in combination with Remote Sensing (RS) techniques as tools for slecting dam locations in Daraja catchment area east of Bethlehem in south West Bank. Total annual rainwater amount of about ١٣،٧١٤،٥٠٠ m³ drains into the Dead Sea basin. GIS mapping software such as ArcGIS 10.1, Arc Hydro 2.0 and Google Earth have been applied, where precipitation, topography, geological structure layer, soil type, land cover and drainage order

were considered as criteria in this study. The results of the study proposed 6 dams as a preliminary site selection and include different scenarios due to the geopolitical divisions in the West Bank areas.

Keywords: Water harvesting, Dams, Geographical Information System (GIS), Remote Sensing (RS), Palestine.

١. المقدمة

تُعدّ الموارد المائية واحدةً من أهم متطلبات بناء المجتمعات المدنية والريفية وتطورها، فتقدير وإدارة الموارد المائية يكتسب مكانةً كبيرةً في التخطيط الإستراتيجي لجميع شعوب بلدان العالم خاصة في الأقاليم الجافة وشبه الجافة من أجزاء الكرة الأرضيه (Abdin, 2006; Al-Assa'd et al., 2009; El Arabi, 2012;) Adham et al., 2016) كالمناطق الجنوبية من الضفة الغربية (غضيه وبرقان، ٢٠١٩؛ برقان، ٢٠١٩؛ Khader et al., 2019). كما تعاني معظم أرجاء فلسطين مؤخراً من عُرضَة تحولِّها إلى مناطق شبه جافه بسبب شح هطول الأمطار وتذبذب كميتها وسوء توزيعها خاصة في مطلع القرن الحالي وما يترتب عليه من قلةِ تغذيةٍ للمياه الجوفية (Shadeed,2012). ويعزى ذلك الى موجة الجفاف الكبيرة التي تعاني منها مناطق شرق حوض البحر المتوسط في ظل التغيرات المناخية الكبيرة التي يشهدها كوكب الأرض مؤخراً (الراوي والسامرائي، ٢٠٠٩؛ Aiguo, 2011) وبالتالي التقلص المتزايد في احتياطي مصادر المياه الطبيعية. وتكتسب أزمة المياه بالنسبة للفلسطينيين أهميةً خاصة وبُعداً أمنياً واستراتيجياً بسبب سيطرة الاحتلال "الإسرائيلي" على المياه والتحكم في استخدامها، ليس فقط لصالح المستعمرات الإسرائيليه في الضفة الغربية، بل أيضاً لصالح الإسرائيليين في داخل ما يسمى"الخط الأخضر"، عِلماً أن معظم المستعمرات تقع في أراضي الضفه الغربيه الغنية بالمياه العذبة (Haddad and Mizyed, 1996; El-Fadel et al., 2001). إنَّ السياسات الإسرائيليه التعسفيه المفروضه على المياه السطحيه والجوفية في فلسطين دَفعت بشده للبحث عن وسائل لإيجاد مصادر للمياه؛ حيث يمثل حصاد المياه أهم وأقدم التطبيقات المعروفة في هذا المجال (كرزم، ٢٠١١). وتختلف أساليب حصد مياه الأمطار والسيول باختلاف المناخ السائد والموقع الجغرافي حيث يجب اختيار الإسلوب الأمثل تِقنياً ولوجستياً واقتصادياً ومناخياً للمنطقة (Prinz, 1996; Baba, et al., 2018).

١,١ الحصاد المائي

يُطلَق مصطلح الحصاد المائي على أية تقنيه مورفولوجية أو فيزيائية تُستخدم في حجز وتخزين مياه الأمطار والسيول في فترات سقوطها بطرق تختلف باختلاف الغاية من تجميعها ومعدلات هطولها (Prinz, 1996; Studer and Liniger, 2013; Baba, et al., 2018)، سواءاً بطريقة

مباشرة عن طريق تمكين التربة من تخزين أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار الساقطة عليها وتخفيف سرعة الجريان الزائد عليها الأمر الذي من شأنه أن يسهم أيضاً في تقليل الانجراف، أو بطريقة 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. وقد اكتسبت تقنيات حصد مياه الأمطار نصيباً وافراً من الاهتمام خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة من الدول العربيه (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ٢٠٠٣؛ آل الشيخ، ٢٠٠٦؛ الكفري، ٢٠٠٨ نافع، ٢٠١٣؛ العفايفه و مدبر، 2015).

يتألف نظام حصاد المياه من ثلاث عناصر رئيسه تشمل: وجود مناطق تجمع للمياه وقد تستخدم لحجز المياه بشكل مؤقت تمهيداً لنقلها إلى منطقة التخزين؛ وسيلة التخزين وهو المكان الذي تحتجز به المياه من وقت جمعها وحتى استخدامها، وتختلف أحجام هذه الأماكن تِبعاً لكمية الهطول المطري السنوي وهي عباره عن حُفر تحت أرضية أو خزانات اسمنتية أو بلاستيكية؛ ونظام النقل حيث تتطلب أنظمة حصاد المياه في بعض الأحيان لنقلها من منطقة الحجز إلى منطقة التجميع عن طريق قنوات أو أخاديد (Adham et al., 2016; Mugo and Odera, 2018)؛ ومن العوامل المؤثرة بشكل رئيسي على نظام الحصاد المائي وكميات تخزين المياه ما يلي:

١- خصائص سطح التربة: وتؤثر بشكل مباشر على كمية ومعدل المياه المخزنة من خلال الميل، فاختيار سطح الحجز يجب أن يكون في تربة قليلة النفاذية وفي حالة زيادة الميل فإنَّ ذلك سوف يؤدي إلى عمليات انجراف للتربة. إضافةً إلى أن الغطاء النباتي يزيد من الناقلية الهيدروليكية وعملية التبخر.

٢- نوع التربة: يؤثر على كمية المياه المحجوزة من خلال معدل الارتشاح والناقلية الهيدروليكية للتربة فالتربة الرملية والحصوية يزيد فيها معدل الارتشاح مقارنة بالتربة الطميية والطينية، كم يلعب دوراً رئيساً في مقدار عملية الارتشاح فراغات مسامية التربه وجذوع النباتات والأشجار.

٣- خصائص الهطولات المطرية: تؤثر خصائص الهطولات المطرية بشكل أساسي على معدلات الارتشاح وبالتالي على كمية المياه المحجوزة. ومن أهم خصائص الهطولات المطرية: كمية الهطولات وتقاس بالملم. ومع زيادة كمية الهطول المطري تزداد رطوبة التربة ويمكن أن تتحول فيما بعد إلى مياه مخزنة؛ شدة هطول المطر ويقصد به كمية الهطل المطري في مدة معينة وتقاس بالملم/ساعة. فإذا تجاوزت شدة الهطل معدل الترشيح فإن ذلك يزيد من إمكانية حصاد المياه؛ ومن الخصائص أيضاً توزيع الهطولات المطرية ويتأثر بوجود رطوبة مسبقة في تربة مكان تخزين الماء وعند الفترات المطرية المتباعدة يُسبب الهطول على أرضيه جافه إلى تسرب المياه خلال الشقوق وبالتالي نقص كمية الحصاد المائي.

١,٢ آليات حصد وخزن مياه الأمطار والسيول

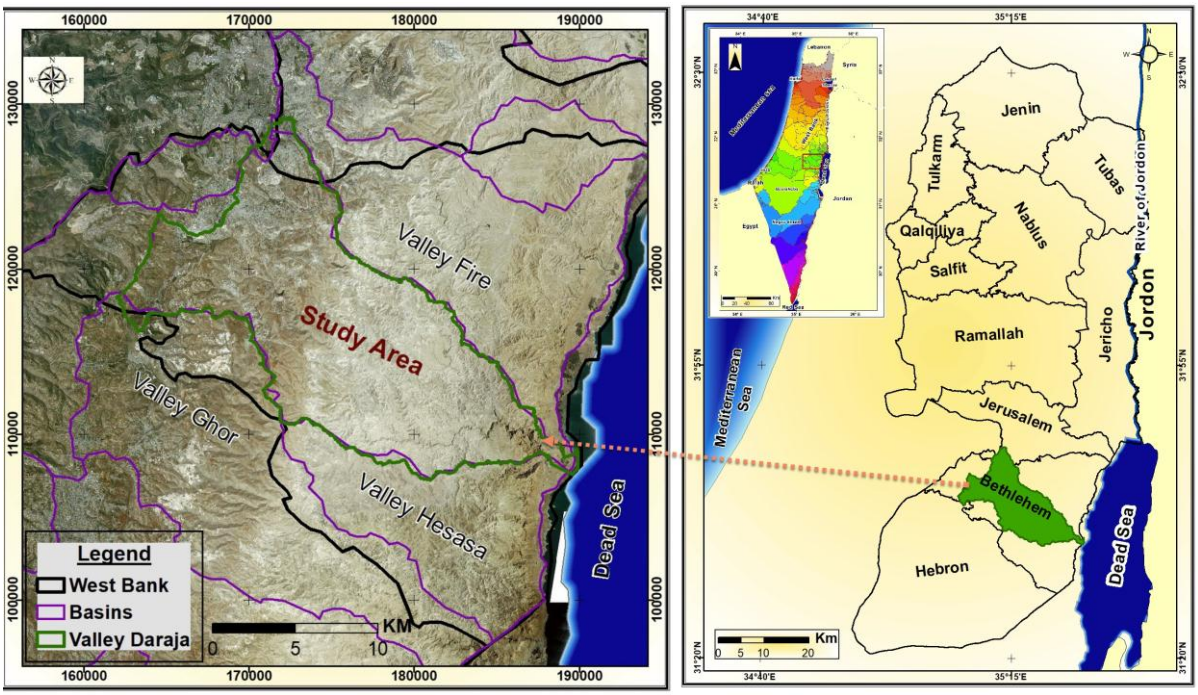
يلعب مناخ المنطقة درجة كبيرة في تحديد نوعية الأساليب والوسائل المستخدمة في خزن مياه الأمطار والسيول؛ حيث تُستخدم في الأقاليم المطيرة برك إسمنتيه أو مصممه ومعده من البلاستيك المقوى أو الفيبرجلاس أو الإسفلت وهى أساليب رغم ارتفاع تكاليفها ذات جدوى اقتصادية بسبب الكميات العاليه من مياه الأمطار وطول فترة هطولها (Prinz, 1996; Mekdaschi and Liniger, 2013; Adham et al., 2016). وفي الأقاليم الجافة وشبه الجافه التي تهطل فيها كميات قليله من الأمطار بمواعيد هطول غير ثابتة وعلى فترات قصيره، وفي بعض الأحيان تمر سنة أو أكثر دون هطول كميات تُذكر، فالتركيز يكون على اتباع وسائل وأساليب قليلة التكلفة وذات سعة كبيره لتجميع أكبر كميه ممكنه من مياه الأمطار خاصة في البيئات الجافة التي ينهمر خلالها المطر بغزارة وفي فترة قصيرة تتعرض خلالها الشعاب والأودية لفيضانات جارفة؛ ومن وسائل التخزين الملائمة لمثل هذه الظروف المناخية الخزن خلف أحواض السدود وفي مجرى الوديان (آل الشيخ، ٢٠٠٦؛ الكفري، ٢٠٠٨ نافع، ٢٠١٣؛ العفايفه و مدبر، 2015).

