

تقييم قدرة سديّ الضمير وحله على الحد من مخاطر السيول في حوض الضمير

دراسة هيدرو-جيوموفية

غزوان محمد أمين سلوم^{1*}، رهف محمد زين الرواس²، عبد الحي حسن حاج أحمد³

1- أستاذ دكتور في قسم الجغرافيا، تخصص جيومورفولوجيا/ كلية الآداب والعلوم الإنسانية. جامعة دمشق.

Ghazwan.sallom@damascusuniversity.edu.sy

2- مدرس في قسم الجغرافيا، تخصص مناخ / كلية الآداب والعلوم الإنسانية. جامعة دمشق.

rahaf.alrawas@damascusuniversity.edu.sy

3- مدرس في قسم الجغرافيا، تخصص هيدرولوجيا/كلية الآداب والعلوم الإنسانية الثانية/ جامعة دمشق.

Abdulhi.hajahmad@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

بُني سد الضمير، لتخزين مياه بسعة (2.15) م³، ودرء مخاطر السيول، واختير موقعه نقطة تلاقي أودية سيلية. قسّم حوض الضمير إلى حوضين ثانويتين: شرقية، تجمع مياه جبال الغراب وأبو قوس وزبيدة. وغربية، تجمع مياه جبال رنكوس وصيدنايا. كما بُني سد ترشيحي أصغر، على بعد نحو (2) كم جنوبي بلدة حله، لتخزين نحو (0.5) م³. إلا أن بحيرة سد ضمير، فشلت عام (2018) م في احتجاز مياه السيول، التي تجاوزت منسوبها ارتفاع جانبها الشمالي، فاخرقته، مسببة أضراراً كبيرة في مدينة الضمير وعدرا الصناعية.

تتميز الحوضية الغربية بارتفاعات أكبر من الحوضية الشرقية، وانحدارات أقل. وقد دلّ معدل SPEI على سيطرة مناخ جاف في المناطق ذات الارتفاعات الأدنى من (1000) م فوق مستوى سطح البحر، في حين أظهرت قيمه الموجبة وجود فائضاً في الرطوبة في المحطات الجبلية، امتلكت الحوضية الغربية وارد مائي أكبر من الشرقية. مما يعني أنها تحظى باستقرار مائي أكبر. وقد تم حساب معدلات حجم الجريان في الحوضيتين الغربية والشرقية، ومتوسط حجم التدفق الأعظمي، فكانت في الأولى أكبر من الثانية، وقدرت كمية المياه التي يستقبلها سديّ الضمير وحله، وجاءت النتائج أعلى بكثير من قدرتهما على التخزين، أما على مستوى المؤشرات المورفومترية، فلم يكشف تطبيق معادلات التجانس المورفومترية، وكثافات المجاري المائية، أفضلية كبيرة لإحدى الحوضيتين على الأخرى، فجاءت القيم متقاربة نسبياً. تتوفر في موقع سد حله شروط جيوموفية أفضل من سد الضمير، من حيث الجوانب الصخرية المرتفعة، وميول الطبقات الصخرية، والعمق، في حين وفرّ موضع سد الضمير، اتساعاً لجيرته التخزينية، إلا أن ضعف جوانبها، المكونة من رواسب سيلية. وارتفاع قاعها بسبب توالي عمليات الترسيب، يعدان نقطتا ضعف فيها.

الكلمات المفتاحية: القلمون، سد الضمير، السيول، مخاطر.

تاريخ الإيداع: 2025/08/06

تاريخ القبول: 2025/09/29



حقوق النشر: جامعة دمشق -
سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق
النشر بموجب الترخيص
CC BY-NC-SA 04

Evaluating the ability of the Al-Dmer and Hella Dams to reduce flood risks in the Al-Dmer Basin A hydro-geometric study

Ghazwan Mh Ameen Sallom^{1*}, Rahaf Mh Zeen Al-Rawas², Abdul-Hay Hasn Haj Ahmed³

1- Professor in the Department of Geography, Geomorphology specialization /Faculty of Arts and Humanities. Damascus University.

Ghazwan.sallom@damascusuniversity.edu.sy

2-Assistant Professor in the Department of Geography, Climate specialization/Faculty of Arts and Humanities. Damascus University.

rahaf.alrawas@damascusuniversity.edu.sy

3-Lecturer in the Department of Geography, Hydrology specialization / Faculty of Arts and Humanities II/Damascus University

[.Abdulhi.hajahmad@damascusuniversity.edu.sy](mailto:Abdulhi.hajahmad@damascusuniversity.edu.sy)

Abstract:

The Dmer Dam was built to store 2.15 million cubic meters of water and to mitigate flood risks. Its location was chosen at the confluence of several flood-prone valleys. The Dmer watershed is divided into two sub-basins: an eastern one, which collects water from the Gharab, Abu Qais, and Zubeidah mountains; and a western one, which collects water from the Rinkous and Saydnaya mountains. A smaller, earthen dam was also built approximately 2 km south of the town of Hella, with a storage capacity of about 0.5 million cubic meters. However, in 2018, the Dmer Dam reservoir failed to contain the floodwaters, which rose above its northern embankment, causing extensive damage to the cities of Dmer and Adra Industrial City.

The western sub-basin is characterized by higher elevations and gentler slopes than the eastern sub-basin. The SPEI index indicated a predominantly arid climate in areas below 1000 meters above sea level, while positive values indicated a surplus of moisture in the mountainous areas. The western sub-basin had a greater water inflow than the eastern one, suggesting greater water resource stability. The average runoff volumes and peak flow rates were calculated for both sub-basins, with the western sub-basin having higher values. The amount of water received by the Dmer and Hella dams was estimated, and the results were significantly higher than their storage capacities. Regarding morphometric indicators, the application of morphometric homogeneity equations and stream density calculations did not reveal a significant advantage for either sub-basin, as the values were relatively similar.

The site of the Hella Dam offers better geomorphological conditions than the Dmer Dam, in terms of the height of the rock formations, the inclination of the rock layers, and the depth. While the Dmer Dam site provided a wider area for its reservoir, the weak nature of its sides, composed of alluvial deposits, and the gradual silting up of its bottom due to continuous sedimentation, are considered its major drawbacks.

Keywords: Qalamoun, Ad- Dmer Dam, Floods, Risks.

Received:06/08/2025

Accepted: 29/09/2025



Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

- المقدمة:

تعد السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة، ظواهر مناخية - هيدروجيوموفية بالدرجة الأولى، تعرف بأخطارها الكارثية أحياناً، وبما أنها تعكس طبيعة العاصفة المطيرة، وتضاريس سطح الأرض، فغالباً ما تتصف بالفجائية، والقصر، والسرعة الكبيرة، والقدرة العالية على التدمير، بما تحمله من مواد خشنة. وهي بذات الوقت مورد مائي مهدور، لذلك اتبع الإنسان إجراءات حماية مختلفة من خطرهما، وأساليب ومشاريع هندسية لتجميع مياهها للاستفادة منها. وفي منطقة البحث بني سدين، الأول وهو الرئيس، ويعرف بسد الضمير، ويقع شمالي شرق مدينة الضمير بنحو (2) كم، عند ملتقى أودية سيلية تجمع مياه جبال ومنخفضات من سلسلة جبال القلمون الثانية والثالثة من جهة الشرق، وجبال رنكوس وصيدنايا وتلفيتا من الغرب، كما بني سد حله، إلى الجنوب من البلدة التي تحمل ذات الاسم بنحو (2) كم، وإلى الجنوب الغربي من مدينة القطيفة، على بعد نحو (5) كم منها.

شهد عام (2018) م، تدفقات سيلية استثنائية، فامتألت بحيرة سد الضمير، وفاضت المياه عبر منطقة منخفضة في طرفها الشمالي، لتتدفق المياه بمولتها عبر طريق الرحيبة، نحو مناطق من مدينة الضمير وبساتينها، وصولاً إلى القطاع الخامس من مدينة عدرا الصناعية، حيث أفادت تقارير إعلامية أن ارتفاع المياه بلغ قرابة (3) أمتار، وقدر حجم الخسائر بنحو (4) مليار ليرة سورية، مع أضرار كبيرة في عشرة معامل على الأقل*.

1- منطقة البحث:

يقع حوض الضمير بين جبال سلسلة القلمون الثانية والقلمون الثالثة في قسمة الغربي، ويمتد قسمة الشرقي بين جبل الضمير جنوباً، ونهايات جبال القلمون الثالثة في الشمال الشرقي، وتبلغ مساحته نحو (579.94) كم² وذلك في المنطقة المحصورة بين دائرتي عرض (25° 38' 33") (51° 48' 33") شمال خط الاستواء، وخطي طول (08° 18' 36") (38° 58' 36") شرق غرينتش، الشكل (1). في حين يقع سد الضمير عند تقاطع دائرتي عرض (57° 39' 33") (50° 39' 33") مع خطي الطول (03° 42' 36") (17° 42' 36")، وسد حله بين دائرتي عرض (07° 43' 33") (03° 43' 33") شمال خط الاستواء، وخطي طول (21° 32' 36") (19° 32' 36") شرق غرينتش.

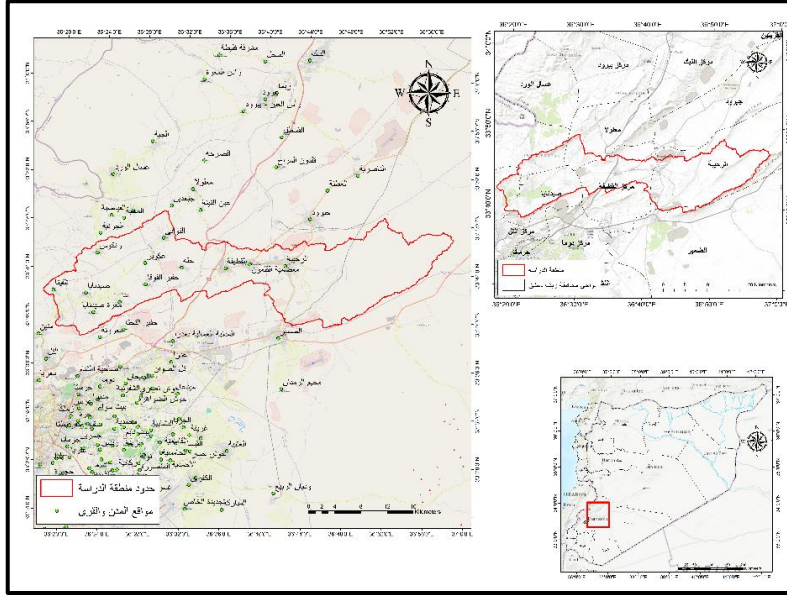
2- أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من كونه يتناول مسألة مهمة تتعلق بخطر السيول في حوض الضمير، وتقييم الإجراءات المتخذة لحماية الأراضي منها، وفي مقدمتها، سدي الضمير، وحله (شرقي القطيفة)، ورصد الأسباب المؤدية إلى زيادة مخاطرها، كالتعديات على مجرى السيول التي تخترق التجمعات السكنية.

3- مشكلة البحث:

تعرضت مدينتي الضمير وعدرا الصناعية - بالتحديد القطاع الخامس منها- إلى أضرار فادحة بسبب سيول عام 2018م، وما نقلتها معها من حمولة طمية - حصوية، وقد أشارت أصابع الاتهام آنذاك إلى سد الضمير، الذي عجز عن احتجاز المياه، فكان لا بد من تقييم فعالية السد من وجهة نظر جغرافية، في ضوء دراسة الحوض من النواحي الجيومورفولوجية والهيدرولوجية والمناخية.

