

Evaluation and analysis of the physical development process of Gotvand City toward flood-prone areas

Majid Goodarzi^{1*} , Zahra Soltani², Aezam Ebrahimi³

1. *Corresponding Author*, Associate Professor of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Professor of Geography and Rural Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3. Masters Student of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: 26 November 2023

Revised: 17 April 2024

Accepted: 13 May 2024

Keywords:

Flood, Physical development, Gotvand, LCM, Fuzzy-AHP.

ABSTRACT

In recent years, population growth has led to the physical development of some cities in flood-prone areas. Among the cities that have faced this problem are those of Gotvand in Khuzestan Province. Considering the importance of the topic, in this research, the process of physical development of Gotvand towards flood-prone areas was investigated. In this study, the SRTM 30-meter-high digital model, Landsat satellite images, and digital information layers were used as the most important research data. The most important research software includes ArcGIS, Expert Choice, ENVI, and IDRISI. AHP and LCM fuzzy logic models were used in this study. According to the desired goals, this research was conducted in three stages. In the first stage, flood-prone areas were identified. In the second stage, land use changes were investigated, and in the third stage, the development process of residential areas towards flood-prone areas was evaluated. Based on the results, a large part of Gotvand City, including its eastern areas, has high flood potential. The results of the analysis of satellite images have shown that the physical development process of this city has also increased towards flood-prone areas so that in 1992, about 1.1 square kilometers of the urban area was located in an area with very high potential. It has been estimated that this amount has increased to 1.3, 1.6, and 1.8 square kilometers in 2002, 2012, and 2022, respectively. Also, the results of the LCM model have shown that the size of residential areas on the floor with high flood potential will increase to 2.7 square kilometers by 2050. The population of Gotvand City faces life and financial losses due to flood risk.

Cite this article: Goodarzi, M., Soltani, Z., & Ebrahimi, A. (2024). Evaluation and analysis of the physical development process of Gotvand City toward flood-prone areas. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 13(42), 15-30.. DOI: 10.22111/jneh.2024.47298.2004



© Majid Goodarzi

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

DOI: 10.22111/jneh.2024.47298.2004

* Corresponding Author Email: m.goodarzi@scu.ac.ir



مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۳، شماره ۴۲، دی ۱۴۰۳

ارزیابی و تحلیل روند توسعه فیزیکی نواحی شهری گتوند به سمت مناطق سیل خیز

مجید گودرزی^{۱*}، زهرا سلطانی^۲، اعظم ابراهیمی^۳

۱. دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول)

۲. استادیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	در طی سال‌های اخیر، رشد جمعیت سبب توسعه فیزیکی بعضی از شهرها به سمت مناطق سیل خیز شده است. از جمله شهرهایی که با این مسئله مواجه شده است، شهر گتوند در استان خوزستان است. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به بررسی روند توسعه فیزیکی شهر گتوند به سمت مناطق سیل خیز پرداخته شده است. در این پژوهش از مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM، تصاویر ماهواره لندست و لایه‌های رقومی اطلاعاتی به‌عنوان مهم‌ترین داده‌های پژوهش استفاده شده است. مهم‌ترین نرم‌افزارهای پژوهش شامل ArcGIS، Expert Choice، ENVI و IDRISI بوده است. همچنین در این پژوهش از مدل‌های منطق فازی AHP و LCM استفاده شده است. با توجه به اهداف مورد نظر، این پژوهش در سه مرحله انجام شده است که در مرحله اول، مناطق در معرض سیلاب شناسایی شده است. در مرحله دوم، به بررسی تغییرات کاربری اراضی پرداخته شده است و در مرحله سوم، روند توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل خیز ارزیابی شده است. بر اساس نتایج حاصله، بخش زیادی از شهر گتوند از جمله مناطق شرقی آن، دارای پتانسیل سیل‌خیزی بالایی است. نتایج بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان داده است که روند توسعه فیزیکی این شهر به سمت مناطق سیل‌خیز نیز افزایش یافته است. به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۲، حدود ۱/۱ کیلومتر مربع از وسعت محدوده شهری گتوند در منطقه دارای پتانسیل خیلی زیاد قرار داشته است که این میزان در طی سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۲ به ترتیب به ۱/۳، ۱/۶ و ۱/۸ کیلومتر مربع افزایش یافته است. همچنین نتایج مدل LCM نشان داده است که وسعت نواحی سکونتگاهی در طبقه با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد تا سال ۲۰۵۰ به ۲/۷ کیلومتر مربع افزایش خواهد یافت که در صورت عدم توجه به آن در برنامه‌ریزی‌ها، بخش زیادی از نواحی سکونتگاهی و جمعیت شهر گتوند با خسارت‌های جانی و مالی ناشی از مخاطره سیلاب مواجه خواهند شد.
واژه‌های کلیدی: سیلاب، توسعه فیزیکی، گتوند، Fuzzy-AHP، LCM	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۵	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۹	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴	

