*Published by the Academic Publication Council of Kuwait University. All rights reserved.*

Doi: 10.34120/jss.v52i4.3113

قدم في: يناير 2021

أجيز في: يونيو 2021

# Rainwater Harvesting and Mitigation of Flood in the Wadi Massin Basin by Dams: Selection of Suitable Sites Using Remote Sensing and Geographical Information System, North West Bank, Palestine

**Radwan El-Kelani**

**Mohammed Burqan**

**Abstract**

**Objective:** This study aims to identify optimal sites for the construction of dams within the Wadi Massin watershed, located in the northern region of the West Bank, Palestine, to harvest rainwater runoff and mitigate flood risks across plains and agricultural lands. Recently, large areas of Palestine have increasingly been experiencing semi-arid climatic conditions due to frequent droughts affecting many countries in the eastern Mediterranean basin. **Methodology:** The research employs an analytical and quantitative approach, utilizing Remote Sensing (RS) techniques and Geographic Information Systems (GIS). These tools were applied to generate relevant maps, including topographic maps, slopes, geological maps, soil, drainage network, and land use maps. **Results:** The total annual volume of rainwater draining into the Wadi Massin catchment area is approximately 19 million cubic meters. The storage capacity of the proposed dams is estimated at around 2.5 million cubic meters. Additionally, a fourth dam (Al Jarba dam) was identified in the northeastern highlands of the study area, and an artificial recharge well was proposed for the eastern section. These interventions are expected to store over 38% of the rainwater that flows towards the areas prone to flooding. **Conclusion:** Three suitable locations have been identified for rainwater harvesting: Jaba Dam, Ar-ramah Dam, and Attil Dam. Additionally, the Al Jarba dam and an artificial recharge well were proposed as solutions to mitigate flood risks in the most vulnerable areas within the Wadi Massin basin.

**Keywords:** Rainwater Harvesting, Flood Mitigation, Wadi Massin, Dams, Geographical Information System (GIS), Palestine.

تصدر عن مجلس النشر العلمي بجامعة الكويت - جميع الحقوق محفوظة للمجلة.

# استخدام نظم المعلومات الجغرافية لاختيار مواقع السدود لحصاد مياه الأمطار والتخفيف من الفيضانات في حوض وادي مصين، شمال الضفة الغربية بفلسطين

رضوان جهاد الكيلاني(*)
محمد عبد الله برقان(**)

## ملخص

**هدف الدراسة:** تسعى الدراسة إلى اختيار أفضل مواقع لإقامة سدود في حوض مجرى وادي مصين؛ بهدف الحد من الفيضانات خلال الفصل المطير وتخزين المياه والاستفادة منها خلال الفصول الجافة. تعاني منطقة الدراسة خلال الفصل الجاف شُحاً في هطول الأمطار وتذبذباً فيه، في حين تتميز خلال الفصل المطير -في بعض الأحيان- بهطول كميات كبيرة من الأمطار مسببة الفيضان. **المنهجية:** اعتمدت الدراسة على استخدام الأسلوب التحليلي والكمّي المتبع في البحث الجغرافي من خلال استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (RS)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإعداد الخرائط المختلفة ذات العلاقة؛ كخرائط للطبوغرافيا والانحدارات والجيولوجيا والتربة وتوزيع شبكة التصريف وخرائط استخدام الأرض. **النتائج:** تُقَدَّر كمية الأمطار الفعلية الجارية في حوض وادي مصين بنحو 19 مليون متر مكعب، وتصل قدرة التخزين في السدود المقترحة إلى نحو 2.5 مليون متر مكعب، وحُدِّد سدّ رابع لحل مشكلة الغرق في الجزء العلوي من الحوض على المرتفعات الشمالية الشرقية التي تسمح بإنشاء سدود، واقتُرح حفر بئر تغذية صناعية للمياه الجوفية في الجزء الشرقي؛ إذ سيعملان على حجز أكثر من 38 % من المياه المتجهة إلى منطقة مرج الغرق. **الخلاصة:** اختيرت 3 مواقع مناسبة لإقامة سدود: سد جبع، وسد الرامة، وسد عتيل، الغرض منها حصاد المياه قبل وصولها حوض البحر المتوسط، إضافةً إلى تحديد موقع سد رابع (سد الجربة)، واقترح حفر بئر تغذيه صناعية؛ للتخفيف من حدة الغرق في أكثر المناطق عرضةً للفيضان من حوض وادي مصين.

**المصطلحات الأساسية:** حصاد مائي، فيضان، وادي مصين، سدود، نظم المعلومات الجغرافية، فلسطين.

(*) أستاذ مشارك، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة وتكنولوجيا المعلومات، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين، Email: radwan@najah.edu

**الاهتمامات البحثية:** جيوفيزياء تطبيقية، استكشاف جيوفيزيائي، جيولوجيا هندسية، زلازل، هندسة زلازل، جغرافيا تطبيقية.

(*) محاضر، قسم نظم المعلومات الجغرافية والأمنية، الكلية المتوسطة للدراسات الأمنية، جامعة الاستقلال، أريحا، فلسطين، Email: mohammad.burqan@pass.ps

**الاهتمامات البحثية:** تحليل مكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، دراسات جيوسياسية أمنية، دراسات جغرافيا طبيعية، تحليل هيدرولوجي.

## أولاً: مقدمة الدراسة ومنهجيتها

### 1 - المقدمة

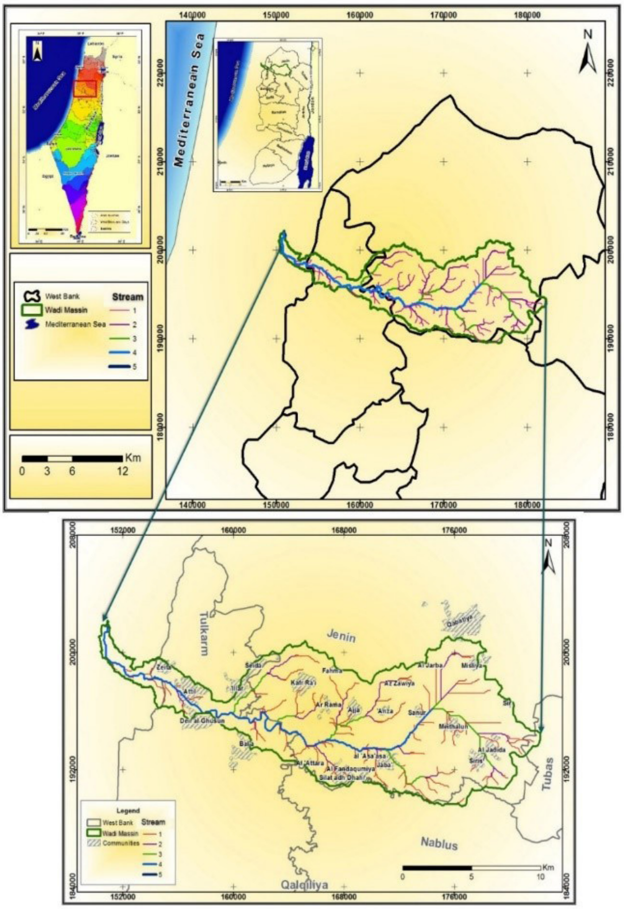
تُواجه مساحات واسعة من فلسطين ظروفاً مناخية شبه جافة؛ بسبب تكرار مواسم انحباس الأمطار وشُحِّها، إضافةً إلى التذبذب في كميات الأمطار وتفاوت توزعها خاصة في مطلع القرن الحالي (Shadeed, 2019)، ويُعزى ذلك إلى التغيرات المناخية التي تعانيها مناطق شرق حوض البحر المتوسط (الراوي والسامرائي، 2009؛ Dai, 2011). وتكتسب أزمة المياه بالنسبة للفلسطينيين أهميةً خاصة وبُعداً أمنياً وإستراتيجياً؛ بسبب سيطرة الاحتلال "الإسرائيلي" على المياه والتحكم في استخدامها، ليس لصالح المستعمرات الإسرائيلية في الضفة الغربية فقط، بل أيضاً لصالح الإسرائيليين في داخل ما يسمى "الخط الأخضر"، علماً أن معظم المستعمرات يقع في أراضي الضفة الغربية الغنية بالمياه العذبة (El-Fadel et al., 2001; Haddad & Mizyed, 1996). فالموارد المائية تُعدّ واحداً من أهم متطلبات بناء المجتمعات المدنية والريفية وتطورها، فتقدير الموارد المائية وإدارتها يكتسب مكانةً كبيرةً في التخطيط الإستراتيجي لجميع شعوب بلدان العالم، خاصة في الأقاليم الجافة وشبه الجافة من أجزاء الكرة الأرضية (Abdin, 2006; Adham et al., 2016; Al-Assa'd et al., 2009; El Arabi, 2012; Khader et al., 2019). يمثل حصاد المياه أهم التطبيقات المعروفة وأقدمها في هذا المجال، وتختلف أساليب حصاد مياه الأمطار والسيول باختلاف المناخ السائد والموقع الجغرافي؛ ومن ثم، يجب اختيار الأسلوب الأمثل تقنياً ولوجستياً واقتصادياً ومناخياً للمنطقة (Abushandi & Alatawi, 2015; Baba et al., 2018; Prinz, 1996). وفي ظل التغيرات المناخية التي تعانيها مناطق شرق حوض البحر المتوسط زادت احتمالية حدوث الفيضانات في معظم مناطق الضفة الغربية من فلسطين؛ ما نتج عنه تعرض معظم التجمعات السكانية الفلسطينية في المحافظات المختلفة لخطر الفيضانات العالية والعالية جداً (جرارعة، 2016؛ Shadeed, 2019)، وتمثل منطقة الدراسة واحدةً منها. ويتعاظم هذا الوضع سوءاً؛ نظراً لعدم وجود البنى التحتية المناسبة؛ (مثل قنوات التصريف) اللازمة للتخلص الآمن من الفيضانات المتوالية. لذلك، فإن الإدارة الجيدة لحصاد المياه عن طريق إنشاء السدود لها أهمية قصوى من أجل ضمان إمدادات مياه كافية وللتخفيف المناسب من حدة مشكلة الغرق (El-Kelani & Khader, 2019).

