

Investigating the Socio-Economic Effects of Increasing Buildings Insurance Coverage on Flash Floods Affected by Climate Change Using Systems Dynamics (Case Study: Emamzadeh Davood Region)

H. Mazandarani Zadeh* and R. Golmohammadi²

Abstract

The occurrence of climate change has increased the probability of flash floods and changed the intensity and frequency of such events in recent years. Iran is one of the high risk countries in terms of the occurrence of natural disasters. Iranian societies have greatly suffered from economic and social damages due to flash floods in urban areas in recent years. Assessing and compensating damages is one of the most important actions after a flood occurrence. Flood insurance is an important tool to compensate for the losses in a timely and appropriate manner and also to reduce the economic pressure and tension between the people and the government. Since economic and social issues are intertwined with each other, examining the issue of flood insurance and using it requires systemic thinking. In this study, the effect of insurance coverage of residential buildings on economic and social variables in Emamzadeh Davood region was evaluated as a case study using Vensim PLE software. For this purpose, the amount of changes in economic vulnerability, buildings covered by insurance, insurance company's income and people's prosperity were investigated under four different scenarios. In each scenario, the results of changing the amount of insurance compensation and subsidy paid by the government were evaluated to investigate the role of each of them in reducing the economic vulnerability and the resulting social consequences. The results of this research showed that if the government pays 35% of the premium as a subsidy and the flood insurance companies compensate 100% of the damage, all residents in the studied area will buy flood insurance for their homes by 2050. Due to the existence of very complex relationships in socio-economic issues in societies, it is necessary to use more influential variables in future studies that can reduce the level of uncertainty and obtain more accurate results.

Keywords: Flood Insurance, Urban Areas, Building and Vulnerability, Social and Economic Effects, System Thinking.

Received: July 16, 2023

Accepted: October 26, 2023

بررسی اثرات اقتصادی افزایش پوشش بیمه ساختمان‌ها در برابر سیلاب‌های ناگهانی تحت سناریوهای تغییر اقلیم با استفاده از پویایی سیستم‌ها (مطالعه موردی: منطقه امامزاده داوود)

حامد مازندرانی‌زاده^{۱*} و ریحانه گلمحمدی^۲

چکیده

رویداد تغییرات اقلیمی موجب افزایش احتمال وقوع سیل‌های ناگهانی و تغییر شدت و تواتر آن‌ها در سال‌های اخیر شده است. ایران نیز یکی از پرمخاطره‌ترین کشورهای جهان از نظر رخداد حوادث طبیعی است و در سال‌های اخیر مردم متحمل خسارات اقتصادی و اجتماعی زیادی در اثر طغیان سیلاب‌های ناگهانی در مناطق شهری شده‌اند. ارزیابی خسارات و جبران آن‌ها یکی از اقدامات مهم پس از وقوع سیلاب است. لذا استفاده از بیمه سیلاب به منظور جبران به‌موقع و مناسب خسارات و کاهش فشار اقتصادی و تنش میان مردم و دولت حائز اهمیت است. از آنجایی که مسائل اقتصادی و اجتماعی روابط درهم‌تنیده‌ای با یکدیگر دارند، بررسی موضوع بیمه سیل و استفاده از آن نیازمند تفکر سیستمی است. در مطالعه حاضر با استفاده از نرم‌افزار Vensim PLE اثر پوشش بیمه ساختمان‌های مسکونی بر متغیرهای اقتصادی در منطقه امامزاده داوود به‌عنوان مطالعه موردی ارزیابی شد. برای این منظور میزان تغییرات آسیب‌پذیری اقتصادی، درصد ساختمان‌های تحت پوشش بیمه، درآمد شرکت‌های بیمه و رفاه مردم تحت چهار سناریو مختلف بررسی شد. در هر کدام از این سناریوها نتایج حاصل از تغییر مقادیر سقف جبران خسارت از سوی بیمه و یارانه پرداختی از سوی دولت به‌منظور بررسی نقش هر کدام در کاهش میزان آسیب‌پذیری اقتصادی ارزیابی شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد در صورت تقبل ۳۵ درصد از هزینه بیمه سیل از سوی دولت به‌عنوان یارانه و پرداخت ۱۰۰ درصد از مبلغ خسارت از سوی شرکت‌های بیمه، تا سال ۱۴۲۸ تمام ساکنین منطقه مورد مطالعه اقدام به خرید بیمه سیل برای منازل مسکونی خود می‌نمایند. با توجه به وجود روابط بسیار پیچیده در مسائل اقتصادی- اجتماعی در جوامع، لازم است در مطالعات آتی متغیرهای تأثیرگذار بیشتری که بتوانند از میزان عدم قطعیت نتایج بکاهد و نتایج دقیق‌تری را به دست دهد، استفاده نمود.

کلمات کلیدی: بیمه سیل، مناطق شهری، ساختمان و آسیب‌پذیری، اثرات اقتصادی و اجتماعی، تفکر سیستمی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۴/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۸/۴

1- Associate Professor, Water Science and Engineering Department, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Email: mazandaranzadeh@eng.ikiu.ac.ir

2- Ph.D. Student, Water Science and Engineering Department, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Email: reyhaneh.golmohammadi@yahoo.com

*- Corresponding Author

Doi: [10.22034/IWRR.2023.181865](https://doi.org/10.22034/IWRR.2023.181865)

۱- دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

۲- دانشجوی دوره دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)،

قزوین، ایران.

*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان تابستان ۱۴۰۳ امکان‌پذیر است.

شد. در پژوهش (Dastourani 2010) جوانب مختلف و خصوصیات بیمه سیل در سایر کشورها ارزیابی و به لزوم بررسی آن در ایران پرداخته شد. در این مقاله علاوه بر بررسی مزایا و معایب بیمه سیل بیان شد افرادی که در مناطقی با ریسک بیشتر ساکن هستند باید حق بیمه بیشتری پرداخت نمایند ولی لازم است برای یک دوره چندساله دولت در پرداخت حق بیمه به مردم یارانه دهد. همچنین بهتر است بیمه سیل توسط بخش خصوصی و با نظارت دولت اجرا شود. بعلاوه در این مقاله اظهار شد بیمه سیل باید اختیاری باشد و راهکار اصلی در این خصوص آموزش و ترویج مستمر است.

مقایسه بیمه سیل در ایران و سایر کشورهای منتخب سیل خیز و همچنین مطالعه تجربیات کشورهای پیشرو در زمینه بیمه سیل و نقش دولت در آن کشورها، نشان می‌دهد لازم است بیمه سیل توسط بخش دولتی صورت گیرد؛ زیرا بازار بیمه سیل به اندازه کافی در ایران توسعه نیافته است و پوشش بیمه بدون کمک‌های دولتی امکان‌پذیر نیست. همچنین بهتر است خرید بیمه سیل اجباری ولی با لحاظ نمودن میزان ریسک‌پذیری مناطق مختلف در میزان پرداخت حق بیمه صورت گیرد (IRC, 2019). در گزارش نهایی هیئت ویژه سیلاب‌ها که به سیل‌های رخ داده در استان‌های گلستان، خوزستان، لرستان و مازندران در سال ۱۳۹۸ و اثرات تخریبی آن‌ها پرداخته شده است، به کرات به استفاده از بیمه سیل به عنوان یک رویکرد جامع برای مدیریت سیلاب تأکید شده است. در این گزارش اظهار شده است بیمه سیل از جمله راهکارهای نرم و غیرسازه‌ای و سیاستی از سوی دولت برای کاهش خسارات سیل است (Special Reporting Committee on Iran Floods, 2020). در گزارشی که توسط IRC (2020) با هدف اجرایی‌سازی اولین گام از نقشه راه صنعت بیمه در مواجهه با تغییر اقلیم جهت تدوین برنامه ملی بیمه سیل ارائه گردید، با اشاره به نبود آیین‌نامه ویژه‌ای با هدف جبران خسارات سیلاب در صنعت بیمه و وجود چالش‌های متعددی در این زمینه، به ضرورت پوشش بیمه سیلاب به‌ویژه در مناطق سیل‌خیز تأکید و راهکارهایی برای گسترش نفوذ بیمه سیل ارائه شده است. نتایج حاصل از بررسی ۱۵ AOGCM⁴ در این تحقیق حاکی از افزایش متوسط بارندگی در آینده در سطح وسیع‌تری است و پتانسیل تولید سیلاب در مناطق جنوب و جنوب شرق کشور بیشتر است. در مطالعه Masoumian et al. (2023) به تحلیل روابط بین شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهر چمستان در مقابل سیلاب پرداخته شده است. برای این منظور تاب‌آوری این شهر در ابعاد کالبدی-زیرساختی، اجتماعی، نهادی، اقتصادی و زیست‌محیطی به همراه شاخص‌ها و زیرشاخص‌های تعریف‌شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج

وقوع تغییرات اقلیمی در سطح جهان منجر به تغییر شدت و تواتر فجایع طبیعی از جمله طوفان، سیل و خشک‌سالی و افزایش خسارات ناشی از آن‌ها در سال‌های اخیر شده است. ایران نیز از این حوادث طبیعی در امان نیست و از این نظر یکی از پرمخاطره‌ترین کشورهای جهان است (IRC¹, 2019). با وقوع سیل‌های ناگهانی در سطح شهرها خسارات زیادی به جان و مال مردم وارد می‌شود که ارزیابی و جبران آن‌ها یکی از مهم‌ترین دغدغه‌ها و مشکلات پس از وقوع سیلاب است. تاکنون روش‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای متعددی برای کنترل و مهار سیلاب به‌منظور کاهش خسارات ناشی از آن مدنظر بوده و اجرا شده است؛ اما با وجود مدیریت نامناسب در حریم رودخانه‌ها، ساخت‌وسازهای متعدد و تغییر کاربری آن‌ها به مناطق شهری، مردم همچنان متحمل خسارات زیادی در اثر از وقوع سیلاب‌های ناگهانی می‌شوند. آمار خسارات سیل‌های رخ داده در ایران نیز که در پایگاه اطلاعات رخدادهای اضطراری (EM-DAT²) ارائه شده است، نشان می‌دهد این اقدامات نه تنها موجب کاهش خسارات نشده بلکه میزان خسارات مالی ناشی سیل‌های ناگهانی در سال‌های اخیر افزایش یافته است. طبق این آمار که از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۲۲ موجود است، میزان خسارات مالی از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ نسبت به دوره آماری ۲۰۱۵-۱۹۹۵ رو به افزایش بوده و در سال ۲۰۱۸ به بیشترین مقدار خود (۱۹۳۴۶۶ هزار دلار آمریکا) پس از ۲۳ سال رسیده است. از این رو باید در کنار روش‌های موجود، استفاده از بیمه سیل به‌منظور جبران خسارات و کاهش فشار اقتصادی ناشی از وقوع سیلاب بر مردم و دولت موردتوجه ویژه قرار گیرد.