استناد: گودرزی، مجید، سلطانی، زهرا، ابراهیمی، اعظم. (۱۴۰۳). ارزیابی و تحلیل روند توسعه فیزیکی نواحی شهری گتوند به سمت مناطق سیل خیز.

مخاطرات محیط طبیعی، ۱۳(۴۲)، ۱۵-۳۰. DOI: 10.22111/jneh.2024.47298.2004



© مجید گودرزی*، زهرا سلطانی، اعظم ابراهیمی.

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

مقدمه

توسعه فیزیکی نابسامان و بی‌رویه شهرها یکی از مشکلات شهر و شهرنشینی در دوران معاصر می‌باشد. این امر در دهه‌های اخیر علاوه بر آنکه ساختار شهرها را دگرگون ساخته، در نقش‌پذیری شهرها تاثیر فراوانی داشته است. توسعه شهری در قالب شهرسازی به‌عنوان اقدامی از پیش‌اندیشیده‌شده برای سکونت انسان سابقه‌ای بسیار طولانی دارد. به‌طوری‌که با بررسی متون برنامه‌ریزی و توسعه فیزیکی شهرها مشخص می‌شود که عوامل فضایی متعددی بر توسعه کالبدی شهرها موثر می‌باشند که در یک دسته‌بندی کلی می‌توان آن را به عوامل بیرونی و درونی تقسیم‌بندی کرد. عوامل بیرونی شامل انواع عوامل اقتصادی، اجتماعی، طبیعی و ژئوپولیتیکی است و عوامل درونی شامل دیدگاه‌های سیاسی، اجتماعی و مدیریتی است (نصیری و ناصر مقبل، ۱۳۹۵). با نگاهی به روند توسعه فیزیکی شهرها، به‌ویژه در نیمه دوم قرن حاضر، معلوم می‌شود که زمین قابل سکونت، تحت تأثیر عواملی چون ازدیاد جمعیت، ادغام روستاها در بافت فیزیکی شهرها، گسترده‌گی و پر شمار شدن واحدهای تولیدی، خدماتی و مسکونی، تغییر الگوی مصرف زمین، زمین‌خواری و سوء مدیریت و مانند آن با آهنگی سرسام‌آور کاهش می‌یابد (جباری و همکاران، ۱۳۸۹).

در طی سال‌های اخیر، روند افزایشی جمعیت با توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی همراه بوده است (گنجائیان، ۱۳۹۹). در واقع، با افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی، گسترش نواحی سکونتگاهی روند رو به رشدی داشته است (رینات^۱، ۲۰۱۸). همچنین روند افزایشی جمعیت شهرها با گسترش افقی مناطق شهری، تغییر سریع در کاربری زمین و افزایش تخریب زیست‌محیطی همراه بوده است (دووان و یاماگوچی^۲، ۲۰۰۹). بر این اساس، توسعه فیزیکی شهرها در طی سال‌های اخیر، نقش مهمی در روند افزایشی تخریب زیست‌محیطی داشته است (گاتمن و همکاران^۳، ۲۰۰۴). علاوه بر تغییرات زیست‌محیطی، توسعه بدون برنامه شهرها، سبب افزایش حرکت نقاط جمعیتی و بدون برنامه نواحی شهری به سمت مناطق مخاطره‌آمیز از جمله مناطق سیل‌خیز شده است که می‌تواند خطرات زیادی را به همراه داشته باشد (مقیمی، ۱۳۹۴، محمدخان و همکاران، ۱۳۹۸). در واقع، افزایش جمعیت و روند رو به رشد صنعت باعث پیش‌روی جوامع بشری به سوی حریم رودخانه‌ها و تمرکز فعالیت‌های اقتصادی در سیلاب‌دشت‌ها شده است (گرین^۴، ۲۰۰۰؛ حسن^۵ و همکاران، ۲۰۲۳؛ ژینگ‌یوان^۶ و همکاران، ۲۰۲۳) و این عامل سبب شده تا بسیاری از نواحی شهری در معرض وقوع مخاطره سیلاب باشند و سالانه علاوه بر میلیاردها خسارت مالی، با خسارت‌های جانی نیز مواجه باشند (کیم و جیم^۷، ۲۰۲۰).

