لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات

منظمة الأمم المتحدة
للتربية والعلم والثقافة

مسرد مصطلحات التسونامي

٢٠١٩

السلسلة التقنية ٨٥

لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات

مسرد مصطلحات التسونامي

٢٠١٩

السلسلة التقنية ٨٥

اليونسكو

الغلاف: استخدم فريق التنسيق الدولي لنظام الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (ITSU) رسم الموجة بإذن من مكتب Aqualog في فرنسا.

إن التسميات المستخدمة في هذا المطبوع وطريقة عرض المواد فيه لا تعبّر ضمناً عن أي رأي لأمانة منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) أو لأمانة لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات بشأن الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم، أو سلطاته، ولا بشأن رسم حدود هذا البلد أو الإقليم.

وللإشارة البيبليوغرافية إلى هذه الوثيقة، ينبغي ذكر العناصر التالية:

لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات، الطبعة الرابعة، مسرد مصطلحات أمواج التسونامي، ٢٠١٩، باريس، اليونسكو، السلسلة التقنية للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات، ٨٥ (اللغات الإنجليزية والفرنسية والإسبانية والعربية والصينية) (IOC/2008/TS/85 rev.4).

من منشورات لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات
7 Place de Fontenoy, 75 352 Paris 07 SP, France,
Tel.: +33 1 45 68 39 83/84. http://ioc.unesco.org; tsunami.ioc@unesco.org

تولى الطباعة المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC)

الفهرس

١ - تصنيف التسونامي ٤

٢ - المصطلحات العامة المتعلقة بأمواج التسونامي ١١

٣ - المسح والقياس ٢٠

٤ - المد والجزر، ومخطاط البيانات البحرية،
ومستوى سطح البحر ٢٦

٥ - المختصرات المتعلقة بنظم الإنذار بأمواج التسونامي
والهيئات المعنية بها ٣١

٦ - ببليوغرافيا ٤١

٧ - الكتب الدراسية وأدلة المدرسين (بالإنجليزية والإسبانية)..... ٤٤

٨ - الفهرس ٤٤

تصدير

بدأ التنسيق الدولي لنظام الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي عام ١٩٦٨ تحت رعاية لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات بالتعاون مع المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC) الذي أنشأته في ١٢ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٦٥ اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات واستضافته الدائرة الوطنية للأرصاد الجوية التابعة للإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي في الولايات المتحدة الأمريكية.

ومنذ عهد مبكر يرقى إلى عام ١٩٨٨، أقرّ الخبراء والدول الأعضاء بضرورة وضع مصطلحات موحَّدة لأمواج التسونامي على شكل مسرد تقره الأوساط العلمية. وقد أصدرت اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي الطبعة الأولى من مسرد مصطلحات أمواج التسونامي (المنشور ٣٧ من مجموعة المنشورات التقنية الصادرة عن اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات، ١٩٩١) التي تضمنت أكثر من ٢٠٠٠ مصطلح وتعريف مستمدة من اختصاصات مثل الجيوفيزياء وعلوم المحيطات والهندسة والرياضيات.

وفي أعقاب أمواج التسونامي التي ضربت المحيط الهندي في كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤، كلّفت الأمم المتحدة اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات بتنسيق إعداد نظم إقليمية للإنذار بأمواج التسونامي وسائر الأخطار الساحلية وتخفيف وطأة هذه الأخطار في البحر الكاريبي، وشمال شرق المحيط الأطلسي والبحر الأبيض المتوسط، والمحيط الهندي، بالإضافة إلى النظام القائم الماثل الخاص بالمحيط الهادي. ووضعت أفرقة خبراء من آفاق إقليمية مختلفة فهماً مشتركاً للمصطلحات المستعملة من أجل تطوير هذه النظم الإقليمية الأربعة. وبتنسيق من المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي تمخض هذا الجهد الدولي في عام ٢٠٠٨ عن طبعة جديدة من مسرد مصطلحات أمواج التسونامي (المنشور ٨٥ من مجموعة المنشورات التقنية الصادرة عن اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات). وعلى مر السنين تُرجم مسرد المصطلحات هذا وهو متاح الآن بالإنجليزية (الأصل) والأوردو والإسبانية والإندونيسية والتاغالوغية والتايلندية والصينية والعربية والفرنسية والكورية وعدة لغات أخرى.

ومنذ عام ٢٠١٥ تخضع تعديلات مضمون مسرد مصطلحات أمواج التسونامي لتصديق من فريق العمل المعني بنظم الإنذار بأمواج التسونامي والأخطار الأخرى المتصلة بمستوى سطح البحر وتخفيف آثارها (TOWS-WG) ثم لموافقة من هيئات إدارة اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات. وبفضل هذه الآلية يُتوخى أن تعترف الدول الأعضاء بهذا المنشور وأن تتبنّاه باعتباره مرجعاً معتمداً في هذا المجال.

وتتضمن طبعة عام ٢٠١٩ من مسرد مصطلحات أمواج التسونامي تعريف المصطلحات التقنية ومعلومات عن أفرقة الخبراء والأفرقة الإدارية المعنية الإنذار بأمواج التسونامي وتخفيف وطأتها.

ويتولى إعدادَ صيغ مسرد مصطلحات أمواج التسونامي بلغات عمل منظمة اليونسكو قسمُها المعني بالمؤتمرات واللغات والوثائق.

شكر وعرفان

أدى المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي دوراً رئيسياً في إعداد ومسك مسرد مصطلحات أمواج التسونامي. وعمل جورج باراراس-كارايانيس (George Pararas-Carayannis، من المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي) بصفة محرِّر للطبعة الأولى من مسرد المصطلحات. وأُعرب في الطبعة الأولى من المسرد عن الشكر والعرفان للكثيرين الذين ساهموا فيه.

ومنذئذ تعاون علميون وخبراء مرموقون لتحسين مضمون مسرد مصطلحات أمواج التسونامي من خلال الصيغ المتتالية التي أعدها المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات، ومنهم فوميهيكو-إيمامورا (Fumihiko Imamura) ومودستو أورتيس (Modesto Ortiz) وكنجي ساتاكي (Kenji Satake) وفرنسوا شنديلي (François Schindelé) وفريد ستيفنسن (Fred Stephenson) وكوستاس سينولاكس (Costas Synolakis) ومساهيرو ياماموتو (Masahiro Yamamoto) وجيراسيموس بابادوبولوس (Gerassimos Papadoupolos). ويُعْرَب عن كبير العرفان للاورا كونغ (Laura Kong) (من المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي) لتنسيقها صيغ المسرد الحديثة هذه.

تسونامي جزر أليوت الذي ضرب هيلو في هاواي في ١ نيسان/أبريل ١٩٤٦. استُخدمت الصورة بإذن من أرشيف متحف بيشوب.

١ - تصنيف التسونامي

التسونامي

مصطلح ياباني يعني موجة («نامي») في ميناء («تسو»). ويدل على سلسلة من الأمواج الجارية عبر مسافات وفترات زمنية طويلة للغاية، وتنشأ هذه الأمواج عموماً عن اضطرابات مرتبطة بالزلازل التي تحدث تحت قاع المحيط أو بالقرب منه (وتسمى أيضا «موجة بحرية زلزالية»، كما تسمى خطأً «موجة المد»). وقد تؤدي حالات الثوران البركاني، والانهيالات الأرضية في قاع البحار، وتساقط الصخور الساحلية، إلى توليد أمواج تسونامي أيضاً، كما يمكن أن يؤدي إلى ذلك نيزك كبير يصطدم بالمحيط. وقد تصل هذه الأمواج إلى أبعاد هائلة وتنتقل عبر كامل مساحة أحواض المحيطات ولا تفقد في مسارها إلا القليل من الطاقة. وإنها تنطلق مثل أمواج الجاذبية العادية ضمن فترة نموذجية تمتد من ١٠ دقائق إلى ٦٠ دقيقة. ويشتد انحدار أمواج التسونامي ويزداد ارتفاعها عندما تقترب من المياه الضحلة، وتُغرق المناطق المنخفضة بالمياه؛ وحيثما تساعد التضاريس المحلية في قاع المحيط على زيادة انحدار الأمواج، فإن الأمواج قد تتكسر وتسبب أضراراً كبيرة. ولا علاقة لأمواج التسونامي بالمد والجزر، وإن التسمية الشعبية («موجة المد») مضللة تماماً.

تسونامي الأحوال الجوية

هو ظاهرة تشبه التسونامي تنجم عن اضطرابات الأحوال الجوية أو الغلاف الجوي. ويمكن أن تنتج هذه الأمواج عن موجات الجاذبية في الغلاف الجوي وقفزات الضغط والتيارات المجابهة والزوابع والعواصف والأعاصير بمختلف أنواعها وغير ذلك من المصادر المؤثرة في الغلاف الجوي. ويتسم تسونامي الأحوال الجوية بنفس

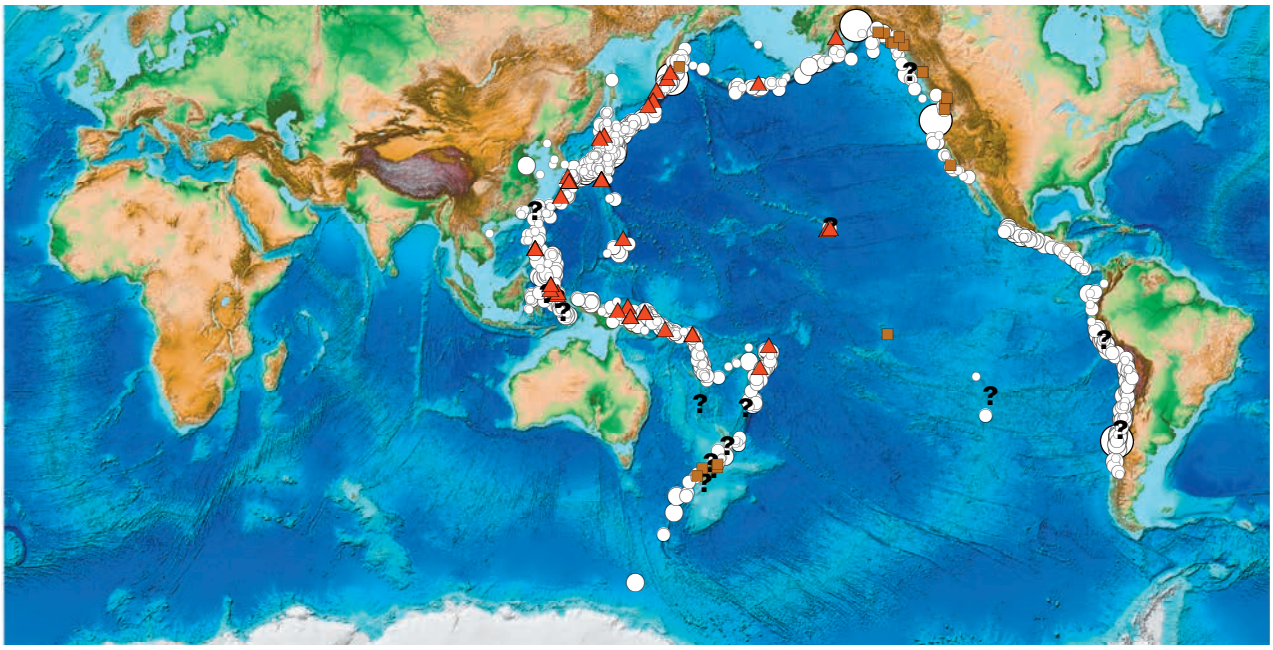
الدمار الذي أصاب شواطئ هيلو في هاواي من جراء التسونامي المحيطي الشامل الذي نشأ في المحيط الهادي قبالة سواحل جزيرة أونيماك، في جزر أليوت، بالولايات المتحدة الأمريكية، في ١ نيسان/أبريل ١٩٤٦.

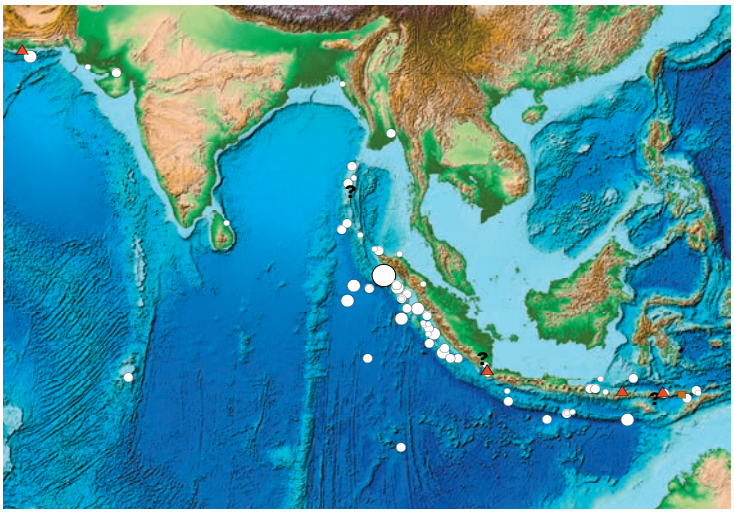
التسونامي الذي نشأ في ٢٦ أيار/مايو ١٩٨٣ من جراء زلزال بحر اليابان قرب جزيرة أوكوشيري في اليابان. استُخدمت هذه الصورة بإذن من جامعة توكاي.

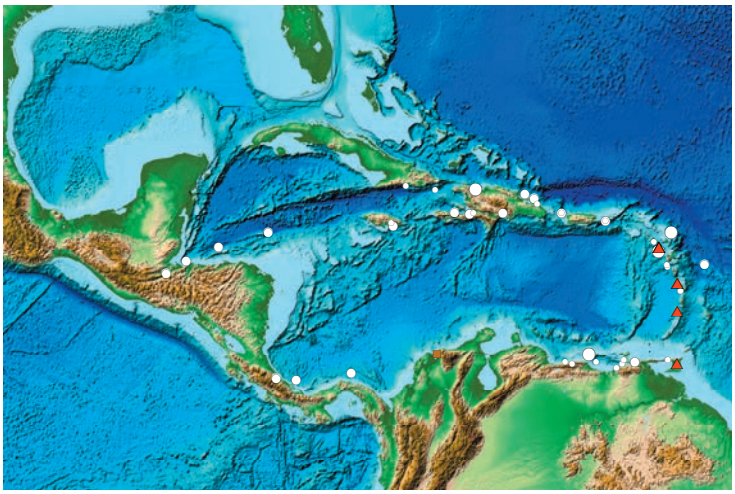
المقاييس الزمنية والمكانية التي تتسم بها أمواج التسونامي، ويمكنه أن يسبب دماراً مماثلاً لما تسببه أمواج التسونامي في المناطق الساحلية، ولا سيما في الخلجان والمنافذ حيث يتضخم تأثيره تضخماً بالغاً وتكون له خصائص ارتدادية محددة بدقة (مثل مدخل سيوتاديلا في جزر الباليار؛ وخليج ناغازاكي في اليابان؛ وميناء لونغ كو في الصين؛ وخلجان فيلا لوكا وستاري غراد ومالي ستون في كرواتيا). ويشار إلى هذه الخلجان والمنافذ أحيانا باسم «ريساغا» (rissaga).

التسونامي الإقليمي

تسونامي قادر على تدمير منطقة جغرافية معينة، عموماً ضمن مساحة قدرها ١ ٠٠٠ كيلومتر أو ضمن فترة جريان تستغرق ساعة إلى ثلاث ساعات من منشأ التسونامي إلى الساحل. كما أن التسونامي الإقليمي يُحدث في بعض الأحيان آثاراً محدودة جدا وموضعية خارج المنطقة.







تظهر الصور الأربع الواردة أعلاه ما تم تأكيده من مواقع نشوء التسونامي في المحيط الهادي والمحيط الهندي والبحر الأبيض المتوسط، والبحر الكاريبي. وتشير الرموز إلى أسباب حدوث التسونامي: فيشير المربع البني إلى انهيار أرضي، والمثلث الأحمر إلى ثوران بركاني، وتشير علامة الاستفهام إلى سبب غير معروف، كما تشير الدائرة البيضاء إلى زلزال، ويتناسب حجم الدائرة مع قوة الزلزال. المصدر:النظام العالمي للبيانات الجيوفيزيائية التابع للمركز الوطني الأمريكي للبيانات الجيوفيزيائية.

- انهيار أرضي
- ثورة بركان
- ? اسباب غير معروفة
- زلزال، ويتناسب حجم الدائرة مع قوة الزلزال.

ويمكن تصنيف أشد أنواع التسونامي تدميراً في الفئة المحلية أو الإقليمية. وينجم عن هاتين الفئتين أيضاً العديد مما تسببه أمواج التسونامي من إصابات بشرية وأضرار بالغة في الممتلكات. ففي الفترة الممتدة من عام ١٩٨٠ إلى عام ٢٠١٧، وقعت ٣٤ كارثة تسونامي محلي أو إقليمي أدت إلى وقوع قرابة ٢٥٢٠٠٠ حالة وفاة ومليارات الدولارات من الأضرار في الممتلكات؛ ووقعت ٢٤ كارثة منها في منطقة المحيط الهادي والبحار المجاورة.

فعلى سبيل المثال، ضرب تسونامي إقليمي منطقة المحيط الهادي في عام ١٩٨٣ في بحر اليابان أو البحر الشرقي، وألحق أضراراً بالغة بالمناطق الساحلية من اليابان وكوريا وروسيا وسبب أكثر من ٨٠٠ مليون دولار من الأضرار، وأكثر من ١٠٠ حالة وفاة. وبعد ذلك، لم تحدث خلال تسع سنوات سوى كارثة واحدة أدت إلى حالة وفاة واحدة، ثم وقعت عشر كوارث تسونامي محلية مدمرة في فترة سبع سنوات فقط من عام ١٩٩٢ إلى عام ١٩٩٨، وأسفرت عن مقتل أكثر من ٢٧٠٠ إنسان وعن أضرار في الممتلكات بمئات الملايين من الدولارات. وفي معظم هذه الحالات، لم تكن الجهود التي بُذلت في ذلك الوقت لتخفيف آثار التسونامي قادرة على منع وقوع أضرار كبيرة وخسائر في الأرواح. ومع ذلك، يمكن تقليص الخسائر الناجمة عن أمواج التسونامي المحلية أو الإقليمية في المستقبل إذا تم تكثيف شبكة مراكز الإنذار ومحطات الإبلاغ عن الزلازل ومنسوب المياه، وتحسين الاتصالات لتوفير الإنذار في الوقت المناسب، وإذا تسنى وضع برامج أفضل فيما يخص التأهب للتسونامي وإدراجه في المناهج التعليمية.

أمواج التسونامي الإقليمية أو المحلية التي أدت إلى وقوع قتلى منذ عام ١٩٧٥

التاريخ	موقع نشوء التسونامي	تقدير أعداد القتلى أو المفقودين
١٩٧٥/١٠/٣١	الأخدود الفلبيني	١
١٩٧٥/١١/٢٩	هاواي، الولايات المتحدة الأمريكية	٢
١٩٧٦/٨/١٦	خليج مورو، الفلبين	٣٧٦ ٤
١٩٧٧/٨/١٩	سومباوا، إندونيسيا	١٨٩
١٩٧٩/٧/١٨	ليباتا، إندونيسيا	١ ٢٣٩ **
١٩٧٩/٩/١٢	إريان جايا، إندونيسيا	١٠٠
١٩٧٩/١٠/١٦	الريفييرا الفرنسية	٩ **
١٩٧٩/١٢/١٢	نارينو، كولومبيا	٦٠٠ *
١٩٨١/٩/١	جزر ساموا	٢
١٩٨٣/٥/٢٦	نوشيرو، اليابان	١٠٠
١٩٨٨/٨/١٠	جزر سليمان	١
١٩٩١/٤/٢٢	ليمون، كوستاريكا	٢
١٩٩٢/٩/٢	قبالة سواحل نيكاراغوا	١٧٠
١٩٩٢/١٢/١٢	بحر فلوريس، إندونيسيا	١ ١٦٩
١٩٩٣/٧/١٢	بحر اليابان	٢٠٨
١٩٩٤/٦/٢	جاوا، إندونيسيا	٢٥٠
١٩٩٤/١٠/٨	هالماهيرا، إندونيسيا	١
١٩٩٤/١١/٤	سكاغواي ألاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية	١ **
١٩٩٤/١١/١٤	جزر الفلبين	٨١ *
١٩٩٥/٥/١٤	تيمور، إندونيسيا	١١
١٩٩٥/١٠/٩	مانزانيلو، المكسيك	١
١٩٩٦/١/١	سولاويسي، إندونيسيا	٩
١٩٩٦/٢/١٧	إريان جايا، إندونيسيا	١١٠
١٩٩٦/٢/٢١	شمال بيرو	١٢
١٩٩٨/٧/١٧	بابوا غينيا الجديدة	٢ ٢٠٥
١٩٩٩/٨/١٧	خليج إزميت، تركيا	١٥٥
١٩٩٩/١١/٢٦	جزر فانواتو	٥
٢٠٠١/٦/٢٣	جنوب بيرو	٢٦
٢٠٠٤/١٢/٢٦	باندا آتشيه، إندونيسيا	٨٩٨ ٢٢٧ *٨
٢٠٠٥/٣/٢٨	سومطرة، إندونيسيا	١٠
٢٠٠٦/٣/١٤	سيرام، إندونيسيا	٤
٢٠٠٦/٧/١٧	جاوا، إندونيسيا	٨٠٢
٢٠٠٧/٤/١	جزر سليمان	٥٢ *
٢٠٠٧/٤/٢١	جنوب شيلي	١٠
٢٠٠٩/٩/٢٩	جزر ساموا	١٩٢
٢٠١٠/١/١٢	هايتي	٧
٢٠١٠/٢/٢٧	جنوب شيلي	١٥٦
٢٠١٠/١٠/٢٥	مينتاواي، إندونيسيا	٤٣١
٢٠١١/٣/١١	توهوكو، اليابان	٧١٧ ١٨ *٨
	المجموع	٣١٤ ٢٥٩

* يمكن أن يتضمن حالات وفاة ناجمة عن الزلازل.

** تسونامي ناجم عن ثوران بركاني.

^ يشمل قتلى أو مفقودين من جوار موقع نشوء التسونامي ومن خارج هذا الموقع.

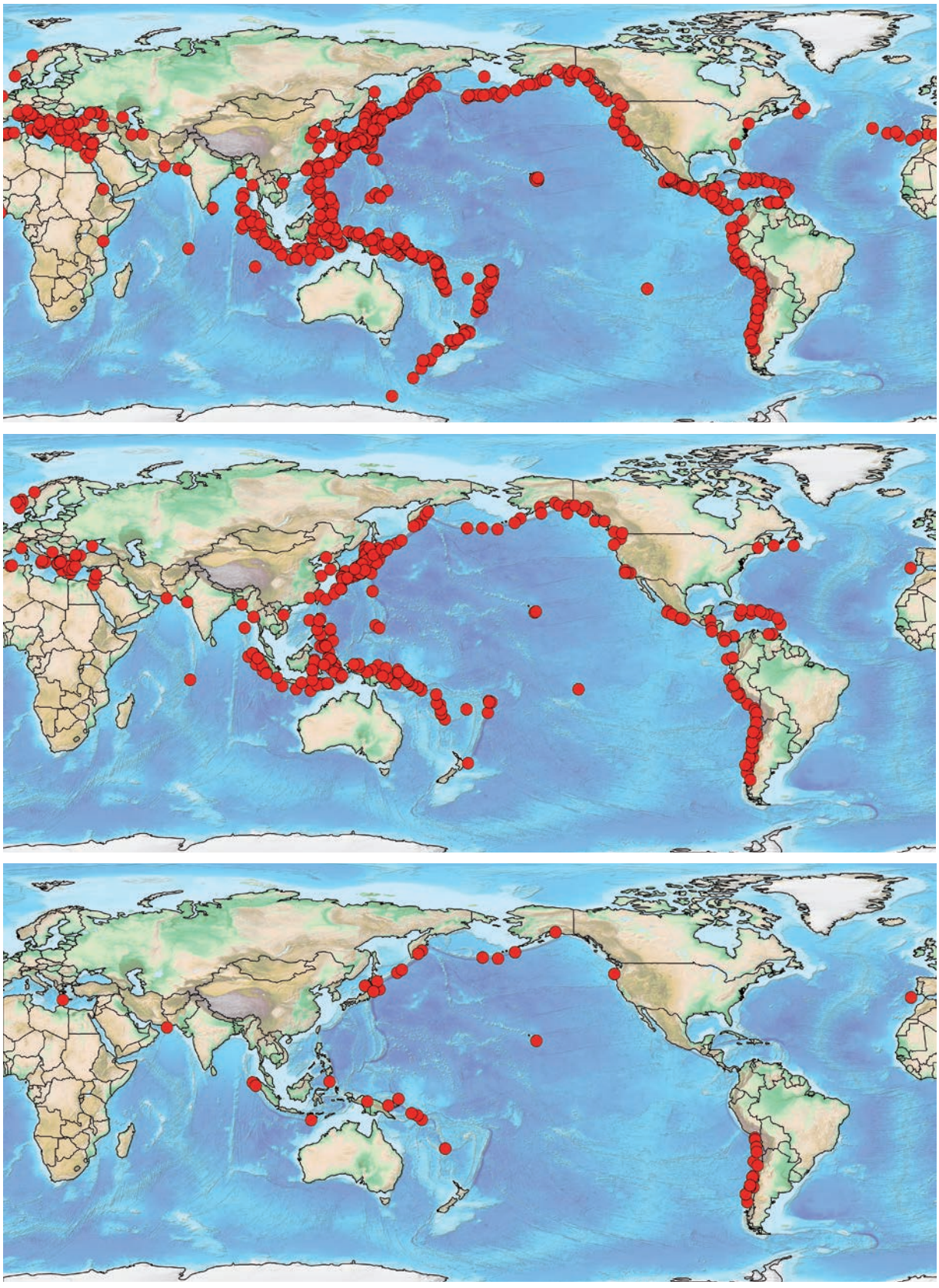
أمواج التسونامي الإقليمية أو المحلية التي أدت إلى وقوع ٢٠٠٠ قتيل أو أكثر

التاريخ	موقع نشوء التسونامي	تقدير أعداد القتلى أو المفقودين
٣٦٥/٧/٢١	كريت، اليونان	٥ ٧٠٠
٨٨٧/٨/٢	نيجاتا، اليابان	٢ ٠٠٠
١٣٤١/١٠/٣١	محافظة أوموري، اليابان	٢ ٦٠٠
١٤٩٨/٩/٢٠	بحر إنشونادا، اليابان	٣١ ٠٠٠
١٥٧٠/٢/٨	وسط شيلي	٢ ٠٠٠
١٥٨٦/١/١٨	خليج إيزيه، اليابان	٨ ٠٠٠ *
١٦٠٥/٢/٣	نانكايدو، اليابان	٥ ٠٠٠
١٦١١/١٢/٢	سانريكو، اليابان	٥ ٠٠٠
١٦٧٤/٢/١٧	بحر باندا، إندونيسيا	٢ ٢٤٤
١٦٨٧/١٠/٢٠	جنوب بيرو	٥ ٠٠٠ *
١٦٩٢/٦/٧	بورت رويال، جامايكا	٢ ٠٠٠
١٧٠٣/١٢/٣٠	شبه جزيرة بوسو، اليابان	٥ ٢٣٣ *
١٧٠٧/١٠/٢٨	بحر إنشونادا، اليابان	٢ ٠٠٠
١٧٠٧/١٠/٢٨	نانكايدو، اليابان	٥ ٠٠٠ *
١٧٤٦/١٠/٢٩	وسط بيرو	٤ ٨٠٠
١٧٥١/٥/٢٠	شمال غرب هونشو، اليابان	٢ ١٠٠
١٧٥٥/١١/١	لشبونة، البرتغال	٥٠ ٠٠٠ *
١٧٧١/٤/٢٤	جزر ريوكيو، اليابان	١٣ ٤٨٦
١٧٩٢/٥/٢١	كيوشو، اليابان	٥ ٤٤٣ **
١٨٥٤/١٢/٢٤	نانكايدو، اليابان	٣ ٠٠٠ *
١٨٦٨/٨/١٣	شمال شيلي	٢٥ ٠٠٠ *
١٨٨٣/٨/٢٧	كراكاتاو، إندونيسيا	٣٦ ٠٠٠ **
١٨٩٦/٦/١٥	سانريكو، اليابان	٢٧ ١٢٢ *
١٨٩٩/٩/٢٩	بحر باندا، إندونيسيا	٢ ٤٦٠ *
١٩٢٣/٩/١	خليج ساغامي، اليابان	٢ ١٤٤
١٩٣٣/٣/٢	سانريكو، اليابان	٣ ٠٢٢
١٩٤٥/١١/٢٧	ساحل مكران، باكستان	٤ ٠٠٠ *
١٩٥٢/١١/٤	كامتشاتكا، روسيا	٤ ٠٠٠
١٩٧٦/٨/١٦	خليج مورو، الفلبين	٤ ٣٧٦
١٩٩٨/٧/١٧	بابوا غينيا الجديدة	٢ ٢٠٥
٢٠٠٤/١٢/٢٦	باندا آتشيه، إندونيسيا	٨٩٨ ٢٢٧ *٨
٢٠١١/٣/١١	توهوكو، اليابان	٧١٧ ١٨ *٨
	المجموع	٥٥٠ ٥١٨

* يمكن أن يتضمن حالات وفاة ناجمة عن الزلازل.

