ISSN: 2957 - 8108

مجلة بحوث
جامعة حلب في المناطق المحررة

المجلد الثالث ـ العدد الأول
الجزء الأول
07 / 09 / 1445 هـ - 17 / 03 / 2024 م

علميّة - ربعيّة - محكّمة

تصدر عن
جامعة حلب في المناطق المحرّرة

بسم الله الرحمن الرحيم

الهيئة الاستشارية لمجلة جامعة حلب في المناطق المحررة

د. جلال الدين خانجي　　أ.د زكريا ظلام　　أ.د عبد الكريم بكار

أ. د إبراهيم أحمد الديبو　　أ.د. أسامة اختيار　　د. أسامة القاضي

د. يحيى عبد الرحيم

هيئة تحرير مجلة جامعة حلب في المناطق المحررة

رئيس هيئة التحرير: أ.د أحمد بكار

نائب رئيس هيئة التحرير: أ.د. عماد برق

أعضاء هيئة تحرير البحوث التطبيقية	أعضاء هيئة تحرير البحوث الإنسانية والاجتماعية
أ.د. عبد العزيز الدغيم	أ.د عبد القادر الشيخ
أ.د ياسين خليفة	د. جهاد حجازي
أ.د. جواد أبو حطب	د. ضياء الدين القالش
أ.د. عبد الله حمادة	د. سهام عبد العزيز
أ.د. محمد نهاد كردية	د. ماجد عليوي
د. ياسر اليوسف	د. أحمد العمر
د. كمال بكور	د. محمد الحمادي
د. مازن السعود	د. عدنان مامو
د. عمر طوقاج	د. عامر المصطفى
د. محمد المجبل	د. أحمد أسامة نجار
د. مالك السليمان	
د. عبد القادر غزال	
د. مرهف العبد الله	

أمين المجلة: هاني الحافظ

مجلة جامعة حلب في المناطق المحررة

مجلّة علميّة محكّمة فصليّة، تصدر باللغة العربية، تختص بنشر البحوث العلمية والدراسات الأكاديمية في مختلف التخصصات، تتوفر فيها شروط البحث العلمي في الإحاطة والاستقصاء ومنهج البحث العلمي وخطواته، وذلك على صعيدي العلوم الإنسانية والاجتماعية والعلوم الأساسية والتطبيقية.

رؤية المجلة:

تتطلع المجلة إلى الريادة والتميز في نشر الأبحاث العلميّة.

رسالة المجلة:

الإسهام الفعّال في خدمة المجتمع من خلال نشر البحوث العلميّة المحكّمة وفق المعايير العلمية العالمية.

أهداف المجلة:

- نشر العلم والمعرفة في مختلف التخصصات العلميّة.
- توطيد الشراكات العلمية والفكرية بين جامعة حلب في المناطق المحررة ومؤسسات المجتمع المحلي والدولي.
- أن تكون المجلة مرجعاً علمياً للباحثين في مختلف العلوم.

الرقم المعياري الدولي للمجلة ISSN: 2957-8108

الموقع الإلكتروني للمجلة: www.journal.uoaleppo.net **البريد الإلكتروني:** journal@uoaleppo.net

معايير النشر في المجلة:

١- تنشر المجلة الأبحاث والدراسات الأكاديمية في مختلف التخصصات العلميّة باللغة العربية.

٢- تنشر المجلة البحوث التي تتوفر فيها الأصالة والابتكار، واتباع المنهجية السليمة، والتوثيق العلمي مع سلامة الفكر واللغة والأسلوب.

٣- تشترط المجلة أن يكون البحث أصيلاً وغير منشور أو مقدم لأي مجلة أخرى أو موقع آخر.

٤- يترجم عنوان البحث واسم الباحث والمشاركين أو المشرفين إن وجدوا إلى اللغتين التركية والإنكليزية.

٥- يرفق بالبحث ملخص عنه باللغات الثلاث العربية والإنكليزية والتركية على ألا يتجاوز ٢٠٠-٢٥٠ كلمة، وبخمس كلمات مفتاحية مترجمة.

٦- يلتزم الباحث بتوثيق المراجع والمصادر وفقاً لنظام جمعية علم النفس الأمريكية (**APA7**).

٧- يلتزم الباحث بألّا يزيد البحث على ٢٠ صفحة.

٨-ترسل البحوث المقدمة لمحكمين متخصصين، ممن يشهد لهم بالنزاهة والكفاءة العلمية في تقييم الأبحاث، ويتم هذا بطريقة سرية، ويعرض البحث على محكّم ثالث في حال رفضه أحد المحكّمين.

٩- يلتزم الباحث بإجراء التعديلات المطلوبة خلال ١٥ يوماً.

١٠- يبلغ الباحث بقبول النشر أو الاعتذار عنه، ولا يعاد البحث إلى صاحبه إذا لم يقبل، ولا تقدم أسباب رفضه إلى الباحث.

١١- يحصل الباحث على وثيقة نشر تؤكد قبول بحثه للنشر بعد موافقة المحكمين عليه.

١٢-تعبّر الأبحاث المنشورة في المجلة عن آراء أصحابها، لا عن رأي المجلة، ولا تكون هيئة تحرير المجلة مسؤولة عنها.

جدول المحتوى

الأثر الاقتصادي للري التكميلي على إنتاجية القمح وعناصر الغلة **٩**

. محمد فيصل الناجي أ. د. عماد خطاب

اصطناع جمل حلقية غير متجانسة بفتح الحلقة الإيبوكسيدية **٣٥**

أ. محمد الخليف د. فاطمة العبدان

تأثير أمواج التسونامي والتذبذبات المناخية على التضاريس الساحلية لدولة قطر **٦٥**

د. بدر الدين منلا الدخيل

تصورات الطلبة السوريين متعلمي اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية حول تعلم أسماء الجموع **١٠١**

. محمد الياسين د. عبد الحميد المعيكل

مظاهر الترفيه عند الجنود الرومان في ولاية سورية **١٢٧**

أ. بديع محمد ماهر العمر د. عدنان محمد خير رشيد مامو

درجة ممارسة معلمي الصّف الأوّل من مرحلة التّعليم الأساسي للكفايات التّدريسيّة من وجهة نظرهم **١٥١**

أ.خالد عبد الحميد الجراد د.سهام عبد العزيز

الاتجاهات نحو القراءة وعلاقتها بالتجول العقلي لدى عينة من طلبة كلية التربية في جامعة حلب في الشمال السوري **١٨٣**

أ.عماد الددو د. عبد الحي محمود

النسق الاجتماعي في رواية أرض البطولات **٢١٥**

أ.حسن عمر د. محمد رامز كورج

تجلّيات اللون الأبيض في شعر أحمد شوقي **٢٣٥**

أ. راقي السليمان د.محمّد رامز كورج

أثر المجاعة على العبادات (الصلاة– الزكاة) **٢٥٧**

أ. مصطفى أحمد عبد القادر د. عبد الرحمن عزيزي

وِلَايَة الإِجبَارِ في عَقدِ النِّكَاحِ وعلّتها **٢٩٣**

. أحمد عبيد العبيد د.عبد الرحمن عزيزي

تأثير أمواج التسونامي والتذبذبات المناخية على التضاريس الساحلية لدولة قطر

إعداد:

د. بدر الدين منلا الدخيل

ملخص البحث:

تعد منطقة الخليج العربي واحدة من أكثر المناطق عرضة للتأثيرات السلبية للتذبذبات المناخية وأمواج التسونامي في المجالات الحضرية والبيئية والاقتصادية، وتعمل التضاريس الشاطئية على الحد من هذه التأثيرات، فالتضاريس الساحلية القطرية تتميز بوجود سهول ساحلية منبسطة قليلة الارتفاع تتخللها بعض الرؤوس والأخوار والسبخات والتعرجات على طول الشواطئ التي تعد عواملَ مساعدة لتدفق أمواج المد والتسونامي، وتنتشر المناطق العمرانية والصناعية والبترولية ومحطات تحلية المياه والبنى التحتية على طول السواحل السهلية القليلة الارتفاع الخالية من المظاهر الطبيعية المقاومة لتدفق أمواج المد والتسونامي، الأمر الذي قد يؤدي إلى أحداث كارثية على البنى التحتية والعمرانية والبترولية في حال تدفق أمواج مدية عالية أو أمواج تسونامي متوسطة الارتفاع، ما يؤدي إلى عدم الاستقرار بالمنطقة على نطاق واسع. وقد تبين أن حوالي ١٣٪ من مساحة قطر ستتأثر بأمواج المد والتسونامي متوسطة الارتفاع (٥م) خاصة في الأجزاء الشمالية والشرقية لشبه جزيرة قطر. وقد قمنا بإنجاز الخرائط المورفولوجية التي توضح نقاط الضعف والقوة للتضاريس الساحلية القطرية في مواجهة تدفق أمواج المد والتسونامي.

كلمات مفتاحية: التضاريس الساحلية، أمواج المد، تسونامي، الخليج العربي، قطر.

Effect of Tsunamis and Climate Oscillations on the Coastal Relief of the State of Qatar

prepared by:
Dr. Badreddin Manla Al Dakhil

Abstract:

The Arabian Gulf region is considered one of the most vulnerable areas to the negative effects of the climatic and tsunami fluctuations in urban, environmental and economic areas where the coastal relief reduces these impacts. The Qatari coastal relief is characterized by having flat, low-rise coastal plains, which contain some bays, khors, marshes and meanders along the coast which are considered helping factors for the tidal waves and tsunamis to flow. The architectural, industrial and petroleum areas, water desalination stations and the infrastructure spread along the low-rise coast plains which lack the natural features that resist the flow of tidal waves and tsunamis, which could lead to catastrophic events on infrastructure, construction and petroleum in case the flow of the high waves or mid-rise tidal tsunami, leading to instability in the region on a large scale. It was found that about a 13% of Qatar's area will be affected by tidal waves and the medium height (5 m) tsunami especially in the northern and eastern parts of Qatar peninsula. We have accomplished the morphological maps that illustrate the strengths and weaknesses of the coastal relief of Qatar in the face of the flow of tidal waves and tsunamis.

Keywords: coastal relief, tidal waves, tsunami, Arabian Gulf, Qatar

Tsunamilerin ve iklim dalgalanmalarının Katar Devleti'nin kıyı arazisi üzerindeki etkisi

Hazırlayanlar:

Dr. Bedireddin Manla el-Dahhil

Özeti :

Basra Körfezi bölgesi, iklim dalgalanmalarının ve tsunamilerin kentsel, çevresel ve ekonomik alanlardaki olumsuz etkilerine karşı en savunmasız bölgelerden biri olarak kabul ediliyor. Kıyı arazisi bu etkileri azaltmak için çalışıyor. Katar kıyı arazisi düzlüklerin varlığıyla karakterize ediliyor, plajlar boyunca bazı burunlar, dereler, bataklıklar ve kıvrımlılarla serpiştirilmiş alçak rakımlı kıyı ovaları... Bunlar, gelgit dalgalarının ve tsunamilerin akışına yardımcı olan faktörler olarak kabul edilir. Kentsel, endüstriyel ve petrol alanları, su arıtma tesisleri ve altyapı, gelgit dalgalarının ve tsunamilerin akışına dayanıklı doğal özelliklerden yoksun, alçak rakımlı düz kıyılar boyunca yayılmıştır.

Bu da yüksek gelgit dalgaları veya orta yükseklikte tsunami dalgaları durumunda altyapı, kentsel ve petrol altyapısı üzerinde yıkıcı olaylara yol açarak bölgede yaygın istikrarsızlığa yol açabilir. Özellikle Katar Yarımadası'nın kuzey ve doğu kesimlerinde, Katar'ın yaklaşık %13'ünün orta yükseklikteki (5 m) tsunami dalgalarından etkileneceği gösterilmiştir. Katar kıyı bölgesinin gelgit dalgaları ve tsunamiler karşısında güçlü ve zayıf yönlerini gösteren morfolojik haritaları tamamladık .

Anahtar Kelimeler: kıyı arazisi, gelgit dalgaları, tsunami, Basra Körfezi, Katar.

مقدمة:

تسهم التضاريس الساحلية دوراً حيوياً خلال تهديد أمواج التسونامي والتذبذبات المناخية، إذ تستجيب التضاريس الساحلية على نحو مختلف لخطر التسونامي والتذبذبات المناخية وذلك حسب بنيتها. لذلك فإنه من الأهمية بمكان دراسة قدرة التضاريس الساحلية بهدف الحد من خطر موجات التسونامي والتذبذبات المناخية من خلال رسم خرائط تبين مدى ضعف الساحل أو قوته في مواجهة هذه المخاطر.

تمتد قطر على مساحة تقدر بحوالي ١١٤٣٧ كيلومتراً مربعاً، بطول ١٨٧ كم وعرض وسطي حوالي ٧٥كم. وتتميز بكونها مسطحة الشكل، أعلى نقطة فيها ١٠٣ أمتار، على شكل شبه جزيرة في منتصف الساحل الغربي للخليج العربي، وتتبع لدولة قطر بعض الجزر أهمها جزر حالول وشراعوه والسافلية والأسحاط وغيرها. تتكون أراضيها من سطح صخري منبسط مع بعض الهضاب والتلال الكلسية في منطقة دخان في الغرب ومنطقة جبل فويرط في الشمال، ويمتاز هذا السطح بكثرة الأخوار والخلجان والأحواض والمنخفضات التي يطلق عليها (الروض) وتوجد في مناطق الشمال والوسط التي تعد بدورها من أكثر المواقع خصوبة حيث تكثر فيها النباتات الطبيعية. وتقع المدن الكبرى على السواحل الشرقية، مثل العاصمة الدوحة، والمدن الرئيسة في الوكرة، الخور والذخيرة والشمال، اضافةً إلى المدن الصناعية في مسيعيد، رأس لفان ودخان. ويتجمع السكان حوالي ٨٣ في المائة في الدوحة وضاحيتها الرئيسة الريان (El Raey, 2011)، الأمر الذي سيؤدي إلى عواقب كارثية في حال وصول أمواج المد والتسونامي إلى هذه التجمعات السكنية.

