مجلة جامعة دمشق للآداب والعلوم الإنسانية
مجلد 41 – عدد 4 (2025): 67-102

Damascus University Journal of arts and humanities sciences Vol 41-No.4 (2025):67-102

تقييم المخاطر الهيدرو-جيومورفية في بلدتي منين وحلبون من حوض وادي حلبون

غزوان محمد أمين سلوم[1]*، عبد الحي حسن حاج أحمد[2]**

1- أستاذ في قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة دمشق.
*-Ghazwan.sallom@damscusuniversity.edy.sy
2- مدرس في قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية الثانية، جامعة دمشق.
**-Abdulhi.hajahmad@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

تواجه بلدة حلبون مشكلات السيول بكامل كتلتها العمرانية، لوقوعها في منخفض مثلثي، قاعدته جزء من وادي حلبون، ورأسه عند عالية وادي كرم سليم، بين جبلي، القلعة شمالاً، والزهري جنوباً. تنحدر طرقاتها الرئيسة، من الشرق نحو الغرب بزوايا متباينة، راوحت بين (10-25) درجة، في حين تتأثر أراضيها الزراعية بالمياه المتدفقة من نقطة تقع شمالي عين الفاخوخ، بعد تجمعها من أودية الشِعب- بيسان، والديشار، في موقع لا يزيد عرض المجرى فيه على (5) أمتار، وعمقه على المترين، وقدّرت كمياتها السنوية بنحو (3.5) م.م3، كان أعلاها في شهر كانون الثاني، حيث راوح حجم الجريان السطحي بين (0.57-0.59) م. م3، مع سرعات جريان بين (1.65-2.44) كم /سا.

أما بلدة منين، فتقع في منخفض مستطيل، واسع، هين انحدار السطح، فلا تتأثر بمياه السيول، باستثناء أحياء القسم الشمالي منها، والمبنية على أقدام جبلي العين ومارتقلا، والتي راوحت انحداراتها بين (10-30) درجة، وتتأثر بمياه السيول المتجمعة من الحويضتين الواقعتين شرق جبل العين وغربه، وقد قدّرت كمياتها السنوية بنحو (1.7) م. م^3، كان أعلاها في شهر كانون الثاني، حيث راوحت بين (0.29-0.3) م. م^3، مع سرعات تدفق بين (1.65-1.8) كم/سا. وتعد حويضات بلدة حلبون أكثر خطراً من نظيرتيها في بلدة منين، لاجتماع العديد من العوامل: فهي أكبر مساحة، وأشد انحداراً، وأكبر تفلطحاً، وأقل استطالة، وذات شبكات مجاري مائية أكثر كثافة من حيث الأعداد والأطوال، ما يعني أن شبكتيّ مجاريهما المائية، أعلى كفاءة في نقل المياه والحمولة نحو الوادي الرئيس عبر البلدة.

تاريخ الإيداع:2024/09/05
تاريخ القبول:2024/10/13

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

كما أن البلدة تقع مباشرة في مواجهة المياه الجارية، بكتلتها العمرانية وأراضيها الزراعية التي تمتد على طول نطاق ضيق من قاع الوادي الخانقي. أما بلدة منين، فتجري مياه سيول حييها الشرقي والغربي عبر طريق العين– صيدنايا، وطريق الغربية على التوالي، وتنتهي إلى متنزهاتها ووادیها، مع توفر إجراءات حماية أكثر فعالية مما هي عليه في بلدة حلبون، كالقناة تحت السطحية، وشبكات الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: القلمون، حلبون، منين، وادي، السيول.

Hydro-Geomorphic Hazard Assessment in the Towns of Mnin and Halboun From the Halboun Valley Basin

Ghazwan Mohamad Ameen Salloum[1*], Abdulhai Hasan Hag Ahmad[2]**
1-Professor in the Geography Department, College of Arts and Human Sciences, Damascus university.
*-Ghazwan.sallom@damscusuniversity.edy.sy.
2- Lecturer in the Geography Department, Second College of Arts and Humanities, Damascus University.
**- Abdulhi.hajahmad@damascusuniversity.edu.sy

Abstract:
The town of Halboun faces flood problems in its entire urban area, as it is located in a triangular depression, its base is part of the Halboun Valley, and its head is at the height of the Karm Salim Valley, between the Qalaa Mountains to the north, and Al-Zahri Mountains to the south. Its main roads slope from east to west at varying angles, ranging between (10-25) degrees, while its agricultural lands are affected by the water flowing from a point located north of Ain Al-Fakhukh, after it collects from the valleys of Al-Shaab - Beisan, and Al-Dishar, in a location where the width of the channel does not exceed (5) meters, and its depth is two meters, and its annual quantities were estimated at about (3.5) mm3, the highest of which was in January, where the volume of surface runoff ranged between (0.57-0.59) mm3, with flow speeds between (1.65-42.4) km/h. As for the town of Mnin, it is located in a rectangular, wide depression, with a gentle slope of the surface, so it is not affected by flood waters, except for the neighborhoods of its northern section, which are built at the foot of the Ain and Martaqla mountains, whose slopes ranged between (10-30) degrees, and are affected by the flood waters collected from the two basins located east and west of the Ain mountain, and their annual quantities were estimated at about (1.7) m. m3, the highest of which was in January, where it ranged between (0.29-0.3) m. m3, with flow speeds between (1.65-1.8) km/h. The basins of the town of Halboun are more dangerous than their counterparts in the town of Mnin, due to the combination of many factors: they are larger in area, steeper, more flat, less elongated, and have denser waterway networks in terms of numbers and lengths, which means that their two waterway networks are more efficient in transporting water and loads towards the main valley through the town. The town is also located directly opposite the running water, with its urban mass and agricultural lands extending along a narrow strip of the bottom of the gorge valley. As for the town of Mnin, the flood waters of its eastern and western neighborhoods flow through the Ain-Saydnaya road, and the western road, respectively, and end in its parks and valley, with the availability of more effective protection measures than in the town of Halboun, such as the subsurface canal, and sewage networks.

Received:05 /09/2024
Accepted: 13/10/2024

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

Key words: Al- Qalamoun, Halboun, Mnin, Flash floods, Risks.

– المقدمة:

تتميز معظم بلدات جبال القلمون بمواقع توفر إمكانيات محددة ومحدودة، من التربة الصالحة للزراعة، والمياه العذبة، والمساحات المتاحة للتوسع الحضري. وذلك لارتباطها مكانياً بمسارات الأودية السيلية الضيقة، وسفوحها المنحدرة الجرداء.

ينتج عن هذه الشروط المكانية الصارمة، والتقارب الحتمي بين التجمعات السكانية، والمظاهر التضريسية الجبلية والعمليات المرتبطة بها، مخاطر كالسيول الجارفة، وانهيار الكتل الصخرية فوق المنازل والطرقات، وعلى الرغم من كون هذه الأحداث نادرة، إلا أنه كان لذلك نتيجة خطيرة، فقد أمِن السكان خطرها، فزرعوا بطون الأودية، وأقاموا منازلهم في قيعانها، وشقوا الطرقات على طول مساراتها، واقتربت الأحياء السكنية من الكتل الصخرية المستقرة في القطاعات العليا من السفوح الجبلية. ما جعل كل هذه الاستخدامات عرضة لخطر العمليات الجيومورفية في حال حدوثها بوتيرة غير اعتيادية، كالحت والنقل والترسيب، والغمر بمياه السيول، أو الانهيارات الصخرية. وبالتالي تصبح التعديات البشرية على نطاقات النشاط الهيدرو–جيومورفي، هي العامل الأهم في تصعيد وتيرة خطر العمليات السابقة، فمع تغيير سطح الأرض من طبيعي (صخري– تربي– نباتي) إلى حضري (إسمنتي– أسفلتي) أو زراعي، ترتفع فرص تشكل السيول، وتزداد ضراوتها، بسبب زيادة حجم المياه السطحية والحمولة، لانخفاض كمية الفاقد بالتسرب، وهو ما يعرف بتكثيف العزل المائي للمباني والإنشاءات (Paula & Others. 2020. 2).

وقع الاختيار على بلدتي منين وحلبون، وهما من بلدات حوض وادي حلبون، لتحديد أنواع المخاطر الهيدرو– الجيومورفية، من خلال تحليل المُرَكب الجغرافي لموقعيهما، ومخططاتهما التنظيمية، وخصائص المجاري المائية المرتبطة بهما، والمنحدرات المشرفة عليهما. فعلى الرغم من اختلاف العوامل المكانية بينهما، إلا أنهما تعانيان أضرار السيول المتكررة.

1– منطقة البحث:

تقع بلدتي منين وحلبون في القطاع الأوسط والأعلى من حوض وادي حلبون، والذي ينتمي إلى أحواض جبال القلمون، ويشغل حيزاً بين دائرتي عرض (ً51 َ46 ْ33) (ً 18 َ33 ْ33) شمالاً، وخطي طول (ً 57 َ21 ْ36) (ً 27 َ10 ْ36) شرقاً. تقع بلدة منين عند تقاطع دائرة عرض (ً 30 َ38 ْ33) شمال خط الاستواء، مع خط الطول (ً 45 َ17 ْ36) شرق غرينتش. وبلدة حلبون عند تقاطع دائرة عرض (َ 40 ْ33) شمال خط الاستواء، مع خط الطول (ً56 َ14 ْ36) شرق غرينتش. الشكل رقم (1).

2– أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من كونه يندرج ضمن الأبحاث الجغرافية التطبيقيّة، التي تتناول جانباً مهماً من جوانب التخطيط المكاني، والذي ينطلق من تقييم مواقع التجمعات السكانية، وتحديد أنواع المخاطر الطبيعية التي تتأثر بها، ومستوياتها، وتوزعها الجغرافي، واقتراح الحلول المناسبة لها.

3–مشكلة البحث:

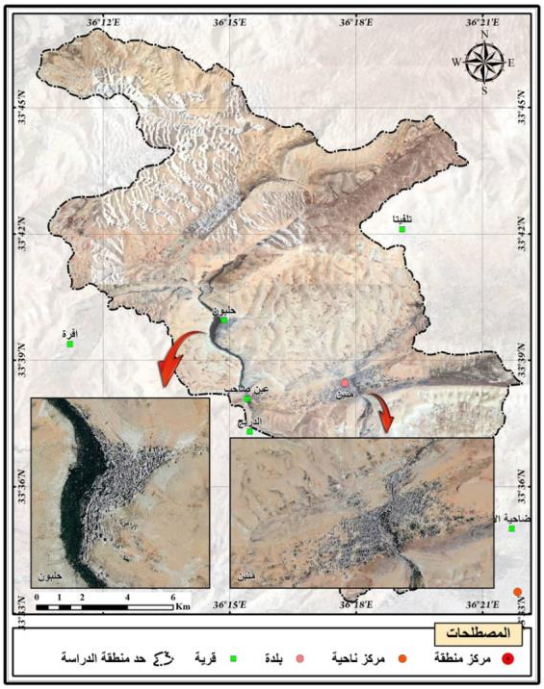
تتأثر بلدات حوض وادي حلبون خلال فترات الهطل الغزير بظاهرة السيول، والتي تهدد الأراضي العمرانية والزراعية. كما تنتشر على سفوحها، بعض الكتل الصخرية التي تنذر بخطر السقوط والانهيار في حال تحركها، وقد اختيرت البلدتين كحالتي دراسة عن بقية البلدات، لوقوعهما مباشرة بالقرب من مصادر الخطر.

4– أهداف البحث:

I. تحديد المخاطر الهيدرو–جيومورفية التي تؤثر في بلدتي منين وحلبون.

II. تحديد العوامل المسؤولة عن رفع مستوى الخطر، أو انخفاضه.

III. اقتراح الحلول الأنسب لمواجهة المخاطر الهيدرو– جيومورفية.



الشكل (1) موقع منطقة البحث وحدودها.

