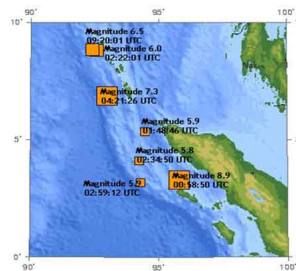


زلازال المحيط الهندي 2004 (رؤية إيمانية)

د.حسني حمدان المدسوقي حمامة

وقائع حول الزلازال:

فى السادس والعشرين من شهر ديسمبر، مع قرب انتهاء السنة الماضية، ضرب الأرض زلزال كبير على حين غفلة من أهلها. وفى الوقت الذى يترقب فيه الأمر يكان قارعة سان أندرياس الواقع ضمن "حلقة النار" حول المحيط الهادى، جاءت ضربة كبرى من الأمواج المحيطية العاتية من المحيط الهندى والنادر حدوثها فى ذلك المحيط. وضرب زلزال عظيم قاع المحيط الهندى بقوة اهتزت لها الأرض بمقدار تسع درجات على مقياس ريختر (شكل:1). وتولد عن الزلزال موجات بحرية عاتية (Tsunami) أحدثت أكبر كارثة لم تشهد مثلها الأرض فى التاريخ الحديث منذ زلزال الجمعة المحسنة ((Friday Good الذى ضرب ألاسكا بشدة 9.2 فى سنة 1962.



شكل (1) موقع زلزال المحيط الهندي 2004.

وتشير الإحصائيات المبدئية إلى قتل ما لا يقل عن 170,000 شخص بفعل الأمواج المحيطية العارمة. وبالرغم من أن الزلزال نشأ عند جزيرة سميولو عند الساحل الغربي شمالي سومطرة بإندونيسيا، إلا أن الأمواج المحيطية العارمة الناتجة دمرت شواطئ أندونيسيا و سريلانكا و الهند و تايلند، وبلدان أخرى. وعلت الأمواج فوق الأرض لارتفاع بلغ 15 مترا. كما أن تأثير تلك الأمواج وصل إلى ساحل شرقي أفريقيا الذى يقع على بعد 4500 كيلومتر من فوق مركز الزلزال.

زلازل وموجات تاريخية كبرى:

يمثل زلزال المحيط الهندي وما صاحبه من موجات محيطية عاتية أسوأ كارثة طبيعية منذ زلزال بهولا الذى ضرب ببنجلادش فى سنة 1970 وقتل 500.000 شخص. ويمثل زلزال المحيط الهندي رابع أسوأ الزلازل فى التاريخ من حيث عدد القتلى والذى بلغ عددهم ما يزيد عن 150.000 شخص. وهذه بعض الزلازل التى أحدث كوارث كبرى فى حياة البشر.

* زلزال تانجشان فى الصين- 1976: قتل فيه 255.000 شخص.

* زلزال سينجباليم كنجهاي فى الصين- 1927 : قتل فيه 200.000 شخص.

* زلزال جريت كانتو فى اليابان- 1923: قتل فيه 143.000 شخص.

* زلزال جانسو فى الصين- 1920: قتل فيه 200.000 شخص.

* زلزال شانكسى فى الصين- 1556: قتل فيه 830.000 شخص. ومن أسوأ الموجات المحيطية العاتية (سونامية)

* سونامى آوا فى اليابان، 1703: قتل فيه 100.000 شخص.

* سونامى جنوب بحر الصين، 1782: قتل فيه 40.000 شخص.

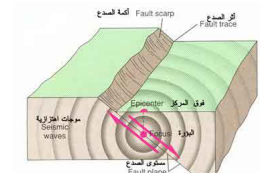
*سونامى ناتج عن ثورة بركان كاراكوتا فى أندونيسيا , 1883: قتل فيه 36.000.

* سونامى إيطاليا, 1908: قتل فيه 70.000.

* سونامى زلزال لشبونة, 1755: قتل فيه 100.000.

