موجات الميناء TSUNAMIS

ومدى تأثيرها على الوطن العربي

أ.د. عبدالله بن محمد العمري

قسم الجيولوجيا والجيوفيزياء - كلية العلوم - جامعة الملك سعود

سلسلة العمري العلمية ٤

١٤٣٥هـ - ٢٠١٤م

ح عبدالله محمد سعيد العمري، ١٤٣٥هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
العمري، عبدالله محمد
موجات الميناء TSUNAMIS ومدى تأثيرها على الوطن العربي/ عبدالله محمد العمري- الرياض، ١٤٣٥هـ
٢٨ص؛ ١٧ X ٢٤سم (سلسلة العمري العلمية: ٤)
ردمك: ٧ - ٣٧٣- ٥٧- ٩٩٦٠
١- الكوارث ٢-الزلازل / العنوان ب-السلسلة
ديوي ٩٠٤,٥ ١٤٢٨ / ١٥١٢
رقم الإيداع: ١٥١٣ / ١٤٢٨
ردمك: ٧ - ٣٧٣- ٥٧- ٩٩٦٠

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

يطلب الإصدار الورقي من المؤلف على العنوان التالي
قسم الجيولوجيا والجيوفيزياء- جامعة الملك سعود
ص.ب ٢٤٥٥ - الرياض ١١٤٥١
والاصدار الإلكتروني من الموقع
www.a-alamri.com
وللاستفسارات والملاحظات الاتصال على:
جوال: ٠٥٠٥٤٨١٢١٥ ٩٦٦+ - هاتف: ٤٦٧٦١٩٨ ١١ ٩٦٦+
البريد الإلكتروني: alamri.geo@gmail.com
amsamri@ksu.edu.sa

" وَفِي الأَرضِ آياتٌ لِلمُوقِنِين "

موجات الميناء Tsunamis
ومدى تأثيرها على الوطن العربي

أ.د. عبدالله بن محمد العمري
قسم الجيولوجيا- كلية العلوم - جامعة الملك سعود

سلسلة العمري العلمية (4)
١٤٣٥هـ - ٢٠١٤م

المقدمة

التسونامي ظاهرة طبيعية وتعتبر من أشد الظواهر فتكا عبر التاريخ قديما وحديثا ومن أعنفها خلال القرن الحالي تسونامي جزر شرق الويسيان في أبريل ١٩٤٦م حيث بلغ ارتفاع الموجة ٣٥م وتسونامي نيكاراغوا في سبتمبر ١٩٩٢م حيث أغرقت موجة ارتفاعها ١٠ أمتار ١٧٠ شخصاً. وتسونامي أوكو شيري اليابانية في ديسمبر ١٩٩٣م حيث وصل ارتفاع الموجة إلى ٣١م وكذلك تسونامي بابوا غينيا الجديدة في يوليو ١٩٩٨م بارتفاع بلغ ١٥م و ٥٠٠٠ قتيل غير أن التسونامي الذي ضرب جزيرة سومطره والهند وسريلانكا في ديسمبر ٢٠٠٤م يعد الأعنف خلال الأربعين سنة الماضية وأودى بحياة أكثر من ٢٨٠٠٠٠ شخص. ويرى الخبراء أن ٨٠٪ من موجات تسونامي تسجل في المحيط الهادئ و ١٠٪ في المحيط الهندي وبين ٥ إلى ١٠٪ في البحر الأبيض المتوسط (١).

تعتبر ظاهرة التسونامي من أشد الظواهر الطبيعية فتكا عبر التاريخ وتتولد من حركة الدفع الفجائية التي يحدثها الزلزال تحت قاع المحيط نتيجة حركة تصدعية عنيفة من جراء تصادم صفيحتين، وفي بعض الحالات قد تنجم عن ثوران بركاني أو سقوط نيزك أو حدوث انزلاق أرضي تحت الماء. تتميز بمدى طويل جداً قادرة على نقل الطاقة المدمرة من مصدرها في المحيط إلى مسافة تبلغ آلاف الكيلومترات. تمر التسونامي أثناء نشوئها بثلاث مراحل: التولد – الانتشار- الغرق. تتمثل عملية توليد الموجة بأي إزاحة عمودية مفاجئة في قاع البحر نتيجة حركة تصدعية عنيفة، حيث تقوم هذه الحركة بدفع ما فوقها من مياه نحو الأعلى. تنتشر عبر مياه المحيط بسرعة عاليه تصل إلى ٧٠٠كم/س غير أن ميل هذه الأمواج التي يصل طولها إلى ٦٠٠ ضعف ارتفاعها يكون من الصعوبة ملاحظتها في عرض البحر.

إن الظروف الحركية والبيئية التي تتشكل فيها التسونامي لا تتوفر في المنطقة العربية، حيث أن ذلك يتطلب أولاً أن تكون منطقة بحار أو محيطات مفتوحة بآلاف الكيلومترات بالإضافة إلى أن مناطق التسونامي النشطة تتولد من تصادم صفيحتين بشكل فجائي ورأسي. هذه الظروف لا تتوفر في البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي نظراً لمحدودية اتساعهم علاوة على أن الفوالق في البحر الأحمر و خليج العقبة من النوع الرأسي و المضربي ليس لديها القدرة الكافية على توليد موجات تسونامية مدمرة كما هو الحال في المحيطين الهادي والهندي. لم يسبق تاريخياً أنه سجل أي موجات تسونامية منذ ٥٢٥ ق.م في شبه الجزيرة العربية بينما تم تسجيل تسع تسونامیات في منطقة البحر الأبيض المتوسط منذ ذلك التاريخ.

ماهية التسونامي

إن كلمة تسونامي Tsu-nami مصطلح ياباني مكون من كلمتين: "تسو" ومعناها "ميناء" و"نامي" و معناها "موجة" ويعني حرفياً موجة الميناء Harbor Wave ربما لأنها تتسارع بصمت عبر المحيط دون أن يشعر بها أحد لتظهر فجأة أمواج عالية مدمرة. وقد استخدمها اليابانيون القدامى للتفرقة بين موجة المياه العاتية التي تدمر موانئ الصيد وموجات المياه العادية.

وتجدر الإشارة أنه يجب التمييز أولاً بين ظاهرة التسونامي والأمواج المتولدة من الرياح أو من المد والجزر. فالرياح الخفيفة تؤدي إلى تجعد سطح المحيط على شكل أمواج قصيرة وقد يصل ارتفاعها إلى ٣٠م في عرض المحيط ولكن حتى

هذه الأمواج العالية ليست قادرة على تحريك المياه العميقة. أما أمواج المد والجزر فإنها تتولد من قوة الشد الناجمة عن جاذبية القمر أو الشمس التي تزحف مرتين يومياً حول الكرة الأرضية فهي تولد أيضاً تيارات مائية تصل إلى قاع المحيط كما تفعل التسوناميات.

أما التسوناميات فإنها تتولد من حركة الدفع الفجائية التي يحدثها الزلزال تحت قاع المحيط نتيجة حركة تصدعية عنيفة من جراء تصادم صفيحتين. وفي بعض الحالات قد تنجم عن ثوران بركاني (جزيرة كراكاتوا الأندنوسية عام ١٨٨٣ م) أو سقوط نيزك أو حدوث انزلاق أرضي تحت الماء.