إن عملية اختيار مواقع السدود أو الآبار الصناعية في المناطق الجافة تواجه كثيراً من الصعوبات لعدة أسباب، تتمثل بكون هذه المناطق غير مأهولة، وتفتقر إلى البنى التحتية مما يجعل من التنقل فيها عملية صعبة جداً خصوصا إذا علمنا أن وديان منطقة الدراسه ذات مساحات واسعه، لذلك فان عملية البحث عن وسائل جديدة لتجاوز هذه الصعوبات يعد من الأهمية بمكان. وقد اكتسب تطبيق نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والإستشعار عن بعد (Remote Sensing) في مجال دراسة إدارة المياه بعداً استراتيجياً (Adamat et al., 2010; Pareta and Pareta, 2011, 2012) (Al- خاصةً أن الماء يعتبر من أكثر العناصر البيئيةٌ التي تحتاج إلى إدارة وترشيد (سعيد، ٢٠٠٦؛ الحسن، ٢٠١١؛ أحمد صالح و نعمان، ٢٠١٣)، بل ويمكن اعتباره العنصر الأكثر تحكما في الإدارة البيئية والمؤشر الأكثر وضوحا في رصد التغيرات البيئيةٌ المختلفة، ويُعد الربط بين نظم المعلومات الجغرافية وتحليل البيانات المكانية أمراً بالغ الأهمية في البحث والاستكشاف (الدويكات، ٢٠٠٣؛ الدعري، ٢٠١٤)، واستخلاص العديد من البيانات مثل المساحات الجبلية والمساحة السطحية لاختيار حوض السد وكمية التخزين وطول السد وارتفاعه.

٢. منطقة الدراسة

يقع حوض دراجا في الجنوب من الضفة الغربية حيث الأجزاء العلوية تقع على محافظتي بيت لحم والخليل وينتهي في البحر الميت كما في شكل (١)، اذ يمتد بين دائرتي عرض (14″ 45′ 31° و29″

33′ 31°) شمال خط الاستواء، وخطي طول (4″ 25′ 35° و 27″ ٧′ ٣٥°) شرق خط غرينتش، ويميل شكله الى الاستطالة، وتبدأ بدايته من جبال بيت لحم في الشمال الغربي وينتهي في البحر الميت شرقا. وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (232) كم٢، ويبلغ أعلى ارتفاع للحوض (990 م) فوق مستوى سطح البحر في أقصى الغرب من منطقة الدراسة ويبلغ أدنى ارتفاع (٤٢٨- م) بمحاذاة البحر الميت في الشرق.



شكل (١): منطقة الدراسة (حوض وادي دراجا)

المصدر: عمل الباحثان بالاستعانة بخطوط تقسيم أحواض المياه في محافظة بيت لحم و (Arc GIS)

٢,١ هدف وأهمية الدراسة

تعتبر منطقة حوض وادي دراجا منطقة انتقالية بين شبه الجاف والجاف مما أدى إلى تراجع الغطاء النباتي في المنطقة، وتعاني منطقة الدراسة من شح المياه الزراعية؛ بسبب سيطرة الاحتلال "الإسرائيلي" على ٨٥% من مصادر المياه الطبيعيه في الضفه الغربيه، وفرض قوانين قصرية ضد المزارعين لمنعهم من استغلال المياه الجوفية. وفي فصل الشتاء تتعرض المرتفعات الغربيه لمنطقة الدراسه في أغلب الأعوام إلى هطول أمطار غزيره كما يظهر من المعدل السنوي لتساقط الأمطار في شكل ٢ (أ) ولكنها تجري باتجاه البحر الميت من غير استغلالها كمياه عذبه.

تهدف الدراسة إلى استغلال وحصد مياه الأمطار في حوض وادي دراجا لاستثمارها والإستفادة منها لأغراض الزراعة والصناعة ومياه الشرب إن أمكن وغيرها من الاستخدامات، وتأتي أهمية نظم المعلومات الجغرافية لإعطاء صورة لما هو موجود من عناصر هيدرولوجيه ومناخيه وجغرافيه وجيولوجيه بمنطقة ما، حيث تم توظيفها في هذه الدراسه لتحديد كمية تساقط الأمطار وكمية التبخر ودراسة بيانات طبوغرافيه وجيولوجيه وغطاءٍ للتربه واستخدامات للأراضي. ومن ثم استخدام تقنية الإستشعار عن بعد لبيان مدى دقة تطابق المعلومات الخاصة باختيار مواقع السدود والمتمثلة بكمية الخزن والارتفاع والمساحة السطحية للسدود لاستغلالها بالشكل المناسب، مع تدعيمها بالزيارات الميدانيه على أرض الواقع. كما تهدف الدراسه لبيان أثر التقسيمات الجيوسياسه لأراضي الضفه الغربيه على كمية الحصاد المائي التي تتحكم بها هذه التقسيمات كمعيار يجب أخذه بعين الاعتبار في اختيار مواقع السدود كأمر واقع يفرضه الوضع السياسي الراهن للاحتلال الإسرائيلي. إضافةً إلى دراسة سيناريو حساب الفرق في كمية الحصاد المائي في حالة استثناء تأثير العامل الجيوسياسي في اختيار السدود الملائمه في منطقة الدراسه.

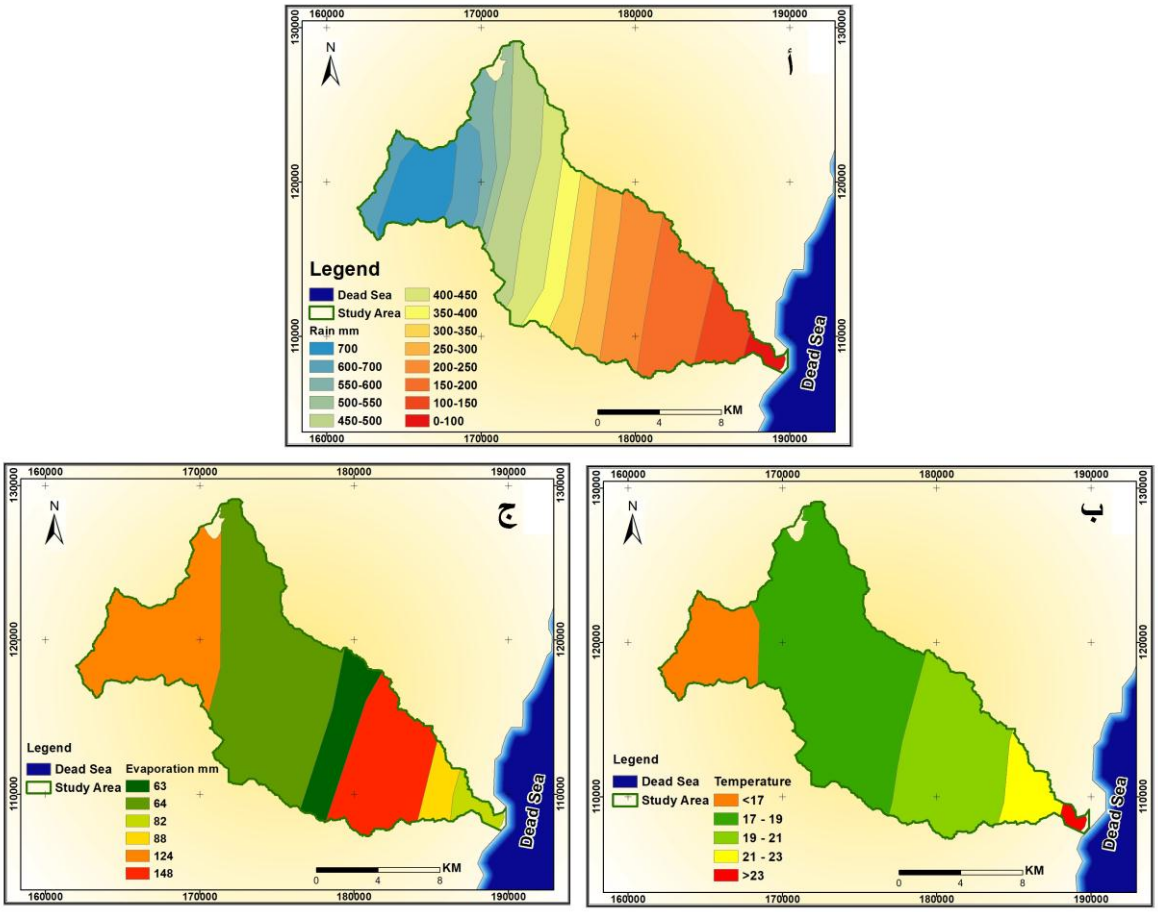
٣. مصادر المياه

تُعدّ المياه من أهم الموارد الطبيعية، لاعتماد كثير من النشاطات البشرية عليها بشكل مباشر أو غير مباشر؛ في مجالات الزراعة والصناعة والاستخدامات المنزلية وفي وسائل النقل البحري، كما أنه يمكن استثمار المسطحات المائية في السياحة الطبيعية خاصة للفلسطينين لعدم توفر هذا النوع من السياحه في الضفه الغربيه بسبب تحكم واستيلاء الاحتلال "الإسرائيلي" على جميع شواطىء مياه البحر الميت وبحيرة طبريا والبحر المتوسط. وتزداد أهمية المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة بشكل كبير، لأن وجودها وتوزيعها يحدِّد توزيع السكان وكثافة نشاطاتهم، وتظهر أهميتها وحاجتها بشكل ضروري ومُلح بتقدم الزمن بسبب نمو حجم السكان وتنامي متطلبات التنمية والحاجة إلى توفير الأمن الغذائي الذي يعتمد تحقيقه على وفرة المياه للزراعة، حيث سيتم في هذا المبحث عرض واقع حال طبيعة مصادر المياه في منطقة الدراسه وفق الإحصاءات الرسمية.

٣,١ التساقط

يَكون التساقط إما على شكل أمطار أو ثلوج وبَرَد في المناطق الباردة والمرتفعة، وفي منطقة الدراسه يكون معظم التساقط عادة على شكل أمطار، ومنذ أكثر من عقدين أصبحت تعاني أجزاء كبيره من فلسطين من تكرار مواسم الجفاف كما تتصف معدلات سقوط الأمطار بالشح والتذبذب (Shadeed,2012)، ويرتبط ذلك بالتغيرات المناخية التي تتعرض لها بلدان شرق حوض البحر المتوسط (Lelieveld et al., 2011). ويتضح من الشكل ٢ (أ) أنَّ المعدل السنوي للأمطار يتراوح بين ٧٠٠ ملم في الغرب من

منطقة الدراسة فوق الأجزاء العلوية من الحوض إلى انعدامه تقريباً في الشرق منها بمحاذاة البحر الميت، وأيضا بسبب فقدان معظمها بالتبخر وارتفاع درجة الحرارة والتسرب إلى داخل الأرض كما في شكل ٢ (ب)، (ج). أمّا الكمية التي يُستفاد منها في مجال حصاد المياه فهي التي يكون فيها معدل الامطار أكثر من ٤٠٠ ملم؛ وذلك عن طريق إنشاء السدود والآبار التي يتم فيها تجميع مياه الأمطار لذا فإن الاستفادة من الأمطار التي تسقط على الأجزاء العلوية قليلة وذلك لأن نسبة المنطقة التي يتساقط فيها المطر فوق ٤٠٠ ملم لا تتجاوز ١٠% من مساحة منطقة الدراسة.