يغلب على التضاريس القطرية السهول الساحلية التي تتأثر بأمواج المد والتسونامي على حد سواء. ويعتبر تصنيف (Ramasamy et al, 2004) من أهم تصنيفات قدرة التضاريس الساحلية، الذي اقترح فيه الميزات التضاريسية المساعدة لتدفق أمواج التسونامي ويمكن أن تصنف على أنها عوامل مساعدة، مثل مصب النهر، والخور، والسهول الساحلية التي تزيد من إمكانية الصعود المدي لأمواج التسونامي وغمر تلك الأماكن. في حين أن التلال الشاطئية والشواطئ الرملية المرتفعة تعمل كحواجز تمتص طاقة أمواج التسونامي.

سنحاول في هذه الدراسة توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) باستخدام عدد من البرامج Arc Gis, Surfer, Global Mapper, Google Earth، بهدف رصد التغييرات التي حدثت في خط الساحل، بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية والصور الفضائية لسواحل

قطر. وسيتم إنتاج الخرائط الطبوغرافية والمورفولوجية التي تبين المناطق التي تتأثر بأمواج المد والتسونامي في حال حدوثها على طول سواحل قطر. وسيتم رسم تغيرات خط الساحل وتوضيح ميزات هذه السواحل وتصنيف مدى مقاومتها لعمليات المد البحري وأمواج التسونامي المحتملة الحدوث.

تشكل الأعاصير والتسونامي مخاطر طبيعية كبيرة على السواحل التي تكثر فيها عمليات البناء وتشغيل الموانئ البحرية ومحطات البترول والأرصفة البحرية، ومنصات الحفر الاستكشافي ومنصات استخراج النفط البحري على طول سواحل الخليج العربي وخاصة السواحل القطرية. وعلاوة على ذلك، وضعت هذه المخاطر الأرواح والممتلكات في المناطق الساحلية في مخاطر جمة، إذ تسبب خسائر في الأرواح والأضرار في الممتلكات، وتحدث تخريباً للنظم الإيكولوجية والمرافق البحرية.

يمكن تحديد عدداً من المخاطر الطبيعية التي ضربت سواحل قطر والمنطقة عامةً والتي من الممكن معاودة تهديدها للمنطقة مستقبلاً. كمخاطر التسونامي والتذبذب المناخي، فالتسونامي يحدث بسبب الزلازل عادةً التي تؤدي إلى توليد أمواج عالية تشكل خطراً كبيراً على المناطق الشاطئية. أما خطر التذبذب المناخي فيؤدي إلى حصول ارتفاعات وانخفاضات لعمليات المد والجزر غير اعتيادية والتي تسبب تآكل خط الشاطئ بفعل عمليات ألحت البحري. كذلك تشكل الأعاصير المدارية الجنوبية الغربية والعواصف الشمالية الغربية خطراً يهدد سواحل الخليج العربي.

لقد كانت شبه الجزيرة العربية قبل حوالي ٨ ـ ١٠ آلاف عام واحة خضراء فيها بحيرة مائية عمقها حوالي ٣٠ متراً، ولكن بفعل التغيرات المناخية تراجعت المياه وتغيرت الظروف المناخية ومن ثم تحولت من واحة خضراء إلى منطقة صحراوية جافة، يمكن أن تعود فيها هذه التغيرات المناخية من جديد وتؤدي إلى تغيير في مناخ المنطقة ويظهر في الآونة الأخيرة بوادر لتغيرات وتذبذب مناخي واضح (Shackleton, 1987; Lambeck, 1996; Rohling et al., 2009).

منهج وطرق البحث:

تم الاعتماد على تصنيف (Ramasamy et al, 2004) في دراسة مدى مقاومة التضاريس الساحلية القطرية، والذي يحدد الميزات التضاريسية المقاومة لتدفق أمواج التسونامي وهي التلال الشاطئية والشواطئ الرملية المرتفعة، ويمكن أن نضيف عليها أشجار المانغروف وأشجار النخيل الموجودة على بعض أجزاء من السواحل القطرية، أما العوامل التضاريسية المساعدة فهي مصب النهر، والخور،

والسهول الطينية التي تزيد من إمكانية الصعود المدي لأمواج المد والتسونامي. فالتضاريس الساحلية القطرية تتميز باحتوائها على العوامل المساعدة لتدفق امواج المد والتسونامي وتفتقر الى العوامل المقاومة وقد تم تحديدها تحديداً مفصلاً في الشكل (٦).

وتم الاستفادة من البيانات المتوفرة من مركز (BODC, 2003) Centenary Edition of the GEBCO Digital Atlas والتي تحتوي على بيانات رقمية لكامل الكرة الأرضية بما فيها أعماق البحار والمحيطات. أيضاً تم الاستفادة من (Smith & Sandwell, 1997) وبرنامج Google Earth لتحديد بعض النقاط على السواحل القطرية. وتم استخدام عدد من البرامج العلمية لإنجاز الخرائط الطبوغرافية والمورفولوجية، كبرامج,ArcGis, Surfer, Global Mapper.

وبهذا تم توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في إنجاز هذا البحث الذي يقدم دراسة مفصلة عن تأثر المنطقة الساحلية لقطر بأمواج التسونامي والتذبذبات المناخية، لذا يعد من الأبحاث الأولية التي عالجت السواحل القطرية بهذا الإطار.

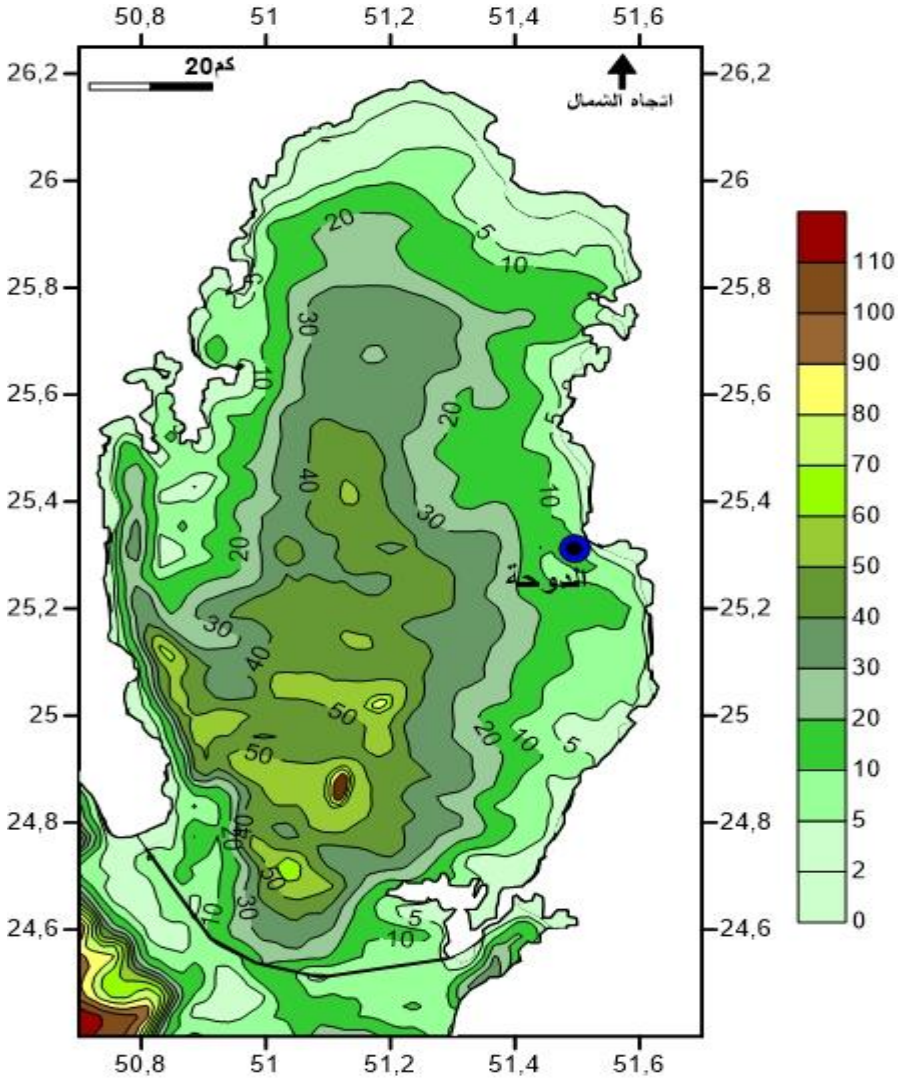
المناقشة:

تعد دراسة التضاريس الساحلية ومدى مقاومتها للمخاطر المناخية والتسونامي في منطقة الخليج العربي وسواحل قطر خصوصاً، ذات أهمية حيوية بالنسبة للسلطات. ويرجع ذلك إلى أهمية المنطقة التي تكثر فيها الموانئ والمرافئ وحقول النفط والمنشآت المرتبطة بها.

١- مميزات التضاريس الساحلية القطرية:

تمتد قطر على شكل إسفين في الخليج العربي بهيئة قوس محدب بيضوي الشكل ذي محور شمال-جنوب (شكل ١). تتألف على نحو عام من التكوينات الثلاثية والرباعية من الحجر الجيري أو الكلسي والدولوميت مع الطين والجبس والمارل (Abdulali and Sobhi, 2002). وتتميز التضاريس القطرية بكونها مؤلفة من سهول قليلة الارتفاع رملية وصخرية مع بعض التلال الكلسية في منطقة دخان في الغرب وجبل فويرط في الشمال. ويتميز بمجموعة متنوعة من الظواهر الجغرافية بما في ذلك عدد من الخلجان، والمنخفضات السطحية وأحواض تجفيف مياه الأمطار المعروفة باسم الرياض (الحدائق)، والتي توجد أساساً في الجزء الشمالي والأوسط من شبه الجزيرة. هذه المناطق لديها التربة الأكثر خصوبة وغنىً بالغطاء النباتي.

وتمثل طوبوغرافية البلاد عموماً سطح تذرية مستو، شكلته رياح الشمال ذات الاتجاه شبه الثابت باستثناء بعض التلال الواطئة في الشمال الغربي. وتتميز الطوبوغرافية السطحية للبلاد بارتفاع طفيف يتراوح بين 103 متر فوق مستوى سطح البحر في المنطقة الجنوبية الغربية إلى نحو 6 متر تحت سطح البحر في منطقة سباخ دخان. ومع ذلك فإن الجزء الأعظم من طوبوغرافية البلاد هو أقل من 40 متراً فوق مستوى سطح البحر. وتشكل التوضعات الجيرية غالبية الصخور المكونة للطبقات الصخرية على شكل تلالٍ تشبه التراكيب المنضدة. وأقدم الصخور المتكشفة هي صخور تكوين الرس العائدة إلى الأيوسين الأسفل، التي تتكون على نحو رئيس من الدولوميت والحجر الجيري مع بعض التكشفات المتناثرة من صخور الميوسين التي تغطي حوالي ٨٪ من مساحة البلاد (Al-Yafei et al., 2014; Elobaid, 2000).



شكل (١). الخريطة الطبوغرافية لدولة قطر (الخريطة من عمل الباحث بالاعتماد على البيانات المتوفرة من مركز (BODC, 2003)).

يبلغ طول السواحل القطرية أكثر من ٧٠٠كم (GSDP, 2009). فالمناطق الساحلية في قطر عرضة لارتفاع مستوى سطح البحر حيث تشكل مساحة الأراضي ذات الارتفاع دون ٥م نحو ١٨.٢٪ من مساحة البلاد، ما يجعلها عرضة لخطر تدفق أمواج المد والتسونامي إليها. الأمر الذي يقود إلى آثار سلبية على السكان حيث يعيش نحو ٩٦٪ من السكان في المناطق الساحلية (INDCS, 2015).

تعد قطر من بين البلدان الأكثر تضرراً من الارتفاع في مستوى سطح البحر، والتي يمكن أن تضر السواحل والحياة البحرية. إذا ارتفع معدل درجات الحرارة، سيزداد الطلب على المياه، مع ازدياد نسبة الملوحة في المياه الجوفية. وسيناريوهات تغير المناخ مع المزيد من التقلبات الشديدة في الطقس، التي قد تقود إلى عواصف غزيرة ومترافقة مع العواصف الرملية (QNDS, 2011).

تتميز سواحل شبه جزيرة قطر بكونها لطيفة الانحدار مستوية تحتوي على عدد من الجزر والشعاب، والرؤوس والخلجان ومناطق واسعة من السبخات (Ashour, 2013). إذ تغطي السبخات حوالي ٧٪ من مساحة قطر، وتنقسم إلى نوعين من السبخات، النوع الأول هو السبخات الداخلية التي تقع بعيدا عن الشاطئ، وهي غير مرتبطة مع البحر. وتغطي مساحة ٢٠٥كم^{٢} وتشغل هذه السبخات منخفضات تتراوح في الارتفاع بين -٣ و ٤ أمتار. وتقع هذه السبخات في شريط ضيق حوالي ١٠ كم بموازاة خط الساحل شمال البلاد. توجد مجموعة أخرى من السباخ على شكل حزام منحني الأضلاع بالقرب من الحدود الجنوبية لشبه جزيرة قطر، يمتد من خور العديد في الشرق إلى الطرف الجنوبي لخليج سلوى في الغرب. ويبدو أن هذا الحزام هو من بقايا شبه خليج مهجور قطع من البحر.

