

A Study Of The Tsunami Wave Immersion Of The Coast Of Tartous Governorate

Dr. Mohammad Alaa Adeen**
Somar Mohammad**

(Received 1 / 6 / 2023. Accepted 20 / 8 / 2023)

□ ABSTRACT □

A tsunami is a natural coastal hazard that occurs in the depths of the oceans and seas as a result of an earthquake, volcanic activity, landslide, or meteorite impact. It can cause loss of life and destruction of property and infrastructure, but risks can be mitigated, lives and property saved, and environmental damage reduced by taking appropriate measures. In this study, a hypothetical scenario of a tsunami was studied and the resulting disaster was simulated using mathematical equations to obtain values that are used as inputs in the GIS program to produce inundation maps useful in identifying areas that may be vulnerable to flooding in the event of a tsunami. As well as estimating the percentage of the submerged area from the total area. The extent of inundation along the study area varies with the change of topographical height from a few meters and may reach more than 2 km in the southern plain areas, where the percentage of the inundated area of the total area of the governorate ranges around 2%.

Keywords: Tsunami, immersion, flood, Tartous Governorate, Geographic Information Systems (GIS).

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Associate Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. E-mail: alaadeen@gmail.com.

** Postgraduate Student (Master), Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil, Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. E-mail: Somar.mh@gmail.com.

دراسة غمر موجة تسونامي لساحل محافظة طرطوس

د. محمد علاء الدين*

سومر فيصل محمد**

(تاريخ الإيداع 1 / 6 / 2023. قَبْلُ للنشر في 20 / 8 / 2023)

□ ملخص □

التسونامي هو خطر ساحلي طبيعي يحدث في أعماق المحيطات والبحار نتيجة زلزال أو نشاط بركاني أو انهيار أرضي أو تأثير نيزكي. ويمكن أن يسبب خسائراً في الأرواح وتدميراً للممتلكات والبنية التحتية، ولكن يمكن تخفيف المخاطر وإنقاذ الأرواح والممتلكات وتقليل الأضرار البيئية باتخاذ إجراءات مناسبة. في هذه الدراسة تم دراسة سيناريو افتراضي لحادثة تسونامي ومحاكاة الكارثة الناتجة عنها باستخدام المعادلات الرياضية للحصول على قيم تُستخدم كمدخلات ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS لإنتاج خرائط غمر تفيد في تحديد المناطق التي قد تكون عرضة للفيضان في حالة حدوث تسونامي. وأيضاً تقدير النسبة المئوية للمساحة المغمورة من المساحة الكلية. حيث يتراوح مدى الغمر على طول منطقة الدراسة بتغير الارتفاع الطبوغرافي من بضعة أمتار وقد يصل إلى أكثر من 2 كم في المناطق السهلية الجنوبية، حيث تتراوح النسبة المئوية للمساحة المغمورة من إجمالي مساحة المحافظة بحدود 2 %.

الكلمات المفتاحية: تسونامي، الغمر، فيضان، محافظة طرطوس، نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



CC BY-NC-SA 04

*أستاذ مساعد - قسم الهندسة المائية والري - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

E-mail: alaedeen@gmail.com.

** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة المائية والري - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

E-mail: Somar.mh@gmail.com

مقدمة:

المنطقة الساحلية هي منطقة غنية تدعم الكثير من المستوطنات البشرية والأنظمة البيئية المختلفة ذات الأهمية البيولوجية والاقتصادية العالية. وتعد محافظة طرطوس من أهم المناطق التاريخية والثقافية والاقتصادية والسياحية والاجتماعية لأنها تضم تنوع بيئي ومناخي وذات موقع استراتيجي في سوريا [1]. ومع ذلك، يمكن أن تكون هذه المناطق الساحلية عرضة للكوارث الطبيعية مثل أمواج التسونامي، التي هي أحداث طبيعية منخفضة التردد ولكن لها قوة تدميرية كبيرة عندما تضرب السواحل، مما يؤدي إلى خسائر في الأرواح والحاق أضرار جسيمة بالبنية التحتية والمجتمعات الساحلية في جميع أنحاء العالم ويلحق أضرار كبيرة بالبيئة بما في ذلك البنية التحتية الساحلية [2]. تنتشر موجات تسونامي خارج منطقة المصدر في جميع الاتجاهات، ويتم التحكم في الاتجاه الرئيسي لانتشار الطاقة في المياه العميقة من خلال أبعاد واتجاه المصدر المسبب، يستمر الانتشار كسلسلة من موجات الجاذبية العادية ذات السرعة المتغيرة حسب عمق الماء. أما في المجال القريب من الشاطئ، يتم نقل كمية كبيرة من الطاقة عن طريق كل من مستوى الماء المتضخم والتيارات القوية. ومن ثم تتسبب أمواج تسونامي في تجريف وتعرية وترسب وفشل المنحدرات بالإضافة إلى إتلاف أو حتى تدمير المجتمعات الساحلية والمنشآت البحرية والمرافق الأخرى والأراضي المزروعة والبيئة الطبيعية عند وصولها للشاطئ [3].