## 2 - منطقة الدراسة

يشكل مجرى وادي مصين جزءاً من حوض وادي الخضيرة الذي ينتهي في البحر المتوسط ويتقاطع في حدوده مع محافظة جنين في الجزء العلوي ومحافظة طولكرم في الجزء السفلي، كما في الخريطة- شكل (1)، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (185) كم²، ويقع أعلى منسوب للحوض وأدناه بين (27 و762) متراً فوق سطح البحر.

**شكل 1**

*منطقة الدراسة (حوض وادي مصين)*




المصدر: عمل الباحثين بالاستعانة بخطوط تقسيم أحواض المياه في محافظتي جنين وطولكرم.

## 3 - مشكلة الدراسة

يقع مجرى حوض وادي مصين في منطقه حيوية شمال الضفة الغربية، ينتشر فوقها تجمعات ريفية، يزيد عدد سكانها على 80 ألف نسمة وامتداد واسع لأراضي زراعية خصبة (شكل 1). كما تقع منطقة الدراسة ضمن ظروف مناخية شبه جافة؛ بسبب تكرار مواسم الجَدب والمحل والتذبذب في كميات الأمطار وشُحِّها وسوء توزيعها في مختلف أرجاء الضفة الغربية من فلسطين، ويأتي هذا نتيجةً للتغير المناخي في بلدان شرق حوض البحر المتوسط وما يصاحبه من ظروف مناخية قاسية، قد تكون مصحوبة من جهة أخرى بزيادة كثافة هطول الأمطار؛ مما يزيد من احتمالية حدوث السيول المفاجئة وتكثيف مخاطر الفيضانات السائدة، التي تقع من ضمنها منطقة الدراسة (Shadeed, 2019)؛ ومن ثم تعرّض أجزاء من حدود التجمعات السكانية والأراضي الزراعية في منطقة حوض وادي مصين لخطر الفيضانات والغمر بالمياه.

## 4 - أهمية الدراسة

تستمد هذه الدراسة أهميتها من أن المنطقة التي تستهدفها تعاني شحّاً في موارد المياه الزراعية؛ بسبب سيطرة الاحتلال الإسرائيلي على 95% من المياه الجوفية، وفرض قوانين قصرية ضد المزارعين في استغلال المياه الجوفية، كما تقع منطقة الدراسة ضمن إقليم شبه جاف بسبب تكرار مواسم انحباس الأمطار وشُحِّها، وما يصاحبه من ظروف مناخية قاسية، ترافقها أحياناً زيادة في كثافة هطول الأمطار؛ وهو ما قد يزيد من تواتر شدة الفيضانات؛ مما يجعل الدراسة مهمة لحل مشكلة مزدوجة ذات وجهين: إيجاد آلية لحصاد مياه الأمطار باختيار مواقع سدود مناسبة كواحدة من الوسائل الرئيسة للتخفيف والحد من مشكلة الغرق الذي قد يسببه الفيضان في منطقة الدراسة، ومن جهة أخرى الاستفادة من الحصاد المائي وتخزينه لسد الحاجة في النقص الكبير والطلب المتزايد على مصادر للموارد المائية واستغلال هذا المخزون في كثير من الاستخدامات التي في حاجة إلى المياه على صعيد الاستهلاك المنزلي والزراعي بدلاً من غمرها لأجزاء من الأراضي الزراعية في المنطقة، والتسبب في أضرار وخسائر جسيمة، أو ضياع جزء من مياه السيول إلى البحر المتوسط؛ مما يؤدي إلى فقدانها بشكل كامل.

## 5 - أهداف الدراسة

إنَّ عملية اختيار وتحديد مواقع السدود أو آبار التغذية الصناعية لحصد مياه الأمطار وتخزينها تحتاج إلى اختصاص وتقنيات وبنى تحتية فنية وبرامج لتحليل معطيات

بيئية وطبيعية، إضافةً إلى أنَّ التنقل ميدانياً في مساحات واسعة وذات تضاريس وعرة ليس سهلاً؛ ومن ثم، فإن عملية البحث عن وسائل جديدة لتجاوز هذه الصعوبات يُعَد خطوة مهمة. لقد اكتسب تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في مجال دراسة إدارة المياه بعداً إستراتيجياً، خاصة أن الماء يعتبر من أكثر العناصر البيئية التي تحتاج إلى إدارة وترشيد، بل يمكن اعتباره العنصر الأكثر تحكماً في الإدارة البيئية والمؤشر الأكثر وضوحاً في رصد التغيرات البيئية المختلفة، ويُعدّ الربط بين نظم المعلومات الجغرافية وتحليل البيانات المكانية أمراً بالغ الأهمية في البحث والاستكشاف، واستخلاص العديد من المعطيات. تهدف الدراسة إلى استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإعداد الخرائط المختلفة ذات العلاقة ؛كخرائط للمنحدرات والجيولوجيا والتربة وخرائط استخدام الأراضي بهدف تحديد واختيار مواقع مناسبة للسدود. بالإضافة إلى تحديد مواقع وتوزيع شبكة التصريف (المسيلات والأودية الفرعية) في مستجمعات مياه وادي مصين كعامل أساسي لتقدير حجم الجريان السطحي للمياه في منطقة الدراسة، الذي يسبب خطر الفيضان. استخدمت برامج خرائط GIS مثل ArcGIS 10.1 وArc Hydro 2.0 وGoogle Earth في معالجة البيانات واستنباط المتغيرات المورفومترية.

## 6 - الحصاد المائي

يُطلَق مصطلح الحصاد المائي على أية تقنية مورفولوجية أو فيزيائية تُستخدم في حجز وتخزين مياه الأمطار والسيول في فترات سقوطها بطرق تختلف باختلاف الغاية من تجميعها ومعدلات هطولها (Baba et al., 2018; El-Kelani & Khader, 2019)، سواء 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 حصاد مياه الأمطار نصيباً وافراً من الاهتمام خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة من الدول العربية (برقان، 2019؛ آل الشيخ، 2006؛ العفايفه ومدبر، 2015؛ غضية وبرقان، 2019؛ الكفري، 2008؛ الكيلاني وبرقان، 2020؛ المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2003).

### 7 - منهجية الدراسة

اتبعت الدراسة المنهج الاستقرائي والاستنتاجي في الحصول على المعلومات وتبويبها، فضلاً عن استخدام الأسلوب التحليلي والكمي المتبع في البحث الجغرافي، وذلك من خلال:

1 - جمع المعلومات الطبيعية والمناخية والبشرية عن منطقة الدراسة.

