सुनामी : एक व्यापक भू व समुद्री घटना

सतीश आर शेत्ये
राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, दोना पावला, गोवा- 403004

सुनामी पृष्ठ गुरूत्व तरंगें है जो कि समुद्री सतह के क्षोभ के कारण उत्पन्न होती है। 26 दिसंबर 2004 को भारतीय समुद्र में उत्पन्न सुनामीए सुमात्रा के तट के पास एक भूकम्प का परिणाम थी। इस घटना के साथ जुड़े समुद्र स्तर उतार–चढ़ाव का सुनामी के संक्षप्ति परिचय के बाद सरांष प्रस्तुत किया गया है।

1. परिचय

26 दिसंबरए 2004 को सुबह तकरीबन 9 बजे भारत के पूर्वी तट के कई हिस्सों ने जलस्तर में अचानक परिवर्तन महसूस किया । जैसे–जैसे जल द्रुचत उठा, मार्ग में आने वाले ढांचे का चपटा करने हेतु उस इलाके लिए असामान्य भीषणता के साथ इसने अंतःस्थल को हटा दिया। पंद्रह से बीस मिनट के बाद जल वापस पीछे लौट गया, सिर्फ बाद में फिर से उठने के लिए। समुद्र स्तर में इसी तरह का परिवर्तन विभिन्न समयों पर तथा विभिन्न तीव्रताओं के साथ देष के अन्य तटीय इलाकों में भी देखा गया था: निकोबार द्वीप में कार निकोबार, अंडमान द्वीप में पोर्ट ब्लेयर, भारत के दक्षिण पष्चिमी तट के साथ आदि। यही घटना अन्य दक्षिण एषियाई देषों के भागों में भी देखी गई थी: इंडोनेषिया में सुमात्राए थाईलैण्डए म्यांमारए श्रीलंका तथा मालदीव।

इन तटों के पास देखे गये समुद्र स्तर में ये उतार–चढ़ाव इन इलाकों में होने वाली एक विरल प्राकृतिक घटना के कारण हुए थे समुद्री लहरों के आगमन को सुनामी के तौर पर जाना जाता है। सुनामी एक जापानी षब्द है तथा इसका अर्थ है ष्पोताश्रय लहरेंष्। ये लहरें ज्वारीय लहरों तथा भूकंपीय लहरों के नाम से भी जानी जाती हैं। यह निष्कर्ष निकला कि इनमें से कोई भी संतोषप्रद नहीं है। सुनामी का पोताश्रयों अथवा ज्वारों के साथ थोड़ा वहुत ही रिश्ता है तथा ये हमेशा भूकम्पीय गतिविधि से जुड़ी नहीं होती है।

सुनामी पृष्ठ गुरूत्व तरंगों की एक खास श्रेणी है यह लेख सर्वप्रथम इस बात का परीक्षण करता है कि पृष्ठ गुरूत्व तरंगे है क्या तथा उसके बाद सुनामी की उत्पत्ति को शामिल करते हुए इसके खास लक्षणों पर चर्चा करता है तथा अंत में 26 दिसंबर 2004 की घटनाओं परीक्षण करता है।

पवन तरंगें गंभीर जल तरंगें है क्योंकि ये सामान्य तौर पर वैसे जल में पाई जाती है जो उनके तरंगदैर्ध्यो के आधे से भी अधिक गभीर है।