* صرح مسؤول في لقاء إعلامي مع محافظ دمشق السابق عام 2018م، أن انهيار سد الضمير هو سبب وصول السيول إلى مدينة عدرا الصناعية، إلا أن التدقيق الميداني أكد أن جسم السد سليم حتى من أي عملية ترميم، كما أكد بعض أهالي المدينة. أن السد لم يعان أي انهيار أو اختراق مائي، وأن المياه انسكبت بقوة من منطقة منخفضة شمالي البحيرة، هتحت ثغرة بعرض لا يقل عن 4 أمتار، لتتدفق المياه عبرها، مسيرة لطريق الرحيبة.



الشكل (1) موقع منطقة البحث وحدودها.

من عمل الباحثين باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.

4- أهداف البحث:

- I. مقارنة الخصائص الجغرافية الطبيعية بين الحوضتين، لتحديد أيها أكثر خطورة في توليد السيول.
- II. تحديد أهم الأسباب التي تقف وراء رفع مستويات خطورة السيول في الحوض.
- III. تقدير حجم كمية المياه التي يفترض أن تتجمع في بحيرتي السدين.

5- فرض البحث:

سدّي الضمير وحله قادرين على حماية المنطقة من خطر الفيضانات.

6- مناهج البحث:

تم استخدام المنهجين: الوصفي والاستنتاجي، لتحديد العناصر المكانية المؤثرة في توليد السيول، وتحليل العلاقات المتبادلة بينها، والتي تؤثر في تشكل السيول وتكسبها خصائصها التدميرية، وخصائص الكتل الصخرية، وعوامل خطرها. مع استخدام الأسلوبين الكمي والكارتوغرافي والإحصائي، لتطبيق المعادلات وإعداد الخرائط.

7- أدوات البحث:

- I. خريطة جيولوجية رقعة دمشق مقياس 1/200.000 - XII - I-36- VII، I-37- VII . 1963م.
- II. خريطة الضمير الطبوغرافية مقياس 1:50.000.
- III. خريطة الناصرية الطبوغرافية مقياس 1:50.000.
- IV. خريطة جبرود الطبوغرافية مقياس 1:50.000.
- V. خريطة عسال الورد الطبوغرافية مقياس 1:50.000.
- VI. خريطة شمالي دمشق الطبوغرافية مقياس 1:50.000.
- VII. خريطة خان أبو الشامات الطبوغرافية مقياس 1:50.000.

- VIII. برنامج ArcGIS 10.8 لإنشاء قاعدة بيانات مكانية، والتحليل المكاني.
- IX. نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 12.5 متر الصادر عن وكالة ناسا.

8- الدراسات السابقة:

لم تحظ المنطقة ومسألة تقييم السدود جغرافياً بدراسات وافرة في سورية، منها دراسة (سلوم، خنساء. 2018) عن سيل (2018/4/26م) الذي ضرب منطقة السفيرة من حي ركن الدين، من حيث أسبابه ونتائجه، وقد خرج البحث بنتائج أهمها: أن السيل استمد خطورته من أسباب طبيعية، كشدة انحدار زاوية السفح، وقصر المنحدر، وأخرى بشرية، تمثلت بسوء استخدام الأراضي، حيث حوّل فسم كبير من أعلى الحويضة إلى مكب قمامة، بالإضافة إلى اقتراب المساكن العشوائية من مخرج مياه السيل. كما اعد (سلوم، أحمد، القاسم. 2024) بحثاً بعنوان: (التقييم الهيدرو- جيومورفي لمدينة بيروود في حوض المجر (القمون الأعلى)، خلصوا فيه إلى جملة من الأسباب التي تهدد المدينة بالفيضانات المدمرة، منها: وقوعها على مسار السيل الرئيس المعروف بالمجر، وضيق مخارج الأودية السيلية التي تصرف مياه حوضات كبيرة نسبياً، وتنتهي إلى المدينة، اقتراب الحوضات الأشد انحداراً من موقع المدينة. ومن الدراسات الهندسية ما قدمه (جراد، الدبس. 2015) وهو بحث بعنوان (تطوير منهجية لتحليل وإدارة مخاطر مشاريع السدود في سورية) وقد أسفرت عن تقييم رياضي لأهم الأسباب التي تقف وراء خطورة إنشاء السدود، وفي مقدمتها ضعف التحريات الجيولوجية، وزيادة التكلفة المالية، تليها مشكلة عدم وجود خبرات عالية المستوى، وعدم التزام الشركات المنفذة بمعايير الجودة، وتبين أن (75%) من المخاطر تعود لأخطاء تتعلق بالدراسة أو التنفيذ. ومن الدراسات التي وضعت سيناريوهات لتحديد خطورة موجة الفيضان المفترضة، دراسة (مريم. 2015) وهي رسالة ماجستير، في كلية الهندسة في جامعة دمشق، تناولت فيها الباحثة احتمالات خطورة انهيار سدّي كوندنة وغدير البستان، في محافظة القنيطرة، مع تحديد عدد السكان الذين سيتأثرون بموجة الفيضان، ومساحة الأراضي التي ستغمر.

مما سبق يُلاحظ أنه لم تتوفر أي دراسة جغرافية (هيدرو- جيومورفولوجية - مناخية) عن المنطقة، أو عن موضوعها، وهو تقييم قدرة السدود على تحمل السيول.

9- علاقة الجيومورفولوجيا بالسدود:

حدد (Wang. & Others. 2021. 3-4) نحو (39) معياراً لاختيار مواقع السدود، مع إعطاء أوزان لكل منها، وكان في مقدمتها: المعايير الطبوغرافية (انحدار سطح الأرض، الارتفاع عن مستوى سطح البحر)، والمعايير الهيدروولوجية (كمية الأمطار كمية المياه الجارية، رتبة الشبكة المائية، كثافة الشبكة المائية، حجم الحوض المائي) والمعايير الجيولوجية (الصخور السطحية، الصدوع والكسور)، ثم المعايير بيئية (الغطاء الأرضي، التربة، المسافة إلى الجداول، المياه الجوفية)، فالمعايير الاجتماعية والاقتصادية (المسافة إلى الطرق، المسافة إلى المواد/المرافق، المسافة إلى المدن/القرى).

يعد اختيار مواقع السدود اختباراً فعلياً للعلاقة بين علمي الجيومورفولوجيا والهيدروولوجيا، حيث يبحث الأول عن الشروط المكانية المناسبة لبناء السد، بينما يقدم الثاني الحسابات المطلوبة لتحديد كميات المياه، وتوزعها المكاني والزمني، وكلما توفرت الشروط، أصبح اختيار مواقع السدود صحيحاً، وتعد المواقع التي تجمع كميات كبيرة من المياه في متسع من الوادي، يليه ضيق، مع متانة جوانبه، الأنسب لبناء السدود، مع الأخذ بالحسبان أنه كلما زادت حجم الرواسب المنقولة مع المياه الجارية ارتفعت معدلات الترسيب داخل خزان السد، وقلت كميات المياه المحتجزة، ما يقصر عمره الهيدرو- جيومورفي (سلوم، صيام. 2018. 442-462).

10- جيومورفولوجية السيول:

تُعرّف الفيضانات المفاجئة Flash Floods أو السيول، بأنها تدفق مياه يتطور بسرعة في غضون فترة زمنية صغيرة جداً، وعادةً بضع دقائق أو ساعات، وهناك بعض الخصائص المشتركة بين الفيضانات المفاجئة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، مثل صعوبة التنبؤ بها لندرة البيانات المناخية والمائية الدقيقة، وقلة الغطاء النباتي (Saber & Others. 2021. 361)، وتصنف ضمن المخاطر الطبيعية المعقدة التي تنتج عن تفاعل بين الظواهر الهيدروميترولوجية المتطرفة extreme hydrometeorological phenomena، والاستعداد الجيومورفولوجي geomorphological predisposition، والقابلية البشرية anthropic susceptibility (Palacio-Aponte.2022). وبالتالي فإن العوامل الجيومورفية شريك فاعل في تحديد خصائص السيول. وقد أضاف (Santangelo. 2019.1) إلى ما سبق، أنه غالباً ما لا تتم مراقبة هذه الأحواض، وأن الافتقار إلى البيانات المطلوبة لإعداد نماذج هيدرولوجية وهيدروليكية بهدف تقييم مخاطر السيول، جعل من النهج الجيومورفولوجي مفيداً في تحديد المناطق المعرضة لخطرها.

11- العوامل الجغرافية الطبيعية المؤثرة في هيدرو-جيومورفية المنطقة:**11/أ- الارتفاع الطبوغرافي:**

يعد الارتفاع عنصراً متكاملاً في تحديد مواقع تشكل المياه الجارية، والتي غالباً ما تكون في مناطق المرتفعات (المنابع)، في حين تكون المناطق المنخفضة هي الأكثر عرضة لخطر الفيضانات (Agonafir. 2023. 4)*، وهو ما تحقق في منطقة الدراسة عام 2018م، حيث غمرت المياه أقسام من بلدات الرحيبة والضمير وعدرا الصناعية بعد خروجها من مجاريها السيلية، وسلوكها جوانب الطرق الإسفلتية المنخفضة.

يبين الملحقان (1-2) التدرج الواضح في الارتفاع من جوانب الحوض إلى موقع السد، إلا أنه أكثر ارتفاعاً في حوضته الغربية، حيث ينحصر وجود فئة الارتفاع بين (1400-2000)م فوق مستوى سطح البحر، عند مرتفعات رنكوس وتلفيتا وصيدنايا، التي راوحت ارتفاعاتها بين (1800-1990) كجبل عريض المربع، والمصيطبة، وعريض المزار، وجبل شربين، وهو الأعلى بينها، وتشرف جميعها بسفوحها الجنوبية على منخفضي صيدنايا وبدا، في حين يغلق جبل عريض الجواز (1841)م الحد الغربي للحوض، وتمثل مساحة هذه الفئة من الارتفاعات (11.9)% من إجمالي مساحة الحوض، في حين تتقاسم الفئتين (1000-1400) م، ودون (1000) م فوق مستوى سطح البحر، بقية مساحة الحوض، بنسب (43.5)% (44.6)% على التوالي. فتنوزع الأولى في المناطق الغربية والشرقية، كما في سلسلة جبال معبور عاتم والعنا وجروس وحطما وبرتا، وراوحت ارتفاعاتها بين (1225-1397) م، وهي متدرجة في ارتفاعاتها بشكل نطاقي، بحيث ينخفض سطح الأرض بالاتجاه شرقاً. أما في الحوض الشرقي، فتمتد بين جبال الضمير بدءاً من جبل أبو قوس (1192) م فوق مستوى سطح البحر، وحتى جبل الزبيدة (1299)م، يقابله إلى الغرب والشمال الغربي جبل المغار بارتفاعات راوحت بين (1184-1269) م. في حين تسود الفئة الأخفض في الأودية السيلية العريضة، ومنخفضات ما بين المرتفعات، ومنها: أرض الوطى وأرض التبوكية وأرض الرمل بين القطيفة والمعضية و شمال مدينة الرحيبة، والتي تتدرج من (900)م إلى (800) من الغرب إلى الشرق، وكذلك الأودية البينية، ومنها: سوح الأفاعي بين جبل حشمة الغراب وبترا في الشمال الشرقي، وكذلك سهل الصرة بين جبل المغار وجبل الزبيدة.

* ليس بالضرورة أن كل منطقة مرتفعة تكون ذات تأثير إيجابي على سرعة المياه الجارية، فالأهم من الارتفاع الطبوغرافي المطلق عن سطح البحر، هو فارق الارتفاع بين نقاط السطح، والذي يعبر عن الانحدار بطريقة ما، فكلما زاد مع قصر المسافة بينها، دل ذلك على قيم انحدار عالية، وبالتالي دور أكثر أهمية في زيادة سرعة المياه الجارية، وخطر السيول.