في هذه الدراسة، تم إجراء تحليل متعدد المعايير اعتماداً على GIS لخطر تسونامي في طرطوس، سوريا. حيث تم استخدام العديد من المتغيرات الجغرافية المكانية للارتفاع الطبوغرافي والمنحدر، والعلاقة الطبوغرافية لاتجاه تسونامي، والقرب الساحلي، والشكل الساحلي. كما تم القيام بتراكب خريطة رسمية لاستخدام الأراضي على خريطة التعرض لكارثة تسونامي. وبعد ذلك العثور على المناطق السكنية والزراعية والاقتصادية المعرضة للخطر. وبما أن تسونامي يسبب خسائر في الأرواح والممتلكات عندما تأتي إلى الشواطئ، لذلك يعد إعداد خطط الطوارئ أمراً ضرورياً للحد من الأضرار. وبالتالي، فإن أي مبادرة في نمذجة التسونامي ورسم خرائط للفيضان لها أهمية حيوية لتطوير مراقبة السلامة. لأنه لا يمكن القضاء على خطر التسونامي ولكن يمكن تحليله بفعالية وربما تقليله باستخدام الأدوات والنماذج المناسبة للجمع بين المعلومات والبيانات من أجل إنتاج تقديرات موثوقة وذات مغزى لمخاطر التسونامي التي تواجه المجتمعات الساحلية.

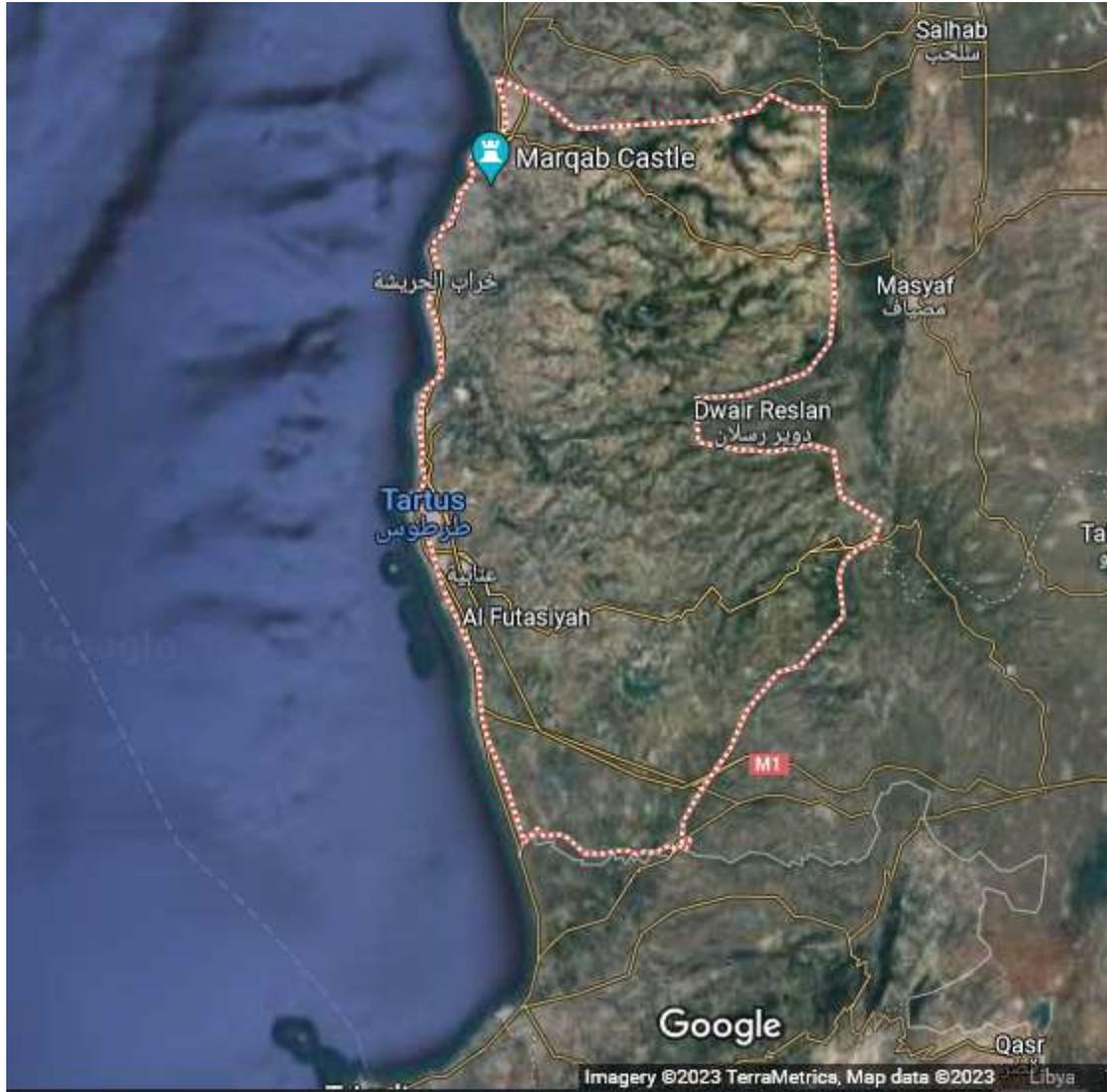
أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في الحصول على خرائط عمر أمواج تسونامي لشاطئ محافظة طرطوس لتقدير الضرر الناجم عن التسونامي، وتقييم المخاطر لوضع الاستراتيجيات الوقائية والتخطيط لحماية وسلامة المحافظة عن طريق منشآت الحماية الهندسية، وأيضاً لوضع برامج التأهب والإجلاء.