تقع سبخة دخان بالقرب من الساحل الغربي، حيث تشغل منخفضاً على شكل حرف L مقلوب مساحتها حوالي ٧٣ كم^{٢}، يتراوح العرض بين ٢ و ٤ كم. سطح السبخة مسطح تقريباً، وأكثر أجزائها تقع تحت مستوى سطح البحر، تحاط بتلال من الحجر الجيري. نعتقد أن هذا الانخفاض كان امتداداً لخليج زكريت قبل أن ينخفض مستوى سطح البحر منذ ٣٠٠٠ سنة عندما كان البحر +٤ م أعلى من المستوى الحالي. وجدت المياه الجوفية في هذه السبخة مالحة جداً على أعماق تتراوح بين ٢ و١٢٠ سم، ومصدر المياه غير معروف، يمكن أن يكون عن طريق الاتصال المباشر مع البحر، أو مع المياه الجوفية. ويعتقد أن سبخة دخان في الوقت الحاضر في مرحلة النضج وأنه لن يمر وقت طويل حتى يتم تغطية السطح بالرمال (Ashour, 2013).

والنوع الثاني هو السبخات الساحلية، التي تغطي نحو ٥٩٠ كم^{٢} وتتركز معظم هذه السبخات على الساحل الشرقي لقطر ويمكن أن يعزى ذلك إلى التسطيح من الجانب الغربي، وعمليات الترسيب للكثبان الرملية خصوصاً حيث تهب الرياح من الشمال الغربي ليتم ترسيبها في المناطق الساحلية الضحلة، أيضا عندما تهب الرمال ببطء على طول الشواطئ التي تمر بها عكس اتجاه عقارب الساعة فإنها ترسب حمولتها في المياه الضحلة جداً التي تتطور لتصبح السبخات (Ashour, 2013). تعد سبخة أم سعيد من أكبر السبخات في قطر التي تمتد على الساحل الجنوبي الشرقي وتشغل ٦٠٪ من مساحة السبخات القطرية.

حسب تصنيف (Ramasamy et al, 2004) بقدرة التضاريس الساحلية على مقاومة أمواج المد والتسونامي يمكن إجمالها في مجموعتين، **العوامل المساعدة** لتدفق أمواج التسونامي **والعوامل المقاومة**.

فالعوامل المساعدة في صفات التضاريس الشاطئية، مثل مصب النهر، والخور، والسهول الطينية والسهول الساحلية الواسعة القريبة من خط الشاطئ التي تزيد من إمكانية الصعود المدي لأمواج التسونامي وأمواج المد الأخرى وغمر تلك الأماكن، وهذه الصفات تتميز بها السواحل القطرية التي تنتشر على ما يقارب ٥٠٪ من مساحة قطر، وتتسع الأراضي الساحلية في الأجزاء الشمالية والشرقية وتضيق في الأجزاء الغربية. وتمتاز الأراضي الساحلية بالسطح المتموج الذي يميل أحياناً إلى الاستواء الأمر الذي سيؤدي إلى غرق هذه السهول الساحلية بأمواج المد والتسونامي، وتتركز المراكز العمرانية والبنى التحتية والاقتصادية على السهول الساحلية ما يؤدي إلى خسائر كارثية في حال تدفق أمواج المد والتسونامي إليها. كذلك القنوات والجداول تعد ناقلة جيدة لأمواج المد والتسونامي التي تسمح لتلك الأمواج بالتوغل في اليابسة لمسافات كبيرة وتحدث دماراً واسعاً.

أما **العوامل المقاومة** لأمواج المد والتسونامي فهي التلال الشاطئية والكثبان الرملية الساحلية التي تعمل كحواجز طبيعية ولديها القدرة على استيعاب طاقة أمواج التسونامي، وتعتمد قدرة هذه الحواجز على ارتفاعها وعرضها، فكلما كانت عريضة ومرتفعة وممتدة على طول خط الشاطئ كانت قدرتها على صد أمواج المد والتسونامي عالية، ولا يوجد مثل هذه المقومات على السواحل القطرية سوى في بعض الأماكن كجبل فويرط. كذلك المستنقعات على الرغم من أنها لا يمكن أن تصد موجة التسونامي لكن لديها القدرة على استيعاب الطاقة من موجات المد وتحد من قوتها على نحوكبير. حيث تغطي

السبخات حوالي ٧٪ من مساحة قطر، معظمها تتواجد على طول السواحل القطرية وتكون مرتبطة بمياه الخليج، وخاصة على الساحل الشرقي لقطر، كالسبخات بالقرب من الحدود الجنوبية لشبه جزيرة قطر، التي تمتد من خور العديد في الشرق إلى الطرف الجنوبي لخليج سلوى في الغرب. أيضاً سبخة دخان بالقرب من الساحل الغربي، التي تشغل منخفضاً مسطحاً تقريباً، وأكثر أجزائها تقع تحت مستوى سطح البحر. بينما تعد سبخة أم سعيد من أكبر السبخات في قطر التي تمتد على الساحل الجنوبي الشرقي وتشغل ٦٠٪ من مساحة السبخات القطرية.

تعد أشجار المانغروف من العوامل المقاومة لأمواج المد والتسونامي، التي لها دور كبير في صد أمواج المد العالية وأمواج التسونامي وامتصاص طاقاتها لكنها تنتشر في مناطق قليلة من السواحل القطرية، حيث تنتشر في شمال شرق قطر في الخور والذخيرة (Abulfatih, 2002). ويوجد نوع واحد فقط من أشجار المانغروف في قطر (قرم بحري)، التي تنتشر على الساحل الشرقي وتتركز في منطقة الذخيرة والخور (شكل ٢)، مع إعادة زراعتها على طول سواحل الوكرة، أم الهول، المافير وفويرط. وتساعد أشجار المانغروف على استقرار الرواسب، وحماية السواحل وتوفير المأوى للحيوانات والأسماك، وعندما تسقط ورقة المانغروف توفر مصدراً غذائياً هاماً للأنواع البحرية (GSDP, 2009).

شكل (٢). أشجار المانغروف في منطقة الذخيرة على السواحل الشمالية الشرقية لقطر.

٢- تأثير أمواج التسونامي على السواحل القطرية:

يأتي تهديد منطقة الخليج العربي بأمواج التسونامي على نحو أساسي من خارج حدودها، وخاصة من منطقة مكران التي تعد منطقة اندساس للصفيحة العربية أسفل الصفيحة الأوراسية، التي تمتد حوالي ٩٠٠كم من شرق مضيق باب السلام وحتى كراتشي في الباكستان، والتي تقع قبالة السواحل الجنوبية لإيران وباكستان في الشمال الغربي للمحيط الهندي وشمال بحر العرب، وتكثر الزلازل في منطقة التماس بين الصفيحتين التي تؤدي إلى حدوث زلازل قوية التي تؤدي بدورها إلى توليد أمواج التسونامي في المحيط الهندي وبحر العرب. ومنهما تنتقل أمواج التسونامي إلى الخليج العربي عبر مضيق هرمز، وتصل هذه الأمواج إلى شواطئ الخليج العربي، على طول سواحله وخاصةَ السواحل القطرية منطقة الدراسة، حيث تفقد كثير من قوتها بمرورها عبر مضيق هرمز كعامل مخمد والعامل الأساسي الآخر هو أن الخليج العربي قليل العمق تكثر فيه الجزر الأمر الذي يؤثر على ارتفاع موجة التسونامي وشدتها.

حدث عدد من الزلازل المدمرة في منطقة مكران شمال بحر العرب التي أدت إلى حدوث أمواج تسونامي على كامل المناطق المحيطة، كالزلازل التي حدثت عام ٣٢٦ق.م،١٠٠٨م، ١٨٩٧م (Heidarzadeh *et al.*, 2008) وكان آخرها الذي حدث عام ١٩٤٥م زلزال بقوة ٨.١ درجة على مقياس ريختر، أدى إلى توليد أمواج تسونامي وبلغ عدد القتلى نحو ٤٠٠٠ قتيل (Pararas and Carayannis, 2006). وصل ارتفاع أمواج التسونامي في بحر العرب والمحيط الهندي إلى ١٥م والتي أدت إلى كوارث على المناطق المحيطة في الممتلكات والأرواح، وقد وصلت هذه الأمواج إلى منطقة الخليج العربي عبر مضيق هرمز لكنها كانت قد فقدت معظم قوتها ووصلت ضعيفة إلى سواحل قطر.

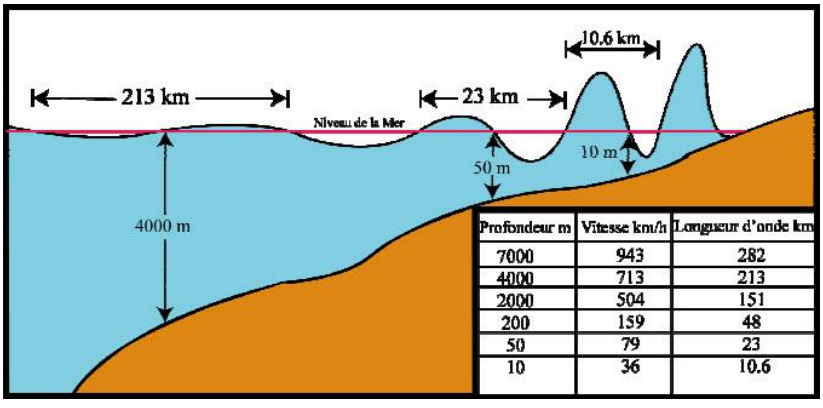
ذكر (Ambraseys and Melville,1982) بوقوع زلزال عام ١٠٠٨م الذي أدى إلى حدوث تسونامي في منطقة الخليج العربي وحدد إحداثيات موقع الزلزال (27.7°N, 52.3°E) على السواحل الإيرانية للخليج العربي بالقرب من سيراف، وقد أدى تسونامي ١٠٠٨م إلى غرق عدد من السفن وقتل عدد كبير من الناس.

وقد جمع (Rastogi, 2007) و (Rastogi and Jaiswal, 2006) قائمة بالزلازل التي أدت إلى حدوث تسونامي في المحيط الهندي وبحر العرب وأثرت على المناطق الساحلية في الخليج العربي

وهي الزلازل التي حدثت في أعوام (٣٢٦ق.م، ١٠٠٨م، ١٥٢٤م، ١٨١٩م، ١٨٤٥م، ١٩٤٥). وتسببت أمواج التسونامي في فيضانات واسعة النطاق على طول السواحل في الخليج العربي ومنها سواحل قطر ما أدى إلى حدوث وفيات بشرية في المناطق الساحلية المتضررة (Kumar, 2013)، لذلك فإن تهديد أمواج التسونامي لسواحل قطر ليس بمستبعد ويأتي أولاً من منطقة مكران ذات الزلزالية العالية، وثانياً من زلازل محتملة الحدوث على طول السواحل الإيرانية على الخليج العربي والقريبة من منطقة الاصطدام بين الصفيحة العربية والأوراسية كما حدث في زلزال عام ١٠٠٨م على السواحل الإيرانية قبالة السواحل القطرية والذي أدى إلى توليد أمواج تسونامي على السواحل القطرية وعلى كامل سواحل الخليج العربي، وأدى إلى خسائر عديدة في الأرواح والممتلكات، وإن حدوث تكرار لمثل هذه الأمواج وأضرارها على المنطقة ليس مستبعد.

يوجد عاملان مهمان يحددان زمن وصول أمواج التسونامي إلى منطقة الشاطئ هما الباثيمتري أي مسح الأعماق البحرية على نحو دقيق. والعامل الثاني هو المسافة بين الشاطئ ومركز الهزة الأرضية المولدة لأمواج التسونامي. وتعتمد شدة التسونامي على شدة الهزة الأرضية وحسب حجم الانهيار تحت البحري في المناطق البحرية شديدة الانحدار.

وترتبط سرعة أمواج التسونامي ارتباطاً أساسياً بالعمق وبتسارع الجاذبية، وذلك حسب المعادلة $c = \sqrt{gh}$ حيث c تمثل السرعة وh تمثل العمق وg تمثل تسارع الجاذبية. وتصل سرعة أمواج التسونامي إلى ٩٠٠ كيلومتر في الساعة. وقد يصل ارتفاع الأمواج عند ارتطامها بالشاطئ إلى ٣٠ متراً على أبعد تقدير. بينما تستطيع أمواج تسونامي ارتفاعها من ٣ إلى ٦ متر أن تسبب تدميراً كبيراً للسواحل وفقدان الأرواح البشرية (شكل ٣).



شكل (٣). يوضح سرعة أمواج التسونامي وطول الموجة بحسب العمق (IOC/UNESCO, 1981).

فالتسونامي عبارة عن سلسلة من الموجات، ولا تمثل الموجة الأولى أعلى موجة بل الموجات المتتابعة كل ١٠ إلى ٦٠ دقيقة، ويمكن أن يبقى خطر هذه الأمواج لعدة ساعات بعد وصول الموجة الأولى. يصل طول موجة التسونامي إلى عشرات الكيلومترات وحتى المئات وذلك حسب العمق في البحر أو المحيط، فكلما كان البحر عميق كان طول الموجة أكبر (شكل ٣). بينما ارتفاع موجة التسونامي لا تتجاوز المتر الواحد في وسط البحار والمحيطات، وعندما تصل إلى الشواطئ فإنها تتكسر وتتضغط فيتضاعف ارتفاعها الذي قد يصل حتى ٣٠م.