5- مناهج البحث:

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

6- أدوات البحث:

I. خريطة جيولوجية رقعة دمشق مقياس 1/200.000.

II. خريطة شمالي دمشق الطبوغرافية مقياس 1:50.000

III. خريطة الزبداني الطبوغرافية مقياس 1:50.000.

IV. خريطة رياق الطبوغرافية مقياس 1:50.000

V. برنامج ArcGIS 10.8 لإنشاء قاعدة بيانات مكانية، والتحليل المكاني.

VI. نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 12.5 متر الصادر عن وكالة ناسا.

7- الدراسات السابقة:

لم تحظ منطقة وادي حلبون بأي دراسة جيومورفولوجية أو هيدرولوجية، ولم يتعد ذكرها بعض الإشارات في دراسات ذات اتجاهات أخرى، فقد أكد (معلولا.2015. 120) انتشار توضعات النيوجين القاري بكثافة في منطقة منين، والتي تستقر في حوض ضيق ذي اتجاه غرب – شرق، وهو عبارة عن مقعر محصور بين جدر الأيوسين الأعلى والأوليغوسين الكلسية، في حين أشار (الرفاعي وأبو زخم. 2002. 140) إلى تدهور الغابة المخروطية، والتي تتكون في أغلبها من أشجار اللزاب، شمالي بلدة حلبون، ووصولها إلى حد الانقراض، بسبب عمليات القطع لغايات البناء والتدفئة.

8- علاقة الجيومورفولوجيا بالحضر:

تتسم العلاقات المكانية بين التضاريس والمياه السطحية الجارية من جهة، ومكونات البيئة الحضرية من جهة ثانية، بكونها متبادلة، فتارة تكون البصمة الطبيعية واضحة التأثير في مخططات التجمعات السكانية، وبالتالي النشاط البشري، وتارة أخرى تطمس التعديلات البشرية المعالم التضريسية الطبيعية للمشهد الأرضي، بإحلال الاستخدامات العمرانية، الزراعية، الخدمية.

وقد وصفت (Thornbush. 2015. 351) الجيومورفولوجيا الحضرية Urban geomorphology بأنها: مجال متعدد التخصصات، سريع التطور يدرس التأثيرات الإيجابية والسلبية، المباشرة وغير المباشرة، للتحضر – بمظاهره وعملياته– على أشكال تضاريس سطح الأرض، وتأثيرات الأخيرة وعملياتها في البُنى البشرية، أو ما أطلق عليه التشكل الحضري urban morphology.

من المتعارف عليه جيومورفولوجياً، أن حمولة المياه الجارية في البيئات النهرية المعرضة للتغيرات البشرية، تزداد مع بدء الأعمال الهندسية لتسوية الأرض، وما ينتج عن ذلك من تفتت لمكوناتها، ومع استكمال أعمال البناء والإنشاء، يفقد السطح نفاذيته، بسبب خصائص الإسمنت والأسفلت، فترتفع خطورة الفيضانات، لزيادة كمية المياه السطحية. والتي غالباً ما تؤثر بشكل مباشر وخطير في الأحياء السكنية التي بنيت في المناطق المنخفضة، أسفل المنحدرات، أو قيعان الأودية و/أو المجاري المائية. وبالمثل تتعرض الطرقات للغمر والتدمير الجزئي لإنشاء معظمها على المسارات الطبيعية للسيول، يضاف إلى ذلك مشكلة استقرار الكتل الصخرية فوق القطاعات العليا أو الوسطى من المنحدرات، وتشرف مباشرة على المنازل والطرقات، والتي ممكن أن تشرع بالتحرك بفعل الاهتزازات الناتجة عن العمليات الهندسية، أو حركة المركبات على الطرقات لاحقاً، أو تندفع بقوة إثر زلزال كبير. ويدعم هذا الربط، ما أكده (Piana & Others. 2019. 1) بأنه ومنذ القرن التاسع عشر، تعرضت معظم مستجمعات المياه الحضرية في أوروبا لتغيرات مهمة، نتجت عن زيادة عدد السكان، ومتطلباتهم، والتي استدعت الانتقال من اقتصادات الريف، إلى اقتصاديات الصناعة. ما ترتب عليه تغيير استخدام الأراضي، والذي ترافق مع تغيرات مناخية في نظام الهطل، فكانت النتيجة، زيادة مخاطر الفيضانات. أما في التجمعات الريفية، كما هو حال معظم القرى والبلدات في القسم الجبلي لمحافظة ريف دمشق، فما زالت تحتفظ بتلك العلاقة المتوازنة بين الهادئة والمضطربة بين نسيجها العمراني، ومحيطها التضريسي، حيث لم تبلغ التأثيرات البشرية في المشهد الجيومورفي حد التغيير الجذري، بل اقتصرت على إحاطة المجرى المائي (النهري أو السيلي) بحواف حجرية، وشق قنوات لتوزيع المياه على الأراضي الزراعي، وزراعة المنحدرات حيث أمكن ذلك. لذلك تقتصر مخاطر السيول العارمة في سنوات الهطل الوفير، على الإضرار بالأراضي الزراعية، وهي خسارة يصعب تعويضها، بسبب ارتفاع قيمة الأراضي الزراعية، لقلة مساحاتها، وضيقها، وارتفاع تكاليف إصلاحها، وفي بعض الأحياء السكنية التي بنيت في مسار السيول. أما حالات الانهيارات الصخرية فأقل حدوثاً، وبالتالي خطراً.

9- جيومورفولوجية الأودية الجبلية:

تُصنف أحواض المياه الجبلية على أنها بيئات حساسة، وهشة، تجاه أي تغيرات فعلية تطال نظامها البيئي، فتوصف بالضعفvulnerabilityأمام التدخلات البشرية والأحداث الطبيعية الكارثية، وتمثل التربة المورد الأهم فيها، لقلة مساحاتها، وتعرضها للعمليات الجيومورفية من حت وانجراف، لذلك تمثل دراستها بشكل متكامل ركيزة أساسية في إدارتها (Seijmonsbergen & Asselen. 2004. 2).

تمتلك الجبال أربع صفات مهمة على الصعيد الهيدرو–جيومورفي، وهي: فروق الارتفاعات الواضحة، الانحدارات المتدرجة من الشديدة إلى البسيطة، سيادة الغطاء الصخري، أو ما يطلق عليه التضاريس الصخرية rocky terrain وأخيراً وجود الثلج و/أو الجليد (Barsch & Caine. 1984. 288).

أما الأودية، فتُصنف جبلية، إذا تجاوز ارتفاعها (1000) م فوق مستوى سطح البحر (Stoffel & Others. 2016.3) ، ومن ميزاتها: إشراف سفوحها مباشرة على مجاريها المائية، ومسايرتها لها، فيتخذ الوادي شكل منخفض طولي متعرج، ما يجعل المجال المتاح أمام المياه الجارية محدداً– مع انعدام السهل الفيضي أو ضيقه– وينتج عن ذلك، أن تنتهي نقاط ترافد المجاري السيلية الجانبية، مباشرة إلى الوادي الرئيس، فتلقي حمولتها من المياه والرواسب فيه، ليقوم بدوره بنقلها أو إعادة توزيعها ضمن مجراه. وبذلك تسهم التضاريس العالية في إحداث فيضانات خطيرة، بتأثير مزدوج، حيث تسبب رفع الرطوبة الجوية، وبالتالي زيادة هطل الأمطار المحلية، وتعزيز تركيز التدفق بشكل أسرع في المجاري المائية (O'Connor & Others. 2002. 359).

تتصف الفيضانات السيلية في الأحواض الجبلية، بكونها خاطفة flashy، وتستمد خطورتها من ثلاث صفات (القوة، السرعة، المباغتة)، وصفات أخرى تخص التجمعات السكانية (القرب من مخرج الوادي، ضعف مواد البناء، تدهور البنية الخدمية، قصور الإجراءات الخاصة بمواجهة السيول..)، ومع اجتماع هذه العوامل بعد عاصفة مطيرة، فإن هامش النجاة يكون ضيقاً. وبالأخص مع حدوث أكثر من عملية في زمن واحد أو متعاقب، كالانهيارات والانزلاقات الصخرية، وتحرك الغطاء الحطامي فوق المنحدر (Stoffel & Others. 2016. 24). وهي عمليات لوحظت آثارها على سفح جبل راس السكفة المواجه لبلدة حلبون، صورة (1). وتكون أكثر تركزاً في الشعاب السيلية، صورة (2).

الصورة (1) الفتات الصخري المزوى (يشير القلم الأحمر إلى حجم الشظايا الصخرية).

الصورة (2) حمولة سيلية متوضعة فوق مسيل شعبة شويتا ذو غطاء نباتي شجري مبعثر/ جبل السكفة.

تستجيب أحواض تصريف المياه الجبلية، بسرعة لمعدلات هطول الأمطار الغزيرة، وترتفع خطورة تدفقاتها المائية إذا ما اجتمعت فيها عوامل أخرى، مثل انحدار السفوح بشدة، والشكل شبه الدائري أو الكمثري لحوض التصريف (Stoffel & Others. 2016. 24)، حيث يكون الاتصال بين السفوح والمجاري المائية مباشراً، ومع تجمع المياه في نقطة ترافد مركزية من الحوض، تكون الاستجابة الهيدرولوجية سريعة، والعمليات الجيومورفية خطيرة. وتتضح العلاقات المكانية المتبادلة بشكل جليّ، من خلال تأثير المنحدرات في حركة المياه السطحية، وتأثرها بها، وقد أكد (Barsch & Caine. 1984. 288) هيمنة التأثيرات النبضية pulsed impacts كالسيول، الناتجة على أنظمة الحت والنقل والترسيب، على معظم سجلات تطور المنحدرات المعاصرة في الجبال.

يتسع المجال العملياتي الفعّال في الجيومورفولوجيا الحضرية، بين التضاريس والتجمعات العمرانية، حسب مدى التأثير والتأثر بينهما، وبالتالي يمكن أن تمتد الحدود لتشمل أحواض تصريف مياه بعيدة عن البلدات، لكن تنتهي مياهها إليها أو تمر عبرها، لذلك فهي تتداخل مع مفاهيم رئيسية: مثل إدارة أحواض التصريف المائي management of drainage basins، وإدارة المنحدرات management of slopes، وإدارة الحضر management of urban.

10– العوامل الجغرافية المؤثرة في هيدرو–جيومورفية المنطقة:

أ/ 10– الخصائص الهندسية والشكلية للحويضات المختارة:

يتطلب تقييم المخاطر الهيدرو– جيومورفية التي تهدد بلدتي منين وحلبون، توسيع مجال البحث ليشمل أربع حويضات تصريف مائي، لها تأثير مباشر في البلدتين، وهما حويضتا بيسان– الشِعب، والديشار شمالي بلدة حلبون، وتنتهي مياهها الجارية في وادي حلبون الرئيس الذي يخترق بساتين البلدة. وحويضتا الشرقية والغربية*، التي تنتهي مياهها الجارية إلى وادي بلدة منين، بعد مرورها بها.

راوحت مساحات الحويضات بين (11.86– 59.78) كم^2، الملحق (1). وتشكل مجتمعة نحو (58.8) % من إجمالي مساحة الحوض الرئيس، وهي من أكبرها مساحة إلى أصغرها: الشعب– بيسان، الديشار، الشرقية، الغربية، أما أقصى طول لكل منها، فوقع بين (11.88–6.05) كم، وهي وفق ترتيبها التنازلي: الشعب– بيسان، الديشار، الشرقية، الغربية. أما قيم أقصى عروضها فراوح بين (3–11.75) كم، وهي من أكثرها اتساعاً إلى أضيقها: الشعب– بيسان، الديشار، الشرقية، الغربية.

* تم تسمية الحويضتين الشرقية والغربية من قبل الباحثين، لعدم وجود واد رئيس فيهما، فهما مكونتان من مجاري مائية متقاربة في الحجم، تنتهي إلى نقطتين قبل البلدة.

يتبين بالملاحظة البصرية، اختلاف أشكال الحويضات المائية، بين المستطيلة والكمثرية (المثلثية)، لذلك تم تطبيق معادلات: معامل الاستطالة Elongation Ratio (Schumm. 1956. 612.) وعامل الشكل Form Factor (Gregory & Walling. 1973 .128)، وعامل التفلطح Lemniscate Factor (Selby.1985. 295)، الملحق (2). وقد جاء ترتيب الحويضات تصاعدياً حسب اقتراب شكلها من المستطيل على النحو الآتي: (الغربية، الشرقية، بيسان– الشعب، الديشار)، وهو ترتيب يدل على أن أولها، أقلها خطورة، وآخرها أعلاها، وذلك لارتباط خطورة السيول بعلاقة عكسية مع الشكل المستطيل (Taghavi1 & Other's. 2011.81)، حيث تنصرف المياه تباعاً من مخرج الحوض، مع عدم حدوث قمة أو ذروة فيضان واضحة، كتلك التي تحدث في الأحواض ذات الشكل الدائري أو المثلثي أو الكمثري.