طرائق البحث ومواده:**- منطقة البحث:**

تقع منطقة الدراسة غرب الجمهورية العربية السورية وتشمل كامل ساحل محافظة طرطوس المطل على البحر المتوسط بطول حوالي 90 كم بدءاً من الحدود اللبنانية جنوباً وصولاً إلى نهر السن ومحافظة اللاذقية شمالاً كما في الشكل

(1)، وتتميز محافظة طرطوس بتنوع جغرافي واسع من السهول ومناطق الجبال الساحلية، وتتميز أيضاً بتنوع مناخي بين المناطق الساحلية والجبلية خلال فصول السنة، يختلف بشكل واضح في الصيف والشتاء [4],[1].



الشكل (1): موقع منطقة الدراسة-محافظة طرطوس.

طرائق البحث ومواده:

تتكون منهجية البحث من أربع مراحل رئيسية:

- (1) اختيار منطقة بؤرة زلزالية لتوليد موجة تسونامي أولية.
- (2) محاكاة تسونامي.
- (3) معالجة بيانات المحاكاة من خلال برنامج GIS.
- (4) الحصول على خرائط الغمر.

1 - مصادر التسونامي:

هناك تصور واسع الانتشار بين عامة الناس مفاده أن موجات التسونامي غير موجودة في البحر الأبيض المتوسط. يمكن تفسير ذلك من خلال التردد المنخفض نسبياً لحدوث موجات تسونامي القوية. ومع ذلك، فقد أظهر فحص السجلات الآلية والتاريخية والأثرية والجيولوجية لموجات تسونامي أن جميع أحواض البحر الأبيض المتوسط والبحار المتصلة بها قد تعرضت لمثل هذه الموجات في الماضي [5].

بسبب العمليات الجيوديناميكية النشطة، فإن الزلازل في منطقة البحر الأبيض المتوسط نسبتها عالية. على الرغم من أن نشاط تسونامي ليس متكرراً جداً، إلا أنه يهدد بشكل خطير المجتمعات على طول المناطق الساحلية لحوض البحر الأبيض المتوسط، وإن الحركة التكتونية النشطة للبحر الأبيض المتوسط والمناطق المجاورة مدفوعة في الغالب بالتقارب الحالي بين الصفائح الأفريقية والأوراسية فيحدث اندساس القشرة المحيطية والاصطدام على طول المناطق النشطة، أي من الغرب إلى الشرق، وقوس جبل طارق، وقوس كالابريا، والقوس الهيليني، وقوس قبرص. ولكن لا تزال المصادر المسببة وآليات التوليد غير معروفة.

يتجاوز عدد الأحداث المدرجة في كتالوجات تسونامي البحر الأبيض المتوسط 300 حدث، على الرغم من أن العديد منها منخفض الموثوقية [6].

من مراجعة الدراسات والكتالوجات التاريخية لمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط تم اختيار بؤرة افتراضية للزلازل المسبب لموجات التسونامي جنوب جزيرة قبرص بسبب وجود عدة أحداث تاريخية لموجات تسونامي من هذه البؤرة. كما أنه تم ملاحظة وجود العديد من الأحداث التاريخية الشاهدة على أحداث تسونامي في منطقتنا ومنها [7]:

- في عام 1408م كان هناك زلزال قوي في سوريا وقبرص ولوحظ تسونامي قوي على الساحل السوري.
- في عام 1752م كان هناك زلزال مدمر في سوريا ولبنان وتسونامي على الساحل السوري.
- في عام 1759م كان هناك زلزال مدمر في البقاع الجنوبي وسوريا وفلسطين مع تسونامي في عكا وطرابلس أدى إلى إغراق الشوارع 2-2.5م وإلقاء السفن على الشاطئ.
- في عام 749م كان هناك زلزال مدمر في سوريا وفلسطين وتم الإبلاغ عن تسونامي في البحر الأبيض المتوسط.
- في 21 مايو 1202 تم الإبلاغ عن زلزال قوي في سوريا وقبرص فلسطين مع تسونامي شديد شدته 7 وقع وتسبب في أضرار جسيمة.
- في 11 مايو 1222 م وفي 10 سبتمبر 1953 م، حدث زلزالان قويان في جنوب غرب قبرص تسببا أيضاً في تسونامي محلي شدته 5 و 3 على التوالي [7].