ب/11- انحدار سطح الأرض:

يمثل الانحدار أهم ضوابط من الضوابط الأرضية المتكاملة في سرعة المياه السطحية، بل والعمليات الجيومورفية من حت ونقل وترسيب، فالعلاقة طردية بين الحث والنقل وزاوية الانحدار، وعكسية مع الترسيب. لذلك كان الانحدار عنصراً ضرورياً في معادلة مانينغ Manning، والتي تُستخدم لتحديد سرعة المياه، ومن البديهي القول: أنه كلما زادت سرعة المياه، ارتفع خطرها، وقل زمن تصريفها من الحوض (Agonafir. 2023. 4)، ما يتطلب إجراءات حماية سريعة ومحددة مكانياً وزمانياً. ويلاحظ من الملحقين (3-4) * أن الأراضي ذات الانحدارات الشديدة وحتى الرأسية والتي تقع حدودها بين (20-) - (45+) درجة، تتوزع على شكل أشربة ضيقة في القطاعات العليا من سفوح جبال رنكوس وتلفيتا وركوب وصيدنايا والتواني غربي الحوض، وجروف جبل المغار والضمير في الجانب الشرقي من الحوض. مشكلةً نحو (4.6) % من إجمالي المساحة العامة لمنطقة البحث، في حين تتشاطر الفئتين الباقيتين، وهما فئة الأراضي متوسطة الانحدار، والتي راوحت درجات انحدارها بين (5-20) درجة، وفئة الأراضي خفيفة الانحدار، والتي لا تزيد زوايا انحدار سطحها على (5) درجات، بنسب (48)% و (47.4) % على التوالي، وتتوزع الأخيرة في مناطق سهل الصرة، وسهل سوح بئر الأفاعي، ومحيط مدينة الضمير في الحوض الشرقية، وسهل صيدنايا وسهل عكوب، وأرض الرمل والوطى والزور بين مدن القطيفة والمعضمية والرحيبة، في حين تقع الأراضي متوسطة الانحدار بين ما سبق ذكره من مناطق.

ج/11- جيولوجية الحوضات:

يعد الربط بين أنواع الصخور السطحية وخصائص المياه الجارية، أمراً معقداً، لصعوبة إجراء حسابات دقيقة عن الفاقد المائي بالتسرب، وتأكيد دور ميول الطبقات في توجيه المياه الجوفية كارتوغرافياً، وعلاقتها بالينابيع السطحية (O'Connor & Others. 2002. 360).

يلاحظ من الملحق (5) تكشف أنواع مختلفة من الصخور في الحوض، يعود أقدمها إلى الكريتاسي، تنتمي إلى صخور الحجر الكلسي الطباشيري، والمارل، مع عقيدات من الصوان، تتوزع في مناطق بالقرب من قرية حله والتواني والعكوب وشمالية مدينة القطيفة غربي الحوض، وفي أجزاء متفرقة شمالي شرق منطقة الدراسة في جبل حشمة الغراب وبترا، وتغطي نحو (19)% من مساحة الحوض. أما تكوينات الباليوجين فتنتشر في مواقع أكثر اتساعاً، وسط الحوض، في مرتفعات خبير النحتا وظهر الجمال وظهور العجائز وشميس عين البيضة وأم البلاطة جنوب المنطقة الممتدة من مدينة الرحيبة وحتى بلدة حله، وعلى شكل أشربة ضيقة مشرفة على وادي المسيلحة، وأرض الصرة غربي جبل المغار وتلك المشرفة على وادي أرض المسيل وبئر الأفاعي بين جبلي المغار شرقاً والطرقة غرباً، شمال شرق الحوض، وتغطي نحو (37.8)% من مساحة الحوض، في حين تتمثل تكوينات النيوجين بصخور الكونغلوميرات والحجر الرملي البليوسينية، وتنتشر في جبل القرن وشريط ضيق عن الأقدام الغربية لجبل الضمير، وتغطي ما نسبته (11.8)% من مساحة الحوض، أما توضعات الزمن الرابع فتتوزع على مساحات واسعة بين مدينتي المعضمية والقطيفة، وفي محيط مدينة الرحيبة، وعلى طول وادي المسيلحة -العدية، وتشكل ما نسبته (31.4) % من إجمالي مساحة المنطقة، وهي من صخور الكونغلوميرا (المشبات أو الرصيص) والحصى الحجر الكلسي البحيري واللوم. تتوزع الصدوع بشكل ملحوظ، في الجزء الجنوبي من الحوض والشرقي، في مناطق تكشف الصخور الكريتاسية، وفق اتجاهين رئيسيين، أولهما: شمالي غربي - جنوبي شرقي، بمجموع أطوال (96.8) كم. وثانيهما: شمالي شرقي - جنوبي غربي، بمجموع أطوال (10.2) كم. ولا تظهر الخارطة الجيولوجية أي صدوع مجاورة للسدين، ما يعني أن موقعهما آمن بنائياً.

* استخدم تصنيف (Young 1972. 173)، بتصرف) لتحديد قات زوايا الانحدار، والمعادلة التي أوردتها (الدليمي. 2001). لحساب زوايا الانحدار.

د/11- مناخ المنطقة: سيتم التركيز على عنصري الهطل والتبخّر، لارتباطهما الوثيق بظاهرة السيول، وكونهما تختزلان عناصر أخرى مثل درجات الحرارة، مع التأكيد على أن تطبيق قرينة الجفاف لديمارتون، بينت سيادة مناخ رطب وشبه رطب في المناطق التي يقل ارتفاعها عن (1000) م فوق مستوى سطح البحر، والرطب والرطب جداً فوق ذلك الحد شتاءً، بينما يسود المناخ الجاف خلال الفترة بين شهر أيار وأيلول في كل المحطات ويستمر بالجفاف حتى شهر تشرين الأول في المحطات منخفضة الارتفاع.

I- الهطل: يلاحظ من خلال تحليل معدلات الهطل الشهرية والسنوية في بعض المحطات المختارة في منطقة البحث، خلال الفترة (1994- 2024) م ، الملاحق (6-7) ما يلي:

- ✓ ازدياد كمية الهطل الشهرية والسنوية عموماً مع زيادة الارتفاع، حيث بلغ معدل كمية الهطل السنوية في محطة الضمير (136.2) ملم، بينما في محطة طه (271) ملم. وقد أظهر معامل الارتباط بيرسون بين المعدل السنوي لكمية الهطل في منطقة البحث والارتفاع عن سطح البحر علاقة ارتباط قوية جداً (0.91). وقد بلغت قيمة (t=11.8) وهي كبيرة جداً، وقوة الاحتمال ($p\text{-value} > 0.0001$)، عند مستوى الدلالة (a=0.05)، وبالتالي قوة الاختبار (< 0.99)، ودلالة الاختبار قوية جداً لأن p أصغر بكثير من a وبالتالي فالعلاقة موجودة فعلاً وحقيقية وليست ناتجة عن عامل الصدفة.
- ✓ سجلت محطة صيدنايا أعلى معدلات شهرية، وسنوية لكمية الهطل، بالرغم من أنها أقل ارتفاعاً من محطة رنكوس، وذلك بسبب طبيعة موقع منطقة البحث خلف سلسلة جبال لبنان الغربية متباعدة الارتفاع، ما سمح بوصول المؤثرات البحرية القادمة من الغرب، بكميات أعلى إلى الجنوب في منطقة البحث، وبذلك سجلت محطة صيدنايا أعلى معدل لكمية الهطل السنوي بقيمة (351.1) ملم.
- ✓ وفقاً لمعادلة خط الانحدار البسيط، الملحق (27)، بين المتغير المستقل كمية الهطل، والمتغير التابع الارتفاع عن سطح البحر، تبين أن معدل كمية الهطل السنوي بشكل عام يزداد بقيمة (0.5 ملم) لكل متر ارتفاع عن سطح البحر.
- ✓ يعد فصل الشتاء فصل الأمطار الغريزة، ويهطل فيه أكثر من (50%) من كمية الهطل السنوية، وذلك بسبب قوة وفعالية المنخفضات الجوية الماطرة وزيادة عددها خلال هذا الفصل. كما سجل شهر كانون الثاني أعلى معدل شهري في كل المحطات ويليه شهر كانون الأول، يليه فصل الربيع، ثم فصل الخريف. في حين يتمثل فصل الجفاف بالصيف.
- ✓ ظهرت علاقة ارتباط إيجابية قوية جداً بين المعدل السنوي لكمية الهطل ومعدل الرطوبة النسبية السنوية في منطقة البحث (0.96) وقد بلغت قيمة (t=18.44) وهي كبيرة جداً، وقوة الاحتمال ($p\text{-value} > 0.0001$)، عند مستوى الدلالة (a=0.05)، وبالتالي قوة الاختبار (< 0.99) وهي قريبة من ال (1)، فالارتباط بين المتغيرين قوي جداً ومعنوي إحصائياً. كما تبين من معادلة خط الانحدار البسيط أن معدل الهطل السنوي يزداد بقيمة (4 ملم) لكل زيادة (1%) لمعدل الرطوبة النسبية السنوية في منطقة البحث.

II- مؤشرات الرطوبة والجفاف في منطقة البحث:

- أ/ II- أكبر هطل يومي: يعكس هذا المؤشر شدة الهطل وغزارته خلال يوم واحد، وقد تم حساب معدله لمحطات منطقة البحث خلال الفترة (1994- 2024م)، ويبين الملحقان (8-9) ما يلي:
- ✓ إنّ المحطات المرتفعة (صيدنايا، ورنكوس، وطه) لا تتلقى فقط أعلى كميات هطل سنوية، بل إنها أيضاً أكثر عرضة لغزارات الهطل اليومية مقارنة بالمحطات المنخفضة (الضمير، والتواني، والقطفية)، مما يدل على تباين مكاني في شدة الأمطار.
- ✓ تبين وجود علاقة واضحة بين الارتفاع عن سطح البحر وأكبر كمية هطل في يوم، فعلى سبيل المثال سجلت محطة الضمير الأقل ارتفاعاً معدل (25ملم/اليوم)، ويتوافق هذا مع تدني معدل الهطل السنوي فيها. بينما سجلت المحطات الجبلية المرتفعة

أعلى قيم لمعدل شدة الهطولات المطرية اليومية وخاصة صيدنايا والتي سجلت (65 ملم/ اليوم)، ما يشكل تحديات تتعلق بإدارة المياه ومخاطر السيول في هذه المناطق من الحوض.

ب/II- التبخر:

تم حساب التبخر في المحطات الميئورولوجية من خلال تطبيق معادلة إيفانوف خلال الأيام الماطرة ضمن كل شهر من الأشهر الماطرة، كون المعادلة تفترض توفر مصدر رطوبة (حاج أحمد. 2019 - 2020. 27). راجع معدل التبخر بين (265) ملم في محطة رنكوس، و(368) ملم في محطة الضمير، وتركز أكبر معدل للتبخر خلال الأشهر الماطرة في شهر تشرين الأول وراوح بين (52) ملم في محطة القطيفة، و(65) ملم في محطة الضمير، وتركز أدنى معدل للتبخر في شهر كانون الثاني وراوح بين (19) ملم في محطة رنكوس، و(32) ملم في محطتي الضمير والقطيفة، الملحان (10-11).

ج/II- مؤشر المطر والتبخر المعياري* (SPEI):

يأخذ هذا المؤشر بعين الحسبان كلاً من الهطل والتبخر- النتج الممكن، ويعطي صورة أكثر شمولية عن الجفاف، وتقريباً أكثر دقة وأهمية لحالة الجفاف/ الرطوبي مقارنة بمؤشر SPI، الذي يعتمد على الهطل وحده. وقد تم حساب مؤشر المطر والتبخر المعياري (SPEI) لمحطات منطقة البحث وبين الملحق (12) ما يلي:

✓ يوجد تبايناً واضحاً في ظروف الجفاف والرطوبة في محطات منطقة البحث، حيث تميل المحطات المنخفضة في السهل الداخلي (الضمير، والتواني، والقطيفة) نحو ظروف أكثر جفافاً ويقوم SPEI سالبة، بينما تُظهر المحطات المرتفعة (حله، وصيدنايا، ورنكوس) ميلاً نحو ظروف أكثر رطوبة، وهو نمط يتوافق مع التوزيع المتوقع للهطل المرتبط بالارتفاع، ويعكس دور التبخر في تقليل صافي وفرة المياه.

