استفاده از تجربه بازیابی و توسعه خطوط ساحلی در مناطق سونامی زده ژاپن برای سواحل مکران

[۱]رضا راستی اردکانی، [۲] محمد راستی اردکانی

[۱] دانشگاه صنعت آب و برق

[۲] سازمان بنادر و دریانوردی

چکیده

کشور ما ایران بر روی یکی از مناطق لرزه‌خیز جهان قرار دارد و زلزله همواره خسارت‌های جبران‌ناپذیر انسانی، اقتصادی و اجتماعی به کشورمان وارد کرده است. سونامی یکی از پدیده‌هایی است که در اثر زلزله در سواحل اقیانوسها و دریاها رخ می دهد. خطر سونامی برای سواحل ایران در دریای عمان محتمل است و بندر چابهار تنها بندر کشور است که احتمال وقوع سونامی در اثر زلزله در آن وجود دارد. در این مقاله با توجه به تجربیات مناطق سونامی زده ژاپن و خطوط ساحلی سندای و فوکوشیما، به بررسی آثار آن بر بنادر، سواحل و سازه های دریایی پرداخته شده است. همچنین روند بازیابی و توسعه خطوط ساحلی یک سال پس از وقوع زلزله بررسی و این تجربیات برای منطقه چابهار و مکران به کار گرفته شده و در پایان توصیه و راهکارهایی ارائه شده است.

کلمات کلیدی: خطوط ساحلی، سونامی، دیوار آبی، مدیریت بحران.

۱- مقدمه

ایران دارای حدود ۵۰۰۰ کیلومتر مرز آبی است که دارای تاسیسات بندری، شهری، تجاری و مسکونی هستند. تمام حاشیه خطوط ساحلی شمال و جنوب کشور از خطر لرزه ای بالا برخوردار است. در اثر وقوع زلزله در حاشیه دریاها احتمال سونامی وجود دارد. سونامی موج یا رشته‌ای از امواج است که در اقیانوس به دنبال زلزله های دریایی بوجود می آید. این امواج ممکن است صدها کیلومتر پهنا داشته باشد و هنگام رسیدن به ساحل ارتفاع آن به دهها متر برسد. این دیوارهای آبی با سرعتی بیشتر از یک هواپیمای جت پهنه اقیانوس را می پیمایند و به ساحل کوبیده می‌شوند و تخریب وسیعی را باعث میگردند. سوابق و شواهد تاریخی و لرزه‌خیزی منطقه‌ای، از وقوع متناوب سونامی‌های لرزه‌ای در ناحیه مکران در گذشته و احتمال وقوع آن‌ها در آینده حکایت دارد. هم تراز بودن عمده قسمت های سواحل جنوبی ایران با سطح دریا امکان پیشرفت موج سونامی به داخل خشکی را بسیار آسان نموده و میزان بسیار کمی از انرژی موج کاهش می یابد (شکل۱).

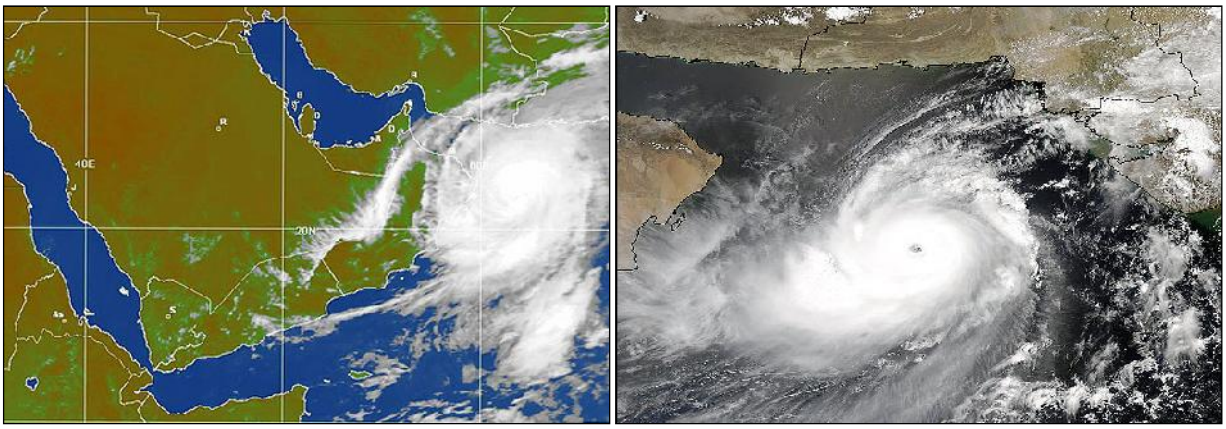
شکل ۱- هم تراز بودن سواحل جنوبی ایران با سطح دریا

۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مکران

مکران یا بلوچستان امروزی در منتهی الیه مرز جنوب شرقی ایران میان ۲۵ و ۳۲ درجه شمالی و ۵۸ تا ۷۰ درجه شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع است. طول و عرض بلوچستان تفاوت چندانی با هم ندارند. طول بلوچستان از کوه ملک سیاته تا چابهار ۶۰۰ کیلومتر است و عرض آن از کوهک تا انتهای شرقی جازموریان، به اندازه ۵۹۰ کیلومتر امتداد دارد. بلوچستان از شمال به سیستان و افغانستان، از جنوب به دریای عمان، از غرب به استان کرمان و هرمزگان و از شرق به پاکستان محدود است.شهرستان چابهار با مساحتی حدود ۱۷۱۵۵ کیلومتر مربع در منتهی الیه جنوب شرقی ایران در کنار آب های گرم دریای عمان و اقیانوس هند قرار گرفته است. این شهرستان از جانب شمال به شهرستانهای ایرانشهر و نیک شهر و از جنوب به دریای عمان و از شرق به پاکستان و از غرب به استان‌های کرمان و هرمزگان محدود است.بندر چابهار مرکز شهرستان با وسعتی بالغ بر ۱۱ کیلومتر مربع در ارتفاع ۷ متر از سطح دریا قرارگرفته‌است. فاصله هوائی شهرستان چابهار تا تهران ۱۴۵۶ کیلومتر و فاصله زمینی از طریق جاده ایرانشهر کرمان ۱۹۶۱ کیلومتر است. فاصله بندر چابهار تا مرکز استان ۷۳۸ کیلومتر می‌باشد. این شهرستان حدوداً دارای ۳۰۰ کیلومتر مرز آبی در دریای عمان می‌باشد.

۳- اهمیت ویژه سواحل مکران

بندر چابهار مرکز اصلی منطقه مکران به دلیل موقعیت راهبردی، که نزدیک‌ترین راه دسترسی کشورهای محصور به خشکی آسیای میانه یعنی افغانستان، ترکمنستان، ازبکستان، تاجیکستان، قرقیزستان و قزاقستان به آبهای آزاد است. در واقع بندر چابهار آسان‌ترین و راهبردی‌ترین راه دسترسی به آبهای آزاد برای ۶ کشور محاط به خشکی در آسیای میانه است. لذا از اهمیت فراوانی برخوردار می باشد و سازندگی و سرمایه‌گذاری فراوانی در آن صورت گرفته است. ساخت اسکله و افزایش گنجایش بارگیری کشتی‌های اقیانوس‌پیما، ساخت راه‌آهن به سوی آسیای میانه و احداث فرودگاه بین‌المللی، پایگاه هوایی و دریایی سبب شده این بندر به یکی از مهمترین چهار راه های کریدور شمال- جنوب بازرگانی جهانی تبدیل شود.
منطقه آزاد چابهار با مساحت ۱۴ هزار هکتار در شرق خلیج چابهار و در کنار آبهای دریای عمان قرار دارد. دسترسی مستقیم به آبهای آزاد و قرارداشتن در خارج از خلیج فارس، موقعیت استراتژیکی را برای ایجاد یک گذرگاه ارتباطی بین کشورهای آسیایی میانه و سایر کشورهای جهان فراهم آورده است.
خلیج چابهار با بریدگی طبیعی و استثنایی خود، بزرگترین خلیج ایران در پیرامون سواحل دریای عمان به شمار می‌رود. طوفان «گنو» که در سال ۱۳۸۶ بخش هایی از سواحل چابهار را درنوردید، تنها بخشی از مخاطرات وقوع سونامی را در این منطقه نشان داد. این پدیده و طوفان های حاره ای در سواحل جنوب شرقی کشور جدی است و احتمال رخ دادن آن وجود دارد (شکل ۲).