بیمه سیل موجب کاهش خسارت نمی‌شود بلکه به جبران خسارات ناشی از سیلاب کمک می‌کند. به عبارت بهتر بیمه سیل با پخش خسارات در زمان و مکان باعث می‌شود بازسازی مناطق و تأسیسات آسیب‌دیده و نیز حمایت از جوامع خسارت‌دیده در کمترین زمان ممکن و به شکل مناسب صورت پذیرد (Dastourani, 2010). تاکنون مطالعات زیادی در این زمینه صورت نگرفته است. در مقاله Malekmohammadi and Tajrishi (2007) روش‌های تئوری تعیین نرخ بیمه سیل خانه‌های مسکونی بررسی شد و روشی مناسب برای انجام محاسبات در محدوده شهری در ایران ارائه شد. در این مطالعه محاسبات با استفاده از مدل مایک، HEC-1 و GIS و همچنین ارتباط بین تراز سیل، دبی پیک سیلاب، احتمال وقوع سیلاب و مقدار خسارت در عمق‌های مختلف سیل انجام و نتایج آن به‌صورت مقادیر خسارت قابل‌انتظار سالیانه (EAD³) و نرخ بیمه سیلاب برای هر منطقه مسکونی در حوضه آبریز طالقان به‌عنوان مطالعه موردی ارائه

این مطالعه نشان داد افزایش تاب‌آوری اجتماعی نیازمند افزایش سطح دانش جامعه محلی است. در این پژوهش بر گسترش بیمه به‌عنوان راهکاری برای دستیابی به جامعه با سلامت پایدار و تأمین آرامش، آسایش و کاهش استرس افراد خانواده‌ها تأکید شده است.

در مطالعه (Mavhura 2018) با تأکید به اینکه آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی امری پویا است، به بررسی آسیب‌پذیری بیوفیزیکی، اقتصادی و اجتماعی با استفاده از رویکرد تفکر سیستمی در منطقه Muzarabani در کشور زیمبابوه به‌عنوان مطالعه موردی پرداخته شده است. نتایج این تحقیق نشان داد آسیب‌پذیری در برابر سیلاب در آن منطقه صرفاً تابعی از تغییرات در الگوی بارندگی نیست بلکه نتیجه ارتباط بین متغیرهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی با روابط غیرخطی است. در مطالعه (Lim and Skidmore 2019) که اولین مطالعه تجربی با هدف ارزیابی نقش برنامه ملی سیل در ایالات‌متحده (NFIP⁵) است، بیان شده است دیدگاهی یکپارچه از آسیب‌پذیری‌های اقتصادی، اجتماعی، فیزیکی و سیاسی تحلیل‌های تجربی را هدایت می‌کند. در تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده در این مقاله عوامل فیزیکی بلایای طبیعی (مانند زمان، مدت وقوع و غیره) و ویژگی‌های محیطی منطقه برای ارزیابی عوامل اجتماعی-اقتصادی و سازمانی که موجب افزایش یا کاهش آسیب‌پذیری در برابر سیل می‌شوند مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داد سطح پایین آموزش، کیفیت پایین مسکن، پایگاه‌های ضعیف اجتماعی و اقتصادی آسیب‌پذیری در برابر سیل را افزایش می‌دهند. از طرفی هزینه‌های دولت محلی برای افزایش ایمنی و رفاه عمومی به‌طور قابل‌توجهی آسیب‌پذیری کلی در برابر سیل را کاهش می‌دهد. در مطالعه (Frazier et al. 2020) تلاش شد تأثیرات ناشی از تغییرات NFIP در Idaho در کشور Ada با ارزیابی تغییرات آسیب‌پذیری اقتصادی-اجتماعی با استفاده از مدل SERV⁶، شناسایی تغییرات در صنایع اقتصادی واقع در سیلاب‌دشت و با مصاحبه با مقامات دولتی موردبررسی قرار گیرد. نتایج نشان داد تغییرات ایجادشده در NFIP از جمله کاهش یا حذف یارانه بیمه سیل باعث افزایش آسیب‌پذیری کلی در بخش‌های مختلف در سیلاب‌دشت‌ها شده که مصاحبه با رهبران آن جامعه نیز این نتایج را تأیید کرده است. Eaves et al. (2023) با استفاده از پویایی سیستم‌ها و سناریو پردازی به بررسی آسیب‌پذیری اقتصادی جوامع در نواحی ساحلی نسبت به اثرات ترکیبی افزایش سطح دریا، سیلاب و طغیان‌های مرتبط با تغییر اقلیم برای سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ در نیوزلند پرداختند. این رویکرد با ارزیابی ریسک سیل در سواحل، محرک‌های فیزیکی را در کنار رفاه اجتماعی-اقتصادی برای جوامع ساحلی تعیین می‌کند تا روشی برای مدیریت آینده‌های نامشخص از طریق روابط علی در پویایی سیستم‌ها ارائه کند. خروجی‌های مدل

نشان می‌دهد در کوتاه‌مدت (۱ تا ۱۰ سال) و میان‌مدت (۱۰ تا ۲۰ سال)، جوامع آسیب‌پذیر خطر از دست دادن سرمایه و بیمه‌پذیری را می‌پذیرند و از رفاه زندگی ساحلی حمایت می‌کنند. با این حال، در بلندمدت (۲۰ سال)، خسارات اقتصادی ناشی از سیل‌های مکرر، حق بیمه مبتنی بر ریسک را افزایش می‌دهد، خروج از بیمه را ترویج می‌کند و باعث اصلاحات منفی در ارزش‌گذاری اموال می‌شود.

در مطالعات معدودی که تاکنون در زمینه بیمه سیل در ایران و جهان انجام شده، مدل‌سازی به‌منظور بررسی اثرات حاصل از بیمه نمودن یک نوع دارایی مشخص (مانند وسایل نقلیه، ساختمان‌های مسکونی، مغازه‌ها و غیره) بر متغیرهای اجتماعی و اقتصادی در مناطق شهری صورت نگرفته است. از آنجایی که مؤلفه‌های اقتصادی و اجتماعی در اندرکنش با یکدیگر هستند، بررسی موضوع بیمه سیل و استفاده از آن نیازمند تفکر سیستمی است. با توجه به چالش‌های پیش روی صنعت بیمه سیل از جمله مشکلات اقتصادی و توان مالی پایین عموم مردم، تغییر اقلیم، کمبود اطلاعات و غیره و همچنین لزوم ارائه بیمه‌نامه جداگانه برای سیل که مبتنی بر ارزیابی و مدل‌سازی ریسک باشد، در مطالعه حاضر تلاش شد اثرات ناشی از بیمه نمودن ساختمان‌های مسکونی در مقابل سیلاب در مناطق شهری بر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی ارزیابی شود. برای این منظور در این پژوهش میزان تغییرات آسیب‌پذیری اقتصادی و پیامدهای اجتماعی ناشی از بیمه نمودن ساختمان‌ها برای دوره ۳۰ ساله از ۱۳۹۸ تا ۱۴۲۸ بررسی شده است. این تغییرات در چهار سناریوی مختلف در منطقه امامزاده داوود در حوضه آبریز کن به‌عنوان مطالعه موردی ارزیابی شده است. در این راستا از نرم‌افزار Vensim PLE استفاده و روابط بین متغیرها به‌صورت خطی و درصدی از متغیرهای تأثیرگذار تعریف شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه امامزاده داوود به‌عنوان یکی از زیرحوضه‌های حوضه آبریز کن در استان تهران واقع شده و نمای کلی آن در شکل ۱ نشان داده شده است. این منطقه در طول جغرافیایی $51^{\circ} 17' 05''$ تا $51^{\circ} 22' 29''$ و عرض جغرافیایی $35^{\circ} 53' 51''$ تا $35^{\circ} 50' 18''$ قرار دارد. حداقل و حداکثر ارتفاع این منطقه به ترتیب ۱۷۷۸ و ۳۸۳۳ متر با شیب متوسط ۵۷ درصد است. مساحت و محیط این منطقه به ترتیب برابر با $23/78$ کیلومتر مربع و ۲۵ کیلومتر است. وقوع سیلاب در این منطقه در سال‌های اخیر خسارت‌های زیادی بر جای گذاشته است. بر اساس گزارش (Isna 2022) آخرین سیل مخرب در این منطقه در مردادماه سال ۱۴۰۱ با ۲۲ نفر فوتی رخ داد.

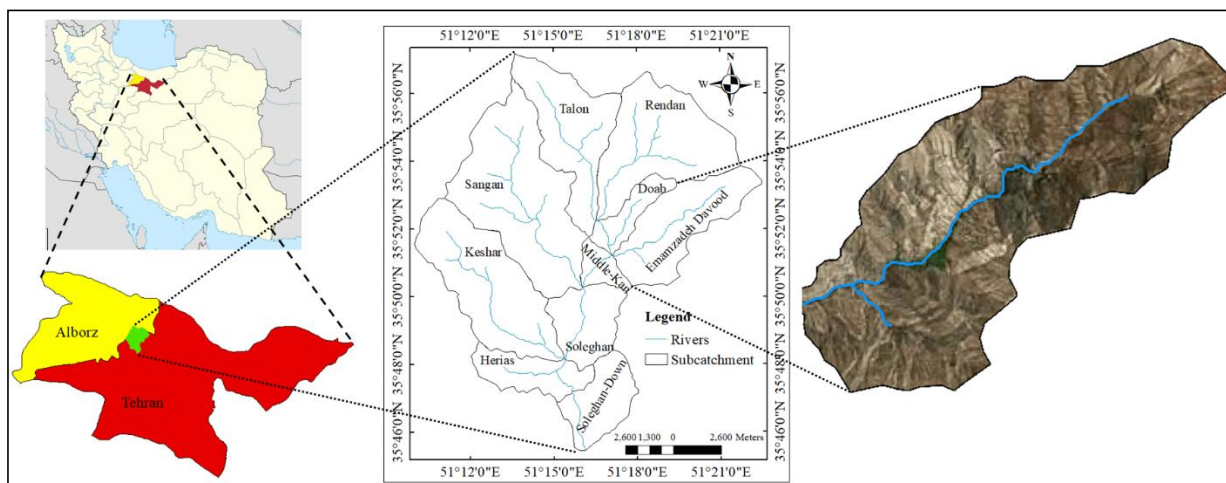


Fig. 1- The geographical location of Kan watershed with streams and subcatchments and Emamzade Davood Region in Kan Watershed