خصائص زلزال المحيط الهندي 2004

تضاربت التقديرات الأولية حول مقدار قوة الزلزال إلى أن استقرت التقديرات عند 9 درجات بمقياس ريختر. ومن قبل ضرب زلزال شيلى العظيم الأرض فى سنة 1900 بقوة مقدارها 9 درجات, وأيضا زلزال الجمعة العظيمة فى سنة 1964 الذى ضرب منطقة الأمير وليام سوند بمقدار (9.2) وزلزال جزر أندريدوف (9.1). وكان زلزال كامتشاتكا مساويا فى الشدة (1952) لزلزال المحيط الهندي 2004. ولم تحدث الموجات البحرية (المسونامية) دمارا هائلا مقارنة بالزلزال الأخير لأنها وقعت فى مناطق غير مزدحمة بالسكان.



شكل (2): رسم توضيحي يبين بؤرة الزلزال والنقطة التى فوقها مباشرة على السطح.

وتلك بعض خصائص زلزال المحيط الهندي 2004.

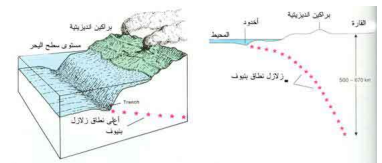
1- موقع الزلزال:

يقع فوق مركز الزلزال (95.854°E, 3.316°N, hypocenter) على بعد 160 كيلومتر غرب جزيرة سومطرة، أما بؤرة الزلزال فتقع على عمق 30 كيلومتر (18.6 ميل) تحت مستوى البحر وذلك عند نهاية الحافة الغربية "لحلق النار" (Belt Fire) التي يتركز فيها 81 بالمائة من الزلازل الكبرى في العالم. وامتد تأثير الأمواج المحيطية العارمة إلى بانجلادش و الهند و ماليزيا و ميانمار و تايلند و جزيرة سنغافورة و جزر المالديف (أنظر شكل 2).

2- امتد خط الصدع (line fault)

الذي نتج عنه الزلزال لمسافة 1200 كيلومتر و إنزلقت قشرة المحيط حوالي 15 مترا على طول نطاق الانضواء (subduction) حيث تغوص لوحة الهند تحت لوحة بورما. ولم يحدث ذلك الانزلاق بشكل آني، ولكن تم على مرحلتين استغرقتا عدة دقائق. وتشير بيانات سجلات الزلازل إلى أنه في المرحلة الأولى تمزق الغلاف الصخري على عمق 30 كيلومترا تحت قاع البحر في منطقة بلغ طولها 400 كيلومتر تقريبا وعرضها 100 كيلومتر. وفي البداية كسر الغلاف الصخري بسرعة بلغت حوالي الكيلومتر /الثانية على مقربة من ساحل آتشيه باتجاه الشمال الغربي. وقضى الأمر في خلال 100 ثانية. وبعد نفس الفترة الزمنية استمر تمزيق الغلاف الصخري المتواجد شمالا عند جزر أندامان و نيكوبار.

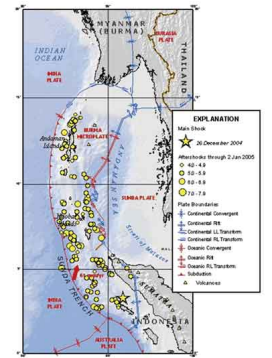
ويمثل اللوح الهندي جزءا من اللوح الهندي -أستراليا الكبير، الذي يقع تحت المحيط الهندي و خليج البنغال، وينحرف اللوح الهندي نحو المنطقة الشمالية الشرقية بمعدل يبلغ 6 سنتيمتر في السنة. وتقابل لوح الهند النشط (التكتوني) لوح بورما (الذي يعتبر جزءا من اللوح الأورو-آسيوي الكبير) في خندق سندا. وفي هذه النقطة، يطرح اللوح الهندي لوح بورما التي تتضمن جزر نيكوبار، جزر أندامان وشمالي سومطرة. وينزلق اللوح الهندي بصورة أعمق وأعمق تحت لوح بورما، فتؤدي درجة الحرارة و الضغط المتزايدين إلى سحب اللوح الهندي لأسفل نحو المصهير الذي بدوره يدفع إلى أعلى مكونا براكين (شكل: 3). ويتم تلاقي تلك الألواح عبر قرون عديدة حتى يتولد إجهاد يؤدي إلى نشأة الزلازل و الأمواج المحيطية العارمة.