أكدت نتائج تطبيق معادلتي الشكل والتفلطح، اتخاذ الحويضات الترتيب التصاعدي التالي، فيما يخص قيم عامل الشكل: الغربية، الشرقية، بيسان– الشعب، الديشار، في حين كان ترتيبها التصاعدي حسب قيمة عامل التفلطح: الديشار، بيسان– الشعب، الشرقية، الغربية.

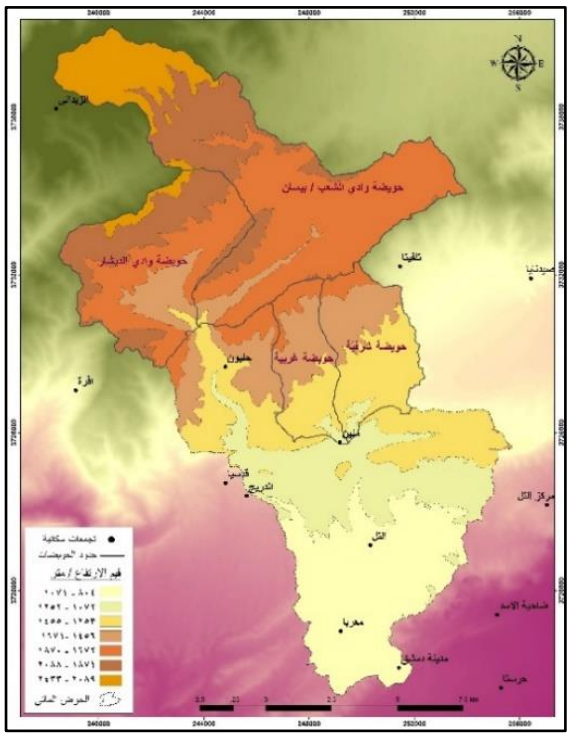
إن اقتراب شكل حويضتي الغربية والشرقية من الشكل المستطيل، يجعل شكلها عامل أمان فيما يخص توليد السيول، في حين تتخذ حويضة بيسان– الشعب، شكلاً قريباً من المثلثي، لتقاطع الوادي الأول بزاوية قائمة مع الثاني عند منتصفه، وبالتالي فهو اعلى خطورة من سابقيه، أما حويضة وادي الديشار، فتتسع من جانبها الأيسر، بسبب امتداد وادي سودة ومجموعة المسيلات المسايرة لجبل عريض الذرة، نحو الشمال الشرقي مسافة تقدر بنحو (4.5) كم عن نقطة الترافد الرئيسة التي لا نزيد على (2) كم من مخرجه، ما يؤهله لاحتلال مركز الصدارة، في تأثير الشكل على خطورة السيول.

ب/10– العوامل الطبيعية:

تتكسب المياه الجارية في الجبال المرتفعة، شديدة الانحدار، زخماً كبيراً من الطاقة، ما يوفر لها قدرة عالية على الحت والنقل، لذلك فمن البديهي القول: أن هذه الطاقة تتخامد مع الاتجاه نحو المناطق الأدنى الأقل انحداراً، والأكثر اتساعاً. وفيما يلي دراسة لأهم العوامل الجغرافية الطبيعية المؤثرة في سيولها.

1**/ب/10– الارتفاع الطبوغرافي:** يبين الشكل (2) التدرج الواضح في قيم الارتفاع عن مستوى سطح البحر، من شمال الحوض الرئيس إلى جنوبه، حيث ترتفع الجبال المحيطة بحويضات بيسان– الشعب، الديشار، إلى ما يزيد على (2000) م فوق مستوى سطح البحر، كقمة النسور، البالغ ارتفاعها (2440) م، وقمة قبع الحمام (2170) م، وكلتاهما تقعان شمالي بلدة حلبون بنحو (7–8) كم، والتي ترتفع بدروها نحو (1450) م عن مستوى سطح البحر.

أما بلدة منين فتقع على ارتفاع (1200)م فوق مستوى سطح البحر، في منخفض ضيق، بطول لا يزيد على (5) كم، ومتوسط عرض (0.8) كم، تحيط بها سبعة جبال، تشرف ستة منها مباشرة على البلدة، هي: جبل العين (1309)م جبل مارتقلا (1371)م من الشمال، وجبل قوبعة (1404) من الشرق، وجبلي برتا وحقول العدس (1397)م (1285)م من الجنوب، وجبل مكارة (1349)م من الغرب، والأخير يشترك مع جبل شميس (1420)م بإغلاق الحدود الغربية على أراضي المنخفض، تشرف الجبال على البلدة بحافة جرفية من الشمال والجنوب، تراوح زوايا انحدارها بين (30–45) درجة. الشكل (3).



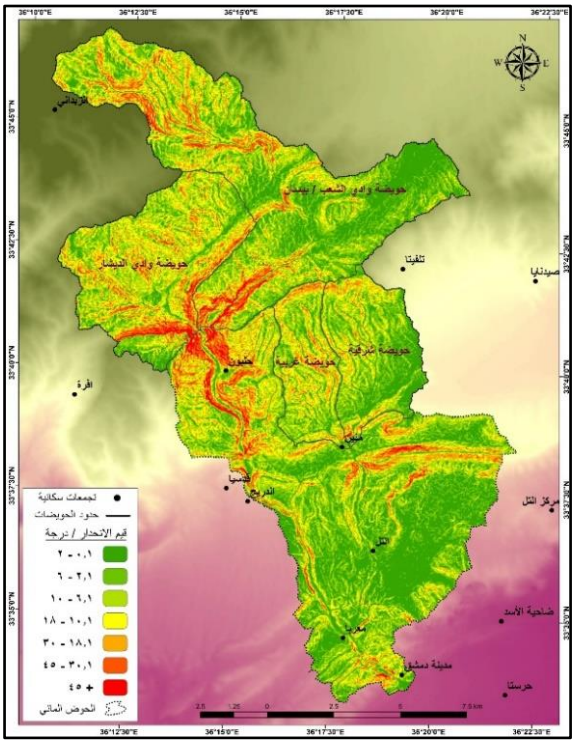
الشكل (2) ارتفاعات منطقة البحث.

2/**ب/10– انحدار سطح الأرض:** يمثل الانحدار أهم ضابط من الضوابط الطبيعية لإيقاع العمليات الجيومورفية، كحركة المواد على المنحدرات (مياه وأنقاض)، ويلاحظ من الشكل (3)، سيادة فئة الأسطح متوسطة الانحدار، في القطاع الأعلى والأوسط من الحوض الرئيس، بينما تنتشر الأسطح قليلة الانحدار في المنخفضات والسهول البينية، كما في الجانب الشرقي من الحوض، في أراضي وادي التنور – شمالي أراضي بلدة تلفيتا– والذي ينتهي إلى وادي الشعب، وأرض النقار، إلى الشمال الشرقي من بلدة منين، في حين تمتد الأسطح شديدة الانحدار على طول الأودية الخانقية، كما في أودية الشِعب، وبيسان، وحلبون، والديشار، وجميعها تنتهي إلى نقطة ترافد، تقع شمالي بلدة حلبون، وتتوزع بشكل نطاقي عند الجروف الصخرية المشرفة على أراضي بلدة منين.

تتوزع درجات زوايا انحدار السطح في الحويضات المختارة وفق مساحات يغلب عليها الانحدار اللطيف بين (1–6) درجات، بنسب راوحت بين (25–54)% في حوضتي الديشار، والشرقية على التوالي، الملحق (3) وتتمثل بالأراضي السهلية في المنخفضات بين الجبال، وقيعان الأودية. في حين راوحت نسبة مساحة الأراضي شديدة الانحدار (30) (+45)، بين (0.63–6.5) % في حوضتي الشرقية والديشار على التوالي، وهي أراضي الجروف، وجوانب الأودية المتعمقة.

أما عن متوسطات زوايا انحدار الأسطح، فقد جاء ترتيب الحويضات تصاعدياً، على النحو الآتي: الشرقية (11.5)، الشعب – بيسان (13.6) درجة، الغربية (15) درجة، الديشار (16.6) درجة، وهو ذات الترتيب الذي يمكن اعتماده لدرجة خطورتها في توليد السيول المدمرة، فالعلاقة طردية بين انحدار السطح وقوة السيول، حيث أوضحت دراسة (Al Rawas. 2010. 378.392) التي أجريت على أحواض تصريف مائي في الواجهة الجبلية الشمالية لسلطنة عُمان، أن مستجمعات المياه ذات الارتفاعات الأعلى والسفوح الأكثر انحداراً، تتمتع باستجابة أسرع لتشكيل السيول، مع أوقات تدفق أصغرية، وزمن تصريف أقل من تلك الأحواض

ذات الارتفاعات المنخفضة والسفوح الهينة، وكانت مساحة الأحواض، وشدة انحدار السطح، وقلة الأراضي الزراعية، من أهم العوامل المسببة لارتفاع ذروة الفيضانات وتكرارها.



الشكل (3) زوايا انحدار سطح الحوض.

تتضح آثار التعمق الكبير للأودية، من خلال ارتفاع زوايا انحدار سفوح الوادي الرئيس بين عين الصاحب وحتى شمالي بلدة حلبون، الصورة (3)، ووادي الشِعب، ووادي السوادة أحد أودية وادي الديشار، حيث ترتفع درجات زوايا الانحدار لما يزيد على (30) في أغلب قطاعاتها العليا والدنيا.

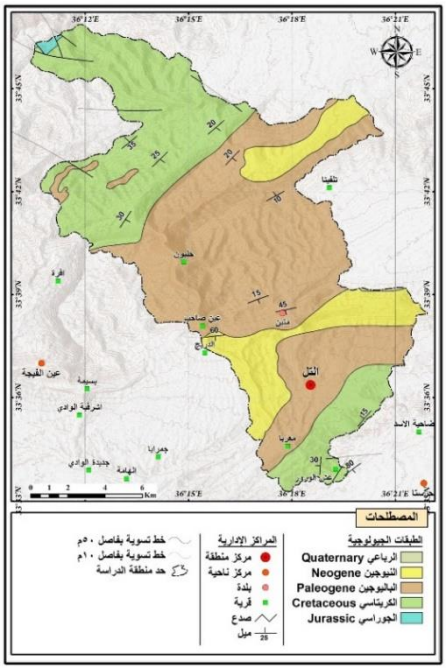
الصورة (3) منحدرات الوادي في موقع بلدة حلبون

3/**ب/10– جيولوجية الحويضات:** على الرغم من سهولة الربط بين منظومة الكسور والصدوع واتجاهات المجاري المائية وأطوالها، إلا أن الأمر يصبح أكثر تعقيداً عند تحديد تأثير أنواع الصخور السطحية، في كمية المياه الجارية، 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).

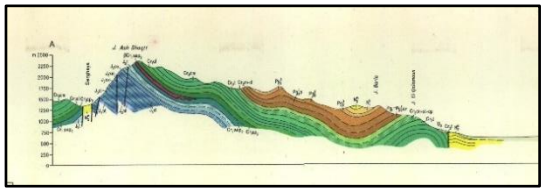
تمتلك الحويضات الأربع تنوعاً كبيراً في صخورها السطحية، حيث ينتمي أقدمها إلى العصر الكريتاسي، وتتكشف في عالية وادي بيسان والديشار، وهي من صخور: الحجر الكلسي، والحجر الكلسي– الطباشيري، والمارل، والدولومي، والصوان، ويضاف إليها صخور الحجر الرملي في الجنوب الشرقي. أما صخور الباليوجين والنيوجين، فتحتل وسط الحوض، كما في أراضي حويضات وادي الشعب، وكرم سليم في حلبون، والحويضة الشرقية (مسيل الساقية) والغربية، ووادي بدايا في منين، وهي من صخور الحجر الكلسي، والحجر الكلسي – الطباشيري، والمارل، مع طبقات رقيقة من الصوان. وتتوزع التكوينات الرباعية على مساحات ضيقة تتوافق مع امتداد المجاري المائية.