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبریز کن به همراه آبراه‌ها و زیرحوضه‌ها و منطقه امامزاده داوود در حوزه آبریز کن

دنبال آن مشکلات روحی و روانی ناشی از فشار اقتصادی را برای مردم به همراه دارد. استفاده از بیمه سیل کمک زیادی برای جبران این خسارات می‌کند. هر چه تعداد ساختمان‌های تحت پوشش بیمه افزایش یابد، میزان آسیب‌پذیری اقتصادی ناشی از وقوع سیلاب در جامعه کاهش می‌یابد که همین امر موجب کاهش شکنندگی مالی ناشی از وقوع سیل می‌شود. به عبارت بهتر، با افزایش ساختمان‌های تحت پوشش بیمه، وضعیت اقتصادی مردم در صورت وقوع سیل به میزان کمتری دچار تزلزل شده و تضعیف می‌شود. همچنین کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی منجر به رشد جمعیت، افزایش اشتغال و در پی آن کاهش مهاجرت از مناطق سیل‌گیر می‌شود. از طرفی با کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی میزان سرمایه‌گذاری در آن مناطق افزایش پیدا می‌کند که منجر به افزایش امکانات بهداشتی و درمانی خواهد شد. تمامی موارد نامبرده باعث افزایش سطح رفاه زندگی مردم منطقه می‌شود. همین امر جذابیت زندگی در منطقه را افزایش داده و باعث افزایش مهاجرت به منطقه می‌شود. باید توجه داشت افزایش جمعیت، نتایج منفی از قبیل افزایش آلودگی (هوا، محیط‌زیست و غیره)، ناامنی (فردی، اجتماعی و غیره) و ترافیک ناشی از افزایش وسایل نقلیه در خیابان‌ها را در منطقه به همراه خواهد داشت که این عوامل خود می‌توانند کنترل‌کننده افزایش جمعیت در منطقه باشند. در نهایت میزان رفاه مردم، مقدار یارانه‌ای که دولت برای پرداخت حق بیمه به مردم می‌دهد و میزان جبران خسارات اقتصادی از سوی بیمه مستقیماً بر روی میزان تمایل مردم برای بیمه نمودن ساختمان‌های خود در برابر سیلاب، تأثیرگذار است.

۲-۲- مدل پویایی بیمه سیل

همان‌طور که گفته شد، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات ناشی از بیمه نمودن ساختمان‌های مسکونی در برابر سیلاب بر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی با استفاده از پویایی سیستم‌ها است که فلوچارت آن در شکل ۲ قابل مشاهده است. برای دستیابی به هدف موردنظر ابتدا باید مدل تشریحی برای حل این مسئله نوشته و روابط علی تعریف شوند. برای منظور لازم است از نرم‌افزاری استفاده شود تا با استفاده از آن بتوان روابط بین این مؤلفه‌ها را تعریف و همچنین وضعیت یک سیستم در آینده را بررسی نمود که در این مطالعه از نرم‌افزار Vensim PLE استفاده شد. پس از تعریف روابط علی باید مقادیر متغیرهای مختلف و روابط بین آن‌ها در مدل وارد گردد و سپس از نحوه عملکرد مدل اطمینان حاصل شود. در ادامه ابتدا مدل تشریحی و روابط علی تعریف‌شده در این تحقیق آورده شده است. پس از آن، راجع به مقادیر و نحوه تعریف روابط بین متغیرهای مختلف توضیحاتی داده می‌شود و در نهایت نحوه بررسی درستی عملکرد مدل موردبحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۳- مدل تشریحی و روابط علی

روابط علی حاکم بر مسئله موردنظر در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس این نمودار، یکی از اثرات رویداد تغییرات اقلیمی، وقوع بارش‌هایی با شدت زیاد و مدت کم و به دنبال آن افزایش احتمال وقوع سیل‌های ناگهانی در سطح شهرها است (Golmohammadi and Shokoohi, 2021). این سیلاب‌ها خسارات اقتصادی زیاد و به

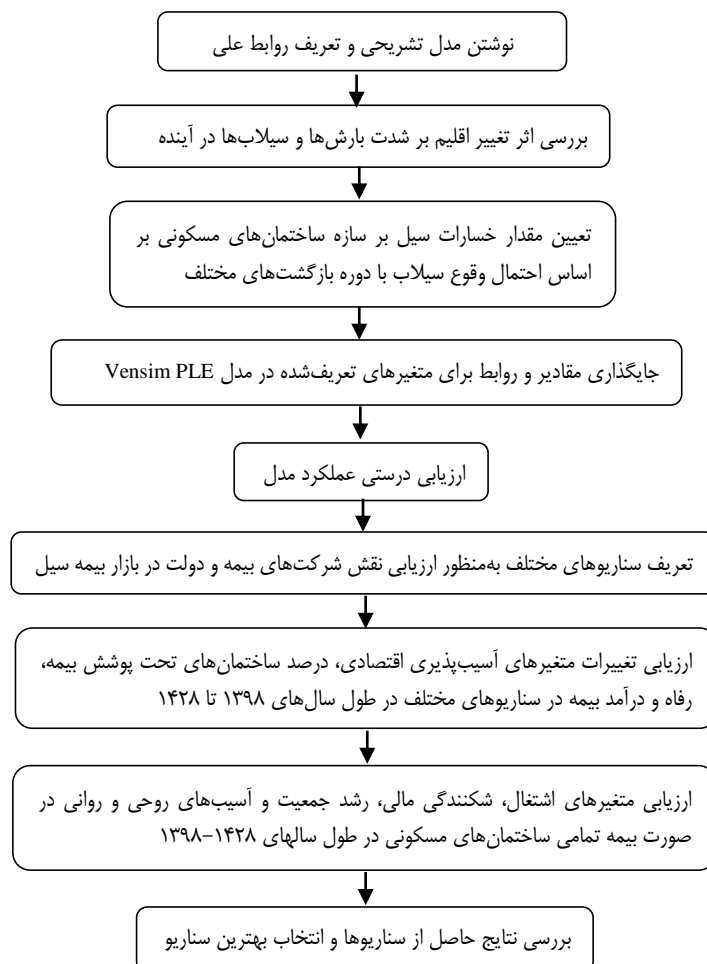


Fig. 2- Flowchart of the steps for evaluating the effects of flood insurance on economic and social variables
شکل ۲- فلوچارت مراحل ارزیابی اثرات بیمه سیل بر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی

تغییر اقلیم بر شدت و مقدار سیلاب از مقاله Ahmadi et al. (2019) استفاده شد. به بررسی اثر تغییر اقلیم بر مقادیر حدی حوضه آبریز کن پرداختند، در آن تحقیق از دو مدل SDSM5.2 و ASD برای ریزمقیاس‌نمایی مدل CanESM2 تحت سه سناریوی RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 استفاده شده است. همچنین مقادیر بارش و دما برای سال‌های ۲۰۱۰-۲۱۰۰ تولید و با استفاده از مدل ANN شبیه‌سازی بارش- رواناب در حوضه آبریز کن انجام شد. هیدروگراف‌های سیلاب در بازه زمانی ماهانه در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج حاکی از افزایش ۲۷-۲ درصدی بارش در دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۱۰۰ و افزایش ۳۶-۵ درصدی رواناب در دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۳۹ در سناریوهای RCP است. به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که در دوره‌های آتی در حوضه آبریز کن مقادیر جریان حداقل، کاهش و مقادیر جریان حداکثر، افزایش می‌یابد. بنابراین سیلاب با شدت و مقدار بیشتری رخ خواهد داد.

هرچه تمایل مردم افزایش یابد میزان فروش بیمه و تعداد افراد تحت پوشش بیمه افزایش می‌یابد و به دنبال آن درآمد شرکت‌های بیمه بیشتر شده و عملکرد آن نیز بهبود می‌یابد. این موارد به‌طور غیرمستقیم منجر به کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی در جوامع می‌شود. هرچه از این مقدار کم شود میزان مشکلات و آسیب‌های روحی و روانی ناشی از فشار اقتصادی وارده برای جبران خسارت بر مردم آن منطقه کاسته می‌شود.

۴-۲- جایگذاری مقادیر و روابط

مدل توسعه داده‌شده در شکل ۳ با بررسی اثر تغییر اقلیم بر شدت بارش‌ها و درنهایت احتمال وقوع سیل‌های ناگهانی در مناطق شهری شروع شده است. از این‌رو لازم است ابتدا این مسئله در حوضه آبریز کن و منطقه امامزاده داوود مورد بررسی قرار گیرد. برای بررسی اثر

