جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

بعض الأخطار الجيومورفولوجية على الهضبة الأولى وسهل بنغازي شمال شرق ليبيا "دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية"

*** د. محمود علي المبروك ** د. علي محمد الفيتو ري**

(عضوهيئة تدريس بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة طبرق - عضو هيئة تدريس بقسم الموارد والبيئة - كية الآداب والعلوم المرج - جامعة بنغازي - ليبيا)

- **المقدمة:**

تتفاقم الأخطار والكوارث الطبيعية ، وتزداد يوماً بعد يوم ، مهددة حياة الإنسان وممتلكاته بل ومقومات بيئته الطبيعية . والأخطار الطبيعية انواع متعددة متباينة فى خصائصها وقوتها وأثارها التدميرية، ولا يكاد يمر يوماً دون أن نسمع أو نرى أو نقرأ عن حدوث كارثة فى مكان ما من العالم. والأخطار الجيومورفولوجية والكوارث الطبيعية قديمة قدم الإنسان ،الذى حاول جاهدا أن يحد ويخفف من اضرارها. يهدف هذا البحث الي دراسة الأخطار الجيومورولوجية التي تتعرض لها الهضبة الأولي وسهل بنغازي بالمنطقة الشرقية فى ليبيا ،حيث تتعرض منطقة الدراسة لعدد من الأخطار والمشكلات الجيومورفولوجية ،التي ترتبط إما بخصائصها المورفولوجية أو العمليات الجيومورفولوجية السائدة ،وتتمثل أهم الأخطار الچيومورفولوچية بالمنطقة في الجريان السيلي أو الفيضانات العارمة Flash Flood ،والانهيارات الصخرية ، ومشكلات التجوية الملحية ،وسيتم التطرق لهذه الأخطار وطرق مواجهتها. وتتمثل أهمية هذه الدراسة أن الهضبة الأولي للجبل الأخضر تتميز ببيئة جبلية تقطعها العديد من الأودية الجافة ،وتتركز دراستنا هذه علي جزء من الهضبة الأولي فقط وجزء من سهل بنغازي ،ونظراً للبيئة الجبلية التى تميز منطقة الدراسة خاصة وشمال شرق ليبيا عامة وما يتطلبه التركز العمراني والسكان والنشاط البشري من حركة دائمة وإنشاء المراكز العمرانية والطرق البرية الساحلية والجبلية التى تتعرض للأخطار الطبيعية المختلفة ،فالطرق تمتد في بعض المناطق بمحاذاة المرتفعات او تقطع الأودية الجافة أو تمتد داخلها ، الأمر الذي يؤدي إلي كثرة الانحناءات والتعرجات للطرق التي تقطع الهضبة الأولي للجبل الأخضر ،كما أن هناك مناطق وتجمعات عمرانية تحت السفوح مما يعرضها ايضا للعديد من المخاطر مثل خطر التساقط الصخري وخطر الجريان السيلي ،كل ذلك يمثل خطورة واضحة علي الطرق والمنشآت المقامة عليها ومستخدميها في آن واحد.وتوصلت الدراسة أن الأخطار التي تتعرض لها المنطقة تختلف من مكان لأخر،ففي بعض الأجزاء تتعرض إلي خطر التساقط الصخري،بينما مناطق أخري تتعرض لخطر السيول من جراء جريان الأودية الجافة عند التساقط المطري ،بينما اجزاء أخري تتعرض للتجوية الملحية.

- **موقع منطقة الدراسة:**

تقع منطقة الدراسة فيما بين سهل بنغازي غرباً ، وحدود منخفض المرج شرقاً علي الهضبة الأولي بالجبل الأخضر الواقع في شمال شرق ليبيا ، وتمتد من الشرق إلى الغرب محاذية لخط الساحل ، وتتوغل جنوباً لمسافة تتجاوز 30 كم ، وحتى ارتفاع يزيد عن 400

جامـعة بنـغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

متراً داخل الهضبة الأولي حتى منخفض الأبيار . أما فلكياً فتقع بين دائرتي عرض ´15 ،˚32 - ´45 ،˚32 شمالاً وخطي طول ´15 ،˚20 - ´45 ،˚20 شرقاً . الشكل (1) .

- **أهداف الدراسة:**

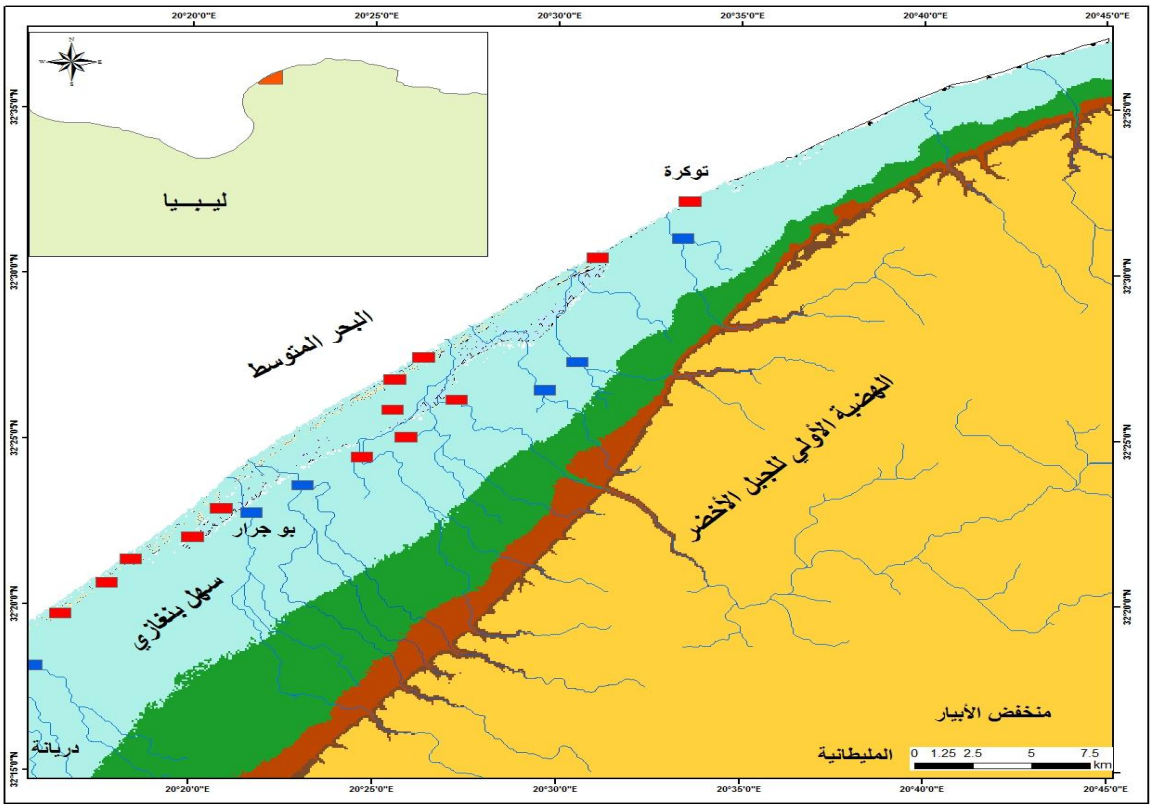
1- تحديد أنواع الخطورة التي تتعرض لها منطقة الدراسة والناجمة عن وجود مراكز العمران والأنشطة المختلفة بجانب الظاهرات الجيمورفولوجية التي تمثل خطراً قائماً.