2 - استخدام الخرائط الطبوغرافية الدقيقة لمنطقة الدراسة.

3 - استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية في تحليل الخرائط الطبوغرافية لأغراض الدراسات الهيدرولوجية.

## ثانياً: مصادر المياه في منطقة الدراسة

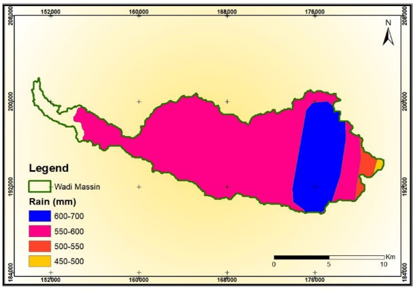
تُعَدّ المياه من أهم الموارد الطبيعية؛ لأن النشاطات البشرية الأخرى تعتمد عليها بشكل مباشر في الزراعة والصناعة والاستخدامات المنزلية الأخرى، وبشكل غير مباشر في عمليات النقل أو التبريد في الصناعة، وللمسطحات المائية إمكانات مهمة، يمكن استثمارها في السياحة الطبيعية، وتزداد أهميتها في المناطق الجافة وشبه الجافة بشكل كبير؛ لأن وجودها وتوزيعها يحدد توزيع السكان وكثافة نشاطاتهم، وتزداد أهميتها بتقدم الزمن؛ بسبب نمو حجم السكان وتنامي متطلبات التنمية والحاجة إلى توفير الأمن الغذائي الذي يعتمد تحقيقه على وفرة المياه للزراعة، ويعرض هذا المبحث لواقع حال الموارد المائية في منطقة الدراسة وفق الإحصاءات الرسمية.

### 1 - التساقط

يكون التساقط على شكل أمطار أو ثلوج وبرد، كما في المناطق الباردة والمرتفعة، ومعظم التساقط في منطقة الدراسة يكون على شكل أمطار، وبسبب طبيعة المناخ شبه الجاف في الشمال من منطقة الدراسة تتصف الأمطار بالمتوسطة، لكن المنطقة في الآونة الأخيرة أخذت تعاني تذبذباً بسبب التغيرات المناخية التي تحدث في منطقة الشرق الأوسط (Lelieveld et al., 2011)، ويتضح من شكل 2 أنَّ المعدل السنوي للأمطار يراوح بين 450 ملم في المناطق المنخفضة و700 ملم في المناطق المرتفعة في الحوض؛ ومن ثم، فإن الأمطار التي تسقط على الحوض تذهب دون الاستفادة منها؛ وذلك بسبب تسرب جزء منها إلى داخل الأرض وفقدان معظمها بالتبخر، ويظهر في شكل 3 المتوسط السنوي لدرجات الحرارة.

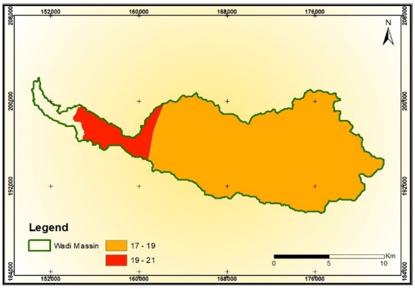
**شكل** 2

*المعدل السنوي للأمطار*




**شكل** 3

*المتوسط السنوي لدرجات الحرارة*

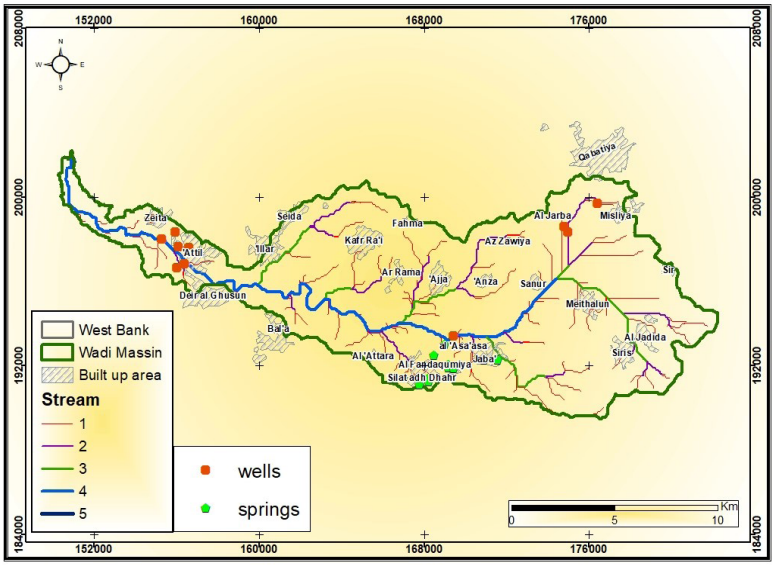



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام البيانات والتقارير المناخية لوزارة الحكم المحلي الفلسطيني، 2016.

## 2 - المياه الجوفية

هي المياه التي توجد في باطن الأرض، وتنقسم إلى قسمين؛ الأول: المياه الجوفية المتجددة ، وتعتمد في تغذيتها على مياه الأمطار أو التسربات الناتجة من ترشيح مياه الأنهار والسيول وسريانها، ويشكل هذا النوع المصدر الرئيس. الثاني: المياه الجوفية العميقة غير المتجددة (وتسمى أيضاً المياه الجوفيه المستحثاتية) ويرجع تجميعها إلى العصور الجيولوجية القديمة. تكتسب المياه الجوفية أهميةً كبيرة في المناطق الصحراوية؛ كونها المصدر الأساسي للمياه في المناطق الجافة؛ ولهذا تحظى مناطق تجمع خزانات المياه الجوفية باهتمام عالٍ في تلك المناطق. تنتمي المياه الجوفية في منطقة الدراسة إلى النوعية المتجددة، وهناك 11 بئراً للمياه الجوفية، و10 ينابيع، كما يظهر في شكل 4، ويتركز توزعها في المنطقة الجنوبية للحوض وإنتاجيتها محدودة، ويقتصر استخراج المياه في الآبار على 5% من المياه الجوفية الضحلة بسبب الانتهاكات القسرية لاستخراج المياه من قبل سلطات الاحتلال الإسرائيلي؛ وفرضت قوانين صارمة بتحديد أعماق حفر الآبار المسموح للفلسطينيين حفرها بما لا يزيد عمقها، في معظم المناطق، على 120–140 متراً، وأمّا الينابيع في حوض الدراسة؛ فإنتاجيتها محدودة جداً لجفاف أغلبها في فصل الصيف، والدائم منها يأخذ شكل نزازات مائية خفيفة (وزارة الحكم المحلي الفلسطيني، 2016).

**شكل** 4
*توزع الآبار والينابيع في منطقة الدراسة*




المصدر: من عمل الباحثين بالاستعانة بخرائط الينابيع والآبار من وزارة الحكم المحلي الفلسطيني.

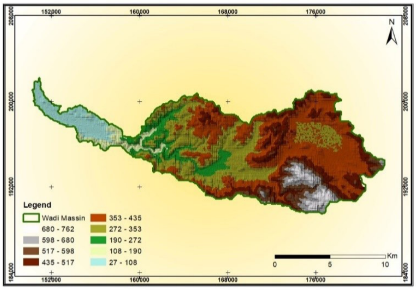
## ثالثاً: اختيار مواقع السدود وتعيينها

اعتمدت الدراسة معايير محددة لاختيار وتحديد أفضل المواقع لإنشاء السدود؛ من أجل حصاد وتخزين جزء من مياه السيول والأمطار، وذلك بما يتلاءم مع واقع الدراسة؛ وروعي كل من العوامل ذات العلاقة، وهي الوضع الطبوغرافي، والوضع الجيولوجي والتربة والوضع الديموغرافي (التجمعات السكانية والمستعمرات)، وأشكال المياه الجوفية (الآبار والينابيع)، والوضع الهيدرولوجي (كثافة المسيلات المائية)، واستعمالات الأرض. لقد طبقت هذه المعايير على شرائح استنبطت باستخدام برنامج GIS من خلال المدخلات الرئيسة الآتية:

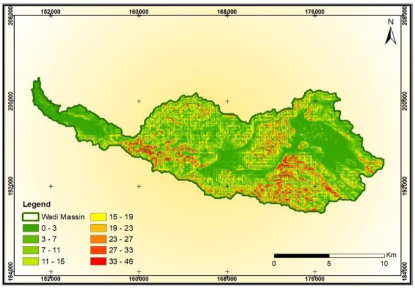
### 1 - المعايير الطبوغرافية

طبقت المعايير الطبوغرافية على شريحة مخطط الانحدارات؛ واعتمد على أن يكون الانحدار مقبولاً لسطح الأراضي التي يقع ضمنها مواقع السدود وهي من (0 – 11) وفقاً للمعايير العالمية، (انظر شكلي 5، 6) وتكون الأراضي التي تقع عليها مواقع السدود، منبسطة وذات ميول بسيطة لتجميع أكبر كمية من المياه.