یکی از مناطقی که در طی سال‌های اخیر با روند افزایشی جمعیت مواجه شده، شهر گتوند در استان خوزستان است. شهر گتوند در واحد دشت و در مسیر رودخانه کارون قرار دارد و با توجه به وضعیت هیدرژئومورفولوژی که دارد، مستعد مخاطره سیلاب است و در طی سال‌های اخیر از جمله در فروردین سال ۱۳۹۸ با این مخاطره مواجه شده است. با وجود پتانسیل بالای سیل‌خیزی شهر گتوند، این شهر در طی سال‌های اخیر با توسعه فیزیکی قابل‌توجهی

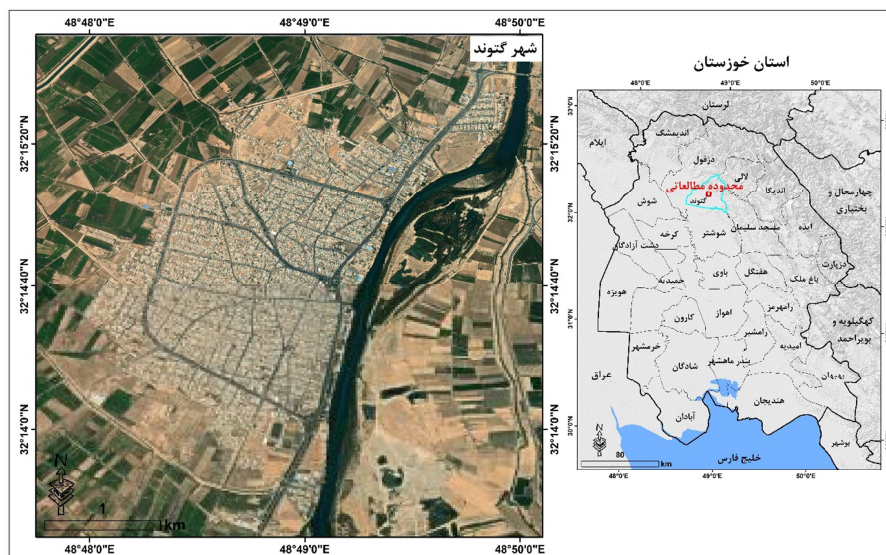
1- Rinat
2 - Dewan & Yamaguchi
3 - Gutman
4 - Green
5 - Hassan
6 - Xingyuan
7 - Kim & Gim

مواجه شده و بخش زیادی از نواحی سکونتگاهی این شهر به سمت مناطق سیلخیز حرکت کرده است. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به بررسی و تحلیل روند توسعه فیزیکی نواحی شهری گتوند نسبت به مناطق سیل-خیز پرداخته شده است.

در ارتباط با موضوع مورد مطالعه تحقیقات مختلفی در سطح ایران و جهان صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به فرناندز و لوتز^۱ (۲۰۱۰) و همکاران اشاره کرد که با استفاده از پارامترهای مختلف طبیعی و انسانی به پهنه-بندی خطر وقوع سیلاب در شهر توکومن^۲ آرژانتین پرداختند. چن^۳ و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از روش‌های فراوانی و شاخص‌های آماری به تهیه نقشه مناطق حساس به سیلاب ناگهانی در پکن چین پرداختند. کیانگ^۴ و همکاران (۲۰۱۷) تغییرات جمعیتی شهرهای امریکا در نواحی سیلخیز را در طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ مورد ارزیابی قرار داده‌اند. لتا^۵ و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از مدل LCM به ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبریز بلو نیل^۶ پرداختند. شفیع^۷ و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از مدل LCM به مدلسازی تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبریز سد لتیان پرداختند. در ایران نیز نگهبان و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از مدل LCM به ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سنندج به سمت مناطق مخاطره‌آفرین پرداختند. قنواتی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی به جانمایی پهنه‌های مستعد وقوع سیلاب در حوضه آبخیز قمروود پرداختند. آبیل و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از روش تلفیقی منطق فازی و AHP به شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب در شهر زاهدان پرداختند. اسدی و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از مدل LCM به ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر پلدختر به سمت مناطق سیلخیز پرداختند. نورالدین موسی و همکاران (۱۴۰۲) با استفاده از مدل LCM و همچنین مدل تلفیقی منطق فازی-AHP، به ارزیابی روند توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی شهر سنندج به سمت مناطق سیلخیز پرداختند. بررسی تحقیقات پیشین صورت‌گرفته بیانگر این است که در بسیاری از این تحقیقات، فقط توسعه فیزیکی شهری در نظر گرفته شده است. اما در این پژوهش بر خلاف بسیاری از تحقیقات پیشین، علاوه بر ارزیابی و تحلیل روند توسعه فیزیکی شهر گتوند، به شناسایی مناطق در معرض سیلاب در محدوده شهری و حاشیه شهری گتوند و همچنین روند توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیلخیز پرداخته شده است.