** تسونامي ناجم عن ثوران بركاني.

^ يشمل قتلى أو مفقودين من جوار موقع نشوء التسونامي ومن خارج هذا الموقع.



لقد حدث أكثر من ٨٠٪ من كوارث التسونامي في العالم من جراء الزلازل وتم رصد أكثر من ٧٠٪ من هذه الكوارث في المحيط الهادي حيث تحدث زلازل كبيرة عندما تتحرك الصفائح التكتونية على طول حزام النار في المحيط الهادي. الصورة العليا: أدى المركز السطحي لكل موجة من أمواج التسونامي الناجمة عن الزلازل إلى وقوع أضرار محلية في جميع أحواض المحيطات. الصورة الوسطى: مواقع الزلازل والثوران البركاني والانهيالات الأرضية التي ولّدت أمواج تسونامي أدت إلى وقوع خسائر مادية أو إصابات بشرية محلياً. وعلى الرغم من أن معظم أمواج التسونامي التي رُصدت على مسافة تزيد على ١٠٠٠ كيلومتر (من نوع التسونامي البعيد المدى) كانت ناجمة عن زلازل في منطقة المحيط الهادي، فإن أمواج التسونامي البعيد المدى سببت أيضاً أضراراً أو إصابات بشرية في المحيط الهندي والمحيط الأطلسي. الصورة السفلى: مواقع نشوء أمواج التسونامي البعيد المدى التي نجمت عن زلازل أو حالات ثوران بركاني وأدت إلى وقوع أضرار أو إصابات بشرية. وتستند هذه البيانات إلى السجلات التاريخية. المصدر: النظام العالمي للبيانات الجيوفيزيائية التابع للمركز الوطني الأمريكي للبيانات الجيوفيزيائية.

التسونامي البعيد المدى

تسونامي قادم من منشأ بعيد، أي من مسافة تزيد عموماً على ١ ٠٠٠ كيلومتر أو يحتاج فيها التسونامي لبلوغ الساحل انطلاقاً من منشئه فترة تمتد من ساعة إلى ثلاث ساعات.

ويعد التسونامي المحيطي الشامل والتسونامي البعيد المدى أقل تواتراً من التسونامي الإقليمي ولكنهما أخطر منه. وعادة ما تتخذ أمواج التسونامي البعيد المدى شكل أمواج تسونامي محلي فتسبب دماراً واسع النطاق بالقرب من منشئها، ثم تواصل السفر عبر حوض المحيط بأكمله وتحمل معها ما يكفي من الطاقة لإحداث المزيد من الإصابات البشرية والدمار على الشواطئ التي تفصلها عن منشأ التسونامي مسافة تزيد على ١ ٠٠٠ كيلومتر. وفي السنوات المئتين الماضية، حدث ما لا يقل عن ٢٨ كارثة مدمرة من كوارث التسونامي المحيطي الشامل وأدت ١٤ كارثة منها إلى سقوط قتلى في المناطق التي يزيد بعدها عن منشأ التسونامي على ١ ٠٠٠ كيلومتر.

أما أشد تسونامي محيطي شامل تدميراً من بين كوارث التسونامي التي ضربت المحيط الأطلسي في التاريخ الحديث، فقد نجم عن زلزال ضخم وقع قبالة سواحل شيلي في ٢٢ أيار/مايو ١٩٦٠. وحلَّ بجميع المدن الشيلية الساحلية الواقعة بين خطي العرض ٣٦ و٤٤ دمار شامل أو أضرار بالغة بفعل التسونامي والزلزال. وأدى التسونامي والزلزال معاً إلى وقوع ٢ ٠٠٠ قتيل و٣ ٠٠٠ جريح وإلى تشريد مليونين من الأفراد، وبلغت قيمة الأضرار ٥٥٠ مليون دولار. وتم تقدير ارتفاع الأمواج قبالة ساحل كورال في شيلي بعشرين متراً (٦٧ قدماً). وأدى التسونامي إلى مقتل ٦١ شخصاً في هاواي و٢٠ في الفلبين و١٣٩ في اليابان. وقُدرت الأضرار بما يساوي ٥٠ مليون دولار أمريكي في اليابان و٢٤ مليون دولار في هاواي وعدة ملايين من الدولارات على طول الساحل الغربي للولايات المتحدة وكندا. وتفاوت ارتفاع الأمواج البعيدة بحيث كانت تموجات طفيفة في بعض المناطق وبلغ ارتفاعها ١٢ متراً (٤٠ قدماً) في جزيرة بيتكيرن و١١ متراً في هيلو بهاواي وستة أمتار في بعض الأماكن في اليابان

وأما أسوأ كارثة تسونامي في التاريخ فقد وقعت في المحيط الهندي في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤، عندما ضرب زلزال بقوة ٩,٣

التسونامي الذي وقع في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤ فدمر مدينة باندا آتشيه القريبة منه ولم يبق قائماً منها سوى عدد قليل من الهياكل. استُخدمت الصورة بإذن من يويتشي نيشيمورا، جامعة هوكايدو.

أمواج التسونامي التي أدت إلى وقوع قتلى في مناطق تفصلها عن موقع نشوء التسونامي مسافة تزيد على ١ ٠٠٠ كيلومتر في السجلات الموجودة

التاريخ				تقدير أعداد القتلى أو المفقودين		
السنة	الشهر	اليوم	موقع الزلزال	تسونامي محلي	تسونامي بعيد المدى	الأماكن البعيدة التي أبلغت عن وقوع إصابات
١٧٠٠	١	٢٧	منطقة اندساس كاسكاديا، الولايات المتحدة الأمريكية		٢	اليابان
١٧٥٥	١١	١	لشبونة، البرتغال	٥٠٠٠٠	٣	البرازيل
١٨٣٧	١١	٧	جنوب شيلي	٠	١٦	الولايات المتحدة الأمريكية (هاواي)
١٨٦٨	٨	١٣	شمال شيلي**	٢٥ ٠٠٠*	٧	نيوزيلندا وساموا وجنوب شيلي
١٨٧٧	٥	١٠	شمال شيلي	٢٧٧	٢٠٠٥	فيجي واليابان وبيرو والولايات المتحدة الأمريكية (هاواي)
١٨٨٣	٨	٢٧	كراكاتاو، إندونيسيا	٣٤ ٤١٧	١	سري لانكا
١٨٩٩	١	١٥	بابوا غينيا الجديدة	٠	مئات	جزر كارولينا وجزر سليمان
١٩٠١	٨	٩	جزر لوايلتي، كاليدونيا الجديدة	٠	عدة قتلى	جزر سانتا كروز
١٩٢٣	٢	٣	كامشتكا، روسيا	٢	١	الولايات المتحدة الأمريكية (هاواي)
١٩٤٥	١١	٢٧	ساحل مكران، باكستان	٤ ٠٠٠*	١٥	الهند
١٩٤٦	٤	١	جزيرة يونيماك، ألاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية	٥	١٦٢	جزر ماركيساس، بيرو ،الولايات المتحدة الأمريكية (كاليفورنيا، هاواي)
١٩٥٧	٣	٩	جزر أندريانوف ، ألاسكا ، الولايات المتحدة الأمريكية	٠	٢	الولايات المتحدة الأمريكية (هاواي، وفيات غير مباشرة من جراء تحطم طائرة أثناء استطلاع أمواج تسونامي)
١٩٦٠	٥	٢٢	وسط شيلي	١ ٠٠٠	٢٢٦	اليابان والفلبين والولايات المتحدة الأمريكية (كاليفورنيا، هاواي)
١٩٦٤	٣	٢٨	برنس وليام ساوند، ألاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية	١٠٦	١٨	الولايات المتحدة الأمريكية (كاليفورنيا، أوريغون)
٢٠٠٤	١٢	٢٦	باندا آتشيه، إندونيسي***	١٧٥ ٨٢٧*	٥٢٠٧٢	بنغلاديش والهند وكينيا ومدغشقر والمالديف وميانمار وسيشل والصومال وجنوب أفريقيا وسري لانكا وتنزانيا واليمن
٢٠٠٥	٣	٢٨	سومطرة، إندونيسيا	٠	١٠	سريلانكا (حالات وفاة إبان الإجلاء)
٢٠١١	٣	١١	توهوكو، اليابان	١٨٤٣٢*	٢	إندونيسيا والولايات المتحدة الأمريكية (كاليفورنيا)
٢٠١٢	١٠	٢٨	هيدا غواي ، كندا	٠	١	الولايات المتحدة الأمريكية (هاواي، حالة وفاة إبان الإجلاء)

*يمكن أن يتضمن حالات وفاة ناجمة عن الزلازل. ** حالات وفاة محلية وإقليمية في شيلي وبيرو. ***حالات وفاة محلية وإقليمية في إندونيسيا وماليزيا وتايلاند.

قبالة الساحل الشمالي الغربي لجزيرة سومطرة في إندونيسيا، وأدى إلى نشوء تسونامي محيطي شامل ضرب تايلاند وماليزيا من جهة الشرق، وسري لانكا والهند وجزر الملديف وأفريقيا من جهة الغرب عابراً المحيط الهندي. وأدى ذلك إلى وفاة ما يقرب من ٢٢٨ ٠٠٠ نسمة وتشريد أكثر من مليون شخص، فقدوا بيوتهم وممتلكاتهم ومصادر رزقهم. وأفضت ضخامة عدد القتلى وحجم الدمار إلى استجابة فورية من زعماء العالم وأدت إلى إعداد نظام الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهندي وتخفيف آثارها في عام ٢٠٠٥. كما أن هذا الحدث أدى إلى نشوء حالة وعي فيما يخص أخطار التسونامي على الصعيد العالمي، وأنشئت نظم جديدة في البحر الكاريبي والبحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلسي.

التسونامي الضئيل

وهو تسونامي ضئيل الضخامة بحيث يقتضي رصده استخدام الأجهزة، ولا يسهل كشفه بالعين المجردة.

التسونامي القديم

هو التسونامي الذي حدث قبل وضع السجلات التاريخية لهذه الظاهرة، أو الذي لم يتم رصد حالاته وتدوينها.

وتستند البحوث الخاصة بالتسونامي القديم في المقام الأول إلى كشف رواسب أمواج التسونامي القديمة التي تم العثور عليها في المناطق الساحلية ورسم الخرائط لها وتحديد تاريخها، ودراسة ترابطها مع الرواسب المشابهة التي عُثر عليها في أماكن أخرى على الصعيد المحلي أو الإقليمي، أو في مختلف أنحاء أحواض المحيطات. وأفضت البحوث في حالة واحدة إلى مصدر قلق جديد ناجم عن إمكانية حدوث زلازل وأمواج تسونامي كبيرة مستقبلاً على طول الساحل الشمالي الغربي لأمريكا الشمالية. وفي حالة أخرى، يواصل سجل أمواج التسونامي في منطقة كوريل-كامتشاتكا سعيه إلى اكتشاف مراحل تاريخية أقدم فأقدم. ونظراً إلى أن العمل في هذا المجال لا يزال مستمراً، فإنه قد يوفر قدراً كبيراً من المعلومات الجديدة عن أمواج التسونامي التي حدثت في الماضي للمساعدة في تقييم الأخطار الناجمة عن التسونامي.

التسونامي المحيطي الشامل

وهو تسونامي ذو قدرة تدميرية واسعة النطاق، لا تقتصر على المنطقة المحيطة مباشرة بموقع نشوئه، بل تشمل المحيط بأكمله. ولم يتولد التسونامي المحيطي الشامل في الماضي إلا بفعل الزلازل الكبرى. وهذا المصطلح مرادف لمصطلح «التسونامي البعيد المدى».

التسونامي المحلي

هو تسونامي قادم من منشأ قريب تستغرق فترة جريانه من المنشأ إلى الساحل أقل من ساعة واحدة أو تسونامي تقتصر آثاره المدمرة على امتداد ٢٠٠ كيلومتر من السواحل. وينشأ التسونامي المحلي عادةً عن زلزال، ولكنه قد ينشأ أيضاً عن انهيال أرضي أو عن تدفق الحمم البركانية من بركان في حالة ثوران. وقد سببت أمواج التسونامي المحلي عبر التاريخ ٩٠٪ من الإصابات الناجمة عن أمواج التسونامي عموماً.

أدى تدفق أمواج التسونامي بأعماق تزيد على عشرة أمتار وبسرعات تفوق ستة أمتار في الثانية إلى قلب مبانٍ مؤلفة من ثلاثة طوابق وسحبها إلى مسافة ٥٠ متراً إبان التسونامي الذي ضرب اليابان في ١١ آذار/ مارس ٢٠١١.

التسونامي الموثق تاريخياً

هو التسونامي الذي يتم توثيق حدوثه في السجلات التاريخية من خلال شهود العيان أو أجهزة الرصد.

خصائص ظواهر التسونامي

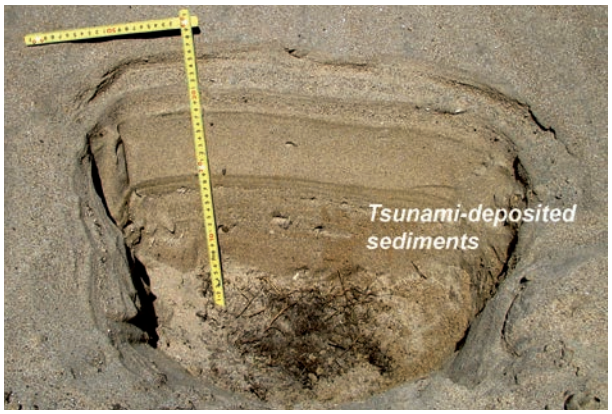
ينتقل التسونامي من موقع نشوئه إلى الخارج في شكل سلسلة من الأمواج. وتعتمد سرعته على عمق المياه، وتطرأ بالتالي على أمواجه حالات من التسارع والتباطؤ تتفاوت سرعتها بتفاوت عمق قاع المحيط الذي تمر فوقه. كما أن اتجاه انتشار الأمواج يتغير أيضاً خلال هذه العملية، ويمكن أن تصبح طاقة الأمواج مركزة في نقطة أو مبعثرة. وفي الأماكن العميقة من المحيطات، يمكن أن تراوح سرعة أمواج التسونامي بين ٥٠٠ و١٠٠٠ كيلومتر في الساعة. بيد أن أمواج التسونامي تتباطأ عندما تقترب من الشاطئ بحيث تنخفض سرعتها إلى بضع عشرات من الكيلومترات في الساعة فقط. ويعتمد ارتفاع موجة التسونامي أيضاً على عمق المياه. ويمكن لموجة تسونامي يبلغ ارتفاعها متراً واحداً في المواقع العميقة من المحيطات أن يصل ارتفاعها إلى عشرات الأمتار عند وصولها إلى الساحل. وخلافاً لما يجري في أمواج المحيط المألوفة التي تحركها الرياح والتي ليست سوى اضطراب في سطح البحر، تمتد طاقة موجة التسونامي إلى قاع المحيط. وبالقرب من الشاطئ، تتركز هذه الطاقة في الاتجاه العمودي بسبب تناقص عمق المياه، وفي الاتجاه الأفقي لأن طول الموجة يتناقص من جراء تباطئها.

ولأمواج التسونامي فترات (والفترة هي الوقت اللازم لدورة موجة واحدة) قد تمتد من بضع دقائق فقط إلى ساعة كاملة، وقد تبلغ أكثر من ذلك في حالات استثنائية. ويمكن أن تتخذ أمواج التسونامي عند الشاطئ أشكالاً شديدة التنوع بحسب أحجام الأمواج وفتراتها، وبحسب أعماق المياه في البقع القريبة من الشواطئ، وشكل الخط الساحلي، وحالة المد والجزر، وغيرها من العوامل. وفي بعض الحالات، قد لا يسبب التسونامي سوى فيضانات حميدة نسبياً في المناطق الساحلية المنخفضة، إذ يأتي إلى الشاطئ بطريقة تشبه المد السريع. وفي حالات أخرى، قد يجتاح الشاطئ كجدار عمودي من المياه الهائجة المليئة بالحطام الذي يمكن أن يكون شديد التدمير. وفي معظم الحالات، يحدث أيضاً انخفاض في مستوى سطح البحر يسبق ذرى أمواج التسونامي التي تؤدي إلى انحسار الماء إلى مسافة تبلغ أحياناً كيلومتراً أو أكثر. وقد تترافق أمواج التسونامي أيضاً – وإن كانت صغيرة – مع تيارات بحرية قوية وغير عادية.

ويعتبر الضرر والدمار الناجمان عن التسونامي نتيجة مباشرة لثلاثة عوامل: الغمر، ووقع الموجة على الهياكل، والتحات. وتنجم الوفيات عن الغرق وتأثير الصدمة الجسدية أو غير ذلك من الصدمات عندما يقع الناس في خضم المياه المضطربة، وفي أمواج التسونامي المحملة بالحطام. وقد أدت التيارات القوية الناجمة عن التسونامي في الماضي إلى تحات أسس المباني وانهيار الجسور والأسوار البحرية. وتسببت قوتا التعويم والجر في إزاحة البيوت من أماكنها وقلب عربات السكك الحديدية. وهدمت القوى المرتبطة بأمواج التسونامي المباني الهيكلية وغيرها من الهياكل. وتنجم أضرار كبيرة أيضاً عن الحطام العائم، بما في ذلك القوارب والسيارات والأشجار التي تصبح مقذوفات خطرة قد تصطدم بالمباني والدعائم ومختلف المركبات. وتضررت السفن ومرافق الموانئ من جراء العُرام الناجم عن أمواج التسونامي، وحتى الضعيفة منها. أما الحرائق الناجمة عن تسرب النفط أو احتراق السفن المتضررة في الميناء، أو عن تصدُّع خزانات النفط الساحلية ومرافق مصافي النفط، فيمكن أن تسبب أضراراً أكبر من الأضرار التي تسببها أمواج التسونامي مباشرة. وثمة أضرار ثانوية أخرى يمكن أن تنشأ عن التلوث الناجم عن تسرب مياه الصرف الصحي والمواد الكيميائية من جراء الدمار. ويمكن أن تنشأ مشكلات جسيمة عن تضرُّر مرافق تسلُّم شحنات البضائع وتفريغها وتخزينها. وثمة أمر يثير قلقاً متزايداً وهو التأثير المحتمل لانسحاب موجة التسونامي، عندما يؤدي انحسار المياه إلى كشف مآخذ مياه التبريد المرتبطة بالمحطات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية.

رواسب التسونامي

الرواسب التي تخلفها أمواج التسونامي. ويوفر العثور على رواسب خلفتها أمواج التسونامي في طبقات التربة معلومات عن وقوع كوارث تسونامي من النوعين الموثق تاريخياً أو القديم. فإذا ما تم اكتشاف رواسب متماثلة من حيث التأريخ في مواقع مختلفة، قد تكون أحيانا متناثرة في عدة مناطق من أحواض المحيطات وبعيدة عن منشأ التسونامي، فيمكن استخدام ما تم اكتشافه للاستدلال على توزيع حالات الغمر والآثار التي يحدثها التسونامي ورسم خرائط تبين هذا التوزيع.



طبقات الرواسب التي خلفتها الأمواج المتتالية التي جاء بها التسونامي الذي ضرب المحيط الهندي في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤، وهي رواسب تم رصدها في باندا آتشيه بإندونيسيا. استُخدمت هذه الصورة بإذن من يويتشي نيشيمورا، جامعة هوكايدو.

زلزال التسونامي

زلزال يؤدي إلى نشوء تسونامي ذي حجم كبير غير معتاد يتناسب مع قوة الزلزال (Kanamori, 1972). وتشمل الخصائص النموذجية لزلازل التسونامي ما يلي: حدوث فترات انقطاع طويلة لقوة الزلزال، وحدوث انكسار في المواقع الشديدة الضحالة من واجهة الصفيحة الأرضية (وينجم ذلك عادةً عن قرب الموقع من الأخدود وعن خضوعه لآلية دفع منخفض الزاوية)، وتحرير طاقة عالية عندما تكون الترددات منخفضة. وثمة أيضاً زلازل بطيئة تقترن بانزلاقات على طول الصدوع التي تحدثها بوتيرة أبطأ مما يحدث في الزلازل العادية. ووقعت الأحداث الأخيرة المنتمية إلى هذا النوع في عام ١٩٩٢ (نيكاراغوا)، وعام ١٩٩٦ (شيمبوتي، بيرو)، وفي إندونيسيا في عام ١٩٩٤ (جزيرة جاوا)، وعام ٢٠٠٦ (جزيرة جاوا)، وعام ٢٠١٠ (منتاواي).

ماريموتو (Maremoto)

اسم التسونامي باللغة الإسبانية.

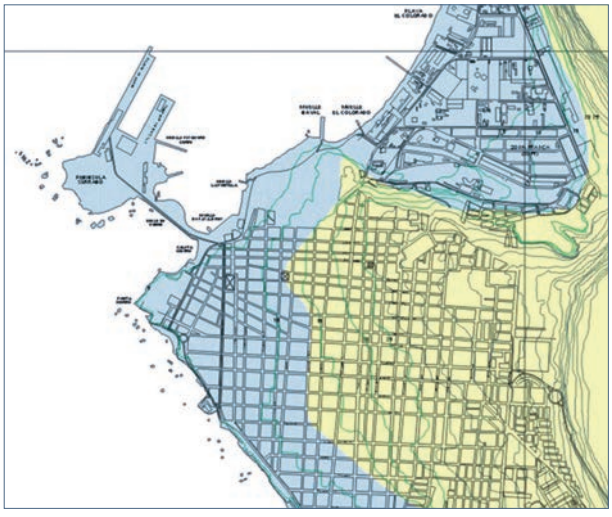
أضرار ناجمة عن التسونامي الذي ضرب شيلي في ٢٢ أيار/مايو ١٩٦٠. استُخدمت الصورة بإذن من بلدية ماولين، التعميم ١١٨٧ الصادر عن الهيئة الأمريكية للمسح الجيولوجي.

٢ - المصطلحات العامة المتعلقة بأمواج التسونامي

يتضمن هذا القسم المصطلحات العامة المستخدمة في مجال التخفيف من آثار أمواج التسونامي، ومجال إحداث هذه الأمواج، ومجال وضع النماذج ذات الصلة بها.

آثار أمواج التسونامي

لئن كانت حالات أمواج التسونامي ليست بالكثيرة، فإنها تندرج في الظواهر الطبيعية الأكثر ترهيباً وتعقيداً، ويعزى إليها خسران كبير في الأرواح وضرر واسع النطاق. فلأمواج التسونامي من طابعها التخريبي ما يجعلها تُحْدِث آثاراً هامة على القطاعات البشرية والاجتماعية والاقتصادية في المجتمعات. وقد شهدت فترة الـ ٣٦٠٠ سنة الماضية ٢٥٢ حالة من حالات أمواج التسونامي القاتلة أوقعت أكثر من ٥٤٠٠٠٠ وفاة؛ ووقع أسوأ ما شهده التاريخ من الكوارث الناجمة عنها في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤ ، إذ قتلت أمواج التسونامي التي ضربت سومطرة بإندونيسيا ٢٢٨٠٠٠ شخص في ١٤ بلداً من بلدان المحيط الهندي وسببَّت أضراراً تقدَّر بعشرة مليارات دولار أمريكي. بيد أن المحيط الهادي هو المكان الذي شهد ٧٠٪ من حالات أمواج التسونامي التي وقعت في العالم. وقد حدث ٩٩٪ من الوفيات بسبب أمواج التسونامي المحلية، أي أن هذه الوفيات أُوقعت في الحيِّز الذي قطعته أمواج التسونامي في أقل من ساعة من وقت انتقالها. ولـمّا كان أكثر من ٨١٪ من حالات أمواج التسونامي يحدث بسبب الزلازل الكبيرة ذات البؤرة القليلة العمق فإن الارتضاض والتضرر الناجم عن الزلزال هو الخطر الأول الذي يجب الاهتمام به قبل وصول أمواج التسونامي.

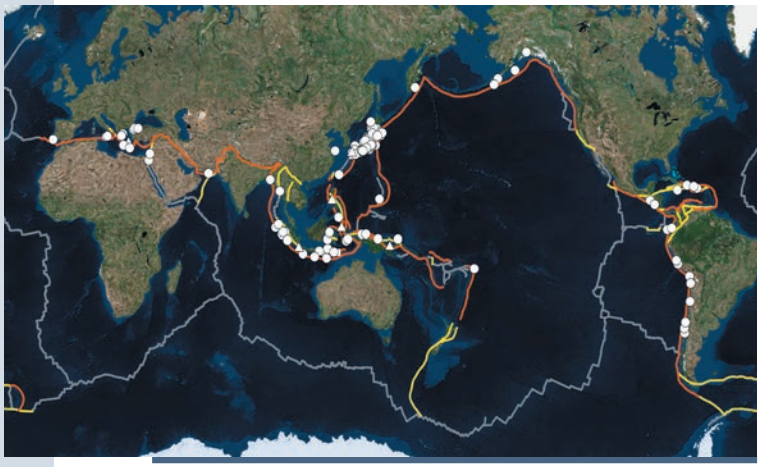


مقدَّر الغمر الذي سببه التسونامي في إكويك بشيلي، استناداً إلى نتائج نماذج رقمية. تُستخدم هذه الصورة بإذن من دائرة الهدروغرافيا والأقيانوغرافيا التابعة للبحرية الشيلية.

لقد دمَّرت أمواج التسونامي جماعات كاملة من أهالي سواحل اليابان، التي تتميَّز بأن سواحلها هي المأهولة أكثر من غيرها في العالم ولها تاريخ طويل في مجال نشاط الزلازل. كما إن لآلاسكا، ولجزر هاواي، ولإندونيسيا، ولأمريكا الجنوبية، سوابق في مجال الدمار الشديد الناجم عن أمواج التسونامي. وقد وقعت آخر حالة واسعة النطاق من حالات أمواج التسونامي التي شملت المحيط الهادي برمته في ١١ آذار/مارس ٢٠١١ في اليابان فقتلت أكثر من ١٨٠٠٠ شخص في اليابان وشخصين في مجال انتشارها البعيد.