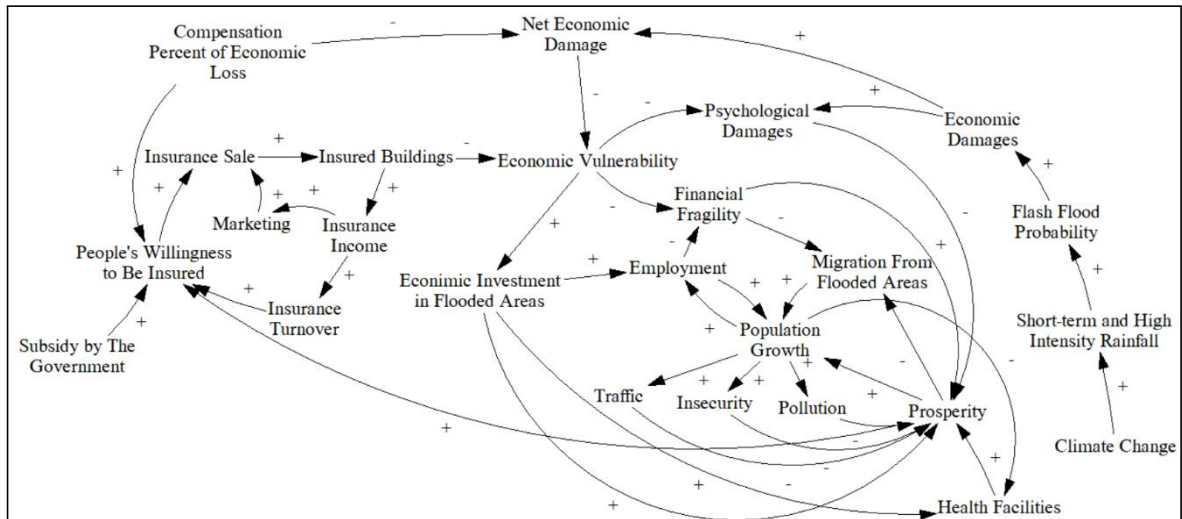


Fig. 3- Casual relationships
 شکل ۳- روابط علی

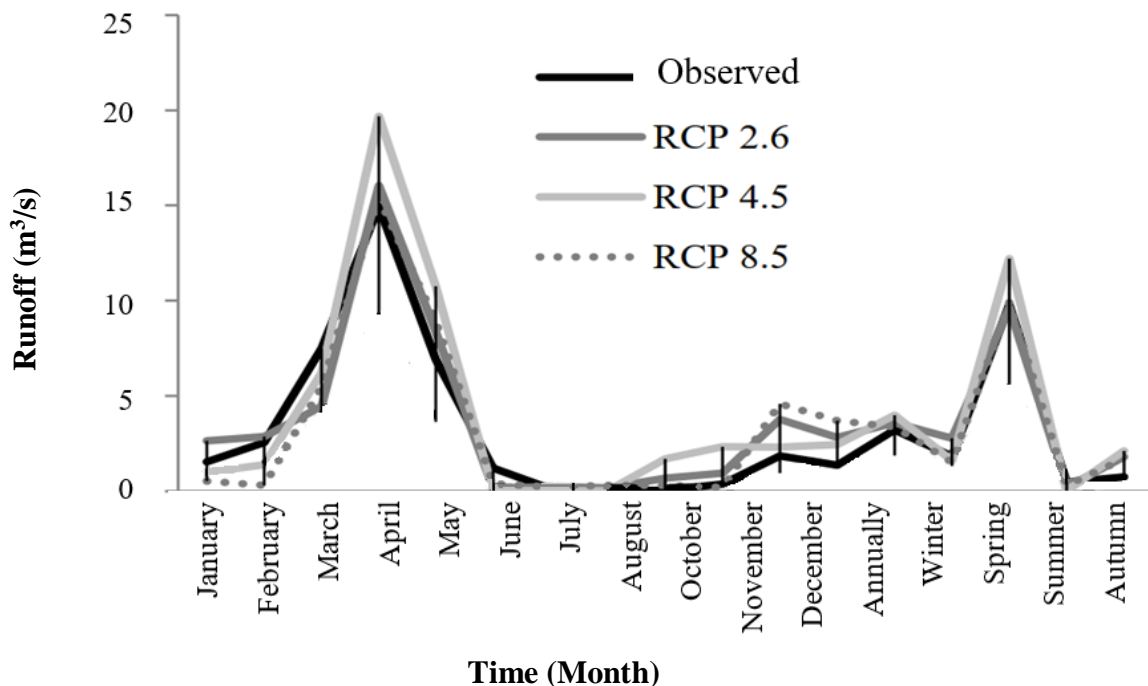


Fig. 4- The results of rainfall-runoff simulation under different climate change scenarios in Kan Catchment (Ahmadi et al., 2019)

شکل ۴- نتایج شبیه‌سازی بارش- رواناب تحت سناریوهای مختلف تغییر اقلیم در حوضه آبریز کن (Ahmadi et al., 2019)

منطقه امامزاده داوود در آینده، احتمال وقوع این خسارات مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور از مطالعه Amirmoradi et al. (2019) استفاده شد. در آن مطالعه به برآورد خسارات مستقیم ناشی از سیلاب بر ساختمان‌ها، دارایی‌ها و محتویات داخل ساختمان در مناطق شهری پرداخته شده و با استفاده از منحنی عمق- خسارت مدل Life-Sim درصد متوسط خسارت وارده بر سازه ساختمان‌های مسکونی برای

با توجه به مقاله Ahmadi et al. (2019) مشخص شد در منطقه مورد مطالعه در دوره‌های آبی سیلاب‌ها با شدت بیشتری رخ خواهند داد. از آنجایی که در رابطه با وقوع سیلاب‌ها در آینده صحبت می‌شود، لازم است عدم قطعیت موجود با بررسی احتمال وقوع سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف و خسارات ناشی از آن‌ها صورت گیرند. به عبارت بهتر باید برای تعیین مقادیر خسارات سیلاب در حوضه آبریز کن و

سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف تخمین زده شده است. این مقادیر در جدول ۱ آورده شده است. مطابق با شکل ۳، باید مقدار خسارت اقتصادی بر اساس احتمال وقوع سیلاب‌های مختلف در آینده در مدل وارد شد. با توجه به جدول ۱، این مقدار برابر با جمع مقادیر به دست آمده از ضرب احتمال وقوع (P) در درصد خسارت (Loss (%)) برای دوره بازگشت‌های مختلف (T) است که در آن احتمال وقوع برابر با $\frac{1}{T}$ است. در نهایت با محاسبات انجام شده مقدار ۴۰/۵۷ درصد برای متغیر ثابت خسارت اقتصادی در مدل وارد شد.

Table 1- The average values of the percentage of damages to the structure of residential buildings in Imamzadeh Davood Region for different return periods (Amirmoradi et al., 2019)

جدول ۱- مقادیر متوسط درصد خسارت وارده بر سازه ساختمان‌های مسکونی در منطقه امامزاده داوود برای دوره بازگشت‌های مختلف (Amirmoradi et al., 2019)

T (years)	Loss (%)	P	P×Loss (%)
2	46.06	0.5	23.03
5	46.31	0.2	9.26
10	47.28	0.1	4.72
25	45.89	0.04	1.84
50	46.60	0.02	0.93
100	46.40	0.01	0.46
200	45.59	0.005	0.23
500	46	0.002	0.09
			Total=40.57

خلاصه‌ای از روابط تعریف شده بین متغیرهای مختلف در این مقاله به همراه معادل فارسی آن‌ها در جدول ۲ آورده شده است. بررسی گزارش شرکت‌های بیمه نشان می‌دهد فرانشیز^۷ بیمه سیلاب ۱۰ درصد است. به عبارت دیگر ۹۰ درصد از مبلغ خسارت کل توسط شرکت بیمه پرداخت می‌شود (Bimeh Journal, 2023). روابط تعریف شده برای دو متغیر خسارت اقتصادی خالص (که برابر با مقدار خسارتی که توسط مردم پرداخت می‌شود و شرکت‌های بیمه آن را جبران نمی‌کنند) و آسیب‌پذیری اقتصادی (که بیانگر تاب‌آوری و ثبات اقتصادی مردم در زمان وقوع سیل و جبران خسارات است) با مدنظر قرار دادن مقدار درصد جبران خسارت اقتصادی و همچنین تغییر میزان یارانه پرداختی توسط دولت در سناریوهای مورد بررسی در این تحقیق تعریف شده‌اند. مقدار خسارت اقتصادی مطابق با جدول ۱ ۴۰/۵۷ درصد به دست آمد. اگر بیمه مبلغی را برابر جبران خسارات پرداخت نکند، مردم باید کل خسارت وارده که برابر ۴۰/۵۷ درصد از ارزش دارایی است را به تنهایی جبران کنند. بنابراین ماکزیمم خسارت اقتصادی خالص برابر با ۴۰/۵۷ درصد به دست می‌آید. از طرفی با توجه به رابطه تعریف شده برای این

متغیر، اگر بیمه ۱۰۰ درصد خسارت را جبران کند میزان خسارت اقتصادی خالص برابر با صفر خواهد بود. همچنین فرمول آسیب‌پذیری اقتصادی از دو عبارت جداگانه تشکیل شده است که در نهایت با یکدیگر جمع می‌شوند. عبارت اول بیانگر پرداخت خسارت ساختمان‌های تحت پوشش بیمه به میزان آسیب‌پذیری اقتصادی خالص توسط مردم است. عبارت دوم بیانگر جبران ۱۰۰ درصدی خسارات توسط مردم برای ساختمان‌هایی است که تحت پوشش بیمه نیستند. جمع روابط تعریف شده برای این دو مفهوم در فرمول متغیر آسیب‌پذیری اقتصادی بیانگر میزان خسارت اقتصادی است که در جوامع باید برای جبران خسارات توسط مردم پرداخت شود. همان‌طور که در جدول ۲ آورده شده است، روابط سایر متغیرها در مدل به صورت خطی و ضربی از متغیرهای تأثیرگذار تعریف شدند؛ زیرا مقادیر حقیقی و روابط تعریف شده مشخصی از آن‌ها موجود نیست. این ضرایب به نحوی با سعی و خطا در مدل تعریف شدند تا مطابق با توضیحات ارائه شده در بخش ۲-۵ از عملکرد مدل اطمینان حاصل شود. لازم به ذکر است تمامی متغیرها برحسب درصد هستند.

۲-۵- بررسی صحت عملکرد مدل

پایه و اساس عملکرد مدل Vensim PLE بر حل معادلات پیوستگی است. به عبارت بهتر، مقداردهی و فرمول‌دهی به متغیرها و نرخ‌های مدل به نحوی است که مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌ها باهم برابر باشند و سیستم در حالت تعادل باشد. بنابراین زمانی که داده مشاهده‌ای و حقیقی وجود داشته باشد، امکان واسنجی و حصول اطمینان از عملکرد مدل وجود دارد. اما در مقاله حاضر این‌گونه نیست و داده‌های حقیقی و روابط تعریف شده مشخصی از متغیرهای مدنظر در دسترس نیستند. لذا عملکرد مدل باید به گونه دیگری مورد بررسی قرار گیرد. یکی از راه‌های موجود، مقایسه و بررسی روندهای افزایشی یا کاهش‌ی به دست آمده از اجرای مدل با آنچه از ابتدا انتظار می‌رفت، می‌باشد. از آنجایی که مدل در حالت تعادل است، اگر حتی مقدار یک متغیر یا یک رابطه اشتباه یا بیش‌ازحد کم یا زیاد تعریف شد، بر روی سایر متغیرها نیز اثر می‌گذارد و روندها مطابق با آنچه مورد انتظار بودند، به دست نمی‌آیند. از این رو برای بررسی درستی عملکرد مدل ابتدا روند افزایشی یا کاهش‌ی مورد انتظار برای هر کدام از متغیرها بررسی شد. شکل ۴ نشان‌دهنده روند تغییرات تمامی متغیرها بدون ایجاد هیچ‌گونه تغییری در مقادیر و فرمول‌های وارد شده در مدل است. همان‌طور که مشخص است روند تمامی متغیرها مطابق با آنچه مدنظر بود به دست آمده است. بعلاوه در مدل پویایی سیستم‌ها مقادیر متغیرهای مختلف با تغییر مقادیر نرخ‌ها تغییر می‌کنند. راه دیگری که در چنین شرایطی می‌توان از آن استفاده نمود، وارد کردن مقادیر حدی نرخ‌های

در مدل و ارزیابی عملکرد آن است. پس از بررسی روندها، صحت عملکرد مدل با بررسی اثر تغییر مقادیر حدی متغیر درصد جبران خسارت اقتصادی و نرخ مهاجرت بر آسیب‌پذیری اقتصادی به‌عنوان مهم‌ترین متغیر در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