2- تقييم ومواجهة نوع الخطر التي تتعرض لها منطقة الدراسة .

3-رسم خريطة لتحديد أماكن الخطورة التي تتعرض لها المنطقة محاولة الوصول إلي طرق مناسبة للحد من الأخطار الجيمورفولوجية التي تتعرض لها منطقة **الدراسة** ،وتختلف بالطبع هذه الطرق تبعاً لاختلاف نوع ودرجة الخطر.

- **طريقة الدراسة:**

اعتمد البحث في المقام الأول علي الدراسة الميدانية تم خلالها تحديد مواقع التساقط الصخري والمفتتات الصخرية على الطرق وقد تم استخدام جهاز تحديد المواقع الأرضية (GPS) حتي يتم توقيعها على الخرائط باستخدام برنامج Arc GIS v.9.3 ، كما استخدمت المرئية الفضائية للمنطقة SRTM والتي تم تنزيلها من القمر الصناعي الأمريكي. كم تم زيارة المناطق المتضررة من الجريان السيلي والتجوية الملحية.



الشكل رقم (1) : موقع منطقة الدراسة

جامـعة بنـغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

1. خطر الجريان السيلي:

تمثل السيول أحد مظاهر الجريان السطحي في المنطقة والتي تحدث على فترات غير محددة أو دورية ،ولهذا فإنها تعتبر خطرة لما تسببه من خسائر بشرية ومادية تنال مختلف الأنشطة البشرية وما يتصل بها من بنيات تحتيية (سلامة، 2010، ص 413) حيث يسقط المطر من عواصف رعدية منعزلة تتسبب في حدوث سيول محلية خاطفة في الأودية الجافة. هذا وتتصف هذه العواصف بعشوائيتها وشدة تغيرها الكمي والزمني مما يجعل إمكانية التنبؤ بها أمراً يكاد يكون مستحيلاً. كما أن ندرة الغطاء النباتي وضحالة التربة وصغر القنوات النهرية كلها تساعد في تحول كميات قليلة من الأمطار إلى فيضانات محلية خلال دقائق (مقيلي، 2003، ص 37). الجريان السيلي أحد أهم الأخطار الجيومورفولوجية التي تؤثر على عملية التنمية في ليبيا بصفة عامة ومنطقة الدراسة بصفة خاصة ، بسبب ما ينتج عنها من تدمير كلي أو جزئي للطرق الرئيسية بالمنطقة والتي أهمها :الطريق الساحلي شمالاً والطرق الداخلية جنوباً والجبلية التي تربط مابين القرى بمنطقة الدراسة شرقاً ، ولدراسة السيول بمنطقة الدراسة وتحديد مدى خطورتها وقدرتها التدميرية .تختلف درجة خطورة السيل حسب كمية الأمطار الساقطة على كل حوض من أحواض التصريف بمنطقة الدراسة فلكل حوض خصائصه المورفومترية والصخرية التي يتحدد منها درجة خطورته عن باقي الأحواض ولتحديد درجة خطورة أحواض التصريف بمنطقة الدراسة تم استخدام الطريقة التي اقترحها الشـــامي (الشامي، 1995، ص72). حيث تعتمد هذه الطريقة على تحديد احتمالية وقوع السيول وخطورتها وكمية ما تغذيه من مياه للخزان الجوفي بالمنطقة من خلال ثلاثة متغيرات وهي معدل التشعب (التفرع) وتكرار المجري وكثافة التصريف وذلك للأسباب التالية :

1. معدل التشعب يفيد في معرفة درجة خطورة الحوض لأنه عامل تحكم في معدل التصريف ومدى خطورة السيل ، فإذا كان معدل التشعب مرتفعا فإن الحوض يعطي جريانا سطحيا بطيئا مما يعطي فرصة كبيرة لتسرب المياه تحت السطح ويعطى ايضاً فرصة كبيرة لزيادة التبخر، يعمل على تخزين المياه في صورة مياه جوفية، والعكس في حال انخفاض معدل التشعب للأحواض.

2. يعتبر معدل تكرار المجارى من العوامل المهمة التي تؤثر في درجة خطورة حوض التصريف ، لأنه يعبر عن مدى كفاءة شبكة التصريف في تجميع ونقل الأمطار الساقطة على سطح حوض التصريف إلى مخرج الحوض، فإذا كانت قيمة معدل تكرار المجاري كبيرة فإنه يدل على تجمع المياه في صورة جريان سطحي يزيد من فرصة حدوث السيل والعكس.

3. تفيد دراسة كثافة التصريف في معرفة درجة خطورة الحوض ،وذلك لعلاقتها القوية بحجم التصريف، فإذا كانت كثافة التصريف كبيرة فيؤدي ذلك إلى حدوث سيول باحتمالية كبيرة وكمية كبيرة، أما إذا كانت كثافة التصريف صغيرة فإنه يؤدي إلى احتمالية صغيرة لحدوث السيول وإذا حدثت فإن كمياتها تكون صغيرة. وباستخدام المتغيرات الثلاثة كما تظهر من الجدول رقم (1) ووضع قيم المعاملات المورفومترية على النموذج الذي أعده الشامي كما يظهر من الشكل رقم (2) حيث ينقسم النموذج إلى ثلاثة حقول وهي أ ، ب ، ج.

الحقل الأول (أ): وهو يتضمن الأحواض التي تكون احتمالات السيول فيها ضعيفة واحتمالات وجود المياه الجوفية فيها كبيرة.

الحقل الثاني (ب): ويمثل الأحواض ذات احتمالات السيول العالية، والمياه الجوفية المنخفضة.

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

الحقل الثالث (ج): ويمثل فئة وسط بين (أ ، ب) فيشمل الأحواض ذات احتمالية السيول المتوسطة، وكذلك تواجد مياه جوفية متوسطة.