احتمال حدوث أمواج التسونامي

هو احتمال أن تضرب أمواج تسونامي ذات حجم معيَّن قسماً معيَّناً من الساحل.

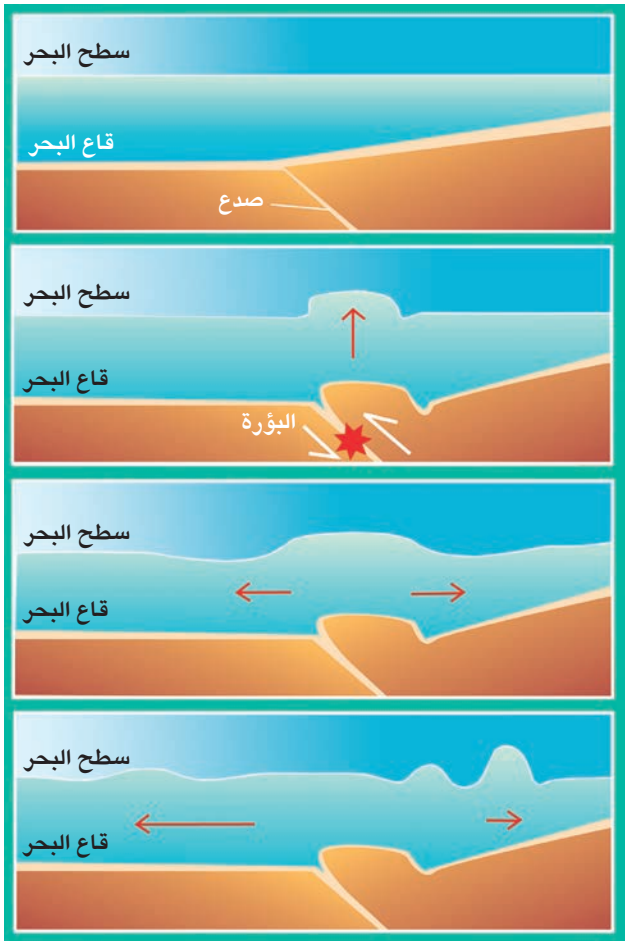


نُطُق مناشئ أمواج التسونامي في العالم. ويمكن أن تحدث أمواج التسونامي في أي وقت وأي مكان تتقارب فيه الصفائح التكتونية أو تتباعد (الخطوط البرتقالية). ومخاطر هذه الأمواج قائمة في جميع المحيطات والأحواض لكنها تحدث على الأغلب في المحيط الهادي.
وتُظهر هذه الخريطة أمواج التسونامي الموثقة تاريخياً والتي تسببت في أكثر من ١٠٠ حالة وفاة. وحدثت غالبية هذه الأمواج بفعل زلازل (دائرة) وبعضها بفعل انفجارات بركانية (مثلث). ويظهر نطاق الاندساس باللون البرتقالي، والأحياد الانتشارية باللون الرمادي، والصدوع التحويلية باللون الأصفر. المصدر: المراكز الوطنية للمعلومات البيئية (NCEI)/النظام العالمي للبيانات الجيوفيزيائية، مختبر الجيوفيزياء (LDG) التابع لإدارة التحليل والمراقبة والبيئة (DASE)، المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC).

إحداث التسونامي

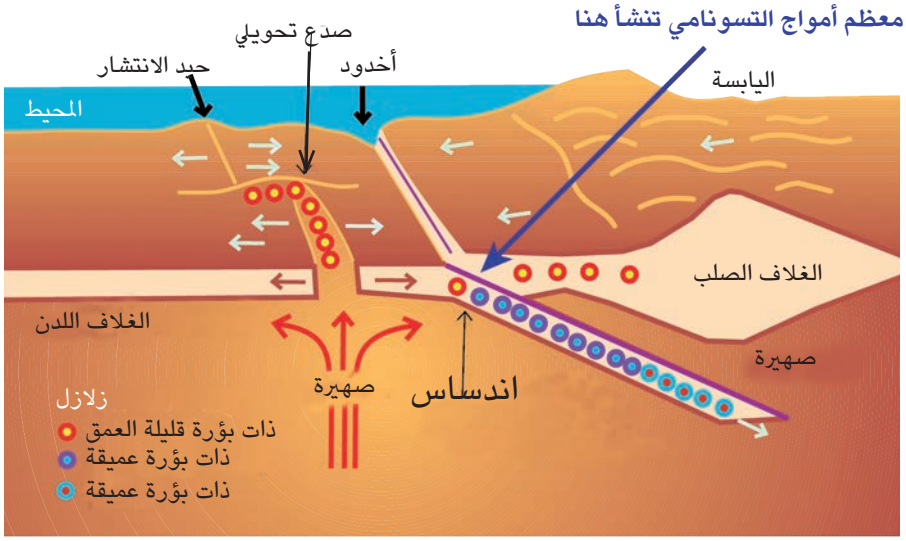
الأغلب أن تحدث أمواج التسونامي بسبب الزلازل، لكنها يمكن أن تنشأ أيضاً عن الانهيالات الأرضية، والفورات البركانية، ونادراً جداً ما تسبِّبها النيازك أو غيرها مما يرتطم بسطح المحيطات. وفي المقام الأول تَنتج أمواج التسونامي عما يحدث تحت البحر من انزياحات تكتونية تسبِّبها زلازلُ ذات بؤرة قليلة العمق على امتداد مواضع اندساس الصفائح التكتونية. ويبثّ اندفاع كتل القشرة الأرضية صعوداً وهبوطاً طاقة كامنة في كتلة الماء التي تعلوها على نحو يقترن بتغيّرات شديدة في مستوى سطح البحر فوق المنطقة المتأثرة. وتفضي الطاقة المبثوثة في الكتلة المائية إلى إحداث التسونامي، أي إلى إشعاع طاقة ينطلق من منطقة المنشأ مبتعداً عنها على شكل موجات طويلة الدورة.

يمكن أن تنتج أمواج التسونامي عن انهيالات أرضية تجري تحت البحار، أو انهيالات أرضية سطحية ينتقل مفعولها إلى الماء. تُستخدم هذه الصورة بإذن من فرع شركة LDG في فرنسا.

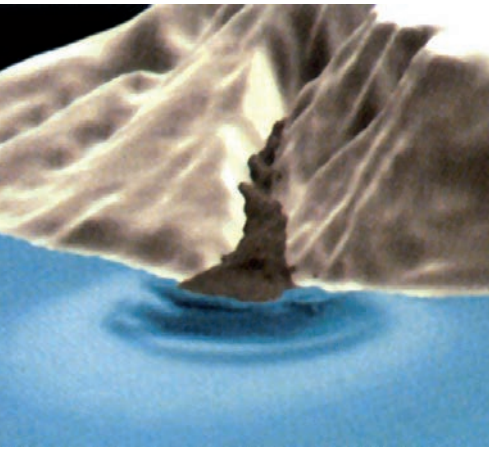


الأغلب أن تحدث أمواج التسونامي بسبب زلازل ذات بؤرة قليلة العمق.

معظم أمواج التسونامي تنشأ هنا



تنتج معظم أمواج التسونامي عن زلازل دفعيةٍ كبيرةٍ ذات بؤرة قليلة العمق تحدث عندما تندسّ صفيحة تكتونية تحت صفيحة مجاورة لها. كما تحدث زلازل ذات بؤرة قليلة العمق على امتداد أحياد الانتشار، لكنها ليست كبيرة إلى درجة تكفي لكي تُحْدِث أمواج تسونامي. وتحدث أيضاً زلازل كبيرةٌ ذات بؤرة قليلة العمق على امتداد الصدوع التحويلية، لكن لا تجري خلال التصدّع المعني إلا حركة شاقولية ضئيلة، ما يجعل الزلازل المعنية لا تُحْدِث أمواج تسونامي.



يمكن أيضاً أن تحدث أمواج التسونامي بسبب دُفوق الحُمَم البركاني الناجم عن فورات البراكين. تُستخدم هذه الصورة بإذن من فرع شركة LDG في فرنسا.

انتشار أمواج التسونامي

تنتقل أمواج التسونامي من حيز نشوئها إشعاعياً 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، فتطرأ عليها تسارعات وتباطؤات إذ تمر على قاع محيط متباين العمق. فهي تنتقل في المحيطات العميقة والفسيحة بسرعة تراوح بين ٥٠٠ كم و١٠٠٠ كم في الساعة (٣٠٠ ميل إلى ٦٠٠ ميل في الساعة). ويمكن أن تبلغ المسافة الفاصلة بين ذروتين متتاليتين للموجة ٥٠٠ كم إلى ٦٥٠ كم (٣٠٠ ميل إلى ٤٠٠ ميل). بيد أن ارتفاع الأمواج، في المحيط الفسيح، يقل عادة عن متر واحد (٣ أقدام)، حتى فيما يخص أمواج التسونامي البعيدة المنشأ التي هي الأكثر تدميراً، ما يجعلها تمر دون أن تُلاحَظ. ويؤتي ذلك تباينات في انتشار أمواج التسونامي عندما يكون دفع الانتشار في أحد الاتجاهات أقوى منه في الاتجاهات الأخرى بسبب اتجاه حيِّز نشوء الأمواج أو أبعاده وحيثما ينجم عن مقاسات العمق الإقليمية والسمات التضاريسية تعديل في شكل الموجة وفي وتيرة تقدمها. وعلى وجه التحديد تخضع أمواج التسونامي لعملية انكسار لها وانعكاس طيلة انتقالها. وتنفرد أمواج التسونامي بأن الطاقة تمتد عبر كل عمود الماء من سطح البحر إلى قاع المحيط. ويُعزى إلى هذه الخصيصة كِبَر مقدار الطاقة الذي تنشره موجة التسونامي.

نموذج لانتشار أمواج التسونامي في جنوب شرقي المحيط الهادي، بعد حدوثها بتسع ساعات. المنشأ: أنتوفاغاستا في شيلي (٣٠ تموز/ يوليو ١٩٩٥). تُستخدم هذه الصورة بإذن من فرع شركة LDG في فرنسا.

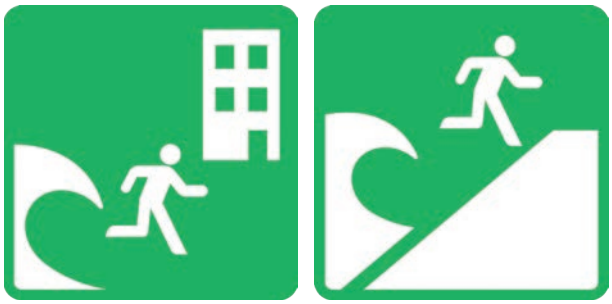
البيانات المتعلقة بحالات التسونامي الموثق تاريخياً

تتوافر البيانات عن حالات التسونامي الموثق تاريخياً بأشكال كثيرة وفي أماكن كثيرة. ومن الأشكال المعنية قوائم منشورة أو غير منشورة عن حالات حدوث التسونامي، وروايات شخصية متصلة بها، وخطوط بيانية بحرية تمثلها، وضخامة أمواج التسونامي المعنية، ومقادير اعتلائها وقياسات المناطق المغمورة بها، وتقارير التحقيق الميداني في شأنها، وروايات الصحف فيما يخصها، والتسجيلات السينمائية أو الفيديوية ذات الصلة.

التأهّب لأمواج التسونامي

هو جهوزية الخطط والطرائق والإجراءات والتدابير التي يتخذها المسؤولون الحكوميون والجمهور العام بغية تقليل الأخطار الممكن أن تترتّب على أمواج التسونامي التي قد تحدث في المستقبل والتخفيف من آثارها. إن التأهب على نحو مناسب إثر إنذار بخطر وشيك ناجم عن أمواج التسونامي يستلزم المعرفة بالأحياز التي قد يصل إليها

طريق إجلاء
علامة تشير إلى طريق الإجلاء بسبب أمواج التسونامي، في شيلي



علامتان تشيران إلى مبنى يُجلى منه وإلى مكان آمن يُجلى إليه بسبب أمواج التسونامي، في اليابان، اعتمدتهما المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO).

الفيض (خرائط الغمر الناجم عن أمواج التسونامي) والإحاطة بنظام الإنذار لمعرفة الموعد الذي يجب فيه إجلاء الأهالي والموعد الذي يمكن أن يعودوا فيه بصورة آمنة.

علامتان تشيران إلى حيِّز يُجلى منه وحيِّز يُجلى إليه بسبب أمواج التسونامي، في هاواي بالولايات المتحدة الأمريكية.

منطقة معرَّضة لمخاطر أمواج التسونامياالتي اعتمدتها المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO)

علامة تشير إلى منطقة معرَّضة لمخاطر أمواج التسونامي، في واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية.

تشتُّت التسونامي

هو توزُّع طاقة موجة التسونامي، الذي يجري تبعاً لدورتها، إذ تنتقل عبر رقعة مائية.

التقييم الاحتمالي لمخاطر أمواج التسونامي (PTHA)

هو تقييم احتمال بلوغ أمواج التسونامي في حالة معيَّنة من حالاتها حجماً معيَّناً أو مجاوزتها إيّاه في غضون فترة محدَّدة في موضع معيَّن. ويمكن قياس حجم أمواج التسونامي بأشكال شتى، مثل: مقدار اعتلائها، أو عمق دفقها، أو ارتفاعها على الساحل. ومن شأن التقييم الاحتمالي لمخاطر أمواج التسونامي أن يوفِّر احتمالات لطائفة من الفترات المختلفة، كأن يوفِّرها لفترات تراوح بين ٥٠ سنة و٢٥٠٠ سنة. ويمكن أن يشمل التقييم مكاناً واحداً، أو قطعة من الشريط الساحلي، أو حيِّزاً من اليابسة (إذا شمل التقييم الغمر). انظر أيضاً «تقييم مخاطر أمواج التسونامي» الذي يمكن أن يهيئ معلومات عن بعض التقنيات التي قد تُستخدم لإجراء تقييم احتمالي لمخاطر أمواج التسونامي.

تقييم مخاطر أمواج التسونامي

يتعيَّن التوثيق لمخاطر التسونامي فيما يخص المجتمعات المحلية الساحلية بغية تحديد الجماعات والمتلكات المعرَّضة للخطر، ودرجة الخطر المعني. ويستلزم هذا التقييم معرفة المناشئ المحتملة لأمواج التسونامي (مثل الزلازل، والانهيالات الأرضية، والفورات البركانية)، واحتمال حصولها، وسمات أمواج التسونامي الناجمة عنها في شتى الأماكن على امتداد الساحل. وفيما يخص المجتمعات المحلية المعنية، يمكن أن تساعد البيانات المتعلقة بحالات أمواج التسونامي السابقة (التي شهدها التاريخ أو العصور القديمة) في تحديد هذه العناصر كمياً. والحال أنه لا تتوافر البيانات عمّا سلف فيما يخص معظم هذه المجتمعات أو لا تتوافر إلا بصورة محدودة جداً. وفيما يخص السواحل المعنية يمكن أن تهيئ النماذج الرقمية للغمر الناجم عن أمواج التسونامي تقديرات للأحياز التي سيصل إليها الفيض إذا طرأت أمواج تسونامي بسبب زلزال محلي أو بعيد أو بسبب انهيال أرضي محلي.

التموُّر

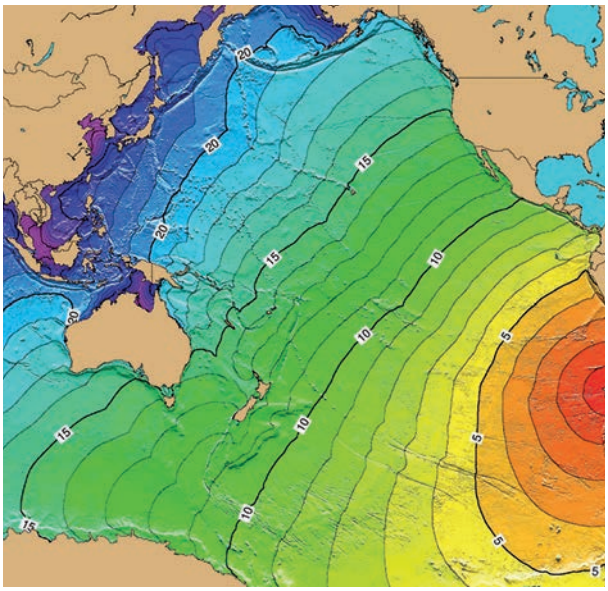
يمكن أن ينشأ التموُّر عن موجة دائمة تتذبذب في رقعة مائية مغلقة إغلاقاً جزئياً أو كاملاً. ويمكن أن ينشأ عن أمواج زلزالية طويلة الدورة (هزة أرضية)، أو عن أمواج ريحية أو مائية، أو عن أمواج تسونامي.

تمييز نُطُق خطر أمواج التسونامي

هو تحديد النُطُق المتميِّزة المحاذية للأحياز الساحلية المقترنة بدرجات متباينة لخطر أمواج التسونامي ودرجات ضعف المقاومة إزاءها من أجل التأهّب للكوارث، والتخطيط، ووضع قواعد التشييد، أو إجلاء الناس.

خريطة أزمنة الانتقال

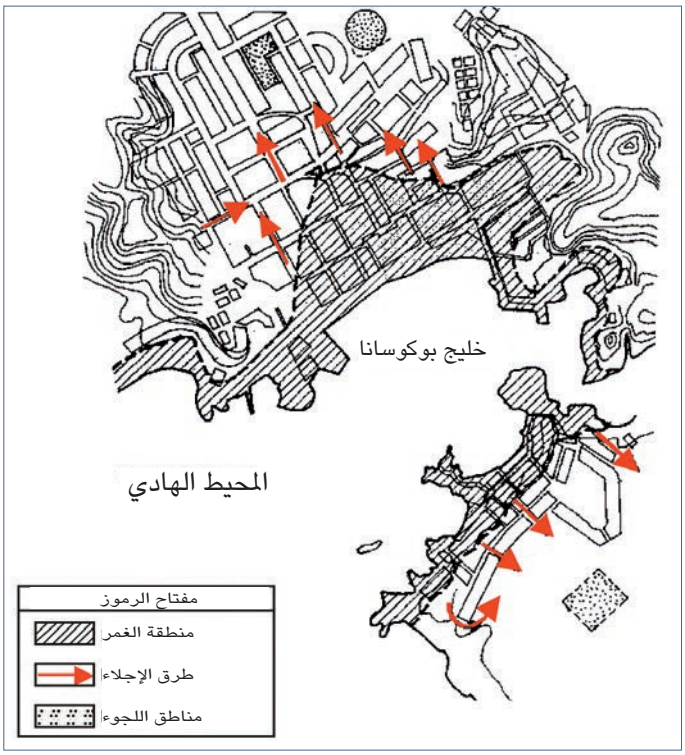
هي خريطة تبيِّن متساويات الزمن، أي الخطوط التي تتساوى عند نقاطها أزمنة انتقال أمواج التسونامي محسوبةً من مَنشئها فخارجاً نحو المواضع التي تنتهي إليها على السواحل القاصية.



أزمنة انتقال أمواج التسونامي التي ضربت شيلي في ٢٢ أيار/مايو ١٩٦٠ عبر حوض المحيط الهادي (مقيسةً بالساعات). لقد أحدثت حالة أمواج التسونامي هذه تدميراً فائقاً على امتداد ساحل شيلي القريب، كما امتد أثرها من حيث التدمير البالغ وإيقاع الإصابات فبلغ هاواي واليابان. وفي نهاية المطاف أفضى ما أحدثته هذه الحالة التي شملت المحيط الهادي برمته، وما أثارته من قلق، إلى إنشاء «نظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي» (PTWS).

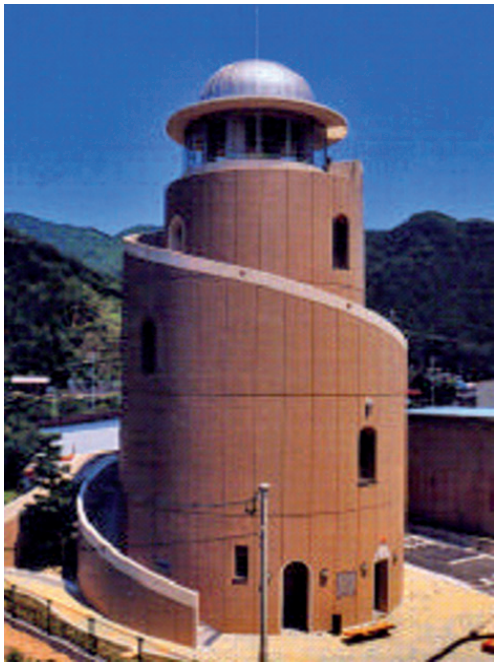
خريطة الإجلاء

هي رسم أو شكل يبيِّن المناطق الخطرة ويحدِّد التخوم التي يجب عندها إجلاء الناس تفادياً لأذى أمواج التسونامي. ويتم أحياناً تبيان طرق الإجلاء لضمان نجاعة انتقال الناس من المنطقة المجلى منها إلى الملاجئ المجلى إليها.



خريطة الغمر والإجلاء التي أعدتها مدينة بوكوسانا الساحلية في بيرو.

منصة عالية تُستخدم للإجلاء في حالات أمواج التسونامي، كما يَتّخِذ منها السياح مرقباً عالياً لمشاهدة المناظر في المنطقة المحيطة؛ في جزيرة أوكوشيري باليابان. تُستخدم هذه الصورة بإذن من المركز الدولي للإعلام بأمواج التسونامي (ITIC).



مبنى ملاجئ في حالات الطوارئ يُستعمل أيضاً بمثابة مركز للمجتمع المحلي ومتحف للوقاية من الكوارث؛ في كيساي في محافظة مي باليابان. يبلغ ارتفاع هذا المبنى ٢٢ متراً، ويتألف من خمسة طوابق بمساحة مقدارها ٣٢٠ م٢، ويتّسع لـ٥٠٠ شخص. تُستخدم هذه المعلومات بإذن من الموقع http:www.pref.mie.lg.jp/ENGLISH/.

خطر أمواج التسونامي

إنه جُداء احتمال أن تضرب موجة التسونامي شريطاً ساحلياً معيَّناً في احتمال الآثار التدميرية الممكن أن تنتج عنه وفي عدد مَنْ يمكن أن يقعوا ضحايا له. فهو بالمصطلحات العامة جُداء احتمال حدوث التسونامي في احتمال التعرض له.

الدُوّامة

هي، تشابهاً مع الجزيء، «كرة» من مائع ضمن كتلته على درجةٍ ما من التماسك ولها سيرتها الخاصة بها؛ مع العلم بأن أنشطة مجمل المائع هي صافي نتيجة حركة دُوّاماته.

دوّامات أحدثتها تفاعلات أمواج التسونامي إذ ضربت ساحل سري لانكا، في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤. تُستخدم هذه الصورة بإذن من شركة DIGITAL Globe.

رصد أمواج التسونامي

هو القيام على نحو ملحوظ برصد أو قياس تقلّب مستوى سطح البحر في وقت معيَّن بسبب حدوث أمواج تسونامي في موضع محدَّد.

أمواج التسونامي التي شهدتها جزر ألبوت في عام ١٩٤٦ مندفعةً إلى الشاطئ في هيلو في هاواي. تُستخدم هذه الصورة بإذن من متحف أمواج التسونامي في المحيط الهادي.

زمن الانتقال

هو الزمن اللازم لانتشار أول موجة من أمواج التسونامي من مَنشئها إلى موضع معيَّن على الشريط الساحلي.

سرعة أمواج التسونامي أو سرعة موجة الماء الضحل

هي سرعة موجة المحيط ذات الطول الكبير إلى درجة كافية مقارَناً بعمق الماء (أي التي لا يقل طولها عن ٢٥ ضعفاً من أضعاف هذا العمق)، التي يمكن أن يعبَّر عنها على نحو تقريبي بالقانون الحسابي التالي:

$$c = \sqrt{(gh)}$$

حيث:

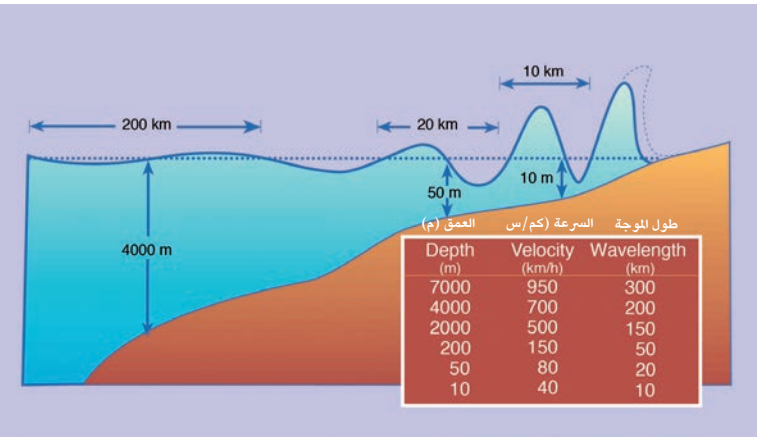
c: يمثل سرعة الموجة

g: التسارع الناجم عن الجاذبية

h: عمق الماء.

فسرعة موجة الماء الضحل مستقلة في هذه الحالة عن طولها L. أما في حالة الماء الذي تراوح أعماقه بين نصف طول الموجة (½L) و١/٢٥ من طول الموجة (١/٢٥L) فيتعيَّن استخدام قانون حسابي أدق:

$$c = \sqrt{((gL/2p)[\tanh(2 p h/L)])}$$



ارتفاع الموجة وعمق الماء. في المحيط الفسيح غالباً ما لا يبلغ ارتفاع موجة التسونامي إلا عشرات السنتيمترات، لكنه يتزايد سريعاً في المياه الضحلة. فطاقة موجة التسونامي تنتشر من السطح إلى القاع في المياه العميقة. وعندما تضرب موجة التسونامي الشريط الساحلي، تنضغط طاقتها ضمن مسافة أقصر بكثير انضغاطاً يحدث موجات مدمِّرة، مهدِّدة للحياة.

شاهقة التسونامي

هي مقدِّمة موجة تسونامي حادّة الانحدار، مُدَوِّمة، سريعة الحركة، تتشكل عادة في مصبات الأنهار.

شاهقة تسونامي تدخل نهر ويلوا في هاواي إبان حالة أمواج التسونامي التي ضربت جزر أليوت في عام ١٩٤٦. تُستخدم هذه الصورة بإذن من متحف أمواج التسونامي في المحيط الهادي.

ضرر التسونامي

هو الخسارة أو الأذى اللذان تسبِّبهما حالة من حالات أمواج التسونامي المدمِّرة. وعلى وجه أكثر تحديداً يمكن أن يُبيَّن الضرر الذي تسبِّبه أمواج التسونامي بصورةٍ مباشرةٍ البيانَ الوجيز التالي: (١) الوفيات والإصابات؛ (٢) البيوت التي تدمَّر كلياً أو جزئياً، أو التي تُغْمَر أو يطالها الفيض أو تحترق؛ (٣) الممتلكات الأخرى التي تُعْطَب أو تُفقد؛ (٤) القوارب التي تُجْرَف بعيداً، أو تتضرَّر، أو تتلف؛ (٥) ما يُجْرَف بعيداً من المتاع؛ (٦) المنشآت البحرية التي تدمَّر؛ (٧) الضرر الذي يلحق بالمرافق العامة مثل السكك الحديدية، والطرق،

مبان عالية بالخرسانة المسلحة استُخدمت ملاجئَ للإجلاء وفق مسار شاقولي إبان حالة أمواج التسونامي التي ضربت اليابان في ١١ آذار/مارس ٢٠١١، ما أنقذ حياة كثير من الناس (ميناميسانريكو في اليابان). تُستخدم هذه الصورة بإذن من المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC).