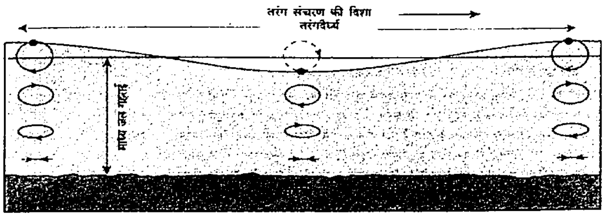
2. पृष्ठ गुरूत्व तरंगें

किसी समुद्र तट से, अथवा समुद्री जल में किसी जहाज पर सेए अथवा किसी झील में नाव पर से एक सर्वाधिक समान दृष्य होता है, जल पृष्ठ का तरंगण। जब पवन तेज होता है तो तरंगें बढ़ जाती है इसका भिन्न तरंगीय स्वरूप होता है, तथा यें तरंगें पवन तरंगों के तौर पर जानी जाती हैं। ये सुनामी से भिन्न पृष्ठ गुरूत्व तरंगों की एक श्रेणी का निर्माण करती हैं। पवन तरंगे गंभीर जल तरंगे है क्योंकि ये समान्य तौर पर वैसे जल में पाई जाती है जो कि उनके तरंगदैर्ध्यो के आधे से भी अधिक गंभीर है। तरंगों से जुडा पैटर्न 1–100m/s के प्रावस्था वेग के साथ घुमता है, उनका तरंगदैर्ध्य 1–1,000m के रेंज में होता है, तथा उनकी अवधि सेकण्डों से मिनटों में परिवर्तित होती है। तरंगें परिक्षेपी होती हैं अर्थात् उनका प्रावस्था वेग तरंगदैर्ध्य पर निर्भर करता है। जब पवन तरंग कमजोर होती है (उदाहरणार्थ जब कहीं भी विभंजन तरंगे नहीं देखी जाती हैं), पवन तरंग क्षेत्र के चलते गति के साथ जुड़ी कण तीव्रताएं प्रावस्था वेग के बहुत हद तक समान होती हैं तथा अकेले कण उदग सर्किल खोजते है। एक कण द्वारा खोजे गये सर्किल का आकर तथा साथ ही इसकी तीव्रता गहराई के साथ–साथ कम होती जाती है तथा एक निष्चित गहराई के बाद तरंग के साथ जुड़ी गति घटकर नाममात्र की रहा जाती है।

पवन तरंगो को पृष्ठ गुरूत्व तरंगें कहा जाता है क्योंकि उनकी गति में धरती का गुरूत्वीय आकर्षण एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता है। एक गतिहीन जलाषय में पृष्ठ सपाट रहता है तथा अस्थिर विन्यास रहता है। पृष्ठ पर पवन की क्रिया जलाषय में गतिज ऊर्जा समविष्ट करके साम्यावस्था से इसे क्षोभित करती है। तथा कण घूमना प्रारंभ हो जाते है धरती का गुरूत्व जल कणों को वापस साम्यावस्था की ओर खींचता है। परिणामित गति में, धरती के गुरूत्वीय आकर्षण के कारण गतिज उर्जा तथा विभवी उर्जा का संकलन संरक्षित होता है।

छिछली–जल तरंगों को ऐसा इसलिए कहा जाता है क्योंकि ये वैसे जल में उत्पन्न होती हैं जो तरंगो के साथ जुड़े तरंगादैर्ध्य के आधे से भी ज्यादा छिछला होता है।

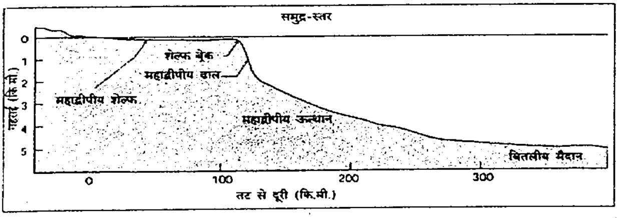
एक अन्य प्रकार की पृष्ठ गुरूत्व तरंग जो कि समुद्र में उत्पन्न होती है छिछली जल तरंगे कहलाती है। इनको ऐसा इसलिए कहा जाता है क्योंकि ये वैसे जल में उत्पन्न होती है जो तरंगों के साथ तरंगादैर्ध्य के आधे से भी ज्यादा छिछला होता है, समुद्र औसतन 4,000m गहरा होता है।



चित्र 1: छिछली जल तरंगों में कण गति, समुद्र–तल के निकट कक्षाओं का प्रगामी चपटीकरण दिखा रही है 3 मे चि़त्र 1.8 (ग) पर आधारित।

इस प्रकार छिछली जल तरंगों से जुड़े तरंगादैर्ध्य कम से कम 8 किण्मी. लेकिन ये अधिकत 1000 कि.मी. तक भी हो सकते हैं। इन तरंगों का प्राबस्था वेग $\sqrt{gh}$, जहां कि g गुरूत्वीय त्वरण ($9.81 m/s^2$) है तथा h जल की गहराई है। जबकि प्रावस्था वेग तरंगादैर्ध्य से स्वतंत्र है, ये तरंगें अपरिक्षेपी हैं। खुले समुद्र में, उनका प्रावस्था वेग तकरीबन 200 m/s अर्थात् करीब 750 कि.मी./ प्रति घंटे हैं। यह मोटे तौर पर वह तीव्रता है जिस पर सामान्यतया जेट एअरक्राफ्ट उड़ता है। खुले समुद्र में अवलोकित छिछली जल तरंगो से जुड़ी कण की गति की तीव्रता काफी कमजोर होती है। रैखिक तरंगो के लिए यह $gn/\sqrt{gh}$ का घात हैए जहां की समुद्र पृष्ठ का क्षोभ है। छिछली जल तरंगो से जुड़ी कण गति दीर्घवृत्त के साथ हैं (चित्र 1)। गभीर जल तरंगो की विपरीतए छिछली जल तरंगो से जुड़े वृत्त का मुख्य अक्ष गहराई के साथ परिवर्तित होती हैए तथा न ही कणों के तीव्रता से परिवर्तित होता है। तकनीकी भाषा मेंए इस तरह की गतिए जिसमें की कण की गति ;धाराद्ध गहाराई के साथ परिवर्तित नहीं होती है। वैरोट्रापिक कहलाती है।