يقع الحوض الرئيس بنائياً ضمن منظومة الطيات الكريتاسية، التي حصرت بينها مقعرات باليوجينية، تعلوها أسطح نيوجينية كما في النهاية الشرقية لسهل الصحراء، الذي يخترقه وادي حلبون الأدنى. وقد فرض هذا الوضع تعاكساً في زوايا ميل الطبقات في بعض المواقع، مثل القطاع الأعلى –الكريتاسي– نحو الجنوب الشرقي بزوايا تراوح بين (25–35) درجة، وفي القطاع الأوسط بين (20–60) درجة، وتحديداً في محيط مقعر منين، ومنها ما يتجه نحو الشمال الغربي، كما في الجناح الشرقي لطية حويضة الشعب (10–15) درجة، وبمقارنة ميول الطبقات، وتوزع الطيات، مع توزع شبكة المجاري المائية، يتضح ذلك التراكب المكاني، بين الأودية الكبرى (الشِعب ومنين)، مع مقعرات الطيات الكريتاسية والباليوجينة.

يلاحظ من الخارطة الجيولوجية، الشكل (4)، انتشار الصدوع في مناطق تكشف الصخور الكريتاسية، في عالية حويضة بيسان ووسطها، وتتميز باتجاه شمالي غربي– جنوبي شرقي، مسايرة بذلك لمحور حويضة وادي بيسان، الذي ينتهي وبشكل متعامد إلى وادي الشعب. في حين تخلو مناطق الباليوجين والنيوجين في حويضات منين منها. ويبين الشكل (5) ميول الطبقات الجوراسية والكريتاسية نحو الجنوب الغربي، في حين تأثرت ميول الطبقات الباليوجينية والنيوجينية بالحالة البنائية للطية، فاتجهت نحو مقعر منين.



الشكل (4) الخارطة الجيولوجية للحوضة.



الشكل (5) المقطع الجيولوجي.

4/ب/10– **المناخ والمياه:** يسود الحوض الرئيس مناخ متوسطي جبلي – قاري، كونه يقع في ظل أمطار جبل لبنان الشرقي، والتي تعلوه في الارتفاع، وهو مناخ موسمي، انعكس على الأداء الهيدرو– جيومورفي للمياه الجارية، وقد دفع عدم توفر سجل للسيول في المنطقة، واستحالة إجراء القياسات مباشرة عليها لخطورتها، إلى استخدام المعادلات الرياضية لتقدير حجم الجريان السطحي، وبعض أهم الخصائص الهيدرولوجية لها، الملحق (2). وفقاً لبعض أهم العناصر المناخية واستخدامات الأرض، على النحو الآتي:

I.**زمن التباطؤ:**

يُقصد بزمن التباطؤ المدة الزمنية الممتدة بين بداية الهطل المطري وبداية الجريان المائي في الحوض، ويكون زمن التباطؤ مرتفعاً في السطوح شبه المستوية أو قليلة الانحدار (السبيعي. والغناي. 2022. 52)، بسبب انخفاض سرعة المياه من جهة، وتأخر بدء الجريان السطحي، لارتفاع القدرة على تسريب المياه أولاً، لتصل التربة والسطح إلى حد الإشباع، فيبدأ الجريان السطحي بالتزايد تدريجياً. وبناءً عليه فكلما زاد زمن التباطؤ، انخفضت خطورة الفيضانات، بسبب تأخر وصول المياه إلى مصباتها (العسال. 2021. 28). ويوضح المحلق (4) قيم زمن التباطؤ، ويلاحظ منه، أن أخطر الحويضات، هي: الغربية بزمن (19.22) دقيقة، ثم حويضة الديشار (23.95/د)، فالحويضة الشرقية (25.95/د)، وآخرها حويضة الشعب– بيسان (54.89/د). ويعود ذلك، لارتباط زمن التباطؤ بعلاقة طردية مع طول المجرى الرئيس، والمسافة الفاصلة بين مركز الحويضة والمصب، وعلاقة عكسية مع درجة انحدار السطح.

II– زمن التركيز:

يُعّرف زمن التركيز بأنه زمن الجريان الذي تحتاجه مياه الهطل لتصل من أبعد نقطة في الحوض الساكب حتى نهاية الحوض (الأسعد. وعمار. 2006–2007. 118). وتبرز 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). ويلاحظ من الملحق (5)، أن الحويضة الغربية، تصدرت القائمة، بزمن (1.14) ساعة، تلتها الحويضة الشرقية (1.28/سا)، ثم حويضة الديشار (1.28/سا)، فحويضة الشعب – بيسان (2.33/سا). ويعود التباين في زمن التركيز بين الحويضات إلى التباين في مساحاتها، وأطوال المجاري المائية الرئيسية، التي تتناسب طردياً مع زمن التركيز، أما فرق الارتفاع فيتناسب عكسياً مع زمن التركيز.

III– **سرعة الجريان:**

يتم تحديد سرعة الجريان من خلال حساب سرعة أي جسم متحرك، بالاعتماد على المسافة التي قطعها، والزمن الذي استغرقه (زمن التركيز)، ومن البديهي القول: إنه كلما ازدادت سرعة الجريان، ارتفع مؤشر خطورة الحوض، فسرعة جريان الماء تعكس قوته التدميرية (العسال.2021. 30). وقد راوحت سرعة الجريان في الحويضات المدروسة بين (0.46) م/ثا في حويضة وادي الديشار، و(0.68) م/ثا في حويضة وادي الشعب/ بيسان. وبلغت سرعة الجريان (0.46) م/ثا في الحويضة الشرقية، و(0.50) م/ثا في

الحويضـة الغربية، الملحق(6). وهذه السـرعات عموماً ذات خطورة منخفضـة، كونها أقل من (5) م/ثا (الغميض. 2021. 183). إلا أن أخطرها نسبياً هو حويضتا الديشار والشرقية، وأقلها الشعب –بيسان.

IV– حساب حجم الجريان السطحي:

تم تطبيق معادلات الهطل الفعال، وعامل الجريان لحساب حجم الجريان السطحي في الحويضات المدروسة خلال الأشهر الماطرة (من شهر تشرين الأول إلى شهر أيار) للفترة الزمنية بين العام (1990–1991) م والعام (2022–2023) م وفقاً للآتي:

أ– تقسيم المنطقة المدروسة حسب خطوط تقسيم المياه إلى أربع حويضات هي: (الشعب/ بيسان، الديشار، الحويضة شرقية، الحويضة غربية).

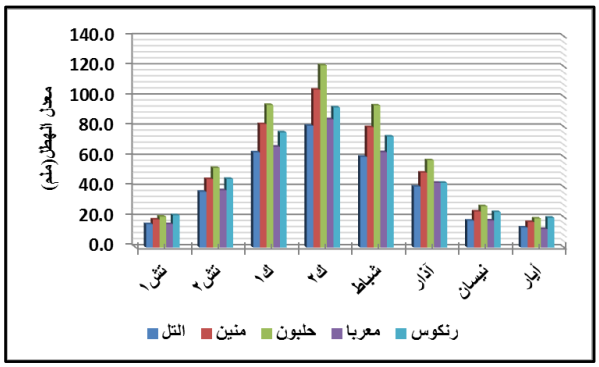
ب– رسم مضلعات تيسين وتطبيقها على خريطة الحويضات، الملحق (7).

جـ– حساب حجم الهطل الفعَّال:

يُعبّر الهطل الفعَّال عن العلاقة بين الهطل والتبخر (الفرق بين كمية الهطل والتبخر). تم حسـاب كمية الهطل الفعَّال(ملم) في المحطات الميتيورولوجية (رنكوس، وحلبون، ومنين، ومعربا، والتل)، ومن ثم حُسِـب حجم الهطل الفعّال (م.م^3) في الحويضـات المدروسة وفقاً للآتي:

V -الهطل:

راوح معدل الهطل بين (328) ملم في محطة التل، و(488) ملم في محطة حلبون. وتباين معدل الهطل خلال العام الهيدرولوجي، إذ تركز أدنى معدل للهطل في شـهر أيار، وراوح بين (12.2) ملم في محطة معربا، و(19.8) ملم في محطة رنكوس أما أعلى معدل للهطل فتركز في شـهر كانون الثاني، وراوح بين (80.8) ملم في محطة التل، و(121) ملم في محطة حلبون، الشـكل(6)، والملحق(8).



الشكل (6) معدل الهطل في المحطات الميتيورولوجية بين العام (1990–1991) م، والعام (2022–2023) م.

VI– البخر:

تم حسـاب التبخر في محطتي (رنكوس، ومعربا) المُناخيتين من خلال تطبيق معادلة إيفانوف خلال الأيام الماطرة ضـمن كل شـهر من الأشـهر الماطرة، كون المعادلة تفترض توفر مصـدر رطوبة (حاج أحمد، 2019 – 2020، 27). بلغ معدل البخر في

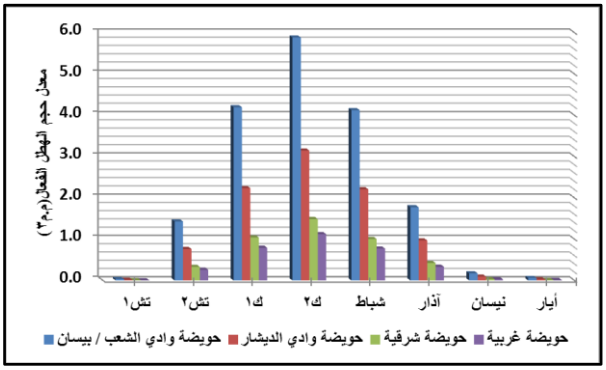
محطة رنكوس (263) ملم، وراوح بين(19) ملم، و(53) ملم، وبلغ في محطة معربا (341) ملم، وراوح بين(25) ملم، و(69) ملم، وذلك في كل من شهر كانون الثاني وشهر تشرين الأول على التوالي، الشكل(7)، والملحق(9).

الشكل(7) معدل التبخر في محطتي رنكوس ومعربا المناخيتين بين العام (1990–1991) م، والعام (2022–2023) م.

VII– حجم الهطل الفعَّال:

تباين معدل حجم الهطل الفعّال بين الحويضات المدروسة مكانياً وزمانياً، وراوح بين (3.3) م.م^3 في الحويضة الغربية، و(17.7) م.م^3 في حويضة وادي الشعب/ بيسان. و(4.3) م.م^3 في الحويضة الشرقية، و(9.5) م.م^3 في حويضة وادي الديشار. وتركز أعلى معدل لحجم الهطل الفعّال في شهر كانون الثاني، وراوح بين (1.1) م.م^3، و(5.9) م.م^3، أما أدنى معدل لحجم الهطل الفعال فتركز في شهر تشرين الأول، وراوح بين (0.005) م.م^3، و(0.03) م.م^3، وذلك في كل من الحويضة الغربية وحويضة وادي الشعب/ بيسان على التوالي، الشكل(8)، والملحق(10).

ويعود التباين في معدل حجم الهطل الفعّال إلى التباين في كمية الهطل، وكمية التبخر، ومساحة الحويضات.



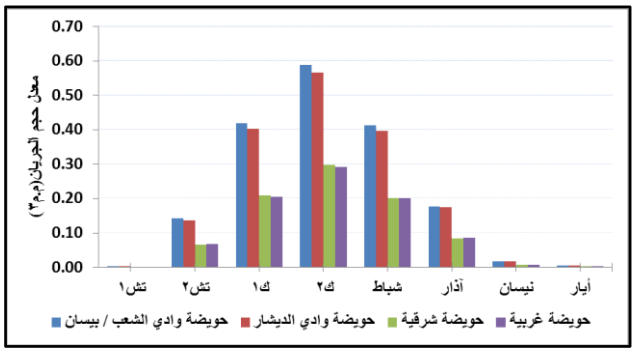
الشكل(8) معدل حجم الهطل الفعَّال في الحويضات المدروسة بين العام (1990–1991) م، والعام (2022–2023) م.

VIII– حساب عامل الجريان:

حُسِب عامل الجريان بالاعتماد على مساحة الحويضات التي يتناسب معها عكسياً، ومتوسط درجة انحدار السطح التي يتناسب معها طردياً، واستخدامات الأراضي في الحويضات المدروسة الملحقان (11–12). وراوح عامل الجريان بين (0.10) في حويضة وادي الشعب/ بيسان، و(0.26) في الحويضة الغربية. وبلغ (0.18) في حويضة وادي الديشار، و(0.20) في الحويضة الشرقية، الملحق(13).

