محیط‌شناسی، دورهٔ ٤١، شمارهٔ ٣، پاییز ١٣٩٤، صفحهٔ ٥٢٧-٥١١

برآورد خسارت کل اقتصادی ناشی از سونامی محتمل در خلیج چابهار (منطقهٔ مکران)

شیما مدنی[1]*، سعیده خالقی[2]

۱. استادیار، دکتری اقتصاد منابع طبیعی، گروه حقوق و مطالعات راهبردی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران،

۲. کارشناس ارشد اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی، گروه حقوق و مطالعات راهبردی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران، khaleghisaeedeh@gmail.com

تاریخ وصول مقاله:۹۳/۸/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٤/۱/۲۵

چکیده

خلیج چابهار واقع در جنوب ایران و در شمال اقیانوس هند در معرض خطر سونامی ناشی از زمین‌لغزش منطقهٔ مکران قرار دارد. هدف از این مطالعه، با توجه به احتمال وقوع مجدد سونامی در خلیج چابهار، برآورد میزان حداقل خسارت در صورت وقوع سونامی در این منطقه در قالب دو سناریوی خوشبینانه و بدبینانه است. به طور کلی خسارات ناشی از سونامی در چهار طبقه شامل بخش اجتماعی، زیرساخت‌ها، بخش‌های مولد و بین‌بخشی بررسی و در برآورد خسارات، از روش‌های تخمین خسارت منطقه‌ای و احتمال حداکثر خسارت به صورت مکمل استفاده شده است. بر اساس نتایج، در سناریوی خوشبینانه در مجموع حداقل خسارت معادل با ۸۲۷ میلیون دلار و در سناریوی بدبینانه معادل با ۱/۴ میلیارد دلار در صورت وقوع سونامی به وقوع خواهد پیوست که خسارات ناشی از تلفات انسانی و هزینه‌های وارده به زیرساخت‌ها به ترتیب بالاترین ارقام را به خود اختصاص می‌دهند. پس از این بخش‌ها، بخش تولیدی بیشترین خسارت را از جانب صید و صیادی متحمل می‌شود و با توجه به اهمیت این منطقه در تجارت بین‌المللی ایران، انتظار می‌رود خسارت کلی به مراتب بیش از رقم محاسبه‌شده باشد. در نتیجه مدیریت ریسک در منطقه و برنامه‌ریزی برای واکنش مناسب به این مخاطره باید جزو اولویت‌ها باشد.

کلیدواژه

احتمال حداکثر خسارت، تخمین خسارت منطقه‌ای، سونامی، شاخص آسیب‌پذیری نسبی، PTVA.

۱. سرآغاز

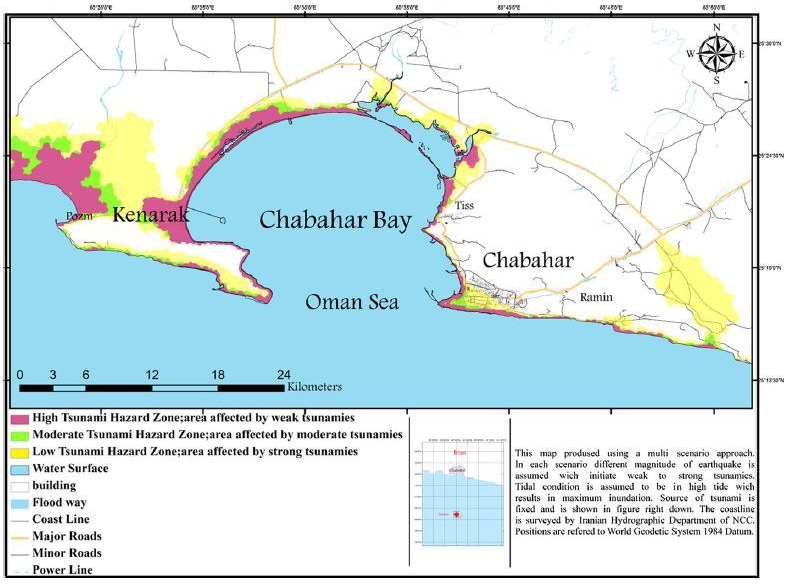
در اثر زمین‌لرزهٔ زیر دریا و جابه‌جایی وسیع آب دریا، پدیده‌ای تحت عنوان سونامی شکل می‌گیرد که از یک رشته موج تشکیل شده است. البته سونامی می‌تواند علت دیگری نیز مانند فرورانش صفحات زیرزمین داشته باشد، اما زمین‌لرزهٔ زیردریا مهم‌ترین منشأ آن است (Ferreira, 2011). در شمال‌غربی اقیانوس هند، در اثر فرورانش صفحهٔ اقیانوسی عمان به زیر صفحهٔ قاره‌ای ایران، ناحیهٔ مکران تشکیل شده که این ناحیه از نزدیکی تنگهٔ هرمز تا حدود مرز هند با طولی حدود ۹۰۰ کیلومتر در امتداد شرقی- غربی گسترش یافته است (حیدرزاده و همکاران، ۱۳۸۶). زون مکران دارای پتانسیل سونامی‌خیز بالایی است (Mokhtari, 2011). با توجه به سوابق موجود برای سال ۱۹۴۵ این منطقه سونامی را تجربه کرده (Pararas, 2006) و از نظر زمین‌شناسی، توانایی ایجاد زمین‌لرزه‌های بزرگ سونامی‌زا را داشته است و به همین دلیل خطر سونامی برای سواحل جنوبی ایران یک خطر جدی به شمار می‌رود (Payande, et al., 2015). پیش‌بینی می‌شود در صورت فعال‌شدن گسل مکران امواج سونامی ظرف ۳۰ دقیقه به سواحل ایران برسد (اکبرپورجنت و همکاران، ۱۳۹۱) که با

* نویسنده مسئول: Email: sh.madani@inio.ac.ir

توجه به موقعیت اقتصادی خلیج چابهار در جنوب کشور، از مهم‌ترین سواحل در معرض خطر است، از این رو باید آمادگی لازم برای مقابله با این پدیده در کشور ایجاد شود. با توجه به موقعیت خلیج چابهار در منطقهٔ مکران، در صورت وقوع سونامی، فاجعهٔ انسانی در این منطقه روی می‌دهد (اکبرپورجنت و همکاران، ۱۳۹۱). برای اینکه بتوان برنامهٔ بهتری برای حداقل خسارت و بازسازی خسارات ناشی از مخاطرات دریایی ارائه کرد، ابتدا باید شناخت مناسبی از آثار اقتصادی و اجتماعی مخاطره به دست آورد (Hallegatte, 2008).

همچنین، بندر راهبردی چابهار به‌منزلهٔ تنها بندر اقیانوسی ایران در شمال دریای عمان قرار دارد که نزدیک‌ترین و آسان‌ترین راه دسترسی کشورهای آسیای میانه (که محصور در خشکی‌اند) به آب‌های آزاد جهان است و یکی از شاهرگ‌های حیات تجاری ایران به حساب می‌آید. بنابراین، هدف از این مطالعه با توجه به احتمال وقوع سونامی در خلیج چابهار و موقعیت استراتژیک این منطقه در اقتصاد کشور و تجاری‌بودن منطقه، برآورد میزان حداقل خسارت در صورت وقوع سونامی در این منطقه است.

برای این منظور ابتدا باید میزان آب‌گرفتگی و پیشروی امواج سونامی در سواحل مشخص باشد که پاینده و همکاران میزان آب‌گرفتگی خلیج چابهار را با استفاده از مدل‌سازی عددی انجام داده و شبیه‌سازی انتشار سونامی در دریای عمان را استحصال کرده‌اند (Payande, et al., 2015) که در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. بالاروی سونامی در خلیج چابهار در سه سناریو وقوع زمین‌لرزه (Payande, et al., 2015)

همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، میزان آب‌گرفتگی خلیج چابهار در سه سناریو ضعیف، متوسط و قوی (در اثر زلزلهٔ به بزرگی ۷/۵، ۸/۱ و ۹/۱ به ترتیب) با رنگ‌های قرمز، سبز و زرد مشخص شده است (Payande, et al., 2015). در این مطالعه از روش حداکثر میزان خسارت، در دو حالت بدترین سناریو یعنی زلزلهٔ ۹/۱ ریشتری (مناطق آب‌گرفتگی زردرنگ) و بهترین سناریو یعنی زلزلهٔ ۸/۱ ریشتری (منطقهٔ قرمزرنگ) استفاده شده است. بیشترین مناطق آب‌گرفتگی در شهرستان‌های چابهار، کنارک و قسمت داخلی خلیج است که در قسمت داخلی به جز یک کارخانهٔ آب شیرین‌کن، هیچ سکنه و زیرساختی وجود ندارد و کلیهٔ مراکز و سکونت‌گاه‌ها در دو منطقهٔ

چابهار و کنارک قرار دارند (طرح جامع شهرستان چابهار و کنارک، ۱۳۸۶). در این مطالعه نیز خسارت اقتصادی ناشی از سونامی در این مناطق برآورد می‌شود.

در بیشتر مطالعات، برآورد خسارت ناشی از سونامی پس از حادثه محاسبه شده است. به طوری که میزان خسارت ناشی از سونامی اندونزی در سال ۲۰۰۴ که در اثر زمین لرزهٔ ۹ ریشتری در شمال سوماترا به وجود آمد، سبب از بین رفتن ۹۷ درصد از تولید ناخالص داخلی منطقه شد و در مجموع بیش از ۵/۵ میلیارد دلار خسارت به وجود آورد که در رشد اقتصادی در سال ۲۰۰۵ نیز اثر منفی بر جای گذاشت (Indrawati, 2005). سونامی ژاپن در سال ۲۰۱۱ نیز در اثر زمین‌لرزهٔ دریایی ۹ ریشتری به وقوع پیوست که در اثر این فاجعه نزدیک به ۱۵ هزار انسان از بین رفتند و بیش از ۳ میلیارد دلار خسارت بر جای ماند (RMS Special Report, 2011; Nanto, et al., 2011).