بلدة أوفوناتو في اليابان بعد أن طمستها أمواج التسونامي في ١١ آذار/مارس ٢٠١١. تُستخدم هذه الصورة بإذن من المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC).

والجسور، ومعامل الطاقة، وصهاريج تخزين الماء أو الوقود، ومرافق الماء المبتذل، إلخ. أما الضرر الثانوي غير المباشر الذي قد تسبِّبه أمواج التسونامي فهو: (١) الضرر الناجم عن نشوب الحرائق في البيوت، والقوارب، وصهاريج الوقود، ومحطات الغاز، وغيرها من المرافق؛ (٢) تلوّث البيئة والمخاطر الصحية الناجمة عمّا ينجرف من المواد، والنفط، والنفايات المنسابة الخطرة؛ (٣) تفشّي الأمراض إلى حد وبائي، ما قد يكون خطير الشأن في المناطق الكثيفة السكان.

طنين أمواج التسونامي

هو ما يجري باستمرار من انعكاس أمواج التسونامي وتداخلها الناجمين عن حافّة مرفأ أو خليج ضيِّق يمكن أن يسببًا زيادة في ارتفاعاتها، وأن يطيلا مدة نشاطها.

المتكسِّرة

موجة من أمواج سطح البحر تغدو على درجة من الانحدار (مقدارها ١/٧) بحيث تفوق ذروتها جذعها فتنهار كتلةً هائجة على الشاطئ أو على الصخور القريبة من سطح الماء. ويحدث التكسُّر عادة عندما يقل عمق الماء عن ١,٢٨ ضعف من أضعاف ارتفاع الموجة. ويشار على وجه التقريب إلى أنه يمكن أن تميَّز ثلاثة أنواع من المتكسِّرات، تمييزاً مرهوناً في المقام الأول بميل القاع: (أ) المتكسِّرات المنسكبة (على القيعان شبه المنبسطة) التي تشكِّل بقعة رغوية في ذروتها وتنكسر تدريجياً على مسافة طائلة؛ (ب) المتكسِّرات المرتمية (على القيعان ذات الميل الكافي) التي تتصاعد، فتتلولب كتلةً ضخمةً متعالية، ثم تنكسر بارتطام؛ (جـ) المتكسِّرات المعترمة (على القيعان الفائقة الميل) التي لا تنسكب ولا ترتمي بل تعترم شامخةً تجاه الشاطئ. وتتكسَّر الأمواج في المياه العميقة أيضاً إذا تكوَّنت على ارتفاع زائد إذ تُحْدِثها الريح، لكن الأمواج المعنية تكون عادة قصيرة الذرى وتسمّى «المويجات البيضاء العُرْف».

محاكاة أمواج التسونامي

هي وضع نموذج رقمي لحدوث أمواج التسونامي وانتشارها والغمر الذي تسبِّبه.

مُحْدِث أمواج التسونامي

ما يمكن أن يسببِّ حالة من حالات أمواج التسونامي. مثل الزلزال المحْدِث لأمواج التسونامي، والانهيال الأرضي المحدث لأمواج التسونامي.

تدمير مرفأ هيلو في هاواي، في ١ نيسان/أبريل ١٩٤٦. حدثت أمواج التسونامي انطلاقاً من ساحل جزيرة يونيماك في جزر أليوت وانتقلت سريعاً عبر المحيط الهادي، فبلغت شاطئ هاواي بعد ذلك بأقل من خمس ساعات. تُستخدم هذه الصورة بإذن من الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA).

مصدّ الأمواج

بنية على الشاطئ أو في البحر، يمكن أن تكون جداراً أو قاطع ماء أو شيئاً آخر ضمن المياه يشتّت الأمواج، يُستخدم لحماية مرفأ أو شاطئ من قوة الأمواج.

جدار بحري ذو درج يُستخدم طريقاً للإجلاء، يحمي مدينة ساحلية من الغمر الناجم عن أمواج التسونامي في اليابان. تُستخدم هذه الصورة بإذن من مكتب الأنهار التابع لوزارة الأراضي والبنى الأساسية والنقل في اليابان.

منشأ أمواج التسونامي

هو الموضع أو الحيِّز الذي تنشأ فيه أمواج التسونامي، ويكون عادة موقعاً لزلزال أو فورةٍ بركانية أو انهيال أرضي مما يسببِّ انزياحاً للماء سريعاً واسعَ النطاق يُحْدِث أمواج التسونامي.

الموجة البحرية الزلزالية

يشار أحياناً إلى أمواج التسونامي بالأمواج البحرية الزلزالية لأنها غالباً ما تحدث عن هزات أرضية.

موجة التسونامي المحاذية

هي موجة يحدثها التسونامي تنتقل محاذيةً للساحل.

نُذُر التسونامي

هي سلسلة من ذبذبات سطح الماء تسبق وصول أمواج التسونامي الرئيسية، أهم أسبابها ما قد يحدث قبل وصول هذه الأمواج من طنين في الخلجان والرفوف الصخرية.

نظرية إحداث أمواج تسونامي

إن المسألة النظرية لإحداث موجة الجاذبية (التسونامي) في طبقة من سائل مرن (محيط)، التي تحدث على سطح شطرِ فضاءٍ صلب (القشرة الأرضية) في مجال الجاذبية، يمكن أن تُدْرَس بالطرائق التي تم وضعها في إطار نظرية دينامية المرونة. والمنشأ الذي يمثّل بؤرة زلزال هو انقطاع في المكوِّن الـمُماسّ للانزياح على عنصرٍ ما من عناصر الحيِّز الذي تنطوي عليه القشرة. وفي الأحوال التي تتمثل بها محيطات الأرض، يختلف حل المسألة اختلافاً طفيفاً جداً عن الحل المشترك لمسألتين هما أبسط بكثير: مسألة إحداث مجال الانزياح عن طريق المنشأ المعيَّن في شطر الفضاء الصلب مع الحد الطليق (القاع)، المعتبَر أنه شبه ساكن، ومسألة انتشار موجة الجاذبية في طبقة السائل الثقيل غير القابل للضغط الذي تؤتيه حركة القعر الصلب المعروفة (من حل المسألة الأولى). وهنا يجب النظر في كون معطيات موجة الجاذبية تتوقف نظرياً على معطيات المنشأ (عمقه وتوجهه). فيمكن أن يتم على نحو تقريبي تقدير مقدار الطاقة التي ينقلها المنشأ إلى موجة الجاذبية. فبوجه عام يقارب هذا المقدار قيمه المقدَّرة التي يُحصل عليها بواسطة البيانات التجريبية. كما يمكن أن تحدث أمواج تسونامي بسبب آليات مختلفة أخرى مثل الانفجارات البركانية أو النووية، والانهيالات الأرضية، وسقوط الصخور، والانهيارات التي تجري تحت البحار.

قنطرة مائية تُستخدم للحماية من أمواج التسونامي في جزيرة أوكوشيري باليابان. إنها تأخذ في الانغلاق تلقائياً في غضون ثوان بعد أن تكون الهزة الأرضية قد حركت مجسّات الزلازل في الفنطرة. تُستخدم هذه الصورة بإذن من المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC).

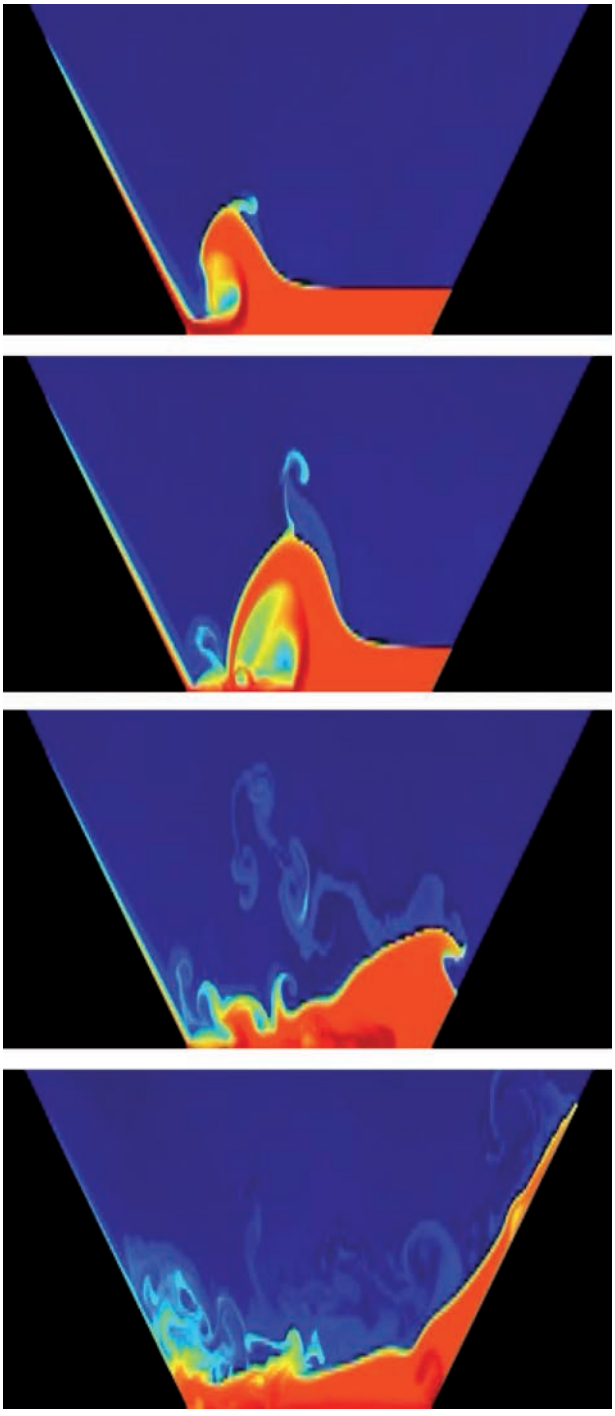
وضع النماذج الرقمية لأمواج التسونامي

هو وضع التواصيف الرياضية التي يُسعى بها إلى وصف حالات أمواج التسونامي المعايَنة وآثارها.

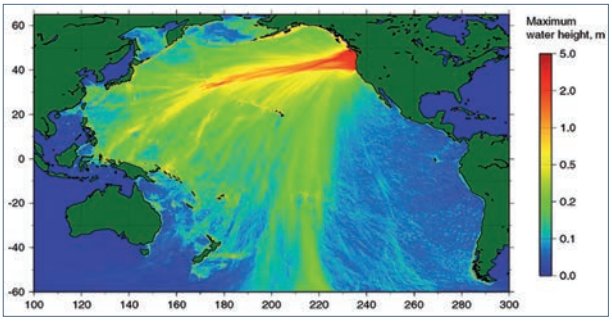
غالباً ما يتمثل السبيل الوحيد إلى تحديد مدى ما يمكن أن ينجم عن أمواج التسونامي المحلية أو البعيدة المنشأ من غمر وفيض في الاستعانة بوضع النماذج الرقمية ذات الصلة، لأن البيانات المتوافرة من حالات التسونامي السابقة لا تكفي لذلك عادة. ويمكن أن يُستهل وضع هذه النماذج انطلاقاً مما يمكن أن يطرأ من أسوأ الحالات المتصوَّرة من حيث مناشئ أمواج التسونامي أو من افتراض نشوئها على مقربة من الشاطئ المعني لتحديد أسوأ الحالات المتصورة المناظرة من حيث الغمر والفيض الناجمين عنها. كما يمكن أن يُستهل وضع النماذج انطلاقاً من مناشئ أصغر للإحاطة بشدة المخاطر الناجمة عن الأحداث الأقل تطرفاً لكنها الأكثر وقوعاً. ثم يُستند إلى هذه المعلومات بمثابة أساس لوضع الخرائط والإجراءات الخاصة بالإجلاء في حالات أمواج التسونامي. وحتى الآن لم يتم إعداد مثل هذه النماذج إلا فيما يخص جزءاً صغيراً من الأحياز الساحلية المعرَّضة للخطر. فتقنيات وضع النماذج المتسمة بدرجة كافية من الدقة لم تتوافر إلا في السنوات الأخيرة، وتستلزم النماذج المعنية تدريباً للإحاطة بها واستخدامها على نحو صحيح، كما تستلزم إدخال بيانات مفصَّلة عن قياس الأعماق والتضاريس في الحيِّز الجاري وضع النماذج فيما يخصه.

وقد استُخدمت في السنوات الأخيرة نماذج رقمية لمحاكاة انتشار أمواج التسونامي وتفاعلها مع الكتل الأرضية. ويتم عادة بهذه النماذج حل معادلات متشابهة لكن غالباً ما يستعان فيها بتقنيات رقمية مختلفة وتطبَّق على أقسام مختلفة من المسألة الكلية المتمثلة في انتشار أمواج التسونامي انطلاقاً من مناطق نشوئها إلى الأحياز البعيدة التي تبلغها بغمرها. فعلى سبيل المثال استُخدمت نماذج رقمية عديدة لمحاكاة تفاعل أمواج التسونامي مع الجُزُر. وطبِّقت في إطار هذه النماذج طرائق الفروق المتناهية، وطرائق العناصر المتناهية، وطرائق حساب التكامل بالقيم الحدية، لحل المعادلات الخطية للأمواج الطويلة. فبهذه النماذج يتم حل هذه المعادلات البسيطة نسبياً وتوفير محاكيات معقولة لأمواج التسونامي من أجل الأغراض التقنية.

وتستعين مراكز الإنذار بأمواج التسونامي بنماذج رقمية للتنبؤ بالمواعيد المنتظر أن تصل فيها هذه الأمواج، واتجاهات طاقتها القصوى، وقوة التيارات المائية على مقربة من السواحل، وارتفاع الأمواج عند بلوغها الساحل. وتساعد هذه المعلومات الهامة المسؤولين المعنيين بالتحرك العاجل على تخطيط أنشطة الغوث وتركيزها حيث يُتوقَّع أن تُحْدِث هذه الأمواج أثرها الأعظم.



نموذج رقمي معقَّد تم حسابه لكي يناظر حالة أمواج التسونامي المحلية التي سببها انهيال أرضي في خليج ليتويا في آلاسكا عام ١٩٥٨، وجعل اعتلاء هذه الأمواج يبلغ أكبر مقدار مسجَّل حتى ذلك الحين (٥٢٥ م). وهذا النموذج المعقَّد يتوافق على نحو وثيق جداً مع تفاصيل دُوّامات المنزلة الثانية وآثارها الارتشاشية التي أظهرتها التجارب المختبرية. تُستخدم هذه الصورة بإذن من غالين جسلر (المختبر الوطني في لوس ألاموس).



القيم المحسوبة للارتفاعات القصوى لأمواج التسونامي الناجمة عن زلزال في نطاق الاندساس في كسكاديا تبلغ قوته ٩,٠. لقد تمت الحسابات لهذا النموذج بعد أن أشارت ترسّبات خلفتها حالات أمواج تسونامي عُثر عليها في اليابان ومناطق أخرى إلى أن تكرُّر زلزال كسكاديا الكبير الذي حدث في عام ١٧٠٠ يمكن أن يُحْدِث حالة أمواج تسونامي مدمِّرة من حالات التسونامي البعيدة الانتشار. تُستخدم هذه الصورة بإذن من كنجي ساتاكي (دائرة المسوح الجيولوجية في اليابان).

٣ - المسح والقياس

يتضمن هذا القسم المصطلحات المستخدمة لقياس ووصف أمواج التسونامي على مخاطيط البيانات البحرية وفي الميدان خلال عمليات المسح، والمصطلحات المستخدمة لوصف حجم أمواج التسونامي.

ارتفاع الأمواج ذو الدلالة

هو متوسط ارتفاع ثلث الأمواج الأشد ارتفاعاً من بين مجموعة أمواج؛ مع العلم بأن تكوين مجموعة الأمواج العليا مرهون بحد الأمواج الدنيا الذي يؤخذ في الحسبان. وهو، في تحليل بيانات الأمواج المسجَّلة، متوسط ارتفاع الثلث الأعلى من بين عدد من الأمواج المنتقاة، على أن يُحسب هذا العدد بتقسيم زمن التسجيل على الدورة ذات الدلالة. ويدعى هذا المقدار أيضاً ارتفاع الأمواج المميِّز.

ارتفاع الغمر

هو الارتفاع الذي يبلغه ماء البحر مقيساً بالنسبة إلى مستوى مرجعي مبيَّن، مثل متوسط مستوى سطح البحر أو مستوى سطح البحر حين وصول أمواج التسونامي، عند مدى غمر معيَّن. إن ارتفاع الغمر يساوي مجموع عمق الدفق والارتفاع التضاريسي المحلي. ويشار إليه أحياناً بعبارة «ارتفاع التسونامي».

الازدياد

هو ارتقاء مستوى سطح البحر أو صعوده الناجم عن أمواج تسونامي أو إعصار مداري، أو عُرام عاصفة، أو مد، أو غير ذلك من الظواهر المناخية الطويلة الأمد.

الازدياد الأولي

هو وقت بلوغ أمواج التسونامي حدها الأدنى لأول مرة.

الاعتلاء

(١) الفرق بين ارتفاع المياه عند حد الولوج الأقصى لأمواج التسونامي في اليابسة (خط الغمر) ومستوى سطح البحر عند حدوث حالة أمواج التسونامي المعنية. ومن الناحية العملية لا يقاس الاعتلاء إلا عندما يكون هناك دليل واضح على حد الغمر على الشاطئ.

(٢) ارتقاء ماء البحر مقيساً بالنسبة إلى مستوى مرجعي مبيَّن، مثل متوسط مستوى سطح البحر، أو متوسط مستوى الجزر، أو مستوى سطح البحر عند ورود أمواج التسونامي، إلخ، وهو يقاس على نحو مثالي في موضع يبلغ فيه الغمر الأفقي حده الأقصى المحلي. وعندما لا يقاس الارتقاء عند الحد الأقصى للغمر الأفقي، فغالباً ما يشار إليه بارتفاع الغمر.

أمواج التسونامي التي ضربت باندا آتشيه في سومطرة، بتاريخ ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤، جرَّدت الهضاب الحراجية من النباتات تاركةً علامة واضحة على اعتلائها. تُستخدم هذه الصورة بإذن من يويتشي نشيمورا (جامعة هوكاييدو).

غالباً ما يمكن أن يُستنتج مقدار الاعتلاء من مدى الامتداد الشاقولي لانتشار النباتات الميتة، ومن الحطام الذي يوجد عادة على مستوى الأرض ويلاحَظ عالقاً بالأسلاك الكهربائية والأشجار أو على ارتفاعات أخرى، ومن العلامات الدالة على خط ارتفاع الماء المخلَّفة على جدران المباني. وحدث في حالات قصوى أن رُفعت السيارات والقوارب وغيرها من الأشياء فخُلِّفت فوق المباني (باندا آتشيه في إندونيسيا بتاريخ ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤). تُستخدم هذه الصورة بإذن من ك. كورتني (Tetra Tech EMI).

الانتشار

هو، عند الإشارة إلى أمواج التسونامي، انتشار طاقة الموجة على حيِّز جغرافي أوسع إذ تمتد مبتعدة عن منشئها. وكروية الأرض هي سببُ هذا الانتشار الجغرافي وسببُ انخفاض طاقة الموجة تبعاً للمسافة التي تقطعها. وتأخذ طاقة موجة التسونامي في التجمّع مجدداً عندما تكون قد قطعت مسافة تعادل ٩٠ درجة انطلاقاً من منشئها. وتطرأ على أمواج التسونامي التي تنتشر عبر محيط وسيع تبدلات أخرى في الشكل تعزى أساساً إلى الانكسار، لكن الانتشار الجغرافي لأمواج التسونامي بالغ الأهمية أيضاً بحسب توجهها وأبعادها والتشكيلة الهندسية لمنشئها.

الانحسار

هو انخفاض مستوى سطح البحر قبل الفيض الناجم عن أمواج التسونامي. وعندها يتراجع خط الشاطئ باتجاه البحر، تراجعاً يبلغ أحياناً كيلومتراً واحداً أو أكثر، ما يكشف قاع البحر، وصخوره وأسماكه. إن انحسار البحر علامة طبيعية تنذر باقتراب أمواج التسونامي.

الشاطئ الشمالي في واهو في هاواي. إبان حالة أمواج التسونامي التي ضربت جزر ألبوت في ٩ آذار/مارس ١٩٥٧، يُرى الناس يستطلعون الصخور المكشوفة بتهور، دون أن يعوا أن أمواج التسونامي ستعود في غضون دقائق لتغمر الشريط الشاطئي. صورة التقطها أ. ياموشي، تستخدم بإذن من صحيفة هونولولو ستار-بوليتين.

توزُّع مقادير الاعتلاء

هو مجموعة قيم اعتلاء أمواج التسونامي المقيسة أو المعاينة على امتداد شريط ساحلي.

حضيض الموجة

هو جزؤها الأدنى.

حيِّز الغمر

الحيِّز الذي يغمره الماء بسبب أمواج التسونامي.

الحيِّز المعتم يمثِّل حيز الغمر بالتسونامي الذي ضرب آلاسكا في عام ١٩٦٤. تُستخدم هذه الصورة بإذن من المركز الوطني للبيانات الجيوفيزيائية

خط الغمر

هو حد تقدُّم الماء على اليابسة، مقيساً أفقياً بدءاً من متوسط مستوى سطح البحر. ويُستخدم أحياناً الخط الفاصل بين حيِّز النباتات الحية وحيِّز النباتات الميتة بمثابة مرجع. أما في علم أمواج التسونامي فهو حد اعتلاء أمواج التسونامي التي تتقدَّم باتجاه اليابسة.

الدراسة الاستقصائية التي تُجرى بعد حالات أمواج التسونامي

حالات أمواج التسونامي أحداث نادرة نسبياً ومعظم البيِّنات المتعلقة بها تكون سريعة التلف. لذا فإن من بالغ الأهمية أن يتم تنظيم وإجراء دراسات استقصاء استكشافية سريعة ووافية بعد وقوع كل حالة من هذه الحالات، بغية جمع بيِّنات مفصَّلة قيِّمة من أجل تقييم المخاطر، واعتماد النماذج، وسائر جوانب التخفيف من آثار أمواج التسونامي.

ومنذ أوائل تسعينات القرن العشرين نُظمت إثر كل حالة من حالات أمواج التسونامي الكبرى المدمِّرة دراسات استقصاء استكشافية لاحقة رامية إلى قياس مقادير اعتلاء الأمواج المعنية وحدود الغمر بها، وجمع البيانات ذات الصلة بها من كل شاهد عيان، مثل عدد هذه الأمواج، وموعد وصولها، وتحديد أكبر موجة فيها، وتقييم تحرك البشر للتصدي لأخطارها. ولقد نُظمت هذه الدراسات بحسب الحالة، واضطلعت بتيسيرها وتنسيقها للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) والمركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC) عاملَيْن مع البلد المتضرر، وأجراها باحثون جامعيون دوليون مختصون في مجال أمواج التسونامي (الفريق الدولي للدراسات الاستقصائية في مجال أمواج التسونامي (ITST)).

بعد حالة كبرى من حالات أمواج التسونامي، يُجري مختصون في الأوقيانوغرافيا الفيزيائية وعلميون مختصون في المجال الاجتماعي ومهندسون دراسات استقصائية لاحقة بغية جمع المعلومات. إن البيانات المعنية، وبما فيها الاعتلاء، وعمق الدفق، والغمر، والتحوُّر، والجرف، والأثر على المباني والهياكل، وتواصيف وصول الأمواج، ووقعها الاجتماعي، مهمة لتحسين تصميم العمل الرامي إلى تخفيف وطأة أمواج التسونامي وتقليص آثارها على الحياة والممتلكات. تُستخدم هذه الصورة بإذن من فيليب ليو (جامعة كورنيل).

الفريق الدولي للدراسات الاستقصائية في مجال أمواج التسونامي يقيس اعتلاء أمواج التسونامي بواسطة جهاز ليزري لتحديد المدى في سلفادور عام ٢٠١٢. تُستخدم هذه الصورة بإذن من المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC).

ويوفر الدليل الميداني للدراسات الاستقصائية اللاحقة لحالات أمواج التسونامي الذي تصدره لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (مجموعة الكتيّبات والأدلة ذات الرقم ٣٧ لعام ١٩٩٨، الطبعة الثانية ٢٠١٤، IOC/2014/MG/37)، إطاراً مرناً لإجراء الدراسات الاستقصائية، ويحدد مبادئها التوجيهية، وأنواع بروتوكولات البيانات، وعمليات الرصد التي يجب إجراؤها لإضفاء الطابع الموحَّد على مجموعات البيانات.

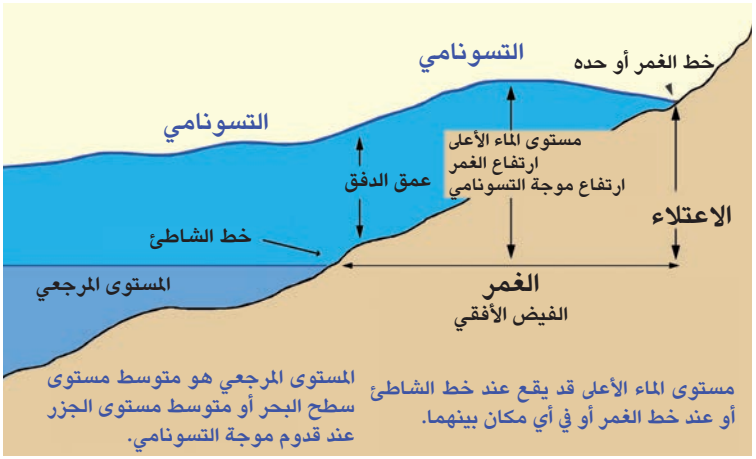
دورة موجة التسونامي

هي مقدار الزمن الذي يستغرقه إكمال موجة التسونامي دورة واحدة لها، أي قطعها مسافة تساوي طولها. وتراوح دورات أمواج التسونامي عادة بين خمس دقائق وستين دقيقة. وغالباً ما تقاس دورة موجة التسونامي باعتبارها الفرق بين وقت وصول أعلى ذروة للموجة ووقت وصول الذروة التالية له مقيسين على رسم بياني لمستوى الماء.

ذروة الموجة

(١) أعلى جزء في الموجة.

(٢) جزء الموجة الذي يعلو مستوى الماء الراكد.



الشدّة

هي مقدار القوة أو القدرة أو الطاقة.

شدة التسونامي

هي حجم التسونامي محسوباً بالاستناد إلى الرصد العياني لأثره على البشر، والأشياء بما في ذلك السفن المختلفة الأحجام، والمباني.

نشر سيبرغ (١٩٢٣) أول مقياس لشدة أمواج التسونامي، وعدَّل أمبراسيس (١٩٦٢) هذا المقياس لاحقاً لاستحداث مقياس يشتمل على ست فئات. واقترح بابادوبولوس وإمامورا (٢٠٠١) مقياس شدة جديداً ذا اثنتي عشرة درجة يُستغنى به عن قياس عناصر فيزيائية من قبيل مطال الموجة، وهو حساس إزاء الفروق الصغيرة في آثار أمواج التسونامي، وينطوي على قدر من التفصيل يكفي لجعل كل درجة من درجاته تشمل ما يمكن أن يكون لآثار هذه الأمواج على البشر والبيئة الطبيعية من أنواع كثيرة. ويشتمل هذا المقياس على ١٢ فئة، وهو مشابه لمقياس ميركالي المعدَّل للشدة الذي يُستخدم لتحديد شدة الزلازل على أساس أوصافها العيانية.

طول الذروة

هو طول الموجة على امتداد ذروتها. ويدعى هذا المقدار أحياناً عرض الذروة.