○ بلغ معدل ال SPEI في محطة الضمير الأقل ارتفاعاً (-2) وبذلك تواجه ظروف جفاف قاسية (Vicente-Serrano et al., 2010)، حيث تُظهر هذه القيم السلبية الشديدة إلى ارتفاع درجة الحرارة وزيادة معدلات التبخر في هذه المناطق مما تزيد من تفاقم نقص المياه، وتؤدي إلى إجهاد مائي حاد يؤثر على الموارد السطحية والجوفية والزراعة. وكذلك سجلت محطتا التواني والقطيفة قيماً تؤكد سيطرة جفاف واضح، حيث بلغت قيم SPEI لهما (-1.4) و(-1.3) على التوالي، ما يؤكد استمرار النقص المائي في المناطق الأقل ارتفاعاً من ألف متر.

✓ أظهرت المحطات الجبلية (حله، وصيدنايا، ورنكوس) فائضاً في الرطوبة، حيث كانت قيم SPEI موجبة وراوحت بين (-0.2) و(0.9)، ما يعني أن المحطات الأقل ارتفاعاً في منطقة البحث أكثر حساسية لارتفاع درجات الحرارة، وتأثيرها السلبي على توفر المياه، بينما تحظى المحطات الجبلية الأكثر ارتفاعاً من (1000م) بمخزون مائي أكثر استقراراً بفضل الهطل الوفير حتى مع وجود التبخر.

* يستخدم مؤشر هطول الأمطار والتبخر والنتج الموحد Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index SPEI الفرق بين الهطل والتبخر النتج المحتمل (PET) بدلاً من الهطل وحده، ويتم حساب PET عادةً باستخدام طرق مثل معادلة ثورنثوايت (Thornthwaite) أو بنمان-مونثيث (Penman-Monteith). وبعد حساب PET، يتم تحديد الفرق بين الهطل (P) و (D=P-PET) لكل شهر. ومن ثم تُطبق نفس الخطوات الإحصائية المستخدمة في SPI (تقدير المعلمات لتوزيع احتمالي على قيم D، تحويلها إلى احتمالات تراكمية، ثم تحويلها إلى متغير طبيعي معياري).

11/هـ - هيدرولوجية حوض الضمير:

تم تقسيم الحوض الرئيس هيدرولوجياً إلى حوضتين شرقية وغربية، لإجراء مقارنة بينهما، وتحديد أيهما الأهم بالنسبة للسد. كما حددت نقطة من كل حوض، مثلت الأولى موضع سد مقترح في الحوض الشرقية، لتجميع مياه الحوض A، والثانية عند موضع سد حله (وهي الحوض B)، لدراسة خصائص الحوض B التي تنتهي مياهه في خزانه. لتقييم الجريان المائي السطحي في حوض الضمير، تم تقييم الجريان السطحي في الحوضات المغذية لسد الضمير من خلال تطبيق معادلات الهطل الفعّال، وعامل الجريان، والجريان السطحي خلال الأشهر الماطرة الممتدة من (شهر تشرين الأول حتى شهر أيار) للفترة الزمنية بين العام الهيدرولوجي (1994-1995) م والعام الهيدرولوجي (2023-2024) م على النحو الآتي:

(1)- قُسمت منطقة البحث وفقاً لخطوط تقسيم المياه إلى أربع حوضات، الحوض الشرقية ومنها حوض A، والحوض الغربية ومنها الحوض B).

(2)- رُسمت مزلعات تيسين بالاعتماد على المحطات الميئورولوجية، وتطبيقها على خريطة الحوضات المغذية للسد. الملحق (13).

I - حساب حجم الهطل الفعّال:

يمثل الهطل الفعّال الفرق بين كمية الهطل والتبخّر، وقد تم حساب كمياته في المحطات الميئورولوجية، ثم في الحوضات المغذية لسد الضمير. بلغ معدل حجم الهطل الفعّال في حوض سد الضمير (41) م³، وراوح بين (6) م³ في الحوض الشرقية، و(35) م³ في الحوض الغربية.

تركز أدنى معدل لحجم الهطل الفعّال في الحوض الشرقية في شهر آذار، فبلغ (0.038) م³، ونحو (0.037) م³ في الحوض A، أما أعلى معدل لحجم الهطل الفعّال فقد تركّز في شهر كانون الثاني، وبلغ (2.8) م³ و (2.5) م³ على التوالي. وانعدم الهطل الفعّال فيهما خلال شهري تشرين الأول وأيار. أما في الحوض الغربية، فقد تركّز أدنى معدل لحجم الهطل الفعّال في شهر أيار وبلغ (0.04) م³ و (0.01) م³ في الحوض الغربية، وحوض B على التوالي، أما أعلى معدل لحجم الهطل الفعّال فقد تركّز في شهر كانون الثاني، وبلغ (13.2) م³ و (8.7) م³ فيهما. الملحقان (14-15). ويعود التباين في معدل حجم الهطل الفعّال إلى التباين في كمية الهطل الفعّال، ومساحة الحوضات.

II - حساب عامل الجريان:

حُسب عامل الجريان بالاعتماد على مساحة الحوضات، ومتوسط درجة انحدار السطح، واستخدامات الأراضي في الحوضات المدروسة الملحقان (16-17). وراوح عامل الجريان بين (0.26) في الحوض الغربية، و(0.28) في الحوض B. في حين بلغ في الحوض الشرقية (0.27)، والحوض A.

III - معدل حجم الجريان السطحي:

حُسب حجم الجريان السطحي ضمن الحوضات بشكل مستقل دون تراكم الجريان، بعدها حسب وفقاً لتراكم الجريان في حوض السد. وبلغ المعدل لعموم الحوض (10.9) م³ ما يفوق قدرته الاستيعابية بنحو (5) أمثال.

بلغ معدل حجم الجريان (1.5) م³ في الحوض الشرقية، وتركّز أدنى معدل له في شهر آذار، فبلغ (0.01) م³، وتركّز أعلى معدل في شهر كانون الثاني، فبلغ (0.75) م³، ونحو (0.68) م³، في الحوض A. وانعدم الجريان السطحي فيهما خلال شهري تشرين الأول وأيار.

أما في الحوض الغربية، فبلغ معدل حجم الجريان نحو (9.4) م³، وتركّز أدنى معدل له في شهر أيار وبلغ (0.01) م³، و(0.002) م³ في الحوض الثانوية B، وتركّز أعلى معدل لحجم الجريان السطحي في شهر كانون الثاني، فبلغ (3.62) م³

و(2.45)م³، فيهما على التوالي، وهو ما يعادل (5) أمثال حجم تخزين سد حله. الملحقان (18-19). ويتفق توزيع الجريان هذا مع توزيع الهطل الفعّال في الحوضيات المدروسة.

IV- حساب التدفق الأعظمي باحتمالات متعددة:

يمثل التدفق الأعظمي أعلى كمية للجريان، ويحدث التدفق الأعظمي خلال طور الفيضان والموجات الفيضانية، ويرتبط بالعوامل الجغرافية الطبيعية ولاسيما كمية الهطل، وشدته، واستمراريته، ووقت حدوثه خلال العام الهيدرولوجي.

ويُعدُّ حساب التدفق الأعظمي باحتمالات متعددة ذا أهمية كبيرة في تصميم المنشآت المائية (السدود، والمفيضات،..)، إذ إنه من أجل بناء السدود يحسب التدفق الأعظمي باحتمال راوحت من (P = 0.1% - 25%) بحسب الهدف من إنشائه، فيحسب باحتمال (P = 0.1%) لتوليد الكهرباء حتى (25%) لتشييد السدود. ومن أجل تصميم المفيضات، بشكل عام ودرء الفيضان (P = 1%).

ويحسب التدفق الأعظمي بالاعتماد على التدفقات اليومية العظمى، وإذا لم تتوفر تحدد التدفقات الشهرية العظمى لكل عام من الأعوام الهيدرولوجية خلال الفترة الزمنية المدروسة (عيسى. 2015. 629-630). واعتمد في هذا البحث على الحجم الشهرية العظمى للجريان لكل عام من الأعوام الهيدرولوجية؛ لعدم توافر القياسات اليومية للجريان.

V- حساب التدفق الأعظمي بالاعتماد على علاقة الكسييف:

راوحت القيم الاحتمالية (P) للتدفق الأعظمي في كل الحوضيات المدروسة بين (2.5%) و (25.4%). وراوح أكبر حجم للجريان بين (1.8) م³ في العام الهيدرولوجي (2022-2023) م في الحوضية الشرقية، و(8.6) م³ في العام الهيدرولوجي (2018-2019) م في الحوضية الغربية. الملحق (20).

VI- التدفق الأعظمي باحتمالات متعددة:

بعد تطبيق علاقة الكسييف تم حساب الثوابت الإحصائية التالية: (\bar{X} ، cv ، cs ، cs/cv ، σx) وحُسِبَ التدفق باحتمالات متعددة بالاعتماد على علاقة (cs/cv) الموافقة لقيمة (cv)؛ إذ يتم الحصول على قيمة (Kp) من خلال الجداول التي أعدها كريستسكي ومينكل (حاج أحمد. 2019-2020. 84) وبعدها يتم ضرب قيمة (Kp) بـ (\bar{X}) فيتم الحصول على قيمة ($\bar{X}p$) متوسط حجم التدفق الأعظمي باحتمالات متعددة

بلغ متوسط حجم التدفق الأعظمي (\bar{X}) في حوض سد الضمير (8.7) م³، وراوح بين (1.9) م³ في الحوضية الثانوية (A)، و(6.9) م³ في الحوضية الغربية. وراوح معامل التغير (cv) بين (0.10) و(0.17)، ومعامل التباين (cs) بين (0.25) و(1)، وهي قيم متوسطة إلى عالية التشتت، ويعود ذلك إلى التباين في كمية الهطل خلال السلسلة الزمنية المدروسة، وهذا يؤدي بدوره إلى حدوث أمطار غزيرة ومفاجئة تزيد من مخاطر الفيضان. وبلغ متوسط الخطأ النسبي الحسابي (σx) بين (2.4) و(5)، وذلك في الحوضية الثانوية (A)، والحوضية الثانوية (B) على التوالي. وراوحت (cs/cv) بين (2.5) الحوضية الثانوية (B) و(5.94) في الحوضية الشرقية. الملحق (21).

إن متوسط الخطأ النسبي في الحوضية واقع ضمن الحدود المسموح بها (حتى ± 5 لحساب التدفق الأعظمي باحتمالات متعددة) (حاج أحمد. 2016-2017. 107).

بلغ المتوسط الأعظمي لحجم التدفق ($\bar{X}p$) في حوض سد الضمير باحتمال (P=0.1%) (13.66) م³ و باحتمال (P=1%) بلغ (11.98) م³ وفي السنة الفيضانية التي تستخدم لتشييد السدود باحتمال (P=25%) بلغ (9.38) م³. وبلغ في الحوضية الشرقية ثم الحوضية الثانوية (A) باحتمال (P=0.1%) (3.77) م³ و(3.49) م³ على التوالي. و باحتمال (P=1%) بلغ (3.17) م³ و(2.90) م³. وفي السنة الفيضانية باحتمال (P=25%) بلغ (2.31) م³ و(2.07) م³. وأما في الحوضية الغربية من حوض

السد فقد بلغ باحتمال ($P=0.1\%$) للحيضة الغربية ثم الحيضة الثانوية (B) (10.27) م³ و (5.81) م³. و باحتمال ($P=1\%$) بلغ (9.20) م³ و (5.38) م³. وفي السنة الفيضانية باحتمال ($P=25\%$) بلغ (7.38) م³ و (4.60) م³. الملحق (22). مما سبق من خلال مقارنة المتوسط الأعظمي لحجم التدفق الذي يستخدم لتشبيد السدود باحتمال ($P=25\%$) مع حجم التخزين الذي صمم وفقاً له سديّ الضمير وحله، لوحظ الآتي:

- بلغ المتوسط الأعظمي لحجم التدفق في حوض سد الضمير (9.38) م³ بينما حجم تخزينه (2.15) م³ وبالتالي يوجد عجز في مقدرة السد على تخزين الفائض المائي في السنوات الفيضانية- بعد استبعاد حجم تخزين سد حله (0.5) م³، والحجم الميت في سد الضمير البالغ (0.08) م³ - يبلغ (6.65) م³.