प्रकृति में अवलोकित छिछली जल तरंगो का सबसे समान्य उदाहरण ज्वारीय गति के कारण उठने वाली तंरगे हैं। ये चांद तथा सूर्य के गुरूत्वीय आकर्शण से उत्पन्न होती है। इन गतियों की अवधि तकरीबन 12.5 घंटे तथा 24 घंटे होती है। खुले समुद्र मे इनके तरंगादैध्य 100–10000 किमीं की रेज में होता है।

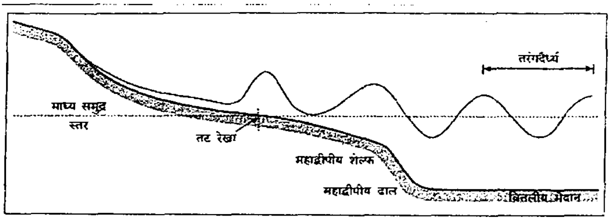


चित्र 2 : तटीय क्षेत्र में तलीय स्थलाकशति का प्ररूपी विचरण ——

3. सुनामी का संरचरण

सुनामी खुले समुद्र के द्रचत अर्थात जल में करीब 4000m की गहराई में, छिछली जल पृष्ठ गुरूत्व तरंगो के रूप में संचरण करती हैं। इनके पास 100–3,000 सेकेण्ड की प्रतिरूपी अवधि है तथा 10–500 कि.मी. के तरंगादैर्ध्य हैं। खुले समद्र के द्रचत इन तरंगो चलते पृष्ठ क्षोभ विशिष्ट तौर पर तकरीबन आधे मीटर से भी कम है तथा कण वेग प्रति सेकेण्ड कुछ एक सेंटीमीटर ही है। इस तरह के कण वेग तथा पृष्ठ क्षोभ इतने तुच्छ होते है कि एक गुजरते हुए जहाज की नजर में भी नहीं आते हैं। इस प्रकार, खुले समुद्र करने का यात्रा करते समय सुनामी का तब तक पता नहीं चलता है जब तक कि इसको देखने के लिए विशिष्ट तौर पर अभिकल्पित खास यंत्र न लगाये गए हों।

चूंकि तरंगे की एक तट की ओर संचरित होती हैं। दो परिवर्तन होते हैं गहराई कम हो जाती है तथा तरंगदैर्ध्य ऐसा करता है। गहराई में कमी होने के चलते जल स्तंभ में ऊर्जा का एक अल्पतर ऊंचाई पर समंजित होना पड़ता है। चित्र 2 खुले समुद्र से तट की ओर जल गहराई में विषिष्ठ परिवर्तन को दर्षाता है। भारतीय तटीय इलाके में षेल्फ ब्रेक तकरीबन 200m की गहराई में उत्पन्न होता है। इस गहराई में तरंग उर्जा जो कि पहले जल स्तंभ के तकरीबन 4000m पर बंटीत थी को तकरीबन 200 m में निष्पीड़ित होना पड़ता है। गहराई में कमी भी प्रावस्था वेग में कमी तथा इस प्रकार तरंगदैर्ध्य में कमी करती है। इसका अर्थ है कि तरंग द्वरं. को भी क्षैतिज रूप से एक कमतर दूरी पर ही समंजित होना पड़ता है। दो प्रभावों एवं द्वबंख्लंवड में कमी तथा तरंगदैर्ध्य में कमी जल की प्रति यूनिट मात्रा में उपलब्ध यांत्रिक द्वर्रं तीव्र वृद्धि करते है क्योंकि यह छिछले क्षेत्रों की ओर संचरित होता है। अन्य षब्दों में सुनामी तरंग का द्वरं. घनत्व बढ़ जाता है।



चित्र 3 छिछली जल तरंग का रूपांतरण जब यह तट रेखा पर पहुंचती है ({1}) में चित्र 2.2 पर आधारित)