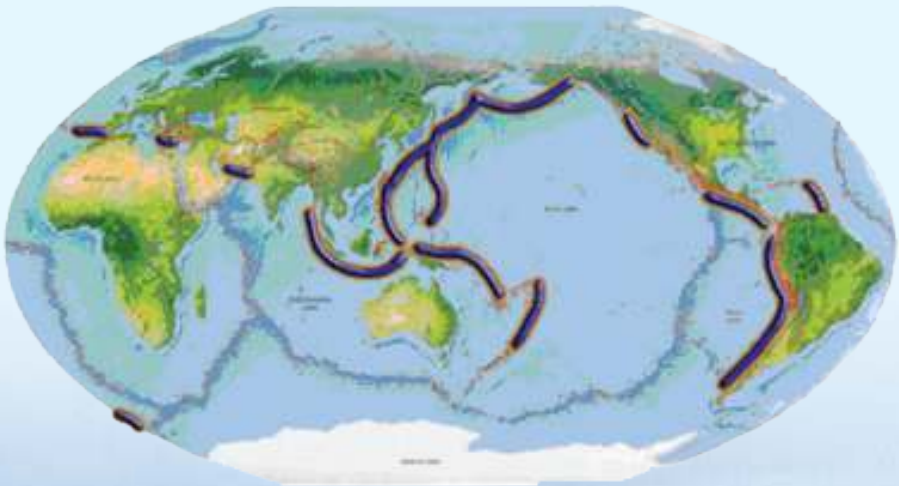
التسوناميات المدمرة خلال ربع القرن الماضي (١٩٩٠- ٢٠٠٥م) ، ويتضح أن تسونامي سومطرة- الذي وقع في ديسمبر ٢٠٠٤ م كان الأعنف والأكثر دمارا (١).

وتحدد حجم أضرار أمواج التسونامي عدة عوامل أهمها:

- وقوع السواحل في محيط دائرة تحرك موجات التسونامي والتي لا تفقد الكثير من طاقتها مع التحرك نتيجة لطولها الموجي الكبير.
- الوضع الجغرافي للمنطقة الساحلية من ناحية ارتفاعها عن سطح البحر وكذلك تعامده مع اتجاه حركة الأمواج.

وعلاوة إلى ما تلحقه هذه الأمواج من خسائر في الأرواح والمنشآت إلا أن أضرار هائلة تلحق ببيئة المناطق الساحلية قد تحتاج إلى عشرات السنين لاستعادة طبيعتها. والواقع أن عدم توفر احتمالات حدوث كارثة ما لا يعد مبرراً عقلانيا لتجاهل المخاطر التي قد تترتب عليها إذا ما وقعت.

الخاصية	التسونامي	الرياح	المد والجزر
طول الموجة	٢٠٠ كم تقريبا	١٥٠ متر تقريبا	أكبر من ١٠٠٠ كم
السرعة	٦٠٠ كم/الساعة تقريبا	٦٠ كم/الساعة	أكبر من ١٠٠٠ كم/الساعة
الإرتفاع	نصف متر	عدة أمتار	متغير
الفتره	٢٠ دقيقة	١٠ ثوان	١٢ ساعة

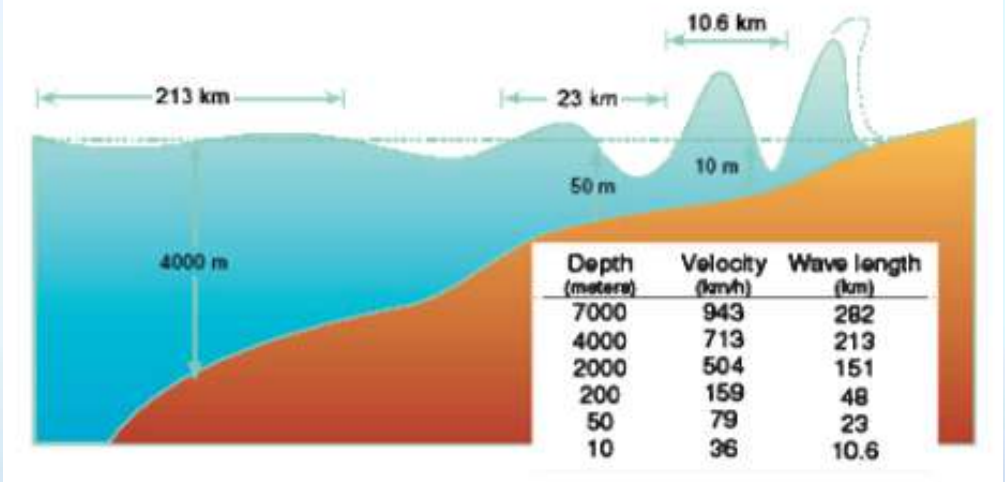


مناطق التسونامي حول العالم ويلاحظ انتشارها حول حزام حلقة النار

ميكانيكية ظاهرة التسونامي

تتميز أمواج التسونامي العملاقة بمدى طويل جداً فهي قادرة على نقل الطاقة المدمرة من مصدرها في المحيط إلى مسافة تبلغ آلاف الكيلومترات. حيث تندفع في أعماق المحيطات بسرعة تزيد على ٧٠٠كم في الساعة وعلى الرغم من سرعتها فإنها لا تشكل خطراً في المياه العميقة. فالموجة الواحدة منها لا يزيد ارتفاعها عادة عن متر واحد في وسط المحيط في حين يصل ارتفاعها إلى أكثر من ١٠ أمتار عند اصطدامها بالشواطىء.

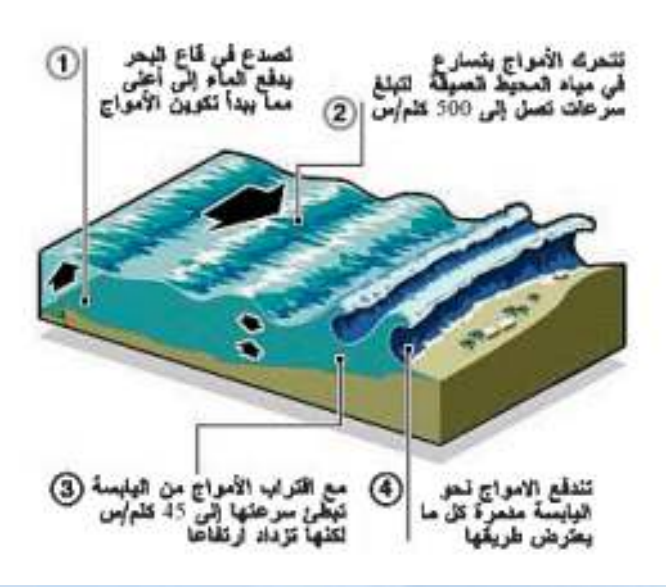
ويمكن حساب سرعة الموجات التسونامية من الجذر التربيعي لقيمة العجلة الأرضية مضروبا في عمق الماء. فإذا كان عمق الماء ٥كم فإن السرعة تساوي ٨٠٠كم/س. أما طول موجة التسونامي فتبلغ ٢٠٠ كم إذا كانت الفتره الدوريه ١٥ دقيقة. أي أنه كلما كانت المياه أكثر عمقا وكانت الموجة أكثر طولا كانت الموجة التسونامية ذات سرعة أكبر.

