

دراسة مسببات السيول وحجم أضرارها في حضرموت

د. فيصل شمشير

أستاذ الهندسة المدنية – كلية الهندسة – جامعة عدن – اليمن.

الملخص:

شهد كوكب الأرض في العقدین الماضیین ظاهرة الاحتباس الحراري والذي سببه التلوث البيئي: 75% تطلقه الدول الصناعية، وهذه الظاهر تؤدي إلى زيادة درجة حرارة الأرض وهي السبب الرئيسي بتحريك العواصف والاعاصير (كاترينا وريتا). أن المنطقة المدارية التي تمتد من خط الاستواء إلى عشرين درجة شمالاً وجنوباً هي أكثر مناطق الأرض عرضه لزيادة الحرارة، فإذا زادت حرارتها فهي تساعد على أحداث هذه الأعاصير، وهذه المنطقة من الأرض يكثر فيها المحيطات المائية، وعندما ترتفع درجة حرارة المياه يبدأ يسخن الهواء، فيتمدد الهواء فيتخلخل ومن ثمة يخل ضعفه فيصبح عرضه لتيارات هوائية من كل الاتجاهات هذه التيارات الهوائية تدور مع دوران الأرض حول منطقة الضغط المنخفض، وتحدث دوامة عاتية فيها كميات من السحب الركامية والمصاحبة بأعاصير غزيرة ورعدية. أن موقع اليمن بين خطي عرض 12° و 19° شمال خط الاستواء، مما يسبب في جعل الأشعاع الشمسي أكثر تركيزاً، وتكون المنطقة تحت تأثير نطاق المنخفض الجوي الاستوائي (ITCZ)، أن المصادر الرئيسية للرطوبة المسببة للأمطار في اليمن تتضمن المحيط الهندي (بحر العرب وخليج عدن) والبحر الأحمر. أن البحر الأحمر يتسبب في حدوث المنخفض الجوي المسمى بنطاق البحر الأحمر (RSCZ). كما أن التغيرات المناخية العالمية وما صاحبها من ارتفاع لدرجات حرارة الأرض فإن ذلك اسهم في حدوث تغيير غير مألوف في المناخ، حيث تعد اليمن من إحدى الدول التي تتأثر وبشكل كبير من هذه التغيرات المناخية الطبيعية، وأصبحت تواجه مخاطر الأمطار الغزيرة والسيول الجارفة وفيضاناتها وكذلك الجفاف وبصورة متكررة. وقد اسهمت العوامل الطبيعية والجيومورفولوجية والطبوغرافية والديموغرافية لليمن في زيادة الخسائر الناجمة من تلك الكوارث خصوصاً تلك الناتجة عن السيول المباشرة في أحداث دماراً كبيراً للممتلكات في أكثر من منطقة وما خلفته العواصف المدارية والمنخفض الجوي الذي وقع على محافظتي حضرموت والمهرة شاهداً على ذلك. وفي هذه الدراسة يسلط الضوء على أثر الاحتباس الحراري، المنخفض الجوي والتلوث البيئي وأثر هذه الظواهر على الأرض وانعكاسها على البنية الطبيعية والمناخية لليمن، ودراسة مسبباتها على حضرموت بشكل عام ووادي حضرموت بشكل خاص. كما تستعرض الورقة حجم أضرار السيول على الممتلكات والبنية التحتية وتطرح هذه الورقة عدة تساؤلات.

1-المقدمة:

السيول هي من أبرز مظاهر الكوارث الطبيعية المتكررة الناتجة عن هطول الأمطار: الغزيرة، سقوط عواصف مطرية أو أمطار موسمية والتي تهدد معظم بلدان العالم بما فيها المناطق الجافة والشبه جافة وتلحق بها خسائر فادحة في الأرواح والممتلكات، وتتميز المناطق الجافة عن غيرها بأنها قليلة الأمطار وكثيرة الأخطار حيث تهطل عليها أمطار غزيرة في وقت قصير مما يتسبب في حدوث سيول وفيضانات مدمرة وجارفة، ومما يزيد في خطورة هذه الكوارث حدوث تغيرات مناخية كونية، ففي السنوات الأخيرة والحالية نشطت كثيراً من الأحزمة الزلزالية وأزدادت معدلات السيول وشدتها ويدعم هذا القول التحذير الصادر عن المجلس الدولي للعلوم (ISC) (من أن العالم سيتعرض لمزيد من الكوارث الطبيعية المدمرة نتيجة لارتفاع حرارة الأرض وازدياد عدد السكان). لذا تبنت كثير من الدول المتقدمة الإجراءات اللازمة للتصدي لهذه الكوارث وانشئت من أجلها مراكز للبحوث والدراسات ورصد البيانات وأنظمة طوارئ في الوقت الذي تفتقد فيه معظم الدول العربية إلى قواعد بيانات هيدرولوجية تفيد الباحثين والدارسين في دراسة الظواهر والكوارث الطبيعية المحلية. وهذا النقص يشكل عائقاً لدى الباحثين وتحدياً معلناً لدى المسؤولين ينبغي أخذه في الاعتبار عند التعاطي مع هذه الظواهر⁽¹⁾.

عند دراسة السيول المصاحبة لسقوط عواصف مطرية والتنبؤ بوقوعها (حدوثها) هناك عدة عوامل أساسية يجب أخذها في الاعتبار من أبرزها: كميات وتوزيع الأمطار والفترة الزمنية للهطول، وتضاريس مستجمع المياه، ودرجة إنحدار مجرى السيل، وسرعة المياه المتدفقة، ونوعية التراكيب الجيولوجية السطحية، ونوع التربة وخصائصها الفيزيائية، وكثافة الغطاء النباتي ... الخ ودارسة المهندسين والهيدرولوجيين لهذه العوامل ومعرفة تأثيراتها المختلفة على تدفق السيول يمكنهم من إيجاد علاقة بين الأمطار والسيول ومن خلالها يمكن التنبؤ لحدوث الفيضانات والسيول المصاحبة للأمطار، وفي هذا الإطار طور كثير من المهندسين عدداً من النماذج الرياضية وعكست بشكل منشآت مائية للحد من مخاطر الأمطار والسيول والفيضانات المصاحبة لها. وفي هذه الدراسة نستعرض أثر الاحتباس الحراري وتأثيره على مناخ الأرض وبالذات الفترة القليلة الماضية والحالية من حدوث المنخفض الجوي والتلوث البيئي وما أحدثه العاصفة المدارية بجنوب سقطة إلى اعصار مداري وهطول أمطار غزيرة وآثار الأضرار بعد السيول على محافظة حضرموت في عدة جوانب منها البنية التحتية وممتلكات المواطنين والبيئة والخ ونستخلص العبر منها.

2- مسببات حدوث السيول:

أن كوكب الأرض الذي نعيش عليه والذي نتنفس هوائه، والمحاط بغلاف غازي وجاذبيته التي تميزه عن باقي الكواكب، مهدد من بني الإنسان بعدة عوامل منها التلوث البيئي، ثقب الأوزون، ظاهرة الاحتباس الحراري والمنخفض الجوي كل هذه العوامل أدت إلى التغير الجذري في المناخ خلال الفترة القصيرة الماضية واستمرارها من حيث إزدياد الأعاصير والعواصف المطرية والفيضانات والسيول.

1-2 أثر الاحتباس الحراري:

كما هو معروف بأن الأرض محاطة بغلاف غازي، هذا الغلاف الغازي يتكدس في حوالي 20 كم السفلى، ما يسمى نطاق المناخ يتراوح ما بين 15-20 كم، 66% من كتله الغلاف الغازي للأرض تتكدس في هذا النطاق الذي تشده جاذبية الأرض وتحكمه إليها. هذا الغلاف الغازي مكون أغلبه من غاز النتروجين حوالي 78%، الأكسجين 21% وبعض الغازات الخاملة والضارة بالتنفس مثل ثاني أكسيد الكربون، الأرجون وبخار الماء كل ذلك يشكل حوالي 1%. هذا التركيب له حكمة بالغة لأنه لو اختلف قليلاً ما كان مناسباً أبداً للحياة على سطح الأرض.