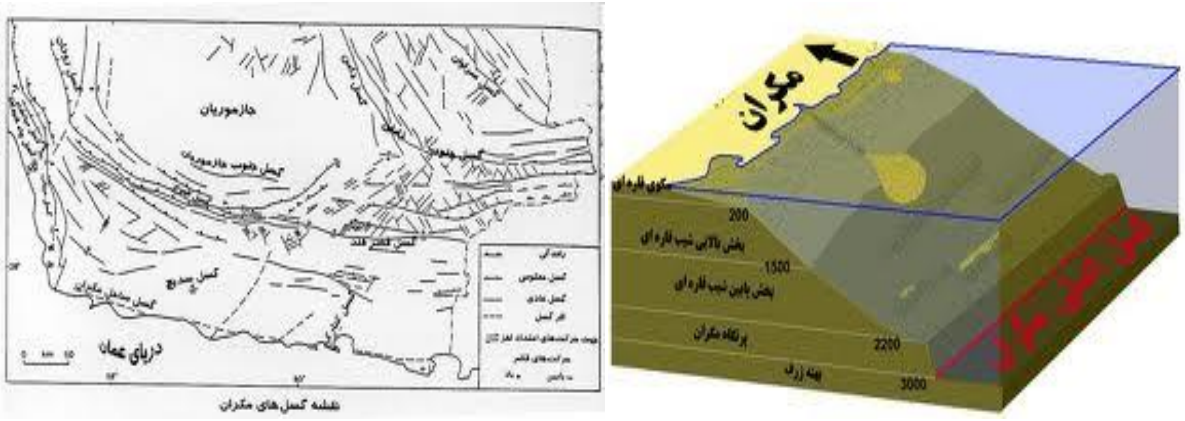


شکل ۲- طوفان های حاره ای در سواحل جنوب شرقی کشور

۴- لرزه خیزی منطقه مکران

ناحیه مکران در نتیجه برخورد صفحه عربی به صفحه اوراسیا در شمال غرب اقیانوس هند در مجاورت سواحل جنوبی ایران و پاکستان شکل گرفته است. در اثر این برخورد گسل مکران واقع در ۱۰۰ کیلومتری ساحل ایجاد شده به طوری که این پوسته اقیانوسی در حال فرو رانش در زیر خشکی ایران به میزان سالانه چهار تا پنج سانتیمتر است. طول گسل مکران ۹۰۰ کیلومتر که به موازات ساحل کشور ما کشیده شده که کشورهای ایران، عمان، پاکستان و هند را متأثر می کند. نصف گسل مکران در ایران قرار گرفته است. این قسمت از گسل مکران از مرز پاکستان تا تنگه هرمز ادامه دارد و احتمال اینکه این بار کانون وقوع زلزله در سواحل ایران باشد بسیار جدی است (شکل ۳).

در گسل ساحلی مکران با توجه به رخداد زمین لرزه ای تاریخی با بزرگای ۸،۱ ریشتر در بخش شرقی گسل و در خارج از مرزهای ایران و با توجه به وضعیت تکتونیکی ناحیه، برای دوره بازگشت ۴۷۵ سال بیشینه شتاب افقی معادل 0.28g و بیشینه شتاب قائم معادل 0.18g پیش بینی می شود [۱] .



شکل ۳- ناحیه مکران و گسل های آن

اطلاعات جمع آوری شده حاکی از وقوع سونامی در ۶۵ سال پیش در مرز سواحل ایران و پاکستان دارد که کانون اصلی آن در سواحل پاکستان و ارتفاع امواج تخریبی آن در بعضی از سواحل نزدیک به آن به بیش از ۱۰ متر رسیده است. مطالعات انجام شده بر روی لایه های رسوبی و سن سنجی از فسیلها برروی تخته سنگهای بزرگ پرتاب شده و برجای مانده در سواحل نیز گواهی براین مدعاست که از یکهزار سال قبل تاکنون سونامی بزرگی رخ نداده و سونامی سال ۱۳۴۵ نیز قابل توجه نبوده و این امر احتمال وقوع زلزله در گسل مکران را افزایش می دهد.

