مجلة جامعة دمشق للآداب والعلوم الإنسانية

اسم المقال: سيل (26 / 4 / 2018م) في منطقة السفيرة من حي ركن الدين أسبابه، نتائجه، سبل مواجهته (1)
اسم الكاتب: د. غزوان سلوم، د. خنساء ملحم
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/index.php/library/2846
تاريخ الاسترداد: 2026/11/02 12:27 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة دمشق للآداب والعلوم الإنسانية ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

سيل (2018/4/26م) في منطقة السفيرة من حي ركن الدين أسبابه، نتائجه، وسبل مواجهته (1)

د. غزوان سلوم *

د. خنساء ملحم *

الملخص

عانت منطقة السفيرة في حي ركن الدين الدمشقي عند النهاية الشرقية لجبل قاسيون، من كارثة السيول يوم (2018/4/26)م، وقد بيّنت الدراسة الميدانية، وجود عدة عوامل جغرافية، أدت دورًا مهمًا في تحويل السيول من ظاهرة طبيعية إلى خطر يهدد القاطنين وممتلكاتهم، منها: اقتطاع السكان لأقدام جبل قاسيون، وتحويلها إلى جروف حادة، وبناء الحي دونها مباشرة، وشدة انحدار السفوح، والقطاعات الدنيا للمجاري السيلية، التي راوحت على التوالي بين (10-12) و(35-50) درجة. كما زود مكب القمامة -الآخذ بالتوسع في القطاع الأعلى لحوض وادي السفيرة- السيول بالحمولة المختلطة. ومن الخصائص الجيومورفولوجية التي أسهمت في زيادة سرعة المياه، كثرة الركب والسقطات الحادة قبيل مخرج وادي السفيرة، وقِصر سفح هريرة مع شدة انحداره.

وتم من خلال تطبيق المعادلات الرياضية، تقدّير أهم الخصائص الهيدرولوجية للسيل، كزمن وصول المياه إلى الأحياء السكنية، الذي راوح بين (13-16)دقيقة، وكمية التصريف، التي قدّرت بنحو (100) م^3/ ثا، أمَّا سرعة الجريان فراوحت بين (13-22)م/ثا.

الكلمات المفتاحية: السيول، وادي السفيرة، حي ركن الدين.

* جامعة دمشق، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، قسم الجغرافية.

Flood of (26/4/2018) in the Area of Al–Sfeereh, Rukn El Deen Neighborhood: Causes, Results, and Confrontation Ways(1)

Dr. Ghazwan Sallom**
Dr. Khansaa Mulhem**

Abstract

The area of the Al – Sfeereh (Rukn El Deen Neighborhood) suffered from a flood disaster on (26/4/2018).

This research demonstrated, through field study, that several factors have been found to be responsible for turning the flood from a natural phenomenon to a disaster affecting the people and properties in the study area. These factors include: the urbanization on the feet of the mountain, and the steep slopes and streams in their lower sectors (10-12°) and (35-50°), respectively. Moreover, the landfill, which has been, over time, expanding in the upper sector of the basin, increases the hazards resulting from the flood because of its capability to carry mixed load. Added to these factors is main stream's richness with slope break points (waterfalls), specifically in the lower section of the Western Al - Sfeereh Basin.

Through the application of mathematical equations, the hydrological characteristics of the flood were calculated. The findings of the study showed that the arrival time to the urban area is about (13-16) minutes in Al - Sfeereh Basin, the large discharge volume is (100) thousand m^3, and the high flow speed ranged between (13-22) m/s.

Key words: Flood, Al - Sfeereh Basin, Rukn El Deen Neighborhood

*** Because of the many details that must be addressed in the research, it was divided into two parts. The first part is to study the mountainous area and the second part is to study the urbanized area.**

** Damascus University, Faculty of Arts and Humanities, Department of Geography.

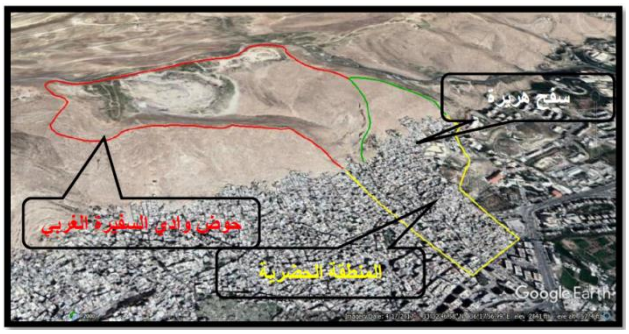
مقدمة:

تتميز المناطق الجبلية- الحضرية Mountain-urban areas بالعديد من العوامل التي تجعل خطر السيول Flash Floods على التجمعات السكانية، أمرًا حتميًّا، ويمكن للدراسة الجغرافية التفصيلية تحديد طبيعة العلاقة المتبادلة -من تأثير وتأثر- بين العوامل الطبيعية والبشرية والسيول؛ ويمكن تصنيف هذه العوامل، إلى عوامل ثابتة وأخرى متغيرة، تتمثل الفئة الأولى، ببنية المنطقة الجيولوجية، وبنائها، وتضاريسها، وطبوغرافيتها وتربتها، أمَّا الفئة الثاني فتضم المناخ، والنباتات واستخدامات الأراضي.

وبديهي القول: إنَّ غياب قاعدة البيانات الجغرافية لأي منطقة، وانتشار الأحياء السكنية العشوائي، وعدم ضبط استخدامات الأراضي بشكل يتناسب مع متطلبات الحفاظ على مصالح السكان من جهة، وسلامتهم من جهة أخرى، يجعل من الصعب درء مخاطر السيول فيها إن لم يكن مستحيلًا في بعض جوانبه؛ ومع تدافع وسائل التواصل الاجتماعي والإعلامي لنقل الحدث ونشره، تولدت موجة من الخوف والقلق المجتمعي والحكومي لا تقل حجمًا عن قوة السيول ذاتها، الأمر الذي استدعى إجراء دراسة دقيقة وتفصيلية عن هذه الظاهرة، للوقوف على أسبابها وتحليل العوامل التي جعلت منها حدثًا خطيرًا متكررًا في المدة الأخيرة.

منطقة البحث:

تقع منطقة البحث عند النهاية الشرقية لجبل قاسيون، ويمكن تقسيمها إلى منطقتين رئيستين: الأولى جبليّة طبيعيّة، تضم حوض وادي السفيرة، وسفح هريرة. والثانية حضرية، تتمثل بالجزء الشمالي الشرقي من المنطقة السكنية العشوائية لحي ركن الدين، وهي شارع وادي السد (وادي السفيرة الغربي)، وشارع الحجر أو شارع جامع الشركس (وادي السفيرة الأوسط)، وشارع الأنوار المحمدية (وادي السفيرة الشرقي). وتنهي جميعها إلى شارع الوانلي. الصورة(1).



الصورة(1): منطقة الدراسة

تبلغ مساحة منطقة الدراسة نحو (1.3)كم2، تشكل مساحة القسم الجبلي منها نحو (55.8%)، تبلغ مساحة حوض وادي السفيرة نحو (0.610)كم^2، ومساحة سفح هريرة (0.117) كم^{2*}

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة بتحليل ظاهرة السيول في حي ركن الدين، نموذجًا عنها سيل (2018/4/26)، وتحدي أهم الأضرار الناتجة عنه.

أهداف الدراسة:

- تحديد العوامل الجغرافية المسببة لسيول المنطقة.
- تحديد مستويات الخطر ومواقعه ودرجاته.
- اقتراح سبل مواجهة خطر السيول (من وجهة نظر جغرافية).

فرضيات البحث:

- تعدُّ المنطقة الجبلية كلّها، منطقة خطرة، فيما يخص تشكل السيول.
- يمثل السكن العشوائي السبب الأهم وراء حدوث الكارثة.
- أدوات البحث:
- الخارطة الجيولوجية لرقعة شمالي دمشق NI 37- G-3-D، مقياس (1:5.000).
- الخارطة الطبوغرافية لشمالي دمشق، مقياس (1:50.000).
- برامج GIS.
- برنامج الصور الفضائية Google Earth.
- العمل الميداني خلال الأيام(2018/5/9)(2018/5/13)(2018/5/31)(2018/6/10).