2- محاكاة التسونامي:

تنتقل أمواج التسونامي من منطقة نشوئها في جميع الاتجاهات، مع العلم بأن اتجاه الانتشار الرئيسي لطاقتها يكون بوجه عام معامداً لاتجاه نطاق الكسر الزلزالي. أما سرعة أمواج التسونامي فتتوقف على عمق الماء، فتراها عليها تسارعات وتباطؤات إذ تمر على قاع متباين العمق. فهي تنتقل في المسطحات العميقة والفسحة. ويمكن أن تبلغ المسافة الفاصلة بين دروتين متتاليتين للموجة (500- 650 Km). وإن ارتفاع الأمواج يقل عادة عن متر واحد، حتى فيما يخص أمواج التسونامي البعيدة المنشأ التي هي الأكثر تدميراً، ما يجعلها تمر دون أن تلاحظ. ويؤتي ذلك تباينات في انتشار أمواج التسونامي عندما يكون دفع الانتشار في أحد الاتجاهات أقوى منه في الاتجاهات الأخرى بسبب اتجاه

حيث نشوء الأمواج أو أبعاده. وتسبب الأعماق الإقليمية والسمات التضاريسية الطبوغرافية تعديلاً في شكل الموجة وفي وتيرة تقدمها.

$$\frac{D}{L} < \frac{1}{20} \quad \text{تعتبر أمواج التسونامي أمواج ضحلة أي}$$

حيث:

$$D : \text{عمق الماء (m)}$$

$$L : \text{الطول الموجي من قمة موجة إلى قمة الموجة التالية (m)}$$

لموجات التسونامي طول موجي كبير يمكن أن يتجاوز 500 كيلومتر مع دور يتراوح بين 100 إلى 2000 ثانية. *سرعة أمواج التسونامي:

تنتقل موجات التسونامي بسرعة كبيرة اعتماداً على عمق مياه البحر حيث يمكن تقدير سرعة التسونامي في البحر (بافتراض أنها موجات طويلة وخطية) باستخدام المعادلة (1) ويمكن تقريب السرعة على الشاطئ بالمعادلة (2).

$$C = \sqrt{g d} \quad (1)$$

$$Vr = 2 \sqrt{g Hs} \quad (2)$$

حيث:

$$C : \text{سرعة الموجة في البحر (m/sec)}$$

$$g : \text{تسارع الجاذبية (9.81 m/sec}^2)$$

$$d : \text{عمق الماء (m)}$$

$$Vr : \text{سرعة جريان الموجة على الشاطئ (m/sec)}$$

$$Hs : \text{ارتفاع الموجة عند الشاطئ (m)}$$

بالإضافة إلى ذلك فإن موجات تسونامي لا تسير بنفس السرعة بل تنتقل الموجات طويلة المدى أسرع من الموجات الأقصر وتصل إلى الشاطئ في وقت مبكر، نتيجة لذلك يمكن أن تكون هنالك سلسلة من الأمواج في حدث تسونامي واحد وتُعرف هذه الظاهرة باسم التشتت [8].

*زمن الانتقال:

هو الزمن اللازم لانتشار أول موجة من أمواج التسونامي من منشئها (مصدر التسونامي) إلى موضع معين على الشريط الساحلي (منطقة الدراسة).

*ارتفاعات أمواج التسونامي:

يتم حساب ارتفاع الأمواج من المصدر حتى الشاطئ وفق عدة قطاعات استناداً الى الخريطة الطبوغرافية وفق العلاقة التالية [9]، [10]:

$$H_2 = H_1 * \left(\frac{y_1}{y_2} \right)^{\frac{1}{4}}$$

حيث: H_2 : ارتفاع الأمواج في الموقع المطلوب

H_1 : ارتفاع الأمواج في القطاع السابق

y_1 : عمق المياه في القطاع السابق

y_2 : عمق المياه في الموقع المطلوب.

* حساب ارتفاع طغيان أمواج التسونامي على الشاطئ (Run up):

إن معدل ارتفاع الموجة مع المسافة الداخلية على الشاطئ يدل على المظهر الطبوغرافي للمنطقة، وأن مسافة الغمر تعتمد على انحدار الأرض على الشاطئ.

التسونامي سيعمل كمد سريع الارتفاع، لذلك فإن ارتفاع الجريان (الارتفاع الرأسي) سوف يساوي أعظم ارتفاع للغمر Run up، ووفقاً لنموذج "حوض الاستحمام" فإن ارتفاع ذروة الأمواج يملأ إلى مستوى ثابت داخلي حتى يتقاطع مع سطح الأرض مما يعطي مسافة الغمر الداخلية للتسونامي، وهذا يوفر تقدير أولي ولكن توجد عوامل أخرى تؤثر أيضاً على الجريان كحجم الموجة والارتفاع والسرعة وخشونة السطح والتقارب الطبوغرافي الجانبي أو التباعدي.

3- معالجة البيانات ضمن برنامج (GIS):

بعد الحصول على قيمة ارتفاع الموجة على الشاطئ وقيمة أقصى ارتفاع غمر للأمواج تتم معالجة البيانات ضمن بيئة عمل نظم المعلومات الجغرافية GIS من خلال إدخال مجموعة البيانات المطلوبة ومنها خريطة الارتفاعات الرقمية DEM للمنطقة المدروسة على برنامج Arc map وبعد إجراء عملية التحليل يتم الحصول على خرائط غمر تسونامي.

4- الحصول على خرائط الغمر:

يتم بعد معالجة مجموعة البيانات المدخلة إلى برنامج GIS ورسم وتحديد المنطقة المغمورة وفقاً لخط الشاطئ.