I (intensity proposed)	H (m)	I
I–V	1.0	0
VI	2.0	1
VII–VIII	4.0	2
IX–X	8.0	3
XI	16.0	4
XII	32.0	5

جدول (١). مقياس ارتفاع موجة التسونامي حسب شدة الزلزال (Papadopoulos & Imamura, 2001).

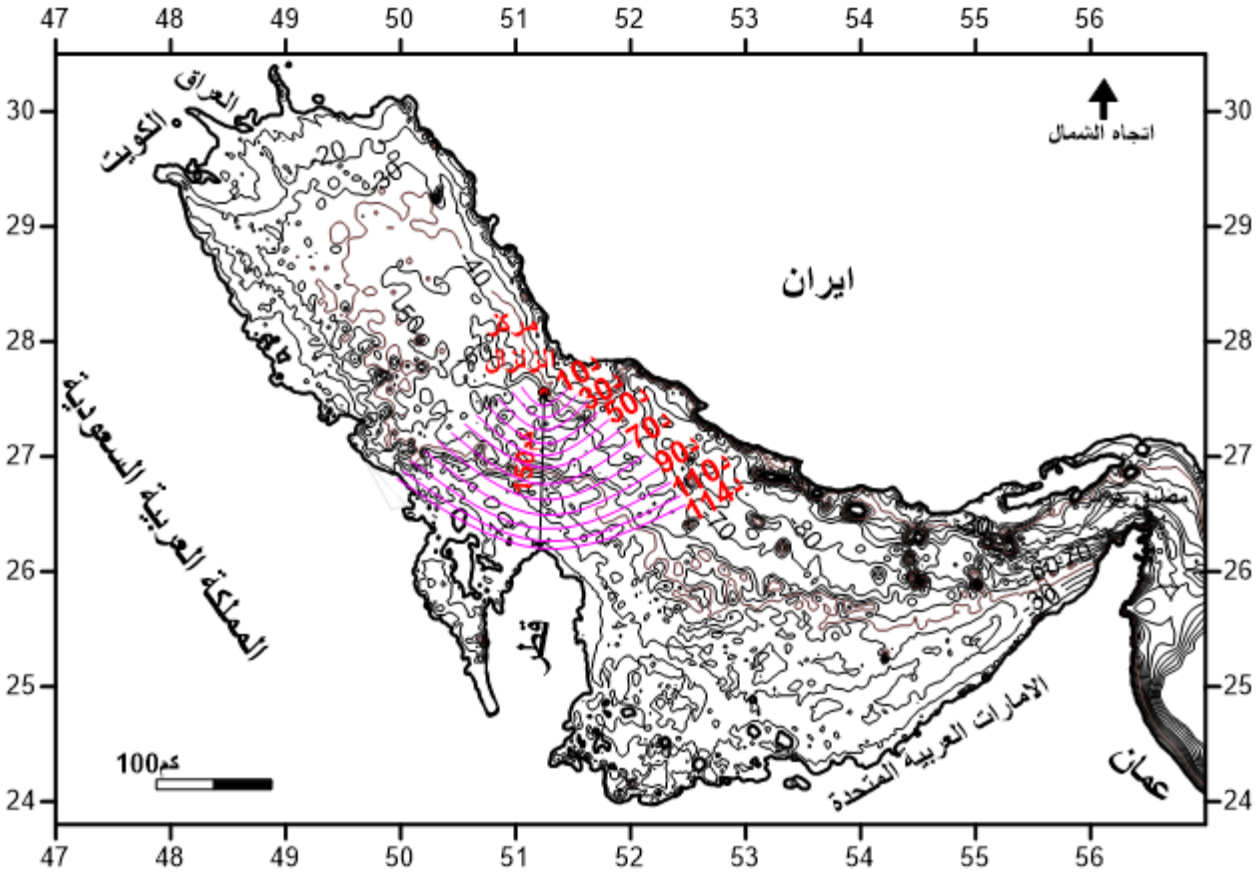
تمثل I,V,X الأرقام الرومانية (١،٥،١٠ على التوالي).

لتحديد ارتفاع موجة التسونامي اعتمدنا على مقياس (Papadopoulos & Imamura, 2001) المدرج من 0–5 (جدول ١). بحسب هذا المقياس فالزلزال الذي شدته المتوقعة تعادل ٦ درجة على مقياس ريختر، سيعمل على ارتفاع صفحة الماء عند مركز الزلزال إلى ٠.٢٥ سم الأمر الذي يؤدي إلى موجة تسونامي تصل إلى ٢م. أما الزلزال المتوقع شدته بين ٧–٨ درجة على مقياس ريختر، فسيرتفع عمود الماء عند مركز الزلزال إلى ٠.٥٠سم والذي بدوره سينتج عنه موجة تسونامي تصل من ٤–٦م.

من خلال دراستنا للتسونامي في منطقة الخليج العربي وما جاورها، نستطيع تحديد نموذجين للتسونامي يمكن لهما أن يهددا السواحل القطرية.

النموذج الأول: يقع مركز الزلزال المولد لأمواج التسونامي ضمن منطقة الخليج العربي قبالة السواحل القطرية، كما حدث عام ١٠٠٨م بالقرب من سيراف على الشواطئ الإيرانية. يصل العمق في هذه المنطقة إلى ٥٠ متراً تحت سطح البحر، والسرعة تساوي ٧٩ كم/سا (شكل، ٤)، وذلك حسب المعادلة

$$c = \sqrt{gh}$$

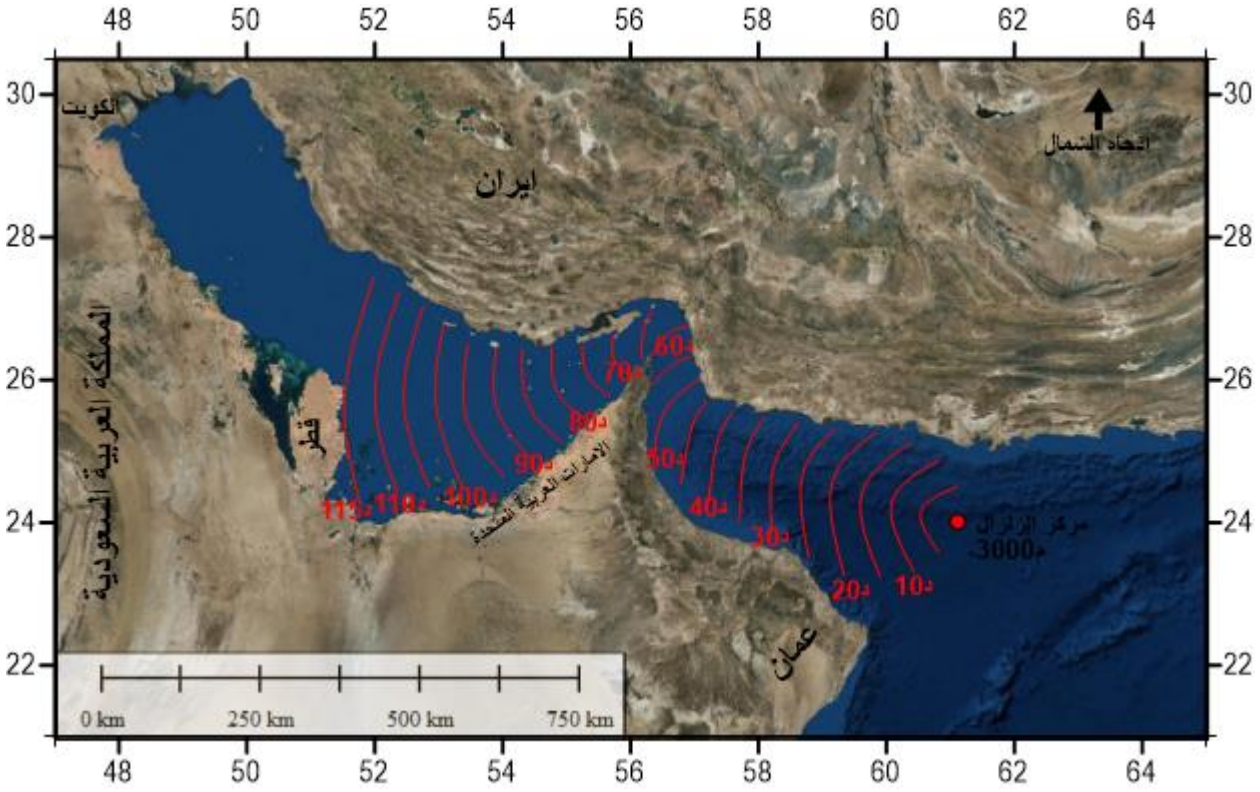


شكل (٤). تدفق أمواج التسونامي على سواحل قطر من مركز الزلزال المولد لأمواج التسونامي بالقرب من السواحل الإيرانية

تقع هذه المنطقة على بعد ١٥٠ كيلومتر عن منطقة الساحل القطري، إذاً ستصل أمواج التسونامي إلى السواحل القطرية خلال ساعة وأربع وخمسين دقيقة (شكل ٤).

حسب مقياس (Papadopoulos & Imamura, 2001) فإذا افترضنا حدوث زلزال شدته بين ٧-٨ درجة فإن أمواج التسونامي التي ستضرب السواحل القطرية سيصل ارتفاعها إلى ٥م في منطقة الشاطئ، التي سوف تسبب إغراق عدد من المناطق الشاطئية والمنشآت الصناعية والمباني وفقداناً في الأرواح والممتلكات.

النموذج الثاني: يقع مركز الزلزال شمال بحر العرب (منطقة الاندساس في مكران)، في منطقة التماس بين الصفيحتين العربية والأوراسية (شكل ٥). يصل العمق في هذه المنطقة إلى ٣٠٠٠م تحت سطح البحر، والسرعة تساوي ٦٢٠ كم/سا وذلك حسب المعادلة $c=\sqrt{gh}$ ويبعد هذا المركز مسافة حوالي ١١٥٠كم عن شواطئ قطر. تحتاج أمواج التسونامي إلى ساعة وخمس وخمسين دقيقة للوصول إلى سواحل قطر (شكل ٥).



شكل (٥). تدفق أمواج التسونامي على سواحل قطر من مركز الزلزال المولد لأمواج التسونامي من منطقة مكران شمال بحر العرب.

بالنسبة لارتفاع الأمواج التي ستصل إلى السواحل القطرية على الخليج العربي القادمة من منطقة مكران، أكدت الدراسات السابقة للتسونامي في شمال بحر العرب إلى وصول أمواج التسونامي حتى ١٥م ارتفاعاً، لكن هذه الأمواج تكون على السواحل القريبة من منطقة مركز الزلزال والتي لا يوجد أي عوائق تحد من تقدم أمواج التسونامي.

فأمواج التسونامي القادمة إلى الخليج العربي من منطقة مكران سوف تعبر مضيق هرمز وسوف يؤدي الانعطاف وتغيير الاتجاه في مياه المضيق إلى كبح حدة هذه الأمواج وإلى فقدان بعض من

قوتها. فبعد عبور أمواج التسونامي مضيق هرمز وتوغلها ضمن مياه الخليج العربي فإنها تفقد كثيراً من قوتها نظراً لقدومها من منطقة ضيقة وامتدادها على منطقة واسعة على عرض الخليج العربي الأمر الذي يؤدي إلى استيعاب معظم طاقة هذه الأمواج.

هناك عامل آخر يقلص من قوة أمواج التسونامي القادمة من منطقة مكران، وهو توزع عدد من الجزر المنتشرة على طول الخليج العربي التي تؤدي إلى إضعاف طاقة أمواج التسونامي، التي تعد مثبطاً ومخمدً لأمواج التسونامي القادمة إلى السواحل القطرية. وستتحول هذه الأمواج من أمواج مدمرة إلى أمواج ضعيفة لا يتجاوز ارتفاعها أكثر من مترين على أبعد تقدير عندما تصل إلى السواحل القطرية وخاصة الغربية منها.

٣- تأثير التذبذبات المناخية على سواحل قطر:

من المتوقع أن يؤدي التذبذب المناخي إلى تفاقم كبير من الظواهر المتطرفة التي تزداد حدة وتواتراً، ومنطقة الخليج ليست بمنأى عن هذه الظواهر مثل الأعاصير والزوابع وموجات المد البحري مثل إعصار جونو الذي حدث في عمان، وهناك مثال آخر لمثل هذه الأحداث المتطرفة الضخمة العاصفة الرملية في مايو 2004 والتي هبت من الصحراء الإيرانية باتجاه الخليج واجتاحت الكويت والساحل الشرقي من المملكة العربية السعودية والبحرين وقطر والإمارات العربية المتحدة (إلهامي، ٢٠١١)، كذلك حدث إعصار شاهين في عمان ٢٠٢١ الذي أدى إلى حدوث أمطار غزيرة جداً وارتفاع لأمواج البحر وغمره بعض المناطق الساحلية في عمان.

التغير المناخي يؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر الذي يمثل خطراً كبيراً للمدن الساحلية، ويكون في شكل غمر للمناطق الساحلية أو زيادة ملوحة التربة. لقد شهد القرن الماضي ارتفاعاً في مستوى سطح البحر وصل إلى حوالي ١٧ سم، وتوقعت لجنة الأمم المتحدة للتغير المناخي الدولي أن يصل ارتفاع مستوى سطح البحر إلى ١.٤ م بحلول عام ٢١٠٠ نتيجة التغيرات الديناميكية المحتملة في تدفق الجليد، وتوقع باحثون آخرون أن تصل الزيادة إلى ٥-٦ م في حالة انهيار الطبقات الجليدية في القطب الجنوبي.