شكل (٢): (أ) المعدل السنوي للأمطار (ب) المتوسط السنوي لدرجات الحرارة (ج) مقدار التبخر السنوي

المصدر: عمل الباحثان باستخدام البيانات والتقارير المناخيه لوزارة الحكم المحلي الفلسطيني و (GeoMOLG,2016)

٣,٢ المياه الجوفية

هي المياه التي تتواجد في باطن الأرض وتنقسم إلى قسمين؛ الأول: المياه الجوفية المتجددة وتعتمد في تغذيتها على مياه الأمطار أو التسربات الناتجة عن ترشيح وسريان مياه الأنهار والسيول، ويشكل هذا النوع المصدر الرئيسي. أما الثاني: وهي المياه الجوفية العميقة غير المتجددة (وتسمى أيضاً المياه

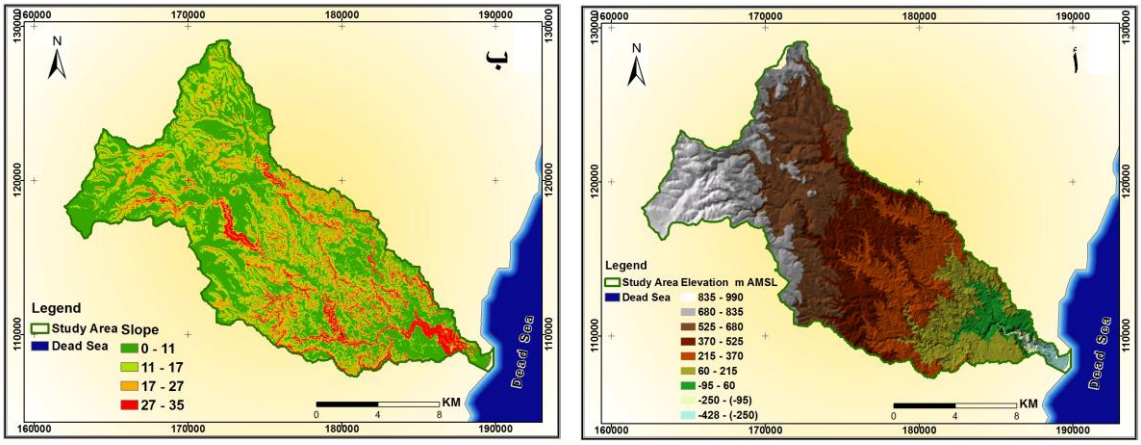
الجوفيه المستحثاتيه) ويرجع تجميعها إلى العصور الجيولوجية القديمة (الوائلي، ٢٠١٢). تكتسب المياه الجوفية أهميةً كبيره في المناطق الصحراوية كونها المصدر الأساسي للمياه في المناطق الجافة ولهذا تحظى مناطق تجمع خزانات المياه الجوفية باهتمام عالي في تلك المناطق. يوجد في منطقة الدراسة ٥ آبار للمياه الجوفيه و٦ ينابيع كما تظهر في الشكل (٥)، حيث يتركز توزيعها في المنطقة العلوية للحوض وإنتاجيتها محدوده، بحيث تقتصر كمية الاستفادة من المياه في الآبار المحفوره على المياه الجوفيه الضحله بسبب الانتهاكات القسرية لاستخراج المياه من قبل سلطات الاحتلال الإسرائيلي؛ فقد فرضت قوانين صارمه بتحديد أعماق حفر الآبار المسموح للفلسطينيين حفرها بما لا يزيد عمقها، في معظم المناطق، عن ١٢٠–١٤٠ متراً، وأمّا الينابيع في حوض الدراسه فإنتاجيتها محدودة جداً لجفاف أغلبها في فصل الصيف، والدائم منها يأخذ شكل نزازات مائيه خفيفه (سلطة المياه الفلسطينية، ٢٠١٦).

٤. منهجية الدراسة

اتبعت الدراسة في اختيار مواقع السدود المنهج الاستقرائي والاستنتاجي في الحصول على المعلومات وتبويبها، فضلاً عن استخدام الاسلوب التحليلي والكمي. فقد اعتمدت على معايير متعدده لاختيار أفضل المواقع لإنشاء السدود من أجل عملية الحصاد المائي، تم استنباطها ودراستها باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافيه (GIS) وذلك بما يتلاءم مع واقع منطقة الدراسة؛ حيث تم الأخذ بعين الاعتبار كل من العوامل ذات العلاقة وهي الوضع الطبوغرافي، والوضع الجيولوجي والتربة والوضع الديموغرافي (التجمعات السكانية)، والجيوسياسي (المستوطنات الاسرائيليه وتقسيمات الأراضي حسب اتفاقية أسلو ١٩٩٥)، ومصادر المياه الجوفية (الآبار والينابيع)، والوضع الهيدرولوجي (كثافة المسيلات المائية)، واستعمالات الأرض. إضافة إلى توظيف تقنية الاستشعار عن بعد، المدعمه بالزيارات الميدانيه والاستكشاف الحقلي في التحقق من دقة تطابق اختيار مواقع السدود مع المعايير المستخدمه في تعيينها.

٤,١ المعايير الطبوغرافية

تم تطبيق المعايير الطبوغرافية على شريحة مخطط الانحدارات؛ بحيث يكون الانحدار مقبولاً لسطح الأراضي التي يقع ضمنها مواقع السدود، والشكل ٣ (أ)، (ب) توضح ذلك، بحيث تكون الأراضي التي تقع عليها مواقع السدود منبسطة وذات ميول بسيطة لتجميع أكبر كمية من المياه.

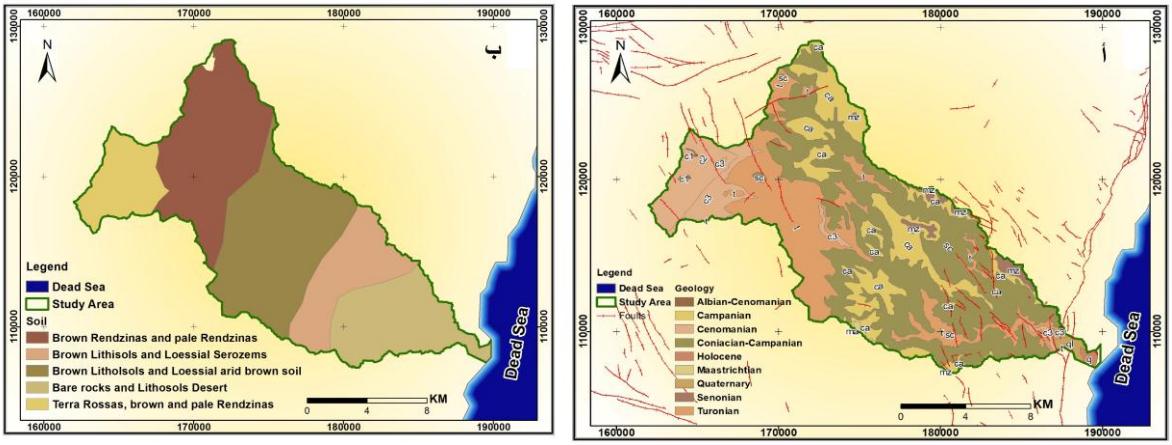


شكل (٣): (أ) طبوغرافية المنطقة (ب) خريطة توزيع درجة الانحدار

المصدر: عمل الباحثان باستخدام بيانات وزارة الحكم المحلي الفلسطيني و (GeoMOLG, 2016)

٤,٢ المعايير الجيولوجية والتربة

يجب الأخذ بعين الاعتبار شريحة توزيع التكوينات الصخريه والتراكيب الجيولوجيه في تعين مواقع السدود؛ فمن المتطلبات الجيوتقنيه لتصميم السدود (Torrijo et al., 2019) أن تكون المواقع المختارة واقعة على أرض ذات أساس متين بعيدة عن التخلعات التكتونية كالصدوع والتفلقات الصخريه التي غالباً تمثل نطاقات ذات نفاذية عاليه. فالسلم الطبقي لمنطقة الدراسه (شكل ٤ (أ)) يظهر توزيع من التتابعات الطبقيه لصخور كربونيه تحتوي على الطبقات الجيريه والدولوميتيه المتماسكه والصخور الطباشيريه الصوانيه والمارليه الطينيه الكاتمه (عابد والوشاحي، ١٩٩٩). كما تُظهر منطقة الدراسة انتشاراً لبعض الصدوع المتركزه في المناطق الشرقيه القريبة من البحر الميت كما في الشكل ٤ (أ) والتي تم حساب تأثيرها كإحدى المعايير الهامه عند حساب تحديد مواقع السدود. أمّا فيما يتعلق بالتربة فيظهر شكل ٤ (ب) توزيع أنواع التربه في منطقة الدراسه؛ التي يغلب عليها تربه التيراروسا الطينيه، وتربة الرندزينا الطباشيريه المارليه، وتربة الليثوسول ذات الرسوبيات المنقوله؛ ورغم أخذ أنواع التربه كمعيار مستقل في عمليات التحليل إلاّ أنها ليست بالعامل المؤثر بشكل أساسي لأن سماكتها قليله لا تتجاوز المتر كما أنَّ النسبه الكبيره لأنواعها صمّاء وذات نفاذيه قليله. أماّ تأثير أنواع التربه ذات الخصوبه العاليه فقد تم مراعاتها بشكل غير مباشر عند حساب معيار استعمالات الأرض.

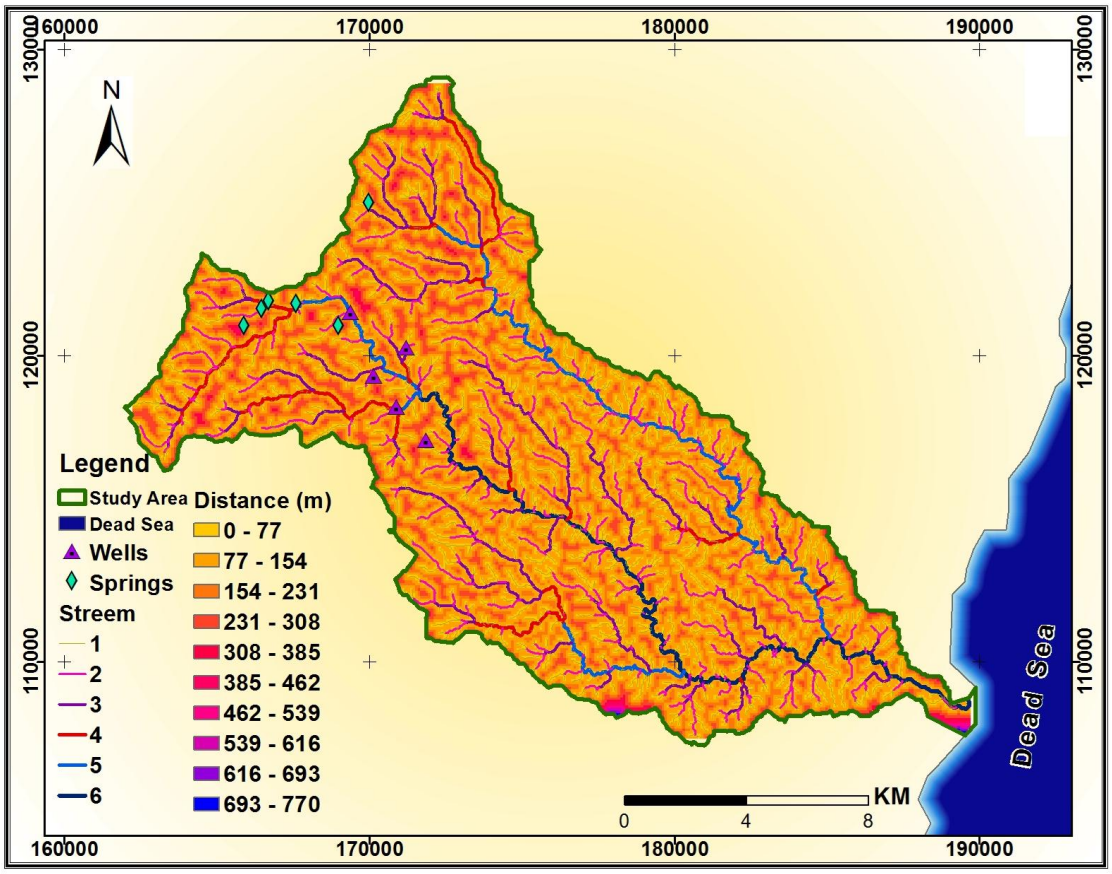


شكل (٤): (أ) جيولوجية المنطقة (ب) خريطة توزيع أنواع التربه في حوض الدراسه

المصدر: عمل الباحثان باستخدام بيانات وزارة الحكم المحلي الفلسطيني و (عابد والوشاحي، ١٩٩٩؛ GeoMOLG, 2016)

٤,٣ المعايير الهيدرولوجية

والمعيار الأهم في اختيار مواقع السدود هو أن تقع ضمن شبكة المسيلات المائية وبالأخص المسيلات المائية ذات الرتبة الكبيرة؛ والرتب النهريه رقم يدل على قوة الوادي التصريفيه، وتعتمد الرتب النهريه على عدد الأوديه التي تتجمع فيها المياه، ويستخدم برنامج Modeling System Water في النمذجه الهيدرولوجيه (USGS, 2016)، لتحليل الخصائص المورفومتريه (Patton and Baker, 1976؛ التوم، ٢٠١١؛ حمدان وأبو عره، ٢٠١٠؛ غضيه وبرقان، ٢٠١٩). وقد تم إنشاء طبقة الرتب النهريه (الشكل ٩) لحساب أطوال شبكة الروافد المائيه وكثافة الجريان للمسيلات في حوض التصريف لوادي دراجا. وفي إنشاء السدود يتم الاعتماد في تحديد مواقعها على معيار وعامل رئيسي يتمثل في قربها من الرتب الكبيرة أولاً فالرتب الأصغر ثانيا؛ وقد تم تحديد المسافات عن السريانات على الخريطه الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة كما في الشكل (٥).