Table 2- The summary of defined linear relationships between different variables
جدول ۲- خلاصه‌ای از روابط خطی تعریف‌شده بین متغیرهای مختلف

Variable name	Variable name (In Persian)	Abbreviation	Formula/ Value
Economic Damage	خسارت اقتصادی	E.D	40.57 (adopted from Table 1)
Psychological Damages	آسیب‌های روحی و روانی	P.D	$0.5 \times E.V + E.D$
Financial Fragility	شکستگی مالی	F.F	$(0.004 \times \text{Employment} + 0.008 \times E.V) \times 100$
Migration from Flooded Areas	مهاجرت از مناطق سیل‌خیز	M.F.A	$(1 - ((0.003 \times \text{Prosperity}) + (0.002 \times F.F))) \times 100$
Employment	اشتغال	-	$((0.0002 \times P.G) + (0.0005 \times E.I.F.A)) \times 100$
Population Growth	رشد جمعیت	P.G	$((0.004 \times \text{Prosperity}) + (0.003 \times \text{Employment}) + (0.003 \times M.F.A)) \times 100$
Pollution	آلودگی	-	$(0.006 \times P.G) \times 100$
Insecurity	ناامنی	-	$(0.004 \times P.G) \times 100$
Traffic	ترافیک	-	$(0.005 \times P.G) \times 100$
Health Facilities	امکانات بهداشتی و درمانی	H.F	$(1 - (0.005 \times P.G)) + (0.003 \times E.I.F.A) \times 100$
Economic Investment in Flooded Areas	سرمایه‌گذاری اقتصادی در مناطق سیل‌خیز	E.I.F.A	$(1 - (0.01 \times E.V)) \times 100$
Insured Buildings	ساختمان‌های تحت پوشش بیمه	I.B	$(0.0015 \times I.S) \times 100 + 0.01 \times I.B$
Insurance Income	درآمد بیمه	I.I	$(0.00526 \times I.B) \times 100$
Insurance Turnover	عملکرد بیمه	I.T	$(0.015 \times I.I) \times 100$
Compensation Percent of Economic Loss	درصد جبران خسارت اقتصادی	C.P.E.L	90 to 100 Percent
People's Willingness to Be Insured	تمایل مردم برای بیمه کردن	P.W.I	$((0.002 \times I.T) + (0.001 \times C.P.E.L) + (0.005 \times \text{Prosperity}) + (0.0015 \times S.G)) \times 100$
Insurance Sale	فروش بیمه	I.S	$((0.001 \times \text{Marketing}) + (0.006 \times P.W.I)) \times 100$
Marketing	بازاریابی	-	$(0.019 \times I.I) \times 100$
Subsidy by The Government	یارانه پرداختی از سوی دولت	S.G	10 to 50 percent of insurance premium
Net Economic Damage	خسارت اقتصادی خالص	N.E.D	$40.57 - ((\frac{E.D}{100} \times \frac{C.P.E.L}{100})) \times 100$
Economic Vulnerability	آسیب‌پذیری اقتصادی	E.V	$((\frac{I.B}{100} \times \frac{N.E.D}{100})) + (1 - (\frac{I.B}{100} \times 1)) \times 100$
Prosperity	رفاه	-	$[(1 - \frac{F.F}{100}) \times (\frac{E.I.F.A}{100}) \times (\frac{H.F}{100}) \times (1 - (\frac{\text{Insecurity}}{100})) \times (1 - (\frac{\text{Pollution}}{100})) \times (1 - (\frac{P.D}{100})) \times (1 - (\frac{\text{Traffic}}{100}))] \times 100$

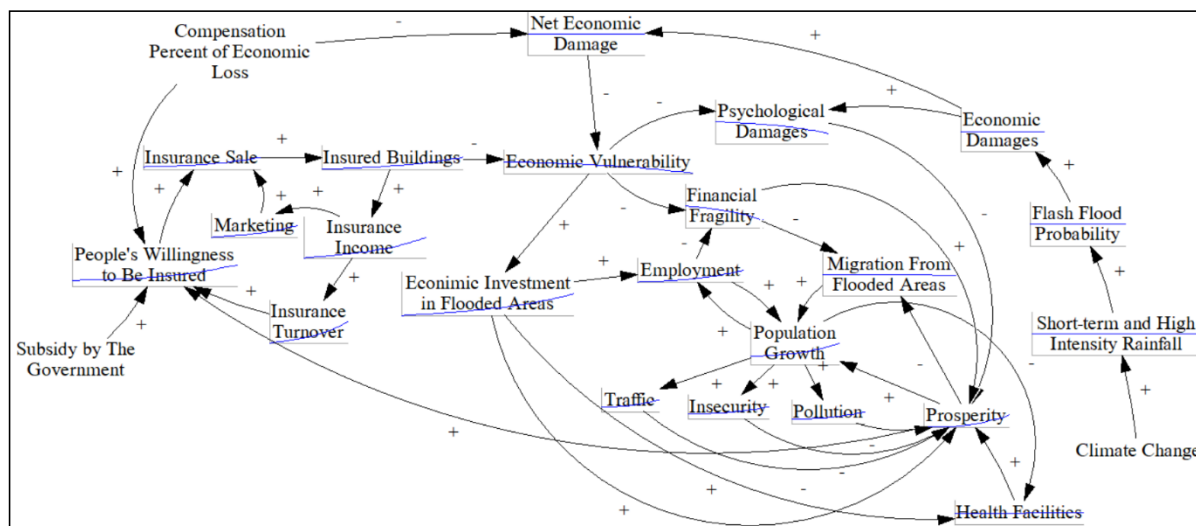


Fig. 5- Investigating the increasing or decreasing trend of variables

شکل ۵- بررسی روند افزایشی یا کاهش‌ی متغیرها

به‌دست‌آمده از بررسی روند افزایشی و یا کاهش‌ی متغیرها و میزان تغییرات آسیب‌پذیری اقتصادی در اثر جایگذاری مقادیر حدی می‌توان از درستی عملکرد مدل اطمینان حاصل نمود.

۲-۶- سناریوهای مورد مطالعه

مردم در سال‌های اخیر متحمل خسارات جانی و مالی زیادی در اثر وقوع سیلاب‌های ناگهانی شده‌اند. بیمه سیل در ایران از پوشش‌های اضافی بیمه آتش‌سوزی با سقف جبران خسارت ۹۰ درصد است و دارای بیمه‌نامه جداگانه‌ای نیست. لذا لازم است بیمه‌نامه جداگانه‌ای برای سیلاب ارائه شود تا مردم بتوانند دارایی‌های مختلف خود در مقابل سیل را بیمه کنند و در زمان وقوع سیلاب، خسارات وارده به آن‌ها به‌موقع و به شکلی مناسب از سوی شرکت‌های بیمه جبران شود. از این‌رو فشار اقتصادی بر مردم و دولت برای جبران خسارات کاهش می‌یابد. در مطالعه حاضر اثر پوشش بیمه ساختمان‌ها در برابر سیلاب بر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی تحت چهار سناریوی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت.

در هر کدام از سناریوها مقادیر سقف جبران خسارت از سوی بیمه و یا مقادیر یارانه پرداختی از طرف دولت به بیمه‌گذاران با هدف ارزیابی نقش هر یک در افزایش درصد ساختمان‌های تحت پوشش بیمه و به دنبال آن، کاهش میزان آسیب‌پذیری اقتصادی و پیامدهای اجتماعی ناشی از آن، متغیر خواهند بود. خلاصه‌ای از سناریوهای تعریف‌شده در این پژوهش در جدول ۳ آورده شده است.

ابتدا مقادیر تمامی متغیرها ثابت در نظر گرفته شد و مقدار درصد جبران خسارت اقتصادی یک‌بار صفر و یک‌بار دیگر ۱۰۰ درصد در مدل وارد شد. سپس مقدار اولیه درصد جبران خسارت یعنی ۹۰ درصد جایگزین شد و این بار میزان نرخ مهاجرت صفر و ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست‌آمده از این چهار حالت باحالتی که هیچ تغییری در مقادیر و فرمول‌های مدل ایجاد نشده باشد (درصد جبران خسارت و نرخ مهاجرت مقادیری بین صفر تا ۱۰۰ درصد دارند) مقایسه شد که در شکل ۶ نشان داده شده است. همان‌طور که انتظار می‌رفت با صفر در نظر گرفتن مقدار درصد جبران خسارت، میزان آسیب‌پذیری اقتصادی ۱۰۰ درصد به دست آمد. همچنین اگر این مقدار ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شود، میزان آسیب‌پذیری اقتصادی پس از ۳۰ سال بیش از ۶۰ درصد کاهش می‌یابد. از آنجایی‌که مؤلفه رفاه و درصد جبران خسارت هر دو بر تمایل مردم بر بیمه کردن تأثیر دارند، میزان آسیب‌پذیری اقتصادی با ۱۰۰ درصد بودن متغیر درصد جبران خسارت در طول ۳۰ سال به صفر نمی‌رسد ولی نسبت به حالتی که هیچ تغییری در مقادیر ایجاد نشده باشد به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. از طرفی با کاهش نرخ مهاجرت، جمعیت منطقه افزایش و به دنبال آن اشتغال افزایش و شکنندگی مالی ناشی از وقوع از سیل کاهش می‌یابد. از این‌رو رفاه مردم افزایش یافته و تمایل مردم برای بیمه نمودن ساختمان‌های خود افزایش می‌یابد که در نتیجه میزان آسیب‌پذیری اقتصادی کاهش می‌یابد. با این اوصاف انتظار می‌رود با صفر در نظر گرفتن نرخ مهاجرت میزان آسیب‌پذیری اقتصادی نسبت به زمانی که هیچ تغییری صورت نگرفته است کاهش بیشتری داشته باشد. همچنین اگر نرخ مهاجرت ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شود، منحنی آسیب‌پذیری اقتصادی بالاتر از منحنی مشکی‌رنگ است. با توجه به مطالب گفته‌شده و نتایج