IX– معدل حجم الجريان السطحي:

حُسِب حجم الجريان السطحي بالاعتماد على حجم الهطل الفعَّال، وعامل الجريان في الحويضات المدروسة. وقد تباين معدل حجم الجريان السطحي مكانياً وزمانياً، وراوح بين (0.86) م. م^3 في حويضة غربية، و(1.8) م. م^3 في حويضة وادي الشعب/ بيسان. وتركز أعلى معدل لحجم الجريان السطحي في شهر كانون الثاني، وراوح بين (0.29) م. م^3 في الحويضة الغربية، و(0.59) م. م^3 في حويضة وادي الشعب/ بيسان، أما أدنى معدل لحجم الجريان السطحي فتركز في شهر تشرين الأول، وراوح بين (0.0012) م. م^3 في الحويضة الشرقية، و(0.0034) م. م^3 في حويضة وادي الشعب/ بيسان، الشكل(9)، والملحق(14).



الشكل (9) معدل حجم الجريان السطحي في الحويضات المدروسة بين العام (1990–1991) م، والعام (2022–2023) م.

5/ب/10– جيومورفية موقع البلدتين، يمكن تحديد أهم الخصائص التضريسية ضمن الإطار الجيومورفي للحويضات الأربع وموقع البلدتين، على النحو الآتي:

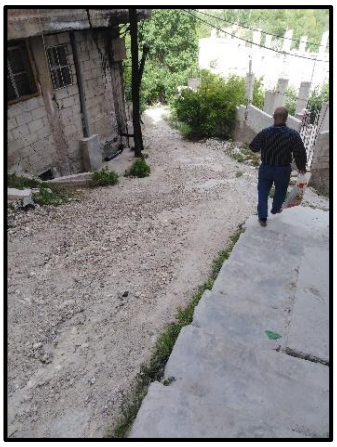
I – جيومورفية موقع بلدة حلبون: تقع البلدة بين جبلي القلعة شمالاً والزهري جنوباً، متخذة شكلاً مثلثياً، تشرف قاعدته مباشرة على وادي حلبون غرباً، ويمتد رأسه حتى أعالي وادي كرم سليم شرقاً. يغلب على منحدرات الجبلين الشكل المحدب من الأعلى، والمستقيم من الأوسط، مع درجات انحدار عالية، راوحت بين (30–40) درجة، في حين احتلت الأحياء السكنية القطاع الأدنى، وهو ما جعلها في مواجهة مباشرة مع مياه المجاري السيلية القادمة من الشمال والجنوب، الصورتان (4–5). وعلى الرغم من خلو السفوح من الكتل الصخرية، إلا أن امتداد البلدة على طول قاع وادي كرم سليم، يمثل أخطر العوامل الجيومورفية في جعل البلدة على مسار السيول المنتهية إلى وادي حلبون، الصورة (6).

الصورة (4) السفح الشمالي لجبل الزهري (الوجه).

الصورة (5) السفح الجنوبي لجبل القلعة. تدل الأسهم على المسيلات واتجاهها

الصورة (6) بداية وادي كرم سليم، والمباني الحديثة في قاعه، مع منحدرات جبلي الزهري (يميناً) والقلعة (يساراً)، ذات التحدب الواضح، والانحدار الكبير.

تتأثر حركة المياه الجارية، وسرعاتها، واتجاهاتها، بنمط توزيع الشوارع والطرقات، فمنها ما يكون موافقاً لانحدار السطح العام، مستمراً نحو الوادي الرئيس، فيتعرض للتدمير الجزئي، الصورة (7)، كونه يمثل ممراً صنعياً دائماً للسيول، ومنها ما يكون مسدوداً عند نهايته، فيعمل على احتجاز المياه والحمولة الخشنة خلف المنازل، مسبباً أضراراً متباينة في أساسات الجدران حسب مدة تجمعه.



الصورة (7) حصى منتشر فوق أحد الطرقات المنتهية إلى المجرى الرئيس. ناتجة عن آخر سيل لعام (2023).

أما الموقع الآخر المعرض لخطر السيول، فيتمثل بمجرى وادي حلبون الرئيس، والذي يبدأ من اجتماع أودية حويضات (الشعب – بيسان، والديشار) عند نقطة تقع قبل نبع عين الفاخوخ، وإلى الشمال من البلدة بنحو (1.5) كم، الصورة (8). مشكّلاً مجرى على شكل حرفV ، بعرض لا يزيد على (5) أمتار، يتخلله مجرى أضيق باتساع (2–3)م، وقد حفرته المياه الجارية ضمن سريرها الحجري– الحصوي، عام (2020).

الصورة (8) بداية الوادي بعد نقطة ترافد أودية شمالي حلبون.

تعرض هذا الموقع تحديداً لخطر سيل عارم، حدث يوم (2020/3/12)* ، وقدّر ارتفاع منسوب مياهه بنحو (4) أمتار، دمر جانب الطريق بالقرب من غرفة المولدات، وخزان التجميع، ونقطة الحراسة العسكرية، وخط مياه بيسان، الصورتان (9–10)، وقد تبين لدى الرجوع إلى بيانات كميات الأمطار اليومية، أن محطة رنكوس المجاورة للحوض استقبلت نحو (60) مم، فتم حساب حجم الجريان السطحي من حويضتي بيسان– الشعب، والديشار لذات اليوم، فبلغت (0.31) م.م^3 وهو ما يساوي معدل حجم الجريان السطحي لهذا الشهر خلال الفترة بين (1990–1991)م، والعام (2022–2023)م.

الصورة (9) بداية تدفق مياه سيل يوم (2020/3/13) م. المصدر: الشابكة.

* تم نشر مادة إعلامية للسيل على مواقع التواصل الاجتماعي في البلدة يوم (13–3–2020) م، وبسبب عدم توفر سجل رسمي للسيول، وبناء على كون كمية الهطل اليومية في سجلات المديرية العامة للأرصاد الجوية، تبين أنها أخذت خلال (24) ساعة قبل يوم نشرها، فإن الهطل الغزيرة والذي ولد السيل كان في يوم (12–3–2020) م.

الصورة (10) انفجار أنبوبي شبكة المياه، السهم الأحمر، ويشير السهم الأزرق إلى كتلة تم اقتلاعها من أسفل الطريق. بزيادة قوة السيل التدميرية.
المصدر: الشابكة

بعد مسافة نحو (100) متر من بداية الوادي، قام الفلاحون بتحديد جانبي المجرى بالحجارة والإسمنت، لحماية الأراضي الزراعية من خطر السيول، تدميراً وغمراً، كما حدث خلال سيل عام (2020) م، الصورة (11) وهنا يراوح اتساع المجرى بين (4.5–5) أمتار، الصورة (12)، لمسافة نحو (250) متر، مع تغطية كاملة لقاع المجرى بالرواسب، التي تتباين أحجامها بين الحصوية الخشنة والجلاميد الصغيرة، حسب التصنيف الذي أورده (Valentine. 2019.5)، فقد راوحت متوسطات أقطار عينات عشوائية منها بين (3–35) سم، وبلغت ثخانتها في بعض المواضع نحو (60) سم فوق قاع المجرى، الذي يضيق لحدود بين (1.5–3) أمتار، وعمق أقل من متر، مع تدفق يسير لمياه الصرف الصحي.

الصورة (11) انتشار الحجارة والحصى فوق الأراضي الزراعية.

الصورة (12) الجوانب الإسمنتية– الحجرية والحمولة السيلية الخشنة، داخل قناة السيل.

على الرغم من نجاح تحديد مجرى النهر بجدران الإسمنت، في الحد من وصول الحمولة الخشنة لمسافات أبعد، إلا أن ذلك ينطوي على مخاطرة جيومورفولوجية كامنة، فأي تغيير في طبيعة المجرى، يعد تعدياً على نطاقه الحركي (الديناميكي)، الذي يمارس فيه عملياته الجيومورفية، من حت ونقل وترسيب، وهو ما يعرف بالمجال الحيوي لبيئة التدفق داخل المجرى (Rowntree & Plessis. 2003. II)، ويعكس بشكله وابعاده الهندسية، حالة توازن بين نظام الجريان من جهة، وخصائص الحمولة من جهة ثانية، وطبيعة السرير النهري من جهة ثالثة. كما أنه إجراء يتطلب ترميماً مستمراً للجدران، وإزالة دائمة للحجارة والحصى، فبقاء الرواسب كما هي حالياً، يرفع قاع المجرى، وربما يسبب تدفق المياه – في حال حدوث سيول كبيرة – من فوق جدران الحماية، ما يعني تدميراً جزئياً لها، وغمراً للأراضي بكميات مضاعفة من الرواسب. كما أن تحديد جوانب أي مجرى طبيعي، سيحول الطاقة الجيومورفية التي كانت تصرف في حت الجوانب، إلى ضرب القاع بالحت الرأسي، وربما أدت إلى تعميق المجرى بوتيرة تسبب انهيار الجدران.

من المخاطر الأخرى التي تتأثر بها أراضي بلدة حلبون، حركة الأنقاض على سفح جبل السكفة، فقد أكدت الدراسة الميدانية، تعرض الجدران الحجرية المبنية لحماية التربة من الانجراف، لانهيارات جزئية، وفي أكثر من موقع، وذلك بسبب ثقل التربة الطينية– الحصوية، بعد تشبعها بمياه الأمطار، وارتفاع درجة انحدار السفح، والتي راوحت بين (25–35) درجة. الصورة (13).

الصورة رقم (13) انهيار جزء من جدار حجري، شيد لحماية الأراضي الزراعية من الانجراف.

II – جيومورفية موقع بلدة منين: بنيت البلدة في منخفض مستطيل الشكل، تحيط به مرتفعات جبلية، مساحته نحو (4) كم^2، وتشغل البلدة منه مساحة النصف تقريباً، وهو لطيف الانحدار عموماً، وكذلك البلدة، إلا عند أحيائها الشمالية المبنية على أقدام السفوح الجنوبية والشرقية والغربية لجبل العين، والسفح الغربي لجبل مارتقلا. يدخلها واديان يحيطان بجبل العين من الشرق والغرب، الشكل (10). يصرف الأول مياه مجاري سيل السماق، وعزيزة، القادمة من سفوح جبل المرابع (1790) م، وحقلة البيضة (1800) م. وتعرف نقطة تجمعها قبل دخولها البلدة، برأس السيل، في حين يصرف الآخر، مياه مسيلات المغارة والغربية، القادمة من سفوح جبال ضهور وادي الكعك (1862) م، ومقلب الزيزفونة (1861)، ورأس شعب خزيل (1625) م، وهو أقرب وأقصر من سابقه، وأقل تعرجاً، ما يجعله مصدراً أكثر تأثيراً في توليد السيول المنتهية إلى وادي منين، عبرها.

تتجه مياه السيول من منطقة رأس السيل شرقي جبل العين، عبر طريق صيدنايا– العين، الصورة (14)، لتلتقي في بعض السنوات مع المياه القادمة من الجهة الغربية، عبر الطريق الغربي، في منطقة دوار البحرة، وسط القسم الشمالي من البلدة، ما يجعل المرور– أثناء الفيضانات الكبيرة– غير آمن، كما أنها تسبب دماراً جزئياً للمتنزهات والحدائق الواقعة في محيطها، قبل انصرافها نحو الوادي الرئيس، وهي من المساوئ الشائعة للتخطيط الخدمي في المناطق الجبلية (García & Lorenzo. 2011.433) ، حيث

توفر المجاري السيلية شروطاً مناسبة لمد الطرقات الإسفلتية، كالقاعدة الحصوية، والتدرج الهين في الانحدار، كما أن تعرضها للخطر في البيئات الجبلية شبه الجافة، لا يكون إلا على سنوات متباعدة، ما يجعل تكاليف ترميمها أقل من إنشاء طرق في مسارات جبلية عالية.

الشكل (10) موقع بلدة منين، ومسار الواديين الشرقي (الأسهم الحمراء)، والغربي (السهم الأزرق)، وموضع التقائهما عند دوار البحرة (النجمة).

الصورة (14) طريق العين، الشرقي. المصدر الشابكة.