النتائج والمناقشة:

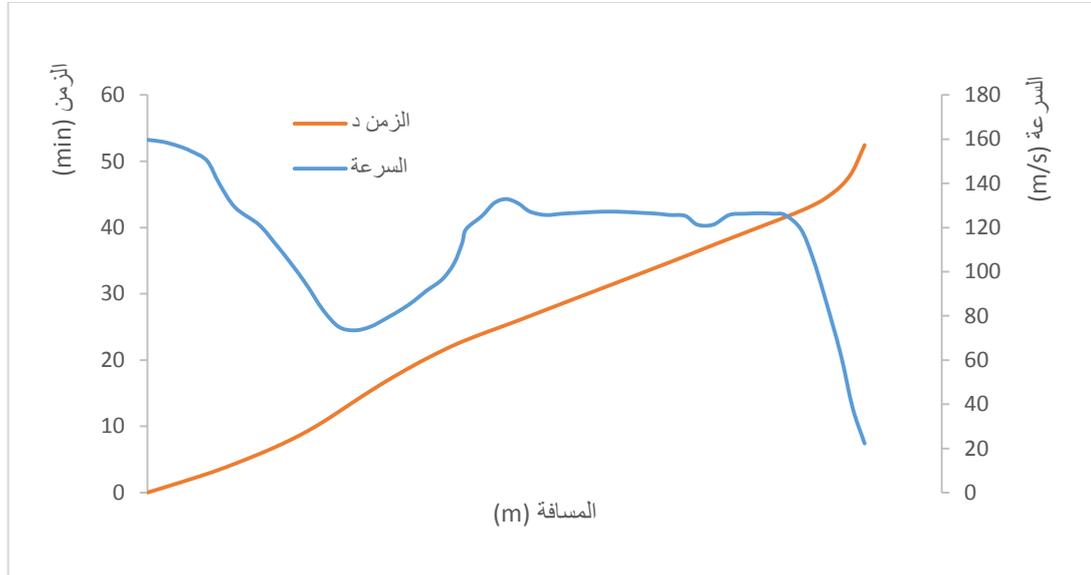
تم اختيار منطقة مصدر التسونامي جنوب غرب جزيرة قبرص على القوس القبرصي نظراً للأحداث التاريخية المتكررة لأمواج تسونامي في هذه المنطقة كما في الشكل (2):



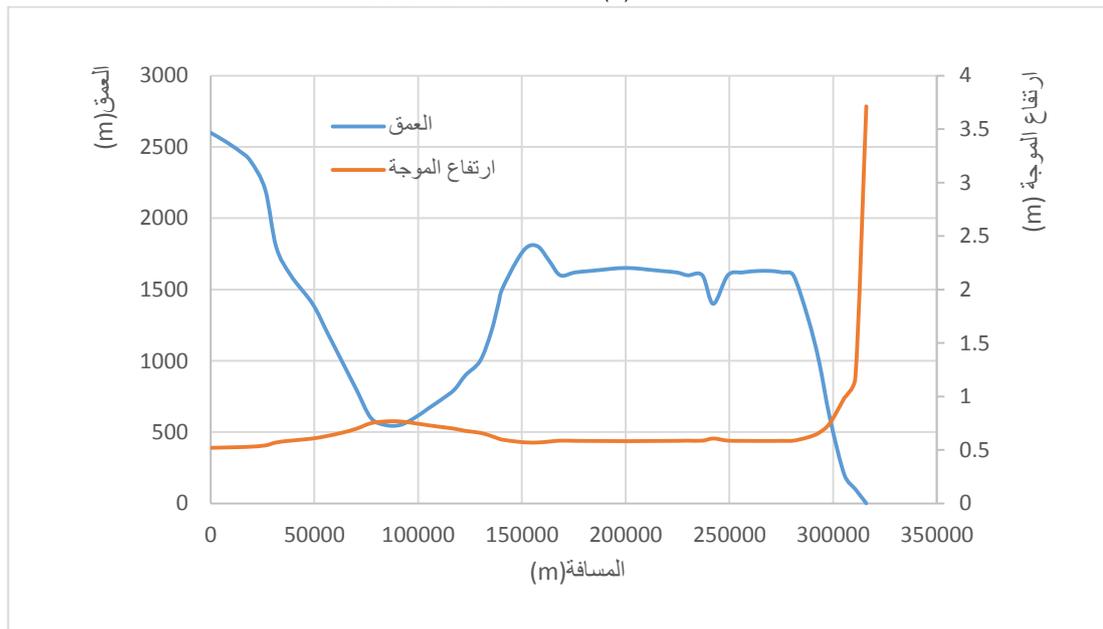
الشكل(2): موقع مصدر التسونامي بالنسبة لمنطقة الدراسة.