شكل (٥): خريطة توزيع الكثافات السريانيه والبعد عنها

المصدر: عمل الباحثان

٤,٤ معايير استعمالات الأرض

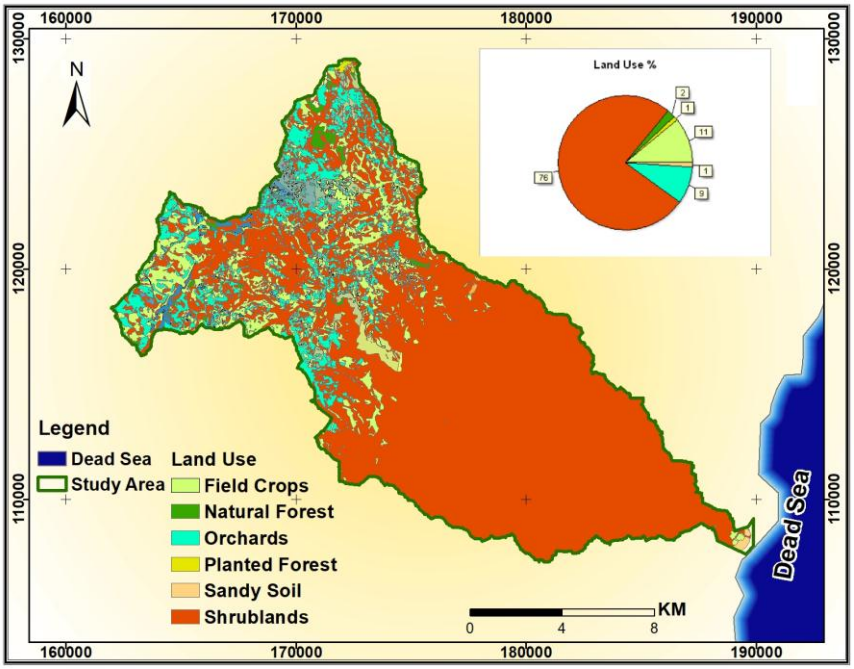
هناك مجموعة واسعة من الأساليب والأنظمه المتبعه في تخطيط استخدام الأراضي، ولكن تختلف أولويات التخطيط من بلد إلى آخر(Amler, 1999)؛ إلاّ أنَّ هنالك مرجعيات وقواسم مشتركه معتمده بين البلدان في عمليات تقييم استخدام الأراضي؛ كالعناصر الطبيعيه والبيئية من تربه وتضاريس ومناخ، والجغرافيا من زراعة وصناعة وسياحة وسكان، واجتماعيه من إنسان واقتصاد. كما يلعب دوراً هاماً عند التقييم اختلاف الاهتمامات في استخدام الأرض؛ فأولويات المستثمر تختلف عن المزارع، كما أن حماية الموارد الطبيعيه يتعارض أحياناً مع مصالح الإنسان وانتفاعه الشخصي. ولدا الفلسطينيين يزداد الأمر صعوبة وتعقيداً مع غياب جسم دوله شرعيه تقود عملية التخطيط الاستراتيجي لاستخدام الأراضي بسبب سلب الاحتلال الإسرائيلي المؤسسات الفلسطينيه صلاحياتها في التنفيذ. لذلك فقد اعتمدت هذه الدراسه نظام يتلاءم مع أشكال استعمال الأراضي المحلية بحيث أجرت مقابلات شخصية مع السكان المحليين

وذوي الخبرة؛ ويمكن تلخيص نتائج تقييم استخدام الأرض لمتطلبات وغرض الدراسة في الجدول رقم (١) والشكل (٦).

الجدول (١): تقييم استعمالات الأراضي الذي اعتمدته الدراسه في وضع مخطط لإنشاء السدود

الرقم	استعمال الأرض	الوصف	المعيار
١	محاصيل حقلية	أشجار مثمرة– زيتون، عنب	مرفوض
٢	الغابات الطبيعية	محاصيل مروية– محاصيل بعلية	مرفوض
٣	بساتين	بيوت بلاستيكية	مرفوض
٤	أراضي زراعية بعلية	مزروعات حرجية	مقبول
٥	أراضي رديئة	تكشفات صخرية– ترب فقيرة	مقبول
٦	أراضي وعرة	جبال– انحدارات بسيطه	مقبول
٧	مستعمرات	بؤر استيطانية	مرفوض أمنياً
٨	الوضع السياسي	أراضي ج + المحميات الطبيعية	مرفوض أمنياً

المصدر: إعداد الباحثان



شكل (٦): خريطة توزيع استعمالات الأراضي في منطقة حوض وادي دراجا

المصدر: عمل الباحثان باستخدام بيانات وزارة الحكم المحلي الفلسطيني و (GeoMOLG, 2016)

من خلال الجدول السابق يُلاحَظ بأنَّ الأراضي الوعرة والأراضي الرديئة ذات التكشفات الصخرية والجبال والترب الفقيرة هي الأفضل لإنشاء مواقع السدود والآبار الصناعية، أما الأراضي الشجرية فهي ذات قيمة

اقتصادية كبيرة لما تحتويه من أشجار معمرة، إضافة إلى أن أراضي المحاصيل الزراعية تنتج الخضراوات والفواكه ولا يمكن الاستغناء عنها من قبل السكان وذات قيمة اقتصادية، أمّا التجمعات السكانية فإنها ذات قيمة اقتصاديه عاليه أيضاً لساكِنيها ولن يسمح أهلها بإنشاء السدود عليها.

٤,٥ العامل الجيوسياسي

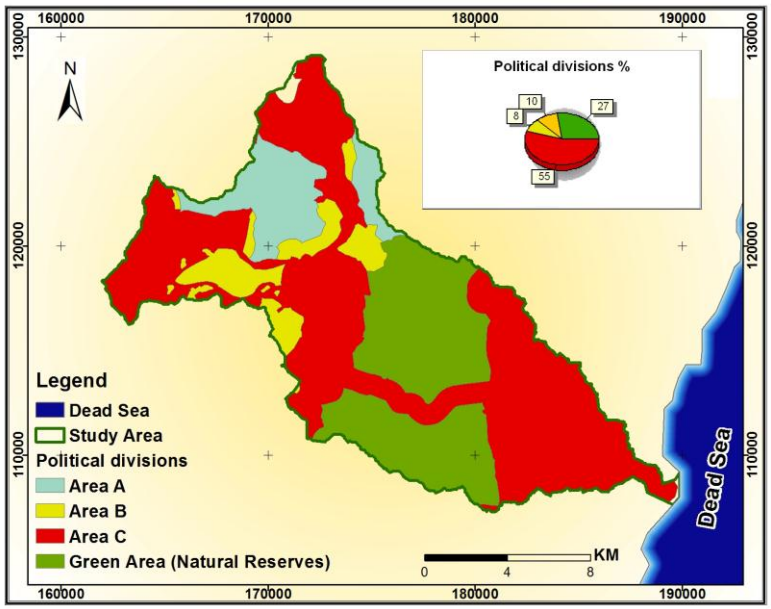
وفي ظِل الواقع السياسي الفلسطيني فإنَّ اختيار وتحديد مواقع السدود يتتطلب حتمية إضافة عامل التقسيمات الجيوسياسيه. فقد تم تقسيم الأراضي في منطقة الدراسة إلى أربعة مناطق وذلك حسب اتفاقية أوسلو المؤقته والموقعة في شهر أيلول من العام ١٩٩٥ بين منظمة التحرير الفلسطينية وإسرائيل، كما هو موضح في الشكل (٧):

١. مناطق A: وهي المناطق التي تخضع للسيطرة الفلسطينية الكاملة (أمنيًا وإداريًا) وتبلغ نسبتها ١٠% من مساحة الحوض الإجمالية.

٢. مناطق B: وهي المناطق التي تقع فيها المسؤولية عن النظام العام على عاتق السلطة الفلسطينية، وتبقى لإسرائيل السلطة الكاملة على الأمور الأمنية، وتبلغ نسبتها ٨% من مساحة الحوض الإجمالية.

٣. مناطق C: وهي المناطق التي تقع تحت السيطرة الكاملة للحكومة الإسرائيلية، وتشكل ٥٥% من المساحة الكلية للحوض.

٤. المحميات الطبيعية: وهي المناطق التي تقع ضمن مناطق أراضي C، وتشكل نسبتها ٢٧%.



شكل (٧): خارطة التقسيمات السياسية في منطقة الدراسه

المصدر: عمل الباحثان باستخدام بيانات مركز المعلومات الوطني الفلسطيني وفا (٢٠٠٨)

وقد انتهج الاحتلال الإسرائيلي للأراضي الفلسطينية العديد من الأساليب والسياسات الهادفة إلى تهجير المواطنين الفلسطينين قسرياً وطردهم من أرضهم وفق برنامجه الإستيطاني، وعقب توقيع اتفاقية أوسلو عام ١٩٩٥، تصاعدت الحملة الإسرائيلية ضد منازل الفلسطينيين، وبخاصة تلك الواقعة في منطقة أراضي C إلى حد لا يُطاق بحجّة أنها أُقيمت خلافًا لأحكام المخطّطات الهيكلية الإسرائيلية في تلك المناطق الخاضعة لسيطرتها الكاملة حيث يتوجب على الفلسطينيين القاطنين فيها الحصول على التراخيص اللازمة من الإدارة المدنية الإسرائيلية للبناء واستصلاح الأراضي لأي غرض كان (مركز المعلومات الوطني الفلسطيني وفا، ٢٠٠٨). فكما هو واضح من نسبة تقسيمات الأراضي في شكل (٧) أنَّ مناطق أراضي C تشكل أكثر من نصف مساحة حوض منطقة الدراسه. لقد جرى عمل سيناريوهات لتحديد مواقع السدود وحساب كميات مخزونها من الحصاد المائي: السيناريو الأول أخذ بعين الاعتبار معيار التقسيم الجيوسياسي بالإبتعاد عن أرضي C في حسابات تعيين مواقع السدود نظراً لسياسة الأمر الواقع برفض الإسرائيليين إصدار تصاريح موافقه لإقامة سدود عليها، والسيناريو الثاني ممارسة الحريه الكامله على الأرض واستثناء معيار التقسيمات الجيوسياسيه للأراضي وعمل حسابات تحديد مواقع السدود بإعطاء الفرصه لإقامتها على أراضي C لعمل مقارنه بين السناريو الأول والثاني وإظهار الفرق في مخزون الحصاد المائي المفقدود بسبب التقسيمات الظالمه لأراضي الضفه الغربيه حسب اتفاقية أوسلو.