۵- سونامی وعلل وقوع

کلمه سونامی (tsunami) از کلمات ژاپنی(tsu بندر) و (nami امواج) تشکیل شده است. سونامی موج یا رشته‌ای از امواج است که در اقیانوس به دنبال زلزله های دریایی بوجود می‌آید. شایع‌ترین علت سونامی‌ها زلزله‌های زیردریایی هستند [۳].
لیتوسفر یا بخش فوقانی زمین از چندین صفحه عظیم تشکیل شده است. این صفحات قاره‌ها و کف دریاها را می‌سازند. این صفحات بر روی یک لایه زیرین نیمه جامد به نام آستنوسفر قرار دارند و مدواما روی کره زمین با سرعتی در حد ۲,۵ تا ۵ سانتی‌متر در سال در حال حرکتند. این حرکت بیش از همه در طول خطوط گسل رخ می‌دهد. حرکت این صفحات باعث بروز زلزله‌ها و آتش‌فشان‌ها می‌شود که در کف اقیانوس ها دو منشا سونامی هستند. هنگامی که دو صفحه در ناحیه‌ای که مرز صفحه‌ای نامیده می‌شود در تلاقی با یکدیگر قرار می گیرند، صفحه سنگین‌تر به زیر صفحه سبک‌تر می‌لغزد. بروز پدیده لغزش به پایین گودال‌های عمیق اقیانوسی در کف دریا ایجاد می‌کند. در هنگام بروز این پدیده بخشی از کف دریا که به صفحه سبک‌تر متصل است به علت فشار صفحه زیرونده ناگهان به سمت بالا جابجا می شود که نتیجه این وضعیت بروز زلزله است. هنگامی که این قطعه از صفحه به بالا حرکت می کند، میلیون‌ها تن صخره با نیرویی عظیم به بالا فرستاده می‌شوند. انرژی این حجم سنگ وخاک به آب منتقل می‌شود. این انرژی آب را به بالاتر از سطح معمول دریا می‌راند و به این ترتیب سونامی زاده می‌شود (شکل ۴).

شکل ۴- حمله سونامی به سواحل

هنگامی که آب به سمت بالا رانده می‌شود، جاذبه بر روی آن عمل می‌کند، وانرژی را به طور افقی به موازات سطح آب هدایت می‌کند. سپس انرژی از میان اعماق آب از مرکز اولیه جنبش به اطراف گسترش می‌یابد. نیروی عظیمی که بوسیله جنبش لرزه‌ای ایجاد می‌شود سرعت باورنکردنی سونای را ایجاد می‌کند. سرعت واقعی سونامی با اندازه‌گیری عمق آب در نقطه‌ایی که سونامی از آن می‌گذرد، محاسبه می‌شود. این سرعت مساوی ریشه دوم حاصلضرب شتاب جاذبه در میزان عمق آب است.
موج ناشی از باد دارای سرعتی معادل۸ تا ۱۰۰ کیلومتر در ساعت و با دوره موج ۵ تا ۲۰ ثانیه و طول موج ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر است در حالی که موج سونامی سرعتی معادل ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر در ساعت و با دوره ۱۰ دقیقه تا ۲ ساعت و طول موج ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلومتر است [۳] .

۶- تجربه سونامی شمال شرق ژاپن

در تاریخ ۱۱ مارس ۲۰۱۱ زلزله ای با بزرگای ۹ ریشتر در ۱۲۵ کیلومتری شرق ساحل هونشو ژاپن و ۳۸۰ کیلومتری توکیو اتفاق افتاد. این زلزله دریایی باعث به وجود آمدن سونامی به ارتفاع متوسط ۸ متر وحداکثر ۱۵ متر شد. این سونامی با حمله به سواحل شمال شرق ژاپن خسارات عظیمی به بنادر، مناطق شهری، ساختمانها و کارخانجات منطقه وارد کرد. حمله سونامی به نیروگاه اتمی فوکوشیما باعث به وجود آمدن مشکلات تامین انرژی و بحران هسته ای و زیستی محیطی گردید [۴] (شکل ۵).

شکل ۵- سونامی سواحل شمال شرق ژاپن [۴]

جمع آوری میلیونها تن آوار، بازیابی سریع، بازسازی، کنترل و مدیریت بحران آن، دنیا را خیره کرد. مهمترین بحران ایجاد شده در آن سونامی وارد شدن امواج با ارتفاع زیاد به خنک کن نیروگاه اتمی فوکوشیما بود بطوریکه با قطع برق خنک کن درجه حرارت بالا رفت و سبب انفجار نیروگاه و مشکلات آلودگی هسته ای گردید. عملا بازیابی، بازسازی سواحل و شهرها کوچکترین مشکل آنان بود. تجربه ژاپنی ها در بازیابی مناطق سونامی زده و توسعه خطوط ساحلی آن میتواند برای سواحل شمال و جنوب ایران بویژه مناطق ساحلی مکران کاربرد داشته باشد. نمونه ای از بازیابی و بازسازی سه و ده ماه پس از سونامی در تصاویر زیر آورده شده است [۲] (شکل ۶و۷).