ويبين الشكل (2-أ) الذى يوضح احتمالية حدوث سيول ودرجته واحتمالية وجود مياه جوفية من عدمه حسب معدل التفرع وكثافة التصريف الأتى

- أحوض ذات احتمالية سيول ضعيفة واحتمالية وجود مياه جوفية عالية: وهى تلك الأحواض التي تقع في حقل أ وتشمل حوضين،، بنسبة 14% من جملة أحواض منطقة الدراسة هما الصغيرة والعقر.
- أحواض ذات احتمالية سيول عالية ومياه جوفية منخفضة: وهى تلك الأحواض التي تقع في حقل ب وتشمل أربعة أحواض، بنسبة 28% من جملة أحواض منطقة الدراسة، وهي الهيس، زازه، أم سناب، المغسل.
- أحواض ذات احتمالية متوسطة في حدوث السيول ووجود المياه الجوفية: وهي تلك الأحواض التي تقع في حقل ج، وتشمل سبعة أحواض بنسبة 58% من جملة أحواض منطقة الدراسة، وتقع في هذه الفئة أغلب الأحواض وهى الصليب، الباكور، اليهودي، الكوف، الجويبيه، الحوته، الجبله.

(الجدول – 1): المتغيرات المورفومترية المستخدمة في تحديد خطر السيول باحواض التصريف بمنطقة الدراسة

الأحواض	كثافة التصريف	معدل التشعب	معدل تكرار المجاري
البرابيس	3.2	4	5.7
الهيس	3.1	3	5.5
زازه	2.8	2	6.3
الصليب	20.4	5	5.5
الصغيره	2.6	5	5.9
الباكور	3.1	4	5.6
اليهودي	4.7	5	5.9
العقر	2.7	6	5.6
الكوف	1.8	4	3.3
الجويبيه	4.8	5	9.2
ام سنلب	3.4	3	5.9
الحوته	3.2	5	5.7
المغسل	3.6	4	3.6
الجبله	2.8	4	5.4

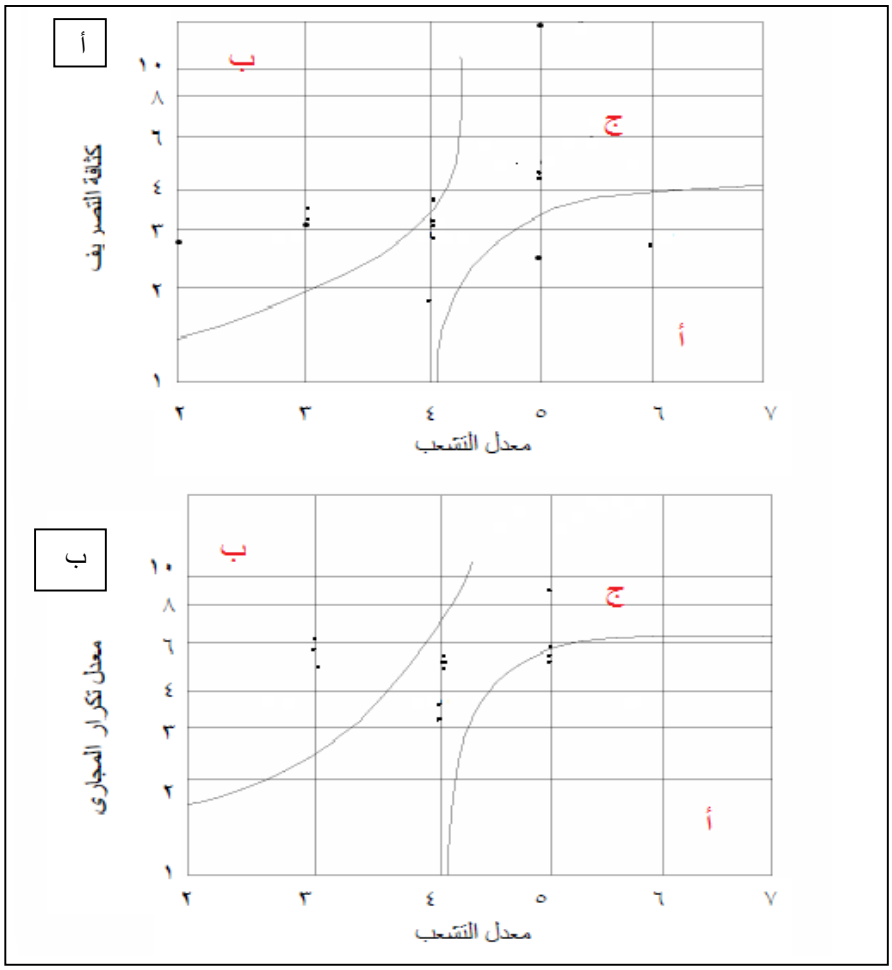
بينما يوضح الشكل (2- ب) احتمالية حدوث سيول ووجود مياه جوفية حسب معدل التفرع وتكرار المجارى اللآتى:

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

- **أحواض ذات احتمالية سيول عالية ومياه جوفية منخفضة:** ويقع في هذه الفئة الأحواض التي تقع في حقل ب، وتشمل نصف أحواض منطقة الدراسة، وهي البرابيس، الهيس، زازه، الصليب، الباكور، أم سناب، المغسل، الجبله.
- **أحواض ذات احتمالية متوسطة في حدوث السيول ووجود المياه الجوفية:** وتقع في هذه الفئة النصف الآخر من أحواض التصريف بمنطقة الدراسة، وهي الصغيرة، اليهودي، العقر، الكوف، الجويبيه، الحوته.

ومن خلال هذا العرض يتضح أن:

معظم أحواض منطقة الدراسة والتي وقعت في الحقلين (ج)، (ب) في الحقلين ذات الفرصة المتوسطة والعالية في حدوث السيول، وبذلك لا بد من أخذ الحيطة والحذر في استغلال مراوح أحواض تصريفها في الأنشطة البشرية المختلفة ووضع أساليب الحماية المناسبة للمنشآت المقامة حالياً وما سوف ينشأ مستقبلاً.