**شكل** 5
*طبوغرافية المنطقة*




**شكل** 6
*خريطة توزع درجة الانحدار*

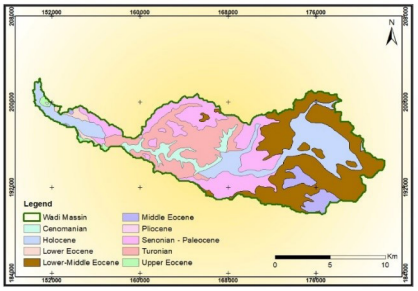



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام بيانات وزارة الحكم المحلي الفلسطيني (2016).

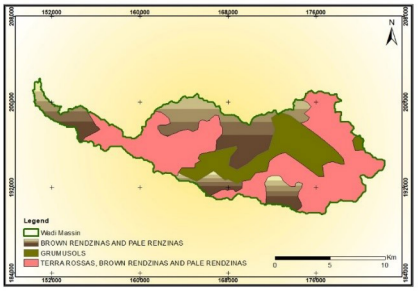
## 2 - المعايير الجيولوجية والتربة

يؤدي نوع الصخور والتراكيب الجيولوجية دوراً مهماً في اختيار مواقع السدود؛ فمن المتطلبات الجيوتقنية لتصميم السدود (Torrijo et al., 2019) أن تكون المواقع المختارة موجودة على أرض ذات أساس متين، بعيدة عن التراكيب الجيولوجية؛ كالصدوع والتفلقات الصخرية والقليل انتشارها في منطقة الدراسة (عابد والوشاحي، 1999)، وغالباً تمثل نطاقات ذات نفاذية عالية. تُظهر جيولوجية منطقة الدراسة (شكل 7) توزع التتابعات الطبقية لصخور كربونية تحتوي على الطبقات الجيرية الطباشيرية الكتلية والمارلية الطينية الكاتمة (عابد والوشاحي، 1999). أمّا فيما يتعلق بالتربة؛ فيظهر شكل 8 توزع أنواع التربة في منطقة الدراسة، التي يغلب عليها تربة التيراروسا الطينية، وتربة الرندزينا الطباشيرية المارلية، وعلى الرغم من أخذ أنواع التربة معياراً مستقلاً في عمليات التحليل فإنها ليست بالعامل المؤثر بشكل أساسي؛ لأن سماكتها قليلة لا تتجاوز متراً، كما أنَّ النسبة الكبيرة لأنواعها صمّاء وذات نفاذية قليلة. أمّا تأثير أنواع التربة ذات الخصوبة العالية؛ فقد روعيت بشكل غير مباشر عند حساب معيار استعمالات الأرض؛ وذلك بسبب قلة سمك التربة في منطقة الدراسة.

**شكل** 7
*جيولوجية المنطقة*




**شكل** 8
*خريطة توزع أنواع التربة*

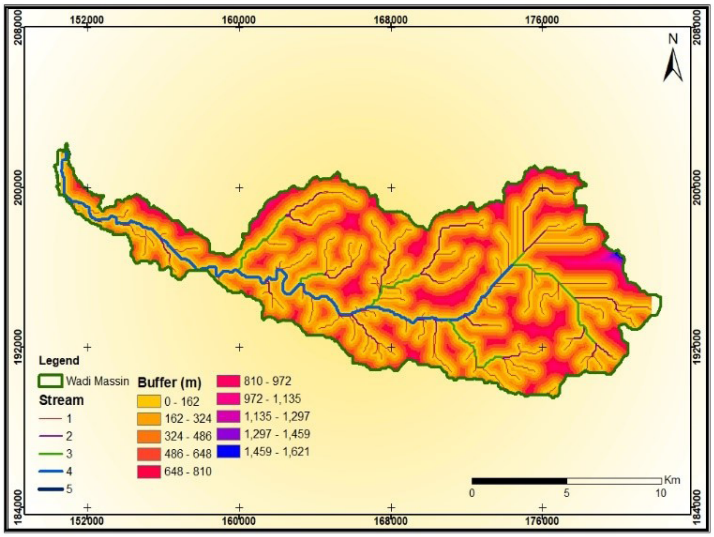



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام بيانات وزارة الحكم المحلي الفلسطيني و (عابد والوشاحي، 1999).

## 3 - المعايير الهيدرولوجية

المعيار الأهم في اختيار مواقع السدود هو تحديد شبكة التصريف السطحي (الكثافات السريانية)، وبخاصة المسيلات المائية ذات الرتبة الكبيرة، كما تظهر في الخريطة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة، شكل 9، ويعتمد عليها بالدرجة الأولى في إنشاء السدود.

**شكل** 9
*خريطة المجاري المائية والبعد عنها*

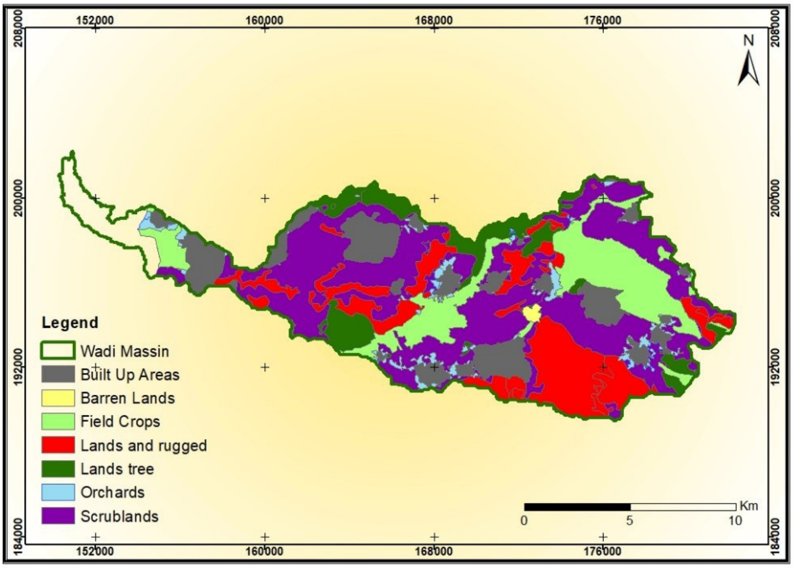


## 4 - معايير استعمالات الأرض

هناك العديد من الأنظمة التي يمكن استخدامها في إعداد مخططات استعمالات الأراضي، وهي تبنى أساساً على طبيعة استعمال الأراضي المحلية، كما تظهر في شكل 10؛ وتناولت الدراسة النظم المتوافرة، ومن خلالها اقترح نظام خاص بالمنطقة بما يتلاءم مع المتطلبات والغرض من الدراسة.

**شكل** 10

*خريطة توزع استعمالات الأراضي في منطقة حوض وادي مصين*




المصدر: من عمل الباحثين باستخدام بيانات وزارة الحكم المحلي الفلسطيني (2016).

من خلال شكل 10 يُلاحَظ أنَّ الأراضي الوعرة والأراضي الجرداء ذات التكشفات الصخرية والجبال والترب الفقيرة والأراضي الحرجية هي الأفضل لإنشاء مواقع السدود وآبار التغذية الصناعية، أما الأراضي الشجرية؛ فهي ذات قيمة اقتصادية كبيرة لما تحتويه من أشجار معمرة، وكذلك المحاصيل الزراعية؛ فإن قيمتها الاقتصادية عالية؛ إذ هي تنتج الخضراوات والفواكه ولا يمكن الاستغناء عنها من قبل السكان، أما التجمعات السكانية والأراضي الصناعية؛ فإنها ذات قيمة اقتصادية ولن يسمح أهلها بإنشاء السدود عليها.