وسوف تتأثر سواحل قطر تأثيراً متبايناً بحسب بنية الشاطئ المورفولوجية وبحسب ارتفاع الشاطئ الملاصق للبحر (شكل ٦)، ويزيد من هذا الخطر انتشار مناطق منخفضة الارتفاع على الحدود الساحلية والتي تشكل مصدراً رئيسياً لخطر الفيضانات وخاصة في المدن الساحلية. وتزداد المشكلة

تفاقما مع عدم وجود رصد جيد لهذه الظاهرة في العديد من المناطق الساحلية.

من ناحية أخرى فإن درجة التحضر السريع وغير المنضبط أحياناً تحدث على نحو أساسي في نطاق واسع على طول المناطق الساحلية المعرضة للخطر، ولا تزال هذه المناطق تجذب المزيد من السكان إليها، وبالتالي فإن ارتفاع منسوب سطح البحر سيكون له أثر عميق على السكان وعلى تطوير البنية التحتية. وتعد المناطق الحضرية في قطر هي الأكثر تعرضاً لمخاطر ارتفاع منسوب سطح البحر وأمواج التسونامي، وخاصة الوحدات السكنية الجديدة التي تبنى كل عام داخل البحر بعد ردم السواحل القريبة قليلة العمق.

حسب (Illing et al., 1965) من خلال ذوبان الجليد من الصفائح الجليدية الكبرى فإن مستوى سطح البحر في الخليج العربي ارتفع عن مستواه الحالي في فترتين متتاليتين. في المرحلة الأولى ٧م والثانية ٣م فوق المستوى الحالي. وتتراوح هاتان الفترتان بين ٣٩٣٠ و٤٣٤٠ سنة قبل الميلاد. ومعاودة حدوث هذا الارتفاع في مستوى سطح البحر ليس بمستبعد. بينما صرح (Evans, 1966) من خلال دراسته للترسبات الشاطئية في سواحل أبو ظبي أن منسوب المياه في الخليج العربي ارتفع عن المستوى الحالي بنسبة ٧ متر فوق مستوى سطح البحر خلال الفترة ما بين ٦٠٠٠-٧٠٠٠ سنة قبل الميلاد.

وبحسب (Dasgupta et al., 2007) توقع أن قطر هي الدولة الأكثر تعرضاً للضرر من حيث نسبة مساحة الأرض بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر في المنطقة العربية. فقد أشار إلى أن ارتفاع مستوى سطح البحر ١م سيكون له تأثيرات مباشرة وغير مباشرة خطيرة على المنطقة الساحلية من قطر، وخاصة أن معظم المدن الكبرى تقع على الساحل.

وتشير التقديرات أن مستوى سطح البحر قد ارتفع بنسبة ١٧سم في السنوات ال ٥٠ الماضية وعلى مدى السنوات المئة المقبلة يمكن أن نتوقع ارتفاعاً إضافياً نحو ٥٠ سم (IPCC, 2001) نتيجة لذوبان الجليد في القطبين بفعل زيادة ثاني أوكسيد الكربون وقد يصل الارتفاع حتى ٨٣سم. (Reynolds, 2002a).

وقد تبلغ مساحات الأراضي التي قد تنغمر بالمياه وتفقد على نحو دائم، عند سيناريوهات المخاطر (إذا ما صحت التوقعات وزاد ذوبان ثلوج جرينلاند والقارة القطبية)، وبحسب (AFED,2009) سوف تتأثر قطر لارتفاع مستوى سطح البحر، حيث ستفقد قرابة ٣٪ من الأراضي في حال ارتفاع سطح

البحر ١م وحوالي ٨٪ من الأراضي ستفقدها في حال ارتفع البحر ٣م، وتصل نسبة الأراضي التي من المتوقع غرقها بمياه البحر إلى أكثر من ١٣٪ في حال ارتفع مستوى سطح البحر إلى ٥م.

سوف يؤثر ارتفاع منسوب سطح البحر على زيادة ملوحة المياه الجوفية، وبالتالي سيحدث مزيد من التدهور في جودة الأراضي بالمنطقة، بخلاف التأثير السلبي على التنوع البيولوجي. وتتأثر طبقة المياه الجوفية إلى حد ما عن طريق تسرب مياه البحر، وخاصة على طول الشريط الساحلي، وهناك أيضا أدلة من التلوث بمياه الصرف الصحي والنشاط الزراعي (Elobaid, 2000). وقد تبين أن نوعية المياه الجوفية في قطر تتدهور على نحو عام بمعدل ٥٪ سنوياً. بسبب تسرب مياه البحر خاصة في المناطق الساحلية، وبسبب الإفراط في استخراج المياه الجوفية وانخفاض نسبة مياه التغذية، وإعادة تدوير مياه الري التي تتسرب إلى المياه الجوفية (Ashour, 2013).

تتعرض سواحل قطر والمنطقة عموماً لعواصف مدارية ورياح قوية تؤدي إلى حدوث عواصف رملية لها تأثيرات سلبية وكذلك تأثيرات المد والجزر التي تؤدي إلى انحرافات في منسوب المياه في الخليج عدة أمتار، كما حصل في العاصفة التي حدثت من ١٧-١٩ كانون الثاني ١٩٧٣ على نطاق واسع في الخليج العربي (El-Sabh and Murty, 1989). هذه العواصف الرملية لها تأثيرات سلبية على حركة الملاحة البحرية والجوية التي تؤدي إلى إغلاق المطارات وتعطل النقل البري والبحري والصيد في الخليج العربي وسواحل قطر، وتؤثر كذلك على الناس إذ تسبب أمراض الجهاز التنفسي ومشاكل في العين، وكذلك فقدان التربة من الأراضي الجافة.

تترافق رياح الشمال التي تهب على الخليج العربي بارتفاع أمواج المد والجزر على غير المعتاد (Murty and El-Sabh, 1984) فقد سجل على سبيل المثال في ٢٤ شباط ٢٠٠٣ بالقرب شواطئ دبي انخفاض مستوى سطح البحر ٠.٥م تحت مستوى المد والجزر الاعتيادي لنحو ٣٥ دقيقة، وبعد ذلك ارتفع مستوى سطح البحر ١.٢م عن المعتاد في ارتفاع المد ولمدة أكثر من خمس دقائق وتشكلت موجة ضربت الشاطئ. وقد كان من نتائج هذا التذبذب المفاجئ في الارتفاع للمد أن غرقت بارجة في ميناء الحمرية (Jordan, et al., 2006). ويفسر حدوث هذه التذبذبات نتيجة هبوب العواصف بفعل الرياح القوية، وقد تكرر حدوث مثل هذه التذبذبات في ارتفاع المد والجزر في ١١ كانون الثاني ٢٠٠٥ وقد أدى إلى فقدان أحد عمال البناء على الشاطئ في الإمارات نتيجة هذه

الأمواج غير الاعتيادية نتيجة ترافق المد والجزر مع العواصف وقد وصل ارتفاع الأمواج إلى ٤م (Gulfnews, 2005).

تتنوع ارتفاعات تيارات المد والجزر حسب المنطقة فتصل إلى ٢.٤ م قرب البحرين وتصل إلى ٣م في أقصى الشمال الغربي على سواحل الكويت، والى ٢.٨م في أقصى جنوب شرق الخليج. أما على السواحل القطرية، فالساحل الشرقي لقطر ضحل جداً. حيث يختلف المد بين السواحل الغربية والشرقية لقطر، ويتراوح بين ٠.٩٢ م على الساحل الغربي و ٣.٩ أمتار على الساحل الشرقي، وتسبب فيضانات واسعة النطاق وخاصة في المناطق المنخفضة كالسبخات (Reynolds, 2002b; Ashour, 2013). كذلك زيادة خطر انجراف التربة بفعل الرياح والعواصف والغبار وتحرك الكثبان الرملية، من شأنه أن يدمر الغطاء النباتي وانتشار ظاهرة التملح وتقدم الكثبان الرملية الساحلية حتى الشواطئ. تنتشر عمليات تجريف التربة على نطاق واسع واستصلاح الأراضي، وخاصة في الدوحة، حيث يتم تغيير جذري لخط الساحل. نتيجة لعمليات البناء المكثف والأبنية قيد الإنشاء، أدى إلى الطلب المتزايد في إمدادات المياه غير التقليدية (تحلية ومياه الصرف المعالجة) الأمر الذي قاد إلى استبدال كامل تقريبا لإمدادات المياه التقليدية (من هطول الأمطار والمياه الجوفية) باستثناء الزراعة، التي باتت تستنزف بسرعة المياه الجوفية المتبقية المستمدة من طبقات المياه الجوفية الطبيعية (El Raey, 2011) .

وتوجد الشعاب المرجانية في عدد من المواقع في الخليج التي تنشأ قبالة الشاطئ في المناطق المتاخمة لمسح المياه العميقة. وتعتبر الجزر المرجانية قبالة الشاطئ وشعابها المرجانية من أكثر المواقع المهمة للتنوع البيولوجي البحري في الخليج (Al-Abdulkader and Loughland, 2011).

وقد انخفضت مساحة الأراضي الصالحة للزراعة في قطر فالتربة عموما فقيرة جدا لكنها صالحة للزراعة مع وجود الماء وهي قليلة السماكة تتراوح سماكتها بين ١٠ إلى ٣٠ سم. ولا تشكل نسبة الأراضي الصالحة للزراعة سوى ٢.٤ % من مساحة قطر (Al-Kubaisi, 1984). فالبلاد عموماً هي منطقة صحراوية صخرية مع الواحات المتناثرة التي تتخللها العديد من المنخفضات المنفصلة. في هذه المنخفضات تتكون التربة الطمية الجيرية، والرملية الطمية الطينية إلى أعماق تتراوح ٣٠-١٥٠ سم. هذه التربة معروفة محلياً باسم الروضات، التي تشكل التربة الزراعية الرئيسة في البلاد. بينما التربة عالية الملوحة والمعروفة محليا باسم السبخة، على امتداد سواحل أم سعيد، دخان والحدود الجنوبية لقطر.

يتم توفير ما يقرب من ٩٦٪ من المياه المنزلية في قطر عن طريق تحلية المياه، في حين تستخدم المياه الجوفية إلى حد كبير في بعض الصناعات الزراعية الصغيرة. وإذا استمر الإفراط في استغلال احتياطيات المياه الجوفية فإنه سيهدد الاحتياطيات المتبقية، إضافة إلى خطر تسرب المياه المالحة، في حين أن الاستخدام المفرط للمياه الجوفية لأغراض الزراعة ما سيؤدي إلى تدهور التربة وتملحها وقد أدى الإفراط في استخدام المياه الجوفية في اختفاء عدد من الينابيع (Child, 2006; Richer, 2009).

توجد نحو ١٥ محطة لتحلية مياه البحر في الخليج، والغازات الناتجة والماء المالح الساخن، والمواد الكيميائية الناتجة عن المعالجة وغيرها من العناصر لها آثار محلية خطيرة. حيث تؤثر على النباتات وقد تصبح آثارها على البيئة البحرية مدمرة. الأخطار التي تهدد البيئة البحرية وتشمل التحديات التي تواجه البيئة البحرية التغيرات العالمية للمناخ، وكذلك الآثار المحلية للتصنيع مثل الانبعاثات من محطات توليد الكهرباء وتحلية المياه ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، والتلوث من صناعة البتروكيماويات ومشاريع استصلاح السواحل مثل التجريف واستصلاح الأراضي للمشاريع في المناطق السكنية والصناعية والجسور، موانئ الصيد، والمطارات، والموانئ وغيرها تهدد البيئة الساحلية وخاصة أشجار القرم وكثير من النباتات الصحراوية والملحية في قطر (Khan, 2007; Richer, 2009).

المناطق الساحلية القطرية التي سوف تتأثر بأمواج المد والتسونامي:

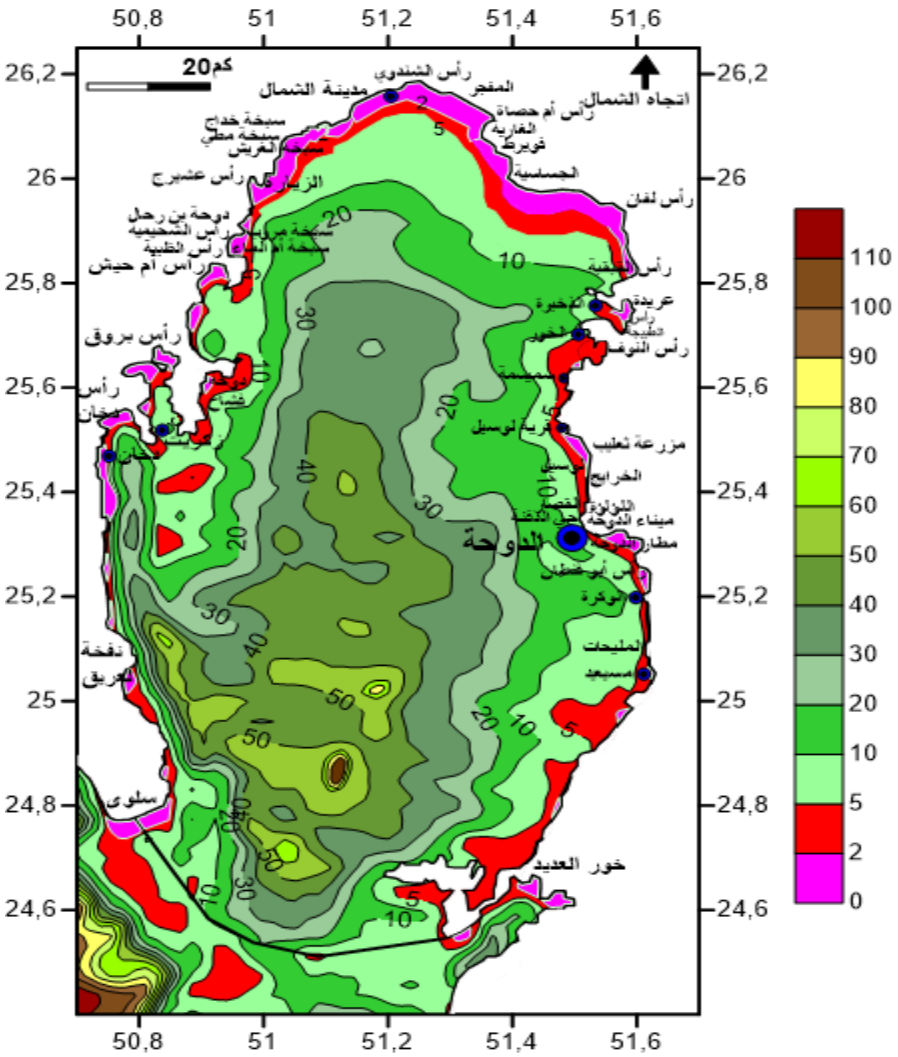
تم تحديد المناطق الساحلية التي سوف تتأثر بأمواج المد والتسونامي على طول سواحل قطر على الخليج العربي، من خلال الخرائط المورفولوجية باستخدام برنامج Surfer، وقد حددت المناطق التي سوف تغمر بأمواج تصل حتى مترين فوق مستوى سطح البحر باللون البنفسجي، والسواحل التي سوف تغمر بالأمواج التي تصل إلى ٥م باللون الأحمر (شكل ٦).