بعد اختيار سيناريو افتراضي منطقي للارتفاع الأولي لموجة التسونامي عند المصدر، وجدنا أن هذه الأمواج تنتقل عبر البحر إلى الشاطئ بسرعة متغيرة وفق لتغير الأعماق من المصدر إلى الشاطئ وبالحساب نجد أن الأمواج انطلقت من

المصدر بسرعة (159.71 m/s) ووصلت إلى الشاطئ بسرعة (22.26 m/s)، ونلاحظ أن العلاقة عكسية بين ارتفاع الموجة والعمق حيث كلما قل العمق يزداد الارتفاع والعكس صحيح، كما أن سرعة الأمواج تنخفض كلما ابتعدنا عن مصدر التسونامي حتى الوصول إلى الشاطئ كما هو موضح بالأشكال (3) (4):

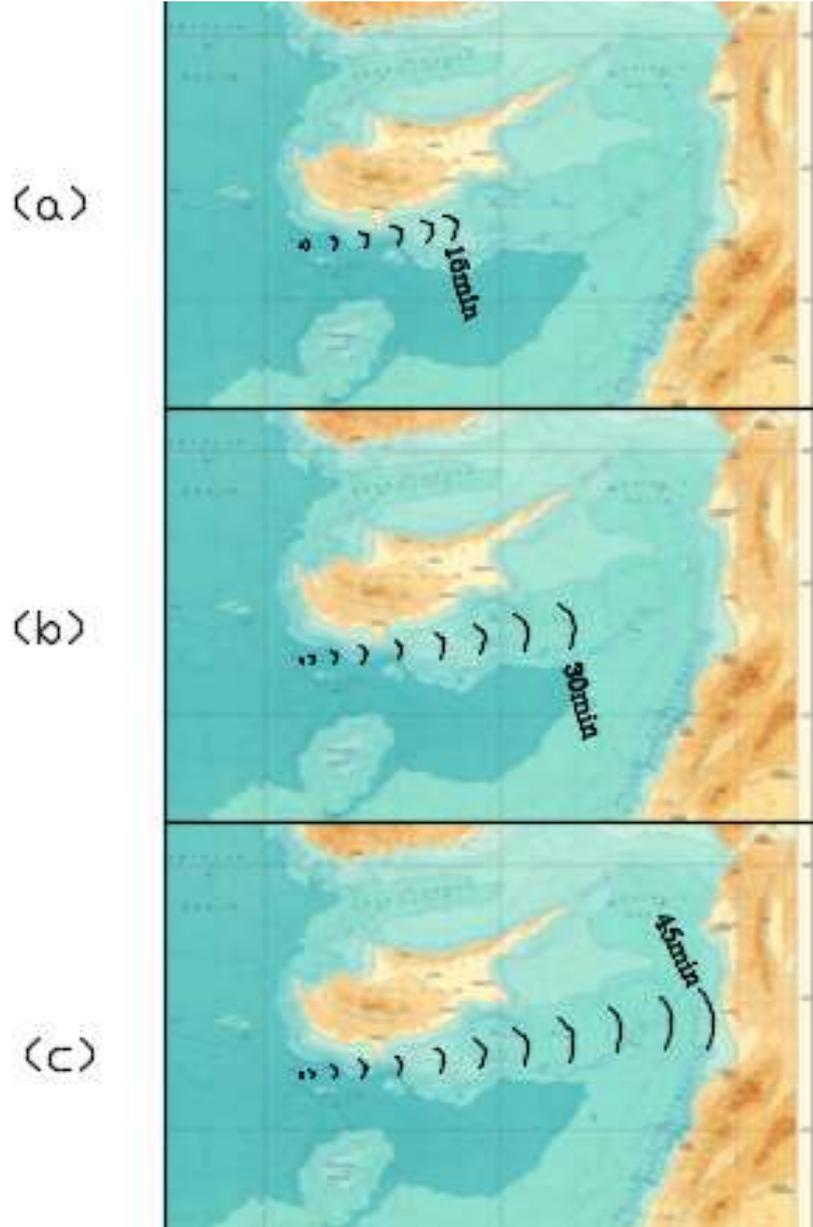


الشكل(3): العلاقة بين السرعة والزمن



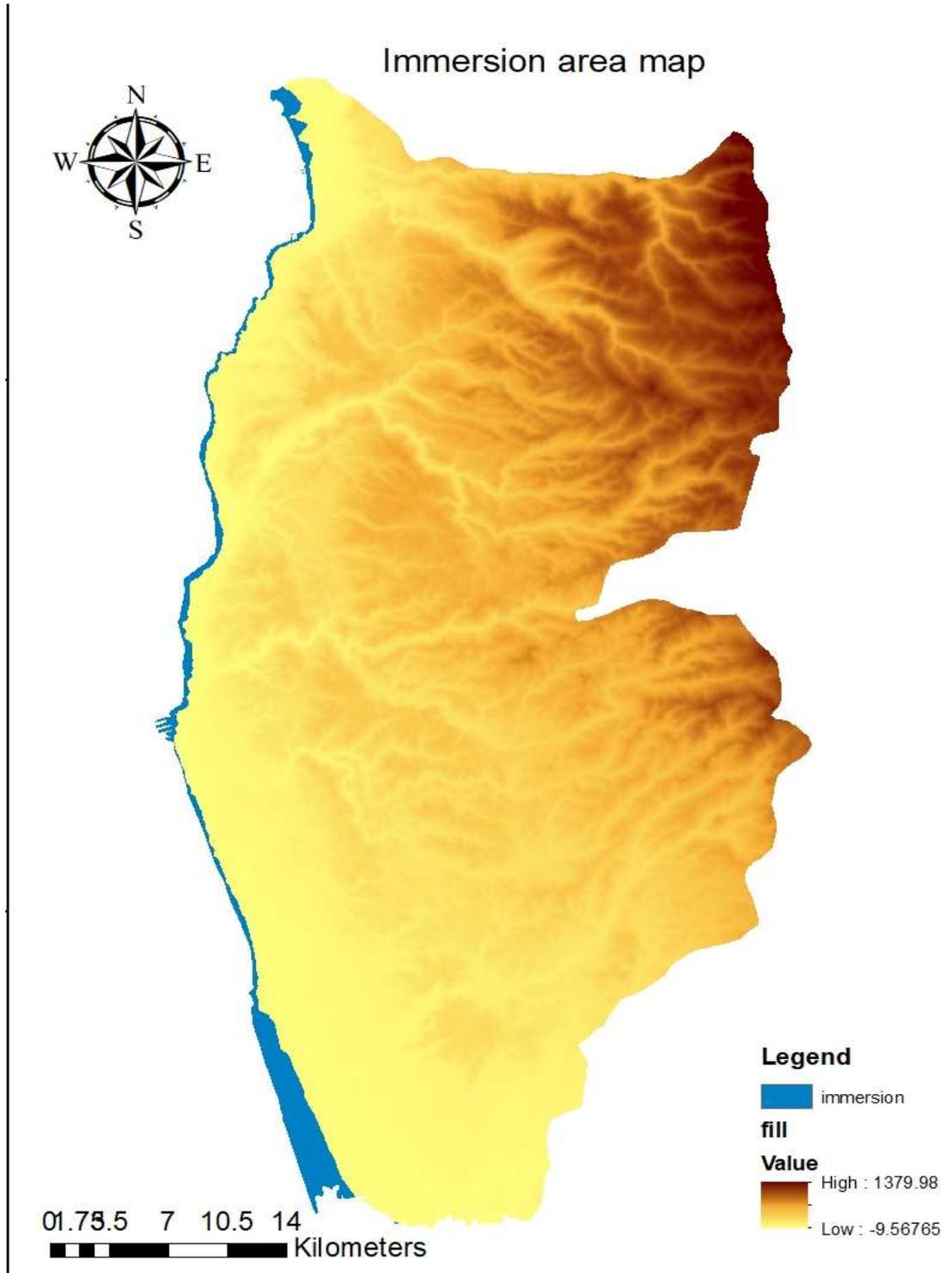
الشكل(4): العلاقة بين العمق وارتفاع الموجة

وهذه الأمواج تنتشر ضمن مياه البحر وفقاً لقيم السرعة التي حصلنا عليها وتصل إلى الشاطئ بعد زمن قدره (53 min) من المصدر وتم رسم خريطة الزمن لانتشار الموجة بعد (15,30,45 min) كما في الشكل(5):



الشكل(5): خريطة الزمن (a) بعد 15 دقيقة. (b) بعد 30 دقيقة. (c) بعد 45 دقيقة.