(الشكل ــ 2):التقييم الهيدرولوجي لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة اعتمادا على نموذج (الشامي،1995)

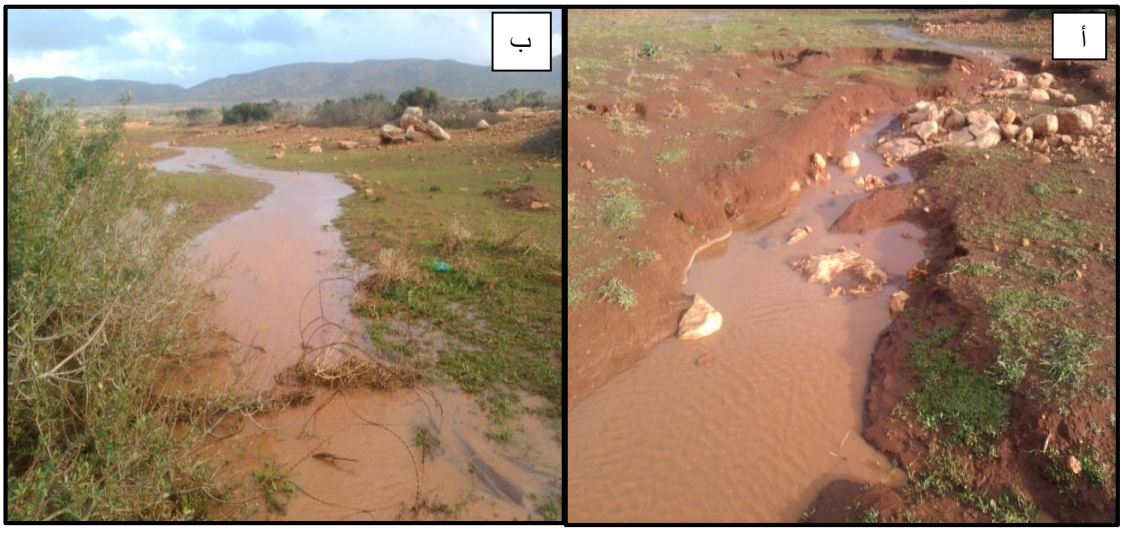
جامـعة بنـغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

جـ. عوامل حدوث السيول:

تحدث السيول عند تدفق كميات مرتفعة من المياه فوق أسطح متفاوتة الانحدار بكميات وسرعات عالية على شكل جريان غطائيSheet Flow وتنقل السيول كميات عالية من المياه خلال وقت قصير بسرعات عالية ولمسافات متفاوتة تحددها مسببات حدوث السيول.

د. آثار الجريان السيلي على منطقة الدراسة:

تعد المياه الجارية أهم عوامل التشكيل الجيومورفولوجي التي يظهر أثرها علي منطقة الدراسة سواء في الماضي او الحاضر، ويتمثل تأثيرها في الوقت الراهن في الجريان السيلي وما ينتج عنه من ظاهرات بناء أو هدم، وذلك حسب قوة السيل ومدي إستمراريته. ومن أهم الظاهرات الناتجة عن السيول إعادة تشكيل قيعان الأودية ،وذلك من خلال النحت الرأسي للرواسب مكوناً بذلك مصاطب نهرية يمكن التعرف منها على مناسب السيول وارتفاعها ، كذلك تظهر آثار السيول عندما يكون شكل التدفق المائي عشوائيا overland flow أي أنه لا يتبع مجاري الأودية بل ينتشر في أشرطة رفيعة من الماء، وتتخذ التدفقات العشوائية أشكالاً متعددة منها ما يعرف باسم التدفقات الغطائية sheet flows التي تنتشر على شكل أغشية مائية (بحيري، 1979م، 98) فيقسم الغشاء المائي السطح إلى أعداد من القنوات الرفيعة المتعرجة كما هو موجود بمراوح وادي البرابيس ووادى الصليب عند الجريان السيلي الذي حدث بتاريخ 30. 12. 2013م، صورة (1). كذلك تعمل السيول على تجريد المنحدرات من غطاء المفتتات الصخرية وتركها عارية أمام عمليات التجوية المختلفة مما يؤدي لانهيار الصخور وتراجع جوانب الأودية، ويعمل الجريان السيلي على نحت قواعد المراوح مما يؤدي لإظهار مكوناتها، كذلك تعمل على نحت قنوات سيليه فوق أسطحها، ويمكن التمييز بين القنوات الخانقية الضيقة التي ترتبط بالسيول القوية، الصورة (2) وبين القنوات الضحلة المتسعة المضفرة. وتؤدى السيول إلى تقطيع الطرق الترابية بمنطقة الدراسة، الصورة (3) وفي بعض الأحيان تقوم السيول بمنطقة الدراسة بغمر الاحياء والشوارع وخاصة تلك الموجودة في المنخفضات كمنخفض الأبيار والذي غمر بالمياه كنتيجة للأمطار الفجائية التي هطلت على المنطقة بتاريخ 2015/8/7م، الصور (4).



(الصورة – 1) :انتشار الجريان السيلي بمنطقة الدراسة بشكل عشوائي علي اسطح المراوح لأحواض البرابيس والصليب، اتجاه التصوير الجنوب الشرقي

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

(الصورة – 2) :قنوات خانقية ضيقة مرتبطة بالسيول القوية علي سطح مروحة وادى البرابيس بالقرب من شاطئ البحر،اتجاه التصوير الشمال.

(الصورة – 3) : تدمير الطرق الزراعية بمنطقة الدراسة بواسطة الجريان السيلي لحوض وادي البرابيس.

جامـعة بنـغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

(الصور-4): تبين اجتياح مياه السيول لمنطقة الأبيار وإغراق بعض الأحياء بتاريخ 2015/8/7م)

2. خطر التساقط الصخري:

تعد الأخطار الناجمة عن تساقط الصخور من أقل الأخطار انتشاراً فى المنطقة نظراً لابتعاد الحافة الجبلية الرئيسية عن مراكز العمران البشرى فى السهل الساحلى (سهل بنغازي) لذلك تقتصر الأخطار الناتجة عن تلك العملية على بعض المواضع من طريق توكرة/ المرج ، وهى المواضع التى يقترب فيها الطريق من منحدرات الجانب الأيمن لوادى الباكور. تحدث الانهيارات الصخرية والتساقط ألصخري عموماً في السفوح الجبلية المنحدرة التي تم تقطع طبقاتها الصخرية بفعل التصدع أو الحت المائي أوالتجوية الميكانيكية، وتمتاز بتتابع طبقي يسمح بتسرب الماء من الطبقات السطحية ليتجمع في أسطح التطبق فوق الطبقات المصمته (سلامة، 201، ص.427). كصخور تكوين ابولونيا الذي يمتاز بتعاقب الطبقة الصلبة مع الهشة مما سمح بتكون شقوق وفواصل سمحت بمرور المياه وفصل الكتل الصخرية عن بعضها البعض الآخر، وأيضاً بعض المواضع على الطريق القديم الممتد من داخل حوض وادي الباكور، وكذلك الهبوط الكارستي وهو نوع من انواع الانهيارات الصخرية التي تحدث في الصخور الكارستية، حيث ينخفض سطح الأرض عند تعرضه لضغوط تنتجها مشاريع البنية التحتية أو العمرانية وذلك كنتيجة لفقدان التوازن الأرضي للتكوينات الصخرية.كما يحدث عند تفريغ بعض المكونات الصخرية في الأعماق الأرضية، حيث تساهم عمليات التجوية وبخاصة الإذابة والكربنة، التي تتعرض لها التكوينات الصخرية الجيرية في هبوط سطح الأرض كما يحدث عند انهيار أسقف الكهوف الكارستية (سلامة، 2010، ص 433). ويتعرض سطح الأرض في منطقة الدراسة للهبوط الكارستي مكوناً حفر بالوعية بأقطار وأعماق مختلفة نتيجة لتراجع منسوب المياه الجوفية وتصاعد عمليات الإذابة والكربنة في الصخور الجيرية، كما تتعرض المنطقة للهبوط الأرضي مكونة أحواض الإذابة الكارستية (الصورة 5).