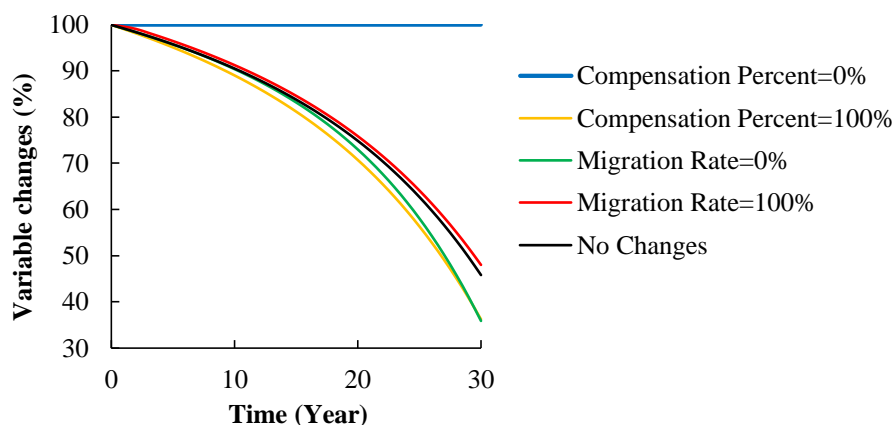


Fig. 6- Investigating the effect of changing the threshold values of compensation percent and immigration rate on economic vulnerability

شکل ۶- بررسی اثر تغییر مقادیر حدی متغیر درصد جبران خسارت و نرخ مهاجرت بر آسیب‌پذیری اقتصادی

۳- نتایج و بحث

همان‌طور که در بخش‌های قبل اشاره شد، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر پوشش بیمه ساختمان‌ها در مقابل سیلاب بر متغیرهای اقتصادی-اجتماعی است. برای این منظور میزان تغییرات آسیب‌پذیری اقتصادی، ساختمان‌های تحت پوشش بیمه، درآمد بیمه و رفاه مردم منطقه به‌عنوان مهم‌ترین متغیرهای مدنظر در این تحقیق تحت چهار سناریو مختلف آورده شده در جدول ۳ برای دوره ۳۰ ساله، ۱۳۹۸ تا ۱۴۲۸، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در سناریوهای ۱ و ۳ صرفاً نقش شرکت‌های بیمه در کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی جوامع بررسی شده است با این تفاوت که در سناریوی ۳ فرض بر آن است که بیمه‌نامه جداگانه‌ای برای سیل موجود باشد و بیمه، ۱۰۰ درصد خسارات را بر اساس موارد مندرج در بیمه‌نامه پرداخت کند. در سناریوهای ۲ و ۴ نقش دولت نیز در کنار شرکت‌های بیمه با پرداخت مقادیر مختلفی یارانه به بیمه‌گذاران بررسی می‌شود. از آنجایی که در سناریوی ۴ فرض شده است که بیمه‌نامه جداگانه‌ای برای سیلاب وجود دارد و سقف جبران خسارت ۱۰۰ درصد است، از نقش دولت در سناریوی ۴ نسبت به سناریوی ۲ کاسته شده است و نقش بیمه پررنگ‌تر است.

Table 3- The summary of defined scenarios to evaluate the role of the government and insurance companies in flood insurance market

جدول ۳- خلاصه سناریوهای تعریف‌شده در این پژوهش به منظور ارزیابی نقش دولت و شرکت‌های بیمه در بازار بیمه سیل

Scenario Number	purpose	The Maximum Value of Damage Compensation Paid by Insurance Companies (%)	The Value of Subsidy Paid by Government (% of insurance premium)
1	evaluation of the role of the insurance companies where there is no separate flood insurance policy	90	0
2	evaluation of the role of the insurance companies and government where there is no separate flood insurance policy	90	10-40
3	evaluation of the role of the insurance companies where there is a separate flood insurance policy	100	0
4	evaluation of the role of the insurance companies and government where there is a separate flood insurance policy	100	10-30

درآمد شرکت بیمه، درصد ساختمان‌های بیمه‌شده و رفاه به ازای پرداخت یارانه به مقدار ۱۰ تا ۴۰ از درصد حق بیمه به ترتیب ۶۴ تا ۹۲ درصد کاهش، ۳۵ تا ۵۱، ۶۶ تا ۹۶ و ۳۴ تا ۴۸ درصد افزایش می‌یابد.

سناریوی ۳: در این سناریو فرض بر آن است که بیمه‌نامه جداگانه‌ای برای بیمه سیل در نظر گرفته شود و شرکت بیمه مقادیر خسارت وارده به سازه ساختمان‌های مسکونی را بر اساس موارد مندرج در بیمه‌نامه به طور ۱۰۰ درصد جبران کند ولی دولت یارانه‌ای برای پرداخت حق بیمه به مردم پرداخت نکند. نتایج به‌دست‌آمده از این سناریو در شکل ۹ نشان داده شده است. میزان آسیب‌پذیری اقتصادی، درآمد شرکت بیمه، ساختمان‌های تحت پوشش بیمه و رفاه تحت این سناریو پس از ۳۰ سال و در سال ۱۴۲۸ به ترتیب به ۶۳/۸، ۳۳/۶، ۶۳/۸ و ۳۳/۵ درصد می‌رسد.

سناریوی ۱: در این سناریو فرض شده سقف جبران خسارت اقتصادی وارده به ساختمان‌های مسکونی از سوی شرکت بیمه، ۹۰ درصد است و دولت یارانه‌ای برای پرداخت حق بیمه به مردم پرداخت نمی‌کند. نتایج این سناریو در شکل ۷ نشان می‌دهد تا سال ۱۴۲۸ میزان آسیب‌پذیری اقتصادی ۵۴ درصد کاهش و مقادیر درآمد بیمه، ساختمان‌های تحت پوشش بیمه و رفاه به ترتیب ۲۹/۷، ۵۶/۵ و ۲۸ درصد افزایش می‌یابد.

سناریوی ۲: در این سناریو فرض شده است شرکت بیمه ۹۰ درصد از خسارات اقتصادی ناشی از سیلاب را به آسیب‌دیدگان پرداخت کند و دولت هم به میزان ۱۰ تا ۴۰ درصد از حق بیمه به بیمه‌گذاران یارانه دهد. نتایج به‌دست‌آمده از این سناریو در شکل ۸ نشان داده شده است. بعلاوه میزان تغییرات حاصل در ازای پرداخت یارانه با مقادیر فوق از طرف دولت در طول سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۲۸ در جدول ۴ آورده شده است. همان‌طور که مشخص است، میزان آسیب‌پذیری اقتصادی،

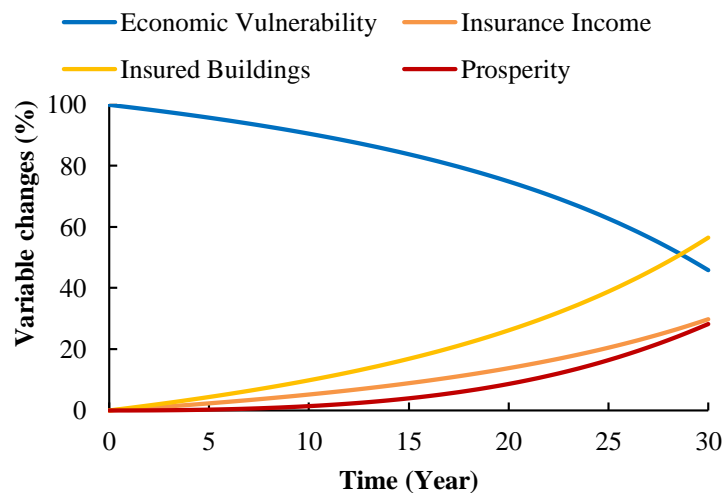


Fig. 7- The results of scenario 1 (The damage compensation value paid by insurance companies is 90% and government does not pay subsidy.)

شکل ۷- نتایج سناریوی ۱ (میزان جبران خسارت از سوی بیمه ۹۰ درصد است و دولت یارانه‌ای پرداخت نکند).

Table 4- The amount of changes in economic vulnerability, insurance company's income and prosperity per subsidy payment in the investigating time period for scenario 2

جدول ۴- میزان تغییرات آسیب‌پذیری اقتصادی، درآمد بیمه و رفاه به ازای پرداخت یارانه در دوره موردبررسی برای سناریوی ۲

Subsidy value (%)	Economic Vulnerability (%)	Insurance Company's Income (%)	Insured Buildings (%)	Prosperity (%)
10	-63.7	35	66.4	33.6
20	-73.3	40.1	76.3	38.8
30	-82.2	45.4	86.5	43.6
40	-92.4	51	96.3	48

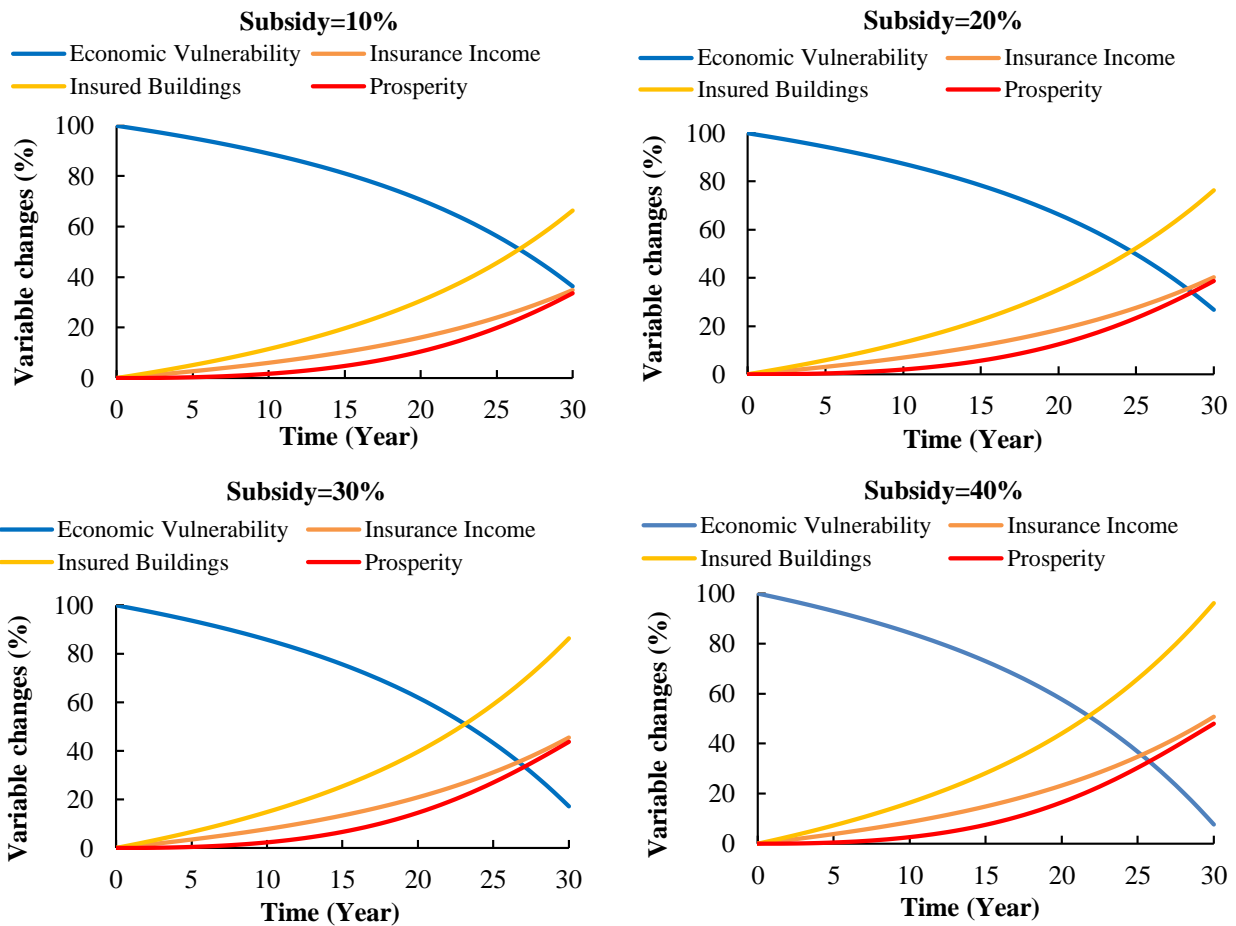


Fig. 8- The results of scenario 2 (The damage compensation value paid by insurance companies is 90% and the subsidy value paid by the government is 10% to 40% of premium.)