ऊर्जा घनत्व में बढ़ोत्तरीए तरंग के रैखिक वर्षन से अरैखिक अवस्था के संक्रमण की ओर बढ़ जाती है। चित्र 3 इस संक्रमण की योजना बताता हैए जो कि प्रावस्था वेग में कमी तथा तरंगदैर्ध्य में कमी तथा तरंग ऊंचाई कण वेग में बढ़ोत्तरी चिन्हित होती है। ई ब्रयन्ट द्वारा लिखी गई अतिसूचना दायक पुस्तक सुनामी के अनुसार तरंग द्वबंख्ड में तकरीबन 60 प्रतिषत तक के वृद्धि तट के निकट अंतिम 20m गहराई परिवर्तन में होती है। तट के निकट कण वेग तकरीबन 7 m/s (~ 25 किमी/ घंटे) के मान तक पहुंचते है। यह उसे वेग के साथ होता है; जितने वेग के साथ सुनामी का जल समुद्रतट की ओर बढ़ता है। समुद्रतट पर एक प्रेक्षक को यह तरंग एक दीवार (पवन तरंगों में दिखनें वाले आकाषीय तरंगित पृष्ठ के विपरीतद्ध की तरह दिखती है। जैसा कि पहले बताया गया है किए सुनामी की अवधि कुछेक मिनटों से दस मिनट तक है आने वाली तरंगो की अवधि यह तय करती है कि समुद्रतट पर जल कितनी तेजी से बढ़ेगा

तथा पीछे हटेगा, लेकिन सिर्फ फिर से बढ़ने के लिए। ऐसा सामान्यता तकरीबन 2–3 दिनों तक चलता रहता है (सबसे बड़ा आयाम प्रथम दिन होता है) जब तक कि सुनामी तरंगों के पैकेट में समायी द्वरं. खर्च नहीं हो जाती ।

सुनामी तब उत्पन्न होती है जब कभी समुद्र तल का दीर्घ स्तरीय क्षोभ 10 से सैकडों किमी. तक होता है

4. सुनामी की उत्पत्ति

सुनामी की उत्पत्ति तब होती है जब कभी समुद्र तल का दीर्घ स्तरीय क्षोभ (10 से सैकेंडों कि .मी. तक) होता है। तीन क्रियाविधियाँ हैं जिनसे इस तरह का क्षोभ उत्पन्न होता है :

क. वैसे भूकम्प जिनके अधिकेन्द्र समुद्र तल के नीचे स्थित होते हैं, तल को कंपित कर सकते है,

ख. समुद्र तल पर भू–स्खलन खास करके महाद्वीपीय ढाल पर (चित्र 2) अचानक समुद तल का स्वरूप बदल सकते हैं, तथा

ग. समुद्र तल पर या नजदीकी महाद्वीप पर, ज्वालामुखी विस्फोट, तल को हिला सकता है। अथवा विस्फोट के साथ निकली राख की विषाल मात्रा तेजी से समुद्री तल पर तेजी से बह सकती है।

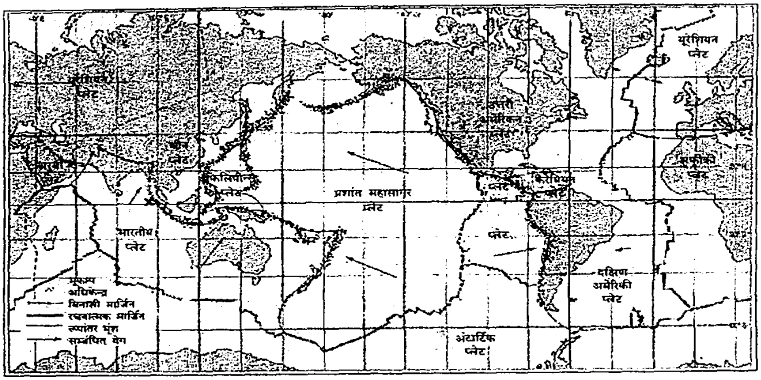
प्रशांत महासागर तथा इसके उपांत इलकों के खाते में अभी तक सबसे अधिक सुनामी दर्ज हुआ है। समुद्र तल के उपरोक्त में किसी भी क्षोभ से समुद्र पृष्ठ का क्षोभ हो सकता है जो कि छिछली जल तरंगों के रूप में संचरित होता है।

जैसे कि तालिका एक में देखा सकता है, उपरोक्त तीनों में से किसी एक भी कारण से सुनामी की उत्पत्ती भारतीय तथा अटलांटिक समुद्र में विरल ही है। प्रशांत महासागर तथा इसके उपांत इलाकों के खातें मे अभी तक सबसे अधिक सुनामी दर्ज हुआ है। चीन में 4 हजार वर्ष पूर्व तथा जापान में 1300 वर्ष पूर्व भी सुनामी के प्रमाण है (ई ब्रयन्ट [1])। इसके विपरीत, भारत के खाते में ऐसी कोई घटना दर्ज प्रतीत नहीं होती है वास्तव में, किसी भी भारतीय भाषा में 'सुनामी' जैसा कोई षब्द ही नहीं मिलता है।