الدراسات السابقة:

توافرت دراسات طبيعية عن جبل قاسيون تحديدًا، منها ما كان جيولوجيًا كدراسة (عبد الناصر دركل: 1996، ص: 170–174)، وهي بعنوان: الشقوق في محدب قاسيون. حُدّد فيها أسباب نشأة الشقوق، وأهم اتجاهاتها. ثم أعدّ بحث آخر عن تطور الإجهادات القديمة في محدب قاسيون (عبد الناصر دركل:1999، ص: 227)، أكَّد فيه نشوء طية قاسيون مع نهاية الكريتاسي، ومرورها بمرحلتي بناء تكسريتين رئيستين خلال النيوجين والزمن الرابع.

وفي عام (2007) أُصدِرَ تقرير فني عن الأعمال الجيولوجية والهندسية والزلزالية والبرمجية، (منطقة السكن العشوائي قاسيون)، ضمن المشروع التعاوني مع الإدارة المحلية

* حُسِبَت المساحات باستخدام برنامج GIS توسع Arc Hydrology، باستخدام DEM.

والتخطيط الإقليمي لقاسيون، تناول العديد من الجوانب الجيولوجية كأنواع الصخور الكلسية، ومواقع الانزلاقات، وامتداد صدع دمشق، والكهوف. كما اقترح حلولًا لمواجهة خطر السيول (من وجهة نظر جيولوجية- هندسية بحتة). كوضع قنوات صرف تقطع الطرقات بشكل موازٍ لصدع دمشق.تتجمع في قناة رئيسة، لتنتهي بدورها إلى مجمع مقترح غربي جبل قاسيون. وبيّن التقرير خطورة موقع مكب الردميات في القطاع الأعلى من حوض وادي السفيرة، وأوصى بإيقاف العمل به. وتدعيم الجهات الجنوبية منه بجدر استناديه. الصورة(2).



الصورة(2): مقترح قناة الحماية من سيول جبل قاسيون (بالأزرق).

تمثل المذكرة الإيضاحية التي أعدها الجيولوجي (محمد الحافظ: 2010)، للخارطة الجيولوجية (رقعة شمالي دمشق)، أهم الدراسات الجيولوجية التي تضمنت نتائج بحوث الفريق السوفيتي السابقة، وعمل المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، وحددت فيها أنواع الصخور السطحية، واسترتيغرافية الطبقات الصخرية، وتاريخ المنطقة الرسوبي والبنائي.

ومن الدراسات العمرانية، دراسة (دينا الدجاني، محمد يسار عابدين: 2009، ص: 440) التي أوصت بوضع خطة شاملة لدرء أخطار فيضانات مسيلات جبل قاسيون. التي تؤثر في عدة مناطق من مدينة دمشق، كالمهاجرين وركن الدين والمزة.

أمَّا الدراسات التي تناولت السيول كموضع بحث لها، فسترد لاحقًا حسب الحاجة إليها، وقد أوردت معظمها تعاريفًا محددة للسيول، فقد حدّدته المنظمة العالمية للأرصاد الجوية WMO، بأنَّه فيض قصير الأمد، مع ذروة عالية نسبيًا. في حين حددته جمعية الأرصاد الجوية الأمريكية AMS بأنَّه: فيضان يرتفع وينخفض بسرعة كبيرة، مع مدة

زمنية قليلة أو معدومة لتوخي الحذر منه، وذلك نتيجة الهطل الغزير على مساحة صغيرة.(WMO: 2012, P: 2)، وأوجزت المنظمة صفاته بكلمتين، بأنَّه: حاد Sharp، وغير متوقع unexpected. وأضاف (Lin: 1999, P: 9-10) عوامل أخرى ترفع من خطورتها، كبعثرة النباتات أو انعدامها، وتوافر انحدارات شديدة، وتربة قليلة السُمك، ومساحات كتيمة (صخرية وحضرية). فضلًا على الهطل الغزير، والترب المشبعة، مع تعديلات معينة باستخدامات الأرض (Creutin & Others: 2009, P: 115).

جغرافيّة منطقة الدراسة:

يعكس واقع حال الأحياء الجبلية في مدينة دمشق، العلاقة المعقدة بين مختلف العوامل الجغرافية، فقد حوّل ساكنو الحي، قسمًا كبيرًا من المظهر الطبيعي إلى حضري، فحلت السطوح الكتيمة من الإسمنت والإسفلت في القطاع الأدنى والأوسط من الجبل، محل السطوح الصخرية لأقدام الجبل. وأصبحت السيول تنتهي إلى حي ركن الدين عبر جروف صخرية ناتجة عن الاقتطاع البشري، لتخضع بدورها إلى ضوابط عمرانية، فيتم توجيهها عبر الأزقة والشوارع نحو شارع الوانلي، ومنه إلى شارع أسد الدين. وجرى تناول العوامل الطبيعية بشكل مفصل على النحو الآتي:

جيولوجية المنطقة: فرض الواقع **البنيوي–البنائي** للجبل شروطه الصارمة على المخطط العمراني لحي ركن الدين. ويقع حي ركن الدين بين كتلتي جبل قاسيون في الجنوب الغربي، وجبل برزة (تيمورلنك) في الشمال الشرقي، وتمثل مجتمعة جزءًا من محدب طية خطية ضيقة narrow linear folds تعرف بطية قاسيون، يراوح اتساعها بين (3–4)كم، يمتد محورها باتجاه شمالي شرقي –جنوبي غربي، وهي طية غير متناظرة Asymmetrical flexor (Mouty. M: 2015, P: 54)، **تميل** طبقات جناحها الجنوبي الشرقي بزوايا شديدة بين (60–80) درجة، في حين تميل طبقات جناحها المقابل بين (15–20) درجة.

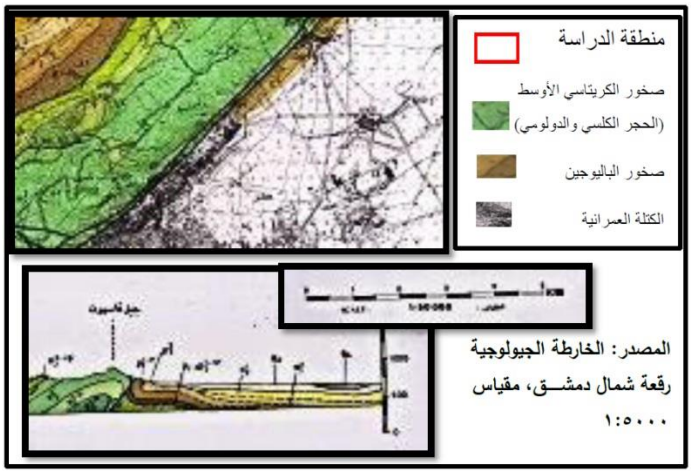
إلا أن الدراسة الميدانية أكدت جنوح الطرف الجنوبي الغربي من كتلة شرقي قاسيون إلى حدود قصوى من الطي، لتتحول إلى طية نائمة أو مستلقية Recumbent fold. وقد انعكس هذا الوضع البنائي سلبًا على المخطط العمراني العشوائي للحي، فمع ضيق الطية وشدة ميل جناحها الجنوبي الغربي، اضطر السكان للبناء، والتوسع العمراني دون القدرة على إنشاء مصاطب كتلك التي تلاحظ في جادات المهاجرين. الصورة(3).

تتألف نواة المحدب من صخور كلسية دولومية، دولومية وكلسية–غضارية، تعود إلى السينومان الأعلى، في حين تتكون أجنحته من صخور كلسية، كلسية غضارية، كلسية حوارية، صوان و سيليكية تعود إلى طابقي الكونياس والسانتون من قمة الكريتاسي (K). (المذكرة الإيضاحية: 2010، ص: 61).



الصورة(3): الطية المستلقية عند الطرف الجنوبي الشرقي لجبل الأكراد.