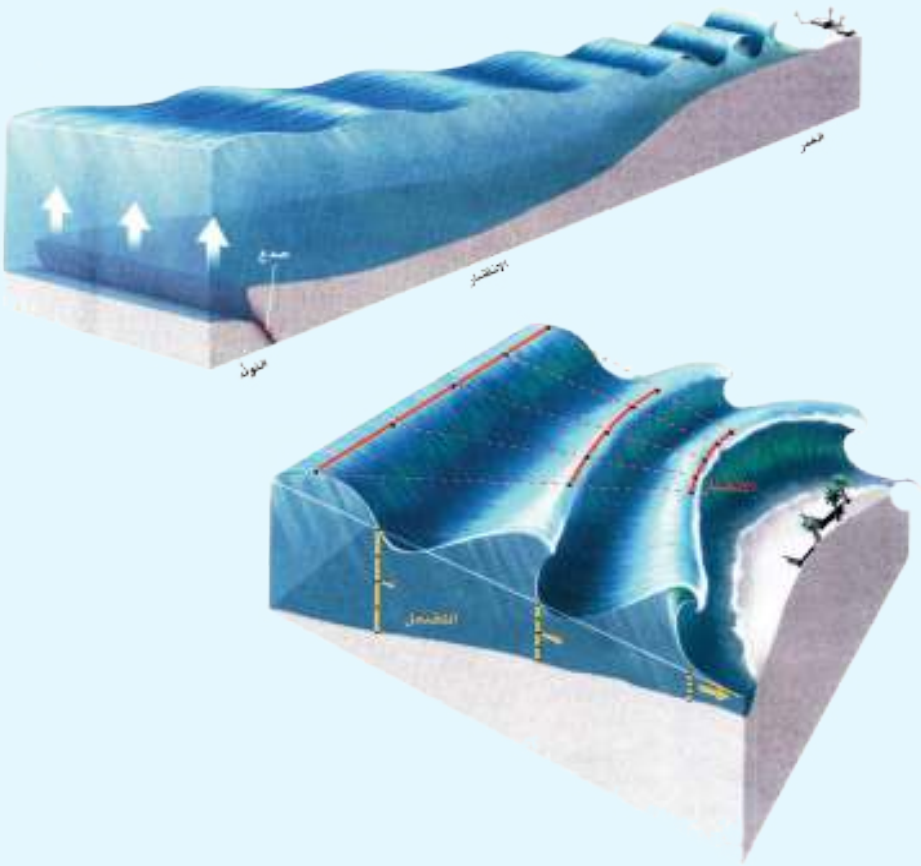


Depth (meters)	Velocity (km/h)	Wave length (km)
7000	943	282
4000	713	213
2000	504	151
200	159	48
50	79	23
10	36	10.6

العلاقة بين طول الموجة والسرعة وعمق الماء عند حدوث التسونامي

تمر التسونامي أثناء نشوئها بثلاث مراحل فيزيائية متتابعة: التولد والانتشار ثم الغرق. تتمثل عملية توليد الموجة بأي إزاحة عمودية مفاجئة في قاع البحر نتيجة حركة تصدعية عنيفة. حيث تقوم هذه الحركة بدفع ما فوقها من مياه نحو الأعلى. تنتشر عبر مياه المحيط بسرعة عاليه تصل إلى ٧٠٠كم/س غير أن ميل هذه الأمواج التي يصل طولها إلى ٦٠٠ ضعف ارتفاعها يكون من الصعوبة ملاحظتها في عرض البحر. أي أنه كلما كانت المياه أكثر عمقاً وكانت الموجة أكثر طولاً كانت الموجة التسونامية ذات سرعة أكبر. وعندما تصل الموجة إلى المياه الضحلة تتباطأ سرعتها حتى تصل إلى ٨٠كم/س تقريباً. وتؤدي ظاهرة انكسار الموجة وتضحلها إلى حشد طاقة الموجة وتركيزها ومن ثم تبدأ تنضغط طاقة الموجة داخل حجم أصغر أثناء دخولها إلى المياه الضحلة وتتباطأ لتلحق بها الموجة التي تليها أو أنها تلتف حول الشاطئ وتؤدي هذه الزيادة في كثافة الطاقة بدورها إلى زيادة في ارتفاع الموجة والتيارات.





الثلاث مراحل لنشأة التسونامي : التولد والانتشار والإغراق. يؤدي الانكسار والتضحل إلى حشد طاقة الموجة وتركيزها، لتصبح حائطا عاليا وخطيرا من المياه (الخطوط المنقطة) أثناء دخولها إلى المياه الضحلة (١).

في أحيان أخرى يؤدي الانكسار refraction والتضحل shoaling إلى حشد طاقة الموجة وتركيزها ، لتصبح حائطا عاليا وخطيرا من المياه. تنضغط طاقة الموجة داخل حجم أصغر (الخطوط المنقطة) أثناء دخولها إلى المياه الضحلة. وتتباطأ لتلحق بها الموجة التي تليها، أو أنها تلف حول أي لسان أو أرض متقدمة (٢).

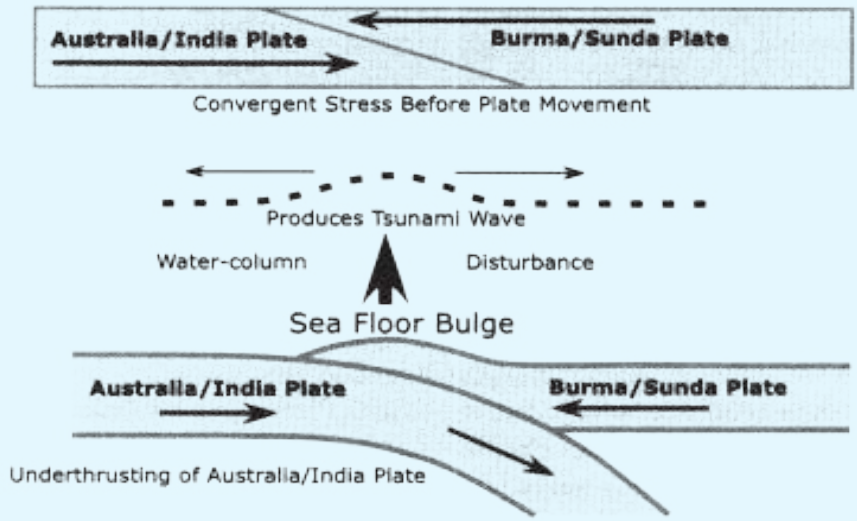
وتبدأ خطورة هذه الموجات عند دخولها منطقة المياه الضحلة عند الموانئ والخلجان الضيقة حيث تصطدم بمستوى عمق المياه في هذه المناطق مما ينتج عنه انخفاض مفاجئ في سرعتها ، وتسبب عملية الانخفاض المفاجئ هذه إلى حدوث زيادة وفيرة في كمية المياه فيزداد معها ارتفاع الموجة بشكل ضخم ومروع ، وتتسبب هذه القوة الضخمة الهدامة في إحداث دمار شديد عند ارتطامها بالشاطئ ، وعادة ما تتعرض المباني الكبيرة والمنازل في هذه المناطق لانهيار عند ارتطام مثل هذه الموجات بها ، وكثيراً ما تحمل هذه الموجات التسونامية البواخر الكبيرة وترفعها ثم تجرفها نحو الأرض اليابسة لتستقر بعد ذلك فوق رمال الشاطئ.

تسونامي سومطره

لم يشهد العالم منذ العام ١٩٦٤ زلزالاً يضاهي قوة الزلزال العنيف الذي ضرب دول جنوبي شرقي آسيا وهي إندونيسيا وسريلانكا والهند وتايلاند وماليزيا وجزر المالديف وأودى بحياة ٢٨٠٠٠٠ شخص ويعتبر خامس أقوى زلزال منذ العام ١٩٠٠م .

لقد تعرضت غرب جزيرة سومطرة بتاريخ ٢٠٠٤/١٢/٢٦م إلى زلزال مدمر نجم عن موجات بحرية عاتية تجاوز قدره ٩ درجات. دلت الدراسات أن فترة هذه الهزة استمرت ١٠ دقائق على الأقل وتعتبر الأطول في التاريخ الحديث.