كما تنتقل الموجة الأولية عبر البحر ويتغير ارتفاعها بشكل غير ملحوظ ضمن مياه البحر وفقاً لتغير العمق ولكن تتعاضد وتزداد قيم ارتفاعها كلما اقتربت من مناطق الأعماق المنخفضة ومن خط الشاطئ حيث وصلت لدينا الأمواج لقيمة تصل إلى (3.71 m) عند خط الشاطئ وهي محملة بقوة وطاقة كبيرة تؤدي إلى اختراق اليابسة وغمر مناطق بالمياه بعد اعتلاء الأمواج ووصلت قيمة ال Run up إلى (7.43 m). وحصلنا على خرائط الغمر بعد معالجة البيانات ضمن برنامج ال GIS كما هو في الشكل (6):



الشكل(6): خريطة غمر التسونامي على ساحل محافظة طرطوس

نلاحظ من خريطة الغمر أن المنطقة الجنوبية السهلية معرضة للغمر بشكل أكبر بسبب الارتفاعات المنخفضة فيها ونلاحظ غمر جزء من الشريط الساحلي الذي يعتبر من أهم المرافق الحيوية بالمحافظة لأنه يضم العديد من شبكات

الطرق الرئيسية والسكك الحديدية بالإضافة إلى العديد من المنشآت الشاطئية الحيوية من مرافئ وشواطئ ذات أهمية والعديد من المنشآت السياحية والأراضي الزراعية وغيرها من البنية التحتية الأساسية في المحافظة. حيث بلغت المساحة المغمورة 40km من مساحة المحافظة، وامتد الغمر بشكل متدرج على مسافة أفقية وصلت لحدود 2.1km في المنطقة الجنوبية السهلية ويقع أقل في المناطق الشمالية، وكانت سرعة الأمواج على الشاطئ 12m/sec وهذه السرعة تقل إلى أن تصل الأمواج أقصى مسافة مغمورة، والتي كان ارتفاع طغيان الأمواج عندها 7.43m (run-up).