در مطالعه‌ای برای منطقهٔ Cascadia در شمال امریکا با استفاده از مدل PTVA به پیش‌بینی خسارت احتمالی ناشی از سونامی با منشأ زمین‌لغزش اقدام شده و نتایج مبین این است که در حدود ۰/۵ میلیارد دلار خسارت به ساختمان‌های مسکونی و ۱۱۶ میلیون دلار به ساختمان‌های تجاری وارد خواهد شد به طوری که بر مبنای نتایج این مطالعه ۹۵ درصد از ساختمان‌های مسکونی یک طبقه و ۲۳ درصد از ساختمان‌های تجاری تخریب خواهند شد (Dominey-Howes, et al., 2010).

پیش‌بینی و ارزیابی آثار اقتصادی و انسانی ناشی از امواج سونامی در سواحل شمال امریکا در سال ۲۰۰۴ با در نظر گرفتن عمق دو کیلومتری زمین‌لرزه از سطح زمین، مبین این است که به طور متوسط سالانه ۱۸۲ انسان در سواحل در معرض خطرند و ۱۸ میلیون دلار در هر سال به زیرساخت‌ها و تجهیزات خسارت وارد خواهد شد. در یک سناریوی کلی پیش‌بینی شده است که آثار امواج سونامی در سواحل امریکای شمالی در ۱/۱ میلیون انسان اثرگذار بوده است و موجب خسارتی معادل ۱۱۰ میلیارد دلار به زیرساخت‌ها و تجهیزات موجود در مناطق ساحلی می‌شود (Chesley and Ward, 2006).

در مطالعه‌ای برای مناطق سونامی‌خیز استرالیا پس از تعیین میزان خسارت و پیش‌بینی آن، اقدام به ارائهٔ نقشهٔ تخلیه[1] شده است تا در صورت حادثه کمترین هزینه را برای خسارات انسانی متحمل شد. این مطالعات با هدف بهبود مدیریت ریسک انجام شده و از ساکنان مناطق در معرض خطر برای تأیید نقشه‌های به‌دست‌آمده و انطباق با واقعیت مناطق استفاده شده است. نتایج مبین این است که نقشهٔ تهیه‌شده توانسته است رضایت ساکنان مناطق در معرض خطر سونامی را همراه داشته باشد (Dall'Osso and Dominey-Howes, 2010).

در تحلیل آثار ناشی از یک مخاطرهٔ طبیعی باید کلیهٔ آثار و خسارات در نظر گرفته شوند تا در ارزش‌گذاری هزینه‌های مخاطرات سونامی، بتوان نتیجهٔ واقع‌بینانه‌ای به دست آورد. مخاطرات طبیعی و به صورت اخص سونامی که در این مطالعه بررسی می‌شوند، علاوه بر آثار مستقیمی که در زندگی و ظاهر منطقهٔ مورد مخاطره به بار می‌آورند، آثار غیرمستقیمی نیز از خود بر جای می‌گذارند. شناخت این آثار ما را در مدیریت بهتر مخاطرات طبیعی و اقدامات مورد نیاز بعد از آن کمک می‌کند. با تعیین بخش‌های متأثر از مخاطرات طبیعی می‌توان وسعت و عمق خسارات و آسیب‌های هر بخش را به دست آورد و در جهت پیشگیری از خسارات اقدام کرد.

به طور کلی انواع خسارت‌های ناشی از وقوع یک بلای طبیعی بر بخش های یک منطقه را می توان در چهار دسته طبقه‌بندی کرد:

۱. بخش اجتماعی دربر گیرندهٔ خسارات انسانی، بخش مسکن، بخش آموزش، بخش سلامت و بخش فرهنگ و مذهب؛

۲. بخش زیرساخت‌ها شامل بخش حمل و نقل، انرژی، ارتباطات، آب و فاضلاب و کنترل سیل، حفاظت ساحلی و آبیاری؛

۳. بخش تولیدی شامل کشاورزی، ماهیگیری و بنگاه‌های تولیدی؛

۴. بین‌بخشی شامل دولت، بخش مالی و محیط‌زیست.

در این مقاله بخش‌های ذکرشده تا حد امکان و با توجه به دسترسی اطلاعات ارزیابی شده و از آنجا که هدف برآورد حداقل خسارت است، از موارد کم‌اهمیت یا فاقد اطلاعات چشم‌پوشی شده است. به همین دلیل واژهٔ حداقل در برآورد خسارت به کار برده می‌شود، زیرا دامنهٔ خسارت ناشی از یک مخاطره بسیار فراتر از اعداد و ارقام در دسترس است.

با توجه به موارد ذکرشده در این مقاله برآنیم تا با روش‌های اقتصادی خسارات کل ناشی از سونامی احتمالی در خلیج چابهار را برآورد کنیم. از این‌رو در قسمت دوم به معرفی روش و مدل استفاده‌شده پرداخته خواهد شد. سپس در قسمت سوم نتایج محاسبات بیان شده و ارقام به‌دست‌آمده بررسی خواهد شد و در قسمت بحث به بررسی نتایج و مقایسه با سایر مطالعات اقدام می‌شود. در قسمت آخر نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی ارائه می‌شود.

۲. مواد و روش‌ها

هزینه‌های مخاطرات دریایی به سه دستهٔ مستقیم، غیرمستقیم و پنهان تقسیم می‌شوند. برای برآورد هزینه‌های مستقیم از چهار روش مدل چندمتغیره، روش تابع خسارت، احتمال حداکثر خسارت و تخمین خسارت بر مبنای ناحیه استفاده می‌شود. در برآورد خسارت ناشی از مخاطرهٔ سونامی روش احتمال حداکثر خسارت بیشتر مورد توجه است. با توجه به اهداف این مطالعه و دسترسی به اطلاعات، برای برآورد حداقل خسارت وارده به خلیج چابهار با توجه به نوع خسارت تحت بررسی، از روش‌های برآورد خسارت منطقه‌ای، روش PTVA[۲] و احتمال حداکثر خسارت همچنین، از گزارش‌ها و نقشه‌های منتشرشده از سوی سازمان مسکن و شهرسازی استان سیستان و بلوچستان در قالب طرح جامع، که تمام ابعاد و بخش‌های شهرستان‌های کنارک و چابهار را بررسی کرده، استفاده شده است.

با در نظر گرفتن این موضوع که بخش مسکن در مخاطرهٔ سونامی بیشترین آسیب را متحمل می‌شود، از روش نوینی بررسی دقیق و کامل می‌شود. ابزار استفاده‌شده برای تخمین خسارت به بخش مسکن مدلی است که اولین بار از سوی Papathoma برای سونامی به کار رفته است. PTVA اولین ابزار تخمین خسارت است که به منظور به دست آوردن آسیب به ساختمان‌های مسکونی استفاده می‌شود. PTVA مدلی پویاست که قادر به ایجاد چارچوب تخمین اولیهٔ آسیب با قدرت بالاست. Papathoma و همکاران (۲۰۰۳) یک سری از خصوصیات (مهندسی، زیست محیطی، اجتماعی و غیره) را تعیین و طبقه بندی کردند که این خصوصیات واکنش متفاوتی به نوع و شدت آسیب به ساختمان‌ها را مطرح می‌کردند. در این مدل در نهایت یک امتیاز شاخص آسیب‌پذیری نسبی (RVI) برای ساختمان به دست می‌آید که با توجه به قیمت ساختمان و شاخص ذکرشده می‌توان به واسطهٔ آن میزان خسارت وارده بر هر یک از ساختمان‌ها را محاسبه کرد. از این مدل برای بررسی میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی ناشی از سونامی در نواحی مختلفی استفاده شده و اعتبار آن به اثبات رسیده است (Dall Osso, et al., 2009a; Dall Osso, et al,. 2009b; Papathoma, et al., 2003; Dall Osso, et al., 2010; Dominey-Howes and Papathoma, 2007; Dominey-Howes, et al,. 2010).

بر اساس این مدل نشان داده می‌شود که یک ساختمان با یک ساختار ضعیف (برای مثال، تعداد کم طبقات، مصالح ساختمانی بی‌دوام مثل چوب، پی‌ریزی ضعیف، شرایط ضعیف حفاظت از بنا و ...) خسارت بیشتری را در مقابل سونامی و خصوصاً آب‌گرفتگی پس از آن متحمل خواهد شد. از طرف دیگر، یک ساختمان با ساختار مستحکم (مثل سه طبقه یا بیشتر، بتن‌آرمه، پی‌ریزی محکم و ...) ممکن است ۴۰ تا ۵۰ درصد از ارزش خود را بدون هیچ‌گونه خسارت ساختاری شایان توجهی، از دست بدهد.

شاخص آسیب‌پذیری نسبی (RVI)[۳] برای هر ساختمان، با جمع وزنی دو قسمت مجزا به دست می‌آید. در نتیجه، عدد RVI هر ساختمان در این مدل به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$RVI = \frac{۲}{۳}(SV) + \frac{۱}{۳}(WV) \qquad (۱)$$

که در آن SV امتیاز استانداردشده برای آسیب‌پذیری ساختاری هر بنا، WV امتیاز استانداردشده برای آسیب‌پذیری ناشی از آب‌گرفتگی و WV و SV هر دو در بازهٔ ۱ تا ۵ قرار دارند. ضریب دو سوم (۲/۳) در این رابطه به این خاطر است که خسارت سنگین به ساختار هر ساختمان ممکن است به طور منطقی به هزینه‌های بالای تعمیر که ممکن است با ارزش آن ساختمان برابر یا بیشتر باشد، منجر شود که این عدد در فرمول بالا ثابت و در مطالعات مختلف صحت آن تأیید شده است (Dall Osso, et al., 2009a; Dall Osso, et al,. 2009b; Dall Osso, et al., 2010).