विश्व के विभिन्न स्थानों में सुनामी की उत्पत्ती का प्रतिशत इस प्रकार है - अटलांटिक पूर्वी तट 1.6:% भूमध्यसागरीय 10.1% बंगाल की खाड़ी 0.8%, ईस्ट इंडीज 20.3%, प्रष्शांत महासागर 25.4% , जापान रूस 18. 6%, प्रष्शांत महासागर पूर्वी तट 8.9%, कैरेबियन 13.8%, अटलंटिक पश्चिमी तट 0.4 %.

अभी तक भारतीय सागरों मे दर्ज सभी सुनामी मे से तकरीबन 80 प्रतिषत भूकम्पों के चलते आये है। प्रष्शांत महासागर में सुनामी की आवृत्ति अधिक है क्योंकि वहां समुद्र तल पर अधिक भूकंप आते हैं। यह प्लेट विवर्तनिकी तथा समुद्र तल विस्तरण का परिणाम हैं जो कि भूवैज्ञानिक समय मापकम के माध्यम से धरती के पृष्ठ पर महाद्वीपों का संचलन निर्धारित करता है (रेजोंनेन्स में इस विषय पर पूर्व लेख का संदर्भ लें)। समुद्र तल पर अधिकतर भूकंप तभी होते है जबकि एक महासागरीय प्लेट एक महासागरीय प्लेट एक महाद्वीपीय प्लेट के तहत उपवाहित होती है। है। प्रशांत महासागर के

पूरे उपांत ने इस तरह का उपवाहन महसूस किया है तथा इस प्रकार इस समुद्री तल पर भूकम्प एक सामान्य बात है। इस उपांत ने जो नाम अर्जित किया है वह है आग का उपांत। समुद्र तल पर भूकंपों के बंटन तथा प्लेटों की चोहद्दियों जो कि धरती महाद्वीपों तथा समुद्र तल को संघटित करते हैं, को चित्र 4 से समझा जा सकता है। इस चित्र में टिप्पणी बताती है कि भारतीय महासागर के पूर्वी उपांत के साथ जुड़ा एक उपवाहन जोन है।

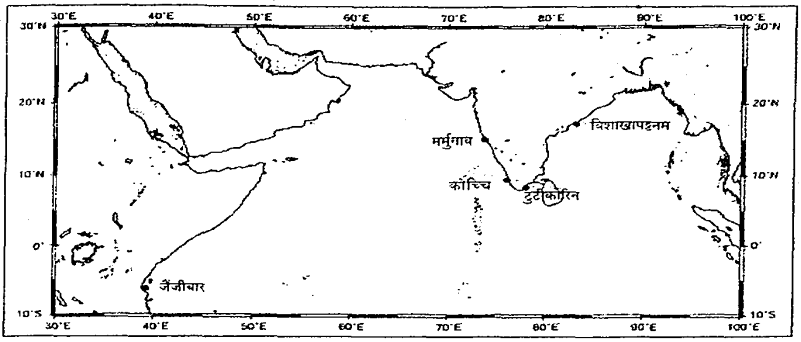


चित्र 4: भारतीय प्लेट पर सुनामी तट के पास कास 26 दिसंबर 2004 को भूकंप की जगह दर्षा रहा हैं। बिंदु चिन्ह पछले भूकंपों की जगह दर्षाते हैं। अन्य संकेतों के अर्थ नीचे बांये कोने में दिये गये है। (रमेष चंदेर, वेगेनर एण्ड हिज थ्यॉरी ऑफ कॉन्टिनेन्टल डि–पट, रेजोनेन्स, संक. 4, सं 7, पृ 24, 1999। ए बी रॉय एसेम्बली एण्ड ब्रेकअप ऑफ सुपरकॉन्टि्न्टस रेजोनेन्स, संक. 4, सं. 7, पृ 42, 1999।)