هذا الهواء الذي يتخيله بعض الناس أنه أمر هيناً ولكن إذا تحرك بسرعة عالية أصبح قوة مدمرة هائلة لماذا لاحظنا كثر العواصف والأعاصير وعنفها هذه الأيام ؟ السبب الرئيسي هو التلوث البيئي الذي تحدثه وتطلقه أغلب الدول الصناعية، ومن الغريب أن الدول الصناعية تطلق حوالي 75% من ملوثات البيئة⁽²⁾. ثقب الأوزون والذي مهما كان سببه وكذلك نسبة ثاني أكسيد الكربون تضاعفت عشرة مرات من بدء الثورة الصناعية إلى الآن، (لو زادت نسبته قليلاً يصبح قاتلاً).

فالتلوث البيئي أحدث ظاهرة يسميها العلماء ظاهرة الاحتباس الحراري، لأن غاز ثاني أكسيد الكربون غاز خفيف يقترب من الأرض فلا يعين على تشتت الحرارة التي تكتسبها الأرض من الشمس خلال النهار، مما يؤدي إلى زيادتها وزيادة درجة الحرارة هي التي تحرك هذه العواصف بهذا العنف الذي أدركناه في الأعاصير المتأخرة (كاترينا وريتا).

أن المنطقة المدارية التي تمتد من خط الاستواء إلى عشرين درجة شمالاً وجنوباً هي أكثر مناطق الأرض حرارة، فإذا زادت حرارتها فهي تساعد على أحداث هذه الأعاصير، لأنه إذا وصلت درجة حرارة الماء في هذه المنطقة إلى أكثر من 27 درجة مئوية، يبدأ الماء يسخن الهواء، الهواء حينما يسخن يتمدد فيتخلخل ومن ثمة يخلّ ضعفه فيصبح عرضه

لتيارات هوائية من كل الاتجاهات هذه التيارات الهوائية تدور مع دوران الأرض حول منطقة الضغط المنخفض⁽²⁾.

المنخفض الجوي: هذه التيارات الهوائية تدور مع دوران الأرض حول منطقة الضغط المنخفض هذه وتحدث دوامة عاتية يبدأ يتكون فيها كميات هائلة من السحب الركامية بالذات المصاحبة بأمطار غزيرة بالرعد والبرق وتكون البرد، ونتيجة لتكثف بخار الماء تنطلق الطاقة فتتحرك هذه الكتلة الهوائية بعنف شديد، فإذا وصل إلى (120) أو إلى (320) كيلو متراً في الساعة يصبح إعصاراً، وإذا كان أقل من ذلك يمر بمراحل العاصفة أو هو أقل من ذلك.

التلوث البيئي: في أغلب الأحيان التلوث يتكدس في الحزام المداري الذي حينما تتكون فوقه منطقة ضغط منخفض يصبح من السهل تحريكها، والاتجاه الرئيس للرياح في هذه المنطقة تدفعه من الشرق إلى الغرب فيتوجه إلى خليج مكسيكو وإلى غيره من المناطق، كما قد يتوجه إلى السواحل الغربية للأمريكتين ويتوجه لجنوب شرق آسيا إلى الهند، بنجلاديش، اندونيسيا وماليزيا والخ.

أن ظاهرة الاحتباس الحراري لها مخاطر أخرى عديدة ليس فقط الاعاصير، فقد يؤدي إلى صهر الجليد وارتفاع منسوب المياه في البحار والمحيطات. وهذا يحدث الآن فعلا حيث تلاحظ كميات كبيرة من جبال الجليد تتحرك الآن في اتجاه المناطق المدارية وتنصهر، وانصهار الجليد سيؤدي إلى رفع منسوب الماء في البحار والمحيطات لأكثر من مائة متر ... ولك أن تتخيل ماذا يمكن أن يحدث إذا ارتفع منسوب المياه في البحار والمحيطات؟.

قال جيفري شاس مدير معهد الأرض في جامعة كولومبيا " لا بد أن يهيئ سكان الأرض أنفسهم إلى تغيرات مناخية كبيرة وإلى اعاصير أكثر قوة من حيث شدتها، وأن ما سببه أعصار كاترينا وريتا بمثابة جرس انذار ليس للولايات المتحدة فقط بل للعالم ".

السير جون لوتون رئيس الهيئة الملكية للتلوث البيئي في بريطانيا قال " أن الاحتباس الحراري هو السبب الرئيسي في مثل هذه الاعاصير ".

2-2 أثر هذه الظواهر ومخاطرها:

أهم هذه المخاطر هي الاعاصير وأثرها التدميري (كما حصل في خليج المكسيك)، أثرها لو أدى إلى تدمير مثلاً منشآت بترولية وما قد يحصل نتيجة لذلك من تلوث بيئي، وقتل كميات كبيرة من الحياة البحرية التي قد تتعفن، يؤدي إلى مزيد من التلوث البيئي.

ومع ازدياد الاحتباس الحراري لابد أن تزيد نسبة تكون الاعاصير لأن العملية مترامنة ومتوازنة، فكلما رفعت درجة الحرارة نشط هذا الأمر وزادت كميات وعنف الاعاصير.

بعض من العلماء يختلفون على هذه الظواهر الكونية أو الطبيعية، فبعض من العلماء ينفي تماماً أن هناك ثقباً في الاوزون (طبقة الاوزون) ينفون ذلك تماماً. لأن الحقيقة أن هناك عوامل تتدخل في تكوين هذه الظواهر ليس فقط التلوث البيئي ومن أهم هذه العوامل قدرة الله سبحانه وتعالى إذا أراد أن يحدث هذا الأمر يسبب له الأسباب ومن هذه العوامل⁽²⁾:

- العامل البيئي : التلوث البيئي.
- حركة دوران الأرض حول محورها.
- زيادة الكثافة السكانية (زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون)
- زيادة ثاني أكسيد الكربون من المصانع.

أن العشرين عاماً القادمة ستشهد تصاعداً في الأعاصير على هذه الوتيرة، كما حصل مع إعصار كاترينيا وصل إلى شمال كندا، لكن كما هو معروف منطقة أحداث الأعاصير هي المنطقة المدارية (عشرين درجة حول خط الاستواء شمالاً وجنوباً) الأعاصير يمكن التنبؤ بها ولكن لا يمكن التحكم فيها، فلا أحد يستطيع أن يغير مسارها أو يوقفها، حيث لا تستطيع قوة على وجه الأرض إيقاف الأعاصير إذا تحرك بسرعة هائلة (300 كيلو متر في الساعة) إلا قدرة الله هي القوية كما لا يمكن من الناحية العلمية التنبؤ بأن الأعاصير أن تقل حدته، لكن من الممكن التنبؤ إذا كان هذا الأعاصير سيغير اتجاه أم لا، لأن هناك محطات رصد لاتجاه الرياح وسرعته وقوته وتركيبه الكيميائي وكمية الرطوبة التي فيه ومعدل الضغط، هذا كله يرصد وهناك شبكات دولية ترصد ذلك.

3- السيول والفيضانات المباشرة:

تتولد السيول والفيضانات المباشرة في المناطق الجافة وشبه الجافة غالباً بسبب سقوط عواصف مطرية شديدة على مناطق ذات منحدرات حادة في المسقط المائي والذي في الأغلب تغطيه أعشاب متناثرة تنتشر على مساحات محددة من سطحه يؤدي ذلك إلى توليد جريان (السيول) عالي السرعة (بسبب عدم قدرة المسقط المائي على إعاقة الجريان) ونتيجة للظروف المناخية الجافة التي تميز تلك المناطق فإن جريان السيول السريع يكون مصحوباً عادة بحدوث عمليات تجوية فيزيائية قوية، تؤدي إلى حدوث نحت وتعرية لسطح الأرض، ومن المحتمل أن تحدث السيول المباشرة كنتيجة لحدوث عواصف مطرية شديدة مصحوبة بذبوبان مفاجئ للكتل الثلجية المتراكمة على قمم الجبال العالية بسبب حدوث تغير مفاجئ في درجة الحرارة وهذا بات شائعاً في العصر الراهن. هناك عوامل متعددة محتمل أن تلعب دوراً في توليد الفيضانات والسيول المباشرة في المساقط المائية ولكن تعد نظرية (Horton, 1933)⁽³⁾

التي تتركز على أن حدوث الجريان المباشر (للسيل) المسبب للفيضان يكون بسبب حصول فائض الارتشاح هي الأكثر قبولاً عند الكثير من الباحثين⁽⁴⁾ نظراً لأن الجريان (للسيل) المتولد بسبب فائض الارتشاح هو السمة الأغلب في سيول (جريانات) المناطق الجافة، ونظراً لندرة الغطاء النباتي في تلك المناطق، فأن ذلك قد زاد من إمكانية حدوث الفيضانات والسيول المباغتة الموقعية في تلك المناطق⁽⁵⁾.