آسیب‌پذیری ساختاری هر ساختمان (SV) با ویژگی‌های ساختاری هر بنا (BV)، میزان آب‌گرفتگی ساختمان (EX)، درجهٔ حفاظت از بنا (Prot)، طبق رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$SV(۱،۱۲۵)=(BV) . (EX) . (Prot) \qquad (۲)$$

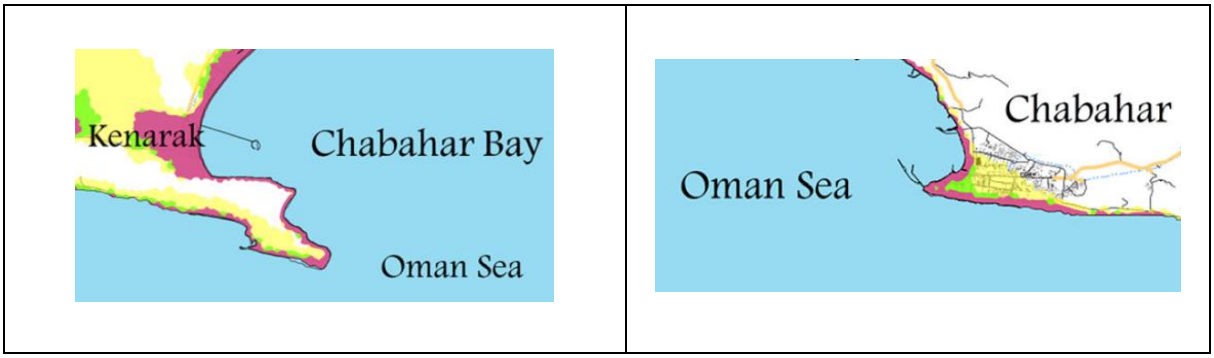
که BV امتیاز استانداردشده در بازهٔ ۱ (حداقل آسیب‌پذیری) تا ۵ (حداکثر آسیب‌پذیری) است و به ویژگی‌های بنا بستگی دارد. این ویژگی‌ها شامل تعداد طبقات ساختمان، مصالح ساختمانی و تکنیک ساخت، هیدرودینامیک طبقهٔ اول، شالوده و پی بنا، شکل و جهت قرارگیری بنا، اجسام قابل حمل و شرایط حفاظت از بناست. EX با عمق آب مورد انتظار در مکان قرارگرفتن ساختمان تعیین می‌شود. EX بین ۱ (حداقل عمق آب) تا ۵ (حداکثر عمق آب) قرار می‌گیرد. Prot امتیاز استانداردشده برای سطح حفاظتی است که از طریق هر مانعی برای ساختمان فراهم می‌شود. ویژگی‌های مربوط به این قسمت شامل ردیف قرارگیری بنا، وجود دیوار دریایی، موانع طبیعی و وجود دیوار آجری اطراف بنا می‌شوند که طبق مدل وزن‌هایی را به خود اختصاص می‌دهند. Prot در بازهٔ ۱ (حداکثر حفاظت) تا ۵ (بدون هیچ‌گونه حفاظتی) قرار می‌گیرد (برای اطلاع بیشتر از جزئیات مدل به Dall Osso, et al., 2009 رجوع شود).

روش استفاده‌شده برای سایر اجزای بخش‌های چهارگانه که در بالا عنوان شد، تخمین هزینهٔ جایگزین و برآورد منافع ازدست‌رفته است که در بخش تولید بیشتر بهره‌برداری شده است. در مواردی که دسترسی به هیچ‌گونه آمار مستندی در منطقه وجود نداشته است، از روش انتقال منافع و با توجه به سونامی‌های اتفاق‌افتاده در سایر کشورها بهره گرفته شده است. در بخش خسارات انسانی نیز مبنای محاسبه میزان دیهٔ اعلام‌شده برای هر فرد است که البته این حداقل خسارت انسانی خواهد بود.

۳. نتایج و بحث

در راستای هدف این مطالعه با استفاده از مدل‌سازی و مطالعات صورت‌گرفته از سوی Payande و همکاران (۲۰۱۵) بر اساس دو سناریوی بالاروی امواج با توجه به زلزله‌های با بزرگی ۹/۱ ریشتر به‌منزلهٔ بدبینانه‌ترین سناریو و ۸/۱ ریشتر به‌منزلهٔ خوشبینانه‌ترین سناریو مناطقی را که دچار آب‌گرفتگی ناشی از سونامی می‌شوند، تعیین می‌کنیم. در شکل ۲ مناطق دچار آب‌گرفتگی در دو شهرستان چابهار و کنارک که دارای سکنه و مراکز تجاری‌اند، مشخص شده است. با به کارگیری نقشه‌های موجود که از سوی سازمان مسکن و شهرسازی سیستان و بلوچستان تهیه شده است (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، جغرافیای عمومی شهرستان چابهار، ۱۳۹۳) و با استفاده از نقشه‌های گوگل، در شهرستان چابهار طبق تقسیم‌بندی طرح جامع این شهرستان، در سناریوی بدبینانه (با بزرگی ۹/۱ ریشتر) محلهٔ ۱۱ و سازمان بنادر و کشتیرانی این استان دچار بحران ناشی از سونامی خواهند شد. در طرف دیگر، خلیج و در بخش غربی آن، در شهرستان کنارک با توجه به تقسیمات طرح جامع، محله‌های جنوب

شهر، بلوچان، نیروگاه گازی، شمال نیروگاه گازی و شهرک صنعتی این شهرستان دچار آب‌گرفتگی ناشی از سونامی خواهند شد. همچنین، در قسمت داخلی خلیج چابهار کارخانهٔ آب‌شیرین‌کن قرار دارد که کاملاً دچار بحران ناشی از امواج سونامی می‌شود.



شکل ۲. بالاروی امواج سونامی در بندر چابهار و شهرستان کنارک در سناریو با بزرگی زلزلهٔ ۹/۱ ریشتر (Payande, et al., 2015)

در سناریوی خوشبینانه (زلزلهٔ با بزرگی ۸/۱ ریشتر) بر اساس نقشه‌های موجود از مدل‌سازی سونامی، هیچ‌یک از محله‌ها در دو طرف شهرستان چابهار دچار آب‌گرفتگی نخواهند شد. باید توجه داشت با توجه به موارد گفته‌شده، در صورت وقوع سونامی در هر دو سناریوی خوشبینانه و بدبینانه، عمدهٔ خسارت در این خلیج، به دو بندر مهم و استراتژیک شهید بهشتی و شهید کلانتری وارد می‌شود و خسارت به سایر بخش‌ها به استثنای خسارت انسانی، در مقایسه با خسارت وارده به این دو بندر تجاری مهم، قابل توجه نخواهد بود.

از مهم‌ترین محدودیت‌ها در کلیهٔ این مدل‌ها نقص اطلاعات آماری و داده های مورد نیاز است که موجب می‌شود به روش های جایگزین متوسل شویم. در تعیین هزینه‌های مستقیم، باید به کاربرد هزینه‌های جایگزین به جای ارزش دارایی‌های مستهلک‌شده یا متوسط هزینهٔ ساخت دارایی تخریب‌شده توجه شود، زیرا ارزش جایگزینی قابل دسترس‌تر است. همچنین، برای برآورد خسارت بر برخی بخش‌ها از میزان بودجهٔ تخصیص داده‌شده برای آن بخش و در موارد مشابه با شرایط سایر کشورها از روش انتقال منافع (در اینجا سونامی اندونزی) با در نظر گرفتن کلیهٔ ملاحظات این روش، استفاده شده است.

۱. بخش اجتماعی: شامل زیربخش‌های مسکن، آموزش، سلامت و فرهنگ و مذهب و خسارات انسانی است.

مسکن: در این بخش همان‌طور که طبق مدل PTVA در قسمت مواد و روش‌ها عنوان شد، به محاسبهٔ شاخص آسیب‌پذیری برای ساختمان‌ها در هر منطقه اقدام می‌شود. شایان یادآوری است در مدل مذکور RVI بر پایهٔ داده‌های سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای تک‌تک ساختمان‌ها محاسبه می‌شود. این در حالی است که در خلیج چابهار به دلیل محدودیت اطلاعاتی بر مبنای GIS برای هر یک از ساختمان‌های مسکونی واقع در این محدوده، بر پایهٔ اطلاعات در دسترس از شرایط فیزیکی طبقه‌بندی‌های مختلف از ساختمان‌ها (شامل سه طبقه‌بندی نوساز و بادوام، قابل نگهداری و کم‌دوام و کپرها) و تعداد آن‌ها مطابق با داده‌های تولیدشده از سوی شهرداری، امتیاز شاخص آسیب‌پذیری نسبی برای این منطقه به صورت کلی و برای هر محله جداگانه محاسبه شده است. همچنین، ویژگی‌های فیزیکی و وزن آن‌ها در مدل با توجه به اطلاعات موجود از این منطقه، مطابقت داده می‌شوند.

در خلیج چابهار، در شهرستان کنارک و چابهار، واحدهای مسکونی کم دوام و مرمتی در مجموع بیشترین حجم ساختمان‌ها را تشکیل داده‌اند، که تقریباً در همهٔ نقاط

شهر، چهرهٔ بارز شهر را تشکیل می‌دهند. ساختمان‌های مسکونی اکثراً یک طبقه‌اند که ارتفاع عمومی شهر را تشکیل می‌دهند. ساختمان‌های ۲ و ۳ طبقه در شهر بسیار محدودند و بنای بالای سه طبقه در شهر مشاهده نمی‌شود. بی‌دوام‌ترین و ناپایدارترین واحدهای مسکونی کپرها هستند. بافت اکثر محلات به صورتی درهم ریخته و بدون هیچ برنامه ریزی قبلی شکل گرفته است، در نتیجه اکثر محلات فاقد خدمات لازم در مقیاس محلی است (طرح جامع شهر چابهار، ۱۳۸۶).