تعرضت هذه الطبقات لطي شديد، وتصدع مساير لمحورها، الشكل (1-ب)، وهو سبب نشوء الأحواض السيلية في قمة المحدب. تختفي صخور الباليوجين (P)، التي تكّون القطاع الأدنى من الجبل تحت مباني حي ركن الدين وشوارعه. في حين يتكون قطاعه الأوسط من صخور الحجر الكلسي والمارل والحجر الكلسي الغضاري الباليوجينية، ويفصل بين الوحدتين الصخريتين صدع دمشق. ويؤكد (ر. فولفارت) وجود أربعة أنظمة صدعية متعامدة مع صدع دمشق، (عادل عبد السلام: 2008، ص: 82). ويعتقد الباحثان أنها كانت وراء تشكل المجاري السيلية على السفح الجنوبي الشرقي- شديد الانحدار- ومنها وادي السفيرة.



الشكل(1): الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

مناخ المنطقة:

تخضع منطقة الدراسة لنظام مناخ البحر المتوسط، الذي يتميز بشتاء ماطر بارد نسبيًا، وصيف جاف ودافئ، تتصف الأمطار فضلًا عن قلتها، بعدة خصائص بينها (ماجد النحلاوي: 1991، ص: 62–66) في دراسته، منها: بلوغ معدل الهطل بين عامي (1918–1990) نحو (218)مم، وبين (1994–2010) نحو (178,5)مم لمحطة قاسيون– حسب هيئة الأرصاد الجوية– وهي غير منظمة فصليًا، فقد شهدت بعض السنوات هطل كميات تزيد على ضعف المعدل، كما حدث خلال موسم (1958–1959)، إذْ بلغت (311)مم، وقد تنخفض عنه غير مرة لتصل إلى (69)مم، كما في الموسم التالي. وأن تذبذبها الشهري أكثر وضوحًا من الفصلي، كما تبيَّن له أن معامل الاختلاف خلال الأشهر الانتقالية –آذار ونيسان– أكبر منه في الأشهر الشتوية. ووافقت نتائج دراسة (فواز الموسى: 2015، ص: 18) ما توصل إليه النحلاوي*. وقد تعرضت مدينة دمشق ومنطقة الدراسة لهطل غير معهود بحجمه، وتكراره، مع بداية العقد الثاني من الألفية الثالثة، فتسبب بحدوث سيول مدمرة، وذلك في أحياء ركن الدين والشيخ خالد والمهاجرين، وبالأخص أعوام (2015–2016–2018)م. إلَّا أنَّ بعض الدراسات العالمية (Wagener & Others: 2007) عَدَّت مثل هذه الأحداث –المتطرفة– انعكاسًا طبيعيًا لتغير المناخ نحو الجفاف العالمي.

وقد أكدت بيانات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الأراضي والمياه في نشرتها رقم (78)، أن كمية الهطل الذي تعرضت له مدينة دمشق خلال (24) ساعة، امتدت من الساعة السابعة صباح يوم الخميس (2018/4/26)، وحتى الساعة السابعة من صباح يوم الجمعة (2018/4/27)م، بلغ في محطتي قاسيون ومساكن برزة، على التوالي (24–26)مم، وقد اعتمدنا رقمًا متوسطًا لوقوع منطقة الدراسة بين المحطتين.

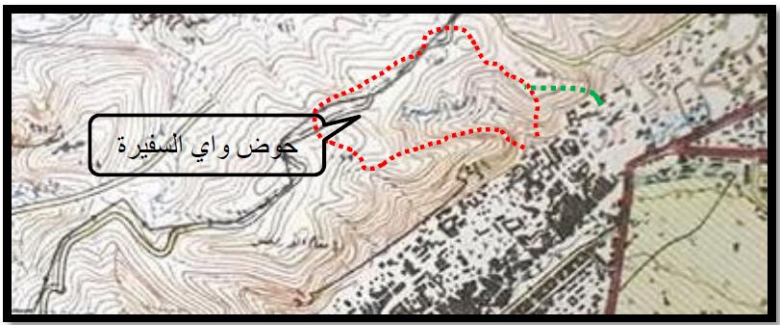
إن تأثر منطقة الدراسة بمنخفض جوي سيطر على طبقات الجو كلّها خلال المدة بين (25–28) من شهر نيسان لعام (2018)م، وترافقه بامتداد منخفض البحر الأحمر، شكّل عاصفة رعدية، أدت إلى هطل غزير. ويُذكر أن سيول يوم (2015/3/29)م التي ضربت المنطقة، تعزى للأسباب ذاتها.

طبوغرافية منطقة الدراسة:

تمثل طبوغرافية جبل قاسيون من ارتفاع، وامتداد، واتجاه السفح الجنوبي الشرقي المتعامد مع اتجاه مسار العواصف المطيرة والمنخفضات الجوية السب الرئيس للسيول. تبلغ أعلى نقاط منطقة الدراسة (1102)م فوق مستوى سطح البحر، وذلك عند الطرف

* ستقتصر الدراسة المناخية على عنصر الهطل، وإهمال الحرارة والتبخر والرطوبة، فطبيعة الأمطار الربيعية، وخصائص المنحدرات، تجعل من الفواقد في حدودها الدنيا. وقل الأمر ذاته عن مسامية الصخور ونفاذيتها.

الشمالي من حوض السفيرة، وأخفضها نحو (800)م عند تقاطع شارع أسد الدين مع طلعة الوانلي. فيكون فرق الارتفاع (302) متر فوق مستوى سطح البحر. الشكل (2).



الشكل(2): الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة

بلغ الانحدار العام للمنطقة الجبلية الطبيعية وفق معادلة (Young: 1972, P: 173) نحو (11,6) درجة مئوية، وللمنطقة الحضرية (9,6) درجة مئوية، إلَّا أنَّ التحري الميداني، والقياس المباشر، أكد وجود أربع مناطق متباينة في انحدارها من حوض وادي السفيرة، هي على التوالي: من الأعلى نحو نهاية الوادي: سفوح المكب (30-35) درجة، وانحدار المجريين السيليين الرئيسين (2-5) درجات قبيل نقطة الترافد، وقطّاع الجروف بين (35-70) درجة. وأخيرًا، الجرف الصخري الذي تنتهي إليه السيول باتجاه الحي، وانحداره بين (60-80) درجة. ويعدُّ الجزءان الأخيران من أخطر مواقع الوادي، فكلما اشتد الانحدار انخفضت الطاقة التسريبية infiltration capacity، وتسارعت المياه الجارية بفعل الجاذبية الأرضية (ISBN: 2010.P: 6)، وبذلك تقوم السيول بالعمليات الجيومورفولوجية من حت ونقل بقوة، محتفظة بمعظم كمية الهطل، ومع تزودها بحمولة حجرية وحصوية ورملية ترتفع قدرتها على التدمير. صورتان (4-5).



الصورة(4): المجرى الرئيس الأيسر، بركبه وسقطاته.



الصورة(5): شدة انحدار قطاع الركب.

أمَّا سفح منطقة هريرة فقد راوح انحداره بين (20–10) درجة. وزاد على (25) في قطاعه الصخري الأعلى. الصورة(6). وبالنسبة إلى جهة السفوح، فتقع مباشرة في مواجهة العواصف المطيرة القادمة من الجنوب الغربي، والغرب.



الصورة(6): منحدر منطقة هريرة (السفيرة الأوسط).

هيدرولوجية منطقة الدراسة:

تمثل الجريانات السطحية، في ظل شدة انحدار السفوح والمجاري السيلية، وصغر حجم الحوض المائي، الانعكاس المباشرة لعلاقة الهطل بسطح الأرض، إذ يمكن إهمال بقية العوامل من ترب ونباتات لندرتها وضعف تأثيرها، وفي ظل عدم وجود محطة هيدرولوجية، أو استحالة إجراء قياسات ميدانية في يوم السيل، لخطورتها وإمكانية تدميرها لأجهزة القياس، وتهدد السلامة الشخصية للباحثين. (Lin et al: 2008)، فإن السبيل الوحيد لتحديد الخصائص الهيدرولوجية للسيل، هو استخدام المعادلات الهيدرولوجية، فُطبقت معادلة (لايسلي) لتحديد كمية التصريف، التي بلغت لمجمل المنطقة الجبلية نحو (111.2) م^3/ثا. ملحق (1). كما استخدمت معادلات Snyder (1928) الخاصة بالمناطق الجافة التي تتناسب مع عدم توافر البيانات المناخية والهيدرولووجية (البارودي: 2012، ص: 21-23)، لحساب ز**من التباطؤ** lag time، وهو **الوقت** المطلوب لحدوث الجريان منذ بدء الهطل. ويرتبط بعلاقة عكسية مع خطورة كل من السيول والفيضانات العادية (سيف الدين الأوجلي: (د. ت)، ص: 22-20). وقد راوح بين (5.6- 6.9) دقيقة، لحوض وادي السفيرة، و(0.72-1) دقيقة لمجرى هريرة.