- بلغ المتوسط الأعظمي لحجم التدفق في حوض سد حله (4.60) م³ بينما حجم تخزينه (0.5) م³ وبالتالي يوجد عجز في مقدرة السد على تخزين الفائض المائي في السنوات الفيضانية- بعد استبعاد الحجم الميت في سد حله البالغ (0.01) م³ (*) - يبلغ (4.09) م³.

VII- زمن التباطؤ:

يُقصد بزمن التباطؤ الوقت الذي يفصل بين بداية الهطل وبداية الجريان السطحي، أي إنه الوقت الذي ترتفع فيه معدلات التسرب وتزداد فيه رطوبة التربة وتشبعها، ويسبق حالة الجريان (سلوم، وصيام، 2017-2018-2017). بلغ زمن التباطؤ في الحوض الشرقية (81.8) دقيقة، وفي الحوض (B) (120) دقيقة، بينما بلغ في الحوض الغربية- في المنطقة الممتدة من سد حله حتى سد الضمير- (110.2) دقيقة، الملحق (23). وهي المدد المتاحة لاتخاذ إجراءات السلامة أمام السكان في القطاعات ذات الجوانب المنخفضة من المجرى والتي تشهد فيضانات، كما في بلدة الرحيبة.

VII- زمن التركيز:

يُقصد بزمن التركيز المدة الزمنية التي يستغرقها الجريان السطحي من أبعد نقطة في الحوض إلى المصب (عبد علي، والاسدي، 2023، 138). وتكمن أهمية زمن التركيز في معرفة قدرة أراضي الحوض على تحويل مياه الهطل إلى مياه جارية سطحية ومياه سيول، وكلما قل زمن التركيز زادت خطورة تشكل الفيضانات (الغميض، 2021، 181). لوحظ من الملحق (24) أن أقل زمن تركيز تركز في الحوض (B)، إذ بلغ فيها (1.16) ساعة، تليها الحوض الغربية- في المنطقة الممتدة من سد حله حتى سد الضمير- (1.23) ساعة بينما بلغ في الحوض الشرقية (1.61) ساعة. ويعود التباين في زمن التركيز بين الحوضات إلى التباين في أطوال المجاري المائية الرئيسية التي يتناسب معها زمن التركيز طردياً، بينما يتناسب عكسياً مع فرق الارتفاع. وهذا الزمن قليل نسبياً مما يزيد من احتمال حدوث فيضانات مفاجئة، ويستوجب تشبيد سدود تستوعب حجم الجريان الناجم عن الموجة الفيضانية، وتسمح بتصريف المياه الفائضة عن قدرة السد التخزينية مع اتباع إجراءات الحماية للمناطق التي تتصرف إليها مياه الفيضانات.

VIII- سرعة الجريان:

تُعبّر سرعة الجريان عن حجم حركة المياه من المنبع إلى المصب خلال وحدة الزمن، وكلما زادت سرعة الجريان زادت درجة خطورة تصريف الحوض (عبد علي، والاسدي، 2023، 139). راوحت سرعة الجريان في الحوضات المدروسة بين (1.4) م/ثا في الحوض الشرقية و (1.8) م/ثا في الحوض الغربية- في المنطقة الممتدة من سد حله حتى سد الضمير- وبلغت (1.7) م/ثا في الحوض (B)، الملحق (25). وهذه السرعات عموماً ذات خطورة منخفضة، كونها أقل من (5) م/ثا (الغميض، 2021، 183).

(*) مصدر المعلومات التي تخص سديّ الضمير وحله (حجم التخزين والحجم الميت)، تقرير في إدارة الموارد المائية في محافظة دمشق وريفها.

و/11- جيومورفولوجية حوض الضمير:

يمكن تمييز ثلاث وحدات تضاريسية في الحوض، الجبال المحيطة بمعظمه، والمنخفضات البيئية ذات الأسطح المنحدرة نحو الداخل، وشبكة المجاري المائية السيلية المخددة لكليهما. يمتد محذب الضمير من مدينة الضمير إلى طريق دمشق - بغداد، ثم يلتف نحو الشمال الشرقي، على شكل قوس يحصر حوضاً مائياً ضيقاً (Ministry of Industry.1966. 94)، تتجمع فيها روافد السفح الشمالي الغربي لجبال الضمير، ومجاري السفح الجنوبي الشرقي لجبل المغار فيما يعرف بسوح أو سهل الصرة، لتغور في قاع المنخفض، ثم تتجه المياه عبر مجرى رئيس نحو الشمال الغربي عبر خانق عين الصقرة بين جبل المغار، وجبل رأس الماخ. ليلتقي في منطقة أرض المحسة، بمجرى سيل القناة، المتشكل بدوره من تجمع مجاري سوح بئر الأفاعي بين السفح الشمالي الغربي لجبل المغار، والسفوح الجنوبية الشرقية من جبل طرفة، والذي يدعى بمسيل غبور، ثم مسيل المسيلحة - العديّة منتهياً إلى خزان السد.

أما الحوضية الغربية، فتتشكل من مجاري الجبال المحيطة ببلدات: عكوبر وحوش عرب وصيدنايا ومعرّة صيدنايا وخير الفوقا وتلفيتا، ومن السفوح الشمالية الغربية لجبال الحصن، والبلاطة، والشميس، وجبل القواصر نحو بلدات خير الفوقا وبدا، ومن السفوح الشمالية الغربية لجبل ظهر الشعاب، والشميس نحو بلدة حوض عرب، بينما تتحد مجاري السفوح الجنوبية الشرقية نحو بلدي التواني ورنكوس، ومغر حافظ، و النهاية الجنوبية الغربية لجبال سلسلة القلمون الثانية، مع تجاوزها لمنخفضي صيدنايا وبدا، ثم تلتقي بمجرى وادي المغاير ووادي حقون ووادي أشرفية خير. وتشكل مجتمعة مجرى وادي السيل الكبير الذي يمر بمدن القطيفة، المعضمية، الرحبية من الغرب نحو الشرق، ثم ينطف بزواية قائمة نحو الجنوب، ويخرج منها تحت اسم وادي المخاضة، والذي يلتقي بمجرى العين، ليشكلاً معاً وادي العصيفير، ثم وادي الرحبية، ويدعى أيضاً بوادي البراغيث، لينتهي إلى خزان السد. وهو مجرى واضح الملامح بعد بلدة حله، يراوح اتساعه بين (5-10) م، وعمقه بين (2-3) م، يصنف وفق مؤشر التعرج Sinuosity Index، ضمن المجاري المتعرجة، حيث بلغت قيمته (1.48)*.

I/ و/11 - جيومورفولوجية موقع سديّ الضمير والقطيفة:

قدم (Wang. 2021.1) أهمية دراسة الجوانب التضاريسية والجيولوجية على سواها من الدراسات فيما يخص تحديد مواقع السدود، وذلك لما لها من أهمية على صعيد التسرب، وتوجيه المياه مساحياً وخطياً، وتوفير الشروط المكانية الآمنة والأفضل لبنائها. ويمكن تقييم موقعي السدين في ضوء أهم الشروط الجيومورفية التي حددها (Shahin & Others.2022. 7-8) على النحو التالي:

1. ضيق موقع السد: يتميز موقع سد حله بكونه بُني عند نهاية وادي حقون، بين جبل قرن المعلولية غرباً (1147) م، مع ميول طبقات صخوره بزوايا راوحت بين (15-18) درجة نحو المجرى. وتلة ضهر كسارة الدبس (1000) م شرقاً، الصورة (1). مع ميول طبقية راوحت بين (20-80) درجة. تتخذ بحيرة السد شكلاً مثلثياً منحرفاً، قاعدته عند جدار السد، بعرض (95) م. ورأسه على الطرف المقابل، بعرض (25) م. وتصل بينهما مسافة نحو (575) م منه، هي طول البحيرة.

* يحسب مؤشر التعرج من قسمة الطول الفعلي، على الطول الهندسي للمجرى، (Morisawa. 1985.90-91)، ويصنف على أنه مجرى مستقيم stream Straight إذا كانت قيمة المؤشر أقل من 1.05، ومجرى متعرج stream sinuous، إذا راوحت بين (1.05-1.5)، ومجرى منعطف stream Meander، إذا تجاوزت ذلك. وقد بلغ الطول الفعلي لقطاع المجرى من السد إلى بلدة حله نحو (26.6) كم، بينما طوله الهندسي من السد إلى بلدة حله مباشرة فبلغ نحو (17.9) كم.



الصورة (1) موقع سد القطيفة، وخزانه المائي.

أما سد الضمير فيقع بعد منطقة واسعة نسبياً من وادي الرحيبة قبل مدينة الضمير بنحو (2) كم، جوانبه مكونه عموماً من رسوبيات سيلية، باستثناء تلك المرتفعات التي تحيط بنهاية وادي الرحيبة، وهما جبل المكبرت الشرقي (797) م والغربي (796) م، المكونين من صخور الحجر الكلسي الباليوجيني، أما الجانب الشرقي، والشمال الشرقي، فمحدد بأقدام السفح الشمالي الغربي لجبل مقطع الحصن (749-773) م، الذي يغذي بمسيلاته وادي المسيلحة.

2. توفر منخفض واسع لحجز أكبر كمية ممكنة من المياه: وهنا يتفوق سد الضمير على سد حله، فموقعه ضمن متسع من جبال الضمير، جعله من السدود الرئيسة في منطقة القلمون عموماً، حيث يمتد المجرى لمسافات راوحت بين (550-600) م، وتقع أبعد نقطة عن السد باتجاه المجرى الشرقي نحو (600) م. ويتسع لنحو (2.15) م³ (إدارة الموارد المائية في محافظة دمشق وريفها) في حين يقع سد القطيفة عند نهاية وادي حقون بعد التقائه بمجرى سيل شبح الذكر ورافده الشمالي الغربي سيل الوادي من مرتفعات عكوبر، ووادي الكرم والديب من منطقة خبير الفوقا، وتتجه منحدرات الجبال المحيطة به، بزوايا مرتفعة، محدبة في قطاعها الأعلى ومستقيمة في الأوسط ومقعرة في الأدنى، مع انتشار مبعثر لنباتات حولية. قُدّرت سعة الأعظمية لسد القطيفة بنحو (0.5) م³ (إدارة الموارد المائية في محافظة دمشق وريفها). الصورة (2).

3. جوانب متينة وثابتة: يجب أن يتمتع موقع السد بجوانب صخرية قاسية ومتينة، لتوفير الدعم الكافي للسد. وهو أكثر تحقيقاً في سد حله، لتوفر جانبيين من صخور حجر كلسي، في حين يمتد سد الضمير بين ضفتي السرير السيلي لمجاري أودية الرحيبة والمسيلحة - العدية، المكونتين من مواد لحقية - سيلية.



الصورة (2) موقع سد الضمير، وخزانه المائي.

الجدير بالذكر أن ميل طبقات محذبات وادي حقون جنوبي المعضمية والقטיפفة نحو المقعر الباليوجيني - بحيرة سد حله - بدرجات راوحت بين (15-18) درجة في جبل قرن المعلولية، و(85) درجة في تل كسارة الدبس. وبالتالي فهي عامل إيجابي فيما يخص موقع سد حله فضلاً عن قساوة الصخور المكونة للمرتفعات المشرفة عليه.