با توجه به نقشه‌های موجود، محله‌های جنوب شهر، بلوچان، نیروگاه گازی و شمال محلهٔ نیروگاه گازی در شهرستان کنارک، دچار آب‌گرفتگی خواهند شد؛ بنابراین در بخش محاسبهٔ شاخص آسیب‌پذیری نسبی (RVI) و برآورد خسارت به ساختمان‌های مسکونی، محله‌های مذکور را در نظر می‌گیریم. در جدول ۱ برای نمونه روش محاسبهٔ RVI محلهٔ جنوب شهر با توجه به نوع و تعداد بنا، محاسبه شده است:

جدول ۱. محاسبهٔ شاخص آسیب‌پذیری نسبی محلهٔ جنوب شهر کنارک (سناریو بدبینانه)

$\mathrm{RVI} = \frac{2}{3}(\mathrm{SV}) + \frac{1}{3}(\mathrm{WV})$	
چون این محله در منطقهٔ آب‌گرفتگی قرار می‌گیرد: WV=۵۶۲/۵۸۱	
نمره بر اساس متغیرهای به‌کاررفته در محاسبهٔ شاخص آسیب‌پذیری برابر با ۵ خواهد شد.	
SV(1,125)=(BV)(EX)(Prot):	
نمرهٔ تعداد طبقات ساختمانی:	۵۴۵(۱) +۱۵(۰/۵) +۲(۰)=۵۵۲÷۵۶۲ =۰/۹۸
نمرهٔ مصالح ساختمانی:	۵۰(−۱)+۱۴۱(۰)+۳۱۶(۰/۵)+۵(۰/۷۵)+۵۰(۱) =۱۶۱/۷۵÷ ۵۶۲=۰/۲۹
نمرهٔ پی ساختمان:	۳۷۱(۱) +۱۴۱(۰) +۵۰(−۱)=۳۲۱÷ ۵۶۲ =۰/۵۷
نمرهٔ شرایط نگهداری ساختمان:	۵۰(۱)+۱۴۱(۰)+۳۱۶(−۰/۲۵)+۵(−۰/۵)+۵۰(−۱)= −۰/۱۴
	BV(−۱ ،+۱) =۱/۳۱۴ (۱۰۰(۰/۹۸)+۸۰(۰/۲۹) +۶۰(۰/۵۷) +۵۱(۰/۵)+۲۳(۰/۱۴))= ۱۸۰/۹÷ ۳۱۴ =۰/۵۷
نمرهٔ شرایط حفاظت از ساختمان:	۱/۳۰۱ (۱۰۰(۰/۵)+ ۷۳(۰/۷۵) +۷۳(۰/۲۵)+ ۵۵(۰/۵))= ۱۳۲/۲۵÷ ۳۰۱ =۰/۴۴
بر اساس متغیرهای به‌کاررفته در محاسبهٔ شاخص آسیب‌پذیری نمرهٔ مربوط به Prot، ۳ می‌شود.	
نمرهٔ میزان آب‌گرفتگی ساختمان:	۱۱۲/۴(۱۵)÷۵۶۲ =۳
نمرهٔ مرتبط با Sv برابر با ۲ خواهد بود	SV= BV.Prot.EX =۴(۳)(۳) =۳۶
RVI = ۲/۳(۲)+ ۱/۳(۵) = ۴/۳ + ۵/۳= ۹/۳ =۳	
میزان خسارت به ساختمان‌های مسکونی در نمرهٔ ۳، میانگین یا ۶۰ درصد خواهد بود.	

منبع: محاسبات تحقیق

در محاسبهٔ RVI هرچه امتیازات مربوط به تعداد طبقات، مصالح ساختمانی و ... کمتر باشند شرایط مطلوب‌تر خواهد بود. با توجه به شرایط استحکام ساختمان های محلهٔ جنوب شهر، که عمدتاً بناها در این محله شرایط مطلوبی ندارند و با توجه به اینکه اغلب بناها یک طبقه‌اند و میزان خسارت ناشی از امواج به این نوع بناها بیشتر خواهد بود و با توجه به نتایج مدل، ۶۰ درصد از ساختمان‌های محلهٔ جنوب شهر دچار آسیب خواهند شد.

می‌توان شاخص آسیب‌پذیری را برای هر یک از مناطق محاسبه کرد (برای اطلاعات بیشتر رجوع شود به مدنی و همکاران، ۱۳۹۳). در جدول ۲ شاخص آسیب‌پذیری سایر محلات، ارائه شده است.

جدول ۲. شاخص آسیب‌پذیری نسبی در خلیج چابهار (سناریوی بدبینانه)

محله	شاخص آسیب‌پذیری نسبی (RVI)
جنوب شهر	۶۰ درصد
بلوچان	۶۰ درصد
محلهٔ نیروگاه گازی	۶۰ درصد
شمال نیروگاه گازی	۸۰ درصد
محلهٔ ۱۱ چابهار	۶۰ درصد

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به شرایط موجود محله‌های در معرض خطر، از آنجا که محله‌های جنوب شهر، بلوچان و نیروگاه گازی (منظور محلهٔ مسکونی نیروگاه گازی است و میزان خسارت به خود نیروگاه به دلیل نداشتن اطلاعات قابل اعتماد محاسبه نشده است) شرایط نسبتاً مشابهی از نظر موقعیت و سهم انواع بناهای مسکونی داشتند، شاخص آسیب‌پذیری نسبی این محله ها بر اساس نتایج حاصل از مدل در یک سطح به دست آمد (۶۰ درصد). همچنین، شاخص آسیب‌پذیری نسبی محلهٔ شمال نیروگاه گازی نیز بالا (۸۰ درصد) به دست آمد که می‌توان دو دلیل مهم برای آن مطرح کرد، اولاً سهم عمدهٔ بناهای مسکونی این محله از نوع بناهای کم‌دوام کپر است (۶۸ درصد) و دوماً بناهای کپر نزدیک به خط ساحلی و در معرض هجوم مستقیم و شدید امواج حاصل از سونامی قرار دارند.

با استفاده از سهم انواع بنا (بادوام، قابل استفاده و ...) در هر یک از محلات و مساحت ساخته‌شده در آن محله، میزان مساحت ساخته‌شده به تفکیک نوع بنا برای هر یک از محلات به دست آمده است و در نهایت با توجه به ارزش ساخت هر نوع بنا، میزان ارزش ساختمان‌های مسکونی محله به دست می‌آید (شایان یادآوری است در اینجا تنها ارزش ساخت لحاظ شده و ارزش زمین در نظر گرفته نشده که قیمت نیز بر اساس میزان اعلامی در طرح جامع چابهار محاسبه شده است). سرانجام با توجه به ارزش کل ساختمان‌های مسکونی هر محله و شاخص آسیب‌پذیری به‌دست‌آمده برای آن محله میزان خسارت وارده محاسبه می‌شود که نتایج برای کلیهٔ محله‌ها در جدول ۳ آورده شده است:

جدول ۳. خسارت وارده بر ساختمان‌های مسکونی موردنظر خلیج چابهار (سناریو بدبینانه) (دلار)

محله	میزان خسارت
جنوب شهر	۶۸۲۴۴۹۰/۷۵۰
بلوچان	۵۱۷۴۵۴۲/۵۶۰
نیروگاه گازی	۱۹۰۹۵۱۶/۶۸۰
شمال محلهٔ نیروگاه گازی	۵۲۱۰۳۵/۲۷۲
محلهٔ ۱۱ چابهار	۲۶۰۷۰/۴۷۲
جمع	۱۶۴۵۵۶۶۰/۰۵

منبع: محاسبات تحقیق

در مجموع پیش‌بینی می‌شود طبق محاسبات میزان خسارت وارده بر بناهای مسکونی متأثر از سونامی در خلیج چابهار در حدود ۱۶ میلیون دلار شود. در خصوص خسارت بر بخش آموزشی، فرهنگ و مذهب و سلامت، از روش هزینه‌های جایگزین استفاده شده است.

آثارش در انسان و جوامع: در هر حادثهٔ طبیعی و غیرطبیعی، از مهم‌ترین خسارت‌های گزارش‌شده و بااهمیت، بخش صدمات انسانی است که شامل مفقود و کشته شدن انسان می‌شود. در خصوص میزان خسارت جانی احتمالی هیچ عدد و رقمی در دست نیست، اما طبق مصاحبه با خبرگان مطالعات سونامی و در مقایسه با توفان گونو در این منطقه در سال ۱۳۸۶، در صورت سونامی ناشی از زلزله ۹/۱ ریشتر، میزان تلفات انسانی می‌تواند رقمی بالغ بر ۱۰ هزار نفر پیش‌بینی شود. با توجه به نتایج سایر کشورها با توجه به اینکه خسارت جانی بسیار بیشتر از این رقم بوده است (در سونامی اندونزی۲۲۰ هزار نفر در سال ۲۰۰۴ و در سونامی ژاپن بیش از ۱۲ هزار نفر در سال ۲۰۱۱) در دو سناریو خوشبینانه و بدبینانه میزان تلفات انسانی بین ۵ تا ۱۰ هزار پیش‌بینی می‌شود. میزان دیهٔ درنظر گرفته‌شده برای سال ۹۳ مبنای حداقل ارزش زندگی هر یک از این افراد در نظر گرفته می‌شود که این رقم معادل یک میلیارد و پانصد میلیون ریال (معادل ۱۵۰ میلیون تومان) اعلام شده است. شایان ذکر است که این رقم حداقل خسارت انسانی است، زیرا میزان ارزش زندگی هر انسان طبق محاسبات آماری ارزش زندگی هر فرد، رقمی بین ۲۰۰ تا ۶۰۰ هزار دلار است (Miller, 2000). بنابراین، بر اساس پیش‌بینی‌ها میزان خسارات انسانی در سناریوی بدبینانه ۵۰۰ و در سناریوی خوشبینانه ۲۵۰ میلیون دلار خواهد بود.