شكل (3): رسم تخطيطي يحاكي زلازل المحيط الهندي حيث انضوت قطعة المحيط الهندي تحت قطعة بورما فتولد الزلزال عند نطاق الانضواء (نطاق بنيوف)

بالإضافة إلى جانب حركة حواف الألواح التكتونية، فإن التوقعات تشير إلى أن قاع البحر يرتفع بمعدل عدة أمتار، مما يؤدي إلى نشأة الموجات المحيطية العارمة المدمرة. ولما تنشأ الأمواج المحيطية العارمة من نقطة، كما يتصور بشكل خاطئ في العديد من الأشكال التوضيحية، لكنها تشع إلى الخارج على امتداد 1200 كم من الكسر. حتى انتشرت الموجات انتشاراً واسعاً حتى وصلت المكسيك و تشيلي.

4-المصدمات والزلازل الأخرى: وتبع الزلازل ردفات في جزر أندامان، جزر نيكوبار، ومنطقة المركز الأصلي في الساعات والأيام التي تلت الزلازل، وبلغت قوة أكبر ردفة 7.1 وكانت من نصيب جزر نيكوبار. وتعاقت الهزات يومياً بمصدمات بمقدار 6.6 (شكل:4).



شكل رقم(4): خريطة لمواقع الزلازل والردافات المتتالية وألواح الغلاف الصخري في منطقة الزلازل

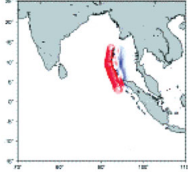
ومن الجدير بالذكر أن زلازل المحيط الهندي 2004 وقع بعد ثلاثة أيام فقط من وقوع زلازل كبير مقداره 8.1 في منطقة غير مسكونة غرب نيوزيلندا القطبية في جزر أوكلاند، وشمال جزيرة ماككوارى الأسترالية. ويعتقد أن ذلك الزلازل كان بمثابة الشرارة التي فجرت زلازل المحيط الهندي.

5- قوة الزلازال: تشير التقديرات إلى أن الطاقة الكلية التي أصدرها زلازال المحيط الهندي بلغت 2.0×10^{18} exajoules (2.0). وتكفي تلك الطاقة لغلي 150 لترا من الماء من نصيب كل شخص يعيش على الأرض. كما أن التخمينات تشير إلى تذبذب سطح الأرض حوالي 20 إلى 30 سنتيمترا، وهذا يكافئ قوة التأثيرات المدية التي تحدثها الشمس والقمر. وقد تمت تحسس موجات إهتزاز الزلازال عبر الكوكب - بعيدا حتى أوكلاهوما، كما سجلت حركات رأسية مقدارها 3 أمتار.

وقد أدى زحزحة الكتلة الصخرية والطاقة الهائلة التي أطلقها الزلازال إلى إحداث تغير طفيف في دوران الأرض. وتشير النماذج النظرية إلى أن يوم الأرض سيقصر بمقدار 2.68 أجزاء من المليون من الثانية ($2.68 \mu s$) (أو حوالي واحد billionth من طول اليوم) وذلك نتيجة لنقصان في تفلطح (oblateness) الأرض. كما قد يؤدي الزلازال أيضا إلى "تحلحل" (Wobble) في حدود 2.5 سنتيمتر، أو ربما بحدود 5 أو 6 سنتيمترا.

على أية حال، فبسبب تأثيرات مدية للقمر، يزداد طول اليوم 15 ميكرو ثانية (μs) كل سنة، لذا فإن أي تعجيل في دوران الأرض بسبب الزلازال سيفقد بسرعة. وبنفس الطريقة، فإن تحلل التقويم الطبيعي لأرض سيسبب تذبذب شمع الأرض بحدود 15م (The natural chandler wobble of the earth can be up to 15 m). وبصورة (chandler wobble of the earth can be up to 15 m). المناطق الغربية في حدود 20م، بل إن النهاية الشمالية لسومطرة التي تقع على لوح بورما التكتوني (المناطق الجنوبية على لوحة سندا)، قد ينتقل أيضا لمسافة 36م باتجاه الجنوب الغربي.

وتلك الحركة تشمل الحركة العمودية بالإضافة إلى الحركة الجانبية. وقد لا يكون محتملا إستعمار تلك الجزر خاصة في المناطق الساحلية نظرا لانخفاضها تحت مستوى سطح البحر. زلازال والرادفات التالية و ألواج الغلاف الصخري في منطقة الزلازال.