أولاً: المناطق الساحلية المتأثرة بأمواج المد والتسونامي ٢م: هذه المناطق تتميز بقلة ارتفاعها واستوائها مع سطح البحر مع عدم وجود حواجز طبيعية تمنع وصول أمواج المد والتسونامي من اجتياحها، وهي تظهر على الشكل رقم (٦) باللون البنفسجي، فهي تنتشر على كامل شواطئ قطر.

تتميز الشواطئ الجنوبية الغربية لقطر بوجود منطقة منخفضة قليلة الارتفاع حول سلوى التي سوف تتأثر بأمواج المد والتسونامي ٢م لعشرات الأمتار داخل اليابسة الأمر الذي سيشكل تهديداً للبنى

التحتية في المنطقة (شكل ٦). وتتميز المنطقة إلى الشمال من سلوى بارتفاعها النسبي على طول الساحل حتى منطقة نفخة لعريق التي تشكل منطقة ساحلية منخفضة تحتوي على بنى تحتية وسكنية وميناء صغير التي سوف تتأثر بأمواج المد والتسونامي ٢م في حال تدفقها.

يستمر الشاطئ مرتفعاً نوعاً ما إلى الشمال من منطقة نفخة لعريق وخال من المراكز العمرانية والبنى التحتية حتى مدينة دخان التي أقيمت على بعد أكثر من واحد كيلومتر من خط الشاطئ وبالتالي فهي محمية من أمواج المد والتسونامي نظراً لارتفاعها. بينما تستطيع أمواج المد والتسونامي ٢م التوغل في المنطقة الشاطئية إلى الجنوب من دخان حيث ستتدفق حتى بضع عشرات من الأمتار داخل اليابسة، أيضاً تستطيع هذه الأمواج التوغل ضمن اليابسة حتى بضعة مئات من الأمتار عند رأس دخان (شكل ٦).



شكل (٦). خريطة تظهر السواحل القطرية المتأثرة بأمواج المد والتسونامي ٢م باللون البنفسجي و٥م باللون الأحمر.

تتميز منطقة رأس بروق بكونها منطقة ساحلية قليلة الارتفاع حيث ستغمرها أمواج المد والتسونامي ٢م في أجزاء واسعة منها حتى بضعة مئات من الأمتار وفي بعض المناطق المنخفضة تصل حتى عدة كيلومترات. أيضاً تشكل منطقة رأس أم حيش منطقة منخفضة التي ستغمر بمياه المد والتسونامي ٢م حتى بضع عشرات من الأمتار داخل اليابسة (شكل ٦).

يعد الجزء الشمالي من قطر أكثر المناطق تأثراً بأمواج المد والتسونامي ٢م، بدءاً من منطقة أم الماء ورأس الظبية غرباً التي تتميز بكونها منطقة سهلية قليلة الارتفاع وتوجد فيها سبخة تدعى سبخة أم الماء التي تمتد على مسافة ٢كم طولاً ونحو ١كم عرضاً، تتميز هذه السبخة باستواء سطحها مع سطح البحر، وفي بعض المناطق فيها يتراوح الارتفاع بين ١ – ٢م. ويفصل بينها وبين مياه الخليج بعض التوضعات الرملية التي لا ترتفع أكثر من ٢م، لذلك في حال تقدم أمواج المد والتسونامي سوف تنغمر هذه السبخة كلياً بهذه الأمواج. ويلاحظ انتشار لأشجار المانغروف على السواحل الفاصلة بين البحر والسبخة لكن هذه الأشجار تمتد على نطاق ضيق حوالي ٣٠٠م على طول خط الشاطئ الفاصل بين السبخة والبحر. وتشكل منطقة رأس الظبية منطقة مرتفعة نوعاً ما حيث ترتفع بين ٣–٤م وتفصل بين السبخة والبحر من ناحية الغرب. ولن تستطيع أمواج المد والتسونامي التوغل ضمن اليابسة سوى لبضعة عشرات من الأمتار، ولا تشكل هذه الأمواج أي خطورة للبنى التحتية والعمرانية لعدم وجودها على هذه السواحل (شكل ٦).

بالاتجاه نحو الشمال على طول السواحل الغربية لمنطقة الشمال، نحو منطقة الشحيمية ورأس الشحيمية حيث يمكن لأمواج المد والتسونامي ٢م التوغل ضمن البر لبضعة عشرات من الأمتار، حتى دوحة ابن رحال حيث يزداد اتساع المنطقة حول الدوحة المتأثرة بهذه الأمواج نحو ١٠٠م داخل البر، وتتصل دوحة ابن رحال مع سبخة مروب التي تمتد نحو ١.٥كم طولا وحتى ١كم عرضاً كحد أقصى، ويتساوى سطح السبخة مع سطح البحر أو أكثر بقليل حيث سيؤدي تدفق أمواج المد والتسونامي ٢م إلى اغراق كامل السبخة (شكل ٦).

حسب الصور الفضائية تتميز السواحل إلى الشمال من دوحة بن رحال حتى رأس عشيرج بوجود العديد من الأودية الشجرية الصغيرة قليلة الامتداد، التي لا يتجاوز طولها أكثر من ١كم على أبعد تقدير، ولا يتجاوز عرض هذه الاودية من ٢–٤م. تشكل هذه الأودية في حال تدفق أمواج المد والتسونامي مكاناً ملائماً لتدفق هذه الأمواج ضمنها لعدة مئات من الأمتار على شكل قنوات مائية

والتي تعد من العوامل المساعدة لتدفق أمواج المد والتسونامي. وتنتشر حول دوحة رأس عشيرج والزيارة منطقة منخفضة على شكل سبخة تغرق بمياه المد والجزر، التي سوف تتأثر بأمواج المد والتسونامي ٢م حتى ٢كم داخل البر.

سوف تتأثر المنطقة الساحلية الممتدة بين الزيارة وحتى العريش بأمواج المد والتسونامي ٢م ويتراوح توغل هذه الأمواج بين بضع عشرات من الأمتار وحتى بضع مئات من الأمتار حسب انخفاض المنطقة. تشكل سبخة العريش منطقة منخفضة تستوي مع مستوى سطح البحر، وتمتد بطول ٣كم من الشمال إلى الجنوب وعرض وسطي يتجاوز ١كم. ستتوغل أمواج المد والتسونامي ٢م ضمن هذه السبخة وتغرقها تماماً، ولا يوجد أي خطر على البنية التحتية والعمرانية أو السكانية لعدم وجودها في هذه المناطق غير المأهولة (شكل ٦). وتوجد إلى الشمال الشرقي من سبخة العريش على بعد نحو ٤كم سبخة مطي، التي تمتد على طول ٢كم وعرض نحو ٧٠٠م، وتشكل هذه المنطقة السبخية منطقة ملائمة لتدفق أمواج المد والتسونامي حيث ستغرق بهذه الأمواج في حال تدفقها. وتوجد إلى الشمال الشرقي من هذه السبخة سبخة خداج بطول نحو ١كم وعرض ٥٠٠م. أيضاً توجد سبخة أخرى على بعد ٣.٥ كم إلى الشمال الشرقي من قرية أم جاسم التي بنيت بعيداً عن خط الساحل على بعد نحو ١.٥ كم منه.

يستمر الساحل خالياً من السبخات حتى مدينة الشمال ولا تستطيع أمواج المد والتسونامي ٢م التوغل كثيراً داخل البر سوى لبضعة عشرات من الأمتار. تقع مدينة الشمال في أقصى شمال قطر، وسوف تتأثر بأمواج المد والتسونامي ٢م في بعض أجزائها، فالحي الغربي مقام بالقرب من خط الساحل حيث سيتأثر بأمواج المد والتسونامي لبضعة عشرات من الأمتار، كذلك الحي الشمالي الملاصق لخط الساحل سوف يتأثر بهذه الأمواج لبضعة عشرات من الأمتار من الجهة الشمالية، أما من الجهة الشرقية فسيكون محمياً من هذه الأمواج نظراً لوجود أشجار المانغروف على طول الجهة الشرقية للحي الشمالي. أيضاً سوف يتأثر الميناء بكامله بأمواج المد والتسونامي ٢م وخاصة من القناة المائية العميقة التي تصله إلى المياه العميقة للخليج، التي تعد عاملاً مساعداً لتدفق أمواج المد والتسونامي التي ستغرق الميناء (شكل ٦). يوجد بعض المجموعات من أشجار المانغروف على الشواطئ الشمالية للمدينة التي ستكون عاملاً مقاوماً يصد أمواج المد والتسونامي ويحمي الأحياء التي تقع بمحاذاتها.

تشكل السواحل من مدينة الشمال إلى رأس الشندوي والمفجر حتى رأس أم حصاة والغارية وفويرط

والجساسية حتى رأس لفان، مناطق ساحلية سهلية قليلة الارتفاع (شكل ٦)، التي ستتأثر بأمواج المد والتسونامي ٢م حيث يتراوح توغل هذه الأمواج ضمن المناطق السابقة الذكر بين عشرات الأمتار وحتى مئات الأمتار ويصل في بعض الأماكن إلى أكثر من واحد كيلومتر. نلاحظ وجود بعض السبخات الصغيرة قليلة الأبعاد التي لا يتجاوز أبعادها بضع مئات من الأمتار طولاً وعرضاً، وهي تنتشر على طول الساحل قرب الغارية والمفجر وبعضها يصل أبعادها إلى أكثر من ١كم طولاً ونحو ٥٠٠م عرضاً حول فويرط والجساسية. تتخلل هذه المناطق المنخفضة على طول الساحل مناطق مرتفعة نوعاً ما كجبل فويرط على شكل تلال صخرية تمتد حتى ١.٥كم بمحاذاة ساحل البحر، وعرض وسطي نحو ١٠٠م ويصل الارتفاع حتى ١٢م، يعد جبل فويرط حاجزاً طبيعياً مقاوماً لأمواج المد والتسونامي. وتنتشر على طول السواحل من المفجر حتى رأس لفان تجمعات لبيوت سكنية وسياحية مرصوفة على طول خط الساحل، وفي حال تدفق أمواج المد والتسونامي ستتعرض هذه البنى التحتية إلى الغرق بهذه الأمواج.

تشكل منطقة رأس لفان منطقة صناعية بترولية تحتوي على ميناء وبنى تحتية وصناعية مهمة وكذلك أبنية سكنية، وفي حال تدفق أمواج المد والتسونامي ٢م سوف تؤدي إلى غرق الميناء لعشرات ومئات الأمتار داخل البر وفي بعض المناطق المنخفضة ستصل المياه حتى ١.٥كم داخل البر، الأمر الذي سيؤدي إلى مخاطر كارثية على البنى التحتية والصناعية.

تنتشر الألسنة البحرية إلى الجنوب من رأس لفان حتى الذخيرة، وتكون موازية لخط الشاطئ حيث تفصل خلفها أجزاء من البحر، تمتد لعدة كيلومترات طولاً ونحو ١٥٠م عرضاً، وتم استغلال هذه الألسنة ببناء البيوت السكنية وشبكة من الطرق التي وصلت منطقة اللسان مع اليابسة، كما في رأس القبقبة (شكل ٦).

تكثر الأخوار والدوحات في منطقة الذخيرة حيث تنتشر فيها أشجار المانغروف بكثافة التي تعد عاملاً مقاوماً لأمواج المد والتسونامي وبالتالي تحمي الشواطئ التي خلفها من الغرق بهذه الأمواج. وتكون مدينة الذخيرة محمية من أمواج المد والتسونامي ٢م نظراً لكونها مبنية فوق منطقة شاطئية مرتفعة نوعاً ما، أما باقي مناطقها فتكون محمية بأشجار المانغروف. وقد بنيت المساكن والموانئ الصغيرة بشكل مرصوف قبالة خط الشاطئ من عريدة حتى رأس الطبيجة، وذلك ضمن منطقة مستوية مع سطح البحر الأمر الذي سيؤدي إلى غرقها بأمواج المد والتسونامي ٢م في حال تدفقها.