طول موجة التسونامي

هو المسافة الأفقية بين نقطتين على الموجة متماثلتَي الارتفاع متتاليتين، مقيسةً وفق خط معامد للذروة. ويعطي طول موجة التسونامي ودورها معلومات عن منشئها. فطول الموجة لأمواج التسونامي التي تُحْدِثها الزلازل يراوح عادة بين ٢٠ كيلومتراً و٣٠٠ كيلومتر. وفي حالة أمواج التسونامي التي تسبِّبها الانهيالات الأرضية يكون طول الموجة أقصر بكثير، إذ يراوح بين مئات الأمتار وعشرات الكيلومترات.

عمق الدفق

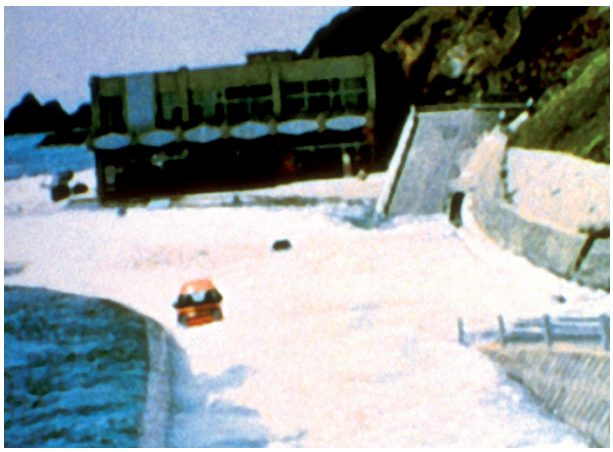
هو عمق أو ارتفاع موجة التسونامي فوق الأرض، في موضع محدَّد كما تشير إليه العلائم الدالة على الدفق، مثل أكداس الحطام، وآثار الوقع المخلَّفة على جذوع الأشجار، والنباتات الميتة المنتثرة على الأشجار أو أسلاك الكهرباء، وعلامات الوحل على جدران المباني. ويساوي ارتفاع الغمر مجموع عمق الدفق والارتفاع التضاريسي المحلي.

الغمر (الأقصى)

هو المسافة الأفقية القصوى لولوج التسونامي بدءاً من خط الشاطئ. ويقاس مقدار الغمر الأقصى لكل ساحل أو مرفأ من مختلف السواحل أو المرافئ المتأثرة بأمواج التسونامي.

الغمر أو مدى الغمر

هو المسافة الأفقية لولوج موجة التسونامي داخل اليابسة، التي تقاس عادة على خط معامد لخط الشاطئ.



الغمر الذي سببه التسونامي الذي أحدثه زلزال ٢٦ أيار/مايو ١٩٨٣ في مربى المائيات في أوغا باليابان. تُستخدم هذه الصورة بإذن من تاكاكي أودا (معهد البحوث في مجال الأشغال العامة في اليابان).

الفيضان

هو الطفح أو الغمر.

القوة

هي عدد يُسْنَد إلى خاصة من خواص حدث بحيث تتسنى مقارنته بأحداث أخرى من نفس الفئة.

قوة التسونامي

هي حجم التسونامي محسوباً على أساس قياس موجة التسونامي بمقاييس مستوى سطح البحر أو غيرها من الأجهزة.

إن مقياس قوة التسونامي، الذي كان بادئ ذي بدء يتّسم بطابع وصفي هو أشبه بمقياس الشدة، يحدِّد حجم الموجة عن طريق قياس ارتفاعها أو اعتلائها. وقد وصف إيبيدا وآخرون (١٩٧٢) قوة الموجة (m) باعتبارها تابعاً لوغارتمياً بالأس ٢ لارتفاعها الأقصى

مقيساً في الميدان، ما يؤتي قيمة لهذه القوة تراوح بين -١ و٤:

$$m = \log_2 H_{max}$$

وفيما بعد وسَّع هاتوري (١٩٧٩) هذا المقياس المسمى مقياس إيمامورا-إيبيدا ليشمل أمواج التسونامي البعيدة المنشأ بأخذه في قانون الحساب بالمسافة التي تقطعها موجة التسونامي. وذهب سولوفييف (١٩٧٠) إلى أن متوسط ارتفاع أمواج التسونامي يمكن أن يكون مؤشراً جيداً آخر من المؤشرات الدالة على حجمها، وأن الشدة القصوى لأمواج التسونامي هي شدتها المقيسة في الموضع الأقرب من منشئها. وثمة ضرب آخر من هذا المقياس هو مقياس إمامورا-سولوفييف للشدة (I) (سولوفييف، ١٩٧٢). واقترح شوتو (١٩٩٣) قياس الارتفاع (H) باعتباره الارتفاع في الموضع الذي تحدث فيه أنواع محدَّدة من الأثر أو الضرر، فخلص إلى اقتراح مقياس يمكن أن يُستخدم بمثابة أداة للتنبؤ الكمي بالآثار العيانية.

واقتُرحت أيضاً قوانين لحساب قوة أمواج التسونامي تشبه من حيث الشكل القوانين المطبَّقة لحساب قوة الزلازل. ومن القوانين المعنية القانون الذي اقترحه في الأصل آبي (١٩٧٩) لحساب قوة موجة التسونامي، Mt:

$$M_t = \log H + B$$

حيث ترمز H إلى المطال الأقصى لموجة التسونامي عند ذروة أو حضيض لها واحد (محسوباً بالأمتار)، وترمز B إلى عدد ثابت؛ ومن هذه القوانين التطبيق الخاص بأمواج التسونامي البعيدة المنشأ الذي اقترحه هاتوري (١٩٨٦) والذي تضاف به المسافة التي تقطعها الموجة بمثابة عامل من عوامل الحساب.

متوسط الارتفاع

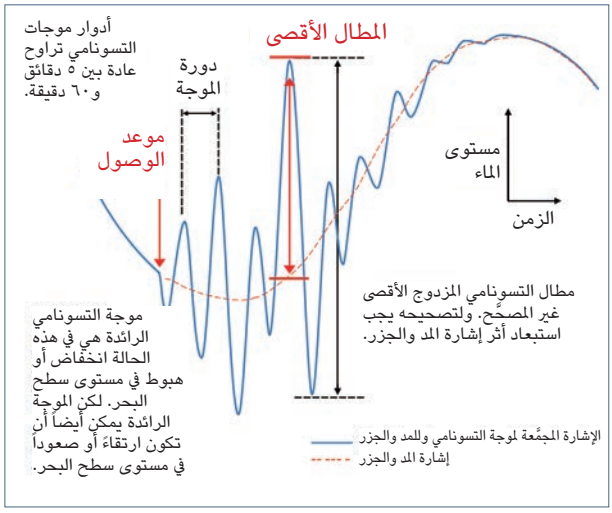
هو متوسط ارتفاع موجة التسونامي مقيساً من حضيضها إلى ذروتها بعد استبعاد التباين المعزو إلى المد والجزر.

مستوى الماء (الأقصى)

هو الفرق بين ارتفاع أعلى علامة موضعية للماء وارتفاع مستوى سطح البحر إبان حالة أمواج التسونامي. وهو مختلف عن الاعتلاء الأقصى لأن علامة الماء غالباً ما لا تلاحَظ عند خط الغمر، بل ربما في منتصف الشوط على جانب مبنى أو على جذع شجرة. ويشار إلى هذا المقدار أيضاً بارتفاع الغمر أو ارتفاع التسونامي.

مطال أمواج التسونامي

يقاس عادة على بيانيٍّ مقادير مستوى سطح البحر المسجَّلة، وهو: (١) القيمة المطلقة للفرق بين أوج أو حضيض معيَّن لموجة التسونامي ومستوى سطح البحر هادئاً في اللحظة المعنية، (٢) نصف الفرق بين أوج وحضيض متتاخمين، مصحَّحاً التصحيحَ الذي يستلزمه المد والجزر بين الأوج والحضيض المعنيين. ويراد به تبيان المطال الحقيقي لموجة التسونامي في موضع ما في المحيط. بيد أنه غالباً ما يكون مطالاً معدَّلاً تعديلاً ما بحسب القيمة التي يؤتيها مقياس المد والجزر.



الخط البياني لمنسوب المياه (قيم مستوى سطح البحر) في حالة من حالات أمواج التسونامي.

مقياس سيبرغ المعدَّل لشدة أمواج البحر

(١) الموجة الضئيلة الشدة. هي الموجة الواهنة إلى درجة تجعل من غير الممكن الإحساس بها إلا بواسطة أجهزة قياس المد والجزر.

(٢) الموجة الخفيفة الشدة. هي الموجة التي يلاحظها الملمّون بالبحر ممن يقطنون الشريط المحاذي للشاطئ. وهي تلاحَظ ملاحظة عامة على الشطآن البالغة الانبساط.

(٣) الموجة المتوسطة الشدة. هي موجة تلاحَظ ملاحظة عامة. وتجعل ماء البحر يفيض على السواحل الخفيفة الميل. وتؤدي إلى جرف القوارب الشراعية الخفيفة والزوارق الصغيرة بعيداً عن الشاطئ. وتُلْحِق ضرراً طفيفاً بالبنى الخفيفة الواقعة على مقربة من الساحل. وتسببِّ أحياناً عند مصبات الأنهار في البحر قلباً لمجرى مياه النهر بحيث تتجه نحو منبعه على مسافةٍ ما.

(٤) الموجة الشديدة. تؤدي إلى فيض ماء البحر على الشاطئ إلى ارتفاع ما. وتفضي إلى إنجراف خفيف لما على الأرضيات المعدة على يد البشر. وتلحق الضرر بالسدود والحواجز. وتضر بالبنى الخفيفة القائمة على مقربة من السواحل. وتُلْحِق الأذى بالبنى المتينة القائمة على الساحل. وتجرف القوارب الشراعية الكبيرة والسفن الصغيرة باتجاه اليابسة أو بعيداً عنها في البحر. وتسببِّ تناثر الحطام العائم وانتشاره على السواحل.

(٥) الموجة البالغة الشدة. تجعل ماء البحر يفيض على الساحل فيضاً عاماً بالغاً ارتفاعاً ما. وتضر بالحواجز القاطعة للماء والبنى الصلبة المقامة على مقربة من البحر. وتحطِّم البنى الخفيفة. وتؤدي إلى إنجراف شديد لما على الأراضي المزروعة وإلى نشر الأشياء العائمة والحيوانات البحرية على الساحل. وباستثناء السفن الكبيرة، تنجرف بها جميع أنواع القوارب باتجاه اليابسة أو بعيداً عنها في البحر. وتنشأ عنها شواهق موجية كبيرة في مصبات الأنهار. وتضر بمنشآت المرافئ. ويقضي بسببها الناس غرقاً. وتقترن بهدير شديد.

(٦) الموجة الكارثية. تفضي إلى تدمير بعض أو كل البنى المقامة على أيدي البشر على امتداد مسافةٍ ما من الشاطئ. وتجعل مياه البحر تفيض على السواحل إلى مسافات بعيدة في عمق اليابسة. وتُلْحِق ضرراً شديداً بالسفن الكبيرة. وتقلع الأشجار أو تكسرها. وتوقع إصابات كثيرة.

مقياس سيبرغ لشدة أمواج التسونامي

هو مقياس وصفي لشدة أمواج التسونامي، عُدِّل لاحقاً فأصبح مقياس سيبرغ-أمبراسيس لشدة أمواج التسونامي، الوارد عرضه آنفاً (أمبراسيس ١٩٦٢).

الموجة الرائدة

هي أول موجة تصل من أمواج التسونامي. إنها تُحْدِث في بعض الحالات انخفاضاً أو هبوطاً أولياً في مستوى سطح البحر، وتُحْدِث في حالات أخرى ارتفاعاً أو صعوداً في مستواه. وعندما يحدث هبوط في مستوى سطح البحر، يلاحَظ انحسار لمياه البحر.

موعد الوصول

هو وقتُ بلوغ أمواج التسونامي حدها الأعظم لأول مرة.

موعد الوصول المقدَّر (ETA)

هو موعد بلوغ أمواج التسونامي موضعاً معيَّناً، كما يقدَّر على أساس وضع نماذج لسرعة هذه الأمواج ولانكسارها إذ تنتقل من مَنشئها. إن هذا الموعد يقدَّر بدقة بالغة (بحيدان يقل عن بضع دقائق) إذا عُلم جيداً عمقُ الماء ومنشأ أمواج التسونامي. وأكبر هذه الأمواج ليست بالضرورة أُولاها، لكنها تكون عادة إحدى الموجات الخمس الأولى.

الهبوط

تدنّي أو انخفاض مستوى سطح البحر المعزو إلى حالة من حالات أمواج التسونامي، أو إلى مد أو جزر، أو إلى مفعول مناخي طويل الأمد.

الهبوط (الصعود)

هو حركة الأرض الدائمة نحو الأسفل (الهبوط) أو نحو الأعلى (الصعود) بسبب تحركات جيولوجية من قبيل ما يحصل خلال الزلازل.

الوقت المنقضي

هو الوقت الفاصل بين وقت وصول الموجة الأولى من أمواج التسونامي ووقت بلوغ هذه الأمواج حدها الأعظم.

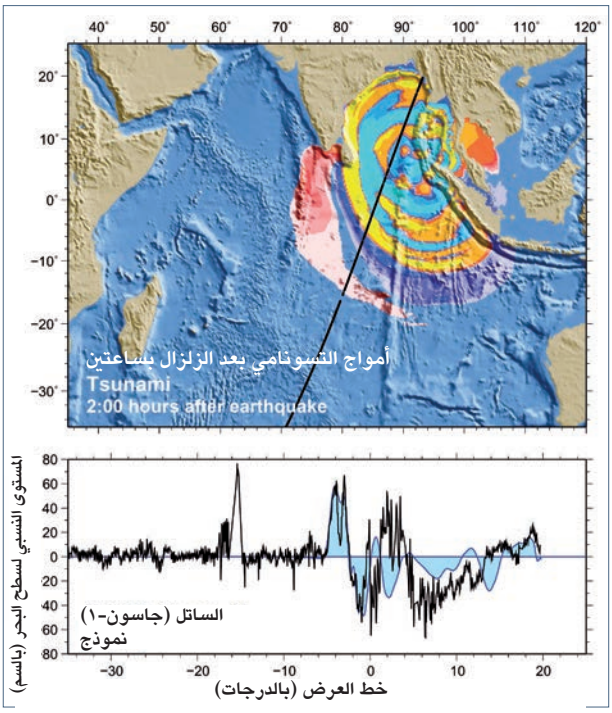
نتج عن الزلزال الذي ضرب كار نيكوبار في جزر نيكوبار بالهند، في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤، هبوط للأرض بمقدار ١,٢ م فغدت بيوت كانت فوق مستوى سطح البحر مغمورة بصورة دائمة. تُستخدم هذه الصورة بإذن من الإدارة المتكاملة للأحياز الساحلية والبحرية (ICMAM) في شيناي، التابعة لدائرة تطوير المحيطات (DOD) في الهند.

٤ - المد والجزر، ومخطاط البيانات البحرية، ومستوى سطح البحر

يتضمن هذا القسم المصطلحات المتعلقة بتبيان مستوى سطح البحر وبالأجهزة المستخدمة في قياس أمواج التسونامي.

ارتفاع سطح البحر

يُرْصَد ارتفاع سطح البحر بمقاييس الارتفاع المربوطة بسواتل، ويمكن لهذه المقاييس أن تسجل لقطات لانتشار أمواج التسونامي إذا كان مدار الساتل المعني يقع فوق موضع هذه الأمواج. وإبان حالة أمواج التسونامي التي ضربت المحيط الهندي في عام ٢٠٠٤، وحالة أمواج التسونامي التي ضربت توهوكو في عام ٢٠١١، التقطت عدة سواتل صوراً لأمواج التسونامي إذ كانت تنتشر عبر المحيط الهندي والمحيط الهادي، على الترتيب.



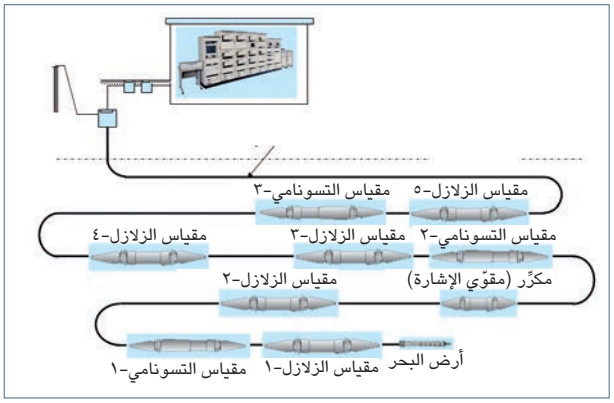
مقاييس الارتفاع الرادارية المركَّبة على متن الساتل جاسون-١ سجَّلت حالة أمواج التسونامي التي ضربت المحيط الهندي في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤ في لقطة أُخذت بعد ساعتين من الزلزال. ويبيِّن الرسم البياني الظاهر في أسفل الشكل أعلاه، الذي يتراكب فيه المنحني الذي آتته الحسابات المجراة وفق النموذج في إطار منظار رصد تغيُّر النجوم الصغير واهتزازاتها (MOST) والمنحني المرسوم بالاستناد إلى البيانات التي آتاها الساتل، مطالاً أقصى للأمواج يقارب الـ٦٠ سم. تُستخدم هذه الصورة بإذن من الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA).

التطابق مع المد أو الجزر

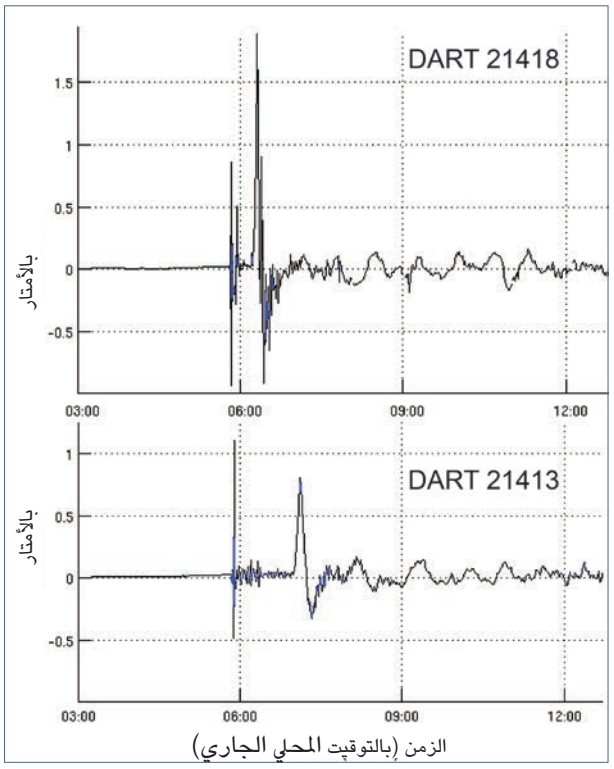
يشار بذلك إلى بلوغ المساواة مع مستوى المد أو مستوى الجزر أو إلى التزامن معهما.

الجهاز السلكي الموضوع على قاع المحيط

هو جهاز يوضع على قاع المحيط ويوصل باليابسة بواسطة سلك يزوِّده بالطاقة اللازمة لإجراء القياس ونقل البيانات من قاع البحر إلى الساحل. ويمكن أن تمتد الأسلاك المعنية على مسافة عشرات الكيلومترات بعيداً عن الشاطئ وعبر المحيطات. وتتيح هذه الأجهزة إعمال مراصد متعددة المجسّات على قاع البحر يُحصل على نتائجها على المنوال الآني من أجل الرصد الطويل الأمد. ومن أمثلة المجسّات التي تركَّب على النظم السلكية مقاييس الزلازل التي تتيح قياس الهزات الأرضية، ومقاييس الضغط الحساسة لقياس أمواج التسونامي، والمجسّات الجيوديسية لقياس تحوُّر قاع البحر، والكامِرات. وتشغـِّل اليابان نظماً سلكية عديدة.



مخطَّط تقريبي لنظام أجهزة سلكية موضوعة في المحيط من أجل رصد الزلازل وأمواج التسونامي. يُستخدم هذا المخطَّط بإذن من الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA)

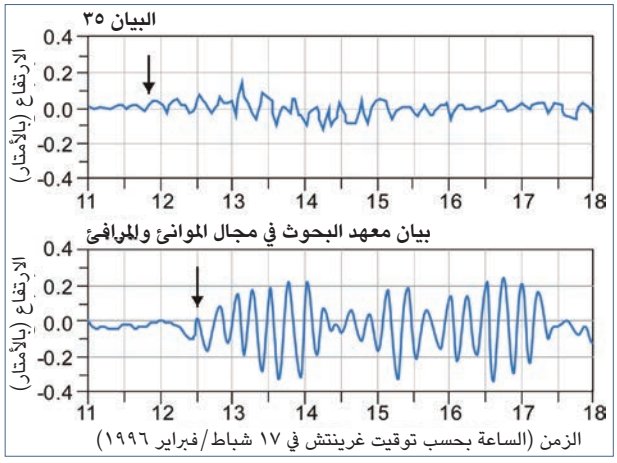


تسجيل حدوث التسونامي الذي وقع في ١١ آذار/مارس ٢٠١١ باستخدام نظام DART® ذي الرقم ٢١٤١٨ على بعد ٤٥٠ ميلاً بحرياً إلى الشمال الشرقي من طوكيو. لقد بلغ المطال الأقصى للموجة ١,٨ م مقيساً بعد حدوث الزلزال بـ٣٣ دقيقة. والوصول الأول المسجَّل كان ناجماً عن الهزة الأرضية. تُستخدم هذه البيانات بإذن من الإدارة الوطنية لشؤون المحيطات والغلاف الجوي (NOAA).

الخط البياني البحري

(١) خط بياني يعده مخطاط البيانات البحرية.

(٢) أي تمثيل بياني لارتفاع وانخفاض مستوى سطح البحر، يُتَّخذ فيه الزمنُ متغيِّراً على المحور الإحداثي الأفقي (محور السينات)



خطان بيانيان بحريان لإشارَتي تسونامي مقيستين بمقياس موضوع تحت الماء على بعد ٥٠ كم من مدخل خليج طوكيو في نقطة تقع في المياه التي يبلغ عمقها زهاء ٥٠ م (الأثر الأعلى)، وبمقياس آخر موضوع على الشاطئ (الأثر الأدنى). لقد كُشف التسونامي على المقياس الخارجي قبل أن يصل الشاطئ بزهاء ٤٠ دقيقة (انظر السهمين). وقد صمَّم المعهد الياباني للبحوث في مجال الموانئ والمرافئ مجسّ الضغط السلكي الموضوع على قاع البحر، واستخدمته الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية.

والارتفاعُ تابعاً له على المحور الإحداثي الرأسي (محور العَيْنات)، ويُستخدم عادة لقياس مستويات المد والجزر ويمكن أيضاً أن يستخدم لتبيان سمات أمواج التسونامي.

الرسوم البيانية للانكسار

نماذج تُستخدم فيها أعماق الماء، واتجاه الموجة، وزاوية الانفصال، وشعاع الفصل بين شعاعين متجاورين بمثابة مُدخَلات، فتؤتي مسارَ معامِدات الموجة، ومعاملات انكسارها، وارتفاعاتها، وأزمنة انتقالها.

متوسط مستوى سطح البحر

هو المتوسط الحسابي للمقادير المحسوبة كل ساعة لارتفاع المد على الساحل المكشوف، أو في المياه المجاورة التي يمكن أن تنساب دون عائق إلى البحر، مرصودةً على مدى فترة محدَّدة؛ وهو غالباً ما يُستخدم مقداراً مرجعياً للدراسات الاستقصائية الجيوديسية. وفي الولايات المتحدة الأمريكية يعرَّف متوسط مستوى سطح البحر باعتباره متوسط ارتفاع سطح البحر لكل مراحل المد والجزر على مدى فترة مقدارها ١٩ سنة.

محطة رصد المد والجزر

هي مكان يُحصل فيه على بيانات صادرة عن رصد المد والجزر.

محطة قياس مستوى سطح البحر

هي نظام يتألف من جهاز من قبيل مقياس المد والجزر لقياس ارتفاع مستوى سطح البحر، ومنصة لجمع البيانات من أجل احتياز المعلومات المتعلقة بمستوى سطح البحر ورقمنتها وحفظها

محطة قياس مستوى سطح البحر في راروتونغا بمرفأ أفاروا في جزر كوك. نُصبت على جسر ممتد إلى البحر مجموعة من الألياف الزجاجية تضم أجهزة إلكترونية (a)، وهوائي (b)، ولوحة شمسية (c). ورُبطت ماسورة (d) تتضمن الأسلاك التي تصل بين المجسّ (هـ)، الموضوع على عمق خمسة أقدام تحت مستوى الماء عند الجزر، وبين منصة جمع البيانات التي تشتمل على الأجهزة الإلكترونية الآنفة الذكر، ربطاً خارجياً بالأنبوب الذي يتضمن المجسّ. تُستخدم هذه الصورة بإذن من مركز رصد مستوى سطح البحر التابع لجامعة هاواي.

محطات قياس مستوى سطح البحر التابعة للنظام العالمي لرصد مستوى سطح البحر (GLOSS) تستخدم عدداً من الأجهزة لقياس مستوى سطح البحر، بما في ذلك الرادارات الموجهة إلى الأسفل بغية قياس مستوى سطح البحر؛ في بورت لويس بموريشيوس. تُستخدم هذه الصورة بإذن من مركز رصد مستوى سطح البحر التابع لجامعة هاواي.

في شكل رقمي، وكثيراً ما يضم نظام إرسال لإيصال البيانات من المحطة الميدانية إلى مركز محوري لجمع البيانات. والمتطلبات المحدَّدة لأخذ عيِّنات البيانات وإرسال البيانات تتوقف على التطبيق المعني. وتُستدام في إطار برنامج النظام العالمي لرصد مستوى سطح البحر (GLOSS) شبكة أساسية من محطات قياس مستوى سطح البحر. وفيما يخص مراقبة أمواج التسونامي المحلية، تلزم دفوق من عيِّنات البيانات المأخوذة في غضون ثانية واحدة تتوافر آنياً. أما فيما يخص أمواج التسونامي البعيدة المنشأ فقد يمكن أن توفِّر مراكز الإنذار إنذاراتٍ كافيةً بالاستعانة ببيانات تُجمع على نحو شبه آني (أي عيِّنات بيانات تؤخذ في غضون دقيقة واحدة وترسَل كل ١٥ دقيقة أو على فترات أقصر). كما تُستخدم محطات قياس مستوى سطح البحر لرصد التغيُّر الطويل الأمد في مستواه وإجراء دراسات لتغيُّر المناخ، حيث تُعتبر الدقة البالغة في بيان مكان المحطة المحدد بواسطة تقنيات المسح واحداً من المتطلبات الهامة.

مخطاط البيانات البحرية

هو مقياس لتسجيل مستوى سطح البحر. وهو يعرف أيضاً بمقياس المد والجزر.

المد والجزر

الارتفاع والانخفاض الرتيبان التناوبيان لسطح (أو مستوى ماء) المحيط والرُقَع المائية المتصلة بالمحيط مثل مصبات الأنهار والخلجان، اللذان يحدثان مرتين في اليوم على معظم الكرة الأرضية بسبب جاذبية القمر (وجاذبية الشمس، إلى حد أقل) فيؤثِّران بصورة متفاوتة على مختلف أجزاء الأرض الدائرة.