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

وتنتج الأخطار الناجمة عن الانهيارات الصخرية نتيجة للتباين الليثولوجي للمنطقة، إذ تتألف المناطق التي يخترقها الطريق في وادى الباكور من تعاقب للطبقات العلوية من الحجر الجيري الصلب مع أخري سفلية ضعيفة من الحجر الجيري الطباشيري تتبع تكوين ابولونيا، ويسهل تفككها بفعل عوامل التجوية، إلى جانب انتشار الفواصل والشقوق والتي يؤدى تقاطعها مع بعضها البعض الآخر إلى انفصال بعض الكتل عن واجهات المنحدرات، والتي تزداد خطورتها عند تشبعها بالرطوبة المتوفرة من مياه الأمطار، مما يساعد بطبيعة الحال على انزلاق الكتل المرتكزة عليها، بالإضافة إلى أن صخور الحجر الجيرى من أكثر أنواع الصخور قابلية لعمليات التجوية الكيميائية، خاصة عمليات الإذابة التي تتم على طول محاور الفواصل والشقوق مما يؤدي على اتساعها ، وانفصال الكتل وسقوطها، كما أن وفرة تلك الفواصل يساعد على تسرب المياه إلى الطبقات الضعيفة والتي تعد بمثابة مستويات انفصال للكتل الصخرية، الأمر الذى يهدد اتزانها وبالتالي سقوطها، الصورة (6).

الصورة – 5) حوض اذابة كارستي بسهل بنغازي

(الصورة–6):عمليات الإذابة أدت إلى اتساع الفواصل بين الصخور علي أحد جانبي طريق وادي الباكور.

جامـعة بنـغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

كما تساهم الظروف المناخية بدور ملحوظ في حركة المواد وانفصال الكتل من المنحدرات في منطقة الدراسة، نظراً لكبر المدى الحرارى حيث يؤدى تعرض التكوينات الصخرية للحرارة المرتفعة نهاراً والبرودة ليلاً بتمدد المعادن المكونة لها التي بدورها تكون الشقوق وازدياد اتساع الفواصل وتوغل تأثير التجوية إلى داخل الصخر، مما يعمل على انفصال بعض الكتل من المنحدر؛ كما أن ندرة الغطاء النباتى على المنحدرات تساعد على انفصال الصخور،ونشاط عمليات التجوية الكيميائية في الصخر تعمل على انفصال بعض الكتل، كما أنه في حالة سقوط كميات كبيرة من المطر فتعمل علي غسل المنحدر واكتساح كميات كبيرة من الرواسب والكتل وتلقي بها على الطرق، الصورة (7) مما يساهم في كشف المنحدرات أمام عوامل التحات، بالإضافة إلى أن انحباس كميات من المياه داخل الفواصل والشقوق ينتج عنه تولد لضغوط قد تكون قوية، وبالتالي يكون لها تأثيرها على هذه الكتل التي تكون متشبعة بالمياه فتنهار الطبقات التى فوقها وخاصة صخور تكوين ابولونيا الذي يمتاز بوجود طبقات ضعيفة تتفاعل مع المياه كما يحدث عادة على الطريق الجبلي القديم الموجود بحوض وادي الباكور بمنطقة الدراسة، الصورة (8).

(الصورة – 7) : أثر الأمطار على سفوح منطقة الدراسة وخاصة القريبة من الطرق بحوض وادي زازه.

(صورة ــــــــ8): تبين انهيار صخري للطبقات التي يقطعها الطريق الجبلي بحوض وادي الباكور.

كما أن درجة الانحدار من العوامل المهمة في حركة المواد على المنحدرات وتشير الدراسات إلى أن درجات الانحدار الشديدة التي تتراوح بين 26.5° – 45° لا تصلح لإقامة المنشآت أو الاستخدامات البشرية، وتحدث عملية التساقط والانهيارات الصخرية على السفوح الشديدة الانحدار والتي يزيد انحدارها عن 26° (علي ، 2000، ص45) بالإضافة إلى قد يؤدى تدخل الإنسان من خلال ممارسته للأنشطة البشرية مثل شق الطرق وإنشائه للمدن إلى حركة المواد على المنحدرات، حيث يضطر لتقطيع الأجزاء البارزة من الجبال أو التلال عند شق الطريق، مما يؤدى إلى تشكيل بعض الجروف على جانبيه ، كما هو الحال في الطريق الممتد بين توكرة و المرج ، والذى تم تقطيع وتسوية بعض أجزائه في منطقة التلال الجيرية، الصورة (9).

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

(الصورة ـ 9): شق الطرق لها دور في اضعاف وتماسك الصخور، الطريق الساحلي الرئيسي

3. مشكلات التجوية "التجوية الملحية"

يقصد بعملية التبلور تكون ونمو بلورات الملح داخل الشقوق والفواصل والحفر المنتشرة في الصخور وحوائط المبانى ، مما يؤدى إلى ضغوط على الصخر وحوائط المبانى ومن ثم تفكك وتفتت بعض الأجزاء السطحية منها ، وتتمثل مصادر الأملاح في المنطقة فيما تحمله الرياح من أملاح الصوديوم وكربونات وكبريتات وكلوريدات في هيئة مسحوق وأتربة ملحية تمتلئ بها الشقوق والفواصل (جودة حسنين جودة ، 1996م، ص 103) ، إلى جانب صعود المياه الجوفية من أسفل إلى أعلى بفعل الخاصية الشعرية ، والتي ترسب ما بها من أملاح بالقرب من السطح أو فوقه عقب تبخرها، الصورة (10) ولهذه العملية أثرها على قواعد وأساسات وحوائط المبانى والتي تتعرض للتفكك بفعل تخلل الأملاح لمكونات الخرسانة والحوائط (آمال إسماعيل شاور ،2002، ص735) بالإضافة إلى الأملاح التي يحملها الرذاذ المتطاير من مياه الخليج عند ارتطام الأمواج بخط الساحل في فترات المد والعواصف المدية، ويتركز أثر هذه الأملاح على المنشآت والطرق القريبة من خط الساحل بمنطقة الدراسة، صورة رقم (11).