## رابعاً: بناء النموذج الهيكلي (Model builder)

بعد تحديد المعايير وأصنافها ودرجة أهميتها، بُني النموذج الكارتوجرافي في برنامج ArcGIS من خلال النموذج الهيكلي (Model Builder)، الذي يعتمد على أساس تبسيط المشكلات المعقدة والتداخل في البيانات وعلاقاتها المكانية والوصفية؛ ومن ثم يصاغ هذا النموذج لتبسيط المشكلة الأساسية، وتصاغ طريقة حلها من خلال ما يسمى بالتخطيط البياني لمراحل العمل Flowchart، هذا التخطيط البياني يعتمد أساساً على مراحل ووظائف العمل للتحليل المكاني، مع إضافة أساليب أخرى؛ من أجل تبسيط المشكلة الرئيسة وتقسيمها إلى عدة مشكلات فرعية، كما أنه نسج للأفكار والأساليب والطرق (أبو جياب،2012).

### 1 - مراحل بناء النموذج الهيكلي (Model builder) في منطقة الدراسة

#### المرحلة الأولى: التحليل التراكيبي

تعتمد المرحلة الأولى على إضافة الطبقات وتحليلها بناء على المطلوب من الدراسة؛ إذاعتمدت على التحليل المسافي للطبقات للابتعاد والاقتراب من المواقع المدروسة، كما توضحه الخريطة في شكل 12، وابتعدت الدراسة عن مكبات النفايات والآبار والينابيع واقتربت من مواقع الكثافات التصريفية (كثافة السريانات) والطبوغرافية ذات الميول الأقل من 10 درجات، ووضعت الأوزان المناسبة لاستخراج المواقع المثلى لإنشاء السدود، كما في شكل 11.

#### المرحلة الثانية: استنباط أفضل المواقع

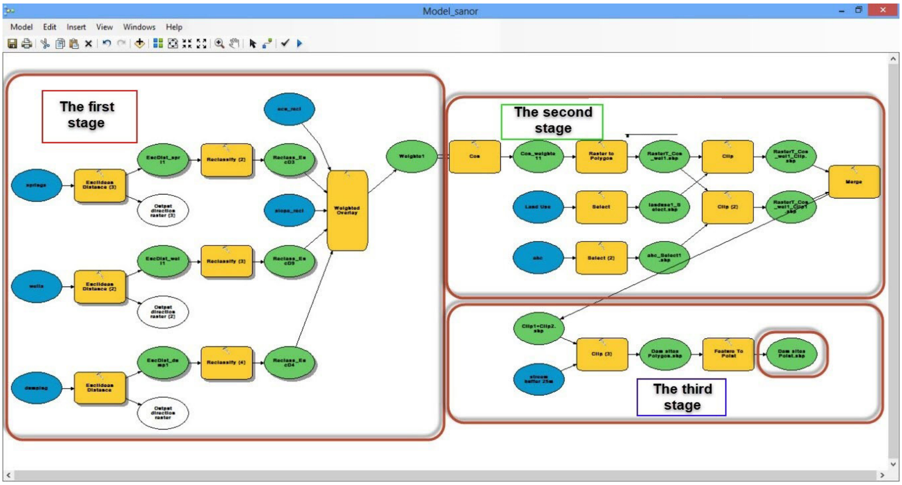
هنا قمنا بإدخال عامل استعمالات الأرض وأخذ الأراضي المسموح إقامة السدود عليها، والخريطة في شكل 13 تبين أفضل المواقع.

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

يتم التحويل في هذه المرحلة من النظام الشبكي (Raster) إلى النظام الخطي (Vector) لتثبيتها والتعامل معها ميدانياً، كما هو موضح في خريطة شكل 14.

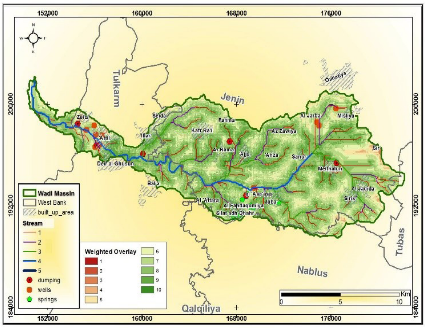
**شكل** 11

*نموذج (موديل) لتحديد أفضل المواقع لإنشاء السدود*



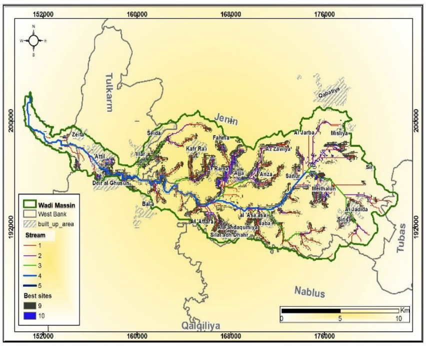

**شكل** 12

*المرحلة الأولى (التحليل التراكيبي)*



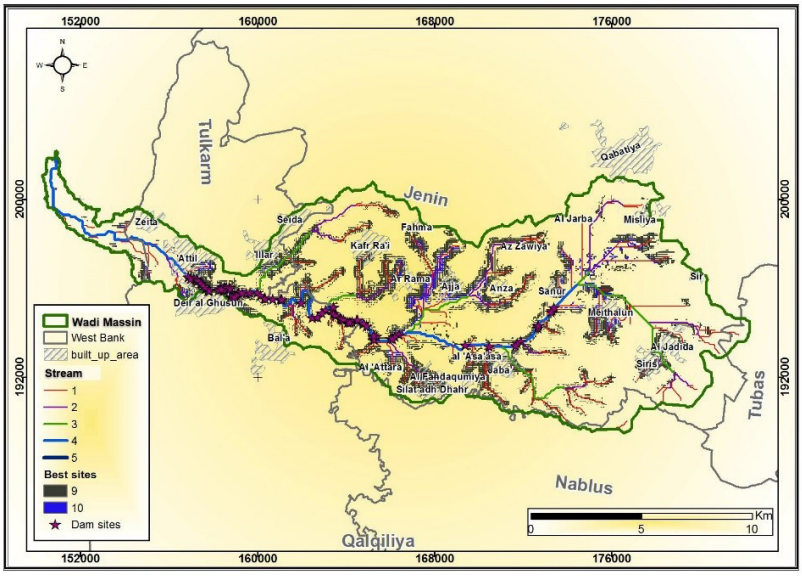

**شكل** 13

*المرحلة الثانية (أفضل المواقع للسدود)*



**شكل** 14

*المرحلة الثالثة: التحويل إلى النظام الخطي*




المصدر: المخرجات من تحليل الموديل.

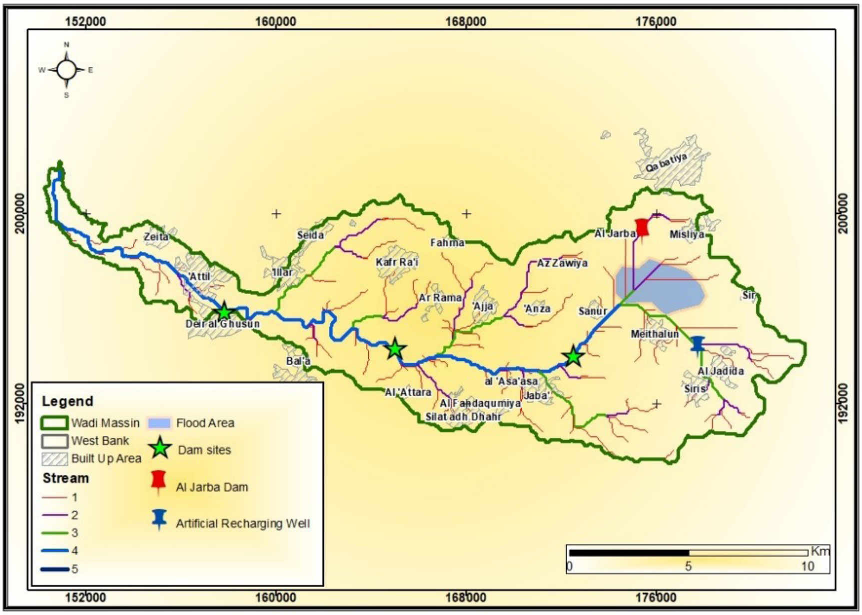
ومن خلال التحليل الذي تم في المرحلة الثالثة استخرج 42 موقعاً كأفضل المواقع لإنشاء السدود؛ وذلك بسبب التشوه الناتج من التحويل من Raster إلى Feature، ويعد هذا الرقم من السدود كبيراً جداً لمنطقة لا تتجاوز مساحتها (185 كم$^2$)؛ ومن ثم، تحتاج إلى تقليص عدد المواقع لتكون الدراسة منطقية من الناحية العلمية والتطبيقية.