مستوى الماء الأعلى المحتمل

إنه مستوى افتراضي للماء (يُستبعد عند تقدير اعتلاء الأمواج الناجم عن الأمواج العادية التي تُحْدِثها الرياح) يمكن أن ينتج عن أشد تشكيلة من تشكيلات الأحوال الجوية المائية، وعوامل الهزات الأرضية، وغيرها من العوامل الجيوفيزيائية، التي يُعتبر من المعقول إمكان أن تشهدها المنطقة المعنية، مع اعتبار أن كلاً من هذه العوامل يؤثِّر في المكان المعني أقصى تأثير. ويمثِّل هذا المستوى الرد الفيزيائي للرقعة المائية المعنية على أقصى ما تتعرض له من الظواهر من قبيل الأعاصير، وسلاسل الزوابع الرعدية العاتية، والأنواء الإعصارية الأخرى التي يمكن أن تشهدها الأحوال الجوية، وأمواج التسونامي، والمد والجزر الفلكيين، مما يقترن بأقصى قدر محتمل للظروف الهيدرولوجية المحيطة كأن يبلغ مستوى الموج مقداراً يكاد تجاوزه أن يكون مستبعداً.

مستوى الماء المنخفض

أدنى مستوى يبلغه الماء في دورة المد والجزر. واسمه الشائع هو مستوى الجزر.

مستوى سطح البحر

هو ارتفاع ماء البحر في وقت معيَّن مقيساً بالمقارنة بمقدار مرجعي ما، مثل متوسط مستوى سطح البحر.

مستوى سطح البحر المرجعي

يعامَل ما يلاحظ من فروق في الارتفاع بين العلامات القياسية الجيوديسية معاملةً قائمة على إجراء تعديلات بطريقة تقليل مجموع مربّعات الأخطاء لتحديد الارتفاعات المتعامدة بالمقارنة بسطح مرجعي رأسي عام، هو مستوى سطح البحر المرجعي. وعلى هذا النحو يُضفى الاتساق على قيم ارتفاع جميع العلامات القياسية في شِق المراقبة الرأسية الذي تتولى أمره وكالة المسح المعنية، وتتسنى مقارنة هذه القيم مباشرة لتحديد فروق الارتفاع بين العلامات القياسية في النظام المرجعي الجيوديسي التي قد لا يمكن الربط فيما بينها مباشرة بواسطة خطوط التسوية الجيوديسية. فمستوى سطح البحر المرجعي، المقبول قبولاً شاملاً، هو الذي يتيح هذا النظام الهام للمراقبة الجيوديسية الرأسية.

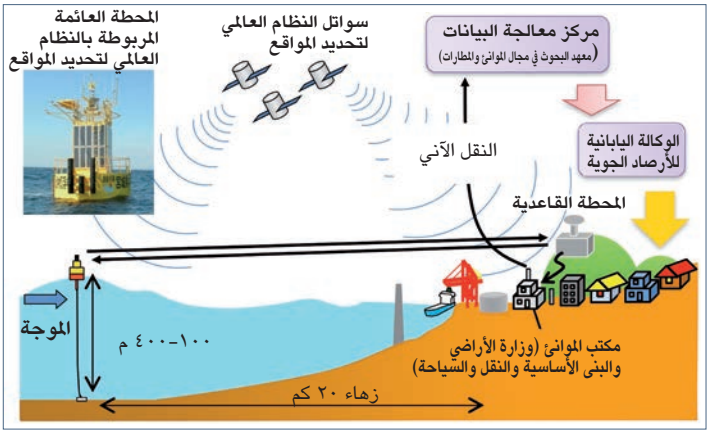
مطال المد والجزر

هو نصف الفرق بين مستويَي سطح الماء عند مد وجزر متتاليين؛ أي أنه يساوي نصف مدى الارتفاع المشمول بظاهرة المد والجزر.

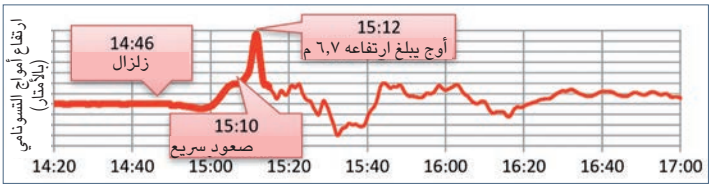
مقياس الأمواج المستعان فيه بالنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)

هو محطة عائمة لها هوائي للاتصال بالنظام العالمي لتحديد المواقع مُرساة على بعد زهاء ٢٠ كيلومتراً من الساحل لرصد تغيرات مستوى سطح البحر بواسطة تقنية الحركة الآنية المستعان فيها بالنظام العالمي لتحديد المواقع مع محطة قائمة على الأرض. وتُستخدم المحطة العائمة المستعان فيها بالنظام العالمي لتحديد المواقع بمثابة مقياس للأمواج لكشف أمواج التسونامي قبل وصولها إلى الساحل. وفي اليابان يعمل هذا النظام منذ عام ٢٠٠٨، وكان مكتب الموانئ والمرافئ التابع لوزارة الأراضي والبنى الأساسية والنقل والسياحة (MLIT) في عام ٢٠١٢ يستخدم ١٥ عوّامة مستعاناً فيها بالنظام العالمي لتحديد المواقع. ويجري إرسال بيانات النظام

العالمي لتحديد المواقع إلى الأرض، ثم يعالجها معهد البحوث في مجال الموانئ والمطارات (PARI)، ثم ترسَل إلى الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA) التي تتولى المسؤولية عن رصد أمواج التسونامي والإنذار بها. وإبان حالة أمواج التسونامي التي ضربت توهوكو في عام ٢٠١١، كشفت الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية هذه الأمواج في عرض البحر فحسَّنت نظام الإنذار بأمواج التسونامي فيما يخص اليابان.



اعتمدت وزارة الأراضي والبنى الأساسية والنقل والسياحة في اليابان نظام المحطة العائمة المربوطة بالنظام العالمي لتحديد المواقع في ١٥ موقعاً في جميع أنحاء اليابان من أجل مراقبة الأمواج.



في حالة أمواج التسونامي الناجمة عن الزلزال الذي ضرب توهوكو-أوكي في عام ٢٠١١ سجَّلت المحطة العائمة المربوطة بالجهاز العالمي لتحديد المواقع على ماء عمقه ٢٠٤ م في البحر مقابل ميناء كامايشي ذروة الموجة الأولى التي فاقت ستة أمتار. حصل على هذا الرسم البياني مكتب الموانئ والمرافئ التابع لوزارة الأراضي والبنى الأساسية والنقل والسياحة اليابانية، وعالجه معهد البحوث في مجال الموانئ والمطارات.

مقياس أمواج التسونامي

جهاز يتم به مبكراً كشف أمواج التسونامي التي تحدث في المياه العميقة، وقياسها، وتقديم المعلومات الآنية عنها. فـ«نظام تقييم أمواج التسونامي في المياه العميقة وتقديم المعلومات عنها» (DART®) ومجسّ الضغط السلكي الموضوع في المياه العميقة مقياسان من مقاييس أمواج التسونامي.

موجة المد والجزر

(١) حركة الأمواج التي يُحْدِثها المد والجزر.

(٢) كثيراً ما يُستخدم هذا المصطلح استخداماً ليس بصحيح للإشارة إلى حالة تطرأ على امتداد الشاطئ، دون أن تكون لها أي علاقة بالمد والجزر، من حالات أمواج التسونامي أو من حالات عرام العواصف، أو من الحالات الأخرى لارتفاع مستويات المياه ارتفاعاً غير معتاد وبالتالي مدمِّراً.

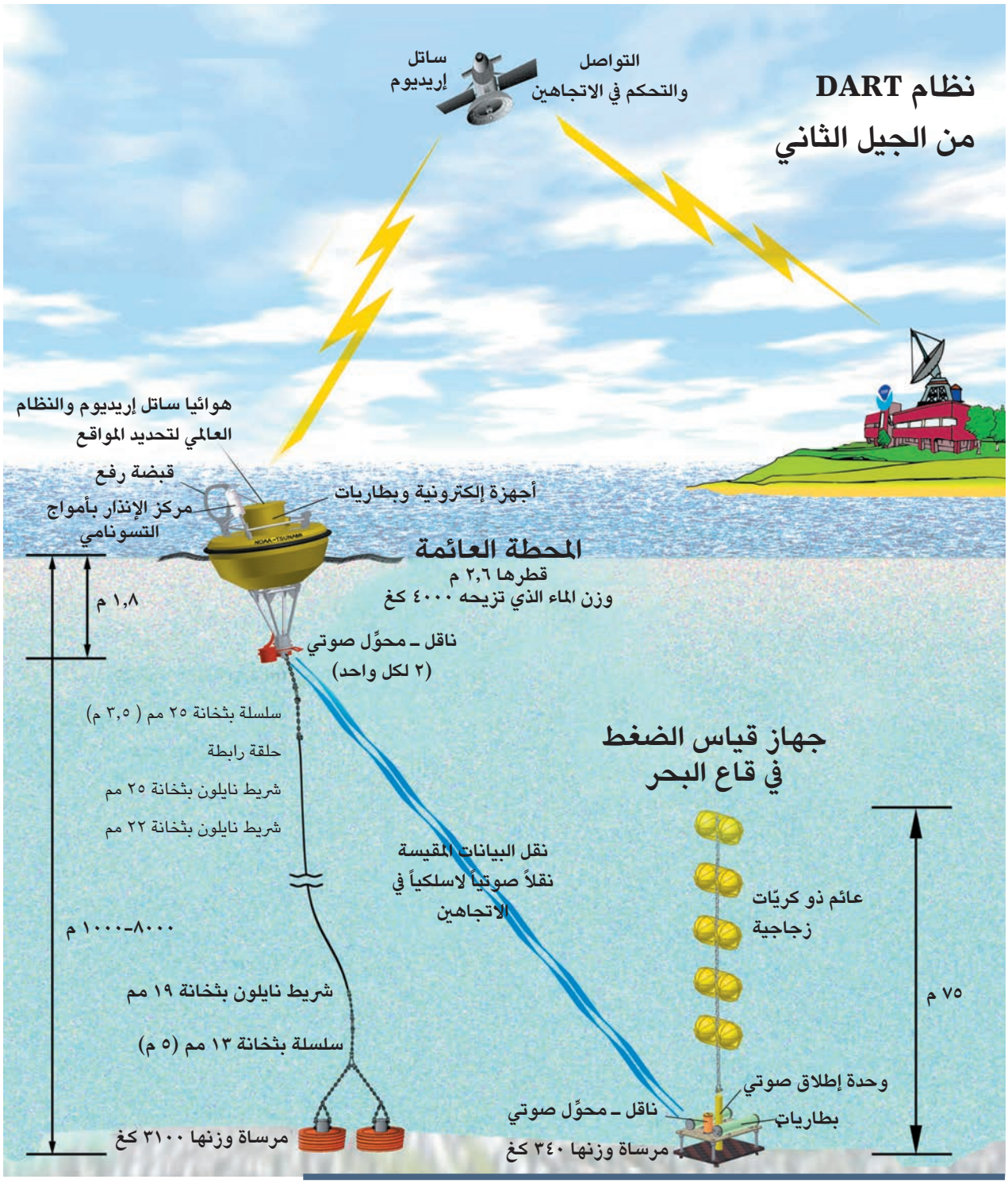
مقياس المد والجزر

هو جهاز لقياس التغيُّر في مستوى سطح البحر بالمقارنة بمقدار مرجعي.

ستتلف أمواج التسونامي كل المرافق القائمة على الساحل. لقد استخدمت البحرية الشيلية مقياس مستوى سطح البحر هنا في تلكهوانو لرصد التسونامي الذي ضرب شيلي في ٢٧ شباط/فبراير ٢٠١٠. وإبان التسونامي الذي ضرب اليابان في ١١ آذار/مارس ٢٠١١، دُمِّرت سبع محطات أو أُعطبت، وتوقفت ست محطات عن إرسال البيانات، ما جعل الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية عاجزة عن رصد شدة التسونامي بصورة كاملة. تُستخدم هذه الصورة بإذن من نونيز غُندلاتش.

نظام تقييم أمواج التسونامي في المياه العميقة وتقديم المعلومات عنها (DART®)

هو نظام لكشف أمواج التسونامي في المياه العميقة، وقياسها، وتقديم المعلومات الآنية عنها. لقد وضعه مختبر البيئة البحرية للمحيط الهادي التابع للإدارة الوطنية لشؤون المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) في الولايات المتحدة الأمريكية. وهو يتألف من جهاز لقياس الضغط موضوع على قاع البحر يمكن أن يكشف أمواج تسونامي هي من الصغر بحيث تقاس بالسنتيمترات، ومن محطة عائمة راسية من أجل الاتصال الآني. ويستعان في هذا النظام برابط صوتي لنقل البيانات من قاع البحر إلى المحطة العائمة على سطح البحر. ثم ترحَّل البيانات المعنية عبر رابط ساتلي إلى المحطات الأرضية، حيث تُستخلص الإشارات من أجل توزيعها الفوري على مراكز الإنذار بأمواج التسونامي التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي. وتمثِّل بيانات هذا النظام، مع التكنولوجيا الحديثة لوضع النماذج الرقمية، جانباً من جملة نظم التنبؤ بأمواج التسونامي التي توفِّر توقعات لأثر هذه الأمواج على الساحل بحسب الموقع.



نظام DART II. تُستخدم هذه الصورة بإذن من الإدارة الوطنية لشؤون المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)

المختصرات المتعلقة بنظم الإنذار بأمواج التسونامي والهيئات المعنية بها

إن النظم العالمية لرصد أمواج التسونامي والتخفيف من آثارها التابعة للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات تعمل بالتشارك مع عدد من الهيئات وتستخدم مختصرات ومصطلحات محدَّدة لوصف إدارة النظم المعنية، والخدمات التي تقدِّمها، ومختلف المنتجات المتصلة بالتسونامي.

الاتحاد الدولي للجيوديسيا والجيوفيزياء (IUGG)

إنه منظمة علمية غير حكومية أُنشئت في عام ١٩١٩، منكبّة على دعم وتنسيق دراسات الأرض والبيئة الفضائية المحيطة بها. أما اللجنة المعنية بأمواج التسونامي التابعة لهذا الاتحاد، التي أُنشئت في عام ١٩٦٠، فهي مجموعة دولية من العلميين المعنيين بشتى جوانب أمواج التسونامي، بما في ذلك الإحاطة على نحو أفضل بدينامية حدوث هذا الأمواج وانتشارها، واعتلائها السواحل، وتبعاتها على المجتمع. (http://iugg.org)

الإشعار بانتهاء خطر التسونامي

بعد رفع الإنذار بأمواج التسونامي، تصدر السلطات المحلية (لا مركز الإنذار بأمواج التسونامي) إشعاراً للناس بانتهاء خطره عندما يكون من المأمون لهم أن يعودوا إلى المناطق التي أُجْلوا عنها. ونظراً إلى أن الظروف المحلية يمكن أن تسببِّ تغيرات واسعة النطاق في فعل أمواج التسونامي فإن الإشعار بانتهاء الخطر يتوقف على درجة الضرر ويمكن أن يختلف من مكان إلى أخرى. وعلى العموم يمكن للوكالات المعنية، بعد أن تتسلم إشعاراً برفع الإنذار بأمواج التسونامي، أن تفترض حالة انعدام الخطر عندما تنعدم الأمواج الضارّة في الحيِّز الذي تتولى المسؤولية عنه لساعتين على الأقل، إلا إذا أعلن مركز الإنذار بأمواج التسونامي مزيداً من المواعيد المقدَّرة لوصول أمواج التسونامي (بسبب هزة لاحقة كبيرة على سبيل المثال) أو إذا سببَّت الظروف المحلية تموُّراً مستمراً أو تياراتٍ قويةً بصورة خاصة في القنوات والمرافئ مما يستلزم استمرار حال الإنذار بأمواج التسونامي. ويمكن أن يُرْجَأ الإعلان عن انتهاء الخطر لمدة ذات شأن بسبب التضرر المحلي اللاحق بالهياكل والبنى الأساسية الهامة، و/أو الآثار الثانوية الناجمة عن الحرائق أو عن تسرب المواد الخطرة.

أمواج التسونامي التي ضربت ساموا في ٢٩ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٩ فأخذت تغمر مرفأ باغو باغو بعد حدوث الزلزال بـ١١ دقيقة، لتأتي الموجة الثانية بعد ذلك بـ١٤ دقيقة معتليةً الحواجز، ودافعةً القوارب إلى فوق سقوف المباني الواقعة على الشاطئ المقابل، في ساموا الأمريكية.
تُستخدم هذه الصورة بإذن من ر. مادسن

الإنذار بأمواج التسونامي

هو إنذار يصدر عادة عن مركز من المراكز الوطنية للإنذار بأمواج التسونامي (NTWC) للإشارة إلى أن ثمة خطراً متوقَّعاً وشيكاً يتمثَّل في حالة من حالات أمواج التسونامي. ويمكن أن يصدر الإنذار بأمواج التسونامي فيما يخص مخاطرها المختلفة الدرجات. فعلى سبيل المثال يتمثَّل الخطر المتدني الدرجة في إحداث تغيُّرات صغيرة في مستوى سطح البحر وتيارات قوية في المحيط، ولا تنطوي أمواج التسونامي في هذه الحالة على خطر إلا على الشواطئ والمرافئ وفيما يخص أنشطة الاستجمام في البحار. أما في حالة الخطر الكبير فيمكن توقُّع نشوء أمواج عالية المطال تقترن بتيارات فائقة القوة ما قد يسببِّ غمراً طائلاً وتدميراً كاملاً لمعظم البنى القائمة على مقربة من الشاطئ. ويمكن أن تستمر الأمواج الخطرة لعدة ساعات بعد وصول الموجة الأولى.

وينبغي أن يردّ مسؤولو الطوارئ والناس المعرَّضون للخطر على مختلف درجات التحذير بأنواع مختلفة من التحرك. ومن التدابير المناسبة التي تُتَّخذ حرصاً على السلامة العامة، عندما يكون هناك خطر كبير، إجلاءُ الأحياز الساحلية المنخفضة، ونقل السفن إلى المياه العميقة إذا كان هناك متَّسع من الوقت. ويمكن تحديث التحذيرات، أو تعديلها جغرافياً، أو تخفيض درجتها، أو رفعها. وتوخياً لأسرع تنبيه ممكن، تستند التحذيرات الأولية إلى المعلومات المتعلقة بالزلازل فقط. ويمكن أن تطلق أسماء مختلفة على درجات الخطر من بلد إلى آخر بحسب اللغة وبحسب التسميات القياسية المستخدمة فيما يخص المخاطر الأخرى من قبيل حوادث الطقس.

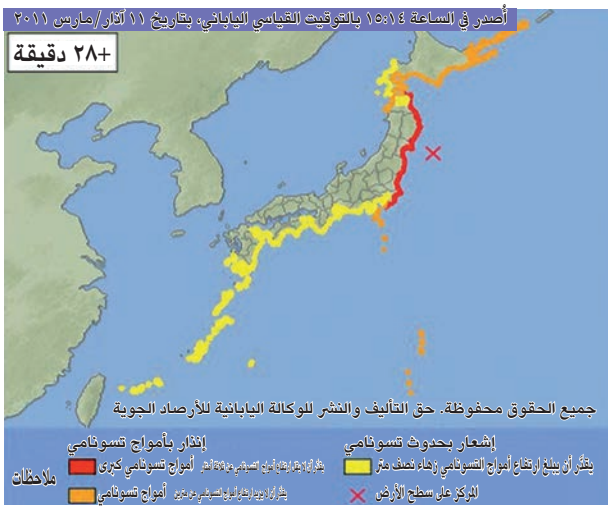
ففي اليابان هناك ٦٦ منطقة للتوقعات الساحلية، وتصدر التحذيرات فيما يخص كلاً منها على وجه التحديد. وثمة ثلاث درجات للخطر محدَّدة على أساس القيمة المتوقَّعة لارتفاع أمواج التسونامي (إنذار بحالة كبرى من حالات أمواج التسونامي، وتحذير من حالة من حالات أمواج التسونامي، وإشعار بشأن حالة من حالات أمواج التسونامي).

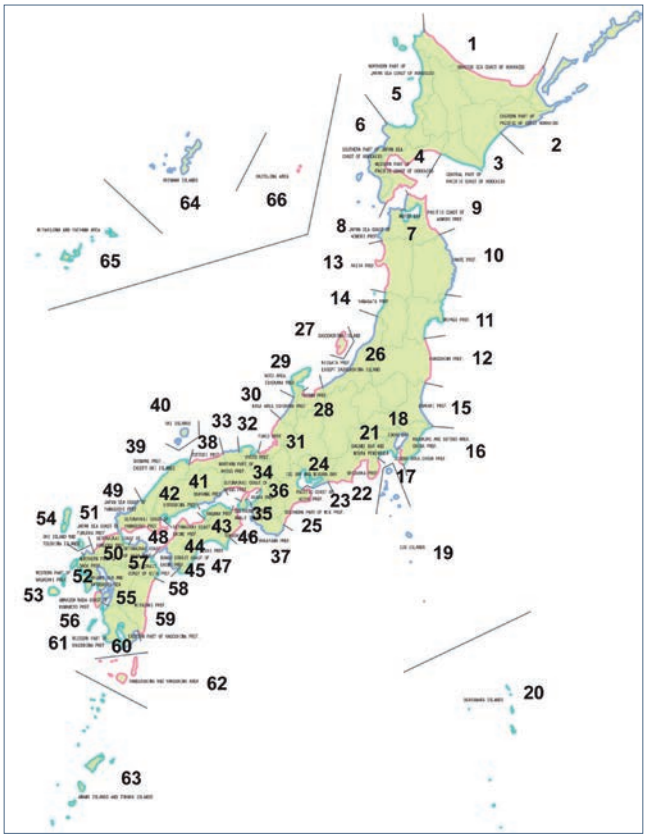
بيان درجات تهديد أمواج التسونامي

هو بيان أنواع أخطار أمواج التسونامي بحسب احتمال حدوثها وآثارها على الناس، والهياكل، والنظم الإيكولوجية على الأرض أو في البيئات البحرية القريبة من الشواطئ. وبحسب نوع الخطر يمكن أن يصدر المركز المعني من المراكز الوطنية للإنذار بأخطار أمواج التسونامي نشرة معلومات أو بياناً عن هذا التسونامي.

خطر غمر البر يمكن أن تغمر أمواج التسونامي المجتمعات المحلية الساحلية، ويُحتمل أن تسببِّ أضراراً بالغة. فعندما تهدِّد هذه الأمواج البر، ينبغي للناس أن يخلوا المناطق المعرَّضة لمخاطرها.

الخطر على مياه البحر الساحلية إن أمواج التسونامي التي تمثل تهديداً بحرياً يمكن أن تُحْدِث تيارات خطيرة وشديدة بالغة الخطورة وغير مألوفة في المياه الساحلية. فعندما تمثِّل هذه الأمواج تهديداً بحرياً، ينبغي للناس أن يبقوا خارج الماء وبعيداً عن الشواطئ المتاخمة لها ومنها شواطئ مداخل البحار ومصابها.





بيان المناطق التي تُعِدّ الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية توقعات أمواج التسونامي فيما يخصها (إلى اليسار)، والإنذار بأمواج التسونامي التي ضربت اليابان في ١١ آذار/مارس ٢٠١١ (أعلاه). فبعد الزلزال الذي بلغت قوته ٩,٠ بـ ٢٨ دقيقة، شُمِل بالإنذار كل منطقة الساحل الشرقي في اليابان، فأُصدر إنذار بحالة كبرى من حالات أمواج تسونامي فيما يخص شمال اليابان وتحذير من أمواج تسونامي أو إشعار بحدوثها فيما يخص باقي ساحل المحيط الهادي. وقد رُفعت جميع الإنذارات والتحذيرات والإشعارات بعد يومين وثلاث ساعات و١٢ دقيقة. تستخدم هذه الصورة بإذن من من وكالة الأرصاد الجوية اليابانية

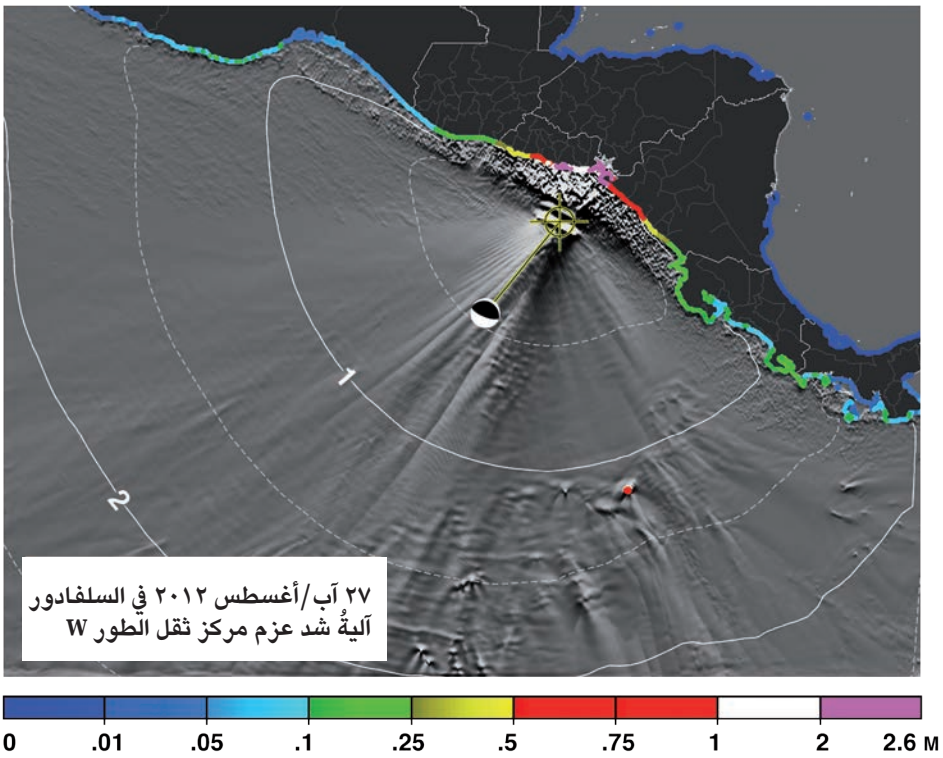
الخطر المحتمل حالات أمواج التسونامي التي تمثل تهديداً برياً و/أو بحرياً محتملاً ولكنها لا تزال قيد التقييم.

انعدام الخطر الأماكن التي تنعدم فيها احتمالات التسونامي أو التي لا يتوقع فيها أن تؤدي أمواج التسونامي إلى أضرار أو أن تعرض حياة الناس للخطر.