٥. اختيار مواقع السدود

بعد تحديد المعايير وأصنافها ودرجة أهميتها، تم بناء النموذج الكارتوجرافي بواسطة برنامج ArcGIS من خلال النموذج الهيكلي (Model Builder) والذي يعتمد على أساس تبسيط المشاكل المعقدة والتداخل في البيانات وعلاقاتها المكانية والوصفية، بحيث يتم صياغة هذا النموذج لتبسيط المشكلة الأساسية وصياغة طريقة حلها من خلال ما يسمى بالتخطيط البياني لمراحل العمل Flowchart. هذا التخطيط البياني يعتمد أساسا على مراحل ووظائف العمل للتحليل المكاني، إضافة إلى التصرف في تبسيط المشكلة الرئيسية وتقسيمها إلى عدة مشاكل فرعية (خضر وفيصل، ٢٠١١).

٥,١ مراحل بناء النموذج الهيكلي

المرحلة الأولى: التحليل التراكيبي

تعتمد المرحلة الأولى على إضافة الطبقات وتحليلها بناءاً على المطلوب من الدراسة، حيث اعتمدت على التحليل المسافي للطبقات في ابتعاد أو اقتراب المعايير آنفة الذكر في منطقة الدراسه من المواقع المقترحه لإقامة السدود كما يوضحه المخطط الهيكلي في الشكل (٨)، فقامت حسابات تعيين مواقع السدود (Dai, 2016)، بالابتعاد مسافات مناسبه تتلاءم مع متطلبات الدراسه عن التجمعات السكانية بالإضافة إلى

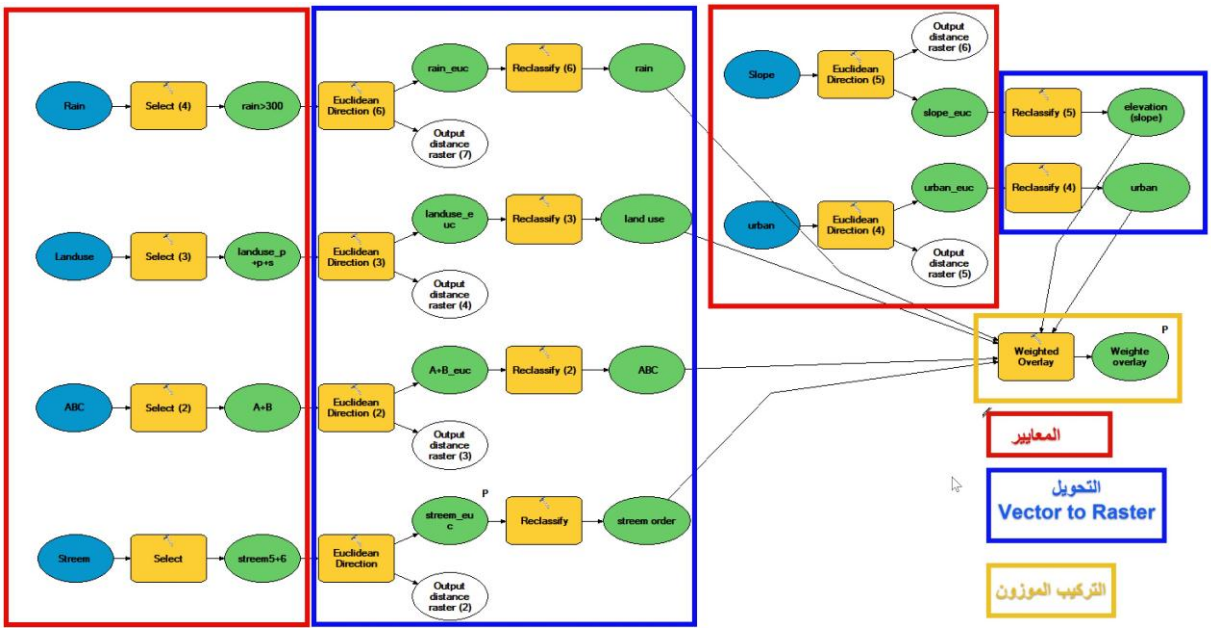
الابتعاد عن التراكيب الجيولوجيه وأماكن انتشار أنواع التربه الخصبه وأراضي التقسيمات الجيوسياسه التي لا يسمح الاحتلال بإنشاء السدود عليها، في حين عمدت الدراسة إلى الاقتراب من مواقع الكثافة التصريفية (كثافة السريانات) والاقتراب من الأراضي التي تكون فيها نسب هطول الأمطار أكثر من ٣٠٠ ملم.

المرحلة الثانية: استنباط أفضل المواقع

في هذه المرحلة تم دمج المواقع البعيدة عن مواقع التجمعات السكانية والآبار والينابيع مع المواقع القريبة من الكثافات التصريفية، مع إعطاء أهمية للنواحي الطبوغرافية والجيولوجية لتحديد أفضل المواقع التي تلائم إنشاء السدود (Dai, 2016)، والشكل ٩ (أ) يوضح النتائج النهائية لمراحل تحليل النموذج.

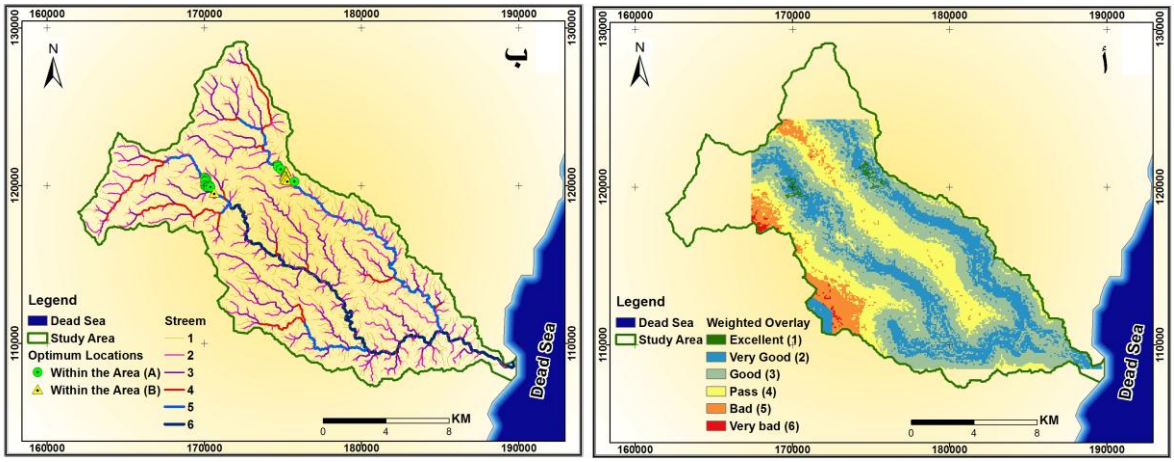
المرحلة الثالثة: التحويل من النظام الشبكي (Raster) الى النظام الخطي (Vector)

يتم التحويل في هذه المرحلة من النظام الشبكي (Raster) إلى النظام الخطي (Vector) لتثبيته والتعامل معه ميدانياً كما هو موضح في الشكل ٩ (ب)



الشكل (٨): نموذج هيكلي لتحديد أفضل المواقع لإنشاء السدود في أراضي A و B (السيناريو الأول)

المصدر: إعداد الباحثان

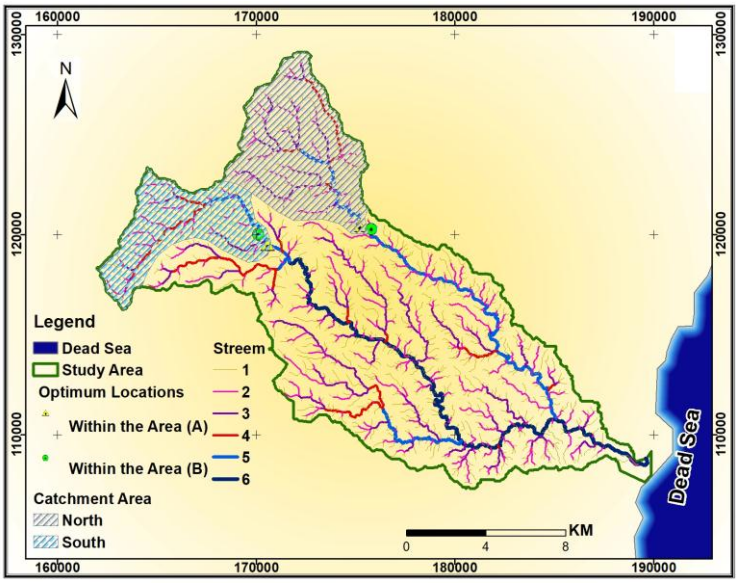


شكل (٩): (أ) المرحلة الأولى (التحليل التراكيبي) (ب) أفضل المواقع والتحويل الشبكي

المصدر: عمل الباحثان

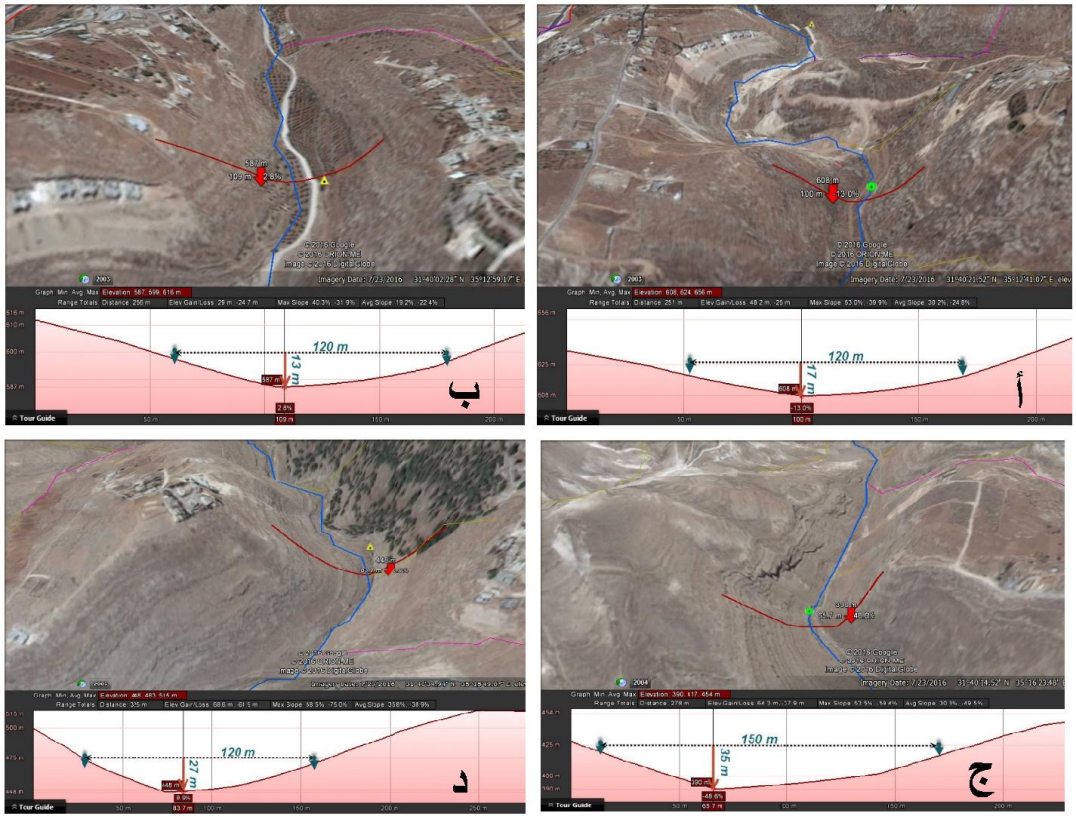
٥,٢ الدراسة الميدانية باستخدام تقنية الإستشعار عن بعد للتأكد من مواقع السدود

أتاحت تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من تحليل الموديل في تعين ٢١ موقعاً لإقامة سدود تخزينية في حوض وادي دراجا كما في الشكل ٩ (ب). منها ٦ مواقع في أراضي B و١٥ موقع في أراضي A، وهذا العدد من المواقع ناتج عن التشوهات الخطيه التي تم تحويلها من النظام الشبكي، ولكن من خلال استخدام مرئيات الاستشعار عن بعد والمدعمه بالزيارات الميدانيه لمنطقة الدراسه ومعاينة مواقع السدود على الأرض تقلص عدد السدود ليصبح ملائماً من الناحيه التطبيقيه؛ فكانت الأولوية لاختيار ٤ مواقع موزعة جغرافياً كما في الشكل (١٠) مما يحقق الغرض المطلوب، وقد لعبت دوراً هاماً في تعيين المواقع المقترحه للسدود التقسيمات الجيوسياسيه للمنطقه، لتعطى الأولويه للسدود في أراضي A (كمخزون أكبر) ومن ثمَ أراضي B وتبتعد كلياً عن أراضي C (وهو السيناريو الأول). حيث قامت الدراسة باختيار موقعين في أراضي A وموقعين في أراضي B، وذلك لإيجاد بدائل في حال تَعذَّر بناء السدود على أراضيِ A لأسباب فنيِّهِ أو لوجستيه، خاصةً أنَّ أراضي A مخصصه بشكل كبير للبناء بسبب منع سلطات الاحتلال، في معظم الأحيان، إعطاء إذن للمجالس المحليه في القرى والمدن بتوسيع مخططاتها الهيكليه خارج حدود نطاق أراضي A؛ والأشكال ١١ (أ)، (ب)، (ج)، (د) توضح مواقع السدود وبعض القياسات الهندسية لهذه السدود.