منطقه مورد مطالعه: محدوده مطالعاتی این پژوهش شامل محدوده شهری و حاشیه شهری گتوند است. شهر گتوند به‌عنوان مرکز شهرستان گتوند محسوب می‌شود و از نظر تقسیمات سیاسی در استان خوزستان قرار دارد (شکل ۱). شهر گتوند با حدود ۲۴/۲۱۶ نفر جمعیت (مرکز آمار کشور، ۱۳۹۵) در ارتفاع حدود ۶۵ متری از سطح دریا قرار دارد و در واحد دشت قرار گرفته است. شهر گتوند در حاشیه رودخانه کارون قرار گرفته است و با توجه به وضعیت هیدروژئومورفولوژی که دارد، دارای پتانسیل سیلخیز بالایی است.

1 - Fernández & Lutz
2 - Tucumán
3 - Chen
4 - Qiang
5 - Leta
6 - Blue Nile
7 - Shafie



شکل ۱: نقشه منطقه مورد مطالعه

داده‌ها و روش‌ها

این پژوهش به لحاظ هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی - تحلیلی می‌باشد. در این پژوهش از مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM (به‌منظور تهیه نقشه‌های ارتفاع و شیب)، تصاویر ماهواره لندست (جدول ۱) و لایه‌های رقومی اطلاعاتی به‌عنوان مهم‌ترین داده‌های پژوهش استفاده شده است. مهم‌ترین نرم‌افزارهای پژوهش شامل ArcGIS (به‌منظور تهیه نقشه‌های خروجی نهایی)، Expert Choice (اجرای مدل AHP)، ENVI (به‌منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی) و IDRISI (به‌منظور آنالیز و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی) بوده است. همچنین در این پژوهش از مدل‌های منطق فازی (به‌منظور تهیه نقشه مناطق سیل‌خیز)، AHP (به‌منظور وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی) و LCM (به‌منظور پیش‌بینی روند توسعه نواحی شهر گتوند) استفاده شده است. با توجه به اهداف مورد نظر، این پژوهش در سه مرحله انجام شده است که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

جدول ۱: مشخصات تصاویر مورد استفاده

تاریخ	سنجنده	نوع ماهواره
۱۹۹۲/۰۶/۱۲	TM	لندست ۵
۲۰۰۲/۰۶/۰۵	TM	لندست ۷
۲۰۱۲/۰۶/۱۹	OLI	لندست ۸
۲۰۲۲/۰۶/۲۲	OLI	لندست ۸

مرحله اول (شناسایی مناطق در معرض سیلاب): در این مرحله به‌منظور شناسایی مناطق در معرض سیلاب، از ۴ پارامتر ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه و کاربری اراضی (لازم به یادآوری است که با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه از نظر پوشش گیاهی و لیتولوژی، شرایط تقریباً یکسانی دارد، از این پارامترها استفاده نشده است) استفاده

شده است. روش کار در این مرحله به این صورت بوده است که پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از روش منطق فازی، لایه‌های اطلاعاتی فازی‌سازی شده‌اند. پس از فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است و سپس وزن به‌دست‌آمده بر روی لایه‌ها اعمال شده است. پس از اعمال وزن لایه‌های اطلاعاتی، در نهایت لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی ۰/۷ با هم تلفیق شده و نقشه پتانسیل سیل‌خیزی منطقه تهیه شده است.