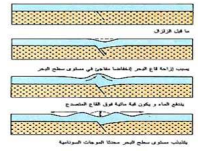


خصائص الموجة المحيطية المعارمة:

شكل: (5) الموجة المسوومانية ، اللون الأحمر (إلى اليسار) يشير إلى أن مستوى الماء أعلى من الوضع الطبيعي الذي يمثله اللون الأزرق (إلى اليمين) فوق بؤرة الزلزال.

تتولدت الأمواج المحيطية العارمة من إزاحة حجوم هائلة من الماء تنتج من إهتزاز قاع البحر بواسطة الزلزال. وقد ضربت تلك الأمواج سواحل المحيط الهندي، وكانت تلك المضربات الأخطر

إلى حد بعيد في كل تاريخ مسجل (شكل: 6).



شكل (6): تولد الموجات المتسونامية بواسطة الزلازل تحت البحار.

طبقاً لتقديرات تاد مرتي، نائب رئيس جمعية الأواج، فإن الطاقة الكلية للموجات المحيطية العارمة كانت تعادل حوالي خمسة مليون طن من مادة تي إن تي (20 petajoules). وهذه تعادل ضعف الطاقة المتفجرة الكلية التي إستعملت أثناء الحرب العالمية الثانية (مشملة تلك القنبلتين الذريتين). وقد رصد رادار قمرين صناعيين (كانا قدرا فوق الزلزال في وضع عمودي فوق المنطقة في لحظة الزلزال) صدر موجتين (wavefronts) 500-850 كيلومتر على حدة بإرتفاع 50 سنتيمتر. ومثلت تلك الموجتان أول الملاحظات عن تلك الموجات المتسونامية.

ت صارييف المقدس:

لم تتضرر بنجالادش البنجال كثيرا بزلزال المحيط الهندي بالرغم من أنها تقع على الطرف الشمالي لخليج البنجال، علاوة على كونها أراض منخفضة. ويرجع السبب في ذلك إلى أن اتجاه خط الفالق (الصدع) يمتد باتجاه شمال-جنوب، الأمر الذي جعل القوة العظمى للموجات المسونامية تسافر عموديا على اتجاه خط الفالق.. أي باتجاه شرق-غرب.

ومن الطبيعي أن تكون آمنة، تلك السواحل التي تفصلها عن الموجات المسونامية كتل صخرية. ولهذا فإن ولاية كيرالا الهندية ضربت بالموجات المسونامية بالرغم من وقوعها على الساحل الغربي للهند، وكذا الحال في الساحل الغربي لسريلانكا. كما أن بعد المسافة لا يمثل ضمان أمان، ولذلك فإن الموجات المسونامية قد ضربت الصومال بعنف أشد مما ضربت به بنجالادش.

ومن عجيب القدر أيضا اختلاف فترات تعرض المناطق المختلفة للموجات المسونامية. فقد تراوحت فترات الضربات من 15 دقيقة حتى سبع ساعات لتصل إلى السواحل المختلفة. ففي الوقت الذي ضربت فيه بسرعة المناطق الشمالية من جزيرة سومطرة الأندونيسية، تعرضت فيه سريلانكا والساحل الشرقي للهند ضربتا بعد ساعتين تقريبا. وضربت تايلاند أيضا بعد ساعتين تقريبا، على الرغم من أنها الأقرب إلى مركز الزلزال، لأن الموجة المحيطية العارمة سافرت ببطء أكثر في بحر أندامان المضحل أمام ساحلها الغربي.

الضرر والإصابات:

أغرقت الأمواج المحيطية العارمة أكثر من 170,000 شخص. بالإضافة إلى عشرات الألاف من المفقودين. وأكثر من مليون مشردا. وتذكر وكالات الإغاثة بأن ثلث القتلى من الأطفال، وذلك نتيجة النسبة العددية العالية للأطفال في سكان العديد من المناطق المتأثرة. والحقيقة أن ضعف الأطفال جعلهم غير قادرين على مقاومة المياه المتزايدة. هذا علاوة على قتل نحو 9,000 سائح من الأجانب (في الغالب أوروبيين) من الذين كانوا يتمتعون بقضاء عطلة أعياد رأس السنة الميلادية. وأكثر المتضررين كانوا من الإسكندنافيين (من السويد).