۲. بخش زیرساخت‌ها: زیربخش‌های حمل و نقل، انرژی، ارتباطات، آب و فاضلاب و کنترل سیل و حفاظت از ساحل در این قسمت بررسی می‌شوند.

حمل و نقل: خسارات وارده به بخش حمل و نقل می‌توانند شامل خسارات وارده بر جاده‌ها (شامل جاده‌های اصلی و فرعی و پل‌ها)، راه‌ها، معابر، بنادر و هواپیمایی باشند. با توجه به نقشه‌های موجود و مدل‌سازی سونامی، در مجموع ۵/۴ کیلومتر از جاده‌های اصلی در منطقهٔ آب‌گرفتگی قرار خواهند گرفت. با توجه به روش انتقال منافع به‌منزلهٔ آخرین راه برای برآورد میزان خسارت، حداقل خسارت وارده بر شریان‌های اصلی را در نظر می‌گیریم، زیرا اطلاعاتی از راه‌های فرعی در دسترس نیست.

بنادر: بندر چابهار به‌سبب برخورداری از موقعیت ممتاز در شرق تنگهٔ هرمز و دریای عمان در مسیر خطوط اصلی کشتیرانی به آفریقا، آسیا و اروپا قرار گرفته و به منزلهٔ کوتاه‌ترین راه ارتباطی و ترانزیتی کشورهای آسیای میانه و افغانستان به بازارهای خلیج فارس، شرق آفریقا و دیگر نقاط جهان مطرح است. بندر چابهار، دو بندر اصلی شهید بهشتی و شهید کلانتری دارد که بندر شهید بهشتی برای پذیرش کشتی‌های با تناژ ۷۰۰۰۰ تن و شهید کلانتری تا ظرفیت ۴۵۰۰۰ تن ساخته شده است (دهقان و محلاتی، ۱۳۹۳). در طرح تکمیل توسعهٔ بندر چابهار رقم عنوان‌شده بالغ بر ۳۵۰ میلیون دلار است که طبق اظهارات مدیرکل بنادر و دریانوردی استان سیستان و بلوچستان، این رقم طی پروژه به سه برابر افزایش خواهد یافت (جزئیات توسعهٔ بندر شهید بهشتی چابهار، افزایش سه برابری اجرای طرح توسعه، خبرگزاری فارس، دی ۱۳۹۲). بنابراین، رقمی در حدود ۹۰۰ میلیون دلار برای احداث بندر چابهار می‌توان در نظر گرفت. همچنین، با توجه به نظر متخصصان امر در مدل‌سازی سونامی (اکبرپور و همکاران، ۱۳۹۱)، در صورت وقوع سونامی با هر شدت زلزله، خسارت و تخریب بندر به دلیل آب‌گرفتگی در حدود ۵۰ درصد خواهد بود که این رقم شامل هزینه‌های قطع مبادلات تجاری و خسارات ناشی از معطلی کشتی‌ها و بارگیری و سایر هزینه‌ها نمی‌شود و لحاظ‌کردن این خسارات به مراتب رقم برآوردی را افزایش خواهد داد. بنابراین، رقم

۴۵۰ میلیون دلار به‌منزلهٔ خسارت حداقلی برای بنادر در نظر گرفته می‌شود. با احتساب هزینه‌های قطع تجارت و خسارات مستقیم و غیرمستقیم، می‌توان گفت در صورت وقوع سونامی این رقم به مراتب بیشتر خواهد بود که در اینجا به دلیل نبودن آمار دقیق و اطلاعات کافی، تنها به محاسبهٔ خسارت وارده به بنادر اکتفا شده است. بنابراین، در این مطالعه در هر دو سناریوی خوشبینانه و بدبینانه میزان خسارت به بنادر و اسکله‌ها معادل ۵۰ درصد در نظر گرفته خواهد شد، زیرا در هر دو شدت زمین‌لرزه، این دو بندر دچار آب‌گرفتگی و خسارت ناشی از برخورد امواج خواهند شد.

فرودگاه: مناطق در معرض بحران ناشی از سونامی در شهرستان کنارک فاقد فرودگاه است. همچنین، در شهرستان چابهار در منطقهٔ بحرانی فرودگاه وجود ندارد؛

بخش انرژی: تولید برق و سوخت را در این بخش داریم: با توجه به نقشه‌های موجود، در کنارک ۵۰ درصد و در محلهٔ ۱۱ چابهار حدود ۲ درصد از شبکهٔ توزیع برق در مناطق بحرانی قرار می‌گیرند و با استفاده از روش انتقال منافع (با توجه به خسارت وارد بر شبکهٔ توزیع برق در اندونزی) خسارت وارده بر این بخش محاسبه شده است. در خسارات مرتبط با بخش ارتباطات با توجه به آمار در دسترس، ۴۶ درصد از خانوارهای شهرستان کنارک در نواحی بحرانی زندگی می‌کنند و بنابراین با توجه به تعداد مشترکان در منطقهٔ بحرانی خسارت به این بخش ارزیابی می‌شود.

با توجه به مناطق دچار آب‌گرفتگی در مدل‌سازی سونامی، کارخانهٔ آب‌شیرین‌کن مستقیماً و به شدت تحت تأثیر امواج سونامی قرار خواهد گرفت، اما از آنجا که هدف این مقاله برآورد حداقل خسارت است، در سناریوی بدبینانه خسارت ۱۵ درصدی وارده به کارخانهٔ آب‌شیرین‌کن اندونزی را ملاک حداقل خسارت و در سناریوی خوشبینانه با توجه به میزان طول آب‌گرفتگی در سواحل داخلی خلیج چابهار خسارت ۵ درصدی را ملاک حداقل خسارت قرار می‌دهیم. بر اساس اظهارات مدیرعامل آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان هزینهٔ احداث کارخانهٔ آب‌شیرین‌کن چابهار تا پایان سال ۱۳۸۲، بیش از ۲۱۱/۸ میلیارد ریال معادل با ۲۵/۵۷۹/۷۱۰ دلار است، بنابراین خسارت ۱۵ درصدی در سناریوی بدبینانه برای کارخانهٔ آب‌شیرین‌کن کنارک تقریباً معادل ۳/۸۳۶/۹۵۷ دلار و در سناریوی خوشبینانه معادل ۱/۲۷۸/۹۸۵ دلار خواهد بود (باید توجه شود این خسارت حداقل خواهد بود، زیرا کارخانهٔ آب‌شیرین‌کن چابهار در موقعیتی قرار دارد که در صورت وقوع سونامی به طور کامل دچار آب‌گرفتگی می‌شود و مطمئناً خسارت در هر دو سناریوی مذکور فراتر از میزان گفته‌شده خواهد شد).

موج‌شکن‌های متعددی در این خلیج وجود دارند، اما دو موج‌شکن دسترسی به اسکله‌های بندر شهید بهشتی و بندر شهید کلانتری از اهمیت بیشتری برخوردارند که با توجه به برآورد حداقل خسارات، تنها خسارت وارده به آن‌ها را بررسی می‌کنیم. با در نظر گرفتن هزینهٔ ساخت هر یک از این موج‌شکن‌ها و با توجه به خسارت ۷۴ درصدی وارده به موج‌شکن‌های سونامی اندونزی، می‌توان برآورد کرد در سناریوی بدبینانه تقریباً خسارتی معادل ۷۷۷۰۰ میلیون ریال معادل ۶/۳۳۷/۶۸۳/۵۲ دلار بر این موج‌شکن‌ها وارد می‌شود. همچنین، اگر خسارات وارده بر این موج‌شکن‌ها را در سناریوی خوشبینانه ۵۰ درصد در نظر بگیریم (طبق نظر خبرگان)، میزان خسارات وارده به این موج‌شکن‌ها در این سناریو ۴/۲۸۲/۲۱۸/۷۵ دلار خواهد بود.

۳. بخش تولیدی: در بخش تولید زیربخش‌های کشاورزی، ماهیگیری و بنگاه‌های تولیدی بررسی می‌شوند.

با توجه به نقشه‌های موجود، مناطق بحرانی عمدتاً مسکونی است و فعالیت کشاورزی قابل توجهی در این نواحی صورت نمی‌گیرد، بنابراین آسیب به این بخش شایان توجه نخواهد بود.

بخش ماهیگیری با تولید سالانهٔ ماهی حاصله از

ماهیگیری دریایی و ماهی پرورش یافته در حوضچه‌های پرورش ماهی نقش مهمی در اقتصاد منطقهٔ ساحلی بازی می‌کند (روزنامهٔ دنیای اقتصاد، ۱۳۸۶)، در صورتی که میزان صید ماهی را به صورت ماهانه در نظر بگیریم و اگر فرض شود در اثر وقوع سونامی، بازیابی فعالیت‌های معمول منطقه حداقل حدود دو هفته طول بکشد، میزان حداقل درآمد ازدست‌رفته در این مدت به دست می‌آید. از طرفی با توجه به متوسط قیمت انواع ماهی می‌توان میزان این خسارت را برآورد کرد. همچنین، در بندر چابهار به دلیل آب و هوای معتدل، هر ساله در دو مرحله میگو پرورش داده می‌شود. اگر سونامی طی این دو فصل به وقوع بپیوندد، با توجه به اینکه مکان پرورش این نوع صید نیز دچار خسارت خواهد شد و بازسازی و جایگزینی آن طول خواهد کشید می‌توان کل میزان صید را به‌منزلهٔ میزان خسارت وارده بیان کرد.