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

(الصورة – 10): ترسب الأملاح بفعل تبخر مياه البحر علي رصيف مشاة بالقرب من شاطئ البحر

(الصورة –11):تفكك الأساسات الخرسانية بفعل تخلل الأملاح بها

ويؤدى نمو بلورات الملح إلى تفكك الصخور ومكونات المبانى ، ويتم ذلك بالطرق الآتية:

أ. نمو بلورات الملح

تحدث هذه العملية نتيجة لاستمرار تراكم الأملاح الذائبة حول بلورات الأملاح ، وفيما بينها وبين جدران الصخور المحيطة بها ، مما يؤدى إلى ازدياد حجم البلورات الأصلية ، وحدوث ضغط وإجهاد على الصخر تقدر بنحو 47 باراً ، ومن ثم تشقق الصخور وتفتته (سباركس.ب ، 1983، مترجم، ص43).

ب. تميؤ الأملاح

يقصد بالتميؤ تشبع بلورات الأملاح بالرطوبة الجوية ، فتتمدد هذه البلورات بنسبة قد تصل إلى نحو 0.5% من حجمها (محسوب، 1996م، ص 293) مما يؤدى إلى حدوث قوة ضغطية وتدميرية هائلة على الشقوق والفواصل والحبيبات الصخرية ، خاصةً إذا ما احتوت البلورات الملحية على نسب كبيرة من أملاح الكربونات والسلوفات والكلوريدات.

ج. التمدد الحراري لبلورات الملح

يؤدى ارتفاع درجة الحرارة أثناء النهار إلى حدوث تمدد لبلورات الأملاح داخل الفواصل والشقوق بمعدلات تفوق تمدد الصخور ذاتها ، مما يزيد من تأثيرها الهدمي ، وقد سبقت الإشارة إلى أن كلوريد الصوديوم على سبيل المثال يزداد حجمه بمقدار 1% عندما ترتفع درجة الحرارة، كما أن نترات الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم تتمدد بمعدلات تزيد عن ثلاثة أضعاف تمدد صخر الجرانيت(Cook,R.,&Doornkamp,J.,1977,p.291) مما يؤدى إلى حدوث ضغوط تعمل على توسيع الشقوق والفواصل وتحطم الصخر. بالإضافة إلى ذلك، فقد تحدث تفاعلات كيميائية للتجوية الملحية، مما يؤدى إلى تغير في حجم وتركيب بلورات الملح، مثلما يحدث عند اتحاد كبريتات الكالسيوم بالماء وتحولها إلى كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) (كامل، 1998، ص219)، وهو مركب يزيد حجمه بمقدار 33% عن الحجم

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

الأصلى للمركب، مما يؤدى إلى خلق ضغوط على الغطاءات الأسمنتية وجدران المبانى والصخور وتحطمها، هذا إلى جانب التفاعل الذى يحدث بين ألومنيات الكالسيوم الثلاثية (C3A) الموجودة في الأسمنت والسلفات والكلوريدات المذابة في الماء، والذى يؤدى إلى تكوين معادن أو مكونات جديدة (سلفات كالسيوم/ألومنيوم) مما ينتج عنه تحطم الأسمنت (Cooke,R.,et ،al,1982,p.145) بالإضافة إلى التفاعل الكيميائى الذى يحدث بين الأملاح وكل من الأسمنت والحديد المكون للأعمدة الخرسانية في المبانى والذى يؤدى إلى تحطمها (Goudie,A.,2003,p.11).

- **الأخطار الناجمة عن التجوية الملحية**

تؤدى العمليات السابقة إلى حدوث تدمير للمبانى والطرق والمنشآت في منطقة الدراسة، والذي يتمثل فيما يلى:

1. تعرض أساسات وجدران المبانى والمنشآت لعمليات التفكك المختلفة بفعل الأملاح خاصة مع اقتراب تلك المنشآت من خط الساحل، صورة رقم (12) أو في المناطق التي يقترب فيها منسوب المياه الجوفية من السطح.
2. تعرض أعمدة الإنارة المعدنية ومواسير الصرف الصحى والدعامات المعدنية الموجودة بأبواب وشبابيك المبانى للتآكل نتيجة للتفاعلات التي تحدث بين الأملاح والحديد المكون لها، ويزداد تأثير هذه العملية بالاقتراب من خط الساحل، بينما يقل تأثيرها في المناطق الداخلية الموجودة أعلى هضبة الجبل الأخضر، الصورة (13).

(الصورة –12): تعرض أساسات وجدران المباني للتفكك بفعل الأملاح بالمباني القريبة من شاطئ البحر بمنطقة الدراسة

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

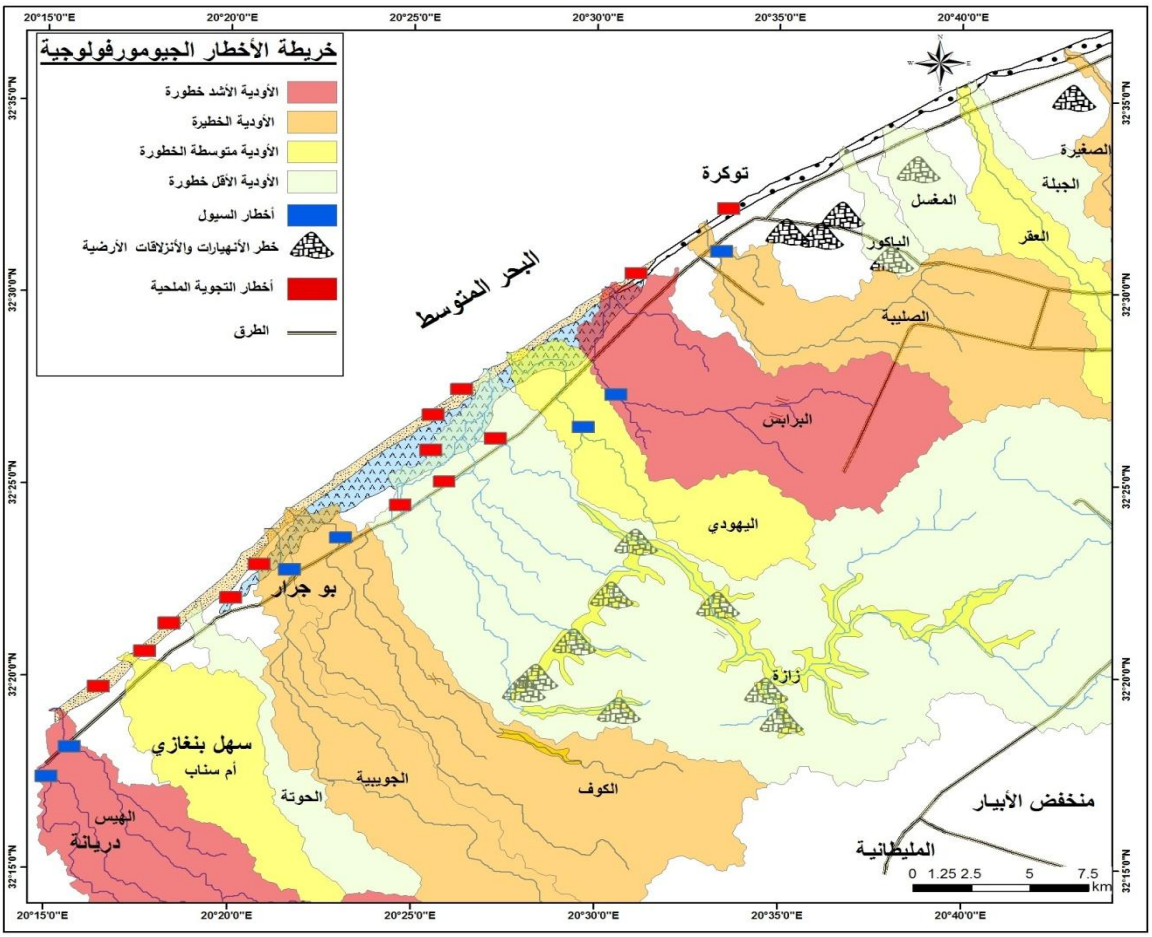
(الصور-13): تبين تأكل الدعامات المعدنية كنتيجة للتفاعلات الكيمائية