شكل (١٠): المواقع المقترحه لمواقع السدود بعد التحقق منها ميدانيا وباستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، ومناطق مستجمعات الأمطار خلف مواقع السدود المقترحه في أراضي A و B بالاستعانة بالتحليل الهيدرولوجي

المصدر: عمل الباحثان



شكل (١١): (أ) سد شمالي، أراضي A (ب) سد شمالي، أرضي B (ج) سد جنوبي، أراضي A (د) سد جنوبي، أراضي B

المصدر: عمل الباحثان

٥,٣ كمية المياه في السدود

تعد السدود من أكبر المنشآت الهندسية التي يُنفذها الإنسان في الطبيعة، ولا شك في أنَّ لها آثاراً إيجابية وأخرى سلبية (Tahmicioglu et al., 2007)، ومن آثارها الإيجابية توفير المياه اللازمة للنمو الاقتصادي والاجتماعي وخصوصاً في منطقتنا شبه الجافة، لذا لا بد أن تكون إيجابيات مشروع السد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية أكبر من سلبياته المحتملة من أجل تسويغ إنشاء السد، واقترحت الدراسة إنشاء ٤ سدود في منطقتين كسيناريو اول، لاستغلال أكبر كمية مياه جارية في المنطقة، وقد قامت الدراسة على تحديد أحواض التغذية للسدود كل على حدى من أجل حساب المياه الجارية الفعلية كما هو مبين في الجدول (٢)، وحساب المخزون المائي الذي سوف يحتويه كل سد كما هو مبين في الجدول (٣). ويبين الشكل (١٠) مناطق مستجمعات الأمطار الجاريه خلف مواقع السدود المقترحه في أراضي A وB حسب السيناريو الأول؛ وقد تم حساب ذلك على مرحلتين:

١) كمية مياه الأمطار الجارية في سيول حوض وادي دراجا

تم حساب كمية المياه الجارية من خلال حساب معدل الأمطار السنوية مع استخراج قيمة التبخر الحقيقي في كل منطقة، وحساب قيمة التسرب، مع العلم أنَّ هناك علاقة طردية بين التسرب وطبوغرافية المنطقة؛ فكلما زاد الانحدار قل تسرب المياه والعكس صحيح؛ حيث قامت الدراسة بحساب كمية المياه الجارية لكل منطقة تجمع للسدود للاستفادة من حصد ما هو ممكن خلف السدود.

الجدول (٢): كمية المياه الجارية في مناطق مستجمعات الأمطار خلف مواقع السدود المقترحه في أراضي A و B (أنظر الشكل ١٠)

مناطق مستجمعات الأمطار	الشمالية	الجنوبية	المجموع
مساحة حوض السد/كم٢	٣٩	٢٦	
معدل متوسط الامطار السنوي/ملم	٤٥٠	٥٠٠	
التبخر السنوي من كمية الامطار الساقطة %	٦٧,٥	٦٧,٥	
التسرب% (Juaidi, 2008)	١٥	١٥	
فاقد الامطار %	٨٢,٥	٨٢,٥	
كمية الامطار المتبقية %	١٧,٥	١٧	
كمية المياه الجارية فعلا/ملم	٧٩	٨٧,٥	
كمية الامطار الجارية فعلا/م٣ (الفائضة) [١]	3081000	2275000	5356000

المصدر: قام الباحثان بحساب المتوسط الموزون للأمطار لكل حوض من الخريطه رقم (٢) بالاعتماد على الخرائط المناخية لمنطقة الدراسة من الأرصاد الفلسطينيه بالضفه الغربيه، الأحوال المناخية في الأرضي الفلسطينية، ٢٠٠٣-٢٠١٥ وبيانات وزارة الحكم المحلي الفلسطيني(٢٠١٦)

[١] كمية الامطار الساقطة على حوض م٣ = مساحة الحوض/ م٢ * كمية الامطار الفعلية/ م
كمية الامطار الفعلية/م=معدل الامطار الساقطة -فاقد الامطار
فاقد الامطار %= التبخر والنتح الكامن + التسرب
كمية الامطار المتبقية %= ١٠٠ – فاقد الامطار

من الجدول رقم (٢) يتضح بأنَّ مجموع كمية المياه الجارية الفعلية في مناطق مستجمعات المياه خلف مواقع السدود المقترحه في أراضي A وB بلغت (٥٣٥٦٠٠٠ م^{٣})، وبلغت كمية المياه الجارية لحوض السدود الشمالية (٣٠٨١٠٠٠ م^{٣})، أي بنسبة ٥٧,٥% من الكمية الإجمالية للمياه الجارية في الحوضين، في حين بلغت كمية المياه الجارية في الحوض الجنوبي (٢٢٧٥٠٠٠ م^{٣})، أي ما يعادل نسبة ٤٢,٥% من المياه الجارية في الحوضين. ورغم زيادة مقدار كمية الجريان في منطقة مستجمع الأمطار الشماليه عن المنطقه الجنوبيه إلاّ أنَّ الذي يُحدد السعه الفعليه للتخزين في السد لكل منطقه هو الخانق الطبوغرافي لمنطقة حوض السد على أرض الواقع.

٢) سعة السدود المقترحه على تخزين المياه

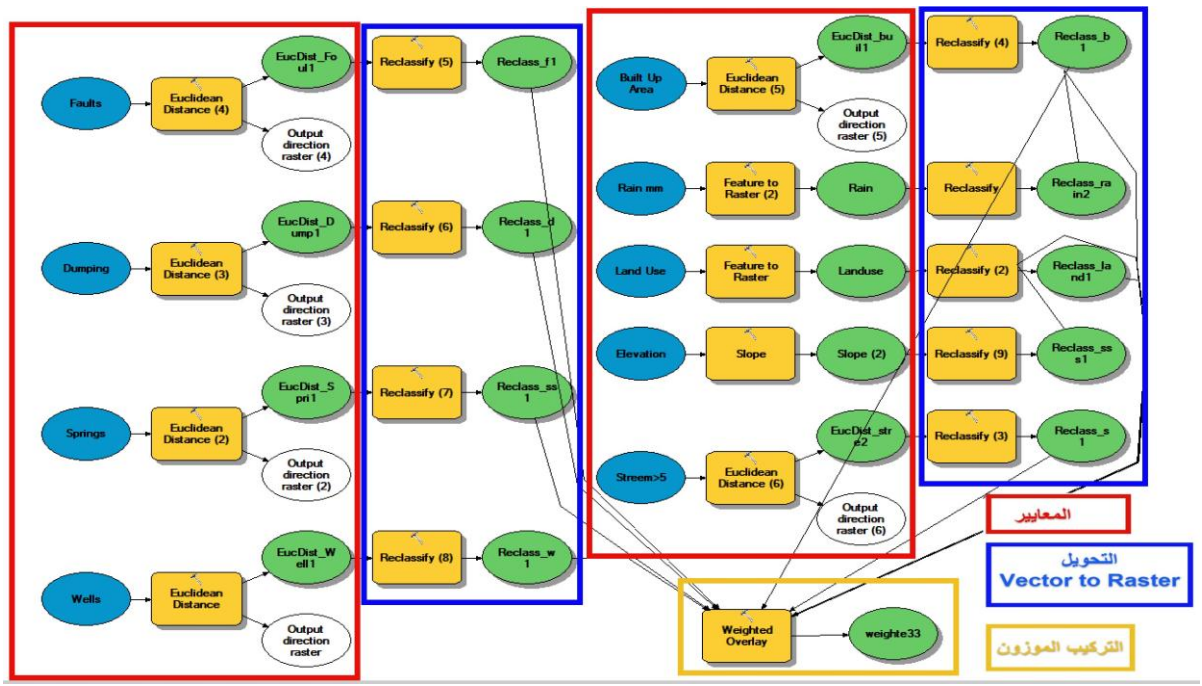
تم الاعتماد على حساب مساحة كمية التخزين المائي للسد على حساب المساحة الكلية للمياه التي ستغطي حوض السد على متوسط الارتفاع للمياه التي ستغطي المساحة الكلية للسد، وتم استخدام الخرائط الكنتورية بالاستفادة من البيانات الرقمية، وتوضيح النموذج الرقمي الذي يمثل التضاريس على سطح الأرض بالاعتماد على برمجيات نظم المعلومات (GIS) التي تعتبر ذات أهمية كبيرة في تصميم السدود والمتمثلة بطول السد وارتفاعه كما هو موضح في الأشكال ١١ (أ)، (ب)، (ج)، (د). وكذلك مقاطع عرضيه لمواقع السدود التي تم اختيارها، وتحديد أعلى وأقل ارتفاع مناسب لحوض السد؛ وقد تم احتساب متوسط الارتفاع والمساحة السطحية للسد من خلال دمج كل من بيانات برنامج (GIS) وبرنامج (Google Earth).