شکل ۶- بازیابی سه ماه پس از سونامی [۲]

شکل ۷- بازیابی و بازسازی ده ماه پس از سونامی

۷- نتیجه گیری

احتمال رخ دادن طوفان های حاره ای، وقوع زلزله و سونامی در سواحل جنوب شرقی کشورمان جدی است. برای جلوگیری از کاهش خسارات اقداماتی از قبیل انجام مطالعات تحلیل خطر و آسیب پذیری در دریای عمان، راه‌اندازی مرکز پایش و هشدار سونامی ضروری است.

دیواره های سواحل جنوبی ایران مسطح و هم تراز با دریاست به گونه ای که امواج کوچک نیز می تواند زمینه پیشرفت آب در خشکی و خسارات سنگین را موجب شود. در صورتی که امواج سهمگین ناشی از وقوع زلزله های دریایی که سونامی را در پی دارد، به این سواحل نزدیک شود عمق نفوذ آب ممکن است به ده ها کیلومتر برسد که در این صورت میزان خسارات قابل توجه خواهد بود. برای مقابله با سونامی باید در سیستم هشدارهای حوادث اقیانوسی اقدامات اساسی صورت گیرد. تعیین درست کاربری اراضی ساحلی، ساخت و ساز ایمن و مقاوم، اجتناب از جانمایی صنایع مهم و مجتمع‌های اداری و مسکونی پیشنهاد می شود.

کمترین فاصله پایگاه دهم شکاری چابهار از دریا حدود ۵ کیلومتر است و ۶ متر ارتفاع از سطح دریا دارد. امواج با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت تنها در سه دقیقه به پایگاه می رسد. بدین ترتیب با احتساب فواصل ناچیز این پایگاه هوایی با دریا و جهت حفظ دارایی ارزشمند و آماده نگهداشتن آن باید اقدامات لازم صورت پذیرد تا از واقعه ای مشابه پایگاه ماتسوشیمای ژاپن پیشگیری شود.

برای محصور نمودن پایگاه دهم شکاری بایستی مطالعات تحلیل خطر، آسیب پذیری و مقاوم سازی صورت گیرد. در یک بررسی کلی احداث یک دیوار بتن مسلح وزنی با طول ۱۴ کیلومتر و با توجه به ارتفاع این پایگاه از سطح دریا، ارتفاع حدود ۷ متر نیاز است. البته ساخت این چنین دیوارهایی دارای پیچیدگی های فراوان می باشد. در مورد مجتمع بندری شهید بهشتی، انبارهای آن و منطقه ویژه اقتصادی با توجه به دبی آب وارد شده باید مطالعات و بررسی های لازم به عمل آید و ساخت کانال و تونل کنار گذر انتقال آب با احجام زیاد می تواند مناسب باشد. پس از یک سونامی متوسط هرگاه امواج ساحل به طور ناگهانی و سریع عقب نشینی کند، ساحل نشینان ۱۵ تا ۳۰ دقیقه برای دور شدن از ساحل و ترک منطقه فرصت دارند. فراهم آوردن وسایل ارتباطی و اطلاع رسانی مناسب، ارائه آموزش‌های عمومی به ساکنان مناطق ساحلی پیشنهاد میگردد.

۸- مراجع

[۱] ادیب، احمد، مالکی مسعود ، بابایی، حسن علی، ارزیابی خطر زمین لرزه در شهر چابهار در ارتباط با کاهش مخاطرات محیطی، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی، تهران، ۱۳۸۵.

[۲] راستی، رضا، شاداب فر، مهدی، گزارش وضعیت ژاپن یک سال پس از زلزله و سونامی توهوکو (بر اساس بازدید از ناحیه سونامی زده)، مارس ۲۰۱۲.

[۳] هاکانو، مونوهیکو، زلزله در آلبوم تجربه، ترجمه حسنی، نعمت، ویراستار اسلامی محمد رضا، ناشر مرکز بحرانهای طبیعی در صنعت، دانشگاه صنعت آب و برق، ۱۳۸۳.

[4] Report on the 2011Tohoko-chiho Earthquake, Architecture Institute of Japan, 2011.