3. تدمير وإتلاف دهانات حوائط المبانى وتغير ألوانها في المناطق القريبة من خط الساحل بمنطقة توكرة ودريانة المتاخمة لشاطئ البحر بسبب تطاير رذاذ مياه البحر المالحة مع ارتفاع معدلات التبخر وترسب الأملاح ونمو بلوراتها بين الشقوق والشروخ، وهو ما يؤدى إلى تآكل طبقة الأسمنت وظهور الجدران مكشوفة بعد إزالة الدهانات الخارجية، الصورة (14).
4. تعرض الطرق للتشقق والهبوط والتلف في الأجزاء القريبة من خط الساحل أو التي تخترق مناطق السبخات، كطريق دريانة تنسلوخ بمنطقة الدراسة، ويرجع ذلك إلى ازدياد معدلات التبخر مع ارتفاع درجة الحرارة وصعود المياه الجوفية مع ما تحويه من أملاح ذائبة ومواد عالقة لتتراكم بين الشقوق والفواصل الموجودة في طبقة البيتومين سوداء اللون، الصورة (15) والذى يساعد لونها على امتصاص الحرارة وبالتالي زيادة نشاط التجوية الملحية وتلف الطرق والمنشات الساحلية بمنطقة الدراسة، وفي نهاية الدراسة تم توقيع مواقع للأخطار الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة علي خريطة، الشكل (3).

(الصورة – 14): إزالة للدهانات الخارجية وتكون البقع الملحية للمباني القريبة من البحر.

الصورة – 15): تراكم الأملاح بين الشقوق في طبقة البيتومين.

جامـعة بنـغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962



(الشكل -3): خريطة الأخطار الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة

التوصيات بشأن مواجهة الأخطار بالمنطقة:

أ. أساليب أو طرق مواجهة أخطار السيول:

تعتمد مواجهة أخطار السيول على العديد من الأساليب والطرق التي يمكن تطبيقها بغرض الحماية شبه الكاملة للمرافق وكافة أوجه الاستغلال البشرى في المنطقة، وفيما يلى عرض لأهم الوسائل المقترحة لمواجهة أخطار السيول والتي يمكن إيجازها في النقاط التالية:

1. دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف في المنطقة، لتحديد مناطق تجميع الأمطار ومسارات السيول، والاستفادة منها في وضع التصميمات الهندسية الملائمة للمشروعات الاقتصادية والعمرانية بما يضمن الحد من خطورة الجريان.
2. دراسة خرائط الطقس وخرائط طبقات الجو العليا وصور الأقمار الصناعية للتنبؤ بهبوب العواصف السيلية والفترة التي ستحدث بها لعمل الاستعدادات اللازمة لمواجهتها.
3. عدم إقامة المناطق السكنية والقرى والمزارع في بطون الأودية أو عند مصباتها أو علي مراوح الأحوض الشديدة الخطورة والتي تم تحديدها في الدراسة كحوضي البرابيس والهيس.

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

4. يراعى عند إقامة الطرق في بطون الأودية أن يكون منسوب الطريق على نفس منسوب الوادى، لأنه كلما كان منسوب الطريق أكثر ارتفاعاً أدى ذلك إلى نحته وتآكله أثناء الجريان المتكرر.
5. إقامة عدد من السدود الترابية والخرسانية على الأجزاء المختلفة لروافد الأودية الخطيرة والأشد خطورة والتى تم تحديدها في هذه الدراسة مثل حوض البرابيس والهيس ويفضل بناؤها فى المنابع العليا للأودية، الصورة (16) تبعاً لحجم وقوة الجريان أو السيل المتوقع حدوثه في الروافد والمجارى المختلفة،وتتباين أنواع سدود الإعاقة من حيث نوع الصخور المنشأة منها سدود ركامية من صخور محلية تقام على جانب الوادى دون أن تغلقه وتعمل على تقليل سرعة اندفاع المياه وزيادة فرصة تغذية الخزان الجوفى كما تعمل على إيقاف جرف بعض من المواد الخشنة التى قد تسبب خسائر شديدة (الصورة (17) ويؤدى وجود مثل هذه السدود إلى الحد من وصول مياه الجريان من الروافد إلى الأودية الرئيسية ومنها إلى المناطق العمرانية مما يقلل من خطورة الجريان، كما أن تجمع المياه أمام تلك السدود سوف يتيح الفرصة لتغذية الخزان الجوفي.

(الصورة – 16) : احد السدود الخرسانية القليلة الموجودة بأحد الروافد الدنيا لحوض وادي البرابيس، اتجاه التصوير الجنوب الغربى.

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

(الصور – 17): بعض من السدود الركامية بالمواد المحلية علي جوانب بعض الأودية بالمنطقة.