الجدول (٣): حجم المياه المخزنة داخل السدود المقترحه في أراضي A وB، المبينه في الأشكال ١١ (أ)، (ب)، (ج)، (د)، وذلك بالاعتماد على تحليل الخريطة الكنتورية

السدود		ارتفاع السد/م الجدار الاسمنتي	متوسط الارتفاع /م	طول السد/م	المساحة/م٢	حجم المياه التي يستوعبها السدام٣
السدود الشمالية	السد الواقع في أراضي A	١٧	٨,٥	٢١٠	٢٤٦٥٠	٢٠٩٥٢٥
	السد الواقع في أراضي B	١٣	٦,٥	٢٤٨	٣٢٢٩٠	٢٠٩٨٨٥
السدود الجنوبية	السد الواقع في أراضي A	٣٥	١٧,٥	٢٣٥	٢٨٢٤٥	٤٩٤٢٨٧
	السد الواقع في أراضي B	٢٧	١٣,٥	١٩٥	١٨٠٠٠	٣٣٣٠٠٠
المجموع أراضي A						٧٠٣٨١٢
المجموع أراضي B						٥٤٢٨٨٥

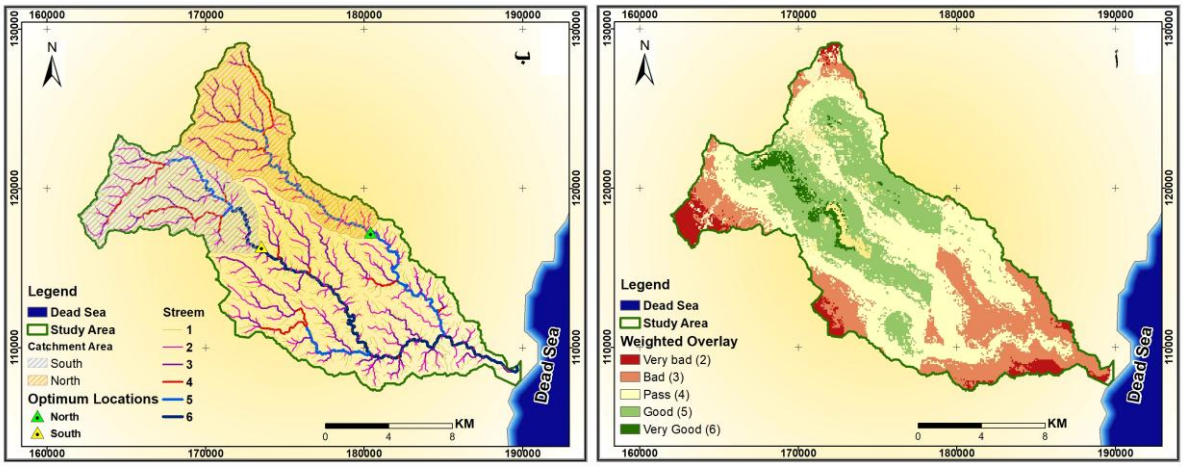
المصدر: إعداد الباحثان

يُبين الجدول رقم (٣) بأنَّ حجم المياه التي يمكن استيعابها للسدود التي تقع في أراضي A تبلغ (703,812م٣)، وبلغت سعة التخزين في سدود أراضي B (542,885م٣)، ومن خلال مقارنة الجدول (٢) مع الجدول (٣) يتضح أنَّ كمية المياه الجارية في أحواض السدود أكبر بكثير من حجم التخزين داخل السدود، ويمكن زيادة كمية المياه التي تستوعبها السدود من خلال تكبير حجم السد هندسياً من خلال زيادة أبعاد الجدار الاسمنتي لجسم السد، ولكن هذا سوف يتطلب تصاميم وتقنيات متقدمه، إضافة إلى أن السدود الكبيره عُرضةً لمخاطر جيوتقنيه وبحاجه إلى عمليات صيانه متخصصه بشكل دوري، وكل هذه الأمور تعني زياده في التكاليف (Brown, 2017). ولكن الحل الأفضل لحصد كميات أكبر من المياه الجاريه في حوض الدراسه هو التوسع الطبيعي عن طريق تطبيق السيناريو الثاني بضم أراضي C للإستفادة منها في إقامة سدود عليها. وقد قامت هذه الدراسه بإجراء التحليلات الهيدرولوجيه اللازمه للسيناريو الثاني وذلك بحساب كميات الحصاد المائي فوق أراضي C وتعيين مواقع السدود وسعتها من مياه التخزين؛ كما تُبيِّنه الجداول (٤ و٥) وكما تُظهره الأشكال من (١٢ إلى ١٤).



شكل (١٢): نموذج هيكلي لتحديد أفضل المواقع لإنشاء السدود في أراضي C (السيناريو الثاني)

المصدر: إعداد الباحثان



شكل (١٣): (أ) المرحلة الأولى (التحليل التراكيبي) (ب) أفضل المواقع والتحويل الشبكي

المصدر: عمل الباحثان

الجدول (٤): كمية المياه الجارية في مناطق مستجمعات الأمطار خلف مواقع السدود المقترحه في أراضيC (أنظر الشكل 13)

مناطق مستجمعات الأمطار	الشمالية	الجنوبية	المجموع
مساحة حوض السد/كم٢	٥١,٥	٥١	
معدل متوسط الامطار السنوي/ملم	٤٥٠	٥٢٥	
التبخر السنوي من كمية الامطار الساقطة %	٦٧,٥	٦٧,٥	
التسرب% (Juaidi, 2008)	١٥	١٥	
فاقد الامطار %	٨٢,٥	٨٢,٥	
كمية الامطار المتبقية %	١٧,٥	١٧	
كمية المياه الجارية فعلا/ملم	٧٩	٨٩,٢٥	
كمية الامطار الجارية فعلا/م٣ (الفائضة) [١]	4,068,500	4,551,750	8,620,250

١

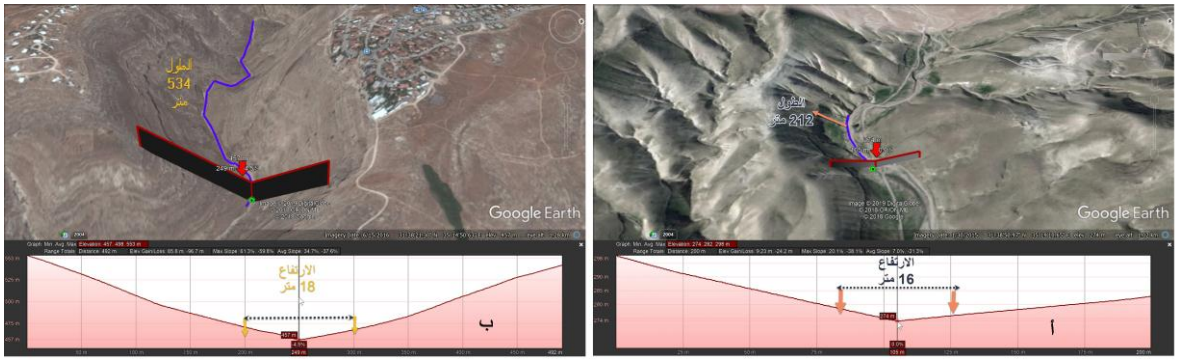
لمصدر: قام الباحثان بحساب المتوسط الموزون للأمطار لكل حوض من الخريطه رقم (٢) بالاعتماد على الخرائط المناخية لمنطقة الدراسة من الأرصاد الفلسطينيه بالضفه الغربيه، الأحوال المناخية في الأرضي الفلسطينية، ٢٠٠٣-٢٠١٥ وبيانات وزارة الحم المحلي الفلسطيني(٢٠١٦)

الجدول (٥): حجم المياه المخزنة داخل السدود المقترحه في أراضي C، المبينه في الشكل ١٤ (أ) و (ب)، بالاعتماد على تحليل الخريطة الكنتورية

السدود على أراضي C	الشمالي	الجنوبي	المجموع
ارتفاع السد/م (الجدار الاسمنتي)	١٦	١٨	
متوسط الارتفاع /م	٨	٩	
طول السد/م	٢١٠	٥٣٤	
المساحة/م2	46,552	88,865	
حجم المياه الذي يستوعبه السدام3	372,416	799,785	١،١٧٢،٢٠١

المصدر: إعداد الباحثان

[١] كمية الامطار الساقطة على حوض م٣ = مساحة الحوض/ م٢ * كمية الامطار الفعلية/ م
كمية الامطار الفعلية/م=معدل الامطار الساقطة -فاقد الامطار
فاقد الامطار %= التبخر والنتح الكامن + التسرب
كمية الامطار المتبقية %= ١٠٠ – فاقد الامطار



شكل (١٤): (أ) سد شمالي، أراضي C (ب) سد شمالي، أرضي C

المصدر: عمل الباحثان

٦. النتائج

تشكل كمية مياه التساقط والمياه الجوفية المصادر الرئيسيه للمياه في منطقة الدراسة، حيث يبلغ مقدار التساقط السنوي في أقصى الأجزاء الشرقية السفلية من الحوض (٠- ٣٠٠ ملم)، بينما يصل في الأجزاء العلوية (٤٠٠-٧٠٠ ملم). كما يوجد في المنطقة ٥ آبار جوفيه و٦ ينابيع ولكن كمية استغلالها وإمكانية الإستفادة منها محدودة بسبب ضعف إنتاجية الينابيع. وتشكل الظروف الصعبة التي يمر بها الشعب الفلسطيني من سياسات مائيه يفرضها الإحتلال "الإسرائيلي" عائقاً قسرياً يحول دون تعظيم الاستفادة من مياه الآبار الجوفيه بمنع الفلسطينيين من الوصول إلى المياه الجوفيه العميقه حيث الكميات الوفيره.

تم في هذه الدراسه تعيين ٦ مواقع كاختيار أولي لإنشاء سدود على مجاري حوض وادي دراجا جنوب الضفه الغربيه شرقي محافظة بيت لحم لحصد جزء من مياه الأمطار الجاريه في الحوض واستغلالها بدلاً من أن تصب في البحر الميت وتتحول إلى مياه مالحه. كما وقع اختيار السدود ضمن نطاق درجات الحراره المنخفضه في الحوض المائي لمنطقة الدراسه وبالتالي مستويات تبخر أقل، ما سوف يساعد على الاحتفاظ بكميات أكبر من مياه السدود. وقد تم تحديد مواقع السدود ضمن سيناريوهات، بحيث أخذ السيناريو الأول بعين الاعتبار التقسيمات الجيوسياسه لأراضي الضفه الغربيه بسبب الوضع السياسي القائم في المنطقة إلى جانب تأثير المعايير الطبوغرافية والجيولوجية والهيدرولوجية والقياسات المورفومترية باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتوظيف تقنية الاستشعار عن بعد (RS)، بينما استثنى السيناريو الثاني في تعيين مواقع السدود تأثير تقسيمات الأراضي الجيوساسيه مع إبقاء جميع المعايير الأخرى في الحسابات والتحليلات.

شكَّلت التقسيمات الجيوسياسه العامل الأكثر إعاقة في الاستفادة من حصاد أكبر كميه من مياه الأمطار الجاريه في حوض منطقة الدراسه، فقد بلغت كمية إجمالي الأمطار الجارية في سيول حوض وادي دراجا

حوالي (١٣،٧١٤،٥٠٠ م^{٣})، بحيث قُدِّرت كمية المياه الجارية في مناطق الحصاد المائي للسيناريو الأول حوالي (٥،٣٥٦،٠٠٠ م^{٣}) لمنطقتي تجمع السدود الشماليه والجنوبيه؛ و قد بلغت سعة التخزين لكمية المياه خلف السدود التي تقع في أراضي A بما مقداره (٧٠٣،٨١٢ م^{٣}). بينما قُدِّرت كمية المياه الجارية في مناطق الحصاد المائي للسيناريو الثاني حوالي (٨،٦٢٠،٢٥٠ م^{٣}) لمنطقتي تجمع السدود الشماليه والجنوبيه؛ في حين بلغت سعة أحواض سدود أرضي C من كمية المياه التي يمكن تخزينها حوالي (١،١٧٢،٢٠١ م^{٣}). وهذا يعني أنَّه إذا تم تنفيذ سدود السيناريو الثاني عِوضاً عن سدود السيناريو الأول لإعطاء فرصه للتوسع الهيكلي في أراضي A و B فإنَ السعه التخزينيه لسدود أراضي C سوف تكون أعلى. وفي حالة تم تنفيذ سدود السيناريو الأول والثاني فإنَّ إنشاء سدود في أراضي C سوف يزيد كمية الحصاد المائي في منطقة الدراسه بنسبة أكثر من ١٣%.

رغم الكميه القليله للمياه التي يمكن حصادها عن طريق إنشاء السدود المقترحه، خاصة من السيناريو الأول، مقارنة مع كمية الجريان الإجمالي للمياه في حوض الدراسه، إلا أنَ الفلسطينيين بحاجة إلى كل قطرة ماء. كما أنه يمكن زيادة حجم الحصاد المائي بتنفيذ السدود المقترحه في السيناريو الثاني بالضغط على المجتمع الدولي على إجبار الاحتلال الاسرائيلي رفع سيطرته عن أراضي C لإعطاء الفلسطينيين حرية التصرف بها لأغراض البنى التحتيه ذات الطابع الإنساني كما هو الحال في موضوع هذه الدراسه بإنشاء سدود لاستغلال مياه الأمطار الجاريه لتعويض جزء بسيط من المياه التي حُرِم منها المواطن الفلسطيني بسبب السياسات التعسفيه على مصادر مياهه السطحيه والجوفيه.