وقع مركز الزلزال السطحي عند 3.316°N، 95.854°E إلى الغرب من القسم الشمالي من جزيرة سومطرة الاندونيسية وعلى بعد ٢٥٠ كيلومترا من الساحل الجنوبي الشرقي لباندا اتشيه و ٣٢٠ كيلومترا إلى الغرب من مدينة ميدان عند نهاية الحافة الغربية "لحلقة النار" (Fire Belt) التي يتركز فيها ٨١ بالمائة من الزلازل الكبرى في العالم. حيث يمتد هناك خط الانقطاع الصخري الفاصل بين الصفيحتين الكبيرتين الغربية وهي الهندية المحيطية والصفيحة الشرقية القارية اليوراسية-البورمية وهذه الصفائح في حركة دائمة بشكل بطيء، ونتيجة لحركة هاتين الصفيحتين بشكل مواز لبعض، فقد حدث نوع من التصادم والتضاغط الشديد بينهما نجم عن ذلك تصدعات مختلفة حيث انزلقت الصفيحة الهندية المحيطية الأكثر كثافة تحت الصفيحة اليوراسية-البورمية بسرعة ٦ سم في السنة تقريبا لتولد زلزالا على عمق ١٠ كم تحت سطح المحيط الهندي وامتدت الحركة على فالق طوله ٤٠٠ كم في اتجاه الشمال الغربي بإزاحة بلغت ٢٠ مترا على امتداد الفالق. عندما اصطدمت الموجه بالشاطئ تحولت طاقتها الحركية إلى موجة عالية بلغ ارتفاعها أكثر من ١٠ أمتار.



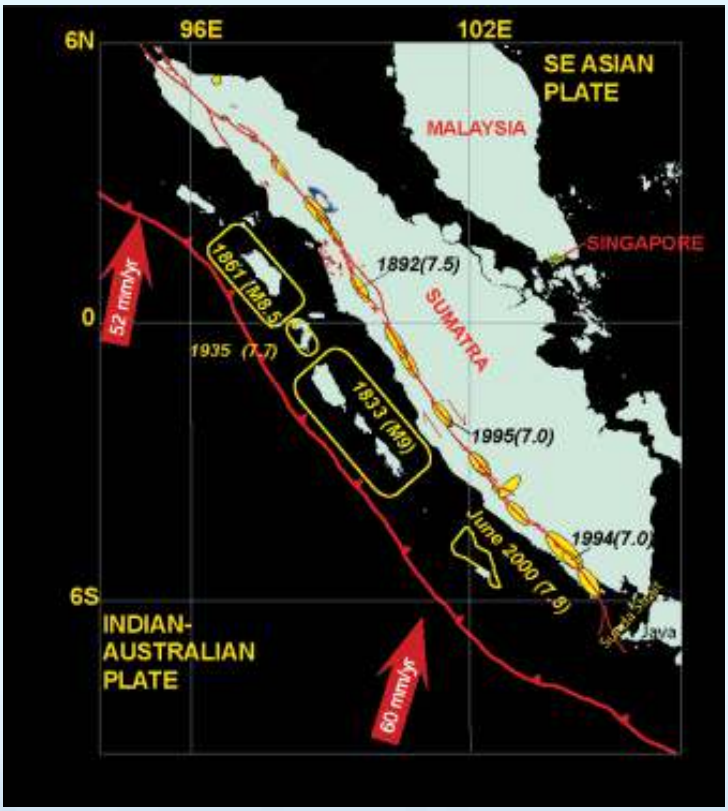
انزلاق الصفيحة الهندية المحيطية الأكثر كثافة تحت الصفيحة اليوراسية البورمية شمال غرب سومطرة بسرعة ٦ سم في السنة تقريبا

بلغت الطاقة الكلية التي أصدرها زلزال المحيط الهندي حوالي $٢X١٠^{١٨}$ جول وهذه تعادل تقريبا طاقة قنبلة بقوة مائة جيجا طن Gigaton ($1gigaton = 10^6$ ton of TNT)(3). وقد أدى زحزحة الكتلة الصخرية والطاقة الهائلة التي أطلقها الزلزال إلى إحداث تغير طفيف في دوران الأرض .

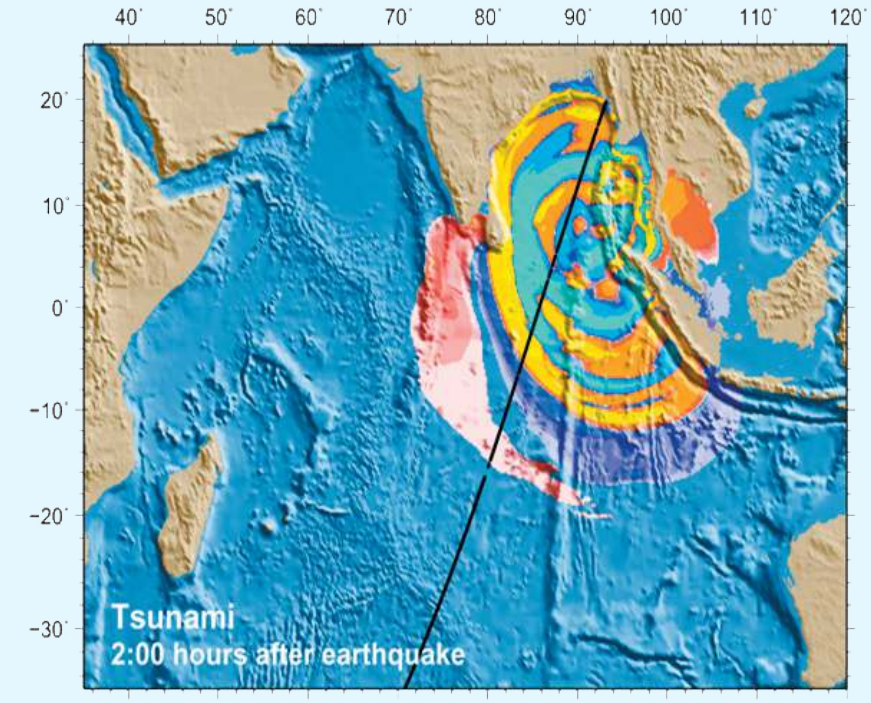
وتشير النماذج النظرية إلى أن يوم الأرض سيقصر بمقدار ٢,٦٨ أجزاء من المليون من الثانية (٢,٦٨ µS) (أو حوالي واحد billionth من طول اليوم) وذلك نتيجة لنقصان في تفلطح (oblateness) الأرض. كما قد يؤدى الزلزال أيضا إلى "تحلحل" (Wobble) في حدود ٢,٥ سنتيمتر، أو ربّما بحدود ٥ أو ٦ سنتيمترات . وبصورة مذهلة، تحركت بعض الجزر الصغيرة المتواجدة بسومطرة في بعض المناطق الجنوبية الغربية في حدود ٢٠م ، بل إنّ النهاية الشمالية لسومطرة التي تقع على صفيحة بورما ، قد تنتقل أيضا لمسافة ٣٦م باتجاه الجنوب الغربي.

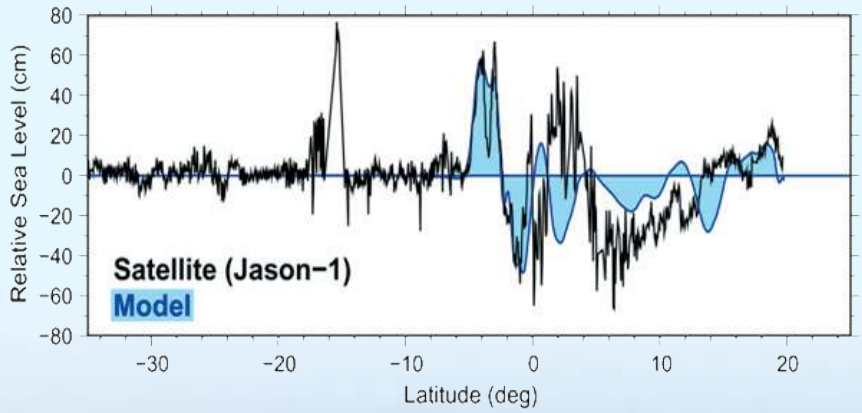
حركية تسونامي سومطرة والتي تبين منطقة تصادم الصفيحة الهندية المحيطية من الغرب مع الصفيحة القارية /اليوراسية-البورمية من الشرق بمعدل ٦ سم في السنة تقريبا.ويظهر في الشكل البؤرة السطحية لزلزال سومطرة الذي حدث في ديسمبر٢٠٠٤م.