II/ و11- الخصائص الهندسية والجيومورفومترية لحوض الضمير:

بلغت مساحة حوضه الضمير (579.93) كم²، بطول نحو (40) كم ومتوسط عرض (11.5) كم، يتكون من حوضتين ثانويتين، شرقية وغربية، تمتد مجاري الأولى من جبل بترا وحشمة الغراب في الشمال الشرقي، لتلتقي في أرض وادي المسيلحة- العدية، قبيل دخولها أرض خزان سد الضمير، في حين تمتد مجاري الثانية من جبال رنكوس وتلفيتا وصيدنايا غرباً، مشكّلةً مجراً رئيساً، يعرف بالسيل الكبير، يمر بمدن القטיפفة والمعضمية والرحبية، قبل بلوغه خزان السد.

يبين الملحق رقم (26) أهم الخصائص الجيومورفومترية للحوضتين الشرقية والغربية، حيث بلغت مساحتهما على التوالي (202.7) كم² (377.2) كم²، في حين بلغ أقصى طول لكل منهما (28.53) كم (37.34) كم، وأقصى اتساع (10) كم (12.16) كم. ترتبط كمية التصريف مع المساحة بعلاقة طردية في الأحواض صغيرة المساحة (Schumm 1963) فيكون الحوض الغربي أكثر إنتاجاً لكميات المياه الجارية، وبالتالي الأخطر على صعيد توليد السيول، في حين ترتبط خطورة السيول بطول الحوض بعلاقة عكسية، فكلما بعدت المسافة بين المنابع والمصب، تعرضت المياه للتسرب والتبخر والتشنت، وبالأخص أن طول الحوض يقتضي انخفاضاً في درجة انحدار سطحه مع اتجاه المياه الجارية من المناطق العليا إلى الدنيا- كما سبق وحُسب- وبهذا تكون الحوضية الغربية أقل خطورة في مسألة السيول.

يملك الحوض شبكة مجاري سيلية بطول نحو (1711) كم من المجاري المائية، موزعة بين الحوضتين الشرقية والغربية (582) كم (1129.4) كم على التوالي، ما يعني أن الكثافة العامة لأطوال المجاري المائية هي (2.95) كم/ كم²، وفي الحوضتين، (2.87) كم/ كم² (2.99) كم/ كم² على التوالي، وبما أن كثافة أعداد المجاري وأطوالها تعبر عن مدى امتلاك كل وحدة مساحة من المجاري وأطوال الشبكة، وهذا بدوره يشير إلى قدرة الشبكة المائية على نقل المياه والرواسب، ما يعني أنه كلما ارتفعت قيم كثافة المجاري المائية، كانت شبكة التصريف المائي أكثر فعالية في نقل المياه والرواسب، وبالتالي حت السطح وتخفيضه. وبذلك يكون حوض التصريف المائي، أكثر قدرة على إنتاج سيول خطرة. يمكن استثناء كثافة المجاري السيلية كمؤشر من مؤشرات المفاضلة بين الحوضتين لتقارب قيمتها، وهي كثافات منخفضة عموماً حسب تصنيف (Saber & Others. 2021. 358).

بينت الملاحظة البصرية، اقتراب شكل الحوضتين من المستطيل والكمثري على الرغم من تباين أبعادهما الهندسية، وقد استخدمت معادلات الاستطالة (Elongation Ratio) (Schumm. 1956. 612)، وعامل الشكل (Form Factor) (Gregory & Walling. 1973) 128)، وعامل التقلطح (Lemniscate Factor) (Selby.1985. 295)، لتحديد مدى اقتراب أشكال الحوضتين من المستطيل والمثلث والكمثري، لما لهذه الأشكال من أهمية على صعيد السلوك الهيدرولوجي للسيول، وترتبط نتائج هذه المعادلات الملحق (27) بعلاقة عكسية مع الشكل الذي وضعت لأجل المقارنة به، فمثلاً: تدل القيم المنخفضة لمعامل الاستطالة على اقتراب شكل الحوض من المستطيل، ولمعامل الشكل من الشكل المثلي، وكذلك لمعامل التقلطح، وقد أكدت تطبيق المعادلات أن الحوضية الغربية أكثر استطالة من الشرقية، فقد بلغت قيمة معامل الاستطالة لكليهما (0.56) (0.59) على التوالي، ما يعني أن الحوضية الشرقية أكثر خطورة من الغربية فيما يخص إحداث السيول، وذلك لارتباط خطورة السيول بعلاقة عكسية مع الشكل المستطيل (Taghavi & Other's. 2011.81)، وكذلك دلّ قيمة معامل الشكل، فالحوضية الشرقية أكثر قرباً إلى الشكل المثلي، حيث بلغت القيمة (0.25)

(0.27) على التوالي، ما يعني أنها أكثر قدرة على إحداث سيول خطيرة، لتجمع المياه في نقطة مركزية قبيل خروجها من الحوض. إلا أنها كانت أقل تفلطحاً، فقد اتسعت الحوضية الغربية في قسمها الغربي، والذي يمثل القطاع الجبلي الأعلى، غربي بلدة طه، ليتخذ القطاع الجبلي هنا، شكلاً مستطيلاً بعرض نحو (12) كم، إلا أن وقوع هذا القسم بعيداً عن مخرج الحوض يجعل من قمة فيضاناته - إن حدثت - متأخرة مقارنة بقمة فيضان الجانب الشرقي الأقرب إلى مخرج الحوض عبر مجرى وادي المسيلحة - العدية. أما رتب المجاري المائية فقد حددت وفق طريقة استرهلر، (Strahler. 1957. 152) وحسبت نسبة الترافد (التشعب) Ratio Tributarity، فتبين أن الرتبة الرئيسية في الحوضية الشرقية هي 5، في حين بلغت الرتبة الرئيسية للحوضية الغربية (6). الملحقان (28-29). وبلغت قيمة نسبة الترافد المرجحة Weighted Bifurcation Ratio للحوضيتين على التوالي (4.3) (2.7)، ما يعني أن الأولى أعلى قدرة على نقل المياه والرواسب، وبالتالي هي الأخطر على صعيد السيول.

12- العوامل البشرية:

أشار (Nabinejad & Schüttrumpf. 2023 .8- 11) إلى العديد من التحديات التي تواجه إدارة السيول في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، فالتعامل مع السيول، يقتضي فهماً متعمقاً لنظامها، الذي يعكس طبيعة الهطل، فهو غزير، ويهطل في مدة قصيرة، وخصائص السطح الطبوغرافية والصخرية والنباتية، واستخدامات الأرض، والخصائص الشكلية للحوض والمجرى المائي، كما أن السيول تعد أنظمة فعالة في نقل الحمولة الخشنة والحطام الصخري، المتوفر بكثرة في مجاريها، والتي تترسب خلف السدود، رافعة من مستوى قاع خزاناتها المائية، وخافضة من حجم المياه المخزنة سنة بعد أخرى، وبالتالي تقصر من عمر السدود واستدامتها. وأوضح أن التحضر غير المنضبط، والذي يعني انتشار استخدامات الأرض الحضرية في حرم الأودية السيلية، أو في قيعانها، يسهم في تعرضهم للخطر مباشرة، دون أي دفاعات حماية، وهو ما سبق الإشارة إليه في مدينة الرحيبة. ويمكن تحديد العوامل البشرية بإنشاء السدود، والتوسع الحضري.

12/أ - المواصفات الهندسية لسديّ الضمير والقطفية:

يتكون سد الضمير من قسمين، الأطول وهو الرئيس، أنشئ عام (1966) م، اتساع قمته (4) م، بارتفاع (15.5) م، وطول القمة (215) م، وسعة تخزينية (2.15) م³، ومساحة البحيرة (65) هكتار، التصريف الأعظمي للمفيض الفرع الشرقي (94) م³/ثا الغربي (359) م³/ثا، وقد قيس منسوب الطمي في بحيرة السد بين عامي (2017) م و(2018) فبلغ على التوالي (709.23-709.90) أي بزيادة قدرها (67) سم في الجانب الشمالي منه*، أما السدة الثانوية فيبلغ طولها نحو (25) م وارتفاعها (4) م وهي امتداد للسد الرئيس. وقد تم حفر قناة مفيض Flood Canal بعد حادثة الفيضانات السيلية عام 2018م، تمتد لنحو (5) كم، على شكل حرف L نحو مساكن الحرس، وتنتهي إلى عبارة تحت الطريق العام، وهي بعمق (3) أمتار، وعرض (4) أمتار، ما يعني أنها تتسع لنحو (60.000) م³. الصور (3-4-5-6-7).

* تقرير عن إدارة الموارد المائية في محافظة دمشق وريفها بتاريخ 9-2-2023، وعن مشروع إعادة تأهيل سد الضمير تاريخ 16-8-2018.



الصورة (4) بقايا بحيرة السد، 34-3-2025م.



الصورة (3) جدار السد، إلى اليسار بحيرته، وإلى اليمين منصرف المياه نحو مدينة الضمير. 34-3-2025م.



الصورة (5) العبارة المكونة من 8 فتحات، ناظراً نحو طريق الرحيبية، 24-3-2025م.



الصورة (7) مسار قناة المفيض (بالأصفر) من شمالي السد إلى مساكن الحرس، ثم الطرق العام.



الصورة (6) قناة المفيض، تعديل بشري لمجرى السيل السابق. ناظراً باتجاه مدينة الضمير. 24-3-2025م

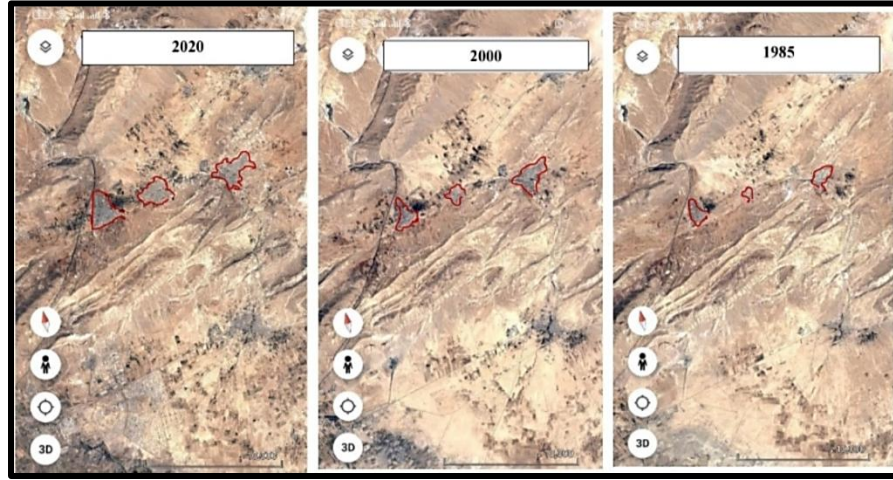
أما سد حله أو القطيفة، فهو ترابي غير متجانس، ترشيحي، أنشئ عام (1969) م، يبلغ طوله نحو (160) وعرض قمته (3) م، بارتفاع (18)م عن المجرى السيلي، ونحو (4-5) أمتار عن قاع الخزان، بحجم تخزيني أعظمي (0.5) م³ (إدارة الموارد المائية في محافظة دمشق وريفها)، الصورة (8).



الصورة (8) لجدار السد - السهم الأزرق- وقسم من بحيرته، مأخوذة من قمة ضهر الدبس، ناظراً باتجاه مدينة القطيفة. 17-4-2025م.