همچنین، بیش از ۲۳ هزار نفر از مردم مناطق چابهار و کنارک به صورت دائمی و فصلی در صنعت صید و صیادی فعالیت دارند و با توجه به متوسط درآمد ماهانهٔ هر فرد ماهیگیر و فرایند بازسازی تعاونی‌ها و شروع به کار ماهیگیران، درآمد ازدست‌رفته به دست می‌آید که این خسارت علاوه بر اثرگذاری در اقتصاد منطقه، هزینه‌های اجتماعی نیز دارد که ارزش‌گذاری آن بسیار پیچیده و زمان‌بر است. بنابراین، میزان خسارت برآوردی، حداقل خسارت وارده به این بخش است.

میزان خسارت به اسکله‌های صیادی که تعداد ۱۰ اسکلهٔ صیادی و جایگاه تخلیهٔ صید فعال در چابهار وجود دارد که به دلیل دسترسی‌نداشتن به اطلاعات فنی شرایط ساخت و استحکام آن‌ها، برآورد نشده‌اند، اما تجربهٔ حاصل از وقایع طبیعی نشان داده است به علت عوامل محیطی و توفان‌های حاره‌ای و ناامنی‌های صید در آب‌های بین‌المللی و کاهش صید شناورها، در اثر قهر طبیعی صید ماهی دچار کمبودی درخور توجه خواهد شد (خبرگزاری فارس، ۱۳۸۸). این مسئله ناشی از اشتغال‌نداشتن صیادان و از بین رفتن تجهیزات آن‌ها مانند شناور است. در خصوص تعداد شناورهای ناوگان ماهیگیری، طبق سالنامهٔ آماری سازمان شیلات ایران، تعداد قایق، لنج و کشتی در آب‌های جنوب به شرح جدول ۴ است:

جدول ۴. تعداد شناورهای ناوگان ماهیگیری به تفکیک نوع شناور در سال ۱۳۹۱ (ارقام: فروند)

شرح	کل آب‌های جنوب	بندر چابهار و کنارک	متوسط ارزش ریالی یک فروند (میلیون تومان)*	متوسط ارزش هر فروند به دلار
لنج	۳۳۱۵	۷۹۹	۴۰۰	۱۳۰۰۰۰
قایق	۷۵۲۰	۱۳۶۴	۵۰	۱۶۵۰۰
کشتی	۵۴	–	–	–
جمع کل	۱۰۷۰۹	۲۱۴۳	۴۵۰	۱۴۶۵۰۰

مأخذ: سالنامهٔ آماری سازمان شیلات ایران، شرکت سهامی شیلات ایران، دفتر طرح و توسعه.

* ارقام ذکرشده برای قیمت لنج و قایق با پرسش از متخصصان امر برآورد شده و قیمت بازاری این تجهیزات است.

با توجه به اظهارنظر متخصصان، در صورت وقوع سونامی تمامی قایق‌ها و لنج‌های موجود در این خلیج دچار بحران خواهند شد، بنابراین با توجه به خسارت ۶۵ درصدی به قایق‌ها و تجهیزات مربوطه در سونامی اندونزی، می‌توان طبق جدول ۴، میزان خسارت وارده به شناورهای ناوگان ماهیگیری را حداقل ۸۲/۱۴۴/۴۰۰ دلار

برآورد کرد. شایان یادآوری است از آنجا کـه فعالیـت‌هـای مذکور در ساحل صورت می‌گیرند و هر دو سناریو متأثر از امواج سونامی خواهند بود، حداقل خسـارت وارده در هـر دو سناریو یکسان در نظر گرفته می‌شود.

با توجه به اینکه مهم‌ترین و عمده‌تـرین تولیـدات ایـن منطقه، تولیـد کنسـرو و پـودر مـاهی اسـت، تنهـا ایـن دو محصول را بررسی می‌کنیم. با لحاظ تولید سـالانه و بـا در نظر گرفتن زمان بازسازی و جایگزینی روند تولید، می‌توان حداقل خسارت وارده به این بخش را برآورد کرد.

۴. بین‌بخشی: دربر گیرندهٔ زیربخش‌های دولت، بخـش مالی و محیط‌زیست است.

در بخـش دولتـی، خسـارت وارده از طریـق بودجـهٔ اختصاصی به این بخش در شهرستان محاسبه مـی‌شـود. در بخش مالی زیربخش‌های بانکی، تعاونی و شرکت‌های بیمه و ... قرار دارند کـه اطلاعـات دقیقـی در ایـن خصـوص و فعالیت‌های آن‌ها برای چابهار در دسترس نیست.

محـیط‌زیسـت: سـونامی‌هـا آثـار گسـترده‌ای روی محیط‌زیست ساحلی دارنـد و موجـب آسـیب و زیـان بـه حیوانات، گیاهان و کارکردهای مهم اکوسیسـتم مـی‌شـوند. طی سواحل استان سیستان و بلوچسـتان، خلـیج چابهـار از جملـه منـاطق حسـاس دریـایی اسـت (داور و همکـاران، ۱۳۸۹) کـه دارای گونـه‌هـای ارزشـمندی از آبسـنگ‌هـای مرجانی، سواحل صخره ای و مکان مناسبی برای تخم‌ریزی لاک‌پشت‌ها در کشور است (زارع و یزدانی، ۱۳۹۱). از این رو ارزش حفـاظتی ایـن منطقـه رقـم بـالایی را بـه خـود اختصاص می‌دهد که برای بازاری‌شدن آن می‌بایست ارزش اقتصادی منابع زیست‌محیطی منطقه محاسبه شود. با توجـه به اینکه ارزش اکوسیسـتم‌هـای منطقـه بـه صـورت پـولی محاسبه نشده است به صورت جایگزین از رقم اعلام‌شـده از سوی سازمان بنادر و دریانوردی در طرح توسـعهٔ بنـادر استفاده می‌شود، به طوری که مبلغ اعلامی برای جابه‌جـایی ۱۸ هزار کلونی مرجانی مرجـان‌هـا از منطقـهٔ اسـکلهٔ بنـدر چابهار به حوضچهٔ بندر شهید کلانتری به‌منزلـهٔ هزینـه‌کـرد ارزش حفـاظتی ایـن منطقـه در نظـر گرفتـه مـی‌شـود (خبرگزاری فارس، ۱۳۹۲) که در صـورت وقـوع سـونامی این مبلغ نیز می‌تواند به‌منزلهٔ خسارت به مرجان‌ها، بـه ایـن مجموعه اضافه شود.

مجمـوع خسـارات وارده بـر خلـیج چابهـار در دو سناریوی بدبینانه و خوشبینانه: با توجـه بـه اطلاعـات در دسترس، میزان کل خسارات وارده بر خلیج چابهار به شرح جدول ۵ ارائه شده است. شایان یـادآوری اسـت بـه دلیـل دسترسی‌نداشتن به اطلاعات تکمیلی تنها به موارد بااهمیت پرداخته شده است. در جـدول ۵ میـزان حـداقل خسـارت وارده در اثـر وقـوع سـونامی در سـناریوی بدبینانـه و خوشبینانه مطرح شده است:

جدول ۵. برآورد حداقل خسارت ناشی از سونامی در خلیج چابهار در سناریوی بدبینانه و خوشبینانه

نوع خسارت وارده بر بخش‌ها	سناریوی بدبینانه: برآورد میزان خسارت (دلار)	سناریوی خوشبینانه: برآورد میزان خسارت (دلار)
بخش اجتماعی:		
مسکن		
مسکن شهرستان کنارک	۱۴۴۲۹۵۹۰	–
مسکن محلهٔ ۱۱ چابهار	۲۰۲۶۰۷۰	–
سلامت و انسان		
بخش سلامت کنارک	۱۸۰۰۰	۱۸۰۰۰

ادامهٔ جدول ۵. برآورد حداقل خسارت ناشی از سونامی در خلیج چابهار در سناریوی بدبینانه و خوشبینانه

نوع خسارت وارده بر بخش‌ها	سناریوی بدبینانه: برآورد میزان خسارت (دلار)	سناریوی خوشبینانه: برآورد میزان خسارت (دلار)
خسارت جانی (۱۰ هزار کشته)	۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰۰۰
آموزش		
کنارک	۳۹۰۶۲۵۰	–
چابهار	۱۵۶۲۵۰۰	–
فرهنگ و مذهب	۱۶۹۰۰	–
زیرساخت‌ها:		
جاده‌های اصلی کنارک	۱۳۲۱۳۷۰	–
بنادر (شهید کلانتری و شهید بهشتی) (۵۰ درصد خسارت)	۴۵۰۰۰۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰۰۰۰
شبکهٔ توزیع برق کنارک	۵۲۵۶۲۲۵۲۵	–
ارتباطات تلفنی کنارک	۱۳۰۴۴۴۳	–
ارتباطات تلفنی چابهار	۱۰۹۹۸۷	–
کارخانهٔ آب‌شیرین‌کن	۳۸۳۶۹۵۷	۱۲۷۸۹۸۵/۵
سیستم فاضلاب	۲۳۰۰۰	–
موج‌شکن‌ها	۶۳۳۷۶۸۳/۵۲	۴۲۸۲۲۱۸/۷۵
تولیدی:		
ماهیگیری	۳۱۷۱۵۵۱۷	۳۱۷۱۵۵۱۷
شناورهای ناوگان ماهیگیری	۴۰۰۱۴۴/۸۲	۴۰۰۱۴۴/۸۲
درآمد ازدست‌رفتهٔ ماهیگیران	۶۲۸۹۰۶۲/۵	۶۲۸۹۰۶۲/۵
میگو	۹۴۱۸۷۵	۹۴۱۸۷۵
تولید کنسرو ماهی	۱۱۷۱۸۷۵۰	–
تولید پودر ماهی	۲۹۶۷۳۷۳۵۷	–
بین‌بخشی:		
ایستگاه آتش‌نشانی	۸۱۰۰۰	–
ساختمان فرمانداری	۱۲۰۰۰۰	–
جابه‌جایی مرجان‌ها	۱۳۰۵۰۵۷	۱۳۰۵۰۵۷
جمع	۱۴۱۶۵۶۸۲۹۵	۸۲۷۹۷۵۱۱۶

منبع: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حساب‌های ملی (۱۳۹۳)، بندر آنلاین (۱۳۹۲)، پرشین خودرو (۱۳۹۱)، ایرنا (۱۳۹۱)، خبرگزاری فارس (۱۳۹۲)، سالنامهٔ آماری سازمان شیلات (۱۳۷۹– ۸۷)، لوجستیک نیوز (۱۳۹۲) و محاسبات تحقیق.