لم تتضرر بنجلادش كثيرا بزلزال المحيط الهندي بالرغم من أنها تقع على الطرف الشمالي لخليج البنجال، علاوة على كونها أرض منخفضة، ويرجع السبب إلى أن اتجاه خط الفالق (الصدع) يمتد اتجاه شمال-جنوب، الأمر الذي جعل القوة العظمى للموجات التسونامية تسافر عمودياً على اتجاه خط الفالق، أي باتجاه شرق-غرب. دلت الدراسات الزلزالية التاريخية والحديثة على امتداد فالق سومطرة أن مثل هذا النوع من الزلازل وبقدر ٩ قد يتكرر كل ٢٣٠ سنة تقريبا والله أعلم .

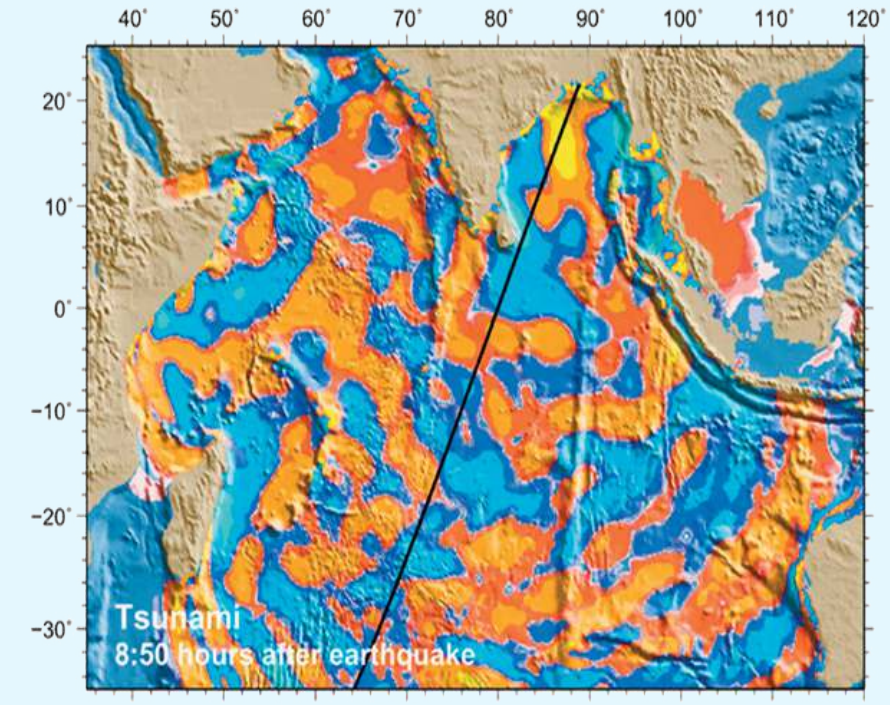


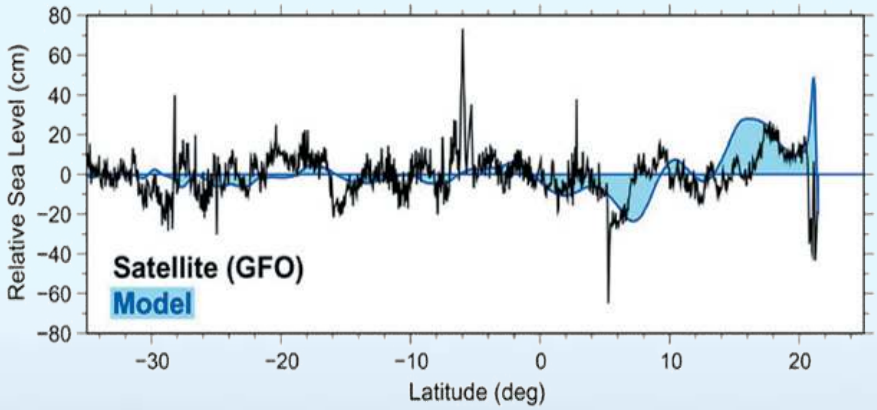
الزلازل التسونامية التاريخية والحديثة المدمرة التي وقعت في اندونوسيا وبلغ مقدارها أكبر من ٧ ويظهر تغير معدل تصادم الصفائح على امتداد صدع سومطرة.



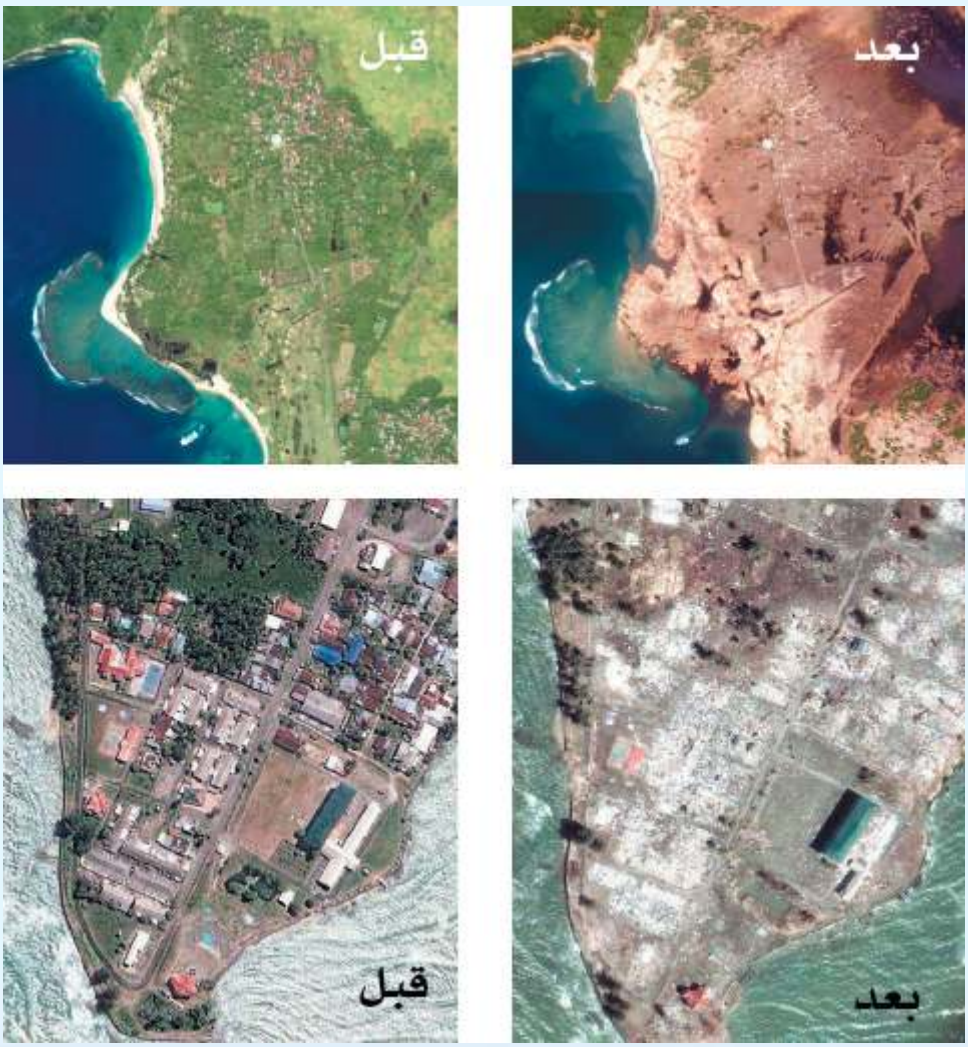


المناطق التي غمرها التسونامي بعد ساعتين من حدوث الزلزال حيث شمل اندونيسيا وماليزيا وتايلند ويظهر السجل الزلزالي خلال تلك الفترة