تشكل أشجار المانغروف أيضاً مصداً أمام أمواج المد والتسونامي في منطقة الخور، ونظراً لبناء مدينة الخور فوق منطقة تلية مرتفعة نوعاً ما، ستكون محمية من أمواج المد والتسونامي ٢م. أيضاً الشواطئ إلى الجنوب من الخور من رأس النوف وحتى سميسمة (شكل ٦) ستكون محمية من أمواج المد والتسونامي ٢م، نظراً لارتفاعها نسبياً، ما خلا بعض الشواطئ القليلة إلى الشمال من سميسمة لكنها لا تشكل أهمية تذكر كونها لا تحتوي على أي بنى تحتية.

تعد الشواطئ إلى الجنوب من سميسمة محمية من أمواج المد والتسونامي ٢م نظراً لارتفاعها النسبي حتى قرية لوسيل، وتستطيع أمواج المد والتسونامي التوغل حتى بضع عشرات من الأمتار إلى الجنوب من قرية لوسيل، وفي بعض الأماكن يمكن للأمواج التوغل حتى بضع مئات من الأمتار على طول المنطقة المتاخمة لخط الشاطئ الخالي من أي مظاهر للبنى التحتية حتى أطراف ضواحي الدوحة الشمالية (شكل ٦).

تشكل مزرعة ثعليب ومنطقة لوسيل والخرايج مناطق محمية من أمواج المد والتسونامي ٢م نظراً لارتفاعها النسبي، لكن عمليات تجريف الشواطئ والردم للشاطئ المقابل لمنطقة لوسيل في الضواحي الشمالية للعاصمة الدوحة تعد منطقة غير محمية ومقابلة للمياه العميقة في الخليج حيث ستتأثر للغرق في حال تدفق أمواج المد والتسونامي.

تعد منطقة اللؤلؤة التي تم بناؤها داخل مياه الخليج وربطها بالدوحة من أكثر المناطق العمرانية في قطر عرضة لخطر أمواج المد والتسونامي التي ستغرق تماماً نظراً لمواجهتها للمياه العميقة ولا يوجد أي عائق طبيعي يصد هذه الأمواج، أيضاً منطقة القصار في الدوحة سوف تتعرض لتوغل أمواج المد والتسونامي لعشرات الأمتار وحتى بضع مئات من الأمتار داخل الحي، ما يعرض البنى التحتية والسكنية لمخاطر كبيرة لا يمكن تلافيها لعدم وجود أي نوع من الحواجز الطبيعة أمام هذه الأمواج. بينما يعتبر حي الدفنة من الأحياء المحمية من أمواج المد والتسونامي ٢م نظراً لارتفاعه النسبي. تم أيضاً توسعة ميناء الدوحة وبناء عدد من الأذرع داخل مياه الخليج الأمر الذي سيؤدي إلى تعرض بعض أجزائه لبضعة عشرات من الأمتار للغرق بأمواج المد والتسونامي، كذلك مطار حمد الدولي الجديد الذي تم بناؤه وتوسعته على حساب البحر ومواجهة أجزاء كبيرة منه للمياه العميقة ما سيؤدي لتعرضه لخطر تدفق أمواج المد والتسونامي الامر الذي سيؤدي إلى مخاطر كارثية للبنى التحتية.

يمكن لأمواج المد والتسونامي التوغل لبضعة عشرات من الأمتار وحتى بضع مئات من الأمتار إلى

الجنوب من منطقة مطار حمد الدولي على طول الساحل حتى محطة تحلية المياه في رأس أبو فنطان، التي ستكون محمية من هذه الأمواج نظراً لبنائها في منطقة مرتفعة نسبياً. وتعتبر شواطئ الوكرة مرتفعة نوعاً ما حيث ستتوغل أمواج المد والتسونامي لبضعة عشرات من الأمتار دون أن تصل إلى الأحياء السكنية على طول الشواطئ في الوكرة، باستثناء بعض أجزاء من الميناء التي يمكن لأمواج المد والتسونامي أن تغرق بعض أجزاء منه (شكل ٦).

تشكل الشواطئ إلى الجنوب من الوكرة منطقة مرتفعة نوعاً ما ولن تستطيع أمواج المد والتسونامي التوغل أكثر من بضع عشرات من الأمتار داخل البر، وذلك على طول الساحل حتى منطقة المليحات، التي تنتشر على سواحلها مجموعة من أشجار المانغروف على امتداد ٣كم على خط الشاطئ، التي ستحمي هذه الشواطئ من أمواج المد والتسونامي حيث تعد عواملَ مقاومة لأمواج المد والتسونامي.

تعد المنطقة الحرة لمدينة مسيعيد ومنطقة الميناء وما حولهما إلى الشمال من مدينة مسيعيد منطقة منخفضة لا يتجاوز ارتفاعها أكثر من ٢م، لذلك في حال تدفق أمواج المد والتسونامي ستؤدي إلى إغراق كامل هذه المناطق، الأمر الذي سيشكل خطراً كبيراً على البنى التحتية للمنطقة التي تعد منطقة صناعية وبترولية مهمة. وسيتأثر أيضاً الحي الشمالي بأمواج المد والتسونامي وذلك بسبب انعدام عوامل المقاومة والمصدات الطبيعية لهذه المناطق التي تشكل منطقة ساحلية سهلية قليلة الارتفاع.

تمتد المنطقة الصناعية على طول السواحل الجنوبية لمدينة مسيعيد على مسافة أكثر من ١٠كم، ولا تشكل أمواج المد والتسونامي ٢م خطراً عليها، نظراً لكون المنطقة مرتفعة نوعاً ما، ما عدا بعض الأجزاء الشمالية القليلة الارتفاع.

تتميز المنطقة إلى الجنوب من مسيعيد بكونها منطقة مرتفعة نوعاً ما تكثر فيها الكثبان الرملية الشاطئية الممتدة على طول السواحل حتى خور العديد وإلى الحدود السعودية، تحتوي هذه المنطقة على عوامل مقاومة لأمواج المد والتسونامي ٢م بفعل ارتفاعها وانتشار الكثبان الرملية الشاطئية التي تعد مصداتِ طبيعية أمام أمواج المد والتسونامي.

ثانياً: المناطق الساحلية المتأثرة بأمواج المد والتسونامي ٥م: تظهر هذه المناطق على الشكل رقم (٦) باللون الأحمر، وهي تنتشر على معظم شواطئ قطر وخاصة الأجزاء الشمالية منها.

تشكل الشواطئ الجنوبية الغربية لقطر منطقة منخفضة قليلة الارتفاع حول سلوى التي سوف تتأثر

بأمواج المد والتسونامي ٥م لبضعة كيلومترات داخل اليابسة الامر الذي سيشكل تهديد للبنى التحتية لمنطقة سلوى (شكل ٦). وتتميز المنطقة إلى الشمال من سلوى بارتفاعها النسبي على طول الساحل حتى جنوب منطقة نفخة لعريق التي تشكل منطقة ساحلية منخفضة التي سوف تتأثر بأمواج المد والتسونامي ٥م في حال تدفقها التي ستتوغل حتى ١.٥كم داخل البر.

يستمر الشاطئ مرتفعاً نوعاً ما إلى الشمال من منطقة نفخة لعريق وخال من المراكز العمرانية والبنى التحتية حتى مدينة دخان ما خلا بعض المناطق القليلة الامتداد بالقرب من الشواطئ والتي لا تشكل أي أهمية تذكر نظراً لخلو المنطقة من العمران. تعد مدينة دخان مرتفعة نوعاً ما وبعيدة عن خط الشاطئ وبالتالي فهي محمية من أمواج المد والتسونامي. وتستطيع أمواج المد والتسونامي ٥م التوغل في المنطقة الشاطئية حول خليج زكريت حيث ستتدفق حتى بضع عشرات من الأمتار داخل اليابسة، أيضاً تستطيع هذه الأمواج التوغل ضمن قرية زكريت وغمرها تماماً الامر الذي سيؤدي إلى عواقب كارثية على البنى العمرانية للمنطقة (شكل ٦).

يمكن لأمواج المد والتسونامي ٥م التوغل ضمن اليابسة حتى بضع عشرات من الأمتار باتجاه الشرق والشمال الشرقي من زكريت حتى دوحة فشاخ التي ستغمرها أمواج التسونامي حتى ٢.٥كم داخل اليابسة نظراً لانخفاض المنطقة. وتشكل المنطقة حول رأس أم حيش حتى سبخة أم الماء وسبخة مروب منطقة منخفضة حيث ستتوغل أمواج المد والتسونامي ٥م حتى بضع كيلومترات داخل اليابسة (شكل ٦). تستطيع أمواج المد والتسونامي ٥م غمر المناطق حول الزيارة ورأس عشيرج وسباخ كل من العريش ومطي خداج حتى بضع كيلومترات نظراً لانخفاض المنطقة، ولا تشكل هذه الأمواج تهديداً كبيراً على البنى التحتية نظراً لخلو المنطقة من العمران.

سوف تتأثر مدينة الشمال بأمواج المد والتسونامي ٥م في معظم أجزائها، ما عدا الجزأين الجنوبي والأوسط اللذين سوف يكونان بمنأى عن تهديدات تلك الأمواج نظراً لارتفاعهما النسبي. وسوف يتأثر الميناء بكامله بأمواج المد والتسونامي ٥م وخاصة من القناة المائية العميقة التي تصله إلى المياه العميقة للخليج، التي تعد عاملاً مساعداً لتدفق أمواج المد والتسونامي التي ستغرق الميناء (شكل ٦) وبالتالي سيحصل تخريب للبنى التحتية والعمرانية لمعظم المدينة. يوجد بعض المجموعات من أشجار المانغروف على الشواطئ الشمالية للمدينة التي ستكون عاملاً مقاوماً يصد أمواج المد والتسونامي ويحمي الأحياء التي تقع بمحاذاتها.

تتميز السواحل من مدينة الشمال إلى رأس الشندوي والمفجر حتى رأس أم حصاة والغارية وفويرط والجساسية ورأس لفان حتى رأس القبقبة، بكونها مناطق ساحلية سهلية قليلة الارتفاع (شكل ٦)، التي سوف تتأثر بأمواج المد والتسونامي ٥م ويتراوح توغل هذه الأمواج ضمن المناطق السابقة الذكر بين مئات الأمتار ويصل في بعض الأماكن إلى عدة كيلومترات. وسوف يتأثر الميناء في رأس لفان بأمواج المد والتسونامي ما يؤدي إلى تدمير أجزاء واسعة منه كذلك المنطقة الصناعية والبترولية المحيطة سوف تتأثر بهذه الأمواج، الأمر الذي سيقود إلى نتائج كارثية على المنطقة.

نتيجة وجود الأخوار والدوحات في منطقة الذخيرة والخور وانتشار أشجار المانغروف بكثافة حولهما التي تعد عاملاً مقاوماً لأمواج المد والتسونامي وبالتالي تحمي الشواطئ المحاذية من الغرق بهذه الأمواج. وقد بنيت مدينتا الذخيرة والخور فوق منطقة شاطئية مرتفعة نوعاً ما وبالتالي فهما محميتان من أمواج المد والتسونامي ٥م ما عدا الحي الجنوبي الشرقي لمدينة الخور الذي سوف يتأثر بأمواج المد والتسونامي في حال تدفقها. تشكل المنطقة الشاطئية الممتدة من رأس النوف وحتى سميسمة (شكل ٦) منطقة شاطئية قليلة الارتفاع التي سوف تغرق بأمواج المد والتسونامي ٥م لكنها لا تشكل أهمية تذكر كونها لا تحتوي على أي بنى تحتية. وسوف تتأثر الشواطئ المقابلة للبحر لمدينة سميسمة لعدة عشرات من الأمتار وحتى ١٥٠م داخل الأحياء المقابلة للبحر ما سيؤدي إلى نتائج لا يحمد عقباها على البنى العمرانية والسكانية للمدينة.

تشكل الشواطئ إلى الجنوب من سميسمة منطقة سهلية قليلة الارتفاع التي ستتأثر بأمواج المد والتسونامي ٥م التي ستتوغل من بضعة مئات من الأمتار وحتى أكثر من كيلومتر داخل البر، وستغرق قرية لوسيل تماماً بأمواج المد والتسونامي ٥م. وتعد مزرعة ثعليب منطقة محمية من أمواج المد والتسونامي ٥م كونها مرتفعة نسبياً، وبفعل عمليات التجريف للشواطئ والردم المقابل لمنطقة لوسيل في الضواحي الشمالية للعاصمة الدوحة التي تعد منطقة غير محمية ومقابلة للمياه العميقة في الخليج حيث ستتأثر للغرق في حال تدفق أمواج المد والتسونامي(شكل ٦).

تستطيع أمواج المد والتسونامي ٥م التوغل داخل أحياء الدوحة المقابلة للشاطئ لمئات الأمتار وفي بعضها حتى ٢ كيلومتر مسببة نتائج كارثية على السكان والبنى التحتية وأهم تلك الأحياء والمناطق التي سوف تتأثر بهذه الأمواج هي منطقة اللؤلؤة التي تم بناؤها داخل مياه الخليج وربطها بالدوحة التي ستغرق تماماً نظراً لمواجهتها للمياه العميقة ولا يوجد أي عائق طبيعي يصد هذه الأمواج، أيضاً

منطقة القصار في الدوحة سوف تتعرض لتوغل أمواج المد والتسونامي لمئات الأمتار وحتى ٢كم داخل الحي. بينما يعد حي الدفنة من الأحياء المحمية من أمواج المد والتسونامي نظراً لارتفاعه النسبي وستتأثر بعض أطرافه لهذه الأمواج. أيضاً سوف يتأثر ميناء الدوحة وأذرعه داخل مياه الخليج الأمر الذي سيؤدي إلى تعرض معظم أجزائه للغرق بأمواج التسونامي، كذلك مطار حمد الدولي الجديد الذي تم بناؤه وتوسعته على حساب البحر ومواجهة أجزاء كبيرة منه للمياه العميقة ما سيؤدي لتعرضه لخطر تدفق أمواج المد والتسونامي الأمر الذي سيؤدي إلى مخاطر كارثية للبنى التحتية.