التغيرات المناخية: أن التغيرات غير المألوفة للطقس في المناطق الجافة تتسبب في حدوث عواصف مطرية شديدة والتي وأن حدثت في ظل توفر ظروف طوبوغرافية محفزة لحدوث المطر فأنها يمكن أن تؤدي إلى حدوث الفيضانات / السيول المباغتة. أن العواصف المطرية الحملية في المناطق الجافة وكما هو الحال عليه في اليمن تحدث في العادة مع نهاية فصل الشتاء وبداية فصل الصيف⁽⁵⁾، حيث تقوم سحب رعدية متعددة بتشكيل العواصف السحابية، وتحتوي كل عاصفة رعدية على مجموعة من الخلايا المتعددة لتوليد المطر والتي تتجمع وتتدهور خلال دقائق معدودة، تتسبب التغيرات غير المعتادة في المناخ مثل الانخفاض المفاجئ في درجة الحرارة أثناء صعود الرياح المحملة ببخار الماء بمحاذاة الجبال في حدوث هطول مطري على هيئة كتل ثلجية تتراكم على قمم الجبال وتتحطم بشكل سريع ومفاجئ عند حدوث ارتفاع ملحوظ في درجة الحرارة ان سيادة المناخ الجاف وازدياد تقلبات المناخ في المناطق الجافة قد اسهم في زيادة حدوث العواصف المطرية الشديدة والمركزة خلال نهاية القرن العشرين وبداية القرن الواحد والعشرين⁽⁶⁾ أن ذلك أدى بدوره إلى استمرار ارتفاع الخسائر الناجمة عن حدوث السيول المسببه للفيضانات المدمرة على الرغم من اتساع انتشار مشاكل ندرة المياه⁽⁷⁾.

4- البيئة الطبيعية والمناخية لليمن ومخاطر السيول والفيضانات :

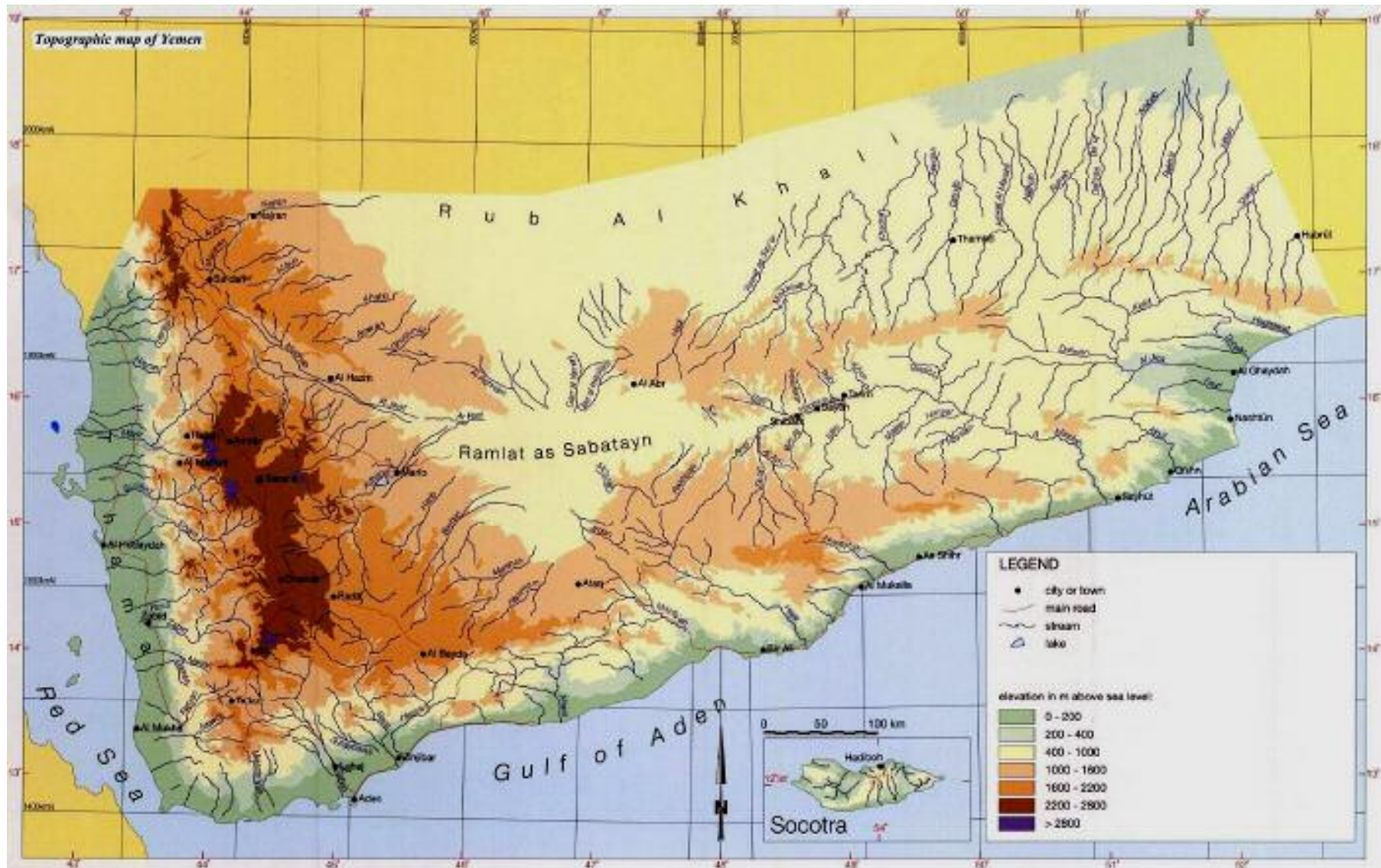
1-4 البيئة الطبيعية لليمن.

أن التكوين الجيولوجي لليمن بشكل عام هو عبارة عن صخور بلورية قديمة وصخور متحولة ونارية وطفوح بركانية ورواسب بازلينية ظهرت بعد انفصال شبة الجزيرة العربية عن افريقيا قبل أكثر من خمسة عشر مليون سنة، شهدت بعدها تطورات بيئية مختلفة⁽⁸⁾. وقد بينت قراءة صور الأقمار الاصطناعية والصور الجوية أنه خلال المرحلة الرطبة (8000-5500 سنة قبل الميلاد)⁽⁸⁾، كان وادي الجوف وحضرموت يؤلفان نهراً واحداً منبعه في الجبال الواقعة في الشمال الغربي يتعدى من مياه الأمطار التي تتجمع في أعالي الوديان حتى تصل إلى وادي الجوف، تمتلك من قوة الدفع ما يمكنها من اجتياز المنطقة الرملية المعروفة برملة السبعيتين ومتابعة سيرها جنوباً وصولاً إلى المحيط الهندي عبر بحر العرب شكل (1)، إلا أنه بعد ذلك بدأ يميل تدريجياً نحو الجفاف، فزادت مساحة الأراضي

المتصحرة بعد أن جفت مياه الوديان فيها وتكونت الكثبان الرملية خصوصاً في أطراف الإجزاء الغربية والجنوبية للربع الخالي والمناطق الساحلية⁽⁹⁾.
4-2 البيئة المناخية:

يسود اليمن المناخ الجاف إلى الشبة الجاف، وتسقط الأمطار في موسمين رئيسيين وهما فصلي الربيع والصيف وتكون درجات الحرارة مرتفعة في معظم المناطق ذات المنسوب المنخفض⁽⁵⁾ هذا يفسر في الأساس بأنه ناتج عن موقع اليمن بين خطي عرض 12° و 19° شمال خط الاستواء مما يتسبب في جعل الأشعاع الشمسي أكثر تركيزاً وفي فصلي الربيع والصيف تكون المنطقة تحت تأثير نطاق المنخفض الجوي الاستوائي (ITCZ). أن المصادر الرئيسية للرطوبة المسببة للأمطار في اليمن تتضمن المحيط الهندي (يتضمن بحر العرب وخليج عدن)، والبحر الأحمر، أن وجود البحر الأحمر يتسبب في حدوث المنخفض الجوي المسمى بنطاق البحر الأحمر (RSCZ). نظراً للتغيرات المناخية العالمية وما صاحبها من ارتفاع عالمي لدرجات حرارة كوكب الأرض فأن ذلك قد اسهم في حدوث تذبذب غير مألوف في المناخ، وتعد اليمن إحدى البلدان التي تأثرت وبشكل كبير من تأثيرات التذبذب في المناخ حيث أصبحت البلد تواجه كوارث السيول والفيضانات والجفاف وبصورة متكررة. وقد اسهمت العوامل الجيومورفولوجية والطبوغرافية والديموغرافية للبلد في زيادة الخسائر الناجمة عن تلك الكوارث خصوصاً تلك الناتجة عن السيول والفيضانات في أحداث دماراً كبيراً للممتلكات في أكثر من منطقة في اليمن.
4-3: مخاطر السيول والفيضانات.

لقد أظهرت قاعدة المخاطر الدولية للفترة من 1980 وحتى 2000م نقلاً عن تقارير صادرة عن مكتب الولايات المتحدة لدعم الكوارث الخارجية (OFDA) ومركز بحوث اوبئة الكوارث (CRED) بأن المتوسط السنوي لحوادث الفيضانات في اليمن يبلغ حوالي 0.52 حادثة، تتسبب بوفاة 46.71 شخص في كل عام بواقع 3.65 حالة وفاة لكل مليون من السكان . وفي نفس قاعدة البيانات تم إيراد معلومات أخرى مستنبطة من تقارير صادرة عن برنامج الأمم المتحدة الأنمائي (UNDP)، هيئة منع ومعالجة الأزمات (BCBR) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) أفادت بأن هناك حوالي 936.992 شخصاً في العالم يتعرضون لمخاطر الفيضانات والسيول، وفي اليمن يشكلون نسبة 7.33% من إجمالي عدد السكان. وتبلغ حالات التي تسببها الفيضانات والسيول حوالي 49.86 حالة لكل مليون معرض للخطر، كما أفادت تلك التقارير بأن هناك حوالي 43.35 شخص في اليمن يتعرضون لمخاطر الفيضانات والسيول في كل عام بسبب استقرارهم في المساقط المائية ومجرى السيول المعرضة للخطر⁽⁵⁾.



شكل رقم (1) واديا الجوف وحضرموت

5- عاصفة مدارية بجنوب سقطرى:

أكدت المصادر الاخبارية والإرصادية أنه يتوقع خبراء الإرساد في مراكز الارصاد الامريكية أن تتحول العاصفة المدارية التي توجد حالياً (يوم الثلاثاء 2008/10/21م) بجنوب سقطرى إلى إعصار مداري في غضون 12-24 ساعة اعتباراً من الساعة 7 مساءً أمس بالتوقيت المحلي شكل (2) ويتوقع الخبراء هطول أمطار غزيرة مصحوبة بعواصف رعدية على عموم اليمن في سقطرة وشمال الصومال من يوم الثلاثاء إلى يوم الخميس (21-23 أكتوبر 2008م) كما يتوقع أن تغمر الرطوبة المدارية إلى الشمال الغربي باتجاه جنوب الجزيرة العربية والتي ستسبب الأمطار والعواصف الرعدية على اليمن وعمان حتى جنوب شرق المملكة العربية السعودية⁽¹⁰⁾.

ووفقاً للرواية الشفوية وشبه الرسمية (لأنه لا يوجد لدى محافظة حضرموت مراكز رصد متخصصة ومتطورة وكادر متخصص قرب كل وادي تقوم برصد المطر والسيول) فقد بدأ المنخفض الجوي من 2008/10/21م يتشكل بتكاثف السحب الرعدية والغيوم الكثيفة بشكل كثيف وملحوظ وغياب الشمس، أدى ذلك إلى هطول أمطار غزيرة جداً بدءاً من يوم الخميس 2008/10/23م ومستمرة دون توقف لمدة أكثر من 30 ساعة، نتج عنه تجمع مياه الأمطار الغزيرة في الجبال والهضاب والسهول والأودية وتدفقها وسريانها من تلك الجبال والهضاب والمنحدرات والمساقط المائية إلى الوديان والمنعطفات وإلى مجرى الأودية الصغيرة وتجمعها في مجرى واحد وادي حضرموت صورة(1).

مما يجذر الإشارة أن حجم كمية مياه الأمطار المتجمعة والتي أخذت طريقها في الجريان بوادي حضرموت كبيرة جداً لم تشهدها حضرموت على مدى النصف الثاني من القرن الماضي، فقد شهد مجرى وادي حضرموت خلال سبعة عقود من الزمن وبالذات قرب المناطق (القرى والمدن) الأهلة بالسكان تضيقاً لمجرى الوادي أن لم يكن البناء في مجرى الوادي أو القرب منه مثل الطرقات والمباني فكمية مياه السيول في مجرى الوادي وقوة تدفقه أدى إلى الإضرار التي لحقت بالقرى والمدن.



شكل (2) رصد العاصفة المدارية بجنوب سقطرى



صورة (1) هضاب ووديان وادي حزموت

6- أسباب حدوث السيول في حضرموت :

هناك عوامل متعددة أدت وتؤدي إلى تكرار تعرض محافظة حضرموت وبالذات منطقة وادي حضرموت والمناطق المحيطة بها إلى الأمطار ومنها إلى السيول والسيول المباشرة ومن هذه العوامل الطبيعية والبيئية ويد الإنسان.

1-6 العوامل الطبيعية:

تساعد العوامل الطبيعية في تعاضد القدرة التدميرية للسيول وتنقسم إلى قسمين عوامل طبوغرافية وعوامل مناخية.

العوامل الطبوغرافية:

تعتبر محافظة حضرموت من أكبر محافظات اليمن بمساحتها الشاسعة، وتعتبر هضبة حضرموت من أهم الهضاب في اليمن إذ تقع إلى الشرق من المرتفعات الجبلية الغربية وهي أقل ارتفاعاً من المرتفعات الغربية ويبلغ ارتفاعها عن مستوى البحر 700 متر، حيث تتحدر الهضبة تدريجياً باتجاه صحراء الربع الخالي. أما الأودية المتجهة جنوباً يبداء جريان مياهها من هضبة حضرموت الجنوبية، وتتجه شرقاً، ثم تتحرف جنوباً لتصب في بحر العرب ، ويمثل وادي حضرموت أهم الأودية وأكبرها والذي يقع في الجنوب الشرقي لشبه الجزيرة العربية في شرق اليمن شكل (3)، إذ يبلغ طوله حوالي 420 كيلو متر يبدأ في شبوه وحضرموت ويصب في المهرة ، كما يتشكل وادي حضرموت من عدة أودية تتجه طولياً بين الشرق والغرب وتقع على خط العرض 15-16.4 درجات وخط طول 47.5-50.3 درجة، بشكل عضوي متعرج حيث تتصل به مجموعة من الوديان الأصغر والمتشعبة بنفس الشكل العضوي المتعرج أيضاً ... كما أن متوسط عرضه 12 كيلو متر ويتناقص إلى أن يصل إلى حوالي 6 كيلو متر، ثم يزداد اتساعاً في عرضه ومساحته بشكل جوهري⁽¹¹⁾ شكل (4) وتتشعب الوديان من حوله ومن هذه الوديان على سبيل المثال وادي العين ووادي عمد.