III–الخصائص الجيومورفية المؤثرة في سيول منطقة البحث:

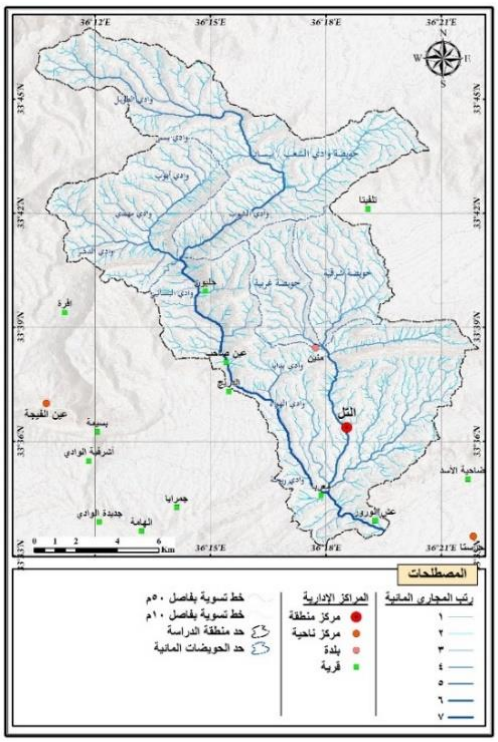
إن وقوع البلدتين على مقربة من نقاط ترافد المجاري السيلية، جعلهما على تماس مباشر مع العوامل التي ترفع من خطورتها. وهي: عمليات التخزين storage والإطلاق release والنقل (O'Connor & Others. 2002. 359) ، والتي تكون متزامنة في العواصف المطرية، الغزيرة، والقصيرة. ومع توفر الانحدارات العالية نسبياً، والأودية الضيقة –وهو حال منطقة البحث– فإن الأضرار الناجمة عنها، تكون مرتبطة بعوامل تتعلق بشكل الحويضات المائية– وقد سبق تحديدها– وخصائص شبكة المجاري المائية، والتدخلات البشرية.

يلاحظ من الملحق (15)، ما يلي:

- اتخذت الحويضات الثانوية الترتيب التصاعدي التالي، من حيث قيم كثافة أعداد مجاري المائية، وتعني نصيب كل واحد كم^2 من سطح الأرض من المجاري المائية: الديشار (24.1) مجرى/ كم^2، بيسان– الشعب (22.6) مجرى/ كم^2، الغربية (21.9) مجرى/ كم^2، الشرقية (18.5) مجرى/ كم^2، وبما أن زيادة قيمة كثافة أعداد المجاري المائية تعد من المؤشرات الدّالة على ارتفاع كفاءة شبكة المجاري المائية في تصريف مياهها، وبالتالي قدرتها على انتاج سيول عالية الخطورة، مقارنة بالحويضات

ذات الكثافات المنخفضـــة، فهذا يعني أن أكثر الحويضـــات خطورة فيما يتعلق بكثافة أعداد مجاريها المائية، هي حويضـــة الديشار، وأقلها هو الحويضة الشرقية. وهو انعكاس مباشر لتقطع السطح، ووعورته، وتأثره بالصدوع والكسور.

- أما فيما يخص كثافة أطوال المجاري المائية – والتي تعرف بتكرارية المجاري المائية– وتعبر عن نصيب وحدة المساحة (كم^2) من أطوال المجاري، وهي ذات دلالة مشابهة لسابقتها، فيما يخص العلاقة الطريدة بين قيمها وكفاءة شبكة المجاري السيلية في نقل المياه والحمولة، وقد تساوت قيمتها في حويضات بلدة حلبون، فبلغت (5.1) كم/كم^2، أما حويضتي بلدة منين، فقد ارتفعت قيمتها في الحويضـة الشـرقية عن الغربية، وبلغتا على التوالي (4.5) (4.1) كم /كم^2. ما يعني أن حويضـات بلدة حلبون قادرة على نقل كميات أكبر من المياه.
- ترتبط كفاءة شبكة المجاري المائية برتبة الحوض النهري بعلاقة طردية، فكلما كانت رتبته أعلى، دل ذلك على اتساع مساحته، وامتداد شـــبكته من المجاري المائية، وبالتالي زيادة حجم المياه المنصـــرفة منه، وقد بلغت رتبة المجرى الرئيس في كل من حويضـة الشـعب – بيسـان، والديشـار (6)، في حين انخفضـت في كلا حويضـتي بلدة منين إلى (5). ما يعني–نظرياً– أن حويضات بلدة حلبون أكثر قدرة على توليد سيول أعلى خطورة. الشكل (11).



الشكل (11) توزع المجاري المائية، والرتب، في منطقة البحث.

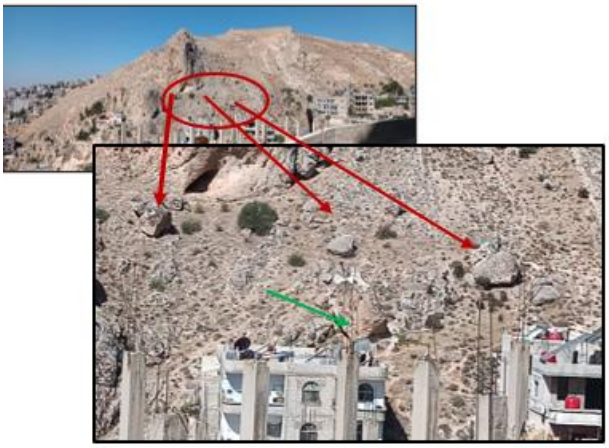
- يستخرج من الخاصيّة السابقة، مؤشر مهم يعرف بنسبة التشعب (الأصح: الترافد) وهو أوضح دلالة من سابقه، فيما يخص قدرة الشـبكة النهرية على توليد السـيول الخطيرة، ويقصـد منه، معدل تجمع عدد من المجاري المائية لرتبة ما، في مجرى من الرتبة الأعلى، وبالتالي فكلما ارتفعت قيمته، دل على تجميع كميات مياه وحمولة أكثر في المجاري الأدنى، ما يعني خطورة أكبر.

وقد جاء ترتيب الحويضات تصاعدياً وفق قيمة التشعب المرجح– وبالتالي خطورتها – على النحو التالي: الديشار (5.3)، الشعب– بيسان (5.6)، الشرقية (6.3) الغربية (7.3).

IV– خطر انهيار الكتل الصخرية:

أكدت الدراسة الميدانية انتشار بعض الكتل الصخرية فوق سفوح جبل العين، ومارتقلا من بلدة منين، وتعد الأخيرة المنتشرة فوق السياج الحديدي أعلى الجبل، أكثر أماناً من الأولى، بسبب شكلها المكعب، وأبعادها الكبيرة التي راوحت بين (2×2×1) م^3، و(3×3×2) م^3، وشكل السفح المحدب، الصورة (15). ما يعني اتساع سطح الاحتكاك بين قواعدها وسطح الأرض، وبالتالي تعطيل حركتها، في ظل الأحوال العادية. أما كتل جبل العين، فقد لوحظ وجود نحو (30) كتلة صخرية مختلفة الأحجام منتشرة على الجانب الأيسر من سفحه الشرقي، اقتربت المباني من أربعة منها بشكل خطير، الصورتان (16–17).*

الصورة (15) كتل صخرية مكعبة الشكل، مستقرة أعلى سفح جبل مار تقلا.



الصورتان (16–17) كتل صخرية مستقرة على الجانب الغربي من سفح جبل العين، وخلو معظم السفح منها.

* يجب التحذير من ظاهرة الخداع البصري، حيث تبدو بعض الكتل الصخرية خطيرة، إلا أن التحري الميداني، يؤكد أنها مجرد نواشز (بروزات– نتوءات) صخرية، متصلة بأصل الجبل، كما هو الحال في الكتلة الصخرية التي يشير إليها السهم الأخضر في الصورة (17)، والكتلة الأضخم، مغزلية الشكل، التي تبدو منفصلة عن جرف جبل مارتقلا، وهي جزء منه.

ج/10– العوامل البشرية:

يمكن للتدخلات البشرية الخاطئة، أن تسهم في تعاظم خطر العمليات الهيدرو–جيومورفية أو إحداثها. وقد تم رصد حالة واحدة من الانهيارات الصخرية، في الحي الغربي من بلدة حلبون، حيث تعرض الفناء الخلفي لأحد الأبنية، إلى سقوط طبقات جرف مكون من الحجر الكلسي– الحواري، والتي كانت تتقدم على شكل شرفة صخرية، بعد تجويف ما دونها، وبناء الفناء لكسب مزيداً من المساحة، دون أدنى مراعاة لشروط السلامة. الصورتان (18–19).

الصورتان (18–19) اليمنى: الفجوات التي خلفها سقوط الصخور من الجرف الصخري، اليسرى: الحطام الصخري فوق الشبك الحديدي لحديقة المنزل.

يختلف توزيع الشوارع والطرقات، بين البلدتين حيث تتوافق بعضها في بلدة منين مع أوديتها الشرقية والغربية، ما يجعلها مسارات مؤكدة للسيول، والتي قد تكون خطيرة في بعض السنوات. في حين توازي الطرق الرئيسة في بلدة حلبون سفوح جبالها، وتتوافق اتجاهات الشوارع الثانوية مع محور وادي كرم سليم، وتكون بذات انحدار سطح الأرض الطبيعي، ولذلك تتسارع عليها مياه السيول، مسببة أضراراً واضحة في الإسفلت.

11–الحلول المقترحة:

على الرغم من وجود إجراءات متشابهة بين البلدتين لمواجهة المخاطر الطبيعية، كبناء الجدران الاسمنتية الاستنادية– الحجرية الداعمة للأبنية التي شيدت فوق المنحدرات، إلا أن إجراءات نوعية ميزت بلدة منين، فقد تم إنشاء قناة تحت سطحية، لتصريف مياه السيول، تمتد لمسافة نحو (440) م، بين نقطة راس السيل، بالقرب من جامع الحسنين، وحتى ساحة العين أسفل طريق العين داخل البلدة، وهي مربعة الشكل، يبلغ طول ضلعها (170) سم. الصورتان (20–21).

صورتان (20–21) اليمين: مسار القناة تحت السطحية، اليسار: قسم من القناة.

كما تنتشر شبكات الصرف الصحي على مسار السيول، بعد انتهاء القناة سابقة الذكر، الصورة (22). إلا أن فتحاتها أكبر من متوسط حجم الحمولة السيلية، ما يسبب امتلاءها بالحصى والحجارة، وانسدادها في كثير من الأحيان.

الصورة (22) شبكات تصريف مياه السيل، ساحة العين، بلدة منين.

أما في بلدة حلبون، فقد تم إنشاء المصاطب والمدرجات على أجزاء من سفوح جبل الزهري، للحد من انحداراتها الشديدة الصورة (23). وقد استغلت للزراعة في مواضع أخرى، كما عند الطريق الأعلى المؤدي إلى كرم سليم.

أوجز (Spreafico. 2006. 237.238) القول بإنه بعد قرون من مكافحة السيول، فإن الفلسفة الجديدة لإدارة مخاطرها، تقوم على التعايش معها "living with flash floods "، وهو نهج يتطلب تحليلاً دقيقاً للمشكلات، وتخطيطاً متكاملاً، وتقييماً للتدابير، واتخاذ القرارات، وتنفيذها على مستوى حوض النهر ككل. ومن خلال العرض السابق، فإنه يمكن الحد من مخاطر السيول والكتل الصخرية، من خلال التوصيات التالية:

الصورة (23) التخفيف من شدة انحدار سفح جبل الزهري، بإنشاء المصاطب.

1. بناء مجموعة من السدات عند مخارج الأودية الضحلة، كتلك المنتشرة في الحويضة الشرقية والغربية من بلدة منين. وعند نهايات شعاب كرم سليم، كجزء من منظومة حصاد المياه.
2. بناء سدود تنظيمية، تتحمل كمية مياه تفوق ما تم تقديره خلال أعلى هطل شهري فعّال، أي أكبر من (0.6) مليون م^3 عند نهاية وادي الشعب – بيسان، وآخر بذات السعة عند نهاية وادي الديشار، وما يساعد على ذلك، الشكل الخانقي للأودية، وعدم وجود أراض زراعية مهمة إلى الشمال من نبع الفاخوخ.