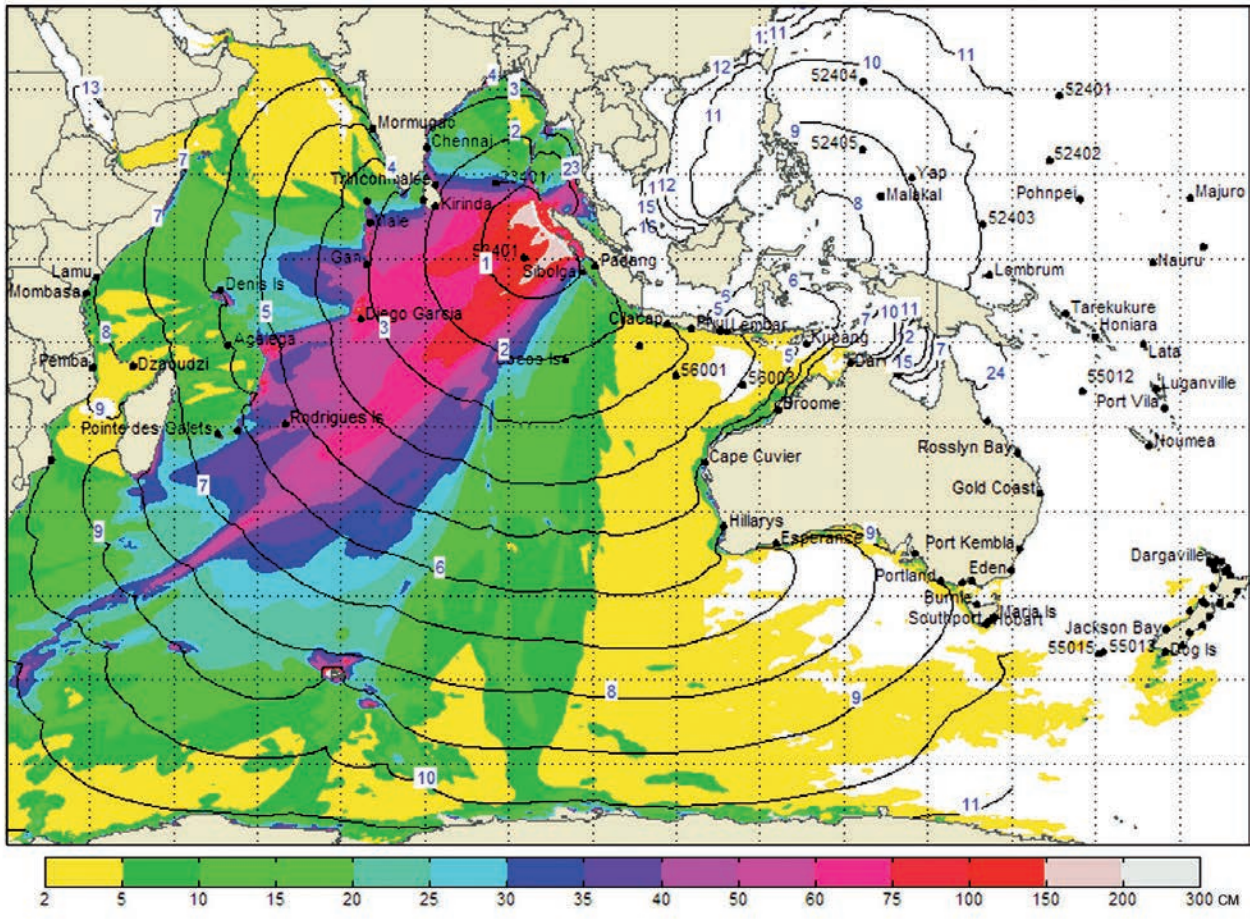
التحرك العاجل حيال أمواج التسونامي (TER)

هو مجموعة التدابير التي تتخذها الوكالات المسؤولة حرصاً على السلامة العامة بعد الإبلاغ بأمواج التسونامي الصادر عن الجهة المعنية بتنسيق الإنذار بأمواج التسونامي (TWFP)، وهي عادةً المركز الوطني للإنذار بأمواج التسونامي. وتتضمن الوثيقة المتعلقة بالتحرك العاجل حيال أمواج التسونامي إجراءات العمل القياسية والقواعد الخاصة بالاستجابة والعمل العاجلين، والمنظمات والأشخاص المعنيين وأدوارهم ومسؤولياتهم، وبيانات الاتصال، والأجل ودرجة العجلة المسندَين إلى التدبير المعني، ووسائل إنذار المواطنين العاديين ومجموعات الأهالي من ذوي الاحتياجات الخاصة (المعوقين بدنياً أو عقلياً، والمسنين، والجماعات العابرة، والجماعات البحرية). ويركِّز فيما يخص التحرك حيال أمواج التسونامي على السرعة، والنجاعة، والإيجاز، والوضوح في التدابير والتعليمات الموجَّهة إلى الجمهور العام. كما ينبغي أن تشتمل خطة التحرك العاجل في حالات أمواج التسونامي على التدابير اللاحقة لهذه الحالات والمسؤوليات عن البحث، والنجدة، والغوث، وإعادة التأهيل، والإنعاش.

أصدر مركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (PTWC) في عام ١٩٨٦ إنذاراً بأمواج تسونامي بسبب زلزال ضرب جزر ألبوت، داعياً مسؤولي الطوارئ في هاواي إلى إجلاء جميع السواحل المنخفضة (خليج ويميا في أواهو بهاواي). تُستخدم هذه الصورة بإذن من صحيفة Honolulu Advertiser.



توقع لأخطار أمواج التسونامي على السواحل، أعدّه مركز التنبؤ السريع بغمر أمواج التسونامي



خريطة لأخطار أمواج التسونامي في المحيط الهندي الناجمة عن الزلزال الذي وقع في المياه الواقعة قبالة سومطرة بإندونيسيا في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤ وبلغت قوته ٩,١، وضعها المركز الإقليمي لتوفير الخدمات المتعلقة بأمواج التسونامي التابع لنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهندي. فلو كانت هناك في عام ٢٠٠٤ مراكز دولية عاملة للإنذار بأمواج التسونامي، لتسنى توقع قدوم هذه الأمواج. وتبين النُطُق الملونة اتجاهات انتشار طاقة أمواج التسونامي ومطلاتها العظمى في المياه الواقعة قبالة الشاطئ. وتُبيَّن خطوط الأزمنة المتوقعة لانتقال أمواج التسونامي على فترات مقدار كل منها ساعة واحدة. تستخدم هذه الخريطة بإذن من المركز الأسترالي المشترك للإنذار بأمواج التسونامي.

توقّع أمواج التسونامي

هو تقدير أي خاصة من خواص أمواج التسونامي المنطوية على مخاطر تقديراً كمياً يُعَد مقدَّماً. ومن خواص أمواج التسونامي التي يمكن توقّعها موعد وصول الموجة الأولى، وموعد وصول الموجة العظمى، ومطال أمواج التسونامي العظمى، ومدة خطر التسونامي. وفي المقام الأول تتولى إعدادَ التوقّعات مراكزُ الإنذار مستخدمةً ناتج النماذج الرقمية. ويمكن أن يكون بين هذه النماذج نماذج مواعيد الوصول، ونماذج الانتشار، ونماذج الغمر. ويُعتمد في وضع كل النماذج على فرضيات تتعلق أساساً بمنشأ أمواج التسونامي الذي يمكن أن يكون محدَّداً بدقة أو أن لا يكون، ما قد يسهم في وقوع أخطاء في التوقع. ويمكن اختبار معظم النماذج على محك نتائج رصد التسونامي عندما تتوافر، ما يجعل التوقع أكثر دقة. ويمكن إصدار توقعات أمواج التسونامي بمواضع لتوقعها، فيما يخص أحيازاً فرعية محدَّدة جغرافياً أو وفقاً لولايات جغرافية–سياسية ضمن البلد بغية إسداء مشورة مفصَّلة بشأن تهديد أمواج التسونامي.

الجهات التي تتولى التهيئة للتنبيه إلى أمواج التسونامي (TWP)

هي المراكز الوطنية المعتمدة للإنذار بأمواج التسونامي (NTWC) التابعة لنظام الإنذار المبكر بأمواج التسونامي وتخفيف آثارها في المنطقة الشمالية الشرقية من المحيط الأطلسي وفي البحر المتوسط والبحار المتصلة به (NEAMTWS) الراغبة في توفير معلومات التحذير من أمواج التسونامي للدول الأعضاء الأخرى في المواضع المعيَّنة للتنبؤات والقادرة على توفيرها؛ وتتلقى معلومات التنبيه المعنية الجهاتُ التي تتولى تنسيق الإنذار بأمواج التسونامي (TWFP) التي تختار تلقي مثل هذه المعلومات؛ وتكون هذه الجهات عادة هي أيضاً مراكز وطنية للإنذار بأمواج التسونامي (NTWC). ولكي يُعترَف بالجهات المرشحة لتولّي التهيئة للتنبيه إلى أمواج التسونامي بمثابة أعضاء في نظام الإنذار المبكر بأمواج التسونامي وتخفيف آثارها في المنطقة الشمالية الشرقية من المحيط الأطلسي وفي البحر المتوسط والبحار المتصلة به (NEAMTWS)، يتعيَّن عليها أن تفي بعدد من المتطلبات وأن تحظى بموافقة فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بهذا النظام (ICG/NEAMTWS). وتكون للدول الأعضاء حرية أن تختار من بين الجهات التي تتولى التهيئة للتنبيه إلى أمواج التسونامي الجهةَ التي تود أن تتلقى منها بلاغات التنبيه إلى أمواج التسونامي، ولها أن تتلقى هذه البلاغات من أكثر من واحدة من هذه الجهات.

الجهة التي تتولى تنسيق الإنذار بأمواج التسونامي (TWFP)

هي الجهة التي تتولى التنسيق فيما يخص أمواج التسونامي، وهي تابعة لفريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بهذا المجال. وإنها جهة اتصال تعمل على مدى ٢٤ ساعة طيلة أيام الأسبوع (أي مكتب أو وحدة تشغيلية أو موقع، وليس شخصاً) تعيّنها رسمياً الحكومة أو المركز الوطني للإنذار بأمواج التسونامي (NTWC) لتلقي ونشر المعلومات الخاصة بأمواج التسونامي والواردة من الجهة المعنية بتوفير خدمات التسونامي والتابعة لفريق التنسيق الدولي الحكومي تسونامي وفقاً لإجراءات التشغيل الوطنية الموحدة. وقد لا تكون الجهة التي تتولى تنسيق الإنذار بأمواج التسونامي (TWFP) هي نفسها المركز الوطني للإنذار بأمواج التسونامي (NTWC).

الخطة الرئيسية لفريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي

هي الدليل الرئيسي في الأمد الطويل لتحسين نظام الإنذار بالتسونامي. وتوفّر الخطة عرضاً وجيزاً للعناصر الأساسية التي يتضمَّنها نظام الإنذار بالتسونامي، ووصفاً لمكوِّناته الحالية، وبياناً عاماً بالأنشطة ومجموعات البيانات والطرائق والإجراءات التي يتعيَّن تحسينها بغية تقليص خطر أمواج التسونامي. وقد صدرت طبعتها الأولى في عام ١٩٨٩. وصدرت طبعتها الثالثة في عام ٢٠٠٤.
http://www.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=117788&set=50C4D77D_0_77&gp=1&lin=1&ll=1

دليل استعمال نظام الإنذار بأمواج التسونامي

يتضمن هذا الدليل عرضاً وجيزاً للخدمات والإجراءات الإدارية والتشغيلية، بما في ذلك شبكات بيانات المراقبة والكشف التي تستعملها مراكز الإنذار، ومعايير الإبلاغ وإصدار رسائل المعلومات المتعلقة بأمواج التسونامي، والرسائل المتعلقة بعيِّنات البيانات، ومتلقي المعلومات، وطرائق إرسال الرسائل. ويمكن أيضاً تضمينه معلومات أساسية تساعد مستعمليه على الإحاطة بالمنتجات التي يجري إصدارها. وكان هذا الدليل يدعى سابقاً في منطقة المحيط الهادي «خطة الاتصال فيما يخص نظام الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي».

رفع الإنذار بأمواج التسونامي

يُرفع الإنذار عندما لا تعود الأمواج الضارّة تصل إلى الشاطئ. ويصدر بلاغ رفع الإنذار عندما تشير قياسات مستوى سطح البحر إلى أن أمواج التسونامي أصبحت دون الدرجات المدمِّرة وأنها تنخفض في معظم الأمكنة الخاضعة للمراقبة.

فريق التنسيق الدولي الحكومي (ICG)

يجتمع فريق التنسيق الدولي الحكومي، بصفته هيئة فرعية تابعة للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات، بغية دعم وتنظيم وتنسيق الأنشطة الإقليمية الرامية إلى التخفيف من آثار أمواج التسونامي، بما فيها إصدار الإنذارات بهذه الأمواج في الوقت المناسب. ويستلزم تحقيق ذلك مشاركة كثير من المرافق العاملة في شتى أنحاء المنطقة المعنية من بين المرافق الوطنية والدولية المعنية بالزلازل، وبمستوى سطح البحر، وبالاتصال، وبنشر البيانات ذات الصلة، وتعاون هذه المرافق ومساهمتها. ويتألف فريق التنسيق الدولي الحكومي من الدول الأعضاء في المنطقة المعنية. وثمة الآن أفرقة للتنسيق الدولي الحكومي معنية بنظم الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي، والمحيط الهندي، والبحر الكاريبي والمناطق المتاخمة له، وشمال شرقي المحيط الأطلسي، والبحر المتوسط والبلدان المتصلة به.

فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار المبكر بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المنطقة الشمالية الشرقية من المحيط الأطلسي وفي البحر المتوسط والبحار المتصلة به (ICG/NEAMTWS)

أنشئ هذا الفريق بموجب القرار XXIII-13 الصادر عن الدورة الثالثة والعشرين للجمعية العامة للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات في عام ٢٠٠٥. ويضم هذا الفريق بصورة رئيسية دولاً أعضاء في لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات تطل على شمال شرقي المحيط الأطلسي، أو تطل على البحر المتوسط أو البحار المتصلة به أو هي قائمة فيهما. ويضم هذا الفريق حالياً ٣٩ دولة عضواً.

فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي وغيرها من الأخطار الساحلية في البحر الكاريبي والمناطق المتاخمة له (ICG/CARIBE-EWS)

أنشئ هذا الفريق بموجب القرار XXIII-13 الصادر عن الدورة الثالثة والعشرين للجمعية العامة للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات في عام ٢٠٠٥. ويتألف هذا الفريق بصورة رئيسية من دول أعضاء في هذه اللجنة ومنظمات إقليمية من منطقة البحر الكاريبي الأوسع نطاقاً. ومن خلال الجهود التنسيقية التي بذلتها بدءاً من عام ١٩٩٣ اللجنة الفرعية للبحر الكاريبي والمناطق المتاخمة له التابعة للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOCARIBE)، صاغ فريق خبراء مقترحاً لإقامة نظام للإنذار بأمواج التسونامي مشترك بين الأمريكيتين أيدته الجمعية العامة للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات في عام ٢٠٠٢.

فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهندي (IOC/IOTWMS)

أنشئ هذا الفريق بموجب القرار XXIII-12 الصادر عن الدورة الثالثة والعشرين للجمعية العامة للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات في عام ٢٠٠٥. ويقع مقر أمانة هذا الفريق حالياً في بِرث بأستراليا. ويبلغ عدد الدول الأعضاء في نظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهندي حالياً ٢٨ دولة.

فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي (ICG/ITSU)

أنشئ هذا الفريق بموجب القرار IV-٦ الصادر عن الدورة الرابعة لجمعية لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات في عام ١٩٦٥. وتم في عام ٢٠٠٦، بالقرار EC-XXXIX.8 الصادر عن المجلس التنفيذي للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات، تغيير اسم هذا الفريق فأصبح "فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام المحيط الهادي للإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها" (ICG/PTWS).

باندا آتشيه في سومطرة بإندونيسيا: محت حالة أمواج التسونامي التي طرأت في ٢٦ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤ مدناً وقرى ساحلية بكاملها دون أن تخلِّف إلا الرمل والطين والماء حيث كانت تقوم مجتمعات محلية مزدهرة تعج بالمنازل والمكاتب والمساحات الخضراء. تُستخدم هذه الصورة بإذن من شركة DigitalGlobe.

فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام المحيط الهادي للإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها (ICG/PTWS)

هو الفريق الذي كان يسمى سابقاً «فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي» (ICG/ITSU)، وغُيِّر اسمه في عام ٢٠٠٦ بالقرار EC-XXXIX.٨ الصادر عن المجلس التنفيذي للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات بناءً على اقتراح من "فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي" (ITSU) في دورته العشرين التي عقدت في عام ٢٠٠٥ (التوصية ITSU-XX.١). ويضم فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام المحيط الهادي للإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها (PTWS) ٤٦ بلداً.

لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC)

هي لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات. إنها الجهة التي تتولى التنسيق فيما يخص علوم المحيطات والمرافق المتصلة بها ضمن منظومة الأمم المتحدة، وهي مكلَّفة بأن تنهض بـ«التعاون الدولي وتنسيق البرامج في مجال البحوث، والخدمات، وبناء القدرات، بغية تعلُّم المزيد عن طبيعة وموارد المحيطات والمناطق الساحلية

وتطبيق ما يُكتسب بذلك من المعرفة لتحسين الإدارة، وتحقيق التنمية المستدامة، وحماية البيئة البحرية، وعمليات اتخاذ القرارات لدى الدول الأعضاء فيها». وتساعد هذه اللجنة الحكومات في معالجة ما تواجهه منفردةً أو مجتمعةً من المشكلات المتصلة بالمحيطات والمناطق الساحلية من خلال تبادل المعارف والمعلومات والتكنولوجيا ومن خلال تنسيق البرامج الوطنية.

لوحة الإعلانات الإلكترونية المتعلقة بأمواج التسونامي (TBB)

إنها مرفق خدمة يتواصل أعضاؤه المدرجون في قائمة بالبريد الإلكتروني ويرعاه المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC)، وهو يهيئ منتدى علمياً موضوعياً مفتوحاً لعرض ومناقشة الأخبار والمعلومات المتصلة بأمواج التسونامي والبحوث في مجال هذه الأمواج. ويقدِّم المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي هذه الخدمة إلى الباحثين في مجال أمواج التسونامي وغيرهم من المهنيين التقنيين بغية تسهيل القيام على نطاق واسع بنشر المعلومات عن حالات أمواج التسونامي، والتحرّيات البحثية الجارية، والإعلانات عن الاجتماعات المقبلة، والمنشورات، وغير ذلك من المواد المتصلة بأمواج التسونامي. ويرحَّب في هذا المرفق بإسهام جميع أعضائه. وتُبَثّ به البلاغات فوراً دون تعديل. وكان المرفق كثير الفائدة في المساعدة على القيام على نحو سريع بتنظيم الدراسات الاستقصائية اللاحقة لحالات التسونامي، من أجل توزيع نتائجها، وتخطيط حلقات العمل والندوات المعنية بأمواج التسونامي. ويتلقى أعضاء هذا المرفق تلقائياً نشرات أخبار أمواج التسونامي التي يصدرها مركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (PTWC) ومركز الولايات المتحدة الوطني للإنذار بأمواج التسونامي (US NTWC).

المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC)

أنشأت لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات هذا المركز في تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٦٥ لدعم فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي. ويقدِّم هذا المركز أيضاً مساعدة إلى الدول الأعضاء في مجال بناء القدرات لكي تُنشأ على النطاق العالمي نظم للإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيطين الهندي والأطلسي، والبحر الكاريبي والبحر المتوسط، وغيرها من المحيطات والبحار الهامشية، وهو يساند، بصفته الأقدم من نوعه، مراكز الإعلام في مجال التسونامي المبتدئة في المناطق الأخرى. وفي منطقة المحيط الهادي يقوم المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي على وجه التحديد بمراقبة عمل نظام هذه المنطقة للإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها، ويوصي بإدخال تحسينات على هذا النظام، وينسِّق نقل التكنولوجيا المتعلقة بأمواج التسونامي فيما بين الدول الأعضاء المهتمة بإقامة نظم إقليمية ودولية للإنذار بأمواج التسونامي، ويعمل بمثابة مركز للمعلومات فيما يخص تقييم الأخطار وأنشطة تخفيف وطأتها، ويعمل مع المرفق العالمي للبيانات الخاصة بالجيوفيزياء بغية جمع بيانات عن الأحداث السابقة، ويخدم بمثابة مورد لإعداد المواد المتعلقة بالتعليم والتأهب في مجال التسونامي ونشر هذه المواد وتوزيعها.

المركز الوطني للإنذار بأمواج التسونامي (NTWC)

هو مركز تعيّنه الحكومة رسمياً لرصد أمواج التسونامي وإصدار إنذارات بشأنها وغير ذلك من البيانات المتعلقة بها داخل البلد، بما يتماشى مع إجراءات التشغيل الوطنية الموحدة القائمة.

مسؤول الاتصال الوطني فيما يتعلق بأمواج التسونامي (TNC)

هو الشخص الذي تعينه حكومة الدولة العضو ليمثل بلده في فريق التنسيق الدولي بغية تنسيق أنشطة الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها. ويكون هذا الشخص أحد الأطراف المعنية الرئيسية في البرنامج الوطني للإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها. ويمكن أن يكون هذا الشخص الجهة التي تتولى تنسيق الإنذار بأمواج التسونامي، أو أن يكون من هيئة وطنية لإدارة الكوارث، أو من مؤسسة تقنية أو علمية، أو من وكالة أخرى تتولى مسؤوليات في مجال الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها.

فريق العمل المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي وغيرها من الأخطار المتعلقة بمستوى سطح البحر والتخفيف من آثارها (ICG/PTWS)

أنشئ هذا الفريق بموجب القرار XXIV-١٤ الصادر عن الدورة الرابعة والعشرين للجمعية العامة للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات في عام ٢٠٠٧. ويهدف هذا الفريق إلى إرشاد الهيئات الرئاسية للجنة المذكورة في تخطيط وتنفيذ أنشطة منسقة في مجال أنظمة الإنذار بأمواج التسونامي وغيرها من الأخطار المتعلقة بمستوى سطح البحر والتخفيف من آثارها؛ بوصف ذلك المجال أولوية مشتركة بين جميع أنظمة الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها التابعة لفريق التنسيق الدولي الحكومي.

منتجات مراكز الإنذار بأمواج التسونامي

تصدر مراكز الإنذار بأمواج التسونامي أربعة أنواع أساسية من البلاغات: (١) نشرات المعلومات عندما يكون قد وقع زلزال كبير دون أن يترتب عليه خطر يذكر؛ (٢) النشرات المحلية أو الإقليمية أو الشاملة لحوض معيَّن التي تنطوي على إشعارات أو تنبيهات أو تحذيرات أو إنذارات عندما يكون هناك خطر أمواج تسونامي وشيك؛ (٣) نشرات إبلاغ رفع الإشعارات أو التنبيهات أو التحذيرات أو الإنذارات عندما تكون أمواج التسونامي المدمِّرة قد تلاشت؛ (٤) بلاغات اختبار التواصل في حالات أمواج التسونامي التي تُصْدَر بانتظام للتمرُّن على النظام. وينبغي أن تحتوي البلاغات المتعلقة بأمواج التسونامي على معلومات مفيدة لاتخاذ القرارات رسمياً على سبيل الاستعجال، أي مدى الاستعجال فيما يخص حالة أمواج التسونامي المعنية، وشدة هذه الأمواج، ومدى اليقين من حدوثها، والحيِّز الذي ستضربه. وللمسارعة إلى إصدار الإنذار في أسرع وقت ممكن، تستند التحذيرات الأولى إلى المعلومات المتعلقة بالزلزال

الأسرع ورود‌اً، ولا سيما المكان المحدَّد للزلزال، وقوته، وعمقه. ويجري تحديث البلاغات المتعلقة بأمواج التسونامي بانتظام، أو عند اللزوم، أو يتم رفعها عندما يكون الخطر قد تلاشى.

وتتسم بنية البلاغات المتعلقة بأمواج التسونامي بالاتساق، وينبغي أن تتضمن ما يلي:

رأسية البلاغ (رقم البلاغ، والمركز الذي يصدره، ووقت إصداره)؛ ونوع البلاغ والحيِّز المتأثر بالحدث المعني؛ وبيان الجهة المخوّلة؛ والمعطيات المتعلقة بالزلزال؛ وقياسات أمواج التسونامي (عندما تغدو متاحة)؛ وبيان التقييم أو اختبار التهديد (يمكن أن يتضمن مشورة بشأن التحرك المناسب حيال أمواج التسونامي، ومدى التيقن من حدوثها؛ والمواعيد المقدَّرة لوصولها)؛ والجدول الزمني للبلاغات التالية.

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو- UNESCO)

إن منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)، التي أُنشئت في عام ١٩٤٥، تعمل للنهوض بالتعاون الدولي بين الدول الأعضاء فيها في مجالات التربية والعلم والثقافة والاتصال. وتعمل اليونسكو اليوم بمثابة مختبر للأفكار ولوضع المعايير لصوغ اتفاقات شاملة بشأن المسائل الأخلاقية المستجدة. كما تعمل بمثابة مركز للمعلومات ينشر المعلومات والمعارف ويتشاطرها، مساعِدةً في الوقت ذاته الدول الأعضاء فيها على تكوين قدراتها البشرية والمؤسسية في شتى المجالات. وينص الميثاق التأسيسي لليونسكو على أنه "لـمّا كانت الحروب تتولد في عقول البشر، ففي عقولهم يجب أن تبنى حصون السلام". (http://www.unesco.org/)

مرافق مركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي القائمة في إيوا بيتش في هاواي بالولايات المتحدة الأمريكية

موضع توقُّع أمواج التسونامي

هو المكان الذي يهيئ فيه مركز الإنذار بأمواج التسونامي، أو غيره من الهيئات، تقديراً لموعد وصول التسونامي و/أو ارتفاعه. ويمكن أن تكون الأمكنة المعنية في المدن الساحلية الهامة أو لدى الجماعات الهامة أو حيث توجد مقاييس مستوى سطح البحر.

مراكز الإعلام في مجال التسونامي

مراكز تقدِّم إلى الدول الأعضاء والجمهور سبل التثقيف والتوعية، والمساعدة التقنية، وأنشطة لبناء القدرات بغية اتخاذ تدابير للحد من أمواج التسونامي والتأهب لها والتخفيف من آثارها. وتضطلع هذه المراكز بعدة أنشطة منها إدارة استطلاعات الأداء بعد التسونامي، وتسخير مواردها لوضع ونشر وتوزيع مواد ومعلومات تخص أمواج التسونامي والتأهب لها؛ وقد تدعم أنشطة تقييم المخاطر والتخفيف من آثار أمواج التسونامي. وقد أنشيء مركز للإعلام في مجال التسونامي في كل من أنظمة الإنذار الإقليمية بأمواج التسونامي في إطار فريق التنسيق الدولي الحكومي.

نظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي (PTWS) - المركز الدولي للإعلام بأمواج التسونامي (ITIC)

نظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهندي (IOTWMS) - مركز الإعلام بأمواج التسونامي في المحيط الهندي (IOTIC)

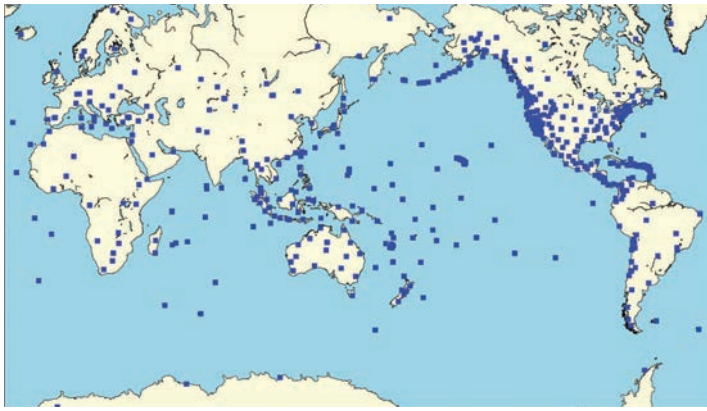
نظام الإنذار المبكر بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المنطقة الشمالية الشرقية من المحيط الأطلسي وفي البحر المتوسط والبحار المتصلة به (NEAMTWS) - مركز الإعلام بأمواج التسونامي في المحيط الأطلسي وفي البحر المتوسط والبحار المتصلة به (NEAMTIC)

نظام الإنذار بأمواج التسونامي وغيرها من الأخطار الساحلية في البحر الكاريبي والمناطق المتاخمة له (CARIBE-EWS) - مركز الإعلام بأمواج التسونامي في البحر الكاريبي والمناطق المتاخمة له (CTIC)

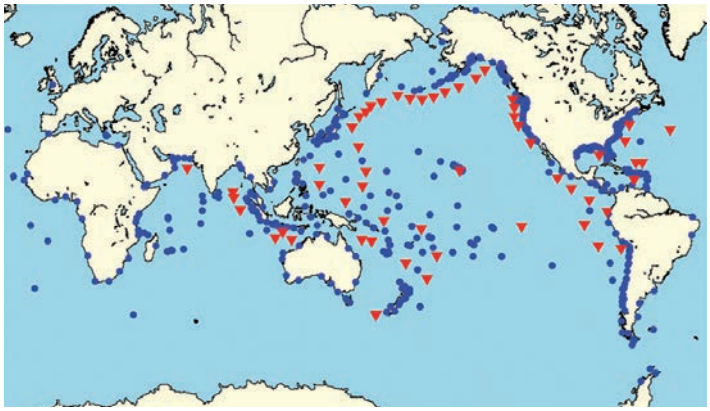
نظام البيانات العالمي (WDS) والمركز الوطني للبيانات الجيوفيزيائية (NGDC)

أنشئ نظام البيانات العالمي (WDS) الخاص بالمجلس الدولي للعلوم (ICSU) بموجب قرار للجمعية العامة لهذا المجلس اتخذته في دورتها التاسعة والعشرين في عام ٢٠٠٨. ويستند نظام البيانات العالمي إلى ما آل إليه من خبرة اكتُسبت على مدى خمسين عاماً في نطاق نظام مركز البيانات العالمي (WDC) التابع للمجلس المذكور. ويُنهض في إطار نظام البيانات العالمي (WDS) بالتطبيقات الأحادية التخصص والتطبيقات المتعدِّدة التخصصات ذات الأساس الأوسع من الناحيتين التخصصية والجغرافية، القائمة على الإمكانات التي تتيحها أشكال الترابط المتقدِّم بين مكوِّنات إدارة البيانات. وقد بلغ الآن عدد المنظمات الأعضاء في هذا النظام ٤٩ منظمة.