العوامل المناخية :

مناخ وادي حضرموت عموماً مناخ صحراوي حار جداً، وجاف في فصل الصيف، شديد البرودة شتاءً، حيث يصل اختلاف درجة الحرارة بين فصلي الصيف والشتاء 14 درجة واختلاف درجات الحرارة في النهار والليل إلى 10-14 درجة، والمناخ جاف قليل الأمطار كما هو موضح في جدول (1). منذ العام 1980م هناك عدة تحذيرات لليمن (كما أشير سابقاً) ولم تحرك ساكناً وهذه التحذيرات بأن وضعية اليمن بين خطي عرض 12° و 19° درجة شمال خط الاستواء مما يسبب في جعل الأشعاع، الشمسي أكثر تركيزاً وفي فصلي الربيع والصيف كما تكون المنطقة تحت تأثير المنخفض الجوي الاستوائي (ITCZ).

6-2 العوامل البيئية:

العوامل البيئية الأخرى تساعد في زيادة حجم وسرعة السيول وهي متعلقة بخصائص العواصف المطرية والتربة والغطاء النباتي السائد في المسقط المائي لأودية وادي حضرموت المتعددة ونظراً لسيادة المناخ الجاف فأن العواصف المطرية تتميز بسقوط الأمطار بمعدلات عالية تفوق قدرة امتصاص التربة لها مما يؤدي إلى جريان السيول يكون سريعاً ومباغتهاً، كذلك ارتفاع الهضبة وكثرة انحدارها في المساقط المائية يؤدي إلى ازدياد سرعة مياه السيول.

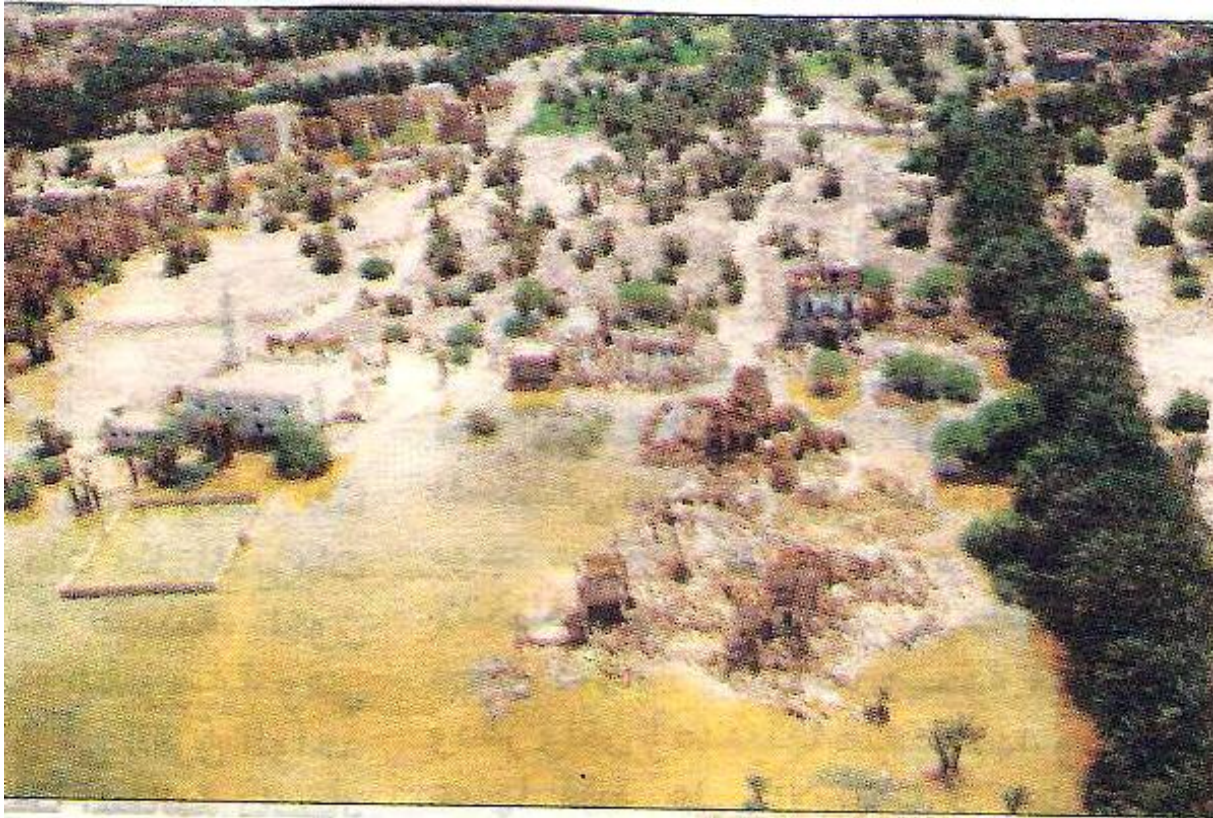
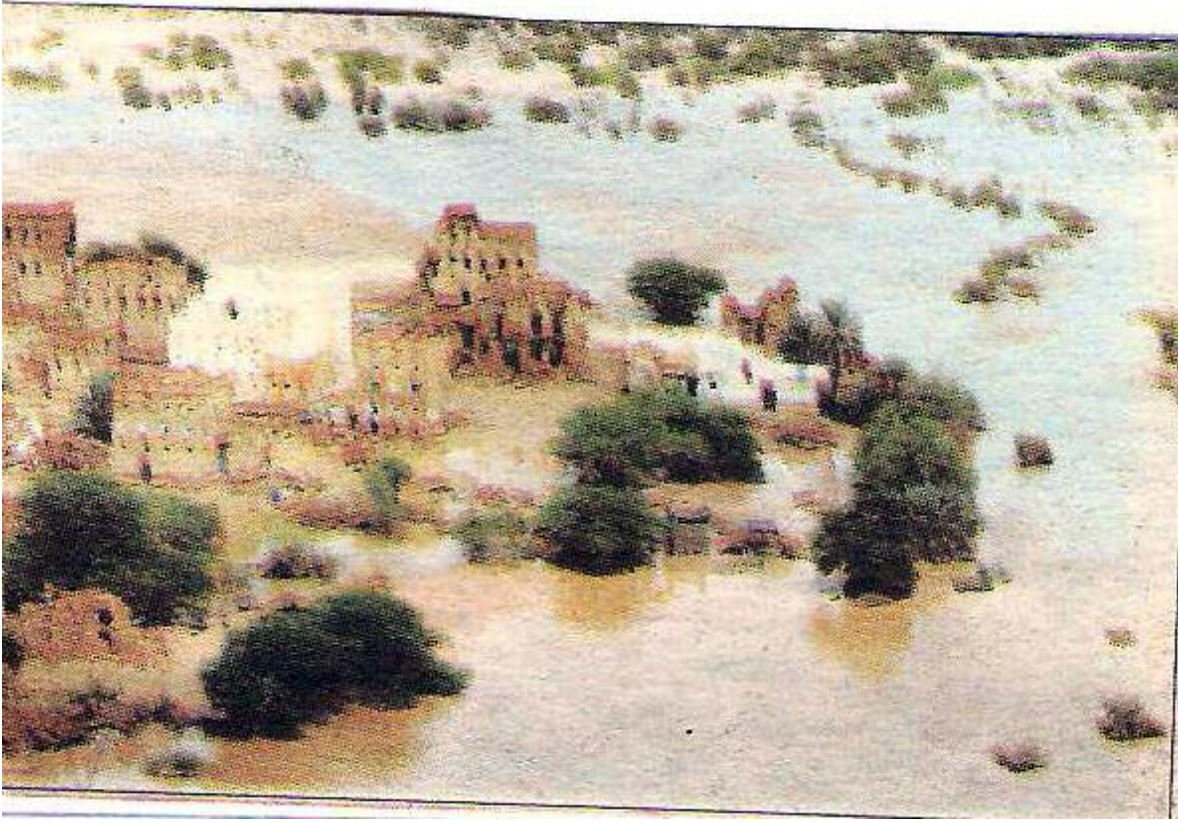
تكاثر نمو أشجار المسكيت (السيسان) في الأودية الرئيسية ومن الأماكن الطبيعية لمرور السيول (صورة 2) مما شكلت حاجزاً منيعاً لصد السيول، مما أدى إلى ارتداد مياه السيول وتراكم المياه عكسياً وغمرها لمساحات واسعة من الأراضي والمساكن، وبما أن منسوب مياه السيول يتزايد باستمرار ويتجاوز منسوب الأرض الطبيعية ومنسوب المنازل فأنها تجتازه لتداهم القرى والمدن والأحياء السكنية وتهدم المساكن (صورة 3) حيث أن سرعة المياه الماره تقوم بنخر التربة (Pipping) أسفل الأساسات (التربة التي هي أسفل أساس المبنى) مما يضعف ثبات واستقرار التربة والأساس (بصرف النظر عن نوع مواد الأساس) فيؤدي إلى تدهم الأساس ومن ثمة تشقق الجدار الحامل أو سقوطه كاملاً (صورة 4).