## 2 - الدراسة الميدانية للتأكد من مواقع السدود

أتاحت تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من تحليل الموديل تعيين 42 موقعاً ملائماً لإقامة سدود تخزينية في منطقة الدراسة، وكانت الأولوية لـ 3 مواقع، اختيرت ميدانياً لتكون الدراسة أقرب إلى الواقع من حيث سهولة الوصول إليها ووجود المساحات الكافية لإنشائها، كما في أشكال 16، 17، 18 وموزعة جغرافياً على كامل منطقة الدراسة كما في شكل 15؛ مما يحقق الغرض المطلوب، وهو تأمين الاحتياجات المائية للأنشطة الزراعية، وسُمّيت مواقع السدود بأسماء القرى والمناطق التي تقع في داخلها أو على جانبها لسهولة التوصل إليها مكانياً.

**شكل** 15

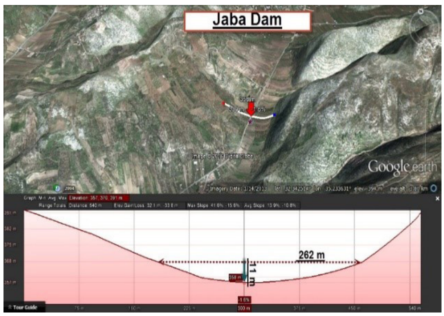
*مواقع السدود بعد التحقق ميدانياً*




المصدر: من عمل الباحثين بالاستعانة بالدراسة الميدانية.

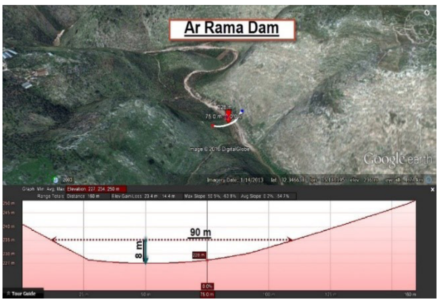
**شكل** 16

*موقع سد جبع (Jaba)*



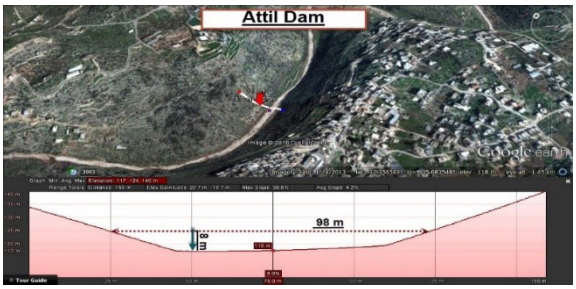

**شكل** 17

*موقع سد الرامة (Ar Rama)*



**شكل** 18

*موقع سد عتيل (Attil)*

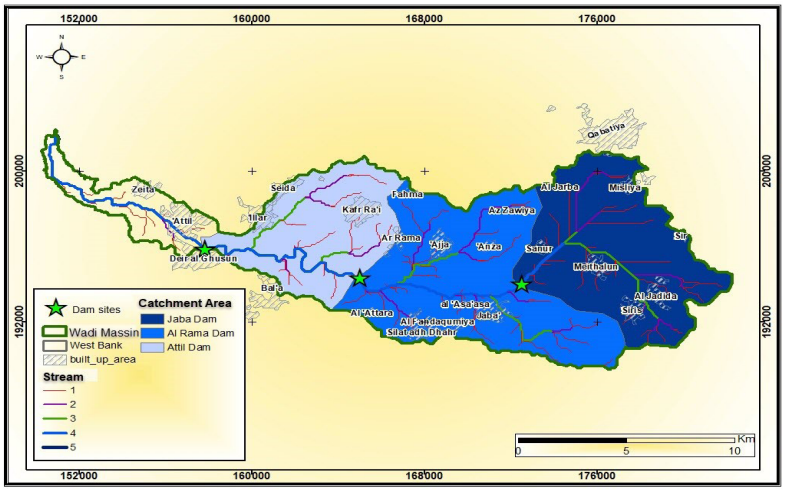



## 3 - كمية المياه في السدود المقترحة

تعد السدود من أكبر المنشآت الهندسية التي ينفذها الإنسان في الطبيعة، ولا شك في أنَّ لها آثاراً إيجابية وأخرى سلبية، ومن آثارها الإيجابية توفير المياه اللازمة للنمو الاقتصادي والاجتماعي وخصوصاً في المناطق التي تعاني شحاً في المياه؛ ومن ثم لا بد أن تكون إيجابيات مشروع السد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية أكبر من سلبياته المحتملة من أجل تسويغ إنشاء السد، واقترحت الدراسة إنشاء 3 سدود في المنطقة كأفضل المواقع لإنشائها؛ لاستغلال أكبر كمية مياه جارية في المنطقة، وحددت الدراسة أحواض التغذية للسدود كل على حدة؛ من أجل حساب المياه الجارية الفعلية، والخريطة في شكل 19 تبين أحواض مستجمعات المياه.

**شكل** 19

*أحواض مستجمعات المياه للسدود*



## 1 - كمية المياه الفعلية الجارية في أحواض السدود

حسبت 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 طردية بين التسرب وطبوغرافية المنطقة؛ فكلما زاد الانحدار قلّ تسرب المياه والعكس صحيح؛ وحسبت الدراسة كمية المياه الجارية لكل منطقة تغذية للسدود للاستفادة من قدرة المياه الجارية على تعبئة السد.

**جدول 1**

*كمية الأمطار الفعلية الجارية في أحواض التغذية لكل سد*

| Catchment areas أحواض التغذية (مستجمعات المياه) | X | y | مساحة حوض السد/ كم2 | معدل الأمطار السنوي/ ملم | متوسط التبخر السنوي من كمية الأمطار الساقطة/ % | التسرب % | فاقد الأمطار/ % | كمية الأمطار المتبقية/ % | كمية المياه الجارية فعلاً/ ملم | كمية الأمطار الجارية فعلاً/م $^{3}$ (الفائضة) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jaba Dam سد جبع | 172499 | 194029 | 60 | 600 | 65 | 15 | 80 | 20 | 120 | 7200000 |
| Al Rama Dam سد الرامة | 165007 | 194328 | 69 | 550 | 65 | 15 | 80 | 20 | 109 | 7521000 |
| Attil Dam سد عتّيل | 157826 | 194328 | 41 | 550 | 65 | 15 | 80 | 20 | 109 | 4469000 |
| Sum | | | | | | | | | | 19190000 |

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على الخرائط المناخية لمنطقة الدراسة (وزارة الحكم المحلي الفلسطيني، 2016).

من جدول 1 يتضح أن مجموع كمية المياه الجارية الفعلية في أحواض منطقة الدراسة بلغت نحو 19 مليون متر مكعب، وكانت أكبر كمية من المياه الجارية لحوض Jaba Dam (7.5 ملايين متر مكعب)؛ أي بنسبة 40% من الكمية الإجمالية للمياه الجارية في أحواض السدود، وتعدّ جميع الأحواض من الأحواض المنتجة للمياه؛ وذلك لأن المعدل السنوي للأمطار يتجاوز 500 ملم، وطبوغرافية الحوض تتمثل في الانحدار المتوسط، بالإضافة إلى كبر حجم الحوض.

## 2 - قدرة السدود على تخزين المياه

هناك العديد من المحددات التي تؤدي دوراً في حساب قدرة السد على تجميع المياه وخاصة المحدد الطبوغرافي؛ الذي من شأنه تقليل الكلفة الاقتصادية لإقامة السد وإنشائه؛ ولذلك استخدمت الخرائط الكنتورية المستخلصة من البيانات الرقمية، ويوضح النموذج الرقمي الذي يمثل التضاريس على سطح الأرض بالاعتماد على برمجيات نظم المعلومات (GIS) التي تعتبر ذات أهمية كبيرة في إنشاء السدود المتمثلة في طول السد وارتفاعه، وهو ما توضحه أشكال (16، 17، 18)، وكذلك مقطع عرضي للموقع الذي اختير للسدّ، ومن خلاله تم معرفة تحديد أعلى وأقل ارتفاع مناسب للخزان؛ وعلى هذا الأساس حُسب متوسط الارتفاع والمساحة السطحية للخزان من خلال دمج كل من بيانات برنامج (GIS) وبرنامج (Google Earth).