ولحساب **زمن تركز concentration time الجريان السطحي**، الذي يشير إلى المدة اللازمة لانتقال المياه من أبعد نقطة على محيط الحوض إلى مخرجه، استخدم معادلتين لتحديد زمن التركيز، تعتمد كل واحدة على شروط وافق بعضها منطقة البحث، إذ وضعت معادلة Carter (1961) لحساب زمن تركيز أحواض تصريف حضرية urban watersheds، ولمساحات تقل عن (20.7)كم^2، وطول المجرى الرئيس أقل من (11.3)كم، في حين خصصت معادلة Kirpich (1940)، للأحواض التي تقل مساحتها عن (0,45)كم^2 وانحدارات تراوح بين (3-10%)، وتبيّنَ أن التقديرات لم تكن متباعدة جدًا، إذ بلغ زمن التركيز في حوض وادي السفيرة على التوالي (9,4) (7,4) دقيقة، ونحو (2,7) (1,5) دقيقة لمجرى سيل هريرة. وبجمع قيم زمن التباطؤ من زمن التركيز، فإن زمن وصول المياه إلى الأحياء السكنية منذ بدء الهطل، يراوح بين (13-16) دقيقة من حوض وادي السفيرة، وبين (2-4) دقائق لمجرى هريرة.

وتمثل سرعة التصريف المعيار الأهم في تحديد خطورة السيول، وتشير إلى حجم المياه التي تقطع نصف القطر الهيدرولويكي للمجرى خلال ساعة واحدة، وترتبط بعوامل أخرى مثل الانحدار وغزارة الهطل، وانخفاض معدلات التسرب. وقد طبقت معادلة مينينغManning لحساب سرعة التصريف أو التفريغ، وهي تتطلب حسابات معقدة لنصف القطر الهيدروليكي من خلال قياس أبعاد المجرى السيلي، وقد بلغ عرض مجرى

وادي السفيرة (10)أمتار، وارتفاع جوانبه التي وصل إليها مستوى مياه السيل (1.5)مترًا –حسب مستوى الرطوبة على الجدران والرمال والدمار– وبلغ عرض القسم الأعلى من المجري، نحو (15)م، ولمّا كان شكل المجرى شبه منحرف، فقد حُسِبَتْ مساحة المقطع العرضي، والمحيط المبلل بناءً على المعادلات الرياضية الخاصة بالشكل شبه المنحرف، وبلغ نصف القطر الهيدروليكي نحو (1.44)، في حين بلغ عرض المقطع الصندوقي لمجرى سيل هريرة (0.75)م، وارتفاعه (0.3)م، وبذلك يبلغ نصف القطر الهيدروليكي (0.17). ويكون معدل التصريف للقيم الحدية السابقة لوادي السفيرة بين (19.4–8.2)م^3/ثا، وبين (3.9– 1.7)م^3/ثا لمسيل هريرة.

ولا تقل **سرعة التيار** أهمية عن معدل التصريف، وقد حُسِبَت من خلال معادلة (Bhatia ;1990.p 9-2)، فراوحت القيم لسيل وادي سفيرة بين (5,7– 13,5)م/ثا، ولمسيل هريرة بين (10– 22,9)م/ثا.

وقد أجمع معظم من تم سؤالهم من أهل الحي–خلال العمل الميداني– على حقيقتين: الأولى أن السيل بدأ بعد الهطل بمدة زمنية راوحت بين (15–30) دقيقة. والثانية: أنه استمر أقل من ساعة، وتقريبًا بين الساعة (3–4) عصرًا. ما سبق كلّه من **خصائص هيدرولوجية**، يؤكد خطورة الخصائص الهيدرولوجية لسيول المنطقة الجبلية، واستحالة تدارك خطرها لقصر المدة الزمنية التي تصل فيها إلى الحي السكني.

جيومورفولوجيّة المنطقة:

مع أنَّ السيول ظاهرة مناخية–هيدرولوجية، إلَّا أنَّ لخصائص تضاريس سطح الأرض دورًا مهمًا في زيادة قوتها أو إضعافها، فتقعر المنحدرات، وكثرة نقاط انقطاع الانحدار أو (المسارع Speeder)، في القطاع الطولي للمجاري السيلية، وقِصر مسافاتها وقربها من مخرج الحوض، وغلبة الحت والنقل على الترسيب، وضيق الوادي والمجاري. وتوفر مصدر قريب للحمولة السيلية. ذلك كلّه يَمُد مياه السيول بقوة تدميرية.

اكتسب حوض وادي السفيرة خصائصه الجيومورفوية من أصوله البنيوية– البنائية، التي تعكس شدة طي Folding طبقات الصخور الكلسية والدولومية، وتشكل محدبًا صندوقيًا ضيق القمة، غير متناظر، نشأت على سنامه أحواض مائية صغيرة المساحة، مستغلة صدوع الشد التي تواكب عملية الطي، كما عكست المجاري السيلية، الفارق الرأسي الكبير مع قصر المسافة بين قمة المحدب ونهايات جناحه الجنوبي الشرقي، وهي شروط مماثلة لتلك التي عَدَّها (Schumm: 1963) من أهم أسباب نشوء جريانات سيلية عالية السرعة في أحواض غربي الولايات المتحدة الأمريكية (Ritter & Others: 1995, P: 180).

بلـغ أقصـى طـول لحـوض وادي السـفيرة (1.2)كـم، فـي حـين بلـغ أقصـى اتسـاع (0.750)كم، وبلـغ طـول منحـدر هريـرة-مثلثـي الشـكل- نحـو (350)م، وأقصـى اتسـاع لقاعدتـه قرابـة (470)م. يصـنف حـوض وادي السـفيرة وفـق مسـاحته، ضـمن الأحـواض صـغيرة المسـاحة. ولـذلك تـأثير مباشـر فـي كميـة الميـاه والحمولـة المنصـرفة عنـه، فمـع شـمول العواصـف المطيـرة لمسـاحته كلّهـا، فـإن مكوناتـه جميعهـا مـن منحـدرات ومجـارٍ مائية، تسهم في عملية توليد الجريان السطحي، ولما كان انحدار سطحه متوسطًا، مع ترب قليلة العمق، وانعدام للنباتات، فإن حجم تصريفه الكامن يعادل تقريبًا حجم تصريفه الفعلي. ومع أن صغر المساحة لا يساعد في توليد سيول كبيرة الحجم، إلَّا أنَّ طبيعتها الجبلية تقف وراء قوتها التدميرية، وينطبق عليها ما أكدته دراسة (Lund & Others ; 2010, P: 17-23) بأنَّ السيول الأشد حدة، التي لا يمكن التنبؤ بها، تحدث عادة في أحواض التصريف المائي صغيرة **المساحة** إلى المتوسطة. والتي تتميز بتدفق تيار سريع الزوال، ومجارٍ موسمية- جافة.

و**لشكل الحوض** تأثير في حجم الذروة، وزمن وصولها إلى مخرج الحوض. فمن المُثبت جيومورفولوجيًا أن الأحواض القريبة من الشكل المستدير، قادرة على تشكيل جريانات سطحية أكثر خطورة من تلك المستطيلة، ذلك لأنَّ كمية من المياه تتجمع في نقطة الترافد المركزية لشبكة المجاري المائية، التي تتخذ نمطًا شجريًا، وتتجه نحو مخارجها دفعة واحدة. في حين تخرج المياه من الأحواض المستطيلة بكميات متعاقبة، متتالية، لاتخاذ شبكة مجاريها المائية نمطًا ريشيًا في توزعها. فتكون قمة الفيضان واضحة في الأولى ومنخفضة في الثانية. وقد بلغ معامل الاستطالة لحوض وادي السفيرة حسب معادلة (Schumm 1956. P: 612)، نحو (0.0258)؛ أي إنَّه شديد الاستطالة، وذلك بسبب العارض الجبلي الجنوبي المساير لمحوره، فيتخذ الحوض شكلًا صندوقيًا مطابقًا لمحور المحدب الذي نشأ عليه- وكأنه كومب Cumb أو سنام مفرغ- مع اتساع تدريجي نحو الشرق، إلَّا أنَّ العلاقة بين شكله ونمط تصريفه تخالف ما هو شائع جيومورفولوجيًا، فعلى الرغم من استطالة الحوض، إلَّا أنَّ وقوع مخرجه عند الزاوية الجنوبية الشرقية منه، في نقطة متعامدة مع محوره، جعل من تأثير استطالته مشابهًا لتأثير استدارة الأحواض، حيث تتجمع المياه عند نقطة مركزية، هي نقطة الترافد الأخيرة، قبيل مخرجه بنحو (300)م، وتتجه مجتمعة نحو الحي السكني، عبر جرف صخري شديد الانحدار. الصورة(7).