جدول 1: المعلومات المناخية لوادي حضرموت (مركز البحوث الزراعية – سيئون)

السنة	كمية المطر (مم)		متوسط الرطوبة (%)	التبخر في 24 ساعة (%)	أشعة الشمس (%)	درجات الحرارة (درجة مئوية)		
	المجموع	العظمى				المتوسط	الصغرى	العظمى
1998	53.3	53.3	49.9	9.8	8.7	26.5	17.5 ديسمبر	35.6 يونيو
1999	56.00	49.5	55.7	9.4	9.3	26.4	17.3 ديسمبر	35.5 يوليو
2000	125.00	68.2	63.3	7.8	8.1	27.1	18.7 ديسمبر	35.3 يوليو
2001	109.00	61.00	60.9	7.1	8.4	27.3	18.5 يناير	36.2 يوليو
2002	22.25	16.00	58.2	7.8	8.4	25.7	15.4 يناير	36.1 يوليو
2003	9.00	6.00	37.2	7.9	8.5	16.4	16.4 فبراير	36.3 يوليو
2004	68.00	23.00	27.8	7.6	8.7	26.7	16.6 يناير	35.4 يوليو
المتوسط	63.20 72.40	39.60	50.43	8.2	8.58	26.58	17.2	35.77



صورة رقم (2) أشجار المسكيت (السيببان)



صورة (3) مداهمة السيول القرى والمدن



صورة (4) تهدم المباني بأوضاع مختلفة

6-3 عوامل سببها الإنسان:

إهمال جانب المعلومات الإحصائية المتخصصة بالجوانب الهيدرولوجية والجيومورفولوجية والجيولوجية والجيوتكنيكية. كما لم يتم تطوير المحطتين الإحصائية المتواجدة والقديمة وعدم تحديث أجهزتها وتطوير كادرها ومن المعلومات المطلوبة هي:

كميات توزيع الأمطار والفترة الزمنية للهطول، وتضاريس مستجمع المياه، ودرجة انحدار مجرى السيل وسرعة المياه المتدفقة، ونوعية التركيب الجيولوجية السطحية، ونوع التربة وخصائصها الفيزيائية، وكثافة الغطاء النباتي والخ ... هذه المعلومات تمكن المتخصصين من إيجاد علاقة بين الأمطار والسيول ومن خلالها يمكن التنبؤ بحدوث الفيضانات والسيول المصاحبة للأمطار، وذلك من خلال حصولهم عليها من مراكز الأرصاد المتخصصة والمتوفرة قرب كل وادي.

ما تم بناء لمنشآت السدود والجسور الأرضية والجسور الفوقية قديمها وحديثها ذا محدودية القدرة الاستيعابية وقدرة الثبات لمثل هكذا سيول لأنها صممت وفق معلومات وبيانات قديمة والسؤال (من أين مصدر هذه المعلومات) لذا لم تصمد ولو عرف المهندسين بأن سرعة السيول المباغته سوف تكون كبيرة وعالية لعملوا لها ألف وألف حساب، ولكن قدرة الله فوق الجميع وقدر الله ما شاء فعل.

تضييق عرض مجرى تصريف السيول الطبيعي وذلك من خلال بناء الطرقات، والسماح للمواطنين أو العشوائيين ببناء مساكن على حافتي مجرى الوادي وأحياناً بيوت وقرى في مجرى الوادي.

7- حجم كارثة السيول:

قبل الولوج لحجم كارثة الأمطار والسيول المباغته في حضرموت والمهرة لا بد من معرفة كيف يتم الاستعداد والتخطيط لتفادي حجم الكارثة للدول المتقدمة وما هي النفقات: ينفق على العمليات الخاصة بالاستعداد للكوارث في الدول المتقدمة عشرات المليارات تخطيطاً وتجهيزاً وإعداداً للبنية التحتية لمشاريع الكوارث والإغاثة في ظل الثورة الرقمية والتقدم التقني الذي ساعد بصورة فعالة كبيرة على حساب التقديرات الكمية أو الاحتمالية للأضرار الناجمة عن وقوع كارثة في منطقة معينة⁽¹²⁾.

وقد أثبتت الوقائع والتجارب أن هذه الدول تصرف في أوقات الكوارث بهدوء وثقة عالية ودقة فائقة . وبالتالي كان نصيبها من الخسائر والفوضى أقل كثيراً بالمقارنة مع تلك التي لم تعمل بمنهجية التهيئة والاستعداد المسبق⁽¹³⁾. والجزير بالذكر بأن التعريف الكمي للكارثة بأنها تتسبب في مقتل 100 إنسان على الأقل أو إصابة 100 إنسان على الأقل أو خسائر اقتصادية لا تقل عن مليون دولار. كما أعتمد بعضهم في مقياسه على اللوغريتمات في تعريف الكارثة كما يلي:

مقتل 32 = 1.5 كارثة مقتل 95 = 1.98 كارثة

مقتل 166 = 2.22 كارثة مقتل 1000 = 3 كارثة

مقتل 2500 = 4.38 كارثة دمار الأرض = 10 كارثة

وقد نبه (برنار 2003)⁽¹⁴⁾ إلى أهمية وجود معايير دولية موحدة في الأسراع بتعبئة وإرسال إمدادات الإغاثة وعمل اتفاقيات الأطر مع الموردين الدوليين (الداعمين). كما قامت إدارة الدعم اللوجستي وتعبئة الموارد بالإتحاد الدولي لجمعيات الصليب الأحمر بعمل كتالوج (كتيب) وآلية موحدة، لعدد ستة آلاف بند وهو ما يساعد بشكل أكبر على التنسيق في عمليات الإغاثة.

1-7 تصنيف الكوارث:

تختلف الكوارث من حيث أسباب وقوعها ومداهها وزمن ومكان وقوعها وبالتالي فإنه يمكن تقسيمها أو تصنيفها على أسس مختلفة على النحو التالي⁽¹⁴⁾:

1- أسباب الوقوع:

أ) كوارث لا دخل للإنسان فيها (كوارث قدرية).

ب) كوارث بفعل الإنسان (كوارث بشرية).

2- حجم الكارثة:

أ) كوارث فردية لا يتعدى ضررها فرداً أو عدة أفراد.

ب) كوارث جماعية تصيب أعداد كبيرة من المتضررين وتخلق خسائر فادحة في الأرواح أو الممتلكات.

3- زمن الوقوع:

أ) الكوارث المباغة.

ب) كوارث موسمية.

4- مكان الوقوع.

أ) كوارث محلية وهي التي تشغل حيزاً جغرافياً محدداً كالحى أو القرية أو المدينة.

ب) كوارث وطنية وهي التي تؤثر في دائرة أكبر يمكن أن تشمل المجتمع بأسره أو جزءاً منه على مستوى الوطن.

ج) كوارث دولية.