شکل ۸- نتایج سناریوی ۲ (سقف جبران خسارت ۹۰ درصد است و دولت به میزان ۱۰ تا ۴۰ از حق بیمه یارانه پرداخت کند).

با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد در صورت ارائه بیمه‌نامه سیل به‌طور جداگانه و پرداخت ۱۰۰ درصد خسارت به بیمه‌گذار و همچنین پرداخت یارانه به میزان ۳۵ درصد از حق بیمه، ۱۰۰ درصد ساختمان‌های مسکونی در منطقه امامزاده داوود بیمه می‌شوند. بعلاوه با توجه به شکل ۱۰، همان‌طور که انتظار می‌رفت میزان آسیب‌پذیری اقتصادی به صفر درصد می‌رسد و درآمد بیمه ۵۳ درصد و رفاه زندگی مردم نیز ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.

در شکل ۱۲ میزان تغییرات متغیرهای اجتماعی در صورت بیمه شدن ۱۰۰ درصد ساختمان‌های مسکونی نشان داده شده است. در چنین شرایطی و در طی دوره ۳۰ ساله از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۲۸ مشکلات و آسیب‌های روحی و روانی ۴۹/۵ درصد کاهش می‌یابد. بعلاوه جمعیت و اشتغال به ترتیب ۴۰/۵ و ۷۳ درصد افزایش خواهد داشت. در نهایت میزان شکنندگی مالی ناشی از وقوع سیل نیز ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

سناریوی ۴: بر اساس این سناریو، شرکت بیمه ۱۰۰ درصد خسارات وارده به ساختمان‌ها را بر اساس موارد مندرج در بیمه‌نامه پرداخت می‌کند و دولت نیز از ۱۰ تا ۳۰ درصد حق بیمه به بیمه‌گذاران یارانه پرداخت می‌نماید. نتایج حاصل از این سناریو در شکل ۱۰ نشان داده شده است. همچنین میزان تغییرات آسیب‌پذیری اقتصادی، درآمد بیمه، ساختمان‌های تحت پوشش بیمه و رفاه در طول ۳۰ سال به ازای پرداخت یارانه به میزان ۱۰ تا ۳۰ درصد حق بیمه از سوی دولت در جدول ۵ آورده شده است. همان‌طور که مشخص است، درآمد بیمه، ساختمان‌های تحت پوشش بیمه و رفاه به ترتیب ۳۹ تا ۴۹/۵، ۷۳/۵ تا ۹۴ و ۹۴ تا ۴۸ درصد افزایش و آسیب‌پذیری اقتصادی ۷۴ تا ۹۴ درصد کاهش می‌یابد.

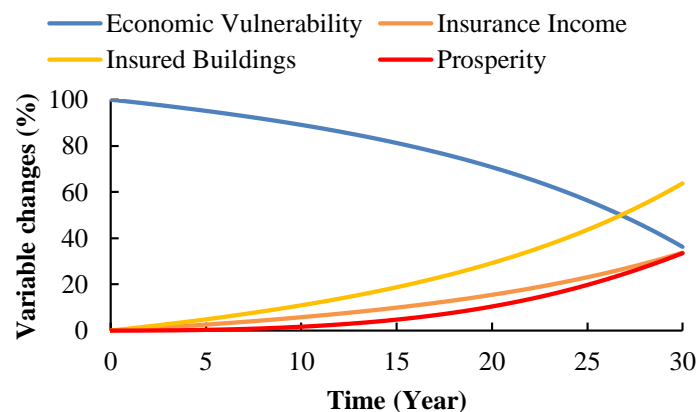


Fig. 9- The results of scenario 3 (The damage compensation value paid by insurance companies is 100% and government does not pay subsidy.)

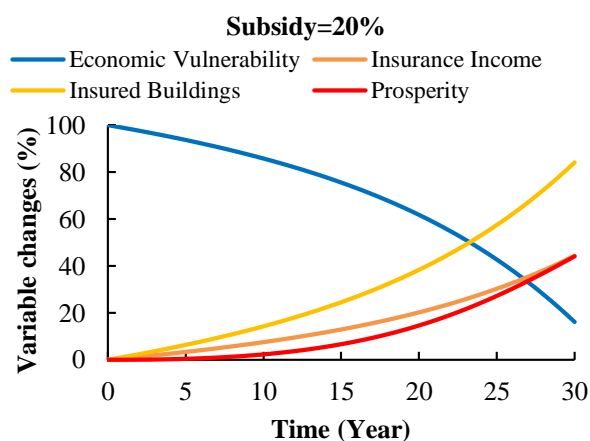
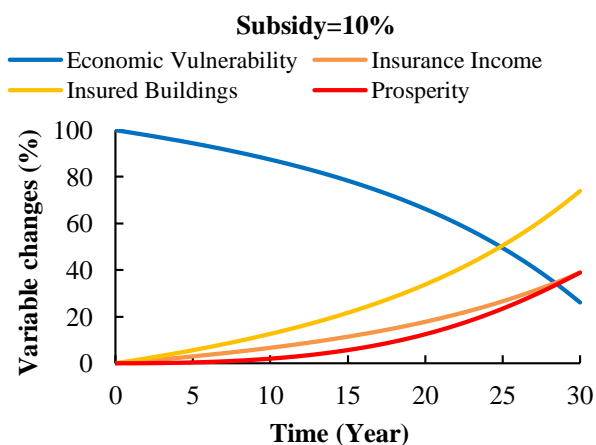
شکل ۹- نتایج سناریوی ۳ (بیمه ۱۰۰ درصد خسارات را جبران کند و دولت یارانه‌ای پرداخت نکند.)

Table 5- The amount of changes in economic vulnerability, insurance company's income and prosperity per subsidy payment in the investigating time period for scenario 4

جدول ۵- میزان تغییرات آسیب‌پذیری اقتصادی، درآمد بیمه و رفاه به ازای پرداخت یارانه در طی دوره موردبررسی برای

سناریوی ۴

Subsidy value (%)	Economic Vulnerability (%)	Insurance company's Income (%)	Insured Buildings (%)	Prosperity (%)
10	-74	39.1	73.5	38.6
20	-83.8	44.2	84	43.8
30	-94	49.5	94.3	48.4



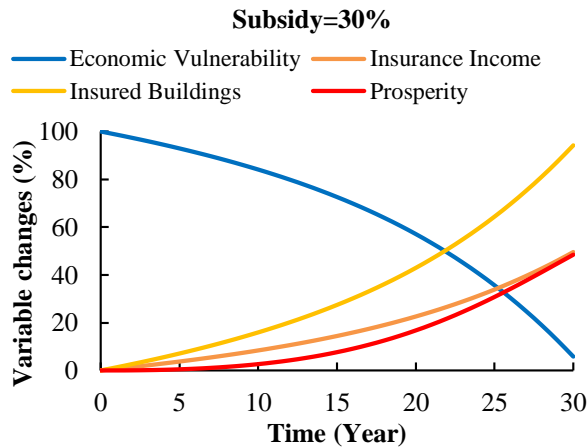


Fig. 10- The results of scenario 2 (The damage compensation value paid by insurance companies is 100% and the subsidy value paid by the government is 10% to 30% of premium.)
 شکل ۱۰- نتایج سناریوی ۴ (سقف جبران خسارت ۱۰۰ درصد است و دولت به میزان ۱۰ تا ۳۰ درصد حق بیمه یارانه پرداخت کند.)

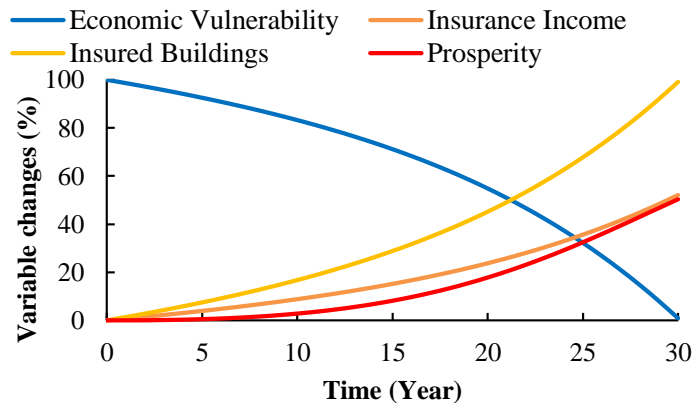


Fig. 11- The results of compensating 100% of the economic damage and paying a subsidy of 35% of the insurance premium
 شکل ۱۱- نتایج حاصل از جبران ۱۰۰ درصد خسارت اقتصادی و پرداخت یارانه به میزان ۳۵ درصد از حق بیمه

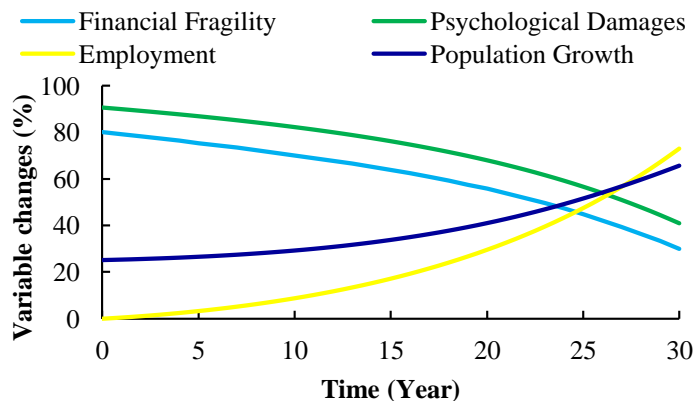


Fig. 12- The amount of changes in social variables in case of compensation of 100% of economic damage and payment of subsidy by the amount of 35% of insurance premium
 شکل ۱۲- میزان تغییرات متغیرهای اجتماعی در صورت جبران ۱۰۰ درصد خسارت اقتصادی و پرداخت یارانه به میزان ۳۵ درصد حق بیمه