3. حفر آبار تغذية المياه الجوفية في مواقع آمنة من أودية حي الشـــرقية في بلدة منين، وذلك قبل بلوغ المياه منطقة الجمعيات، والأراضـــي الزراعية ومنطقة راس السـيل عند مخارج شـعاب السـاقية والقيصـرة. وفي حي الغربية، على شـعاب وادي المغارة والغربية، مع استبعاد خيار إنشاء سدات، لانتشار الأحياء السكنية والمزارع والبساتين في الأماكن المناسبة لها.
4. إزالة الكتل الصخرية التي تعلو بعض المباني في بلدة منين.
5. تشجير سفوح جبل العين ومارتقلا والقلعة والزهري.
6. منع البناء أسفل الجروف الصخرية المكونة من طبقات صخرية غير متماسكة، دون اتخاذ إجراءات السلامة المتعارف عليها.

12- النتائج:

يمكن ايجاز النتائج في النقاط التالية:

1- تتمثل المشكلات الهيدرو- جيومورفية التي تواجهها بلدتا منين وحلبون، بالسيول القادمة من الحي الشرقي والغربي في الأولى، ومن وادي كرم سليم وحويضة الشعب -بيسان والديشار في الثانية.

2- تهدد بعض الكتل الصخرية المتوضعة في القطاع الأعلى من جبلي العين ومارتقلا- في حال تحركها- المباني التي تقع دونها في بلدة منين، إلا أنها مستقرة، بسبب شكلها المكعب، وتحدب السفوح.

3- تمثل حويضتا حلبون خطراً أكثر من حويضتي بلدة منين، لاجتماع العديد من عوامل الخطر فيها، فهي أكبر مساحة، وبالتالي الأكبر من حيث حجم المياه الجارية (3.5) م.م^3، مقارنة بحويضات منين (1.7) م.م^3 ، وأشد انحداراً بين (13.4-16.6) درجة للأولى، وبين (11.5-15) درجة للثانية، وتفلطحاً، وأعلى كثافة بالنســـبة لأعداد المجاري المائية، فقد راوحت للأولى بين (22.6-24.1) مجرى/ كم^2 وللثانية بين (18.5- 21.9) مجرى /كم^2، وأعلى سرعة في تدفق المياه الجارية، فقد قدرت سرعة الجريان في الأولى بين (1.65-2.44)كم/سا، وفي الثانية (1.65-1.8)كم /سا.

13- التوصيات:

1- بناء ســدين عند نهايتي وادي الشــعب، والديشــار، في مواقع بعيدة قليلاً من عين الفاخوخ شــمالي بلدة حلبون، حيث الأودية خانقية. وبعض السدات مع حفر أبار تغذية في الحويضتين الشرقية والغربية من بلدة منين.

2- إزالة الرواسب السيلية بشكل دوري من قاع المجرى الطبيعي، والقناة المائية، منعاً لرفع مستوى المياه الجارية، ما قد يؤدي إلى فيضها من الجوانب، وغمر الأراضي الزراعية.

كلمة شكر:

يتوجه الباحثان بالشكر لجميع من أسهم في إتمام هذا البحث، وبالأخص أ. محمد رقية من بلدة حلبون، وأ. رنا مصمص من بلدة عين منين.

التمويل:

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

المراجع:

1. الأسعد علي، وعمار غطفان: الهيدرولوجيا، جامعة تشرين، 2006-2007 م.
2. حاج أحمد، عبد الحي: الإدارة المتكاملة للموارد المائية في حوض نهر الخابور، أطروحة دكتوراه، جامعة دمشق،2019–2020م.
3. الرفاعي، عبد الله. أبو زخم، عبد الله: دراسة الغطاء النباتي الطبيعي الحالي في جبال القلمون، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (١٨)، العدد الأول، (2002) ١٣١– ١٤٧.
4. السبيعي، سليمان والغناي، جمعة: تقدير حجم الجريان السطحي بحوض وادي تلال باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، العدد الثاني، 2022م.
5. عبد علي، عرفات والأسدي، كامل: تقدير حجم الموارد المائية السطحية في حوض وادي مدود، مجلة آداب الكوفة، العدد 56/ج2، 2023م.
6. العسال، منا: الجريان السيلي وأخطاره في أبها الحضرية دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، مجلة بحوث كلية الآداب،2021م.
7. عيسى، مريم: معدل الجريان في حوض البسيط– بحث هيدرولوجي تطبيقي، مجلة جامعة دمشق، المجلد 38، العدد الرابع، 2022م.
8. 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.
9. معلولا، كايد: النيوجين القاري في منطقتي دمشق والقلمون (جنوب غرب سورية)، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد (31)، العدد الأول، (2015)، 109– 126.
10. Al-Rawas. A . Gh & Valeo. C; Relationship between wadi drainage characteristics and peak-flash flood flows in arid northern Oman, Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques, 55:3, 377-393, 2010. DOI: 10.1080/02626661003718318.
11. Al-Rifai, Abdullah. Abu Zakhm, Abdullah: Study of the current natural vegetation cover in the Qalamoun Mountains, Damascus University Journal of Agricultural Sciences, Volume 18, Issue 1, (2002) 131-147.
12. Barsch. D & Caine. N; The Nature of Mountain Geomorphology, Dietrich Barsch and Nel Caine Source: Mountain Research and Development, Vol. 4, No. 4, High Mountain Research. 1984. P p 287-298.
13. García. C. C & Lorenzo. R.G; Flash flood Hazard factors and indexes for Road stream crossings in ephemeral channels. study applied to the coastal southern area of the MURCIA REGION. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 57 - I.S.S.N.: 0212-9426, 2011. 433-438.
14. Gregory, K.J & Walling, D. E: Drainage Form and Processes Geomorphology Approach، Edward Amold, London. 1973. P 128.
15. https:// power.larc.nasa.gov/data-access-viewer.
16. Issa, Maryam: Flow rate in the Basit Basin - an applied hydrological study, Damascus University Journal, Volume 38, Issue 4, 2022 AD.
17. M. Stoffel, V. V. Ruiz-Villanueva, J.A. Ballesteros-Cánovas, B. Wyżga, B. Wyżga , T. Niedźwiedź, Z.W. Kundzewicz; :Flash floods in Mountain Basins, in Z.W. Kundzewicz et al. (eds.), Flash flood Risk in the Upper Vistula Basin, Geo Planet: Earth and Planetary Sciences, DOI 10.1007/978-3-319-41923-7_2. 2016. Springer International Publishing Switzerland.

18. Maaloula, Kaid: The continental Neogene in the Damascus and Qalamoun regions (southwestern Syria), Damascus University Journal for Basic Sciences, Volume (31), Issue 1, (2015), 109-126.
19. O'Connor. J. E, Grant. G. E & Costa. J. E: The Geology and Geography of Flash floods. Ancient Flash floods، Modem Hazards: Principles and Applications of Paleoflash flood Hydrology Water Science and Application Volume 5, pages .2002. 359-385.
20. Paula. M. B. G, Cristina. H .R .R. A, Pedro. B. C; Geomorphological index as support to urban Planning, Mercator - Revista de Geografia da UFC, vol. 19، no. 1, Universidade Federal do Ceará, Brasil. 2020 .Available in: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273661636003 .
21. Piana . P, Faccini. F, Luino. F, Paliaga. G, Sacchini. A and Watkins. CH: Geomorphological Landscape Research and Flash flood Management in a Heavily Modified Tyrrhenian Catchment. Sustainability,11,4594;doi:10.3390/su11174594.2019.www.mdpi.com/journal/sustainability stainability.
22. Raghunath, H, M: Hydrology: principles, analysis and design. New Age International (P) Ltd., Publishers. 2006.
23. Rowntree. KM & Plessis. AJE du; Geomorphological research for the conservation and Management of Southern African Rivers. VOLUME 1: GEOMORPHOLOGICAL IMPACTS OF RIVER REGULATION. WRC Report No. 849/1/03. Water Research Commission. JULY 2003.
24. Schumm, S.A: Evolution of Drainage Systems and Slope in Badland at Perth Amboy New York, Geol, Soc, Ame, Bull, Vol 67. 1956.
25. Seijmonsbergen. H & Asselen .S.V; Relevance of geomorphological information in mountain areas; past and future trends. Soil Conservation and Production for Europe (Scape). https://www.researchgate.net/publication/254746813 2004. 1-9.
26. Selby. M. J: Earth's Changing Surface، An Introduction to Geomorphology, Clarendon Press. 1985. P 295.
27. Spreafico. M: Flash flash floods in mountain areas. Climate Variability and Change—Hydrological Impacts (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference held at Havana, Cuba, November, IAHS Publ. Federal Office for the Environment, CH-3003 Berne, Switzerland. 308, 2006.
28. Srtrahler. A.N; (1957): Quantitative Analysis of watershed Geomorphology. Am. Geophs. union. Vol 33.
29. Stoffel.S & Wyżga. B & Marston. R.A: Flash floods in mountain environments: A synthesis, Geomorphology (2016), doi: 10.1016/j.geomorph.2016.07.008. 2016.
30. Taghavi. M, Hasirchian. M, Han. M, Taghavi. J, Pirzadeh. S; Basin Characteristics Impact on Flash flood Risk Management: A Case Study of the Babol River in Iran. Monday October 3, 2011, 16:45-17:00, 4 -1-6.
31. Thornbush. M; Geography، urban geomorphology and sustainability. Department of Geography, Brock University, St Catharines, Ontario, Canada L2S 3A1 Email: mthornbush@brocku.ca Area, 47.4, 350–353, doi: 10.1111/area.12218. 2015.
32. Valentine. C. P: Sediment Classification and the Characterization, Identification, and Mapping of Geologic Substrates for the Glaciated Gulf of Maine Seabed and Other Terrains, Providing a Physical Framework for Ecological Research and Seabed Management. Scientific Investigations Report 2019–5073 U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey. ISSN 2328-0328 (online). 2019.
33. Государственный Комитет Ссср По Гидрометеорологии И Контролю Природной Среды Государственный Ордена Трудового Красного Знамени Гидрологический Институт Пособие По определению расчетных гидрологических характеристик, Ленинград, Гидрометеоиздат, (1984).

الملاحق:

الملحق (1) الخصائص الهندسية والشكلية لحويضات التصريف المائي

الحويضة	الشعب– بيسان	الديشار	الشرقية	الغربية
مساحة الحوض/ كم^2	59.78	30.84	16.69	11.86
طول الحوض / كم	11.88	8.1	6.91	6.41
عرض الحوض / كم	13.75	5.7	3.4	3
معامل الاستطالة	0.73	0.77	0.67	0.6
معامل الشكل	0.42	0.84	0.35	0.16
معامل التفلطح	0.59	0.29	0.71	0.86

الملحق رقم (3) المعادلات المستخدمة في البحث

المعادلة	المرجع
$R_e = Da / Lo$ Re معدل الاستطالة Daقطر دائرة تساوي مساحتها مساحة الحوض. Lo أقصى طول الحوض كلما اقترب الناتج من الصفر، دل على استطالة الحوض	Schumm .S.A:1956. 612.
$F = A / L^2$ F معامل الشكل A مساحة الحوض كم^2. L طول الحوض كم. كلما صغرت قيمة الناتج اتخذ الحوض شكلاً مثلثياً	Gregory. K.J & Walling. D .E: 1973. 128.
$K = L^2 / 4 A$ K: معامل التفلطح L: طول الحوض كم. A: مساحة الحوض كم^2 كلما صغرت قيمة الناتج اتخذ الحوض شكلاً مفلطحاً	Selby. M. J:1985. 295.
$Tp= Ct.(L.L_{ca}/\sqrt{s})^n$ ؛ إذ إنَّ: Tp: زمن التباطؤ(ساعة). L: طول المجرى الرئيسي(بالميل). L_{ca}:المسافة الفاصلة بين مصب الحوض ومركز ثقله (بالميل= 1609.344 متر). n: ثابت يساوي(0.38). S: متوسط انحدار الحوض. Ct: معامل التباطؤ يساوي: (0.35) في الأودية، و(0.72) في السهول والهضاب، و(1.2) في الجبال.	Raghunath. H. M. 2006. 151