7-2 حجم الأضرار في حصرموت:

وفقاً للمصادر الحكومية فإن حجم أضرار الأمطار والسيول في بيان صحفي أصدره مكتب المفوضية الأوروبية في 2008/12/2م مشيراً إلى أن هذه المساعدات تأتي أثر كارثة السيول التي تعرضت لها محافظة حصرموت والمهرة في 2008/10/23م وراح ضحيتها 180 شخصاً، ونتج عنها تدمير 2350 منزلاً، بحسب ما صرحت به مصادر حكومية⁽¹⁵⁾.

أطلع مجلس الوزراء في اجتماعه الأسبوعي أمس (2008/12/2م) على تقرير نائب رئيس الوزراء للشئون الداخلية رئيس لجنة الإغاثة والأيواء⁽¹⁶⁾ والذي تضمن جملة الإجراءات والمهام التي انجزتها اللجنة خلال الفترة الماضية وعلى وجه الخصوص في جانب حصر الخسائر البشرية والأضرار المادية الواقعة على المنشآت العامة والخاصة وكذا الأنشطة والأعمال العاجلة لإصلاح الخدمات وإعادة الجاهزية لمشاريع البنى التحتية إلى جانب أعمال الأيواء والإغاثة على مستوى المحافظتين، وذكر التقرير أن عدد المديريات المتضررة في محافظتي حصرموت والمهرة وصل 23 مديريةية كما هو موضح في جدول (2)، مبيناً أن حجم الأضرار والخسائر في القطاعات الخدمية والبنى التحتية والممتلكات العامة وفقاً للتقديرات الأولية بلغت نحو 165 مليار ريال .

كما أطلع المجلس على تقرير فريق البنك الدولي عن حجم الأضرار والخسائر المادية في مختلف القطاعات الاقتصادية والإنتاجية والخدمية والاجتماعية في محافظتي حصرموت والمهرة بمبلغ إجمالي يزيد عن 341 مليار ريال وهو ما يوازي 8% من إنتاج إجمالي المحلي ... مشهراً إلى أن الأضرار توزعت بين المحافظتين بنسبة 93% في حصرموت و 7% في المهرة كما هو موضح في جدول (2).

جدول (2) عدد المديريات المتضررة في كل محافظة ونسبة الأضرار إلى الناتج المحلي

المحافظة	عدد المديريات المتضررة	نسبة الأضرار
حصرموت	16	93%
المهرة	7	7%

وفقاً لمصدر صحيفة الثورة العدد (16093)، 506 مليارات ريال حجم الأضرار وفق تقديرات لجنة الإغاثة والبنك الدولي ص (4) طبعا المبلغ جاء وفقاً لعملية حسابية بسيطة وهي حاصل جمع $165 + 341 = 506$ مليار ريال يموني والذي يساوي $200/506 = 2.53$ مليار دولار لا تعليق؟. موضحاً التقرير بأن إعادة الأعمار ستتجاوز هذا الرقم بكثير، موضحاً أن قطاعي الزراعة والأسماك والمنازل والطرق تتصدر قائمة الأضرار والخسائر.

7-2-1: أضرار المباني الخاصة:

بحسب التقرير لجنة الإغاثة، فقد بلغ إجمالي الخسائر والأضرار في المباني الخاصة في كلتا المحافظتين 6013 مسكن بمختلف الأضرار كما هو موضح في جدول (3)

جدول (3) حجم الأضرار في المباني الخاصة في محافظتي حضرموت والمهرة

نوع الضرر	عدد المباني
ضرر كلي	1478
ضرر جزئي	2922
ضرر بسيط	449
مساكن ضعيفة البناء (مبنية من سعف النخيل والسقوف مغطاة بالجواني والطين)	1164
الإجمالي	6013

7-2-2: أضرار البنية التحتية الزراعية:

صدر عن اللجنة الفرعية للإغاثة والأيواء في وادي وصحراء حضرموت بمدينة سيئون برئاسة وكيل محافظة حضرموت لشئون الوادي والصحراء أن الأضرار تمثلت في⁽¹⁷⁾:

- 1- انجراف المساحات المزروعة بالمحاصيل الزراعية.
 - 2- انجراف التربة وقنوات ومنشآت الري والسدود والحواجز المائية .
 - 3- كما تضررت الثروة الحيوانية من الأبل والأغنام وغيرها من الأنعام.
 - 4- كما أوضح التقرير أن السيول جرفت نحو 236 ألف خليه لنحل العسل ما يؤثر على إنتاج العسل الذي يشتهر به وادي حضرموت.
- كما أبرز التقرير حجم الأضرار التي لحقتها السيول بالبنى التحتية والقطاعات الاقتصادية والخدمية والممتلكات العامة والخاصة في وادي حضرموت والتي من شأنها أن تؤثر تأثيراً مباشراً على مؤشرات خطط التنمية الاقتصادية في الوادي حتى العام 2015م.
- قدر التقرير النهائي لأضرار السيول بوادي حضرموت الصحراء خسائر القطاع الزراعي بأكثر من 72 مليارو 350 مليون ريال يمني.

7-2-3: أضرار البنية التحتية التربوية:

أضرار البنية التحتية التربوية للتربية والتعليم⁽¹⁸⁾ قدمها مدير مكتب وزارة التربية والتعليم جراء هطول الأمطار والسيول على محافظة حضرموت وشملت المناطق المنكوبة وغيرها وقد تم أيواء بعض الأسر في بعض المدارس في المناطق النائية والمنكوبة، وحجم الأضرار موضح في جدول(4).

جدول (4) إجمالي المباني التربوية المتضررة.

نوعية المبنى	عدد المباني المتضررة
مكتب التربية	4
روضة	1
مدرسة	77
ثانوية	6
سكن داخلي	1
الإجمالي	89

نوعية الترميمات والإصلاحات المطلوبة وعددها موضح في جدول (5) وتقدر تكلفة الترميمات والإصلاحات بـ (626100000) ريال يمني.

جدول (5) الترميمات والإصلاحات المطلوبة لعدد المنشأة التربوية

نوع الترميمات	عدد المنشأة التربوية
الأسقف مع وضع عازل وتلييسها	68
بناء 2-3 فصول جديدة	6
بناء جدار ساند مع الردم	2
إعادة بناء سقوف	9
استبدال أبواب ونوافذ	2
احلال وإعادة بناء متنوع	2
الإجمالي	89

3-7 : تصنيف كارثة حضرموت:

وفقاً للمعايير التي ذكرت في سياق هذا البحث فإن عدد الضحايا 180 شخصاً، وقدرت الخسائر المادية وفي الممتلكات وفي الاقتصاد بـ 2.53 مليار دولار، وباستخدام اللوغريتم: $2.26 = 180$ كارثة . وباستخدام التصنيف الآخر كما هو موضح في جدول (6).

جدول (6) تصنيف كارثة السيول بحضرموت

تصنيف الكارثة	طبيعتها
أسباب الوقوع	كارثة قدرية
حجم الكارثة	كارثة جماعية
زمن الوقوع	كارثة مباغلة
مكان الوقوع	كارثة وطنية

4-7 ماذا بعد الكارثة أنتم فاعلون:

لا بد هنا من الإشارة مما سبق ذكره تأكيداً إلى :

- (أن العالم سيتعرض لمزيد من الكوارث الطبيعية المدمرة نتيجة لارتفاع حرارة الأرض وازدياد عدد السكان) المجلس الدولي للعلوم.
- (لابد أن يهيئ سكان الأرض أنفسهم إلى تغيرات مناخية كبيرة وإلى أعاصير أكثر قوة من حيث شدتها، وأن ما سببه أعصار كاترينيا وريتا بمثابة جرس انذار ليس للولايات المتحدة فقط بل للعالم) جيفري شاس مدير معهد الأرض – جامعة كولومبيا.
- (أن الاحتباس الحراري هو السبب الرئيسي في مثل هذه الأعاصير) السير جوان لوتون رئيس الهيئة الملكية للتلوث البيئي – بريطانيا.
- (إن المنطقة المدارية التي تمتد من خط الاستواء إلى 20 درجة شمالاً وجنوباً هي أكثر مناطق الأرض حرارة، فإذا زادت حرارتها فهي تساعد على أحداث هذه الأعاصير) د. زغلول النجار.
- (يمكن لارتفاع في درجات الحرارة بمقدار ثلاث درجات مئوية، سيعاني حوض النيل نتيجة لتغير المناخ فيضانات هائلة نتيجة لارتفاع مستوى سطح البحر، خاصة في منطقة دلتا النيل في مصر،

جنباً إلى جنب مع أزيداد التعرض لنقص المياه وسوف يعاني نحو 155 إلى 600 مليون شخص من شحة المياه في الشرق الأوسط. علماً بأن نظم المياه القائمة تعاني بالفعل ضغطاً بيئياً نتيجة للتملح وتشبع التربة بالمياه والاستغلال المفرط للمياه الجوفية . وإستجابة لهذا الأمر، يقوم أحد مشروعات (الفاو) بتشجيع الاستخدام المنصف لموارد المياه في ما بين بلدان حوض النيل العشرة (الشريبيني⁽¹⁹⁾).