بالاتجاه جنوباً يمكن لأمواج المد والتسونامي التوغل لبضعة مئات من الأمتار إلى الجنوب من منطقة مطار حمد الدولي على طول الساحل حتى محطة تحلية المياه في رأس أبو فنطان، التي سوف تتأثر في بعض أجزائها بهذه الأمواج. وسوف تتأثر شواطئ الوكرة بأمواج المد والتسونامي ٥م حيث ستغرق بعض أحيائها الشمالية الشرقية لبضعة مئات من الأمتار، وأيضاً سوف يتعرض الميناء لأمواج المد والتسونامي حيث سيغرق بهذه الأمواج (شكل ٦).

يمكن لأمواج التسونامي ٥م التوغل وإغراق كامل المنطقة الحرة لمدينة مسيعيد ومنطقة الميناء وما حولهما إلى الشمال من مدينة مسيعيد التي تعد منطقة منخفضة، لذلك في حال تدفق أمواج المد والتسونامي ستؤدي إلى إغراق كامل هذه المناطق، الأمر الذي سيشكل خطراً كبيراً على البنى التحتية للمنطقة التي تعد منطقة صناعية وبترولية مهمة. وبالتالي ستتأثر معظم مدينة مسيعيد بأمواج المد والتسونامي وذلك بسبب انعدام عوامل المقاومة والمصدات الطبيعية لهذه المناطق التي تشكل منطقة ساحلية سهلية قليلة الارتفاع باستثناء الأحياء الغربية فيها.

تحتوي المنطقة إلى الجنوب من مسيعيد على عوامل مقاومة لأمواج المد والتسونامي التي تتميز بكونها منطقة مرتفعة نوعاً ما، حيث تكثر فيها الكثبان الرملية الشاطئية الممتدة على طول السواحل حتى خور العديد والحدود السعودية، وتعد هذه الكثبان الرملية الشاطئية مصدات طبيعية أمام أمواج المد والتسونامي.

نتائج:

- يمكن تقسيم شواطئ قطر إلى قسمين، قسم غربي وقسم شرقي، وتعد مدينة الشمال حداً فاصلاً بين الشاطئين الغربي الخالي من المراكز العمرانية، بينما تتركز البنى التحتية والعمرانية

والاقتصادية والبترولية على الشاطئ الشرقي.

- تعد سواحل قطر من الناحية الجيومورفولوجية من المناطق ضعيفة المقاومة لأمواج المد والتسونامي وتفتقر للعوامل الطبيعية المقاومة لهذه الأمواج، فمعظم سواحلها مستوية قليلة الارتفاع تسمح لأمواج المد والتسونامي بالتوغل ضمن اليابسة لعدة كيلومترات دون عوائق.
- يمكن إجمال العوامل المقاومة لأمواج المد والتسونامي في سواحل قطر بمرتفعات جبل فويرط المحاذية للشاطئ، وتجمع أشجار المانغروف حول الذخيرة والخور، وأخيراً التلال الرملية المحاذية للشواطئ الجنوبية الشرقية في قطر جنوب مسيعيد حتى خور العديد.
- تكثر الأخوار والمستنقعات على طول الشواطئ القطرية وخاصة على الشواطئ الغربية التي تعد من العوامل المساعدة لتدفق أمواج المد والتسونامي.
- نتيجة للتركز السكاني الكبير والبنى التحتية والصناعات والموانئ البترولية والمناطق الزراعية على السواحل القطرية، فإذا ما حصل تدفق أمواج المد والتسونامي ٥م فستؤدي إلى تدمير كبير لشواطئ قطر وتخريب لحوالي ١٣٪ من مساحة البلاد، عدا عن الخسائر الاقتصادية والزراعية والبنى التحتية وفقد كثير من الأرواح ما يؤدي إلى خسائر كارثية لا يمكن تجنبها.
- عمليات تجريف الرمال البحرية وردم المناطق الساحلية واقتطاع أجزاء من البحر لحساب اليابسة يؤدي إلى زوال الشواطئ قليلة العمق ومواجهة المياه المتوسطة العمق والعميقة نسبياً، وهذه المناطق الجديدة قليلة الارتفاع يجعلها في مواجهة أمواج المد والتسونامي مباشرة دون عوائق الأمر الذي سيؤدي إلى نتائج كارثية.
- إن حدوث عمليات غمر السواحل بمياه البحر وتكرار العواصف وتدفق المياه البحرية على السواحل المنخفضة يؤدي إلى تداخل المياه البحرية المالحة بالمياه الجوفية الساحلية العذبة.

مقترحات:

- يمكن الحد من الأضرار والخسائر في الأرواح والممتلكات من أمواج المد والتسونامي عن طريق القيام بزرع صفوف من أشجار النخيل على طول المناطق الساحلية المنخفضة، ما يمكن أن يساعد في تخفيف الضرر من التسونامي من خلال امتصاص بعض طاقة الموجة.
- القيام بزراعة أشجار القرم والشعاب المرجانية والشعاب الاصطناعية التي لها تأثيرات إيجابية في امتصاص طاقة الأمواج المدية. وتعد عاملاً مساعداً لصد أمواج التسونامي وأمواج المد

العالية أثناء التذبذبات المناخية غير الاعتيادية، وبالتالي تحمي الشواطئ من هذه المخاطر، وتعد واقية للسواحل من التآكل والانجراف بفعل المد والجزر والتيارات والعواصف، وتمنع انجراف التربة، اضافةً إلى ذلك توفر مكانٍ ملائمٍ لعيش كثيرٍ من الأحياء البحرية والطيور.

- تطوير نظام الإنذار المبكر للتنبؤات الجوية، وتقييم المخاطر ورصد الظواهر المتطرفة مثل العواصف والفيضانات والارتفاع في مستوى سطح البحر وأمواج التسونامي.

المراجع:

إلهامي، م.ع.، ٢٠١١. التغير المناخي استراتيجيات تكيف التخطيط العمراني حالة دول مجلس التعاون الخليجي. *تقنية البناء*، العدد ٢٢، ١٥.

Abdulali, M. Sadiq and Sobhi J. Nasir, 2002. Middle Pleistocene karst evolution in the State of Qatar, Arabian Gulf. *Journal of Cave and Karst Studies 64*(2): 132-139.

Abulfatih, H.A., Abdel Bari, E.M., Alsubaey, A. and Ibrahim, Y.M., 2002. Halophytes and Soil Salinity in Qatar. Qatar Univ. Sci. 119- 135, 17.

AFED, 2009. Mostafa, K. Tolba, and Najib, W. Saab. Arab Environment: Impact of Climate Change on the Arab Countries. Technical Publications and Environment & Development magazine P.O.Box 113-5474, Beirut, Lebanon.

Al-Abdulkader, K. and Loughland, R. A., 2011. Conservation of natural coastal and marine resources, Env. Pro. Dep., Saudi Aramco.

Al-Kubaisi, M. A., (1984) Industrial development in Qatar: a geographical assessment, Durham theses, Durham University, U.K. 399.

Al-Yafei, K. A., Sadooni, F. N., & Abdulaziz, A., 2014. Geology of Qatar. University of Qatar, Environemental Studies Center, 40.

Ambraseys, N.N., Melville, C.P., 1982. A History of Persian Earthquakes. Cambridge University Press, Britain.

Ashour, M. M., 2013. SABKHAS IN QATAR PENINSULA. Landscape and Geodiversity, ICCS, Spiru Haret University, issue 1, 10-35.

BODC, (2003). Published by the British Oceanographic Data Centre (BODC) on behalf of the International Hydrographic Organisation (IHO) and the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESECO.

Child, S., 2006. "Biosalinity Research and Development in the Arabian Peninsula Countries" in *Policy Perspectives for Ecosystem and Water Management in the Arabian Peninsula.* Eds. Amer, K.M., Boer, B., Brook, M.C., Adeel, Z., Clusener-Godt, M., and Saleh, W. (Canada: United Nations University International Network on Water, Environment and Health and UNESCO).

Dasgupta, S., Laplante, B., Meisner, C. and Yan, J. "The impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Study." World Bank Policy Research Working Paper 4136, February 2007.

Elobaid, E. A., 2000. Aquifer Investigations in North Qatar. University of Luton, UK, 337.

El-Sabh MI, Murty TS (1989) Storm surges in the Arabian Gulf. Nat Hazard 1:371–385

El Raey, M., 2011. Impact of Sea Level Rise on the Arab Region. Regional Center for Disaster Risk Reduction, Arab Academy of Science, Technology and Maritime Transport, 89.

Evans, G. (1966), *The recent Sedimentary Facies of the Persian Gulf region*, Phil, trans.

Soc. London, ser. a., vol. 259, no. 1099, pp. 291-298.

GSDP., (General Secretariat for Development Planning), 2009. Advancing Sustainable Development Qatar's second human development report. Qatar national vision 2030, 162.

Gulfnews. 2005. Rough seas lash UAE coast. 11 January 2005.

Heidarzadeh, M., Pirooz, M. D., Zaker, N. H., Yalciner, A. C., Mokhtari, M., Esmaeily**,** A., 2008. Historical tsunami in the Makran Subduction Zone off the southern coasts of Iran and Pakistan and results of numerical modeling, *Ocean Engineering*, 35, 774–786.

Illing,L.V., Welis. A.J. and Taylor, J.C.M. (1965), *Penecontemporary dolomite in the Persian Gulf*. In Dolomitization and Limestone Diagnosis, Pray, Lc., Murry, S.E.P.M. (Eds.) Spec. Public. 13, pp. 89-111.

INDCS, 2015. State of Qatar, Ministry of Environment, Intended Nationally Determined Contributions (INDCs) Report, November 19th, 2015.

IOC-Unesco, 1981. International Bathymetric Chart of the Mediterranean Sea, Scale I:

1000000, Sheet 10, *Ministry of Defence, USSR.*

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2000. Climate Change 2001: The Scientific Basis. IPCC Third Assessment Report, Cambridge University Press, London, 944 pp.

Jordan BR, Baker H, Howari F (2006) Tsunami hazards along the coasts of the United Arab Emirates. Dubai Municipality Publication

Khan, N.Y., 2007. "Multiple Stressors and Ecosystem-based Management in the Gulf" in

Aquatic Ecosystem Health and Management 10(3): 259-267.

Kumar, A., 2013. Natural Hazards of the Arabian Peninsula: Their Causes and Possible

Remediation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 155-180.

Lambeck, K., 1996. Shoreline reconstructions for the Persian Gulf since the last glacial maximum. Earth and Planetary Science Letters 142, 42–57.

Murty, T.S., El-Sabh, M.I., 1984. Storm tracks, storm surges, and sea state in the Arabian Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman. In: El-Sabh (Ed.), *Oceanographic Modeling of the Kuwait Action (KAP) Region*, p. 12-24. University of Petroleum and Minerals, UNESCO, Paris.

Papadopoulos, G. A. and Imamura, F., 2001. A proposal for a new tsunami intensity scale. *ITS 2001 Proc.*, Session 5, No. 5-1, 569– 577.

Pararas-Carayannis, G., 2006. The Potential of Tsunami Generation along the Makran Subduction Zone in the Northern Arabian Sea. Case Study: The Earthquake and Tsunami of November 28, 1945, *Science of Tsunami Hazards* 24(5), 358-384.

QNDS, 2011. Qatar National Development Strategy 2011~2016. Qatar General Secretariat for Development Planning, 288.

Ramasamy, S.M., Kumanan, C.J., Saravanavel, J. & Selvakumar, R., Geosystem responses to December 26, 2004, Tsunami and mitigation strategies for Cuddalore-Nagapattinam coast, Tamil Nadu, *Jour. Geol. Soc. of India*, 68 (2006) 967-983.

Rastogi BK (2007) A historical account of the earthquakes and tsunamis in the Indian Ocean. In: Murty TS, Aswathanarayana U, Nirupama N (eds) The Indian Ocean tsunami. Taylor and Francis, London, pp 3–18

Rastogi, B.K., Jaiswal, R.K., 2006. A catalog of tsunamis in the Indian Ocean. Science of Tsunami Hazard 25 (3), 128–143.

Reynolds, R.M., 2002a. Meteorology and climate, *The Gulf Ecosystem: Health and Sustainability, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 41–51*

Reynolds, R.M., 2002b. Oceanography, *The Gulf Ecosystem: Health and Sustainability, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 53–61*

Richer, R., 2009. Conservation in Qatar: Impacts of Increasing Industrialization. Center for International and Regional Studies Georgetown University School of Foreign Service in Qatar. ISSN 2072-5957, 38.

Rohling, E.J., Grant, K., Bolshaw, M., Roberts, A.P., Siddall, M., Hemleben, Ch., Kucera, M., 2009. Antarctic temperature and global sea level closely coupled over the past five glacial cycles. Nature Geoscience 2, 500–504.

Shackleton, N.J., 1987. Oxygen isotopes, ice volume and sea level. Quaternary Science Reviews 6, 183–190.

Smith, W. H. F., and Sandwell D. T**.** (1997) Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings, *Science*, v. 277, p. 1957-1962.