مرحله دوم (ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی): در این مرحله به‌منظور ارزیابی روند توسعه نواحی سکونتگاهی، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه مربوط به سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۲، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۲ تهیه شده است. پس از تهیه تصاویر، پیش‌پردازش‌های لازم شامل تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری بر روی تصاویر انجام شده است و در نهایت نقشه‌های کاربری اراضی منطقه تهیه شده است. لازم به یادآوری است که به‌منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده، حداکثر احتمال استفاده شده است.

مرحله سوم (ارزیابی روند توسعه فیزیکی نواحی شهر گنوند به سمت مناطق سیل‌خیز): پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، در این مرحله روند توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت طبقه با پتانسیل سیل‌خیزی خیلی‌زیاد ارزیابی شده است. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار IDRISI و مدل LCM، به پیش‌بینی توسعه فیزیکی شهر گنوند برای سال ۲۰۵۰ پرداخته شده است. در این مرحله بر اساس مدل زنجیره مارکوف میزان پتانسیل هر کاربری به کاربری سکونتگاهی سنجیده شده است. به این معنی که هر پیکسل از تصویر برای تغییر از یک کاربری به کاربری سکونتگاهی چقدر قابلیت دارد. پس از محاسبه پتانسیل انتقال هر کاربری به کاربری سکونتگاهی با استفاده از داده‌های توصیفی موردنظر، نقشه پیش‌بینی سخت توسعه فیزیکی شهر گنوند برای سال ۲۰۵۰ تهیه شده است. پس از تهیه نقشه پیش‌بینی، نواحی سکونتگاهی در طبقه با پتانسیل سیل‌خیزی خیلی‌زیاد در سال ۲۰۵۰ نیز مشخص شده است.

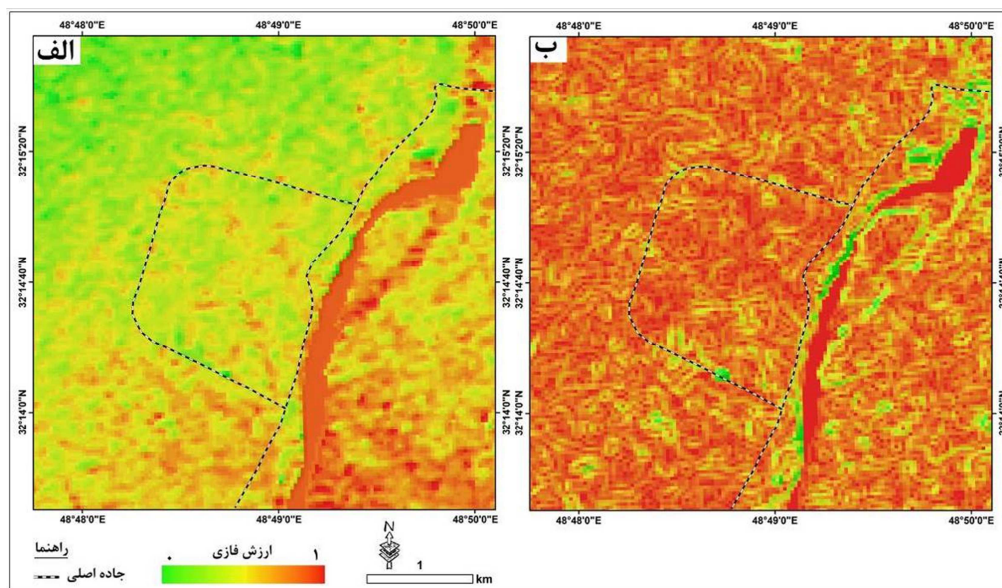
نتایج و بحث

شناسایی مناطق در معرض سیلاب

موقعیت منطقه مورد مطالعه سبب شده است تا این منطقه مستعد وقوع سیلاب باشد. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش ابتدا به پتانسیل‌سنجی مناطق مستعد وقوع سیلاب در منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است:

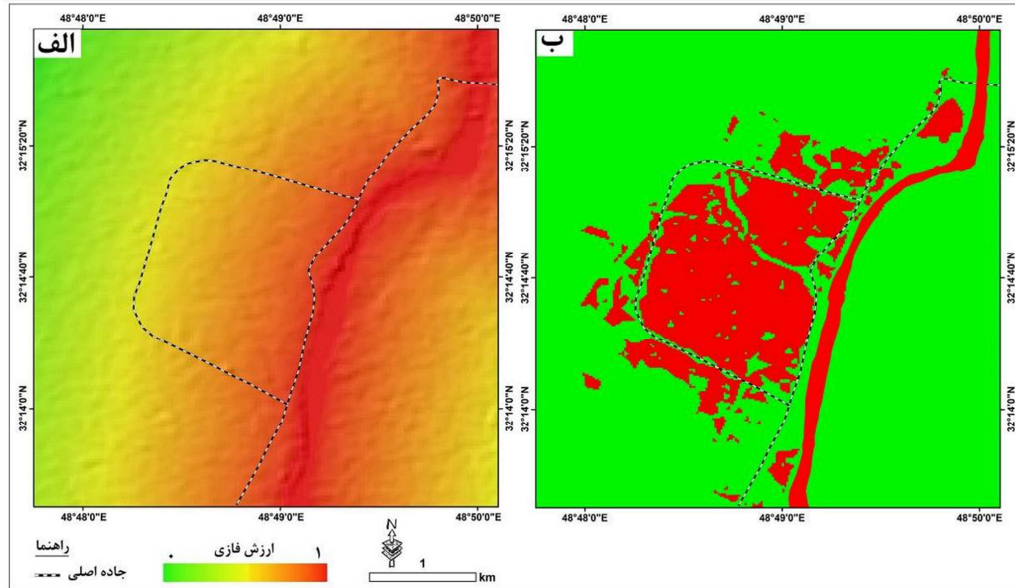
الف) پارامترهای مورد استفاده: در این پژوهش به‌منظور شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب از ۴ پارامتر ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه و کاربری اراضی استفاده شده است. انتخاب پارامترها بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و وضعیت منطقه صورت گرفته است. از جمله پارامترهای مورد استفاده، ارتفاع است. به‌طور معمول مناطق کم ارتفاع پتانسیل سیل‌خیزی بیشتری دارند. با توجه به موارد یادشده، پس از تهیه نقشه ارتفاعی منطقه مورد مطالعه، به مناطق کم ارتفاع، ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق مرتفع، ارزش نزدیک به صفر داده شده است (شکل ۲: الف). شیب زمین از دیگر پارامترهای مورد استفاده است. سرعت جریان آب در مناطق پرشیب زیاد است و همین مسئله سبب شده تا این مناطق پتانسیل سیل‌خیزی کمتری داشته باشند. با توجه به موارد یادشده، پس از تهیه نقشه شیب

منطقه مورد مطالعه، به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق با شیب زیاد ارزش نزدیک به صفر داده شده است (شکل ۲: ب).



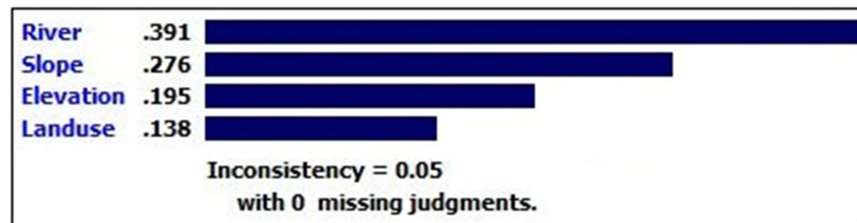
شکل ۲: نقشه فازی سازی شده لایه های ارتفاع (الف) و شیب (ب) منطقه مورد مطالعه

فاصله از رودخانه از دیگر پارامترهای مورد استفاده بوده است. به طور معمول، مناطق نزدیک به رودخانه به دلیل نزدیکی به دبی جریان، پتانسیل سیل خیزی بالایی دارند و به همین دلیل سکونتگاه هایی که در حریم رودخانه هستند، پتانسیل مخاطره پذیری بالایی دارند. با توجه به موارد بیان شده، به منظور فازی سازی لایه رودخانه، به مناطق نزدیک به رودخانه ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است (شکل ۳: الف). همچنین در این پژوهش از لایه کاربری اراضی نیز استفاده شده است؛ زیرا که نوع کاربری اراضی در پتانسیل سیل خیزی منطقه نقش مهمی دارد. کاربری های شهری به دلیل نفوذپذیری کمی که دارند، پتانسیل سیل خیزی بیشتری نسبت به کاربری های اراضی کشاورزی و مراتع دارند. با توجه به موارد بیان شده، به منظور فازی سازی لایه کاربری اراضی، به مناطق دارای کاربری پهنه آبی و سکونتگاهی ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دارای کاربری اراضی کشاورزی ارزش نزدیک به صفر داده شده است (شکل ۳: ب).