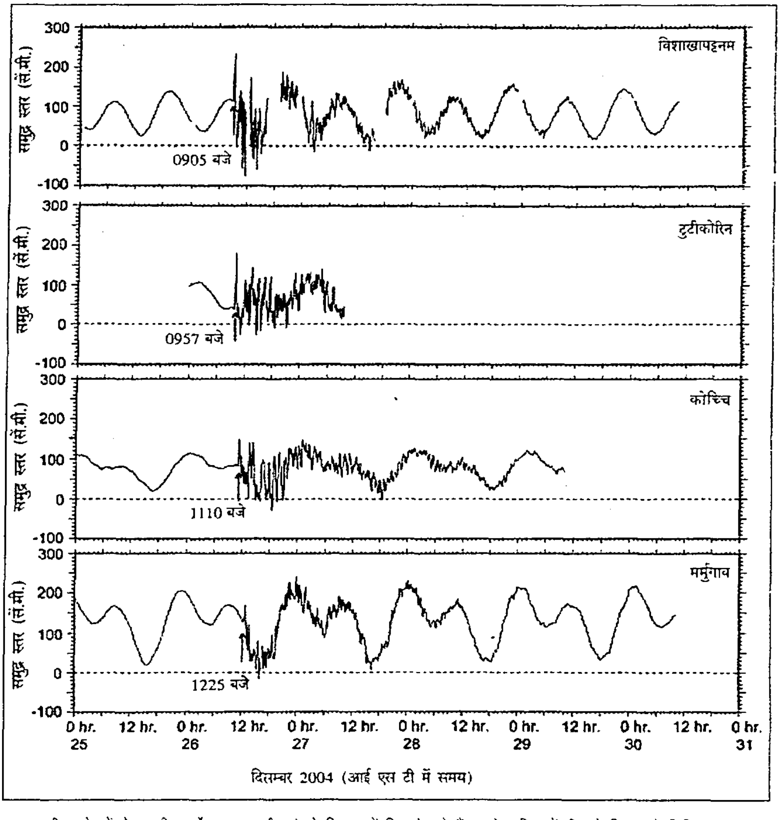
5. 26 दिसंबर 2004 की घटना

26 दिसंबर 2004 को सुबह 6.29 बजे (आई एस टी), सुमात्रा, इंडोनिषिया के तट के पास ;यह जगह चित्र में चिहिन्त की गई हैद्ध 3.4N तथा 95.7E अक्षांश/रेखांश पर रिक्टर पैमाने पर 9.0 की तीव्रता का एक भूकंप आया। ऐसा प्रतीत होता है कि इस भूकंप ने अंडमान व निकोबार द्वीपों की श्रृखला के पष्चिमी समद्र तल के कुछ अवसर्पण को ट्रिगर कि होगा। इस भूकंप तथा अवसर्पण ने करीब हजार किण्मी. की दूरी से समुद्र तल को क्षोभित किया। इसने, अंततः सुनामी की ट्रेन की ट्रिगर करके समुद्र पृष्ठ को क्षोभित किया, जो कि उनकी उत्पत्ति के इलाके से बाहर की ओर संचारित हुई।

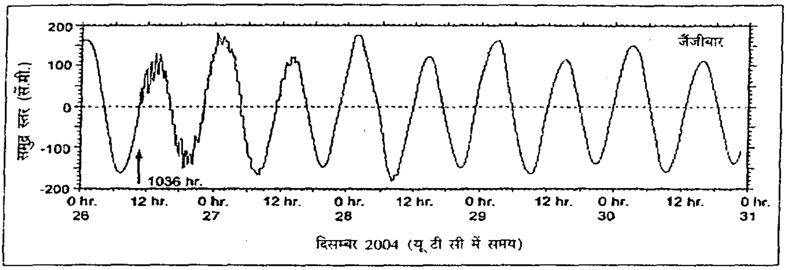
इन सुनामी के आगमन से संकेत ज्वार प्रमापी यंत्रों (जल–स्तर दर्ज करने वाले यंत्र) ने दर्ज किये जो कि प्रायः महत्वपूर्ण बंदगाहों पर लगे होते है। चित्र 5 तथा 6 कमषः 26–31 दिसंबर 2004 के दौरान ज्वार प्रमापी यंत्रों तथा अवलोकित समुद्र स्तर का स्थान दर्षातें हैं चित्र 6 क में देखे कि सामान्य ज्वारीय परिवर्तन (12.5 तथा 24 घंटों की अवधि के साथ दोलन) सुनामी द्वारा क्षोभित होते हैं, जिसकी अवधि 20–40 मिनट की होती है। भारतीय स्थानों से आकंडे भारतीय सर्वे के ज्वार प्रमापी नेटवर्क से लिये गये है (देखे http://www.nio.org)। जैंजीबार से आंकड़े (चित्र 6 ख) वेबसाइट http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhslc/iotd/ से लिये गये हैं।



चित्र 5 ज्वार प्रमापी यंत्रों की जगह जिनके आंकड़ें चित्र 6 क तथा ख में दर्षाये गये हैं।



चित्र 6 क:: भारतीय स्टेषनों से भारतीय सर्वे ज्वार प्रमापी आंकड़े चित्र 5 में दिखाये गये हैं। प्रत्येक चित्र में तीर के निषान से चिहिन्त समय प्रथम सुनामी के आगमन समय (भारतीय मानक समय) को इंगित करती है। इन तरंगों ने ज्वारों के चलते सामान्य कोमल समुद्र स्तर परिवर्तन को क्षोभित कर दिया। कृपया नोट करें कि भूकंप भा.मा.स. के अनुसार सुबह 06:29 पर आया था। (स्त्रोत www.nio.org).