- موقع اليمن بين خطي عرض 12° - 19° شمال خط الاستواء مما يتسبب في جعل الأشعاع الشمسي أكثر تركيزاً، وتكون المنطقة تحت تأثير نطاق المنخفض الجوي الاستوائي (ITCZ).
- أن وجود البحر الأحمر يتسبب في حدوث المنخفض الجوي المسمى بنطاق البحر الأحمر (RSCZ).
- أظهرت قاعدة المخاطر الدولية للفترة 1980 - 2000م نقلا عن تقارير صادرة عن مكتب الولايات المتحدة لدعم الكوارث الخارجية (OFDA) ومركز بحوث اوبئة الكوارث (CRED) تم إيراد معلومات مستتبطة من تقارير صادرة عن برنامج الأمم المتحدة الأنمائي (UNDP) وهيئة منع ومعالجة الأزمات (BCBR) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) كل هذه المنظمات والمراكز العالمية تحذر وتفيد في تقاريرها الدورية بأن المتوسط السنوي لحوادث الفيضانات في اليمن يبلغ حوالي 0.52 حادثة تتسبب ب وفاة 46 شخص كل عام. وأن هناك حوالي 43.35 شخص يتعرضون لمخاطر الفيضانات والسيول في كل عام بسبب استقرارهم في المساقط المائية ومجرى السيول المعرضة للخطر.
- الحقيقة أن هناك عوامل تتدخل في تكوين هذه الظواهر ليس فقط التلوث البيئي والتغير المناخي والاحتباس الحراري والخ ومن أهم هذه العوامل قدرة الله سبحانه وتعالى إذا أراد أن يحدث هذا الأمر يسبب له الأسباب.

التوصيات:

- (1) انشاء محطات إرساد فرعية تخصصية قرب الأودية ومحطات رئيسية في بعض المديريات وتكون مجهزة بأحدث التكنولوجيا وربطها بشبكة معلومات حديثة ومسموحة ومتوفرة للمتخصصين ورفدها بالكوادر المدربة والمتخصصة.
- (2) ضرورة وجود هيئة وطنية لإدارة الكوارث في اليمن لها كافة الصلاحيات التي تمكنها من اتخاذ القرارات اللازمة لمعالجة أي كارثة تطرأ في القطر، وتكون مرتبطة برئيس مجلس الوزراء، وتكون هذه الهيئة نواة لاستحداث هيئة عليا لإدارة الكوارث تابعة لجامعة الدول العربية وتكون من مهماتها جلب المساعدة اللازمة بشكل عاجل لأي دولة عربية قد تتعرض لأي كارثة لا سمح الله .

- (من توصيات ندوة إدارة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية) المنعقدة في الرياض – السعودية الفترة 29 مارس – 1 إبريل 2008م.
- (3) إزالة كل الحواجز مهما كان نوعها من أماكن مرور وجريان السيول في الأودية الطبيعية، والعمل على توسعتها بشكل دوري وذلك من خلال إنشاء هيئة / قسم تقوم بهذه الأعمال مع رصد ميزانية تشغيلية.
- (4) العمل على زيادة وعي المواطن عن أخطار كوارث الأمطار والسيول، وكيفية ترميم اسطح منازلهم المكشوفة ونوعية الترميم المطلوب، وعدم الاستقرار والبناء في مجرى السيول.
- (5) إشراك الباحثين من الأكاديميين والمهندسين والمتخصصين لوضع استراتيجية لمعرفة تبعات ما بعد الكارثة ومخاطرها وإيجاد الحلول في حالة تكرارها وتقليل الخسائر والأضرار.

المراجع:

- 1- عبد الله بالخير، خالد سعيد (2008) "نمذجة تدفق المياه السطحية للتنبؤ بحدوث سيول مدمرة وتصميم نظام إنذار مبكر لإدارة الطوارئ" مجلة تقنية البناء، تصدر عن وزارة الشؤون البلدية والقروية، العدد الخامس عشر، ص 60-67-السعودية.
- 2- د. زغلول النجار (2008)، www.elnaggarzg.com
- 3- Horton.R.E(1933) " The role of infiltration in the hydrologic cycle " Trans. Am. Geophys. Union p.446.
- 4- chow.V.T, David R.M and Lary W.M. (1988), " Applied Hydrology. McGraw- Hill, International Edition.
- 5- غانم، عبد النور علي جازم (2008) " دراسة أسباب الفيضانات في المناطق الجافة وشبه الجافة وأساليب السيطرة عليها.... دراسة حالة " فيضانات مدينة معبر في اليمن " ، مجلة تقنية البناء، تصدر عن وزارة الشؤون البلدية والقروية ، العدد الخامس عشر ص 30-37 السعودية.
- 6- IPCC (2001), 3rd. Assessment Report. Cambridge university Press. Also at [http://www.grida.no/climate/ipcc tar/wg1/](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/).
- 7- US Department of Agriculture. (1985) Soil conservation Service. National Engineering Hand book. Washington.DC.
- 8- Fedele, F.G., (1987) " North Yemen: The Neolithic, Yemen 3000 Years of Art Civilisation in Arabia Felix, staatliches Museum Fuer Voelkerkunde Muenchen, P36.Rome.

- 9- حنشور، أحمد إبراهيم (2005) "نشوء العمارة اليمنية القديمة وتطورها" رسالة الماجستير مقدمة إلى كلية الآداب — جامعة عدن — اليمن (غير منشورة).
- 10- www.AL-AYYAM.INFO,IusseNo.5536Yemen.
- 11- Lewcock R (1986) " Wadi Hadramawt and the walled city of shibam " UNESCO, Paris p 15.
- 12- Rischard, J.F (2004) " High Noon: Twenty Global Issues, Twenty Years to solve them " Viva Books Pirate Ltd p 70, New Delhi.
- 13- محمد، حسام يوسف عز الدين (2008) " إعداد مقياس لتقرير شكل الإغاثة للناجين من الكوارث "، مجلة تقنية البناء تصدر عن وزارة الشؤون البلدية والقروية، العدد الخامس عشر ص 70-77 السعودية.
- 14- برنار كوميليه (2003) " الدور المركزي لإدارة سلسلة الإمداد في الاتحاد الدولي لجمعيات الصليب الأحمر والهلال الأحمر " نشرة الهجرة القصرية، العدد الثامن عشر، ص 18.
- 15- [WWW.AL-AYYAM,INFO\(Issue,No.5572\)yemen](http://WWW.AL-AYYAM,INFO(Issue,No.5572)yemen).
- 16- [WWW.AL-THAWRA.NET\(Issue,No.16093\)yemen](http://WWW.AL-THAWRA.NET(Issue,No.16093)yemen).
- 17- [WWW.14oct.NET\(Issue,No.14301\)Yemen](http://WWW.14oct.NET(Issue,No.14301)Yemen).
- 18- تقرير عن المدارس المتضررة من هطول الأمطار (2008م) مقدم من مدير مكتب التربية والتعليم — المكلا إلى وزير التربية والتعليم صنعاء — اليمن.
- 19- الشربيني، أحمد (2008) " المياه وأزمة الغذاء العالمية " مجلة العربي العدد 601، ديسمبر ص 156.