**جدول 2**

*حجم المياه المخزنة داخل السدود*

| Dams السدود | ارتفاع السد/م (الإسمنت) | متوسط الارتفاع /م | طول السد/م | المساحة/م$^2$ | حجم المياه الذي يستوعبه السد/م$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Jaba Dam سد جبع | 11 | 9 | 43 | 149769 | 1347921 |
| Ar Rama Dam سد الرامه | 8 | 7 | 52 | 132496 | 927472 |
| Attil Dam سد عتّيل | 8 | 6 | 32 | 36846 | 221076 |
| Sum | | | | 319107 | 2496469 |
| Al Jarba Dam سد الجربه | 8 | 7 | 36 | 119989 | 839923 |

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على تحليل الخريطة الكنتورية.

من جدول 2 يتضح أن كمية المياه التي ستخزن خلف السدود تبلغ (2.5 مليون متر مكعب)، وأكبرها سد جبع بكمية مياه مخزنة (1.35 مليون متر مكعب) وبنسبة (53%) من حجم التخزين داخل السدود الثلاثة، ويعود ذلك إلى طبوغرافية المنطقة بالشكل الرئيس، ومعدل سقوط الأمطار على المنطقة. من خلال مقارنة جدول 1 مع

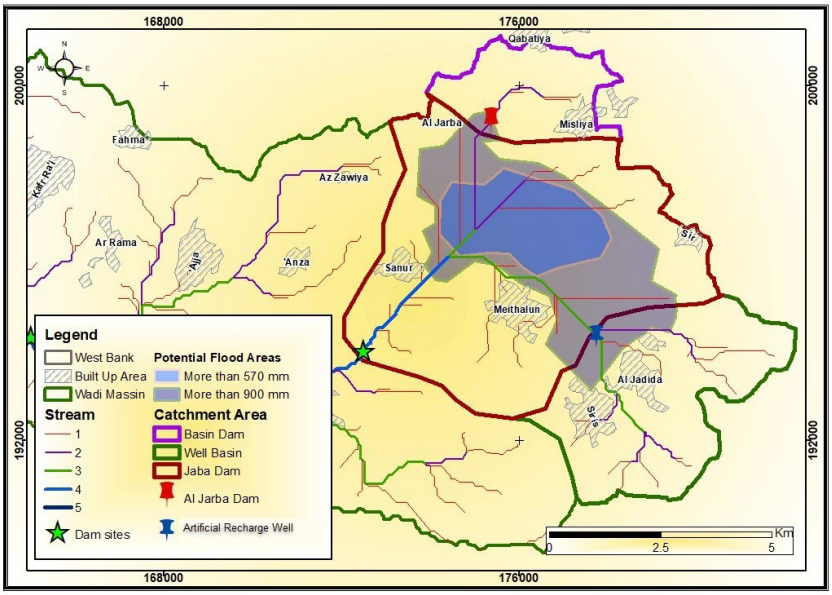
جدول 2 يتضح أن كمية المياه الفعلية الجارية في أحواض السدود أكبر بأضعاف من حجم التخزين الفعلي داخل السدود؛ فقد بلغ حجم الجريان السطحي في الأحواض (19 مليون متر مكعب)، في حين بلغ حجم التخزين لجميع السدود (2.5 مليون متر مكعب). ويعود ذلك إلى الاعتماد على الطاقة الاستيعابية لحجم الخانق الطبيعي الناتج من طبوغرافية منطقة السد كتكلفة أقل، وفي مراحل لاحقة يمكن تكبير جسم السد بطرق هندسية وزيادة السعة.

## خامساً: حل مشكلة المناطق المعرضة للفيضان

تُصنَّف أجزاء في منطقة الدراسة ضمن الطابع السهلي المقعر؛ حيث تتجمع المياه في بعض المناطق بكميات كبيرة؛ مما يؤدي إلى تلف المحاصيل الزراعية؛ التي تستثمر في تلك المناطق، ومن خلال الدراسة الميدانية والدراسات السابقة والتحليلات حُلّلت المناطق المعرضة للفيضان، وحُدّدت كمية الأمطار والعوامل التي تعمل على غرق بعض المناطق. وبالنظر إلى الخريطة في شكل 20، يتبين وجود منطقة يكون فيها التصريف داخلياً وتزيد نسبة الأمطار فيها على 570 ملم؛ إذ إن الموقع في السنوات السابقة - قبل أكثر من 17 سنة، كما يظهر في الصورة الجوية في شكل 21- كانت تغمره المياه بنحو 6 كم$^2$ أي بنحو 6000 دونم، وهذه المساحة ليست بالهينة؛ إذ تنتج عنها خسائر زراعية كبيرة في تلك المنطقة. ولدى سكان المنطقة، تعرف الأراضي السهلية المغمورة بالمياه في الصورة الجوية (شكل21) بمرج الغرق. وقد وُضع سيناريو محتمل كما في شكل 23 بتقدير تلك المساحة السهلية؛ إذا ما زادت نسبة الأمطار إلى 900 ملم لتصل المساحة المهددة بالغرق إلى نحو 16 كم$^2$؛ وذلك لأن تلك المنطقة ذات طابع سهلي مقعر.

**شكل** 20

*الحلول المقترحة لمنطقة الفيضان*

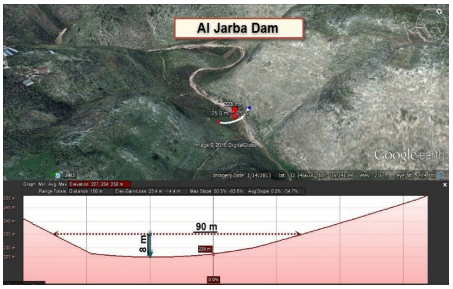



**شكل** 21

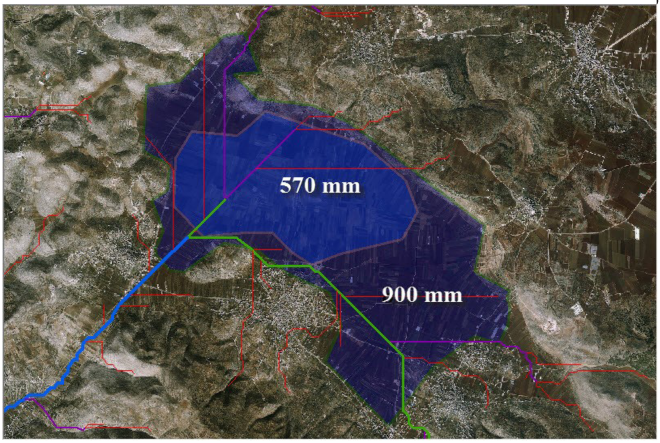
*مرج الغرق في عام 2003*

**شكل** 22

*موقع سد الجربة (Al Jarba)*



**شكل** 23
*المساحة المحتمل تعرضها للغمر بمياه الأمطار من مرج الغرق في حال وصلت نسبة الهطول إلى 900 ملم*




وبالنظر إلى الخريطة في شكل 20 يتبين وسيلتان لحل مشكلة الغرق المتوقعة ومحاولة التغلب عليها في: الحل الأول بإقامة سد الجربة (Al Jarba) في المنطقة الشمالية الشرقية من الحوض (شكل 22)، الذي سيقوم بحجز أكثر من 840000 م$^3$ من المياه التي ستصل إلى منطقة الغرق (انظر جدول 2)، ويسود المنطقة الشمالية الشرقية المرتفعات التي تسمح بإنشاء سدود في تلك المنطقة. على خلاف المنطقة الجنوبية الشرقية التي تحتوي على السهول، وهي غير ملائمة لإقامة سدود عليها؛ ومن ثم، كان اقتراح الحل الثاني حفر بئر تغذية صناعية للمياه الجوفية لاستيعاب نحو 1.9 مليون متر مكعب من المياه المتجهة إلى مرج الغرق، وستعمل الوسيلتان على حجز أكثر من 38% من كمية الجريان الفعلي لمياه الأمطار المتجهة إلى تلك المنطقة.