بر اساس نتایج جدول ۵، با در نظر گرفتن سناریو حداکثر میزان زمین‌لرزه (سناریو بدبینانه)، حداقل خسارتی در حدود ۱/۴۱۶/۵۶۸/۲۹۵ دلار (معادل ۴۲۴۹ هزار میلیارد تومان با نرخ دلار بازار آزاد معادل ۳۰۰۰ تومان برای سال ۹۳) در صورت وقوع سونامی به وقوع خواهد پیوست که به‌رغم ناممکن‌بودن برآورد کلیهٔ خسارات، مبلغ شایان توجهی است. از بین بخش‌های مورد محاسبه، میزان تلفات جانی بالاترین رقم را به خود اختصاص داده است و بعد از آن میزان آسیب واردشده به دو بندر تجاری در رتبهٔ دوم قرار دارد. این رقم در صورت محاسبهٔ زمان توقف تجارت و خسارت پرداختی به کشتی‌های معطل‌مانده بسیار بالاتر خواهد بود. در سناریو خوشبینانه حداقل خسارتی در حدود ۸۲۷/۹۷۵/۱۱۶ دلار (معادل ۲۵۰۰ هزار میلیارد تومان با نرخ دلار بازار آزاد معادل ۳۰۰۰ تومان) در صورت وقوع سونامی به وقوع خواهد پیوست که به‌رغم ناممکن بودن برآورد کلیهٔ خسارات، مبلغ قابل توجهی است. در سناریو خوشبینانه میزان خسارت واردشده به دو بندر تجاری در رتبهٔ اول و میزان تلفات جانی در رتبهٔ دوم قرار دارد. شهرستان کنارک به دلیل قرارگرفتن در سطح بلندتری از دریا، در سناریوی خوشبینانه دچار آب گرفتگی نخواهد شد و فقط بندر تجاری واقع در این منطقه خسارت خواهد دید.

در صورت داشتن احتمال وقوع سونامی ناشی از هر یک از زمین‌لرزه‌ها، می‌توان ارزش انتظاری خسارت را نیز محاسبه کرد. با توجه به خسارات ناشی از سونامی در کشورهایی که به برآورد حداقل خسارت ناشی از وقوع این مخاطره اقدام کرده‌اند، ملاحظه می‌شود که ارقام به‌دست‌آمده در صورت داشتن داده‌ها و اطلاعات دقیق و کامل‌تر بسیار بیشتر از این رقم خواهد بود.

۴. نتیجه‌گیری

خسارات اقتصادی ناشی از مخاطرات طبیعی در اقتصاد کشورها دارای آثار شایان توجهی است که از بین این مخاطرات سونامی به دلیل آثار بسیار گسترده در جوامع ساحلی از بعد اقتصادی، انسانی و اجتماعی در کشورهای در معرض سونامی بسیار مورد توجه است. یکی از راه‌های توجه و پیشگیری از خسارات بالا، هشدار به موقع و تعبیهٔ راه‌های فرار در مواقع بروز این مخاطره است. اما با توجه به هزینه‌بربودن این اقدامات، برآورد میزان خسارت اقتصادی ناشی از سونامی در مرحلهٔ اول به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا ابعاد ضرر مالی را درک کنند و برای حداقل‌شدن آن اقدامات لازم را برای مدیریت ریسک مناطق ساحلی انجام دهند. در ایران با توجه به زون مکران در دریای عمان و سوابق موجود در سونامی‌های گذشتهٔ این منطقه، احتمال وقوع زمین‌لرزه‌های زیر دریا وجود دارد و از این رو مطالعات مرتبط در خصوص مدل‌سازی عددی سونامی در منطقهٔ مکران انجام شده است که نتایج مبین این است که خلیج چابهار از این واقعه متأثر خواهد شد. بنابراین، در مطالعهٔ حاضر به بررسی بخش‌های مختلف اجتماعی، تولیدی، زیرساختی و بین‌بخشی در این خلیج پرداخته شد.

نتایج با استفاده از مدل‌های اقتصادی برآورد خسارت مبین این است در دو سناریوی خوشبینانه (با زمین‌لرزهٔ زیر دریا با قدرت ۸/۱ ریشتر) و بدبینانه (با زمین‌لرزهٔ به قدرت ۹/۱ ریشتر) حداقل خسارتی بین ۸۲۷ تا ۱/۴ میلیارد دلار در صورت وقوع سونامی به این منطقه وارد خواهد شد که با توجه به ناممکن‌بودن کمّی‌کردن پیامدهای فرهنگی و کلیهٔ عوامل تولیدی و بین‌بخشی، انتظار می‌رود رقم واقعی به مراتب بیش از رقم محاسبه‌شده باشد. خسارات زیست‌محیطی از مهم‌ترین خسارات بین‌بخشی است که برای برآورد آن باید ارزش اقتصادی دارایی‌های زیست‌محیطی برآورد شده باشد. خلیج چابهار از جمله مناطق حساس سواحل جنوبی ایران است که این مسئله اهمیت ارزش‌گذاری اقتصادی منابع زیستی و اکوسیستم‌های آن را دو چندان می‌کند.

با توجه به اهمیت منطقهٔ چابهار در تجارت بین‌المللی

ایران، انتظار می‌رود برنامه‌ریزی برای پیشگیری از وقوع خسارات و واکنش به این مخاطره جزو اولویت‌ها باشد. یکی از این موارد استقرار سامانهٔ یکپارچهٔ پیش‌بینی و هشدار مخاطرات دریایی است. تجربهٔ رویدادهای مخرب طبیعی در محیط های دریایی در دنیا و دریاهای پیرامونی کشور ایجاب می‌کند که این سامانه در کشور توسعه یابد.

از دیگر نتایج درخور توجه این مطالعه این است که باید به بخش مسکن، شیوهٔ توسعهٔ شهرستان‌ها و اصول ساخت و ساز با دید مقاومت در مقابل امواج بلند نگاه شود، زیرا آسیب‌دیدگی این بخش در سناریوی بدبینانه رقم بالایی به دست داد که به دلیل مستحکم‌نبودن سازه‌های مسکونی در منطقهٔ چابهار و به خصوص کنارک اتفاق افتاده است. این در حالی است که با وضع قوانین مهندسی در ساخت منازل و سایر سازه‌های منطقه، به راحتی قابل جبران است. با توجه به اینکه حوادث دریایی مهم‌ترین آسیب را به انسان‌ها و جان و مال آن‌ها وارد می‌کنند، مقاوم سازی و اصلاح نوع ساخت و شکل قرارگیری سازه‌ها بسیار حائز اهمیت است.

از آنجا که سونامی حادثه‌ای غیر قابل پیشگیری و در بسیاری از موارد حادثه‌ای غیر قابل پیش‌بینی است، ایجاد و توسعهٔ یک سیستم پایش و هشدار سونامی می تواند یکی از راهکارهای اساسی برای آگاهی رساندن هنگام تهدید سونامی باشد مشروط بر اینکه پیش نیازهای لازم برای انتقال افراد به مناطق امن و اسکان آن‌ها، مانند تهیهٔ نقشهٔ تخلیه، زیرساخت‌های جاده‌ای و حمل و نقل، امکانات بهداشتی و ... فراهم شود. اگر این الزامات فراهم نباشند سیستم هشدار جز اینکه موجب آشوب بیشتر شود کاربرد دیگری نخواهد داشت. شایان یادآوری است در شرایط کنونی با توجه به موقعیت ناوگان حمل و نقل دریایی و ماهیگیری و نوع سازه‌های مسکن، شکل قرارگیری و سایر ویژگی‌های فیزیکی آن، تنها فاکتوری که می تواند با کمک سیستم هشدار کاهش یابد خسارت جانی است که آن هم مستلزم فراهم‌بودن الزامات زیرساختی و جاده‌ای و ... است.

بنابراین، پیشنهادهای زیر برای کاهش خسارات انسانی و اقتصادی ارائه می‌شوند:

– آموزش مردم برای درک خطرهای سونامی می تواند به آمادگی جوامع ساحلی برای دوری‌جستن از این خطرها کمک زیادی کند.

– مقاوم‌سازی منازل و ساخت منازل جدید با استانداردهای لازم برای در معرض خطر قرارگرفتن آن ها از نظر نوع مصالح، فاصلهٔ مجاز تا خط ساحلی و شکل قرارگیری آن و وضع قوانین ساخت و ساز به منظور افزایش ایمنی به خصوص در منطقهٔ کنارک.

– ایجاد راه‌های فرار و نشان‌دادن چگونگی دوری جستن از این خطرها می تواند به نجات جان افراد منجر شود. این مسئله به ویژه در مناطقی نظیر دریای عمان که زمان کمی برای هشدار وجود دارد بسیار مهم است. البته تهیهٔ نقشهٔ تخلیه باید همراه قراردادن تمهیداتی در خصوص کمک های لازم برای خالی کردن منطقه باشد، در غیر این صورت فرار از خطر خود به بروز خطرهای بیشتری مانند تصادفات جاده‌ای منجر خواهد شد.

– تخمین هزینه‌های ناملموس (پنهان) ناشی از خسارت بلایای طبیعی ضروری است به خصوص در رابطه با خسارات به سرمایهٔ انسانی و آثار روان‌شناسی.