وبسبب الضروره القصوى والملحه لتوفير مصادر للمياه في مناطق الضفه الغربيه لأغراض مختلفه، فإنَّ السدود المقترحه في السيناريو الأول، على فرض اقتُصر الأمر فقط على إنشائها، وكانت سعتها التخزينيه للاستفادة منها في أغراض الري محدوده، سوف تبقى ذات قيمه عاليه في توفير مسطحات مائيه كمرافق سياحيه حيويه للفلسطينيين الذين حُرموا من حقوقهم في المشاطئه لمسطحاتهم المائيه الطبيعيه والشرعيه من بحار وبحيرات.

٧. التوصيات

وبناءاً على النتائج التي توصلت إليها الدراسه، نقدم التوصيات التاليه:

١- إجراء دراسات تطبيقية مماثلة لجميع أحوض التصريف المائية في فلسطين بالإعتماد على التقنيات الحديثة بما فيها نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والإستشعار عن بعد(RS)، لتكون بنك معلومات لوزارة التخطيط ومختلف مؤسسات الدوله ذات العلاقه.

٢- تشجيع ودعم البحوث التطبيقية في مجال الموارد المائية من خلال تخصيص مبالغ مجزية لإنجاز هذه البحوث من قبل الجهات المعنية بالموارد المائية.

٣- العمل على بناء السدود المقترحة لحجز الأمطار الجارية للاستفادة منها في موسم سقوط الأمطار كما هو الحال في الدول المتقدمة، لا سيما في المناطق التي تعاني نقص في المياه لغرض استغلال الامطار وتنمية الأراضي الرديئة واستغلالها في الزراعة.

٤- تطوير هذه الدراسة والأخذ بها من قبل الباحثين والمختصين في مجال إدارة الموارد المائيه، لتصبح أكثر واقعية من حيث التكلفة والأمور الفنية.

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربيه

آل الشيخ، عبدالملك بن عبدالرحمن. (٢٠٠٦) حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائيه في المملكه العربيه، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائيه والبيئه الجافه، جامعة الملك سعود، السعوديه.

برقان، محمد عبدالله. (٢٠١٩) استغلال الأمطار الجارية في الأجزاء الداخلية لحوض وادي غزة من محافظة الخليل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة الجامعه العربيه الأمريكيه للبحوث، المجلد ٥، العدد ٢، فلسطين.

الحسن، عبدالرحمن. (٢٠١١) حصد المياه في السودان، ملتقى إقتصاديات المياه والتنميه المستدامه: نحو تحقيق الأمن المائي،جامعة بسكره، الجزائر.

حمدان، صبري، أبو عمرة، صالح. (٢٠١٠) بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (دراسة مقارنة)، مجلة جامعة الازهر، المجلد ١٢، العدد ٢، غزة.

خضر، صهيب، فيصل، رائد. (٢٠١١) الدلالة الهيدرولوجية السطحية لحوض وادي العجيج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، مجلة التربية والعلم– المجلد (١٨)، العدد (١)، جامعة الموصل، العراق.

الدعري، ماجده بنت عبد الله. (٢٠١٤) استخدام تقنية الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيه لدراسة الحصاد المائي لمياه السيول في منطقة القصيم، رسالة ماجستير، جامعة أم القرى، السعوديه.

الراوي، عادل سعيد، والسامرائي، قصي عبد المجيد. (١٩٩٠) المناخ التطبيقي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، العراق.

الدويكات، قاسم محمد. (٢٠٠٣) أنظمة المعلومات الجغرافية، جامعة مؤته، الأردن، الطبعة الثانية.

التوم، صبري محمد. (٢٠١١) التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض وادي الرمدين وحوض نهر تكالا، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة البحرين، العدد ٢٠.

سعيد، محمد يعقوب محمد. (٢٠٠٦) تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة المياه، جامعة الإمارات العربية المتحدة، الامارات.

سلطة المياه الفلسطينية. (٢٠٠٦) أثر الاستيطان الإسرائيلي على المياه في فلسطين، (http://www.nbprs.ps/page.php?do=show&action=me5).

سلمان، علياء حسين، حبيب، زينب حسن، رحمن، ابتسام عدنان. (٢٠١٠) الآثار البيئية للسدود المائية في العراق، مجلة البحوث الجيرافية المائية في العراق، العدد ٢٠، العراق.

شرف الدين، أحمد صالح، نعمان، عبدالله. (٢٠١٣) دراسة جدوى لإمكانية حصاد مياه الأمطار في اليمن لتوفير مياه الشرب في المناطق الريفيه، مركز المياه والبيئه، جامعة صنعاء، اليمن.

عابد، عبد القادر، الوشاحي، صايل. (١٩٩٩) جيولوجية فلسطين، الناشر مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين، القدس، فلسطين، ١٩٦.

العفايفه، نضال، مدبر، محمد. (2015) الدليل الإرشادي للحصاد المائي، مديرية بحوث التربه والمياه والبيئه، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، وزارة الزراعه، الأردن، ISBN 978-9957-588-02-1

غضيه، أحمد رأفت، برقان، محمد عبدالله. (٢٠١٩) تحليل شبكة الأوديه وتحديد أفضل مواقع إقامة السدود في السفح الغربي لهضبة الخليل بواسطة نظم المعلومات الجغرافيه (GIS)، مجلة دراسات، العلوم الإنسانيه والجتماعيه، المجلد٤٦، العدد ١٨١، الأردن.

كامل، عمار، سليمان، صادق، صايل، خميس. (٢٠١١) دراسة هيدرولوجية الصحراء الغربية لتقييم مشاريع حصاد المياه في المنطقة، المجلة العراقية للهندسية المدنية، المجلد ٧، العدد ٢، ١٦-٢٧، العراق

الكفري، عبد المجيد. (٢٠٠٨) استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد المواقع المبدئيه لإقامة سدود لتجميع مياه الأمطار والسيول، الملتقى الدولي جيوتونس، تونس.

مركز المعلومات الوطني الفلسطيني وفا. (٢٠٠٨) فلسطين، غزة.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (٢٠٠٣) السودان، الخرطوم.

نافع، فيصل عبدالفتاح. (٢٠١٣) استخدام تقانات حصاد المياه لتنمية الموارد المائيه العراقيه، مجلة المستنصريه للدراسات العربيه والدوليه، المجلد ٦٠، العدد ٦٠.الوائلي، مثنى. (٢٠١٢)، التغيرات المناخية وتأثيرها في الموارد المائية السطحية في العراق، اطروحة دكتواره، غيرمنشورة، كلية الاداب، جامعة الكوفة.

وزارة الحكم المحلي الفلسطيني. (٢٠١٦) فلسطين، رام الله.

ثانياً: المراجع الاجنبية

Abdin, S., (2006) Qantas a unique groundwater management tool in arid regions, the case of Bam Region in Iran. International symposium on groundwater sustainability (ISGWAS), 79-87, Madrid, Spain.

Adham, A., Riksen, M., Ouessar, M., Ritsema, C., (2016) Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review. International Soil and Water Conservation Research, 4, 108-120.

Al-Adamat, R., Diabata, A., Shatnawib, G., (2010) Combining GIS with multicriteria decision making for siting water harvesting ponds in Northern Jordan, Vol 74, Issue 11: 1471-1477.

Al-Assa'd, T., and Abdulla, F., (2009) Artificial groundwater recharge to a semi-arid basin: case study of Mujib aquifer, JordanEnvironmental Earth Sciences, 60, 845-859.

Amler, B., Betke, D., Eger, H., Ehrich, C., Kohler, A., Kutter, A., von Lossau, A., Müller, U., Seidemann, S., Steurer, R., Zimmermann, W., (1999) Land use planning, methods, stratigies and tools, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Germany.

Baba, A., Tsatsanifos, Chr., El Gohary, F., Palerm, J., Khan, S., Mahmoudian, S., Ahmed, A., Tayfur, G., Dialynas, Y., Angelakis, A., (2018) Developments in water dams and water

harvesting systems throughout history in different civilizations, International Journal of Hydrology, Vol 2 Issue 2: 150-166.

Brown, ET., (2017) Reducing risks in the investigation, design and construction of large concrete dams. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 9, 197-209.

Dai, A., (2011) Drought under global warming: a review. WIREs Clim Change 2011, 2: 45-65. doi: 10.1002/wcc.81.

Dai, X., (2016). Dam site selection using an integrated method of AHP and GIS for decision making support in Bortala, Northwest China. Lund University, Lund, Sweden.

El Arabi, N., (2012) Environmental management of groundwater in Egypt via artificial recharge extending the practice to soil aquifer treatment (SAT). International Journal of Environment and Sustainability Vol. 1 No. 3, 66-82.

El-Fadel, M., Quba'a, R., Al-Hougeiri, N., Hashisho, Z. Jamali, D., (2001) The Israeli Palestinian Mountain Aquifer: A case studying ground water conflict resolution J. Nat. Resour. Life Sci. Educ. 30:50-61.

GeoMOLG, (2016) The Integrated Spatial Information System of the Palestine Ministry of Local Government, Accessed.

Haddad, M., Mizyed, N., (1996) Water resources in the Middle East: Conflict and solutions. In J.A. Allan (ed.) Water, peace and the Middle East: Negotiating resources in the Jordan basin. Taurus Academic Studies, New York.

Juaidi, A., (2008) GIS-based modeling of groundwater recharge for the West Bank, unpublished master thesis, An-Najah National University, Nablus, Palestine.

Khader, A., El-Kelani, R., Shadeed, S., (2019) Potential artificial recharge to a semi-arid basin: Case study in a shallow groundwater aquifer, south of West Bank, Palestine, Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences, article in press.

Lelieveld, J., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E., El Maayar, M., Hannides C., Lange, M., Tanarhte, M., Tyrlis, E., Xoplaki, E., (2011) Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East, Climatic Change, 114:667-687.

Mugo, G., and Odera, P., (2018) Site selection for rainwater harvesting structures in Kiambu County-Kenya, the Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, article in press.

Pareta, K., Pareta, U., (2011) Hydro morphological study of Karawan watershed using GIS and Remote Sensing techniques, E-International Scientific Research Journal, Vol 111, Issue 4, ISSN: 2094-1749.

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, Volume 1, Issue 1, 47-62 ISSN 2277-9051.

Patton, P.C., Baker, VR., (1976) Morphometric and flood in small drainage basins subject to diverse hydro geomorphic controls, Water Resources Research , Vol 12, Issue 5: 941-952.

Prinz, D., (1996) Water Harvesting: Past and Future. In: Pereira, L.S. (ed.), Sustainability of Irrigated Agriculture. Proceedings, NATO Advanced Research Workshop, Vimeiro, 21-26.03.1994, Balkema, Rotterdam, 135-144.

Shadeed, S., (2012) Spatio-temporal drought analysis in arid and semi-arid regions: A case study from Palestine, The Arabian Journal for Science and Engineering. Vol 38: 2303-2313.

Studer, R., and Liniger, H., (2013) Water Harvesting: Guidelines to Good Practice. Centre for Development and Environment (CDE), Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; the International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.

Tahmicioglu, M., Anul, N., Ekmekci, F., Durmus, N., (2007) Positive and negative impact of dams on the environment, International Congress on River Basin Management, Antalya, Turkey, 759-769.

Torrijo, FJ., Alija, S., Garzon-Roca, J., (2019) Geological and geotechnical charachterization of the Terrateig Dam in Valencia, Spain. Environmental and Engineering Geoscience, 25, 1: 1-14.

USGS, (2016) United States Geological Survey, Science for a changing world, exploring water, https://www.usgs.gov/software/multidimensional-surface-water-modeling-system-mdswms.