## سادساً: النتائج والتوصيات

### 1 - النتائج

تتعرض مجتمعات في أجزاء مختلفة من العالم لحدوث فيضانات كارثية سنوياً. وتعد محاولات التخفيف من غرق الفيضانات بوساطة إقامة السدود، أحد الحلول الرئيسة في العديد من البلدان. ويسهم مناخ المنطقة -لدرجة كبيرة- في تحديد نوعية الأساليب والوسائل المستخدمة في حصاد مياه الأمطار والسيول.

يقع مجرى حوض وادي مصين في منطقة حيوية شمال الضفة الغربية ضمن

ظروف مناخية شبه جافة، وهي منطقة تعاني تذبذباً في كميات الأمطار وشُحِّها، ويصاحب ذلك ظروف مناخية قاسية بسبب التغير المناخي، قد تكون مصحوبة بزيادة كثافة هطول الأمطار؛ مما يزيد من احتمالية حدوث السيول المفاجئة؛ ومن ثم، تعرض أجزاء من حدود التجمعات السكانية والأراضي الزراعية في منطقة الدراسة لخطر الفيضانات والغمر بالمياه.

يعد التساقط والمياه الجوفية أهم مصادر المياه في المنطقة ، ويبلغ مقدار الهطول السنوي في الحوض من 450–700 ملم، وتوجد في المنطقة 11 بئراً جوفياً و10 ينابيع. ولكن السياسات المائية التعسفية للاحتلال الإسرائيلي تحول دون حصول المواطنين الفلسطينيين على الحد الأدنى من المياه الجوفية الضرورية لأغراض الزراعة؛ مما يجعل المنطقة تعاني شحّاً في موارد المياه الزراعية.

وقد اختيرت ثلاثة مواقع مناسبة لإنشاء 3 سدود (سد جبع، سد الرامة، وسد عتيل)؛ لحصاد مياه الأمطار الجارية في مجرى حوض وادي مصين؛ من أجل توفير مصدر إمدادات بالمياه لسكان منطقة الدراسة، وتُقدَّر كمية الأمطار الفعلية الجارية في مستجمعات مياه أحواض السدود بنحو 19 مليون متر مكعب، وتبلغ قدرة التخزين في السدود المقترحة 2.5 مليون متر مكعب.

على الرغم من الكمية المتواضعة للمياه التي يمكن حصادها عن طريق إنشاء السدود المقترحة، مقارنة بكمية الجريان الإجمالي للمياه في حوض الدراسة، فإنَّ الفلسطينيين في حاجة إلى كل قطرة ماء بسبب الضرورة القصوى والملحّة لتوفير مصادر للمياه في مناطق الضفة الغربية.

حُدد موقع سد رابع (سد الجربة) لحل مشكلة الغرق في الجزء العلوي من الحوض على المرتفعات الشمالية الشرقية التي تسمح بإنشاء سدود، واقترح حفر بئر تغذية صناعية للمياه الجوفية في الجزء الشرقي، وهما سيعملان على حجز أكثر من 38% من المياه المتجهة إلى منطقة مرج الغرق.

اعتمد اختيار أماكن السدود المقترحة على عدد من المعايير، منها المعيار الطبوغرافي والجيولوجي والهيدرولوجي والقياسات المورفومترية والدراسة الميدانية التي قامت بتحديد أفضل المواقع التي تسمح بإنشاء السدود بعيداً عن الأراضي الصالحة للعمران والأراضي الزراعية الخصبة.

**2 - التوصيات**

1 - إجراء دراسات تطبيقية مماثلة لكل أحواض التصريف المائي في الضفة الغربية وبناء شبكة قياس التدفق في الوديان الرئيسة؛ من أجل السيطرة على تأثير الفيضان بالاعتماد على التقنيات الحديثة؛ لتكون مرجعاً أو بنكاً للمعلومات لكل المتخصصين بدراسة المياه.

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

3 - بناء السدود المقترحة لحجز مياه الأمطار الجارية للاستفادة منها واستغلالها في تنمية القطاع الزراعي والحيواني، ولحماية مساحات من الأراضي السهلية الخصبة المعرضة للغرق.

4 - تراعى مخاطر السيول والفيضانات في التخطيط الأولي لمناطق التوسع العمراني وفي تنفيذ مشاريع البنى التحتية.

5 - تطوير هذه الدراسة والأخذ بها من قبل الباحثين؛ لتصبح أكثر واقعية من حيث التكلفة والأمور الفنية.

## المراجع

أبو جياب، صهيب. (2012). *التطوير العمراني المستقبلي في محافظة خانيونس في ضوء المحافظة على الموارد البيئية باستخدام GIS وRS* [رسالة ماجستير غير منشورة]. الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

برقان، محمد عبد الله. (2019). استغلال الأمطار الجارية في الأجزاء الداخلية لحوض وادي غزة من محافظة الخليل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، *مجلة الجامعة العربية الأمريكية للبحوث*، *5*(2)، فلسطين.

جرارعة، جهاد. (2016). *تحديد المناطق المعرضة للفيضانات في شمالي الضفة الغربية وسبل مواجهتها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)* [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.

الراوي، عادل سعيد؛ والسامرائي، قصي عبد المجيد. (1990). *المناخ التطبيقي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي*، جامعة بغداد، العراق.

آل الشيخ، عبد الملك بن عبد الرحمن. (2006، نوفمبر 26-29). *حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية* [بحث مقدم]، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.

عابد، عبد القادر؛ والوشاحي، صايل. (1999). *جيولوجية فلسطين، الناشر مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين*، القدس، فلسطين.

العفايفة، نضال؛ ومدبر، محمد. (2015). *الدليل الإرشادي للحصاد المائي*، مديرية بحوث التربة والمياه والبيئة، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، وزارة الزراعة، الأردن.

غضية، أحمد رأفت؛ وبرقان، محمد عبد الله. (2019). تحليل شبكة الأودية وتحديد أفضل مواقع إقامة السدود في السفح الغربي لهضبة الخليل بواسطة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، *مجلة دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية، 46* (181)، الأردن.

الكفري، عبد المجيد. (2008). *استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد المواقع المبدئية لإقامة سدود لتجميع مياه الأمطار والسيول*، الملتقى الدولي جيوتونس، تونس.

الكيلاني، رضوان؛ وبرقان محمد. (2020). اختيار أوليّ لمواقع سدود باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) لحصد مياه الأمطار الجارية: حوض وادي دراجا كحالة دراسية، جنوب الضفة الغربية، فلسطين، *مجلة البحوث الجغرافية*، العدد 32، العراق.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2003). السودان، الخرطوم.

وزارة الحكم المحلي الفلسطيني. (2016). فلسطين، رام الله.

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.

Abushandi, E. & Alatawi, S. (2015). Dam site selection using remote sensing techniques and geographical information system to control flood events in Tabuk City, *Hydrol Current Res.* Vol. 6 (1).

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

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, 2* (2), 150-166.

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

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, 1* (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.

El-Kelani, R. & Khader, A. (2019). Assessment and mapping of proposed dam sites in north West Bank, Palestine Using GIS, Springer Nature Switzerland AG 2019 H. I. Chaminé et al. (Eds.), Advances in Sustainable and environmental hydro logy, Hydrogeology, Hydrochemistry and water resources, Advances in science, Technology & Innovation (pp.425-427). IEREK Publishers.

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.

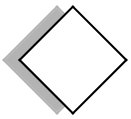
Khader, A., El-Kelani, R. & Shadeed, S. (2019). Groundwater artificial recharge to a semi-arid basin: Case study in a shallow aquifer, south of West Bank, Palestine, *Jordan Journal of Earth & Environmental Sciences,10* (4), 187-193.

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.

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. (2019). GIS-based flood hazard mapping in the West Bank, Palestine, An - *Najah Univ. J. Res*. (N. Sc.) 33(1).

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



**للاستشهاد**

الكيلاني، رضوان، وبرقان، محمد عبدالله. (2024). استخدام نظم المعلومات الجغرافية لاختيار مواقع السدود لحصاد مياه الأمطار والتخفيف من الفيضانات في حوض وادي مصين، شمال الضفة الغربية بفلسطين. *مجلة العلوم الاجتماعية*، *52*(4)، 89–116.

**To Cite:**

El-Kelani. R. J. & Burqan, M. A. (2024). Rainwater harvesting and mitigation of flood in the Wadi Massin Basin by dams: Selection of suitable sites using remote sensing and geographical information system, North West Bank, Palestine. *Journal of the Social Sciences, 52*(4), 89-116.