– ارزش‌گذاری اقتصادی بوم سامانه های مهم این منطقه مانند آبسنگ های مرجانی، زیستگاه لاک‌پشت‌ها و سواحل صخره‌ای که بتوان تخمین دقیق‌تری از خسارات زیست‌محیطی منطقه نیز به دست آورد.

تشکر و قدردانی

این مقاله با استفاده از پژوهانهٔ اختصاص داده شده از طرف پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی انجام شده است که بدین‌وسیله قدردانی می‌شود. همچنین، از کلیهٔ همکارانی که در انجام این مطالعه با راهنمایی های خود به شفاف‌ترشدن نتایج کمک کرده‌اند، تشکر می‌شود.

یادداشت‌ها

1. Evacuation map
2. Papathoma Tsunami Vulnerability Assessment
3. Relative Vulnerability Index

منابع

اکبرپور جنت، م.، چگینی، و.، رستمی، م.، راست‌گفتار، ا. ۱۳۹۱. *بررسی ریسک و مدل‌سازی عددی سونامی در دریای عمان*، انتشارات مؤسسهٔ ملی اقیانوس‌شناسی، شمارهٔ انتشارات: ۰۱- ۱۰۶- ۳۹۱.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. ۱۳۹۳. حساب‌های ملی ایران، ادارهٔ حساب‌های اقتصادی.

بندر آنلاین. ۱۳۹۲. میزان کالا و کشتی، هزینه‌های صرف‌شده برای ساخت بنادر ایران را توجیه کرده است؟. قابل دسترس در سایت: http://reader.newshub.ir/news/19832103.

پرشین خودرو. ۱۳۹۱. هزینهٔ ساخت جاده در ایران چقدر است؟. قابل دسترس در: www. Persian khodro.ir.

حیدرزاده، م.، دولتشاهی پیروز، م.، حاجی‌زاده ذاکر، ن.، مختاری، م. ۱۳۸۶. «بررسی تاریخچهٔ رخداد سونامی و ارزیابی پتانسیل سونامی‌خیزی منطقهٔ فرورانش مکران در سواحل دریای عمان»، مجلهٔ *علوم زمین*، تابستان، سال هفدهم، شمارهٔ ۶۸، صص ۱۵۰- ۱۶۹.

خبرگزاری جمهوری اسلامی (ایرنا). ۱۳۹۱. ۶۰ میلیون قوطی کنسرو ماهی در کنارک تولید شد. کد خبر: ۸۰۴۲۳۶۸۷، تاریخ خبر: ۱۳۹۱/۰۸/۳۰.

خبرگزاری فارس. ۱۳۹۲. اتمام ۳ اسکلهٔ بندر شهید بهشتی چابهار تا پایان سال/ اختصاص ۱۰۰ میلیارد تومان به پروژه، شمارهٔ خبر: ۱۳۹۲۰۷۱۴۰۰۱۴۵۵، قابل دسترس در: www.farsnews.com.

خبرگزاری فارس. ۱۳۸۸. طوفان گونو سبب کاهش صید در منطقهٔ صیادی کنارک شده است، قابل دسترس در: www.farsnews.com.

خبرگزاری فارس. ۱۳۹۲. «جزئیات توسعهٔ بندر شهید بهشتی چابهار/ استحصال ۱۹۵ هکتار اراضی از دریا در ۱۷ ماه»، شمارهٔ: ۱۳۹۲۰۷۲۷۰۰۰۱۲۰، ۱۳۹۲/۰۷/۲۷.

داور، ل.، دانه‌کار، ا.، ریاضی، ب.، سلمان ماهینی، ع.، نعیمی، ب. ۱۳۸۹. «مقایسهٔ کارایی دو روش NOAA و IMO برای شناسایی مناطق حساس محیط‌زیستی در سواحل استان سیستان و بلوچستان، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست»، دورهٔ دوازدهم، شمارهٔ یک، صفحات ۱۱۳- ۱۳۶.

دهقان، ج.، یگانه محلاتی، ی. ۱۳۹۳. «بررسی جایگاه بندر چابهار در توسعهٔ محور شرق»، سایت آفتاب، سه‌شنبه ۹ خرداد، www.aftab.ir.

روزنامهٔ دنیای اقتصاد. ۱۳۸۶. «چابهار قطب صید و صیادی کشور»، شمارهٔ ۱۲۹۲، تاریخ چاپ: ۳۰/۰۴/۱۳۸۶.

زارع، ر.، یزدانی، م. ۱۳۹۱. «بررسی و معرفی آلودگی‌های زیست‌محیطی و منابع آلاینده در سواحل خلیج چابهار»، اولین همایش ملی توسعهٔ سواحل مکران و اقتدار دریایی جمهوری اسلامی ایران، ۲۸ تا ۳۰ بهمن، کد مقاله: ۱۱۵۹.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور. ۱۳۹۳. جغرافیای عمومی شهرستان چابهار، قابل دسترس در www.GSI.IR.

سالنامهٔ آماری سازمان شیلات ایران. ۱۳۷۹- ۱۳۸۷. سازمان شیلات ایران.

طرح جامع شهرستان چابهار. ۱۳۸۶. سازمان مسکن و شهرسازی استان سیستان و بلوچستان.

طرح جامع شهرستان کنارک. ۱۳۸۶. سازمان مسکن و شهرسازی استان سیستان و بلوچستان.

لوجستیک نیوز. ۱۳۹۲. منابع ساخت ۶ بندر چندمنظوره در دولت دست‌به‌دست می‌شود. کد خبر: ۲۹۴۹، www.LOGESTICNEWS.ir.

مدنی، ش.، خالقی، س.، اکبرپورجنت، م. ۱۳۹۳. پیش‌بینی و برآورد حداقل هزینه‌های اقتصادی ناشی از سونامی احتمالی منطقهٔ مکـران در خلیج چابهار، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران.

Chesley, S.R., Ward, S.N. 2006. A quantitative assessment of the human and economic hazard from impact-generated Tsunami, Natural Hazard. 38: pp. 355-374.

Dall Osso, F., Dominey-Howes, D. 2010. Public assessment of the usefulness of draft tsunami evacuation maps from Sydney, Australia- implications for the establishment of formal evacuation plans, Natural Hazards and Earth System Sciences. 10: pp. 1739-1750.

Dall Osso, F., Gonella, M., Gabbianelli, G., Withycombe, G., Dominey-Howes, D. 2009a. A revised (PTVA) model for assessing the vulnerability of buildings to tsunami damage, Natural Hazards and Earth System Sciences. 9: pp. 1557-1565.

Dall Osso, F., Gonella, M., Gabbianelli, G., Withycombe, G., Dominey-Howes, D. 2009b. Assessing the vulnerability of building to tsunami in Sydney, Natural Hazards and Earth System Sciences.9: pp. 2015-2026.

Dall Osso, F., Maramai, A., Graziani, L., Brizuela, B., Cavalletti, A., Gonella, M., Tinti, S. 2010. Applying and validating the PTVA-3 Model at the Aeolian Islands, Italy: assessment of the vulnerability of buildings to tsunamis, Natural Hazards and Earth System Sciences.10: pp. 1547-1562.

Dominey-Howes, D., Dunbar, P., Varner, J., Papathoma-Kohle, M. 2010. Estimating probable maximum loss from Cascadia tsunami. Natural Hazards and Earth System Sciences.53: pp. 43-61.

Dominey-Howes, D., Papathoma, M. 2007. Validating a tsunami vulnerability assessment model (the PTVA Model) using field data from the 2004 Indian Ocean tsunami. Natural Hazards and Earth System Sciences.40: pp. 113–136.

Environment Agency. 2004. Best Practice in Coastal Flood Forecasting. R&D Technical Report. FD2206/TRI.

Ferreria, B. 2011. What icebergs capsize, tsunamis may ensue. Nature. Available from:http://blogs.nature.com/barbaraferreira/2011/04/17/when-icebergs-capsize

Hallegatte, S. 2008. An adaptive regional input-output model and its application to the assessment of the economic cost of Katrina, Risk Analysis. 28 (3): pp. 779-799.

Indrawati, Sri Mulyani. 2005. Indonesia: Preliminary Damage and Loss Assessment, The December 26, 2004 Natural Disaster. The Consultative Group on Indonesia.BAPPENAS.

Miller, Ted. R. 2000. Variation between countries in values of statistical life. Journal of Transport Economics and Policy, 34 (2): pp. 169-188.

Mokhtari, M. 2011. Tsunami in Makran Region and Its Effect on the Persian Gulf, Tsunami – A Growing Disaster, Prof. Mohammad Mokhtari (Ed.), ISBN: 978-953-307-431-3, In Tech, Available from:http://www.intechopen.com/books/tsunami-a-growing-disaster/tsunami-in-makran-region-and-its-effect-on-thepersian-gulf

Nanto, D.K., Cooper, W.H., Donnelly, M., Johnson, R. 2011. Japan's 2011 Earthquake and Tsunami: Economic Effects and Implications for the United States. CRS Report for Congress. April 6, 2011.

Papathoma, M., Dominey-Howes, D.T. M, Smith, D.E., and Zong, Y. 2003. Assessing tsunami vulnerability, an example from Herakleio, Crete, Natural Hazards and Earth System Science, 3: pp. 1– 13.

Pararas-Carayannis, G. 2006. Potential of Tsunami Generation along the Makran Subduction Zone in the Northern Arabian Sea. Case Study: The Earthquake and Tsunami of November 28, 1945. Presentation at 3rd Tsunami Symposium of the Tsunami Society May 23-25, 2006, East-West Center, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

Payande, A.R., Niksokhan, M.H. and Naserian, H. 2015. Tsunami hazard assessment of Chabahar Bay related to megathrust seismogenic potential of the Makran subduction zone. Natural Hazards. 76: pp. 161-176.

RMS Special report. 2011. Estimating Insured Losses from the 2011 Tohoku, Japan Earthquake and Tsunami.