$TC=\frac{4\sqrt{A}+1.5Lp}{0.8\sqrt{Hup-Hdown}}$؛ إذ إنَّ: TC: زمن التركيز (ساعة). A: مساحة الحوض(كم^2). Lp: طول المجرى الرئيسي(كم). H_{up}: أعلى ارتفاع بالحوض(م). H_{down}: أدنى ارتفاع بالحوض(م).	العسال. 2021 .29
V= (L/3.6Tc)؛ إذ إنَّ: V: سرعة الجريان(م/ثا). L: طول المجرى الرئيسي(م). Tc: زمن التركيز (ثا).	عبد علي. والأسدي. 2023. 139
معادلة إيفانوف $E=0.0018(25+t)^2(100-£)$؛ إذ إنَّ: E: كمية التبخر خلال شهر مقدرة بالملم. t: متوسط درجة الحرارة الشهرية(c°). £: متوسط الرطوبة النسبية(%).	الأسعد. وعمار. 2006– 2007. 71.
$S_P=(P-E)$؛ إذ إنَّ S_P: كمية الهطل الفعَّال(ملم) P: الهطل(ملم)، E: التبخر (ملم).	عيسى. 2022. 168.
$W_{SP}= S_P.A/1000$؛ إذ إنَّ W_{SP}: حجم الهطل الفعَّال (م.م^3)، A: المساحة(كم^2).	عيسى. 2022. 169.
$\varphi = \frac{C2.\varphi_0}{(A+1)^{n3}} \cdot (\frac{IB}{50})^{n2}$ إذ إنَّ: φ : عامل الجريان(%). C2: ثابت تجريبي يعتمد بالنسبة لمناطق الغابات والمناطق الحراجية (1.2)، وفي المناطق الطبيعية الأخرى (1.3). φ_0: متوسط عامل الجريان الذي يتعلق بمتوسط انحدار الحوض(IB). (تُأخذ قيم (φ_0،$n2$) من الجدول(11)، الملحق(2)، (P:182،1984،P.Г.X)). A: المساحة(كم^2). n_3: تعتمد في مناطق الغابات والأشجار (0.07)، وفي المناطق الطبيعية الأخرى(0.11).	P.Г.X. 1984. 63
$W_R= W_{SP} . \varphi$؛ إذ إنَّ: W_R:حجم الجريان السطحي(م.م^3)، W_{SP}: حجم الهطل الفعَّال (م.م^3)، φ: عامل الجريان(%).	عيسى. 2022. 172
(Ra= No / N o+1) حيث: Ra نسبة التشعب No عدد المجاري في رتبة ما. N o+1عدد المجاري في الرتبة الأعلى. طريقة حساب نسبة التشعب المرجح:	Strahler .1957.152

1– ضرب نسبة التشعب للرتبتين بمجموع أعداد مجاريهما 2– مجموع ناتج كل العمليات السابقة. 3– تقسيم الناتج النهائي على مجموع أعداد المجاري للحوض	

الملحق (3) مساحات فئات زوايا انحدار السطح/ كم^2.

الفئة	الرئيس	الشعب/ بيسان	الديشار	شرقية	غربية
2 – 0.1	40.4	11.94	2.29	4.07	1.04
6 – 2.1	51.04	15.56	5.67	5.13	2.7
10 – 6.1	46.76	13.59	8.7	3.92	3.49
18 – 10.1	35.28	9.9	7.94	2.55	3.07
30 – 18.1	18.9	5.61	4.06	0.81	1.35
45 – 30.1	7.58	2.35	1.67	0.1	0.2
45 +	1.49	0.41	0.34	0.005	0.002
المتوسط	13.69	13.55	16.55	11.49	15.02

الملحق (4) زمن التباطؤ في الحويضات المدروسة.

الحويضة	طول المجرى الرئيسي (بالميل)	المسافة الفاصلة بين المصب ومركز ثقل الحويضة (بالميل)	زمن التباطؤ دقيقة
الشعب / بيسان	12.70	3.63	54.89
الديشار	5.62	1.02	23.95
شرقية	4.72	1.25	25.95
غربية	4.57	0.67	19.22

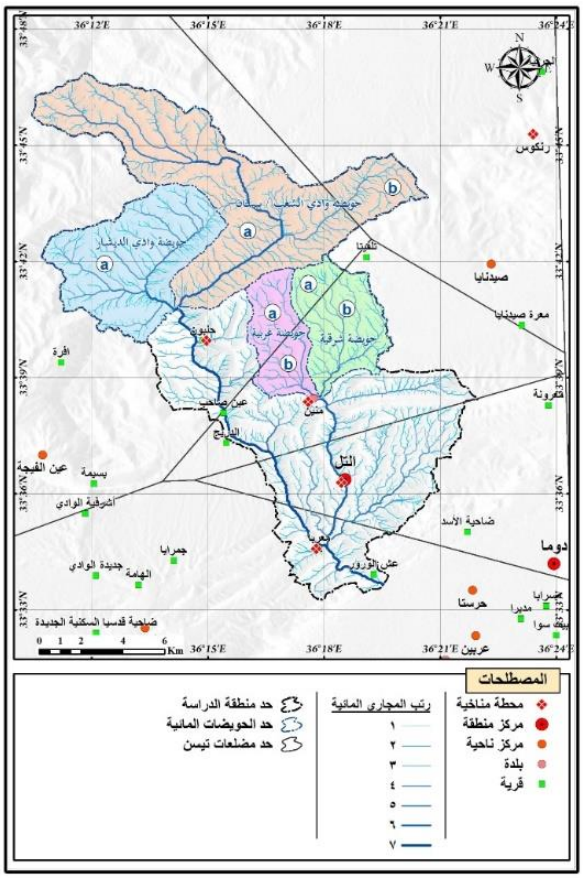
الملحق(5) زمن التركيز في الحويضات المدروسة.

الحويضة	طول المجرى الرئيسي(كم)	ادنى ارتفاع (م)	أعلى ارتفاع (م)	زمن التركيز (ساعة)
الشعب / بيسان	20.44	1337	2433	2.33
الديشار	9.04	1338	2196	1.53
شرقية	7.60	1148	1888	1.28
غربية	7.36	1148	1890	1.14

الملحق(6) سرعة الجريان في الحويضات المدروسة.

الحويضة	طول المجرى الرئيسي (م)	زمن التركيز (ثانية)	سرعة الجريان (م/ثا)	سرعة الجريان (كم/سا)
الشعب / بيسان	20443.71	8370.13	0.68	2.44
الديشار	9038.06	5493.58	0.457	1.65
شرقية	7598.22	4592.21	0.46	1.65
غربية	7355.32	4095.76	0.50	1.80

الملحق (7) الحويضات المدروسة ومضلعات تيسين.



الملحق (8) معدل الهطل(ملم) في المحطات الميتيورولوجية بين العام (1990–1991) م، والعام (2022–2023) م.

المحطة الميتيورولوجية	تش1	تش2	ك1	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	المجموع
التل	15.5	37.0	63.1	80.8	60.2	40.4	17.8	13.2	328
منين	18.5	45.4	81.9	104.7	79.9	49.6	23.9	16.8	421
حلبون	20.5	52.8	94.6	121.0	94.3	57.9	27.4	19.3	488
معربا	15.5	38.0	66.9	85.0	63.2	42.9	17.9	12.2	342
رنكوس	21.5	45.5	76.4	92.9	73.7	43.0	23.5	19.8	396

الملحق(9) معدل التبخر(ملم) في محطتي رنكوس ومعربا المناخيتين بين العام (1990–1991) م، والعام (2022–2023) م.

المحطة المناخية	معدل التبخر(ملم)								المجموع
	تش1	تش2	ك1	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	
معربا	69	42	29	25	30	38	50	58	341
رنكوس	53	32	22	19	23	29	41	44	263

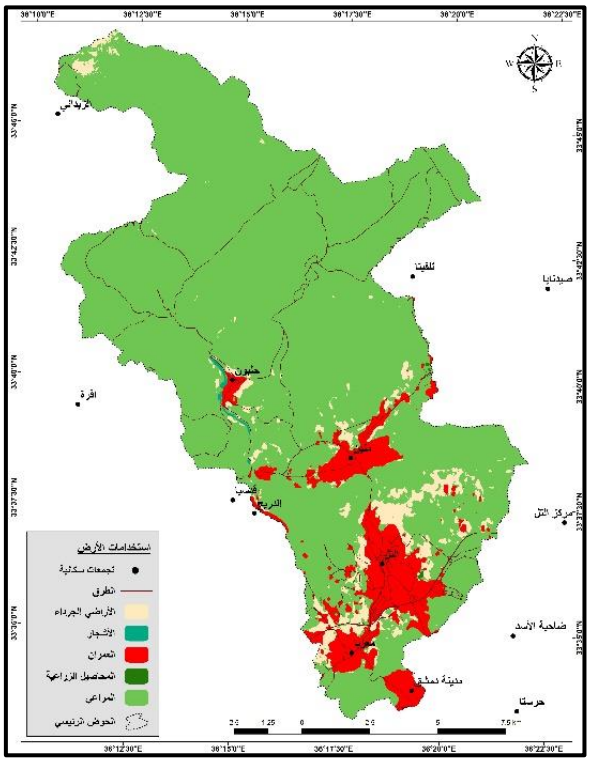
الملحق(10) معدل حجم الهطل الفعّال(م.م^3) في الحويضات المدروسة بين العام (1990–1991) م، والعام (2022–2023) م.

الحويضة	تش1	تش2	ك1	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	المجموع
الشعب / بيسان	0.03	1.4	4.2	5.9	4.1	1.8	0.17	0.06	17.7
الديشار	0.02	0.76	2.2	3.1	2.2	0.97	0.09	0.03	9.5
شرقية	0.006	0.33	1.0	1.5	1.0	0.42	0.03	0.013	4.3
غربية	0.005	0.26	0.79	1.1	0.77	0.33	0.03	0.01	3.3

المحلق (11) مساحات استخدامات الأراضي في منطقة البحث / كم^2

الحوض	المراعي	العمران	الأشجار	الأراضي الجرداء	المحاصيل الزراعية
الرئيس	174.8	17.83	0.31	9.48	0.11
الشعب– بيسان	-	58.99	-	0.76	-
الديشار	30.81	-	-	0.03	-
الشرقية	14.85	1.17	-	0.63	0.04
الغربية	10.99	0.45	-	0.42	-

الملحق (12) توزع استخدامات الأراضي في الحوض الرئيس.



الملحق (13) عامل الجريان في الحويضات المدروسة.

الحويضة	استخدامات الأراضي	متوسط درجة الانحدار	عامل الجريان
الشعب / بيسان	عمران، وأراضي جرداء	13.55	0.10
الديشار	مراعي، وأراضي جرداء	16.55	0.18
شرقية	مراعي، ومحاصيل زراعية، وعمران، وأراضي جرداء	11.49	0.20
غربية	مراعي، وعمران، وأراضي جرداء	15.02	0.26

الملحق(14) معدل حجم الجريان السطحي(م.م^3) في الحويضات المدروسة بين العام (1990–1991)م، والعام (2022–2023)م.

الحويضة	تش1	تش2	ك1	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	المجموع
الشعب / بيسان	0.0034	0.14	0.42	0.59	0.41	0.18	0.02	0.006	1.8
الديشار	0.0031	0.14	0.40	0.57	0.40	0.17	0.02	0.005	1.7
شرقية	0.0012	0.07	0.21	0.30	0.20	0.08	0.01	0.003	0.87
غربية	0.0014	0.07	0.21	0.29	0.20	0.09	0.01	0.003	0.86

الملحق (15) خصائص شبكة المجاري السيلية في الحويضات الأربع.

الرتبة	الشعب/ بيسان		الديشار		حويضة شرقية		حويضة غربية	
	العدد	الطول كم	العدد	الطول كم	العدد	الطول كم	العدد	الطول كم
الأولى	1054	160.33	570	81.1	247	33.71	218	20.47
الثانية	237	72.48	132	32.1	46	14.35	33	11.49
الثالثة	45	35.44	30	20.76	11	20.43	6	12.64
الرابعة	9	15.97	8	14.71	3	4.6	2	3.27
الخامسة	2	7.2	2	5.48	1	2.02	1	1.08
السادسة	1	12.54	1	1.65	-	-	-	-
المجموع	1348	303.97	743	155.79	308	75.11	260	48.96
المرجح	5.6		5.3		6.1		7.3	
الكثافة	22.55	5.1	24.1	5.1	18.4	4.5	21.9	4.1