6. إنشاء محطة أرصاد جوية متكاملة بمنطقة الدراسة ونظام للإنذار المبكر في المناطق شديدة التأثر بالسيول، إلى جانب عمل نقط للمراقبة وتزويدها بوسائل اتصال متقدمة للإبلاغ عن قدوم السيول، حتى يمكن أخذ التدابير الوقائية، وإخلاء المناطق المعرضة للخطر من السكان.
7. إنشاء قنوات صناعية لتحويل مياه الجريان عن أماكن الخطورة إلى روافد اقل خطراً أو نحو رافد مقام عليه سدود الإعاقة أو سدود التخزين حسب كميات التصريف أو نحو الخزانات الصناعية لأصطياد وتخزين مياه السيول تمهيداً لتغذية الخزان الجوفي أو استخدامها لأغراض أخري (الصورة 18).
8. سن القوانين والتشريعات التي تمنع إقامة المنشآت والقرى في مسارات السيول وخاصة في الأحواض الخطيرة والأشد خطورة بمنطقة الدراسة حفاظاً علي الممتلكات والأرواح.

(الصورة – 18): سد خرساني تخزيني علي وادي زازه من ضمن الأحواض الأقل درجة الخطورة بمنطقة الدراسة.

جامـعة بنـــغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية – المرج
مجلة علمية الكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 284 / 2014
ISSN : 2312 – 4962

ب. **الحد من الانهيارات الأرضية بالمنطقة:**

يمكن تجنب المشاكل التي تنتج من الانهيارات الارضية من خلال الممارسات التالية:

1. تكسية المنحدرات التي تمثل خطراً على الطرق باستخدام المواد الأسمنتية والدعامات الخراسانية لتثبيت الصخور خاصة منحدرات وادي الباكور.
2. حقن الشقوق والفواصل بمادة أسمنتية للحد من أثر التجوية على جوانبها واتساعها مما يقلل من أثر الانهيارات التى يمكن أن تنج عنها.
3. تجنب إقامة المشاريع الإنشائية الضخمة في الأراضي الكارستية، إلا بعد دراسة الخصائص الصخرية من حيث سمكها وصلابتها ونفاذيتها وقوامها واستقرارها التكتوني.
4. تجنب الضخ المفرط أو الري المفرط في المناطق القابلة للهبوط الأرضي.
5. وضع شبكات معدنية على السفوح لمنع تساقط الكتل الصخرية على الطريق العام كالشبكة الموجودة على احد جانبي طريق توكرة - المرج الجبلي، الصورة (19).

(الصورة – 19) : شبكة معدنية علي احد جانبي الطريق الجبلي توكرة ـــــ المرج لحماية الطريق، اتجاه التصوير الشمال الشرقي.

ج. التغلب على المشكلات الناجمة عن التحوية الملحية من خلال ما يلى:

1. الابتعاد بالمنشآت والطرق عن خط الساحل ومناطق السبخات، كما يجب عزل المواد الخرسانية عن الأملاح تحت سطحية بالمواد المناسبة، كذلك طلاء الأعمدة ومواسير الصرف والدعامات المعدنية بالدهانات التي تعمل على عزلها عن الغلاف الخارجى.
2. استخدام الأسمنت المقاوم لعمليات التفاعل مع السلفات والكلوريدات المختلفة وحديد التسليح المجلفن في إقامة الأعمدة الخرسانية والأسقف المختلفة ، واستخدام المواد الكيميائية الحديثة المقاومة للتملح في دهان الجدران وواجهات المباني.

3. الارتفاع بمناسيب الطرق وخطوط الأنابيب عن سطح الأرض في مناطق السبخات والمناطق الرطبة بوجهٍ عامٍ ، في محاولة للابتعاد عن منسوب الماء الجوفى وتأثير الخاصة الشعرية ، وهو ما تم عمله في الطريق الساحلي، والتي تمتد بمحاذاة سبخة الكوز.
4. إجراء الدراسات المتأنية قبل الشروع في إقامة المبانى والمنشآت والأنشطة المختلفة لتحديد أنسب المواقع ومواد البناء اللازمة وطرق البناء وأشكال المباني.

- المراجع والمصادر:

- ابو علي، منصور حمدي (2010): جغرافية المناطق الجافة، دار وائل للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن.
- الجيلانى، الصيد صالح الصادق (2011): تحليل جيومورفولوجي لبعض سفوح الجبل الأخضر بليبيا، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 58، القاهرة.
- الدليمى، خلف حسين (2009): التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الأولى.
- الشامي، أبراهيم زكريا (1995): التحكم فى السيول: الأستفادة من مياهها ودرء أخطارها، الجمعية الجغرافية المصرية، ندوة المياه في الوطن العربي، المجلد الأول، القاهرة.
- جاد، طه محمد (1992): الملامح الرئيسية لتغيرات البيئة الطبيعية الحديثة مع احتمالات مستقبلية، ندوة عن الجغرافيا ومشكلات تلوث البيئة، الجمعية الجغرافية المصرية، خلال الفترة من 28 - 29 أبريل، 1992، القاهرة.
- خضر، محمود محمد (1997): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير (غير منشورة) قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- سلامة، حسن رمضان (1983): مظاهر الضعف الصخرى وآثارها الجيومورفولوجية، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 53 ، الكويت.
- سلوم، غزوان (2011): مخاطر أشكال سطح الأرض في بلدة معلولا، مجلة جامعة دمشق، مجلد 27، العدد الثالث والرابع، دمشق.
- صالح، أحمد سالم (1989): الجريان السيلى فى الصحارى، دراسة فى جيومورفولوجية الأودية الصحراوية، معهد البحوث والدراسات العربية، سلسلة الدراسات الخاصة، رقم 51، القاهرة.
- ـــــــــــــ (1989): الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقى من طريق نويبع / النفق الدولى، دراسة جيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 21،القاهرة.
- علام، عبدالله (1997م): الأخطار الجيومورفولوجية على الطرق الجبلية " دراسة تطبيقية على بعض الدول العربية " إصدارات مجلة كلية الآداب - جامعة الإسكندرية - المجلد 45.
- علي، أحمد عبدالسلام (2000): بعض الأخطار الطبيعية على الطرق البرية في شمال سلطنة عمان - دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية - نشرة قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 247.
- مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية مقياس 1:250.000، الكتيب التفسيرى، لوحة بنغازى من 34- 14 طرابلس، 1974.

▪مركز التنمية والتخطيط التكنولوجي (1983): حماية مدينة 15 مايو من أخطار السيول، التقرير الأول، جامعة القاهرة.
▪معتوق، أحمد السيد (1999م): الملامح الجيمورفولوجية للانزلاقات الأرضية بوادي ضلع، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، أبها.
▪مقيلى، محمد عياد (2003): المخاطر الهيدروجيومورفولوجية، دار شموع للثقافة، الطبعة الأولى.