۴- نتیجه گیری و پیشنهادها

با توجه به اینکه علی‌رغم اعمال روش‌های مختلف سازه‌ای و غیر سازه‌ای کنترل سیلاب به‌منظور کاهش خسارات هنوز هم مردم متحمل خسارات اقتصادی قابل توجهی در سیلاب می‌شوند، استفاده از بیمه سیل به‌منظور جبران به‌موقع خسارات باید مدنظر قرار گیرد تا از فشار اقتصادی ناشی از جبران خسارات سیل و تنش میان مردم و دولت کاسته شود. از طرفی صنعت بیمه سیل چالش‌های مختلفی از قبیل مشکلات اقتصادی و توان مالی پایین مردم، عدم فرهنگ‌سازی مناسب و کافی، تغییر اقلیم، کمبود اطلاعات و غیره روبرو است و صنعت بیمه با شرایط فعلی نمی‌تواند به‌خوبی پاسخگوی نیاز مردم در زمان جبران خسارات سیل باشد. هم‌چنین آیین‌نامه ویژه‌ای با هدف جبران خسارات سیل در صنعت بیمه تعریف نشده است و بیمه سیلاب در ایران دارای بیمه‌نامه جداگانه‌ای نیست و از پوشش‌های اضافی بیمه آتش‌سوزی می‌باشد و سقف جبران خسارات از سوی بیمه ۹۰ درصد است. لذا لازم است بیمه‌نامه جداگانه‌ای برای سیلاب که مبتنی بر ارزیابی و مدل‌سازی ریسک باشد، ارائه شود تا مردم بتوانند علاوه بر ساختمان‌های مسکونی دارای‌های خود مانند وسایل نقلیه، مغازه‌ها و اجناس داخل آن‌ها و غیره را به‌طور جداگانه بیمه کنند و برای آن به‌طور جداگانه حق بیمه بپردازند تا زمان وقوع سیلاب خسارات وارده به آن‌ها به‌موقع و به شکلی مناسب پرداخت شد. برای این منظور لازم است مدل‌سازی انجام‌شده در تحقیق حاضر برای دارای‌های مختلف مردم در زیرسیستم‌های متفاوت انجام شود و درنهایت آسیب‌پذیری اقتصادی کلی جوامع در مقابل سیلاب به دست آید. هم‌چنین می‌توان این مقدار را در سطح فردی نیز بررسی نمود.

در تحقیق حاضر به اثر پوشش بیمه سازه ساختمان‌های مسکونی در مقابل سیلاب بر میزان آسیب‌پذیری اقتصادی و متغیرهای اجتماعی در چهار سناریوی مختلف پرداخته شده است. بعلاوه بیمه سیل به شکل اختیاری در نظر گرفته شده است و مردم هیچ‌گونه اجباری برای بیمه کردن ساختمان‌های خود ندارند؛ اما دولت و شرکت‌های بیمه برای تشویق و افزایش تمایل مردم برای بیمه کردن ساختمان‌های مسکونی خود نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند زیرا پوشش بیمه سیلاب بدون کمک‌های دولتی امکان‌پذیر نیست. (Dastourani 2010) به پرداخت یارانه از طرف دولت اشاره نموده و در گزارش (IRC 2019) به نقش دولت در این زمینه تأکید شده است. از این‌رو در سناریوهای این تحقیق فقط به بررسی نقش دولت و شرکت‌های بیمه تحت چهار سناریوی مختلف پرداخته شده است که در آن‌ها با ارائه بیمه‌نامه جداگانه‌ای برای سیلاب از نقش دولت کاسته و به نقش شرکت‌های بیمه افزوده می‌شود. در این سناریوها نتایج به‌دست‌آمده از تغییر میزان

سقف جبران خسارات و پرداخت یارانه با مقادیر مختلف آورده شده در جدول ۳ به بیمه‌گذاران بررسی شده است. قطعاً با توجه به وقوع تغییرات اقلیمی و اظهارات (Ahmadi et al. 2019) و (IRC 2020)، لزوم ارائه بیمه‌نامه جداگانه برای سیلاب به‌منظور جبران خسارات دارای‌های مختلف مردم بر همگان مشهود است. با توجه به مطالب بیان‌شده به نظر می‌رسد سناریوی ۴ بهترین گزینه برای تصمیم‌گیری در این زمینه باشد؛ زیرا هم دولت و هم شرکت‌های بیمه در اجرای برنامه بیمه سیل نقش خواهند داشت. البته باید توجه داشت در مطالعه حاضر پرداخت یارانه با مقداری یکسان به تمامی مردم در منطقه در نظر گرفته شده است. بررسی نحوه پرداخت یارانه از سوی دولت با توجه به وضعیت اقتصادی خانوارها موضوعی است که می‌تواند در مطالعات آتی موردبررسی قرار گیرد. برای این منظور قیمت کل ساختمان می‌تواند مدنظر قرار گیرد.

با توجه به شکل ۳، پرداخت یارانه از سوی دولت یکی از عواملی است که موجب افزایش تمایل مردم برای بیمه نمودن ساختمان‌های خود در برابر سیلاب می‌شود. در پژوهش حاضر سعی شد میزان افزایش این متغیر با افزایش پرداخت یارانه به‌صورت کمی مورد ارزیابی قرار گیرد. از آنجایی‌که عملکرد مردم بیشتر تابع مؤلفه‌های اجتماعی-اقتصادی رفتارگرایانه است، چنین نتایجی با توجه به مدل‌های اقتصادی-اجتماعی مبتنی بر عامل بهتر و واقع‌گرایانه‌تر به دست می‌آیند. بنابراین می‌توان چنین نتایجی را با استفاده از مدل‌ها عامل-بنیان و با مدل‌سازی رفتار عامل‌ها، بهتر و واقع‌گرایانه‌تر به دست آورد. همان‌طور که گفته شد، در مدل‌سازی انجام‌شده از منحنی عمق-خسارت مدل Life-Sim استفاده شده است. استفاده از منحنی‌های عمق-خسارت منجر به ارائه نتایج با عدم قطعیت می‌شود. از طرفی در این مدل‌سازی روابط تعریف‌شده به‌صورت درصدی از متغیرهای تأثیرگذار تعریف شده است. اگرچه از صحت عملکرد مدل اطمینان حاصل شد؛ اما این امر نیز منجر به وجود عدم قطعیت در نتایج به‌دست‌آمده می‌شود. تعیین میزان این عدم قطعیت به‌منظور افزایش دقت و قطعیت نتایج به‌دست‌آمده نیازمند وجود داده‌های واقعی در حداقل دو مقطع زمانی است. هم‌چنین از آنجایی‌که مسائل اقتصادی و اجتماعی روابط بسیار درهم‌تنیده‌ای با یکدیگر دارند، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی در این زمینه از متغیرهایی بیشتری که بتواند از عدم قطعیت بکاهد و نتایج هر چه دقیق‌تر به دست دهد، استفاده نمود.

بی نوشتها

- 1- Insurance Research Center
- 2- Emergency Events Database
- 3- Expected Annual Damage
- 4- Atmosphere-Ocean General Circulation Model
- 5- National Flood Insurance Program
- 6- Spatially Explicit Resilience-Vulnerability
- 7- Franchise

۵- مراجع

- Ahmadi M, Motamedvaziri B, Ahmadi H, Moeini A, Zehtabian G R (2019) Evaluating the impact of climate change on extreme flows in Kan watershed. *Journal of Water and Soil Resources Conservation* 9(2):101-121 (In Persian)
- Amirmoradi K, Shokoohi A, & Azizian A (2020) Evaluating risk of economic loss due to river flood in urban areas (Study Area: Kan Watershed). *Iranian Journal of Soil and Water Research* 50(9):2239-2259 (In Persian)
- Bimeh Journal (2023) Fire and earthquake insurance, How to cover our property by flood insurance? [Online] Available at: <https://bimeh.com/mag/flood-insurance>. (In Persian)
- Dastourani M (2010) Flood insurance a difficult but necessary approach for Iran. 1st National Conference on Urban Flood Management, Tehran, Iran, (In Persian)
- Eaves A, Kench P, McDonald G, Dickson M, Storey B (2023) Modelling economic risk to sea-level rise and storms at the coastal margin. *Journal of Flood Risk Management* e12903
- Frazier T, Boyden E, Wood E (2020) Socioeconomic implications of national flood insurance policy reform and flood insurance rate map revisions. *Natural Hazards* 103:329-346
- Golmohammadi R, Shokoohi A (2021) Assessing vehicle damage in flood in urban areas (Case Study: Shiraz Flood). *Iran-Water Resources Research* 17(3):282-301 (In Persian)

Insurance Research Center (IRC) (2019) Investigation of flood insurance in Iran and other selected countries. Research Project of Property and Liability Insurance Group, Number 99 (In Persian)

Insurance Research Center (IRC) (2020) The third report: The necessity of developing a national flood insurance program in order to face the possible conditions of climate change. Research Project of the Insurance Desk of Catastrophic Events and Large Damages, Number 66 (In Persian)

Isna (2022) www.isna.ir/news/00062015680. (In Persian)

Lim J, Skidmore M (2019) Flood fatalities in the United States: The roles of socioeconomic factors and the National Flood Insurance Program. *Southern Economic Journal* 85(4):1032-1057

Malekmohammadi B, Tajrishi M (2007) Suitable method to accomplish flood insurance program for crisis management in flood condition of urban areas. 2nd International Conference on Integrated Natural Disaster Management, Tehran, Iran (In Persian)

Maesoumian R, Janbaz Ghobadi G R, Khaledi S (2023) An analysis of urban settlements resilience against natural hazards with emphasis on flood (Case study: Chamestan City). *Journal of Studies of Human Settlements Planning* [Online], Available at: https://journals.iau.ir/article_70140. (In Persian)

Emergency Events Database Provided by Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Available at: <https://www.emdat.be>.

Mavhura E (2018) Analysing drivers of vulnerability to flooding: A systems approach. *South African Geographical Journal, Suid-Afrikaanse Geografiese Tydskrif* 101(1):72-90

Special Reporting Committee on Iran Floods (2020) Final report, Agriculture and Natural Resources Committee. 355p. (In Persian)