الصورة(7): شكل الحوض شبه المنحرف القريب من المستطيل ومخرجه في الزاوية الجنوبية الشرقية منه

وقد بيَّنت الدراسة الميدانية عدة عوامل تضريسية رفعت من خطورة سيول منطقة السفيرة، وبالتحديد القطاع الجبلي (الحوض والسفح)، ويأتي في مقدمتها:

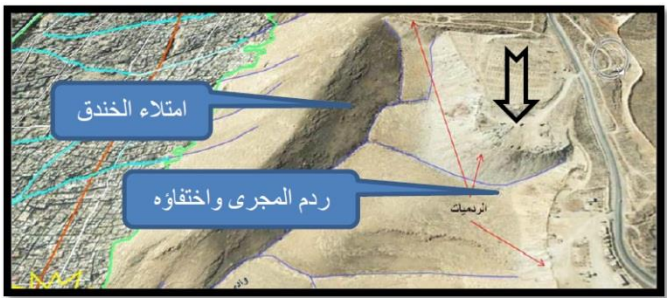
1- تحيط المرتفعات الجبلية ذات السفوح شديدة الانحدار، بالقطاع الأعلى من الحوض، وتقسم إلى نوعين، سفوح طبيعية، صخري شبه عار، يراوح انحداره بين (20-40) درجة، وأخرى صنعية، ترتبط بالمكب، لذلك فموادها مفككة، مع زوايا استقرار تراوح بين (25-30) درجة.

2- المنحدرات الصخرية الطبيعية محدبة عند قطاعيها الأعلى والأوسط، في حين تكون المنحدرات الصنعية مستقيمة مع تقعر طفيف، تتجه المنحدرات كلّها إلى الداخل لتوجيه مياهها مباشرة نحو المجاري السيلية.

3- تنحدر أرض الحوض عمومًا من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي.

4- تخدد ثلاثة مجارٍ مائية رئيسة أرض الحوض، أحدها- وهو الغربي- يمتد من منحدرات المكب نحو الشرق بطول (340)مترًا، واثنان شرقيان مترافدان قبل منطقة التجمع الرئيسة مع المجرى الغربي بنحو (80)مترًا، بطول متقارب (260-270)مترًا.

5- يمثل المكب الشمالي الغربي بمنحدراته الصنعية، وموادها الهشة، مصدرًا رئيسًا للحمولة السيلية المختلطة، فقد لوحظ تنوع الرواسب في الأزقة بين رملية وحجرية وقمامة. وقد لوحظ من مقارنة الصور الفضائية، لعامي (2007-2017)م، الصورة(7-8)؛ أن المكب آخذ بالاتساع، فقد امتد نحو الجنوب والشرق، ليطمس معالم مجرى مائي كان يرفد المجرى الغربي، كما امتلأ الخندق الكائن بين المكب والعارض الجبلي بالحطام والركام والقمامة.



الصورة(8): المكب عام (2007)

المصدر: التقرير الفني الأولي 2007.

6-لوحظ عند أقدام منحدر المكب الغربي، حدوث انهيالات بسبب عملية النسف السفلي المائي المتكررة لأحداث السيول، ومنها سيل (2018/4/26)م. الصورة(9). وهي بذلك مؤشر واضح على كون المكب من أهم مصادر الحمولة السيلية، التي تتفرش في قاع المجرى الغربي، أكثر من نظيريه الشرقيين.



الصورة(9): الانهيالات عند أقدام منحدر المكب الغربي.

7-المجرى السابق غني بالسقطات والركب في قطاعه الأعلى، الصورة(10). وتجمع الرواسب في قاعه، ذو قطاع عرضي غير متناظر، وأكواع بسيطة، يتجه نحو المخرج بزاوية قائمة معه، حيث يساير الحافة الشمالية للعارض الجبلي، ثم ينعطف انعطافًا حادًا بعد منطقة التراقد نحو المخرج.

8-يتميز المجريان الأيسران بقاع صخرية عار عمومًا، وأكواع بسيطة، وقطاع عرضي غير متناظر، عميق من الجهة اليمنى نحو (1,2)م، مع حفر إذابة وحت قليلة العمق (50-65) سم. وتسبب هذه الخصائص الجيومورفية للمجرى إحداث حركة مضطربة للتيار المائي، وانعدام نسبة المياه المتسربة، على الرغم من قلة انحداره (2-3) درجات الصورة(11).



الصورة(10): الركب والسقطات في المجرى الغربي



الصورة(11): انحدار المجرى الشرقي

9-تقع منطقة التقاء المجاري الرئيسة الثلاثة على مقربة من منطقة الركب والسقطات الخطيرة، وتبعد نحو (300)م فقط عن مخرج الوادي، تمتد نحو (100)م، يكون المجرى الرئيس فيها لطيف الانحدار (3-5) درجات، الصورة(12)، وأكثر اتساعًا، يدل على ذلك مظاهر الحت الجانبي كالأكواع، ثم يبدأ بالضيق تدريجيًا بالاتجاه نحو المخرج. قطاع الركب الأخطر. وهي أكثر المناطق أمانًا مع أنَّها قصيرة.



الصورة(12): ضيق الوادي وقاعه الصخري، قبيل قطاع الركب.

10- يبلغ طول قطاع الرُكب والسقطات نحو (200)م. وهو سلسلة من الجروف الصخرية المتدرجة هبوطًا نحو الجرف الأخير، نتجت عن ميل الطبقات بشكل رأسي عند الجناح الجنوبي الشرقي لطية قاسيون، ممَّا يعني أن عرض كل ركبة يمثل ثخانة الطبقة الصخرية، يراوح ارتفاعها بين (0.5-8) أمتار. يفصل بينها مسافات قصيرة، شبه مستوية. كما يقع أسفل كل جرف حفرة مليئة بالرمال والحصى. تتحدر سطوح بعضها بزوايا بين (35-70)درجة، فتكون بمنزلة مسارع ومساقط، تعمل على زيادة سرعة المياه الجارية، ومن ثَمَّ ترفع من قدرتها على الحت والنقل والتدمير. الصور (13-14-15- 16).



الصورة(13): قطاع الركب فوق جدار الجرف مباشرة.



الصورة(14): تعاقب سقطات وركب جرفية صخرية، ناظرًا نحو القطاع الأعلى.



الصورة(15): أكبر جرف في قطاع السقطات (8)م.



الصورة(16): مقطع جانبي لانحدار الجرف الرئيس (8) أمتار وسط قطاع السقطات.

11- يصبح الوادي أكثر ضيقًا كلما اتجه نحو العاصمة (7-10)أمتار. ويتخذ شكل حرف v، مع قاع صخري، ضيق، منبسط قبيل وصوله إلى منطقة الركب. الصورة(17).



الصورة(17): الوادي الخانقي، متجهًا نحو حي ركن الدين.