ب/ 12- توسع المدن والبلدات:

أكدت دراسة (Bdour.2022.621) أن التحضر السريع للمدن، له تأثيرات كبيرة على خصائص الفيضانات المفاجئة والعادية، فهو يزيد من تدفقات التيار القسوى، ويقلل من الوقت اللازم للوصول إلى الذروة. فمثلاً أكدت دراسة (El Alfy. 2016. 1142) أن التوسع الحضري في مناطق الأحواض المائية في الأراضي القاحلة، يعد عامل تحكم إضافي مهم لتطور الفيضانات المفاجئة. حيث يمكن أن يزيد من خطر الفيضانات بسبب زيادة ذروة التصريف، وحجم المياه والحطام، وانخفاض الوقت المستغرق للوصول إلى الذروة. ومرد ذلك إلى كون التحضر يعني إحلال الإسفلت والإسمنت، بدل الصخر العاري والتراب والغطاء الطبيعي، ما يعطل تسرب المياه، ويضيفها إلى كمية المياه السطحية، فترتفع بذلك خطورة المياه المتجهة من التجمعات الحضرية نحو المجاري الطبيعية، والتي غالباً ما تكون أبعادها من عمق واتساع متوافقة مع كمية الصرف الطبيعي، الذي سبق التغيرات الحضرية لتضاريس سطح الأرض (2. Agonafir.2023)، وقد بلغ مجموع الأراضي الحضرية نحو (105.26) كم²، أي ما يعادل (18.15) % من إجمالي مساحة الحوض. وقد شهدت مساحة البلدات والمدن الواقعة على مجرى السيل الكبير، وهي: صيدنايا، المعضمية، القطيفة، الرحيبة، حله، زيادة قدرها (28) % بين عامي (2000-2023) م، فقد بلغت (15.8) كم² و(20.35) كم² على التوالي. وهي تطورات غير مضبوطة بسبب التوسع العشوائي أثناء الحرب، ولهذا العامل دور مهم، مع عوامل أخرى كالتغير المناخي وتدهور الغطاء النباتي، أشارت إليها دراسة (2. Nakhaei & Others. 2023) في جعل عملية التنبؤ بسلوك السيول غير ممكنة، أضف إلى ذلك عدم توفر سجل بيانات تاريخي عن أحداثها، وخصائصها، كفترة حدوثها ديمومتها، وأعماقها، واتساعها، وطبيعة حمولتها وحجمها. وتظهر الصورة (9) مقارنة بصرية لتوسع التجمعات الرئيسية: الرحيبة، المعضمية، القطيفة على مجرى السيل الكبير، بين أعوام (1985-2000-2020) م.



الصورة (9) مقارنة بصرية لتوسع العمران في مدن الرحيبة والقטיפفة والمعضمية

شهد قطاع من مجرى السيل الكبير في مدينة الرحيبة، حالة تجاوزت فيها مياه سيل عام 2018م حدود المجرى، على الرغم من أن عمقه يبلغ نحو (3) أمتار، واتساعه بين (20-25) م، فبالقرب من موقع بيت علوش، فاض الماء لقوة، غامراً الطريق العام، الذي يتسع بدوره لنحو (30) متراً، ويرتفع نحو نصف متر فوق المجرى، ملحقاً أضراراً مختلفة ببعض المحال والمستودعات، وحمل سيارتين إلى مسافة تبعد قرابة (2) كم عن الموقع، الصورة (9).



الصورة (9) مسار مجرى السيل (خط أزرق متقطع) مواقع فيضان المياه نحو المحال التجارية (الأسهم الحمراء)

وقد اجتمعت العديد من العوامل التي جعلت من هذا الموقع، عرضة لهذا الخطر، منها:

- ✓ أنه يشكل انعطافاً دائرياً في المجرى، وقد بلغت قيمة مؤشر تعرجه (1.52)*.
- ✓ تم تخفيض ضفتي المجرى، وبالأخص اليسرى، لإنشاء طريق مستعرض، يصل الأحياء على جانبي المجرى ببعضها.

* تم تطبيق معادلة مؤشر التعرج Index Sinuosity على الكوع، ويحسب عبر قسمة الطول الفعلي على الهندسي، حيث بلغ الطول الفعلي للكوع نحو (700)م والمسافة المستقيمة بين أوله وآخره(460) م. ويكون المجرى مستقيماً Straight stream إذا كانت قيمة المؤشر أقل من (1.05) والمجرى متعرج sinuous stream، إذا راوحت قيمة التعرج بين (1.05-1.5)، ويكون المجرى منعطفاً Meander Stream في حال تجاوزت (1.5). (Morisawa-1985,90, 91).

✓ وقد أكدت البلديات، والمشاهدات الميدانية وجود عشرات التعديلات العمرانية والزراعية والخدمية على حرم المجاري السيلية. ما أسهم في عرقلة العمليات الطبيعية، ورفع من حصيللة الخسائر عقب كل سيل*.

13- النتائج:

يمكن ايجاز النتائج في النقاط التالية:

- 1- الحوضية الغربية ذات ارتفاعات وانحدارات أشد من الشرقية، ما يكسب مياه السيول قوة تدميرية.
- 2- لا تظهر الخارطة الجيولوجية أي صدوع مجاورة للسدين، ما يعني أن موقعهما آمن بنائياً.
- 3- يتميز موقع سد الضمير باتساع خزان البحيرة، إلا أنها تعاني من ضعف مكونات جوانبها المرتفعة، المكونة من موارد رسوبية هشة. في حين يتميز موقع سد طه، بمتانة جوانبه الصخرية، وارتفاعها، لكنه ضيق ولا يتناسب مع كمية المياه التي قدر حجمها بأضعاف قدرته الاستيعابية.
- 4- تتناقص كمية الهطل بالاتجاه من الغرب نحو الشرق، وبالانخفاض دون حد (1000) م فوق مستوى سطح البحر، وكذلك قيم التبخر، والهطل الفعال. ما يعني أن الحوضية الغربية أكثر أهمية من الشرقية.
- 5- بلغ معدل حجم الجريان في الحوض عموماً (10.9) م³، منها (1.5) م³ في الحوضية الشرقية، و(9.4) م³ في الحوضية الغربية، في حين بلغ أعلى معدل حجم الجريان في الحوضية A نحو (0.68) م³، و(2.45) م³ في الحوضية B (حوضية طه). هذه الكميات تفوق القدرة الاستيعابية لبحيرتي السدين بنحو (5) أمثال.
- 6- بلغ المتوسط الأعظمي باحتمال (P= 25%) لعموم الحوض (9.38) م³، وفي حوضية طه أو B نحو (4.6) م³. ما يعني أن السدين غير قادرين -نظرياً- على تحمل هكذا تدفقات.
- 7- راوحت سرعة الجريان في الحوضيات المدروسة بين (1.4) م/ثا في الحوضية الشرقية و(1.8) م/ثا في الحوضية الغربية. في المنطقة الممتدة من سد طه حتى سد الضمير - وبلغت (1.7) م/ثا في الحوضية (B).
- 8- دلت بعض المؤشرات الجيومورفية على أن الحوضية الشرقية الأقرب إلى الشكل المثلي، وذات النسبة الترافد الأعلى، أكثر خطورة من الغربية فيما يخص السيول، إلا أن عدم توفر كميات الهطل الفعال المناسبة، قيدت دور العوامل الجيومورفية في الحوضية، مقارنة بالحوضية الغربية.
- 9- تقع مسؤولية الأضرار التي سببتها سيول عام 2018م، على جيومورفولوجية بحيرة سد الضمير، وليس جدار السد، لذلك يمكن تغلية جوانب البحيرة، مع الرصد الدوري لحالتها.
- 10- ضرورة تخفيض قاع البحيرات، بإزالة الرواسب، مع بناء سدات، وسد في مركز ثقل الحوضية الشرقية لاستيعاب كميات من المياه راوحت بين (2.07-2.31) م³ وفق أقصى التقديرات.

* ادعت إحدى البلديات حدوث تعديلات على مجاري أودية تتجه إلى سبخة جيروود، وتحويلها إلى مجاري سيلية تنتهي إلى سد الضمير، إلا أن الخرائط الدقيقة باستخدام Dem 12.5، والتحري الميداني في منطقة امتدت بين مدن جيروود والضمير والقطيفة والرحبية، وسدي الضمير وحله، أكدت صحة الشبكة النهرية المنتجة في هذا البحث، أما فيما يخص التعديلات العمرانية على المجاري السيلية، فقد أعاق الوضع الأمني، وعدم توفر البيانات لدى البلديات لعموم الفوضى العمرانية خلال فترة الحرب، الحصول على بيانات مفيدة في هذا الشأن.

11- على الرغم من كون الحوض الشرقية ذات مؤشرات جيومورفية ومورفومترية أخطر في مجال توليد السيول من الحوض الغربية، إلا أن العوامل المناخية هي التي تتحكم فعلياً بجعل الحوض الغربية المصدر الأهم للمياه الجارية والسيول، وفق ما أكدته الدراسة المناخية والهيدرولوجية سابقاً.

14- المقترحات:

إن درء مخاطر السيول، مقدم على جلب المنفعة من منها، وكلاهما غاية ثمينة في ظل مناخ جاف، وعجز مائي مستمر، وقد وضعت العديد من الخطوات كاستراتيجية لإدارة مخاطر الفيضانات، منها ما أورده (Abdrabo & Others.2020.8-9) وهي: تقييم المخاطر risk assessment، معالجة المخاطر (الإستراتيجية) risk treatment (strategy)، تنفيذ الإستراتيجية strategy implementation، رصد الإستراتيجية وتقييمها strategy monitoring and evaluation، تطوير السياسات والتعديلات على الأرض risk goals and policy development and adjustments.

تشمل إجراءات المواجهة، تدابير هيكلية structural، تنفذ وفق نهج تقني technological approach، وأخرى غير هيكلية non-structural، تتبنى النهج التخطيطي planning approach، تنتمي إلى الأولى جميع الإجراءات المادية من متوسطة الحجم إلى الكبيرة، والتي تهدف إلى منع خطر الفيضانات، كالدود والخزانات ومرافق الاحتجاز وتحسين القنوات وتعديل المجاري الطبيعية، والجسور وقنوات التصريف. أما التدابير غير الهيكلية فتتطوي على مشاريع قليلة البناء، سريعة التنفيذ، من متوسطة إلى صغيرة، كإعادة تخطيط الأراضي، ورفع المباني، والتأمين ضد السيول، وأنظمة التنبؤ والتحذير من السيول، وبرامج التوعية وخطط الطوارئ والإخلاء. (Shamaa.2024.2). ويمكن تحديد الحلول المقترحة في النقاط التالية:

1. بناء سد عند النقطة التي تتراقد فيها أودية سهل الصرة وسهل بئر الأفاعي، وهي الحوض A التي قدر فيها حجم الجريان السطحي نحو (1.3) م³ والمتوسط الأعظمي لحجم التدفق نحو (2.07) م³ لاحتمال (25%)³.
2. بناء مجموعة من السدات عند مخارج الأودية الضحلة لتخفيف سرعة المياه، وهي ما يعرف بأحواض الإبطاء Retarding Basins، والتي تُبنى على روافد صغيرة نسبياً، ويحتوي حوض الإبطاء على مفيض كبير وفتحات صغيرة بدون بوابات. عندما يمتلئ الخزان، يتم تصريف المياه الزائدة فوق المفيض. وقد حددت مواضعها في الحوض الغربية لتركز التجمعات السكانية فيها، الشكل (10)، على المجاري المائية بالقرب من بلدات طه وخير الفوقا وبدا (Shamaa.2024.2).
3. وضع شبكات عند مخارج بعض الأودية السيلية في المناطق الجبلية لحجز الرواسب، والسماح للمياه بالتدفق من خلالها، والأفضل أن تكون سلسلة متعاقبة من الشبكات، بأقطار فتحات تصغر بالاتجاه نحو المناطق الأدنى، ما يقلل من حجم الرواسب في المياه الجارية، ويخفف من ارتفاع قاعيّ السدين بترسبها.
4. إعادة شحن الآبار المحفورة Dug well Recharge. يمكن استخدام الآبار المحفورة الحالية والمهجورة كبنر تغذية بعد التنظيف.
5. إزالة الرواسب من بحيرة سدي الضمير وحله، والتي رفعت قاع الخزان، فخفضت كميات المياه المحتجزة، وقد قدر حجم الرواسب في سد الضمير*، بنحو (6.500.000) م³، أي (5.6) كم³، في حين قدر حجمها في سد القطيفة، بنحو (644.000) م³، أو (0.644) كم³.