المناطق التي غمرها التسونامي بعد تسع ساعات تقريباً من حدوث الزلزال حيث شمل اندونيسيا وماليزيا وتايلند والهند وسيريلانكا والمالديف والصومال وسواحل البحر العربي ويظهر السجل الزلزالي خلال تلك الفترة

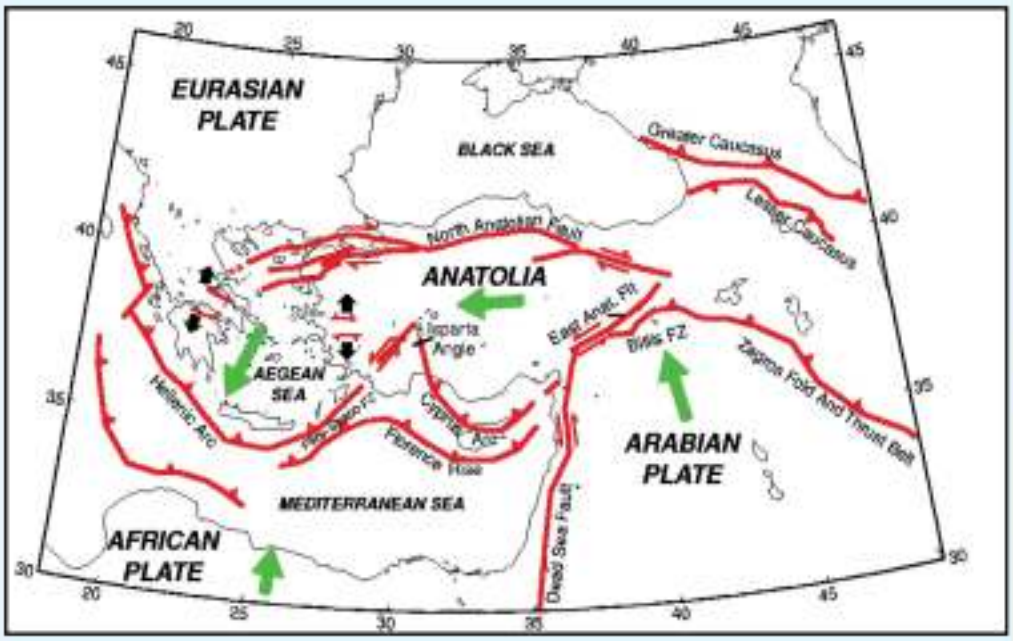


منطقة باندا اتشيه الأندونسية التي دمرها التسونامي بالكامل ويلاحظ دلائل رفع أو غمر الشواطئ .

مدى تأثير ظاهرة التسونامي على الوطن العربي

تتأثر منطقة شبه الجزيرة العربية حركيا بالانفتاح في منطقة البحر الأحمر ثم منطقة التصادم غرب إيران ممتدة حتى صدع الأناضول الذي يأخذ الاتجاه من الشرق إلى الغرب في جنوب تركيا، هذا الصدع تحدث عليه حركة أفقية. أما منطقة البحر الأبيض المتوسط نجد أن الصفيحة التركية مع الصفيحة اليوراسية والصفيحة الأفريقية تتحركان حركة جانبية بالنسبة لكل منهما الأخر ولا يوجد تصادم في هذه المنطقة أما إلى الجنوب قليلا في منطقة البحر الأبيض المتوسط يحدث تصادم وإن كان التصادم مازال في مرحلة المهد لا يقارن بالتصادم في منطقة المحيط الهادي أو المحيط الهندي حيث تصطدم الصفيحة الأفريقية مع الصحيفة اليوراسية تحت القوس اليوناني والقوس القبرصي. معدل اندساس الصفيحة الأفريقية في هذا المكان حوالي ٢سم لكل عام هو نفس معدل الانفتاح في البحر الأحمر بينما يصل المعدل إلى ٣ سم في منطقة تصادم الصفيحة العربية مع اليوراسية.

يتميز الخليج العربي بأنه بحر ضحل وشبه مغلق حيث يبلغ طوله ١٠٠٠كم وعرضه من ٢٠٠-٣٠٠ كم ومساحته ٢٥٠٠٠٠كم٢ ويصل أقصى عمق له ١٠٠م. أما البحر الأحمر فيبلغ طوله ٢٠٠٠كم ومساحته ٤٤٠٠٠٠كم مربع وعرضه ٣٥٠ كم ويصل أقصى عمق له حوالي ٢٨٥٠ مترا ومتوسط العمق ٥٠٠ متر.



خارطة حركية تبين الصدوع النشطة في الوطن العربي وعلاقتها بالصفائح التكتونية العربية واليوراسية والأفريقية.

يتضح إن الظروف الحركية والبيئية التي تتشكل فيها التسونامي عموما لا تتوفر في المنطقة العربية حيث أن ذلك يتطلب أولاً أن تكون منطقة بحار أو محيطات مفتوحة بآلاف الكيلومترات بالإضافة إلى أن مناطق التسونامي النشطة تتولد من حركة الدفع الفجائية التي يحدثها الزلزال تحت قاع المحيط نتيجة حركة تصدعية عنيفة من جراء تصادم صفيحتين. وفي بعض الحالات قد تنجم التسونامي عن ثوران بركاني أو سقوط نيزك أو حدوث انزلاق أرضي تحت الماء. علاوة على أن موجات التسونامي تتميز بمدى طويل جداً لها القدرة على نقل الطاقة المدمرة من مصدرها في المحيط إلى مسافة تبلغ آلاف الكيلومترات.

إن ظروف تشكيل التسونامي لا تتوفر في البحر الأحمر وخليج العقبة والخليج العربي نظراً لمحدودية اتساعهم وضحالة أعماقهم علاوة على أن الفوالق في البحر الأحمر و خليج العقبة من النوع الرأسي و المضربي ليس لديها القدرة الكافية على توليد موجات تسونامية مدمرة كما هو الحال في المحيط الهادي. ولم يسبق تاريخياً أنه سجل أي موجات تسونامية منذ ٥٢٥ ق.م في شبه الجزيرة العربية.

أما الوضع في منطقة البحر الأبيض المتوسط فيعتبر أكثر قابلية وعرضة للزلازل التسونامية ويرجع ذلك إلى عرضه الكبير نسبياً، وكذلك إلى نوعية الصدوع في منطقة قبرص وما تحتها، المؤهلة لكي يتولد منها موجات تسونامية. حيث نجد أن محرك النشاط الزلزالي هي منطقة اندساس الصفيحة الأفريقية تحت الصفيحة اليوراسية الواقعة تحت منطقة الأطلس في شمال أفريقيا من المغرب حتى تونس وتمتد أيضا في البحر حتى شمال صقلية . الجدول ١ يوضح تسجيل تسع تسونامیات في منطقة البحر الأبيض المتوسط منذ ٥٢٥ ق.م وخلو شبه الجزيرة العربية من هذا النوع من الزلازل.

وعموما فانه يمكن تخفيف مخاطر الزلازل وتصميم المباني والمنشات المقاومة لها أما كوارث التسونامي فالوضع أصعب نسبيا في البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر لأن زمن انتقال الموجة من المصدر إلى الشواطئ لا يكفي لبناء منظومة إنذار مبكر كما في المحيطين الهادي والهندي.