12- ينتهي الحوض بجرف صخري، يرتفع عن نهاية شارع السفيرة الغربي نحو (7)أمتار، الصورة(18). بعرض (10)أمتار. ويراوح انحداره بين (80)درجة في أعلاه، و(60)درجة عند قاعدته. الصورة(19). يعد أخطر أجزاء الوادي بعد منطقة الركب التي تعلوه مباشرة، تنتهي عنده السيول بحمولتها ومجروفاتها من القطاع الجبلي، لتنتقل إلى الجانب الحضري، فتفعل فعل الشلالات في الأنهار، إلَّا أنَّها أشد وطأة على مسقطها، وذلك بسب طبيعة حولتها الصلبة، وقد لوحظ العديد من الآثار المدمرة لسيل (2018/4/26)م، فقد تشكلت عدة حفر عند قاعدة الجرف، بأعماق راوحت بين (90-120)سم، واقتلعت أنابيب الصرف الصحي وكُسرت، وتحطمت القاعدة الاسمنتية التي تشكل سدًا صنعيًا لإضعاف قوة السيول. الصورة(20).



الصورة(18) بداية جرف السد الصخري وإشرافه على المباني



الصورة(19): جرف السد الصخري، بارتفاع (7) أمتار، وانحدار قائم.



الصورة(20): الحطام الصخري، وتدمير قاعدة الجرف الاسمنتية، وتكسير أنابيب الصرف الصحي. يوم (2018/5/9)م.

جيومورفولوجية سفح هريرة:

تتجه مياه منحدر هريرة على شكل سيول عبر مسيلاته نحو شارعي السفيرة الأوسط (الحجر) والسفيرة الشرقي (الأنوار المحمدية)، وهو سفح محدب عمومًا، ينسجم مع حالة الطي والدفع التي تعرض لها الجناح الجنوبي الشرقي لجبل قاسيون. الصورة(21).



الصورة(21): محدب هريرة ودونه المنازل العشوائية.

يخدد السفح أربعة مسيلات ضحلة وقصيرة، يبدأ أكثرها أهمية من منتصف السفح، ويتجه نحو المنازل بانحدار راوح بين (10) درجات في عاليته، و(3) في سافلته، الصورة(22). يضيق بالاتجاه ذاته من (150) سم، إلى (80)سم، يبلغ طوله نحو (175)م، يتخلله بعض نقاط انقطاع الانحدار، كالجرف الصخري في قطاعه الأعلى، الذي يبلغ ارتفاعه نحو (2)م، ينتهي بمقطع عرضي صندوقي، لا يزيد عمقه على (90)سم، صور رقم. (23). ويتصل بالحي السكني بمنحدر صخري مركب من أقسام شديدة الانحدار بين (30–60) درجة، ولمسافة نحو (10) أمتار. الصورة(24).



الصورة(22): مسيل منحدر هريرة.



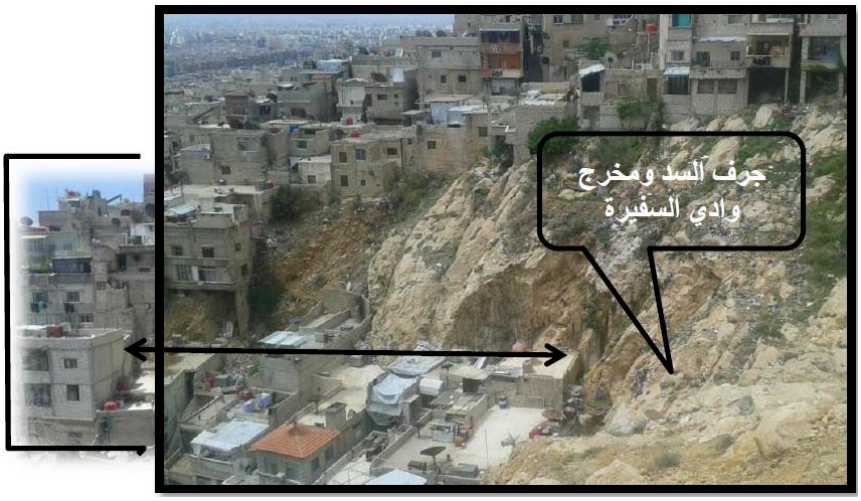
الصورة(23): القطاع العرضي من مسيل هريرة.



الصورة(24): الجرف الصخري لنهاية مسيل هريرة مع بداية السكن العشوائي.

التعديلات البشرية في جيومورفولوجية المنطقة الجبلية:

لا يمكن للظاهرة الطبيعية مهما بلغت من تطرف أن تصنف بالخطيرة، مالم تؤثر في حياة الإنسان أو ممتلكاته، لذلك فلا يمكن فصل الأسباب الطبيعية عن البشرية، وفي منطقة الدراسة اقتطع الإنسان جزءًا من حضيض الجبل وقطاعه الأوسط، الذي يعمل على استقرار المنحدر كلّه من جهة، وإيصال المياه الجارية بحمولتها إلى ما بعد حدود الجبل بيسر نسبيًا، واستُبْدِلَ بها أحياء سكنية كتيمة من الإسمنت والإسفلت. وتوغل مسافات مختلفة في قطاعه الصخري الأدنى، فبتر سافلة الجبل مشكلًا جروفًا صخرية حادة في بعض المواضع، وأخرى مكونة من حطام أقدام الجبل بسماكات تراوح بين (5–12)م، لتتحول إلى مساقط مائية خطيرة خلال الهطل الكثيف، تنتهي مياهها بسرعة عالية إلى الحي لسكني. الصور (25–26–27).



الصورة(25): اقتطاع صخور الباليوجين عند أقدام شرقي قاسيون

إن الاستجابة الهيدرولوجية لأحواض التصريف المائي الجبلية، صغيرة المساحة، حساسة للتدخلات البشرية التي تتمثل باستخدام الأراضي (Seethapathi et al; 2008). وتعدُّ منطقة الدراسة مثالًا صارخًا على ذلك، فاختيار القطاع الأعلى لحوض وادي السفيرة كموقع لتجميع النفايات والردم، يعدُّ كارثة بيئية بحد ذاتها، ومصدرًا رئيسًا لتغذية السيول بحمولتها المدمرة. مما ينعكس على ارتفاع مستوى مياه السيل وسرعتها إيجابيًا، فمع زيادة الوزن النوعي لمياهها وتوافر انحدارات كبيرة، يصبح فعل الجاذبية أشد في زيادة سرعة الجريان، ومن ثَمَّ ترتفع قدرتها على التدمير.



الصورتان (26-27): سقوط مياه السيل يوم 2018/4/26 من جرف السد.

المصدر: صورة عن فيلمين انتشرا عبر وسائل التواصل الاجتماعي عقب حدوث السيل بيوم عند جرف حارة السد.

تنطلق الاستراتيجيات الحديثة لمواجهة المخاطر الطبيعية، من تبني سياسة التعايش مع الأرض Living with the Earth، بوصفها وسطًا حيويًا، بدل التعامل معها كبيئة ماديّة بحتة. ممَّا يعني ضرورة التحول من العمل الدفاعي ضد الأخطار الطبيعية، الذي يستدعي مواجهتها بهدف الحد منها، أو تعطيل آلياتها نهائيًا. إلى إدارة المخاطر وتوجيهها flash flood guidance (FFG)، بل الإفادة منها إن أمكن (Wang & Others: 2107, P: 2)، وذلك ضمن الحدود الدنيا من التدخل البشري في التوازن الطبيعي.

وقد أجبر عدم اندماج التدابير الهندسية **Engineering measures** (المنشآت الصلبة) مع الوسط الطبيعي، العلماء والمؤسسات والحكومات على البحث عن حلول أكثر مواءمة للوسط الطبيعي، التي عُرفت بالتدابير غير الهيكلية **Non-engineering measures** (المنشآت الخضراء). ثم ظهر مؤخرًا **اتجاه ثالث**، يدمج بين أفضل ما يقدمه كلا الأسلوبين. فكانت أكثر كفاءة واستدامة. كما عززت استعادة بعض البيئات لتوازنها. إلَّا أنَّه لابدَّ من التنويه إلى أن الحماية من الفيضانات ليست مطلقة، وقد تولد إحساسًا زائفًا بالأمان (Stoffel (et al.); 2016, P: 24-26).

بناء على الدراسة الحالية يتقدم الباحثان بالحلول الآتية لمشكلة السيول في المنطقة الجبلية:

1- إزالة المكب نهائيًا من موقعه الحالي، أمَّا بناء جدران حماية -كما اقترح تقرير المحافظة- فلا يحول دون انهيارها تحت وطأة حركة موادها الهشة بفعل الجاذبية أولًا، وعمليات الحت المائي السفلي لقواعدها ثانيًا.