وقد أعلنت حالة الطوارئ في سريلانكا، أندونيسيا والديف (شكل:7). وأعلنت الأمم المتحدة أن عملية الإغاثة الحالية ستكون غالية جدا. كما صرح الأمين العام للأمم المتحدة كوفي عنان بأن من المحتمل أن يستغرق إعمار المناطق المتضررة ما بين خمس وعشر سنوات.



شكل (7): أكثر بلدان العالم تضرراً من آثار زلازل المحيط الهندي 2004.

كما أعربت الحكومات و المنظمات الغير حكومية عن خوفها من أن يتضاعف العدد النهائي من الخسائر في الأرواح نتيجة للأمراض.

إن هذا الزلزال يعد واحداً من أسوأ عشر زلازل بالنسبة لفقد الأرواح عبر التاريخ المدون. كما أن الموجة المحيطية العارمة هي الأسوأ موجة في التاريخ. وقد سجلت في سنة 1703 موجة محيطية عارمة في أوا باليابان قتلت أكثر من 100,000 شخص. وقد شملت البلدان التي تأثرت بالموجات العاتية كل من أندونيسيا , سيرى لانكا , الهند , تايلاند , المالديف , الصومال , ماينمار , ماليزيا وبلدان أخرى وبعض السياح الأجانب.

أحزمة الزلازل في العالم:

تتركز غالبية الزلازل في أحزمة جغرافية ضيقة. وعلى الرغم من حدوث الزلازل في أغلب بقاع الأرض إلا أن حواف الألواح التكتونية تحيط بها أحزمة الزلازل (شكل 8).

ونذكر من أهم أحزمة الزلازل ما يلي :

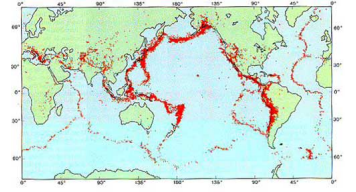
1- حزام ما حول المحيط الهادي (belt Pacific-Circum) :

80% من زلازل العالم ذات البؤرة الضحلة ، 90% ذات البؤرة المتوسطة و 100% ذات البؤرة العميقة.

2- حزام الألب - الهيمالايا belt Himalayan - Mediterranean : ويلتقي مع الحزام السابق في شمال أستراليا.

3- عبر قمة عرف وسط المحيط.

4- نطاقات بنيوف (zones Benioff) : التي تبدأ عند الأخاديد المحيطية منحدرية في الأرض بزاوية تتراوح ما بين 30° إلى 60° (شكل:3).



شكل (8): توزيعات أحزمة الزلازل في العالم في الفترة ما بين عامي 1961، 1967 موضحاً عليها المتطابق بين مواقع حواف الدواج التكتونية ومواقع أحزمة الزلازل.

ع لأمات التحذير:

في الوقت الذي يوجد فيه نظام تحذير من التسونامي في المحيط الهادي حيث يوجد "حزام النار" (Fire Ring) لا يوجد نظام للتحذير واستشعار الموجات التسونامية في المحيط الهادي. إن اشتداد الموجات التسونامية أمر غير سهل، نظراً لأن الموجات التسونامية في المياه العميقة يكون ارتفاعاتها منخفض جداً، ويلزم لكشفها شبكة من المحسّسات (sensors of Network). كما أن إنشاء شبكة إتصالات تضمن التحذير على مدار الساعة يمثل مشكلة عويصة. ويساهم في تعقيد مشكلة الإنذار عدم التقدير الصحيح لقوة الزلازل لحظة حدوثه. كما أن ندرة أمواج التسونامي في المحيط الهندي ساعدت في عدم الاهتمام بإنشاء نظام تحذير. علماً بأن أقصى الحافة الغربية "لحلقة النار" تمتد في المحيط الهندي. وقد أدى إزالة الشعاب المرجانية في المياه الضحلة إلى تعاضد فعل التسونامي. وأدت تلك الأمواج إلى حدوث أضرار جانبية تمثلت في إحداث دمار المظومة البيئية بما فيها من شعاب مرجانية ونبات المانجروف والغابات والمناطق الرطبة والداستزراع والكثبان الرملية والتنوع النباتي والحيواني والمياه الجوفية. بالإضافة إلى انتشار الملوثات الكيميائية.