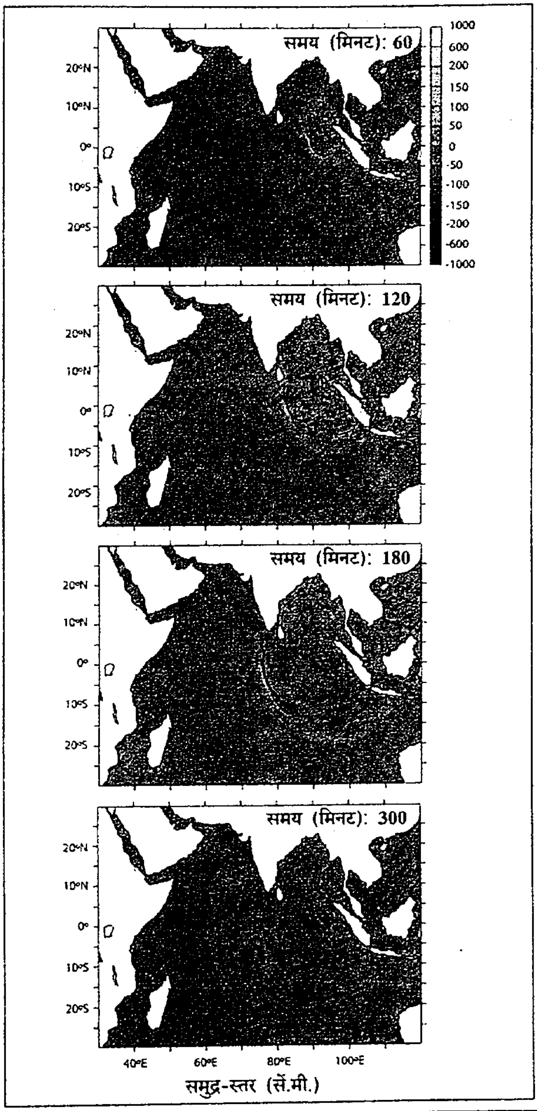


चित्र 6 ख: जैंजीबार ;चित्र 5 देखेंद्ध ज्वार– प्रमापी से समुद्र–स्तर आंकड़ें। क्षैतिज अक्ष सार्वत्रिक समय मे समय देता है जो कि भा.मा.स. से 330 मिनट पीछे है। (http://illikai.soest.hawaii.edu/unslc/iotd/)

चित्र 6 क में दिये गये आंकड़े बहुत ही दिलचस्प बातें बताते है कि कैसे सुनामी संचरित होती है। सुनामी संचरण के मॉडल हमें इनकी विषेषताएँ समझने में मदद करते है। ऐसी ही एक विषेषता है कि सुनामी कमोबेष एक ही समय पर भारत के संपूर्ण पूर्व तट पर पहुंच गई, जबकि भारत के पष्चिमी तट के साथ, तरंगे दक्षिण से उत्तर आगमन समय बढ़ती देरी के साथ, दक्षिण से उत्तर संचरित हुई। भारतीय समुद्र विज्ञान संस्थान मे एस नीतु तथा डी षंकर द्वारा एक संख्यात्मक मॉडल विकसित किया गया है जो कि इस विशेषता को पुनःप्रस्तुत करता है। यह मॉडल एक कोड का उपयोग करता है जिसका उपयोग पहले भारत के तटीय जलों में ज्वारों का अध्ययन करने के लिए उन्नीकृष्णन मज सण ख्र, द्वारा किया गया था। चित्र 7 सुनामी के चलते समुद्र–स्तर क्षोभ के संचरण की कुछेक झलकियां प्रस्तुत करता है। यह मॉडल छिछली जल तरंगों के लिए समीकरण का उपयोग करता है। इनके सरलतम स्वरूप में ये समीकरण समुद्र स्तर क्षोभ, η के लिए निम्नलिखित समीकरण तक सीमित किये गये हैं।

$$\frac{\partial^2\eta}{\partial t^2} - gh\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)\eta = 0,$$