2-بناء حاجز اسمنتي في موضع قبيل منطقة الرُكب، ويمكن اقتراح موقعين هما الأنسب، الأول: بعد منطقة التقاء المجاري السيلية الرئيسة، حيث يقل انحدار المجري عن (3)درجات، الصورة(28). والثاني بعده بمسافة نحو (40)مترًا، حيث يتخذ الوادي شكلًا خانقيًا قبيل منطقة السقطات، وفيه يستفاد من ميل الطبقات الرأسية، التي تمثل جدرانًا صخريةً طبيعيةً تدعم الحاجز، كما يوفر ضيق القطاع العرضي، المواد والجهد والوقت. الصورة(29).



الصورة(28): موقع (1) المقترح لبناء السد.



الصورة(29): موقع (2) مقترح لبناء الحاجز، عند بداية تضيق الوادي، وقبيل منطقة الركب.

3-نشر مصائد معدنية شبكية تعمل على عرقلة حركة المياه الجارية من جهة، واحتجاز الحمولة من جهة أخرى، مع السماح للمياه بالمرور، ويجب أن تكون فتحات الشبكات مناسبة لحجم الحمولة، التي يراوح قطر أكبرها في القطاع الأعلى بين (5-10)سم، وعند القطاع الأدنى بين (1-2)سم. الشكل (3).

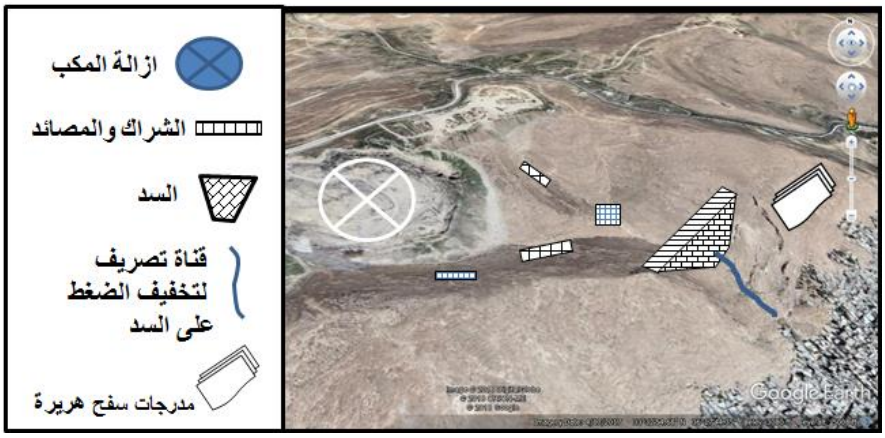
4-تحريج الحوض بأشجار مناسبة، أسوة بجبل قاسيون المجاور له. فمن المعروف أن الغابات والحراج تعيق حركة المياه، وترفع كميات المياه المحتجزة والمتسربة، وتقلل بذلك

من قدرة السيول على الحت والاقتلاع، فقد انخفضت ذروة الفيضانات بنسبة (85%)، بعد زراعة الغابات خلال المدة بين عامي (1935-1947)م، في منطقة White Hollow في ولاية Tennessee جنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية، وارتفعت المدة الزمنية لحدوثها من ساعة إلى ثماني ساعات، مما أتاح المدة الزمنية المناسبة لاتخاذ إجراءات الدفاع والسلامة ضد الفيضانات.

5- السماح لكميات من المياه بالتحرر عبر جدار الحاجز، من خلال مخرج يمكن التحكم به. لتخفيف الضغط عنه.

6- يمكن حفر آبار لتغذية المياه الجوفية، على أن يكون موضع الآبار بعد آخر مصيدة للحمولة، لكن لابدَّ من دراسة مسبقة عن توزع التجاويف الصخرية، وتحديد مستوياتها وخصائصها. وقد أجريت دراسة مشابهة على السفح الجنوبي الشرقي لجبل قاسيون غرب بلدة برزة، حُدِّدَت من خلالها مواقع الكهوف تحت السطحية، وأبعادها، عن طريق تفسير المعطيات الجيو-كهربائية (معتصم القادري: 2001، ص: 167).

7- تخفيف حدة انحدار سفح هريرة بإنشاء مدرجات أو مصاطب، إذ يستحيل إنشاء أي تدبير غير هندسي عليه، لقصره وشدة انحداره. وانعدام تربته.



الشكل (3): تحديد موقع السد والنفق

نتائج البحث:

يمكن إيجاز **العوامل الطبيعية** التي وقفت وراء كارثة سيل(2018/4/26)على النحو الآتي:

1. يمثل المكب في القطاع الأعلى لحوض وادي السفيرة، المصدر الرئيس للحمولة السيلية
2. يقع حوض وادي السفيرة الغربي، ومنحدر هريرة في مواجهة العواصف الرعدية المطيرة، التي تتميز بخصائص متطرفة من حيث الكمية وزمن الحدوث.

3. قِصر طول المنحدرات والمجاري المائية، وشدة انحدارها، وعدم وجود عوائق طبيعية، مما سرّع وصول المياه بحمولتها المدمرة إلى المباني. وقلل من المدة الزمنية المتاحة لاتخاذ إجراءات السلامة على المدى القريب.

4. وقوع قطاع الركب والسقطات والمسارع بين نقطة التركز الهيدرولوجية –نقطة التقاء المجاري الرئيسة– ونهاية الوادي الجرفية، خلال مسافة قصيرة. وتعدُّ منطقتا الركب والمخرج أخطر أجزاء القسم الجبلي.

5. يمتد بين منطقة الركب ومنحدرات المحيط الجبلي في القطاع الأعلى من حوض سفيرة، قطاع قليل الانحدار، لكنه قصير نسبيًا، وهو من أفضل الأماكن لمواجهة خطر السيول، قبل اكتسابها زخمًا أكبر مع وصولها إلى منطقة الركب.

6. يمكن الإفادة من بعض الخصائص البنيوية– الجيومورفية لاتخاذ مجموعة من التدابير، لدرء خطر السيول، والحد منه، كبناء حاجز عازل، وشبكة مصافي –فلاتر– للمياه والحمولة، والسماح بإمرار كمية من مياه السيول نحو مدينة دمشق، للإفادة منها وحماية الحاجز.

الملحق (1)

الوصف	المعادلة	وادي السفيرة	مسيل هريرة
كمية التصريف م3/ثا	$Q_{max} = 99\ A^{0.5}$ **Q:** حجم التصريف (م^3). **A:** مساحة الحوض (م^2).(Cooke; et al: 1982, P: 239)	77,3	33,9
زمن التباطؤ lag time (دقيقة)	$T_{lag} = 0.73 \times Ct\ (L \times Lca)^{0.3}$ **Tlag:** زمن التباطؤ بالساعات. **Ct:** معامل التباطؤ ويعتمد على خصائص الحوض ويراوح بين (1.8–2.2). **L:** طول المجرى الرئيس من مخرج الحوض إلى حدوده العليا (كم أو ميل). ويساوي (0.8) كم لوادي السفيرة، ولمسيل منحدر هريرة (0.175) كم. **Lca:** معامل شكل الحوض وهو (طول المجرى الرئيس من المصب وحتى نقطة مركز ثقل الحوض). ويبلغ (0.3) كم في وادي السفيرة. ونحو (0.175)كم في سفح هريرة. (البارودي: 2012، ص: 21–23)، (Ramiraz: 2000, P: 18)	6,9–5,6	1–0,7
زمن التركيز	$Tc = 0.0015476\ L^{0.6}\ S^{-0.3}$	9,4	2,7