* تم حساب حجم الرواسب في سد الضمير من خلال ضرب سمك الرواسب في الخزان، وهي حوالي (10) أمتار - على اعتبار أن ارتفاع السد (15.5)م، وارتفاع قمة السد عن قاع الخزان الحالي (5.5) م - بمساحة الخزان البالغة (65) هكتار أو (650.000) م²، وكذلك سد القطيفة، حيث قدر سمك الرواسب بنحو (14)م، ومساحته كمثلث بحوالي (160 * 575 / 2 = 46.000)

6. منع استخدام قيعان المجاري السيلية وجوانبها في استخدامات عمرانية وزراعية وخدمية.
7. ترميم جوانب المجرى السيلي التي تعرضت للانهيارات والتعديات البشرية.

كلمة شكر:

يتوجه الباحثون بالشكر لجميع من أسهم في إتمام هذا البحث، وبالأخص الدكتورة المهندسة سعاد عبيد رئيس قسم الدراسات المائية في مديرية الموارد المائية في دمشق وريفها، والسيدة المهندسة منار الأحمد رئيس دائرة الدراسات في قسم الشؤون الفنية في مديرية الموارد المائية في دمشق وريفها. والسيد المهندس محمد جبرودية رئيس بلدية مدينة الضمير، والسيد المهندس تائر بنيان من وحدة مياه بلدية مدينة جيرود، والسيد المهندس تامر سعد من مدينة الضمير، والسيد سليمان سعد الدين. والدكتور ضياء محمد، والأستاذ محمود علي.

التمويل:

هذا البحث ممول من قبل جامعة دمشق وفق رقم التمويل: (501100020595).

المراجع:**أ/14- المراجع العربية:**

1. الأسعد علي، وعمار غطفان: الهيدرولوجيا، جامعة تشرين، 2006-2007م.
2. حاج أحمد، عبد الحي: الإدارة المتكاملة للموارد المائية في حوض نهر الخابور، أطروحة دكتوراه، جامعة دمشق، 2019-2020م.
3. حاج أحمد، عبد الحي: هيدرولوجية وإدارة الموارد المائية في حوض نهر الكبير الجنوبي في سورية، رسالة ماجستير، جامعة دمشق، 2016-2017م.
4. خوري، جان: هيدرولوجية حوض جبرود - الناصرية، وزارة الإسكان والمرافق العامة، دمشق. د.ت.
5. الدليمي، خلف حسين: الجيومورفولوجيا التطبيقية، ط1، الأهلية للنشر والتوزيع، عمان، 2001.
6. سلوم، غزوان. صيام، نعمان: علم اشكال سطح الأرض التطبيقي، الجيومورفولوجيا التطبيقية، ط1، منشورات جامعة دمشق، دمشق، 2018.
7. سلوم، غزوان. خنساء، ملحم: سيل (2018/4/26م) في منطقة السفيرة من حي ركن الدين، أسبابه، نتائجه، سبل مواجهته/ ج1-ج2، مجلة جامعة دمشق للآداب والعلوم الإنسانية، دمشق، المجلد 36، العدد 2، 2020م.
8. سلوم، غزوان. عبد الحي حاج حسن أحمد، ميراى القاسم: التقييم الهيدرو- جيومورفي لمدينة ببرد في حوض المجر (القلمون الأعلى)، مجلة جامعة دمشق للآداب والعلوم الإنسانية، دمشق، المجلد 40، العدد 4، 2024م.
9. سلوم، غزوان: جيومورفولوجية حوض جبرود - الناصرية في الجمهورية العربية السورية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاهرة، 2001.
10. عبد علي، عرفات والأسدي، كامل: تقدير حجم الموارد المائية السطحية في حوض وادي مدود، مجلة آداب الكوفة، العدد 56/ج2، 2023م.
11. عيسى، مريم: الموازنة المائية في سورية وأفاقها المستقبلية من عام 1992-1993-2008-2009 لغاية 2024-2025م، مجلة جامعة دمشق، المجلد 29، العدد3+4، 2013م.
12. عيسى، مريم: معدل الجريان في حوض البسيط- بحث هيدرولوجي تطبيقي، مجلة جامعة دمشق، المجلد 38، العدد الرابع، 2022م.
13. عيسى، مريم: هيدرولوجية حوض نهر السن وإدارة الموارد المائية فيه، مجلة جامعة دمشق، المجلد 31، العدد1+2، 2015م.
14. الغميض، عاطف: التحليل الهيدرومورفومتري للأحواض الشرقية للبحر الميت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (ابن حماد، الكرك، زرقاء ماعين)، مجلة النجاح للعلوم الإنسانية، المجلد(35)، العدد الثاني، 2021م.
15. فايز، جراد. هبة الدبس: تطوير منهجية لتطيل وإدارة مخاطر مشاريع السدود في سورية، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الهندسية، المجلد 37، العدد5، 2015م.
16. مريم، امتثال: دراسة موجة فيضان ناتجة عن انهيار سد باستخدام برنامج Hes- Ros، رسالة ماجستير، جامعة دمشق، كلية الهندسة المدنية. 2015م.
17. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد): الدراسة الفنية لتثبيت الكثبان الرملية جسمية المنشأ في حوض جبرود، دمشق، 1986م.

ب/14- المراجع الأجنبية:

1. Abdrabo. K.I , Kantosh. S, Saber. M, Sumi. T, Habiba. O.M & Alboshy. B: The Role of Urban Planning Tools in Flash Flood Risk Reduction for The Urban Arid and Semi-Arid Regions. <https://www.researchgate.net/publication/344202628> .2020.
2. Agonafir. C, Lakhankar. T, Khanbilvardi. R, Krakauer. N, Radell. D, Devineni. N: A review of recent advances in urban flood research, Water Security 19 (2023) 100141, Water Security, journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/water-security.
3. Arnaud-Fassetta. G, Astrade. L, Bardou. E, Corbonnois. J, Delahaye. D, Fort. M, Gautier. E, Jacob. N, Peiry J-L, Piegay. H, Penven. M-J: Fluvial geomorphology and flood-risk management. Géomorphologie fluviale et gestion des risques fluviaux. Géomorphologie: relief, processus, environment, 2009, n° 2, p. 109-128.
4. Bdour A.N. (2022), Arid lands flood evaluation and mitigation measures using HEC-HMS model and best management practices (BMPs), Global NEST Journal, 24(4), 621-628.
5. Çiner. A, Grab. S, Jaillard ·E, Doronzo ·D, Michard ·A, Rabineau. M, Chaminé. H-I: Recent Research on Geomorphology, Sedimentology, Marine Geosciences and Geochemistry. Proceedings of the 2nd Springer Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG-2), Tunisia 2019.
6. El Alfy. M: Assessing the impact of arid area urbanization on flash floods using GIS, remote sensing, and HEC-HMS rainfall-runoff modeling. Hydrology Research (2016) 47 (6): 1142–1160. <https://doi.org/10.2166/nh.2016.133>.
7. Gregory, K.J & Walling, D.E: Drainage Form and Processes Geomorphology Approach, Edward Arnold, London. 1973. P 128.
8. Ministry of Industry: The Geological of Map of Syria Scale 1:200.000, I-37-VII (Dimashq), I-36-VII (Beirut), Explanatory Notes, Damascus. 1966.
9. Morisawa. M; (1985): River Form and Process in Clayton. K. M: Geomorphology Texts. Longman. London.
10. Nabinejad, S, Schüttrumpf, H: Flood Risk Management in Arid and Semi-Arid Areas: A Comprehensive Review of Challenges, Needs, and Opportunities. Water 2023, 15, 3113.
11. Nakhaei. M, Nakhaei. P, Gheibi. M, Chahkandi. B, Waclawek. S, Behzadian. K, Chen. A S, Campos. L C: Enhancing community resilience in arid regions: A smart framework for flash flood risk assessment, Contents lists available at Science Direct, Ecological Indicators journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind. 153 (2023) 110457.
12. Palacio-Aponte. A.G, Ortíz-Rodríguez. A.J, Sandoval-Solis. S: Methodological framework for territorial planning of urban areas: Analysis of socio-economic vulnerability and risk associated with flash flood hazards. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143622822001801>.
13. Raghunath, H., M: Hydrology: principles ,analysis and design. New Age International (P) Ltd, Publishers. 2006.
14. Saber. M, Kantoush. S.A, Abdel-Fattah. M, Sumi. T, Moya. J A & Abdrabo. K: Flash Flood Modeling and Mitigation in Arid and Semiarid Basins: Case Studies from Oman and Brazil. Natural Disaster Science and Mitigation Engineering: DPRI reports ((NADISME)). 2021.
15. Santangelo N: Geomorphological Contribution to Flash Floods Hazard Evaluation: Examples from Campania (Southern Italy). *Journal of Environmental Science and Allied Research* 2(1):44-50. 2019.
16. Schneider. A: Liner regression analysis. Part 14. Series on biostatistics. *Journal of Clinical Epidemiology*. 63 (1). 2010.3-14.
17. Schumm, S.A; (1956): Evolution of Drainage Systems and Slope in Badland at Perth Amboy New York, *Geol, Soc, Ame, Bull*, Vol 6.
18. Selby. M. J: Earth's Changing Surface, An Introduction to Geomorphology, Clarendon Press. 1985. P 295.

19. Shahin. E.M, Abd-Elhamid .H.A, Zelenakova. H.F, Eldeeb. M, H.M: Evaluation and Mitigation of Flash Flood Risks in Arid Regions: A Case Study of Wadi Sudr in Egypt. Water 2022, 14, 2945. <https://doi.org/10.3390/w14192945>.
20. Shamaa. M. T: Flash Floods Mitigation and Harvesting. Nile Journal of Architecture & Civil Engineering. Journal Webpage: <https://njace.journals.ekb.eg>. Volume 1, Jan. 2024.
21. Shrestha. A B, Ezee. G C, Adhikary. R.P, Rai. S.K: Resource Manual on Flash Flood Risk Management, Module 3: Structural Measures, International Centre for Integrated Mountain Development, GPO Box 3226, Kathmandu, Nepal. 2012.
22. Strahler, A.N; (1957): Quantitative Analysis of watershed Geomorphology, Am, Geophs, union vol. 33.p 152.
23. Suli, D., & Vrečko, D. (2023). Future Bioclimatic Change of Agricultural and Natural Areas in Central Europe: An Ultra-High Resolution Analysis of the De Martonne Index. Water, 15(14), 2563.
24. Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multi-scalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. Journal of Climate, 23(7), 1696–1718.
25. Wang, Y.; Tian, Y.; Cao, Y. Dam Siting: A Review. Water 2021, 13, 2080. <https://doi.org/10.3390/w13152080>
26. Wang, Y, Tian. Y, Cao. Y: Dam Siting. A Review. Water 2021, 13, 2080. <https://doi.org/10.3390/w13152080>.
27. Young. A: Slopes. Lowe & Brydone.Ltd. London and New York.
28. -Государственный Комитет Сср По Гидрометеорологии И Контролю Природной Среды Государственный Ордена Трудового Красного Знамени Гидрологический Институт Пособие По определению расчетных гидрологических характеристик, Ленинград, Гидрометеоиздат, (1984).

ج/ 14- المديریات ومواقع الوكالات الدولية:

1. المديرية العامة للأرصاد الجوية.
2. مديرية الموارد المائية في محافظة دمشق وريفها.
3. موقع وكالة ناسا الفضائية.
4. موقع نوا للبيانات المناخية.