الزلازل التسونامية المؤثرة التي حدثت في الوطن العربي.

السنة	الوصف
٥٢٥ ق.م	زلزال وأمواج بحرية ومد زلزالي أدى إلى تدمير مدينة صور.
١٤٠ ق.م	تعرضت صور إلى أمواج عاتية ومد زلزالي.
٢٠٦ م	أمواج زلزالية أدى إلى دمار واسع على طول ساحل شرق البحر المتوسط
٥٥١ م	زلازل وأمواج بحرية دمرت بيروت تدميراً كاملاً وانحسرت مسافة ثلاثة كيلومترات وربما كان الأقوى في تاريخ المنطقة.
٧٤٦ م	زلزال بقوة ٧,٣ أدى إلى أمواج عاتية وصلت إلى غور الأردن.
٨٨١ م	أمواج بحرية عاتية دمرت مدينة عكا.
١٢٠١ م	موجة من الزلازل والأمواج البحرية عصفت بقبرص وفلسطين وسوريا.
١٤٠٤ م	أمواج بحرية عملاقة أحدثت دماراً على طول الساحل اللبناني.
١٧٥٢ م	أمواج بحرية ضربت شواطئ فلسطين.

تخفيف مخاطر التسونامي

من المعروف أن أكثر من ربع مجموع التسونامات التي وقعت في منطقة المحيط الهادي منذ عام ١٨٩٥م نشأت بالقرب من اليابان نظراً لقربها من إلتقاء أربع صفائح حركية نشطة. ومن أجل هذا كرس اليابانيون أموالاً طائلة في محاولة للتنبؤ بالتسونامي والتقليل من آثارها. اشتمل برنامج تخفيف المخاطر في اليابان على:

- إعداد البرامج التعليمية والثقافية.
- إنشاء نظام فعال للإنذار المبكر.
- زراعة غابات اعتراضية شاطئية.
- إشادة مصدات بحرية.

وفي الدول النامية، تكون المعاناة من أثر الكوارث الطبيعية أشد وطأة، حيث أن أكثر من ٩٥٪ من إجمالي الخسائر في الأرواح الناجمة عن الكوارث تكون في الدول النامية، ويمكن أن يصل حجم الخسائر المادية التي تتكبدها هذه الدول إلى ٢٠ مرة ضعف ما تتكبده الدول الصناعية (كنسبة من إجمالي الناتج المحلي). وعلى مدى القرن الماضي ضرب اليابان ١٥٠ تسونامياً أحدث ١٥٪ خسائر مادية وبشرية بينما أحدث أكثر من نصف عدد التسونامات أل ٣٤ التي ضربت إندونيسيا خلال القرن الماضي خسائر كبيرة في الممتلكات والأرواح.

أجهزة للكشف عن التسونامي في المياه العميقة في المحطات الزلزالية الواقعة على امتداد نطاق الاسكا النشط زلزاليا (المثلثات الزرقاء). تعتمد هذه الأجهزة على مجسات عالية الدقة توضع في قاع البحر (OBS) وعندما يستشعر أحد هذه المجسات موجة تسونامية فوقه، يبعث إشارات صوتية إلى منصة طافية على سطح الماء لتقوم بدورها بنقل التحذير عبر الأقمار الصناعية VSAT .

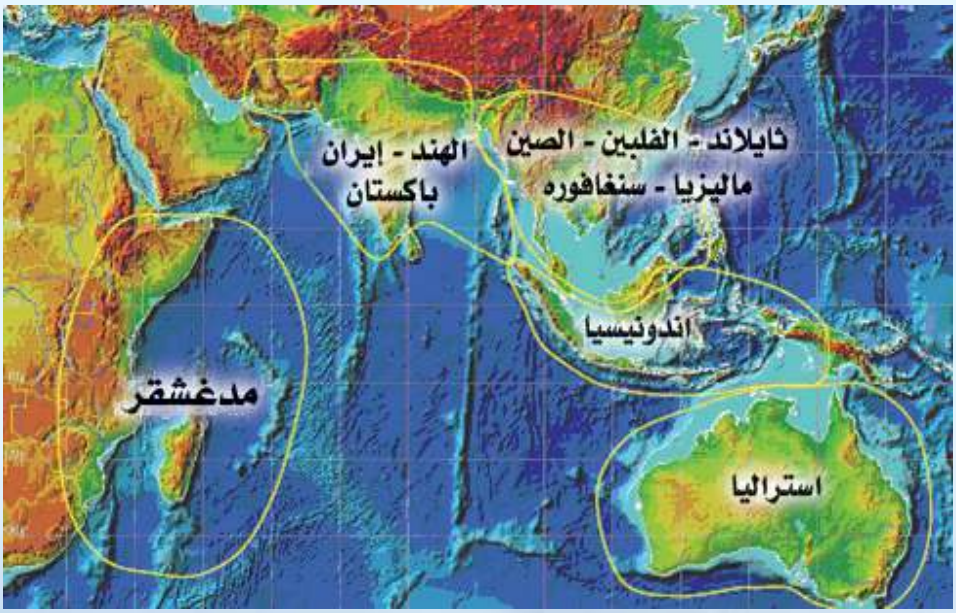
قامت الإدارة الأمريكية NOAA بتطوير شبكة تضم محطات رصد في أعماق المحيطات تسمح بتقفي التسوناميات والإبلاغ عنها فوراً ويعرف هذا المشروع باسم DART توضع الراصدات في قاع البحر وعند شعورها بموجة تسونامية فوقها تبعث إشارات ضوئية إلى منصة طافية على سطح الماء لتقوم بدورها بنقل التحذير عبر الأقمار الصناعية إلى المسؤولين عن إطلاق صفارات الإنذار.

في الوقت الذي يتعذر فيه إيقاف أمواج التسونامي والأعاصير، ثمة فرصة كبيرة لتخفيف وطأتهما تتمثل في التأهب لمثل هذه الكوارث من خلال مشاركة المجتمعات المحلية على نحو صحيح ووضع أنظمة بناء وتصميم منشآت ساحلية أفضل وتحسين طرق إدارة الشعب المرجانية وأشجار المانغروف.

تمتص أشجار المانغروف طاقة موجة التسونامي

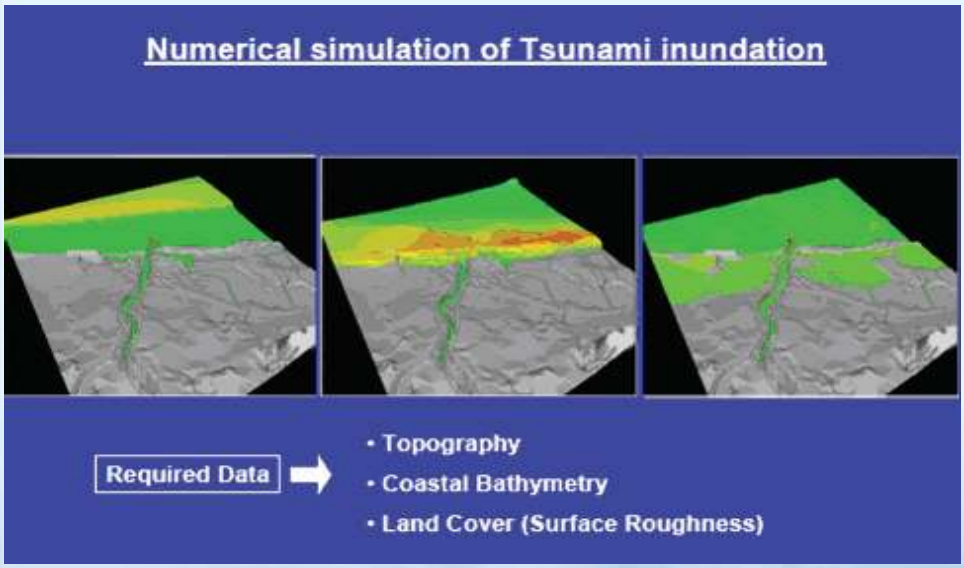
"لقد بدأت الوكالات المانحة والحكومات تدرك أن التأهب للكوارث والتكيف مع التغيرات المناخية لا بد وأن يكون لهما الأولوية القصوى في مساعدات التنمية، ولا سيما في المناطق القريبة من مستوى سطح البحر والأكثر عرضة لهذه الكوارث مثل جزر المحيط الهادي".