concentration time معادلة Carter (1961) (دقيقة)	**Tc**: زمن التركيز (ساعة). **L**: طول الحوض (م). **S**: انحدار سطح الحوض (م/م). وهو لوادي السفيرة (0.2)م/م، ولمسيل هريرة (0.4)م/م. (Sharifi & Hosseini ;2011. P 713)		
زمن التركيز معادلة Kirpich 1940	$\mathbf{Tc = 0:0003245\ L^{0.77}\ S^{-0.385}}$ (Sharifi & Hosseini: 2011, P: 713)	7,4	1,5
سرعة التصريف معادلة Manning م/ثا	$\mathbf{Q = C\ (\ R2/3 \times j1/2)\ /\ \eta}$ **Q**: سرعة التدفق أو سرعة الجريان(م^3/ ثا). **C**: ثابت يساوي (1) في القياسات المترية. **R**: هو نصف القطر الهيدروليكي hydraulic radius يحسب من (A/pw). إذ **A**: مساحة المقطع العرضي وتساوي (18.75)م^2 لوادي سفيرة، و(0.225) م^2 لمسيل هريرة. **Pw**: المحيط المبلل ويساوي (13)م لوادي سفيرة، و(1.35) م لمسيل هريرة. **J**: انحدار المجرى المائي، (م/م). ويبلغ نحو(0.2)م/م أو قرابة (11.5)درجة لوادي السفيرة، إذ الفارق الرأسي نحو (160)م على طول (800)م. ولمسيل هريرة نحو (0.14) م/م، وهو ما يعادل (8.5) درجة، إذ الفارق الرأسي نحو (26)م، على مسافة (175)م هي طول المسيل. **η**: معامل خشونة السطح Surface roughness راوحت قيمه الحدية بين (0.03) للقنوات الجبلية الحصوية والحصباء، و(0.07) للمجاري الجبلية ذات الجلاميد. (Lavado & Others: 2007, P: 455)، (البارودي: 2012، ص: 23).	19,4 -8.2	3,9-1,7
متوسط سرعة التدفق م/ثا	$\mathbf{V = Q/A}$ V: سرعة التيار المائي (م/ثا) Q: معدل الجريان م^3/ثا. A: مساحة القطاع العرضي للمجرى (م^2). (Bhatia: 1990, P: 9-2)	13,5-5,7	22,9-10

المراجع العربية:

1. الأوجلي، سيف الدين محمد صالح : تحليل خارطة التباين المكاني لدرجات خطورة أودية القطارة– مطر – الجوابية "دراسة تحليلية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية "، جامعة بني غازي، ليبيا، (د.ت).
.uob.edu.ly/assets/uploads/pagedownloads/a9c94-.pdf

2. البارودي، محمد سعيد: تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد(48)، 2012.

3. الحافظ، محمد: المذكرة الإيضاحية للخارطة الجيولوجية السورية، رقعة شمالي دمشق NI-37-SW-G-3-b، وزارة النفط والثروة المعدنية، المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، مديرية المسح والدراسات الجيولوجية، دمشق، 2010.

4. الدجاني، دينا؛ عابدين، محمد يسار: الاتجاهات المستقبلية الفضلى لتوسع مدينة دمشق بمساعدة تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد(25)، العدد(1)، 2009.

5. دركل، عبد الناصر: الإجهادات القديمة في محدب قاسيون، نموذج لدراسة التكتونيك التكسري في السلسلة التدمرية، أسبوع العلم التاسع والثلاثين، المجلس الأعلى للعلوم، الكتاب الثاني، 1999.

6. دركل، عبد الناصر: الشقوق في محدب قاسيون، نموذج لدراسة الشقوق وأهميتها التكتونية في السلسلة التدمرية، أسبوع العلم السادس والثلاثين، المجلس الأعلى للعلوم، الكتاب الثاني، جـ1، 1996.

7. القادري، معتصم: التطبيقات الجيو–هندسية للطرائق الجيو–كهربائية، مثال مشروع برزة، دمشق، سورية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد(17)، العدد(2)، 2001.

8. الموسى، فواز: الخصائص المناخية والإحصائية لكميات الهطل السنوية في دمشق، مجلة بحوث جامعة حلب للآداب والعلوم الإنسانية والتربوية، العدد(95)، 2015.

9. النحلاوي، ماجد: خصائص أمطار دمشق و احتمالاتها، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، مجلة الزراعة والمياه، العدد(12)، يوليه، دمشق، 1991.

المراجع الأجنبية:

1. APFM/WMO: Guidance on Flash Flood Management, Recent Experiences from Central and Eastern Europe, Associated Programme on Flood Management, United Nations, 2007.

2. Bhatia. A: Fluid Power (Part 1) – Hydraulic Principles. Course No: M04-016. Continuing Education and Development, Inc. 9 Greyridge Farm Court. Stony Point, NY 10980, 1990.
info@cedengineering.com.

3. Creutin. J. D; Borga. M; Lutoff. C; Scolobig. A; Ruin. I; & Cr´eton-Cazanavee. L: Catchment dynamics and social response during flash floods: the potential of radar rainfall monitoring for warning procedures. METEOROLOGICAL APPLICATIONS.16, Published online 20 February 2009 in Wiley Inter Science, 2009.
(www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/met.128.

4. Creutin. J. D; Borga. M; Lutoff. C; Scolobig. A; Ruin. I; & Cr´eton-Cazanavee. L: Catchment dynamics and social response during flash floods, the potential of radar rainfall monitoring for warning procedures. METEOROLOGICAL APPLICATIONS.16, Published online 20 February 2009 in Wiley Inter Science, 2009.
(www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/met.128.

5. Lavado. C. F; Furdada. G; & Marqu´es. M. A: Geomorphological method in the elaboration of hazard maps for flash-floods in the municipality of Jucuar´an (El Salvador), 2007. www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/7/455/2007/ © Author(s) 2007. This work is licensed. under a Creative Commons License. Barcelona, Spain.

6. Lin. X; (Co): Flash floods in arid and semi-arid zones, Prepared in the framework of the International Hydrological Programme by the Working Group of Project H-5-2 (IHP-IV), UNESCO, Paris, 1999.

7. Lund. W. R; Knudsen. T. R; & Sharrow. D. L: Geologic hazards of the Zion national park, Geologic-hazard study area, Washington and Kane Counties, Utah, Utah Department of Natural Resources, ISBN 978-1-55791-833-8, 2010.

8. Mouty. M: A new model for structural deformation in the palmyride fold belt, Syria Damascus University Journal for BASIC SCIENCES Vol(31), No(1), 2015.

9. Rogelis. M. C; Werner. M; Obregón. N; & Wright. N: Regional prioritisation of flood risk in mountainous areas, Nat, Hazards Earth Syst. Sci., 16, 833–853, 2016.

10. Schumm, S. A: Evolution of Drainage Systems and Slope in Badland at Perth Amboy New York, Geol, Soc, Ame, Bull, Vol(67), 1956.

11. Sharifi. S; & Hosseini. S. M: Methodology for Identifying the Best Equations for Estimating the Time of Concentration of Watersheds in a Particular Region. 2011 American Society of Civil Engineers, Journal of Irrigation and Drainage Engineering© ASCE/November, 2011.

12. Shrestha. A. B: Resource Manual on Flash Flood Risk Management, Module 2: Non-structural Measures, International Centre for Integrated Mountain, 2008.

13. Torgersen. G; Ketil Rød. J; Kvaal. K; Bjerkholt. J. T & Lindholm. O. G: Evaluating Flood Exposure for Properties in Urban Areas Using a Multivariate Modelling Technique, Water **2017**, 9, 318, 2017. doi:10.3390/w9050318 www.mdpi.com/journal/water.

14. Wagener. Th; Gupta. H; Yatheendradas. S; Goodrich. D; Unkrich. C; & Schaffner. M: Understanding sources of uncertainty in flashflood forecasting for semi-arid regions. Quantification and Reduction of Predictive Uncertainty for Sustainable Water Resources Management (Proceedings of Symposium HS2004 at IUGG2007, Perugia, July 2007). IAHS Publ. 313, USA, 2007.

15. Wang. Y; Liu. R; Guo. L; Tian. J; Zhang. X; Ding. L; Wang. Ch; and Shang. Y: Forecasting and Providing Warnings of Flash Floods for Ungauged Mountainous Areas Based on a Distributed Hydrological Model, Water 2017, 9, 776; 2017.
doi:10.3390/w9100776.www.mdpi.com/journal/water ,China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing.

16. WMO. World Meteorological Organization: integrated flood management tools series, management of flash floods, The Associated Programmed on Flood Management (APFM), 2012. www.apfm.info

17. Young, A: Slopes. Oliver & Boyd, Edinburg, 1972.

ورود البحث: 2018/8/1	الموافقة على النشر: 2018/10/10