الاستنتاجات والتوصيات:

التسونامي من الأحداث الكارثية التي لا يمكن القضاء عليها ولكن يمكن دائماً تطوير الاحتياطات والتأهب لمثل هذه الأنواع من الأحداث وخاصة بمساعدة التقنيات المتطورة. حيث تستند التحليلات التي أجريت في هذه الدراسة إلى البيانات التي تم جمعها وتحليلها وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية، فكانت سرعة الأمواج التي وصلت إلى الشاطئ 12m/sec وأقصى ارتفاع طغيان للأمواج 7.43m وهذا الارتفاع يغمر مسافة متغيرة على الشاطئ وصلت لحدود 2.1km في المنطقة الجنوبية من المحافظة فبلغت المساحة المغمورة 40km وهي تمثل حوال 2% من مساحة المحافظة، وتم رسم خريطة لخطر غمر أمواج التسونامي على ساحل المحافظة حيث ستساعد هذه الخريطة في تحسين إعداد خطة الإخلاء وبرنامج التخفيف من الكارثة تسونامي.

تعد خريطة الغمر التي تم إنشاؤها نتيجة محاكاة تسونامي دليلاً للمناطق التي يجب حمايتها باستخدام إحدى منشآت الحماية الشاطئية.

وينبغي أن تهدف الأبحاث المستقبلية إلى تحسين دقة خرائط قياس الأعماق لأنه تم ملاحظة أن خرائط قياس الأعماق عالية الدقة عنصر حاسم في محاكاة موجات تسونامي، وهذا الجانب ضعيف إلى حد ما في منطقة الشرق الأوسط. وأيضاً يجب السعي نحو وضع قاعدة بيانات إقليمية شاملة تساعد في إجراءات تقييم المخاطر، بالإضافة إلى ضرورة وضع دراسة منشآت حماية للمناطق المعرضة لخطر تسونامي، والتأكيد على مراعاة النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة أثناء وضع خطط الطوارئ للتخفيف من حدة الكوارث والاستعداد لها.

References:

- 1- MAKHLOUF, H.; GUZIKOVA, L.; RADWAN, Y. *Resources of Tourism Demand in Tartous Governorate, Syrian Arab Republic*. BIO Web of Conferences. France. 2021.
- 2- AGUIRRE-AYERBE, I.; SANCHEZ, J.; ANIEL-QUIROGA, I.; GONZÁLEZ-RIANCHO, P.; MERINO, M.; AL-YAHYAI, S.; GONZÁLEZ, M.; MEDINA, R. *From tsunami risk assessment to disaster risk reduction the case of Oman*. Natural Hazards and Earth System Sciences. 2018, 2241-2260.
- 3- PAPAPOPOULOS, G.; GRACIA, E.; URGELES, R.; SALLARES, V.; MARTINI, P.; PANTOSTI, D.; GONZALEZ, M.; YALCINER, A.; MASCLE, J.; SAKELLARIOU, D.; SALAMON, A.; TINTI, S.; KARASTATHIS, V.; FOKAEFS, A.; CAMERLENGHI, A.; NOVIKOVA, T.; PAPAGEORGIU, A. *Historical and pre-historical tsunamis in the Mediterranean and its connected seas: Geological signatures, generation mechanisms and coastal impacts*. Elsevier. Holland. 2014, 81-109.

- 4- MESLMANI, Y. *Initial National Communication Of the SYRIAN ARAB REPUBLIC Submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change.* INC-SY, Ministry of state for Environment Affairs (MSEA) United Nation Development Program (UNDP).2010.
- 5- PAPADOPOULOS, G; PAPAGEORGIU, A. *Chapter 19 Large earthquakes and tsunamis in the Mediterranean region and its connected seas.* Cambridge University Press. 2014.
- 6- PAPADOPOULOS, G.; GRACIA, E.; URGELES, R.; SALLARES, V.; MARTINI, P.; PANTOSTI, D.; GONZALEZ, M.; YALCINER, A.; MASCLE, J.; SAKELLARIOU, D.; SALAMON, A.; TINTI, S.; KARASTATHIS, V.; FOKAEFS, A.; CAMERLENGHI, A.; NOVIKOVA, T.; PAPAGEORGIU, A. *Historical and pre-historical tsunamis in the Mediterranean and its connected seas: Geological signatures, generation mechanisms and coastal impacts.* Elsevier. Holland. 2014, 81-109.
- 7- FOKAEFS, A.; PAPADOPOULOS, G. *Tsunami hazard in the Eastern Mediterranean: strong earthquakes and tsunamis in Cyprus and the Levantine Sea.* Natural Hazards. 2007, 503 – 526.
- 8- MULYANI, R. *extended framework for earthquake and tsunami risk assessment: padang city a case study.* PHD Degree, Sheffield University, 2013.
- 9- CAMILLERI, D. *Tsunami and wind-driven wave forces in the Mediterranean Sea.* Maritime Engineering.2012, Vol 165, ISSUE MA2, 65-79.
- 10- HINWOOD, J. *Design for Tsunamis – Coastal Engineering Considerations.* Monash University. Australia, 2005, 15(3), 189-193.