والحقيقة أن تثقيف المقيمين في المناطق الساحلية المنخفضة بشأن علامات التحذير التي قد تشير إلى اقتراب حدوث موجة تسونامي (مثل الاهتزازات والانحسار المفاجئ للمحيط)، وإنشاء نظام إنذار يتضمن نشرات طوارئ وتحذيرات تبث على الهواتف، وصفارات إنذار، وتحسين أنظمة الاستجابة للطوارئ، كل ذلك كان من شأنه أن ينقذ العديد ممن قتلوا بسبب موجة التسونامي التي ضربت سواحل المحيط الهندي .



مواقع أنظمة الإنذار المبكر بالتسونامي المحلية والإقليمية

تؤدي توعية المجتمعات المحلية دوراً حاسماً لتفادي كوارث التسونامیات في المستقبل. وحالياً تنتشر لافتات موحدة في جميع الولايات المطلة على المحيط الهادي لتحذير سكان السواحل في المناطق المعرضة لمخاطرها.



نموذج محاكاة رقمية لفيضان التسونامي

الخلاصة

إن ظروف تشكيل التسونامي لا تتوفر في البحر الأبيض المتوسط والأحمر والخليج العربي نظرا لمحدودية اتساعهم وضحالة أعماقهم وطبيعة ميكانيكية حركة الصفائح التكتونية ونوعية الصدوع بالإضافة إلى أن زمن انتقال الموجة من المصدر إلى السواحل قصير وبالتالي فإن هذا لا يكفي لبناء منظومة إنذار مبكر كما هو الحال في المحيطين الهادي والهندي.

وحيث أن هناك العديد من المشاريع البحرية والجزر الاصطناعية على امتداد شواطئ الخليج العربي والبحر الأحمر فإنه من الضرورة إنشاء كاسرات أو مصدات الأمواج التي تعمل على تشتيت الطاقة الموجية وانكسارها قبل وصولها إلى الشواطئ بمسافة ٢٠ مترا. وينصح بأن يتم التصميم الهندسي للمنشات الحيوية والعمرانية على امتداد شواطئ المنطقة العربية على اعتبار وقوعها في منطقة النشاط الزلزالي العالي Zone 2A وإعطائها معامل أمان زلزالي مرتفع نسبيا بحيث يكون لديها القدرة على تحمل زلازل ذات قدر زلزالي ٦ درجات .

المراجع

(١) كونزاليس (١٩٩٩) ، " تسونامي " ، مجلة العلوم ، الكويت ، المجلد ١٥، العدد الثامن،٤-١٣.

(٢) العمري،عبدالله محمد(١٤٢٦هـ) ، " طوفان تسونامي- الزلازل وسبل تخفيف مخاطرها " ، مركز بحوث كلية العلوم، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، العدد الأول، ١-٣٠.

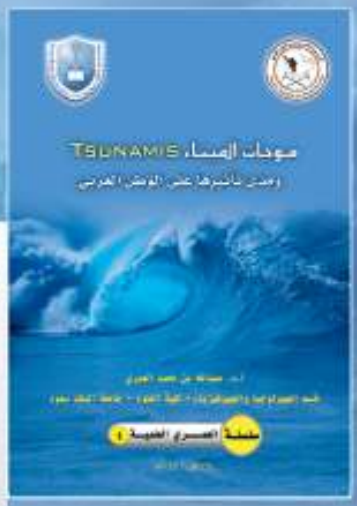
(٣) خضر، أحمد(٢٠٠٦م)، "في الذكرى الأولى لكارثة تسونامي" ، مجلة معهد الكويت للأبحاث العلمية، الكويت ، العدد ١٣٥، ٢٢-٣٥.

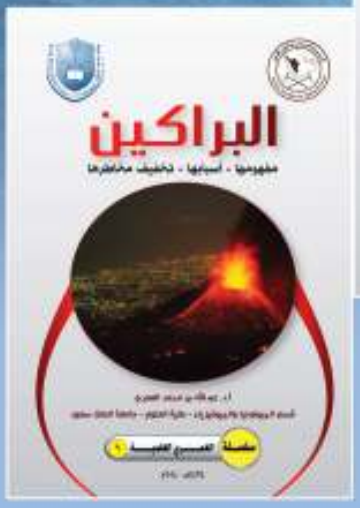
السيرة الذاتية للمؤلف

أ.د. عبد الله بن محمد العمـــــري

- حصل على درجة الدكتوراة في الجيوفيزياء عام ١٩٩٠م من جامعة منيسوتا- أمريكا
- أستاذ الجيوفيزياء -قسم الجيولوجياء- جامعة الملك سعود منذ عام ١٤٢٠هـ
- المشرف على مركز الدراسات الزلزالية- جامعة الملك سعود منذ عام ١٤١٧ هـ
- المشرف على كرسي استكشاف الموارد المائية في الربع الخالي
- رئيس الجمعية السعودية لعلوم الأرض منذ عام ١٤٢٧ هـ
- رئيس قسم الجيولوجيا والجيوفيزياء - جامعة الملك سعود
- رئيس تحرير المجلة العربية للعلوم الجيولوجية
- رئيس فريق برنامج زمالة عالم مع جامعة اوريجون الحكومية الأمريكية
- مستشار مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
- مستشار هيئة المساحة الجيولوجية
- مستشار هيئة المساحة العسكرية
- نشر أكثر من ١٠٠ بحث علمي وتقرير فني في مجلات علمية متخصصة
- ألقى أكثر من ١٥٠ ورقة عمل في ندوات محلية ومؤتمرات عالمية
- باحث رئيس مع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية وشركة أرامكو
- باحث رئيس مع وزارة الطاقة الأمريكية وجامعة كاليفورنيا ومعمل لبفرمور الأمريكي
- باحث مشارك في جامعتي الاباما وبنسلفانيا الحكومية الامريكية
- ممتحن خارجي في عدد من رسائل الماجستير والدكتوراه
- ضمن قائمة (المنجزون البارزون العرب) من قبل منظمة ريفاسبمنتو الدولية
- عضو الجمعية الأمريكية للزلازل
- عضو الإتحاد الأمريكي للجيوفيزياء
- عضو الإتحاد الأوروبي للجيولوجيين والمهندسين
- عضو لجنة تخفيف المخاطر الزلزالية لشرق البحر الأبيض المتوسط
- حصل على جائزة المراعي للإبداع العلمي عام ٢٠٠٥ م
- حصل على جائزة التميز الذهبي من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية عام ٢٠٠٦ م
- حصل على جائزة أبها التقديرية للاسهامات العلمية (٢٠٠٧م)
- حصل على جائزة جامعة الملك سعود للتميز البحثي (٢٠١٣م)
- حصل على جائزة الاتحاد الأمريكي للجيوفيزياء للنشاط العلمي (٢٠١٣م)
- حصل على جائزة جامعة السلطان قابوس للاسهامات العلمية (٢٠١٣م)

سلسلة العمري العلمية ١ - ٦





www.a-alamri.com
alamri.geo@gmail.com