जहां t समय है तथा x एवं y कमषः पूर्वाभिमुख तथा उत्तराभिमुख दूरी है। यह समीकरण सुविख्यात है तथा ऑप्टिकल तरंगों सहित कई तरह की तरंगों के संचरण को बताता है। जबकि ऑप्टिकल तरंगों छिछली जल तरंगे प्रतिबिम्बित, अपवर्तित हो सकती हैं तथा प्रगृहीत हो जाती है। उपरोक्त समीकरण मे गहराई ऑप्टिकल तरंगों में अपवर्तनांक के लिए एक अनुरूप भूमिका अदा करती है। यह परिवर्तन, अपवर्तन तथा प्रगृहन की उन प्रक्रियाओं के माध्यम से हुआ कि सुनामी भारत के पष्चिमी तट पर पहुंच गई तथा उत्तर की ओर संचरित हुई। इन प्रकियाओं ने हमें यह समझने में भी मदद की कि क्यों कुछ क्षेत्रों को सुनामी से उर्जा की बड़ी मात्रा प्राप्त हुई, जबकि अन्य इससे अनछुए बच गए।



चित्र 7 : भारतीय समुद्र–विज्ञान संस्थान गोआ में एस नीतु ए एस उन्नीकृष्णन डी षंकर तथा अन्य लोगों द्वारा विकसित एक मॉडल में अनुकारित सुनामी का संचरण। द्वपर दाहिनें कोने में ग्रे स्केल समुद्र– स्तर क्षोभ को सेंटीमीटर में दर्षाते हुए। (स्त्रोतः www.nio.org)

6. उपसंहार

यह निष्कर्ष सामने आया कि रिकार्ड में 26 दिंसबर 2004 को तेज भूकंप के साथ आई सुनामी बड़ी ही विनाषक सुनामी के रूप में दर्ज है। अभी तकए मृतकों की संख्यां 2,50,000 से भी ज्यादा हो चुकी है। यह वस्तुतः एक तबाहीपूर्ण क्षति है। यह वैसे इलाकें में घटित हुई जहां सुनामी की आवृति कम है जिसके चलते इस इलाके में सुनामी चेतावनी प्रणाली स्थापित नही कीं गई है। केवल वह महासागर जहां कि सुनामी चेतावनी प्रणाली विद्यमान है वह है प्रशांत महासागर। विशाल सुनामीए यद्यपि उत्पत्ति का एक निम्न प्रायिकता के साथ घटित घटना, एक उच्च प्रभाव वाली घटना थी। यह नहीं किया जा सकता लेकिन इस घटना की तुलना उत्तरी अटलांलिकं के पूर्वी तट पर 1755 में घटित घटना, सुनामी की उत्पत्ति के लिए एक अन्य निम्न प्रायकिता स्थल, के साथ की जा सकती है। उसे वर्षए लिस्बॉनए पूर्तगाल के निजदीक आया भूकंप अभी तक के बड़े भूकंपों में से एक दर्ज किया गया था, जिसने विषाल सुनामी की उत्पत्ति की तथा अटलांटिक के पूर्वी तट के पास तबाही मचा दी थी। 1755 की तरह हीए 2004 में प्रकृति ने फिर से एक निम्न प्रायिकता लेकिन उच्च प्रभाव वाली घटना के माध्यम से अपनी जटिलता का दावा किया।

सुझाई गई पाठय–सामग्री

1. एडवार्ड ब्रायन्ट, सुनामी दि अन्डरेटेड हैजर्ड, कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस, कैम्बिज यू के , 2001।

2 वाल्टर डुडले एन्ड मिन् ली, सुनामी! यूनिवर्सिटी ऑफ हवाई प्रेस, होनोलुलु, यू एस ए , 1998।

3. दि ओशिएनोंग्राफी कोर्स टीम वेव्सए टाइडस एण्ड शैलो वाटर प्रोसेसेज , दि ओपेन युनिवर्सिटी, यू के, 1994।

4. दि ओशिएनाग्राफी कोर्स टीम, दि ओषिएन बेसिन्सः देयर स्ट्रक्चर एण्ड ईवोल्यूषनए दि ओपेन युनिवर्सिटी, यू के 1994।

5 ए एस उन्नीकृष्णनए एस आर षेत्येए एण्ड जी एक माकइल, टाइडल प्रोपगेषन इन द गल्फ ऑफ खम्बट, बॉम्बे हाई, एण्ड सराउन्डिग एरियाज, प्रो. इंडियान एके.साइ ;अर्थ प्लानेट साईद्ध संक. 108, सं. 3, पीपी 155–177, 1999।