حيِّز العمليات في مركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي



الشبكة العالمية لمواقع الزلازل المستخدمة في مركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٢)



الشبكة العالمية لمستويات سطح البحر المستخدمة في مركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٢). يشار بالنقاط إلى المحطات الساحلية لقياس مستوى سطح البحر وبالمثلثات إلى محطات تقييم أمواج التسونامي في المياه العميقة وتقديم المعلومات عنها.

ويقوم المركز الوطني للبيانات الجيوفيزيائية (NGDC) التابع للإدارة الوطنية لشؤون المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) بتشغيل مرفق عالمي للبيانات الجيوفيزيائية يشترك معه في المقر يشتمل على قسم الجيولوجيا البحرية والجيوفيزياء الذي يتولى إدارة البيانات العالمية الجيوفيزيائية، والمتعلقة بقيعان البحار، والمتصلة بالمخاطر الطبيعية، بما في ذلك أمواج التسونامي. وتشمل هذه البيانات طائفة من الفترات تتدرج من الفترات المقيسة بالثواني إلى الفترات المقيسة بآلاف السنين، وهي تهيئ معلومات أساسية للبحوث في كثير من مجالات الاختصاص.

النظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS)

إنه نظام عالمي دائم لرصد المتغيرات المتعلقة بالبحار والمحيطات، ووضع نماذج لها، وتحليلها، دعماً للخدمات التشغيلية في مجال المحيطات في جميع أنحاء العالم. ويرمي مشروع النظام العالمي لرصد المحيطات إلى توفير أوصاف دقيقة لحال المحيطات في الوقت الحاضر، بما في ذلك موارد العيش؛ وإعداد توقعات متواصلة عن ظروف البحار في المستقبل تكون استشرافية إلى أبعد حد ممكن؛ وتهيئة الأساس لوضع توقعات تغيُّر المناخ. ويقدِّم مكتب مشروع النظام العالمي لرصد المحيطات، القائم في مقر للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات في باريس منذ عام ١٩٩٢، المساعدة في تنفيذ هذا النظام.

النظام العالمي لرصد مستوى سطح البحر (GLOSS)

إنه أحد مكوِّنات النظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS). وقد أنشأته لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) في عام ١٩٨٥ بادئ ذي بدء لتحسين نوعية البيانات المتعلقة بمستوى سطح البحر إسهاماً في دراسات تغيُّر هذا المستوى في الأمد الطويل. وهو يتألَّف من شبكة رئيسية من زهاء ٣٠٠ محطة موزَّعة على امتداد السواحل القارية وفي جميع أنحاء مجموعات جُزُر العالم. كما إن شبكة النظام العالمي لرصد مستوى سطح البحر تدعم مراقبة مستوى سطح البحر من أجل الإنذار بأمواج التسونامي على نحو يفي بحد أدنى من معايير العمل بحيث يتم في غضون خمس عشرة دقيقة إرسال عيِّنات بيانات تؤخذ في غضون دقيقة واحدة.

النظام العالمي للاتصالات (GTS)

هو النظام العالمي للاتصالات الخاص بالمنظمة العالمية للأرصاد الجوية الذي يربط مرافق الأرصاد الجوية والهيدرولوجية في جميع أنحاء العالم ربطاً مباشراً. ويستعان بهذا النظام استعانة واسعة النطاق لإرسال البيانات المتعلقة بمستوى سطح البحر إرسالاً شبه آني من أجل مراقبة أمواج التسونامي. وتطبَّق طرائق هذا النظام وغيره من طرائق الاتصال القوية لإرسال الإنذارات بأمواج التسونامي.

الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA)

أنشأت هذه الوكالة في عام ١٩٥٢ مرفقاً للإنذار بأمواج التسونامي. وهي تعمل الآن بمثابة نظام وطني للإنذار بالتسونامي يقوم على مدار الساعة بمراقبة النشاط الزلزالي في اليابان، ويصدر في الوقت المناسب معلومات عن الزلازل وأمواج التسونامي. وفي عام ٢٠٠٥، شرعت هذه الوكالة في تشغيل المركز الاستشاري بشأن أمواج التسونامي في شمال غربي المحيط الهادي (NWPTAC). ويقدم هذا المركز معلومات تكميلية عن أمواج التسونامي فيما يخص الأحداث التي تقع في اليابان وفيما حولها وفي شمال غربي المحيط الهادي، كما يقدم خدمات مؤقتة لمنطقة بحر جنوب الصين، وذلك بتنسيق وثيق مع مركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (PTWC). وفي الفترة الممتدة من عام ٢٠٠٥ إلى عام ٢٠١٢ قدمت الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية ومركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي خدمات مؤقتة فيما يخص المحيط الهندي. (http://www.jma.go.jp/jma)

٦ - ببليوغرافيا

مطبوعات عامة

Atwater, Brian F., et al., *Surviving a tsunami – Lessons from Chile, Hawaii, and Japan*. USGS Circular 1187. Washington DC: GPO, rev 2005. In English online. Spanish version *Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawai y Japón*. USGS Circular 1218, rev 2009. Online.

Bernard, E.N., ed., *Developing tsunami-resilient communities: The National Tsunami Hazard Mitigation Program*. Dorchedt: Springer, 2005.

Bernard, E.N., and A. R. Robinson, *Tsunamis, The Sea*, Volume 16. Cambridge: Harvard University Press, 2009.

Dudley, W. and M. Lee, *Tsunami!*, 2nd Edition. Honolulu: University of Hawaii Press, 1998.

Papadopoulos, G. A. and F. Imamura, 2001. A proposal for a new tsunami intensity scale. Proc. Internat. Tsunami Symposium 2001, Seattle, 7-10 August 2001, 569-577.

UNESCO/IOC, *Master plan for the Tsunami Warning System in the Pacific*, Third Edition. IOC Information document No. 1124 rev. Paris: UNESCO, 2004. In English online.

UNESCO/IOC, *Post-tsunami survey field guide, Second Edition*. IOC Manuals and Guides No. 37. Paris: UNESCO, 1998, rev 2012. First Edition (1998) in Russian, French and Spanish online.

UNESCO/IOC International Tsunami Information Center, *Tsunami Newsletter*. Honolulu: ITIC, 1965 to present. In English online.

UNESCO/IOC International Tsunami Information Center, Tsunami, *The Great Waves*. IOC Brochure 2012-4. Paris: UNESCO, rev 2012 (original NOAA PA 7407, 1975). In English; Spanish and French versions online.

UNESCO/IOC International Tsunami Information Center, *Tsunami Glossary*. IOC Technical Series 85. Paris: UNESCO, rev 2013. In English; Spanish and French versions online.

UNESCO/IOC International Tsunami Information Center, *Tsunami Warning!*. IOC Information Document No. 1223. Paris: UNESCO, rev 2005 (original 2000).

مصنفات الأحداث

Berninghausen, W.H., *Tsunamis and seismic seiches of* Berninghausen, W.H., *Tsunamis and seismic seiches of Southeast Asia*. Bulletin of the Seismological Society of America, 59, 289-297, 1969.

Berninghausen, W.H., *Tsunamis and seismic seiches reported from regions adjacent to the Indian Ocean*. Bulletin of the Seismological Society of America, 56(1), 69-74, 1966.

Berninghausen, W.H., *Tsunamis and seismic seiches reported from the Western North and Atlantic and the coastal waters of Northwestern Europe*. Informal Report No. 68-05, Washington DC: Naval Oceanographic Office, 1968.

Berninghausen, W.H., *Tsunamis reported from the west coast of South America*, 1562-1960. Bull. Seismol. Soc. Amer., 52, 915-921, 1962.

Berninghausen, W. H., *Tsunamis and seismic seiches reported from the eastern Atlantic south of the Bay of Biscay*. Bull. Seismol. Soc. Amer., 54, 439-442, 1964.

Dunbar, P.K., P. A. Lockridge, and L. S. Whiteside, *Catalogue of Significant Earthquakes*. 2150BC-1991AD. US Department of Commerce, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, USA, World Data Center A for Solid Earth Geophysics Reports SE-49, 320 pp, 1992.

Everingham, I.B., *Preliminary Catalogue of Tsunamis for the New Guinea I Solomon Island Region 1768-1972*. Bureau of Mineral Resources, Canberra, Australia, Report 180, 78 pp, 1977.

Heck, N.H., *List of seismic sea waves*. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 37, No. 4, p. 269-286, 1947.

Iida, K., D. Cox, and G. Pararas-Carayannis, *Preliminary catalog of tsunamis occurring in the Pacific Ocean*. Data Report No. 5, Hawaii Institute of Geophysics, HIG-67-10. Honolulu: University of Hawaii, re-issued 1972. (http://www.soest.hawaii.edu/Library/Tsunami%20Reports/Iida_et_al.pdf.)

Iida, K., *Catalog of tsunamis in Japan and its neighboring countries*. Aichi Institute of Technology, Yachigusa, Yakusa-cho,Toyota-shi, 470-03, Japan, 52 p, 1984.

Kanamori, H. and K. Yomogida, *First results of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake*, Earth, Planets Space, 63, 511–902, 2011.

Lander, J. F., L. S. Whiteside, and P. A. Lockridge, *Two Decades of Global Tsunamis*, 1982-2002, Science of Tsunami Hazards, the International Journal of the Tsunami Society, Honolulu, Hawaii, USA, 21, 3-82, 2003.

NOAA, National Centers for Environmental Information (NCEI, formerly National Geophysical Data Center), US Dept of Commerce, Boulder, CO, *NCEI/WDS Global Historical Tsunami Database* (doi:10.7289/V5PN93H7 [access February 2019])

NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) and UNESCO/IOC-NOAA International Tsunami Information Center (ITIC), *Tsunami Sources, 1610 B.C. to A.D. 2017, from Earthquakes, Volcanic eruptions, Landslide, and Other Causes,* map, 2018, also online.

O'Loughlin, K.F. and J.F. Lander, *Caribbean tsunamis: A -500 year history from 1998-1498*, *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Vol. 20 Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2003.

Pararas-Carayannis G., *Catalogue of Tsunamis in the Hawaiian Islands*. US Department of Commerce, NOAA National Geophysical Center, Boulder, USA, World Data Center A for Solid Earth Geophysics Publication, 94 pp, 1969.

Sanchez Devora, A. J., and S. F. Farreras Sanz, *Catalog of tsunamis on the western coast of Mexico*. Report SE50-, World Data Center A for Solid Earth Geophysics, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, Colorado, USA, 79 p., 1993. Satake, K., A. B. Rabinowich, U. Kanoglu, and S. Tinti, *Tsunamis in the World Ocean: Past*, *Present*, *and Future.* Volume I, Pure Appl. Geophys, 7-6) 168), Topical Issue, 2011a.

Satake, K., A. B. Rabinowich, U. Kanoglu, and S. Tinti, *Tsunamis in the World Ocean: Past*, *Present*, *and Future*. Volume II, Pure Appl. Geophys, 11) 168), Topical Issue, 2011b.

Satake, K., A.B. Rabinowich, D. Dominey-Howes, and J.C. Borrero, *Historical and Recent Catastrophic Tsunamis in the World: Volume I. The 2011 Tohoku Tsunami.*, Pure Appl. Geophys., 8/6) 170), Topical Issue, 2012a.

Satake, K., A.B. Rabinowich, D. Dominey-Howes, and J.C. Borrero, *Historical and Recent Catastrophic Tsunamis in the World: Volume II. Tsunamis from 1755 to 2010*, Pure Appl. Geophys., 10/9) 170), Topical Issue, 2012b.

Sato, S., *Special Anniversary Issue on the 2011 Tohoku earthquake tsunami*, Coastal Engineering Journal, ,(1) 54 2012.

Soloviev, S.L., et al., *Tsunamis in the Mediterranean Sea 2000 BC2000-AD. Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Vol. 13, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

.

Lander, J.F, P.A. Lockridge, and M.J. Kozuch, *Tsunamis affecting the West Coast of the United States -1806 1992.* US Department of Commerce, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, USA, NGDC Key to Geophysical Records Documentation KGRD242 .29- pp, 1993.

Lander, J., and P. Lockridge, *United States Tsunamis (including United States Possessions) 1988-1690*. Publication 2-41, Boulder: National Geophysical Data Center, 1989.

Lockridge, P.A., *Tsunamis in Peru-Chile*, Report SE39-, World Data Center A for Solid Earth Geophysics, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, CO, USA, 1985 ,97.

Lockridge, P.A., L.S. Whiteside and J.F. Lander, *Tsunamis and Tsunami-like Waves of the Eastern United States*. Science of Tsunami Hazards, the International Journal of the Tsunami Society, Honolulu, Hawaii, USA, ,144-120 ,(3) 20 2002.

Molina, E.e (Seccion de Sismologia, INSIVUMEH, Guatemala). *Tsunami catalogue for Central America 1996-1539* [Report]. Reduction of natural disasters in Central America. Universitas Bergensis Technical Report no. II 04-1, Bergen, Norway: Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen; 1997.

Murty, T.S. and M. Rafiq, *A tentative list of tsunamis in the marginal seas of the north Indian Ocean*. Natural Hazards, 1991 ,83-81 ,(1) 4.

NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) and UNESCO/IOC-NOAA International Tsunami Information Center (ITIC), *Hawaii Historical Tsunami Effects (2015-1812)*, map, 2015, also online.

NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) and UNESCO/IOC-NOAA International Tsunami Information Center (ITIC), *Historical Tsunami Effects near the Tonga Trench (2015-1837),* map, 2017, also online.

NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) and UNESCO/IOC-NOAA International Tsunami Information Center (ITIC), *Historical Tsunamis (1530 to 2018) Caribbean, Central America, Mexico and Adjacent Regions*, map, 2018, also online.

Ambraseys, N.N., *Data for the investigation of the seismic sea-waves in the Eastern Mediterranean*, Bulletin of the Seismological Society of America, 1962 ,913-895 ,52:4.

Cummins, P.R., L.S.L. Kong, and K. Satake, *Tsunami Science Four Years after the 2004 Indian Ocean Tsunami. Part I: Modelling and Hazard Assessment*, Pure Appl. Geophys. 12/11) 165), Topical Issue, 2008.

Cummins, P.R., L.S.L. Kong, and K. Satake, *Tsunami Science Four Years after the 2004 Indian Ocean Tsunami. Part II: Observation and data Analysis*, Pure Appl. Geophys. 166 2/1)), Topical Issue, 2009.

Dmowska, R. and B. Saltzman, eds., *Tsunamigenic earthquakes and their consequences. Advances in Geophysics*, Vol. 39, San Diego: Academic Press, 1998.

European Commission. Directorate General for Science, Research and Development, UNESCO and Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), *International Conference on Tsunamis, 28-26 May 1998*. France: CEA, 1998.

Fukuyama, E., J. B. Rundle, and K. F. Tiampo, eds., *Earthquake Hazard Evaluation*, ISBN 2-0587-0348-3-978

Hatori, T., *Relation between tsunami magnitude and wave energy*, Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, -531 ,54 1979 ,541. In Japanese with English abstract.

Hatori, T., *Classification of tsunami magnitude scale*, Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 1986 ,515-503 ,61. In Japanese with English abstract.

Iida, K. and T. Iwasaki, eds., Tsunamis: *Their science and engineering, Proceedings of the International Tsunami Symposium (1981)*, Tokyo: Terra Scientific, 1983.

Kanamori, H., *Mechanism of tsunami earthquakes*, Phys. Earth Planet. Inter, 1972 ,359-346 ,6.

Keating, B., Waythomas, C., and A. Dawson, eds., *Landslides and Tsunamis*. Pageoph Topical Volumes, Basel: Birhäuser Verlag, 2000.

Mader, C., *Numerical modeling of water waves*, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.

Papadopoulus, G., and F. Imamura, *A proposal for a new tsunami intensity scale*, International Tsunami Symposium Proceedings, Session 5, Number 1-5, Seattle, 2001.

Soloviev, S.L., and C. N. Go, *A catalogue of tsunamis on the western shore of the Pacific Ocean*. Academy of Sciences of the USSR, Nauka Publishing House, Moscow, 310 pp. Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Sciences No. 1984 ,5077, translation available from Canada Institute for Scientific and Technical Information, National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada K1A OS447 ,2 pp, 1974.

Soloviev, S.L., and C. N. Go, *A catalogue of tsunamis on the eastern shore of the Pacific Ocean*. Academy of Sciences of the USSR, Nauka Publishing House, Moscow, 204 pp. Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Sciences No. 1984 ,5078, translation available from Canada Institute for Scientific and Technical Information, National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada K1A OS293 ,2 pp, 1975.

Soloviev, S.L., C. Go, and C. S. Kim, *Catalogue of Tsunamis in the Pacific 1982-1969*, Results of Researches on the International Geophysical Projects. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 1992.

Soloviev, S.L. and M.D. Ferchev, *Summary of Data on Tsunamis in the USSR*. Bulletin of the Council for Seismology, Academy of Sciences of the USSR [Byulleten Soveta po Seismologii Akademiya Nauk, SSSR], 55-23 ,9, Moscow, USSR, 1961 ,37.

Tinti S., A. Maramai and L. Graziani. *A new version of the European Tsunami Catalogue: updating and revision*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2001 ,8-1 ,1.

Tsunami Laboratory, ICMMG SD RAS, Novosibirsk, Russia, *Historical Tsunami Database for the World Ocean (HTDB/WLD), 1628 B.C to present, 2011*, (online http://tsun.sscc.ru/nh/tsunami.php).

Watanabe, H., *Comprehensive List of Tsunamis to Hit the Japanese Islands*, 2nd Ed., University of Tokyo Press, 245 ,1998 p, 1998, in Japanese.

مصنفات الأحداث

Abe, K., *Size of great earthquakes 1974-1837 inferred from tsunami data*, J. Geophys. Res, 1979 ,1568-1561 ,84.

Abe, Katsuyuki, *A new scale of tsunami magnitude, Mt. in Tsunamis: Their science and engineering*, Iida and Iwasaki, eds., Tokyo: Terra Scientific Publishing Company, 1983 ,101-91.

٧ – الكتب الدراسية وأدلة المدرسين (بالإنجليزية والإسبانية)

Pre-elementary school: Earthquakes and tsunamis Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1996. Revised 2003 in Spanish.

24- Grade: I invite you to know the earth I. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

58- Grade: I invite you to know the earth II. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

High School: Earthquakes and tsunamis. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

٨ – الفهرس

أ

الاتحاد الدولي للجيوديسيا والجيوفيزياء (IUGG)
آثار أمواج التسونامي
احتمال حدوث أمواج التسونامي
إحداث التسونامي
ارتفاع الأمواج ذو الدلالة
ارتفاع الغمر
ارتفاع سطح البحر
الازدياد
الازدياد الأولي
الإشعار بانتهاء خطر التسونامي (Tsunami All-Clear)
الاعتلاء
الانتشار
انتشار أمواج التسونامي
الانحسار
الإنذار بأمواج التسونامي

ب

بيان درجات تهديد أمواج التسونامي
البيانات المتعلقة بحالات التسونامي الموثق تاريخياً

ت

التأهّب لأمواج التسونامي
التحرك العاجل حيال أمواج التسونامي (TER)
التسونامي
تسونامي الأحوال الجوية
التسونامي الإقليمي
التسونامي البعيد المدى
التسونامي الضئيل
التسونامي القديم
التسونامي المحلي
التسونامي المحيطي الشامل
التسونامي الموثق تاريخياً
تشتُّت التسونامي
التطابق مع المد أو الجزر
التقييم الاحتمالي لمخاطر أمواج التسونامي (PTHA)
تقييم مخاطر أمواج التسونامي
التموُّر
تمييز نُطُق خطر أمواج التسونامي
توزُّع مقادير الاعتلاء
توقّع أمواج التسونامي

ج

الجهات التي تتولى التهيئة للتنبيه إلى أمواج التسونامي (TWP)
الجهاز السلكي الموضوع على قاع المحيط
الجهة التي تتولى تنسيق الإنذار بأمواج التسونامي (TWFP)

ح

حضيض الموجة
حيِّز الغمر

خ

خريطة أزمنة الانتقال
خريطة الإجلاء
خصائص ظواهر التسونامي
الخط البياني البحري
خط الغمر
الخطة الرئيسية لفريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي
خطر أمواج التسونامي

د

الدراسة الاستقصائية التي تُجرى بعد حالات أمواج التسونامي
دليل استعمال نظام الإنذار بأمواج التسونامي
الدُوّامة
دورة موجة التسونامي

ذ

ذروة الموجة

ر

الرسوم البيانية للانكسار
رصد أمواج التسونامي
رفع الإنذار بأمواج التسونامي
رواسب التسونامي

ز

زلزال التسونامي
زمن الانتقال

س

سرعة أمواج التسونامي أو سرعة موجة الماء الضحل

ش

شاهقة التسونامي
الشدّة
شدة التسونامي

ض

ضرر التسونامي

ط

طنين أمواج التسونامي
طول الذروة
طول موجة التسونامي

ع

عمق الدفق

غ

الغمر (الأقصى)
الغمر أو مدى الغمر

ف

فريق التنسيق الدولي الحكومي (ICG)
فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار المبكر بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المنطقة الشمالية الشرقية من المحيط الأطلسي وفي البحر المتوسط والبحار المتصلة به (ICG/NEAMTWS)
فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي وغيرها من الأخطار الساحلية في البحر الكاريبي والمناطق المتاخمة له (ICG/CARIBE-EWS)
فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهندي (ICG/IOTWS)
فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام الإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها في المحيط الهادي (ICG/ITSU)
فريق التنسيق الدولي الحكومي المعني بنظام المحيط الهادي للإنذار بأمواج التسونامي والتخفيف من آثارها (ICG/PTWS)
الفيضان

ق

القوة
قوة التسونامي

ل

لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC)
لوحة الإعلانات الإلكترونية المتعلقة بأمواج التسونامي (TBB)

م

ماريموتو (Maremoto)
المتكسِّرة
متوسط الارتفاع
متوسط مستوى سطح البحر
محاكاة أمواج التسونامي
مُحْدِث أمواج التسونامي
محطة رصد المد والجزر
محطة قياس مستوى سطح البحر
مخطاط البيانات البحرية
المد والجزر
المركز الإقليمي لتوفير الخدمات المتعلقة بأمواج التسونامي (RTSP)
مركز الإنذار بأمواج التسونامي (TWC)
مركز الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (PTWC)
المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي (ITIC)
المركز الوطني للإنذار بأمواج التسونامي (NTWC)
مركز الولايات المتحدة الوطني للإنذار بأمواج التسونامي (US NTWC)
مستوى الماء (الأقصى)
مستوى الماء الأعلى المحتمل
مستوى الماء المنخفض
مستوى سطح البحر
مستوى سطح البحر المرجعي
مسؤول الاتصال الوطني فيما يتعلق بأمواج التسونامي (TNC)
مصدّ الأمواج
المصطلحات العامة المتعلقة بأمواج التسونامي
مطال المد والجزر
مطال أمواج التسونامي
مقياس الأمواج المستعان فيه بالنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)
مقياس المد والجزر
مقياس أمواج التسونامي
مقياس سيبرغ المعدَّل لشدة أمواج البحر
مقياس سيبرغ لشدة أمواج التسونامي
منتجات مراكز الإنذار بأمواج التسونامي
منشأ أمواج التسونامي
منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو – UNESCO)
الموجة البحرية الزلزالية
موجة التسونامي المحاذية
الموجة الرائدة
موجة المد والجزر
موضع توقُّع أمواج التسونامي
موعد الوصول
موعد الوصول المقدَّر (ETA)

ن

نُذُر التسونامي
نظام البيانات العالمي (WDS) والمركز الوطني للبيانات الجيوفيزيائية (NGDC)
النظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS)
النظام العالمي لرصد مستوى سطح البحر (GLOSS)
النظام العالمي للاتصالات (GTS)
نظام تقييم أمواج التسونامي في المياه العميقة وتقديم المعلومات عنها (DART®)
نظرية إحداث أمواج تسونامي

هـ

الهبوط
الهبوط (الصعود)

و

وضع النماذج الرقمية لأمواج التسونامي
الوقت المنقضي
الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA)

المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي شراكة بين لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) الإدارة الوطنية لشؤون المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) Partnership 737 Bishop Street, Suite 2200, Honolulu, Hawaii 96813, USA الهاتف: ٦٤٢٢-٥٣٢-٨٠٨ (١) الفاكس: ٥٣٢-٨٠٨ (١) ٥٥٧٦
موقع الإنترنت: http://www.tsunamiwave.info البريد الإلكتروني: itic.tsunami@noaa.gov

يقع المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي في هونولولو، وقد أنشأته اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) التابعة لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) في ١٢ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٦٥. وعقدت في عام ١٩٦٨ الدورة الأولى لفريق التنسيق الدولي لنظام الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (ITSU). وفي عام ٢٠٠٦، تم تغيير اسم هذا الفريق بحيث أصبح «الفريق الدولي الحكومي لتنسيق نظام الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي وتخفيف آثارها» (ICG/PTWS) لإبراز الطابع الشامل للحد من المخاطر.

ويشكر المركز الدولي للإعلام عن أمواج التسونامي العلماء الأخصائيين العلميين التالية أسماؤهم لما قدموه من مساعدة في مراجعة الدراسة:ثوركيلد آروب وخوسيه بوريرو وبولا دنبار وفوميهيكو إيمامورا وأوسامو كاميغايشي ولورا كونغ وإميليو لوركا وتشارلز ماكريري وأورتيز موديستو وويليام باور وألكسندر رابينوفيتش وكينجي ساتاكي وفرانسوا شينديلي وفريد ستيفنسون وكوستاس سينولاكيس وماساهيرو ياماموتو.

استخدم فريق التنسيق الدولي لنظام الإنذار بأمواج التسونامي في المحيط الهادي (ITSU) رسم الموجة بإذن من مكتب Aqualog في فرنسا.

السلسلة التقنية ٨٥

منظمة الأمم المتحدة
للتربية والعلم والثقافة

لجنة اليونسكو
الدولية الحكومية
لعلوم المحيطات