شکل ۳: نقشه فازی سازی شده فاصله از رودخانه (الف) و کاربری اراضی (ب) منطقه مورد مطالعه

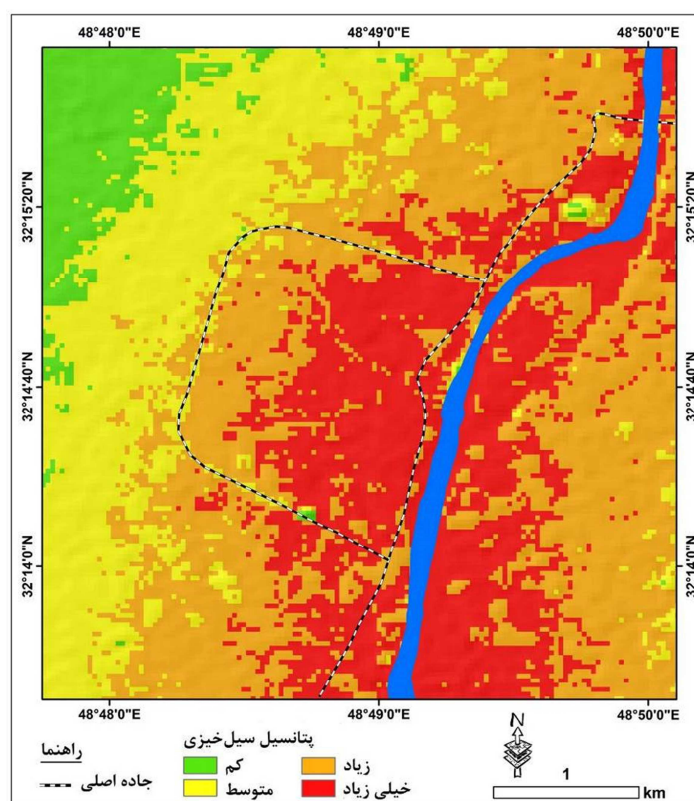
(ب) وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی: پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به منظور وزن دهی به لایه‌ها استفاده شده است. به منظور امتیازدهی به معیارها از طریق پرسش‌نامه و دیدگاه‌های کارشناسان امر استفاده شده است. تعداد کارشناسان (جامعه آماری) ۳۰ نفر بوده که همه افراد به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. برای انجام محاسبات از نرم‌افزار Expert choice استفاده شده و پس از به‌دست آوردن وزن‌های نهایی هر کدام از معیارها (شکل ۴)، وزن به‌دست‌آمده در نرم‌افزار ArcGIS بر روی لایه‌ها اعمال شده است.



شکل ۴: وزن نهایی معیارها بر اساس مدل AHP

(ج) تلفیق لایه‌های اطلاعاتی: پس از وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از عمگر گامای فازی ۷/، لایه‌های اطلاعاتی با هم ترکیب شده و در نهایت نقشه مناطق مستعد وقوع سیل تهیه شده است (شکل ۵). بر اساس نقشه تهیه‌شده، شهر گنوند دارای پتانسیل سیل‌خیزی بالایی است. در واقع، با توجه به پارامترهایی که در وقوع سیلاب تاثیرگذار هستند، این شهر مستعد وقوع سیلاب است. آنالیز مکانی نقشه نهایی تهیه‌شده بیانگر این است که مناطق

شرقی محدوده شهری گتوند به دلیل نوع کاربری و نزدیکی به رودخانه و همچنین ارتفاع و شیب کمتر، دارای پتانسیل سیل خیزی بالایی است. بر این اساس، نواحی سکونتگاهی واقع در بخش‌های شرقی شهر گتوند، در معرض مخاطره سیلاب قرار دارند. البته لازم به یادآوری است که با توجه به اینکه شهر گتوند در پایین دست حوضه آبریز رودخانه کارون قرار دارد و این حوضه از جمله بزرگ‌ترین حوضه‌های آبریز ایران است، در صورت وقوع بارش‌های مداوم همانند فروردین سال ۱۳۹۸ و افزایش رواناب حاصل از آن، سایر مناطق شهر گتوند نیز در معرض مخاطره سیلاب قرار دارند. ولی به صورت کلی، بخش‌های شرقی این شهر دارای پتانسیل سیل خیزی و آسیب‌پذیری بالاتری هستند.



شکل ۵: نقشه نهایی مناطقی مستعد وقوع سیلاب

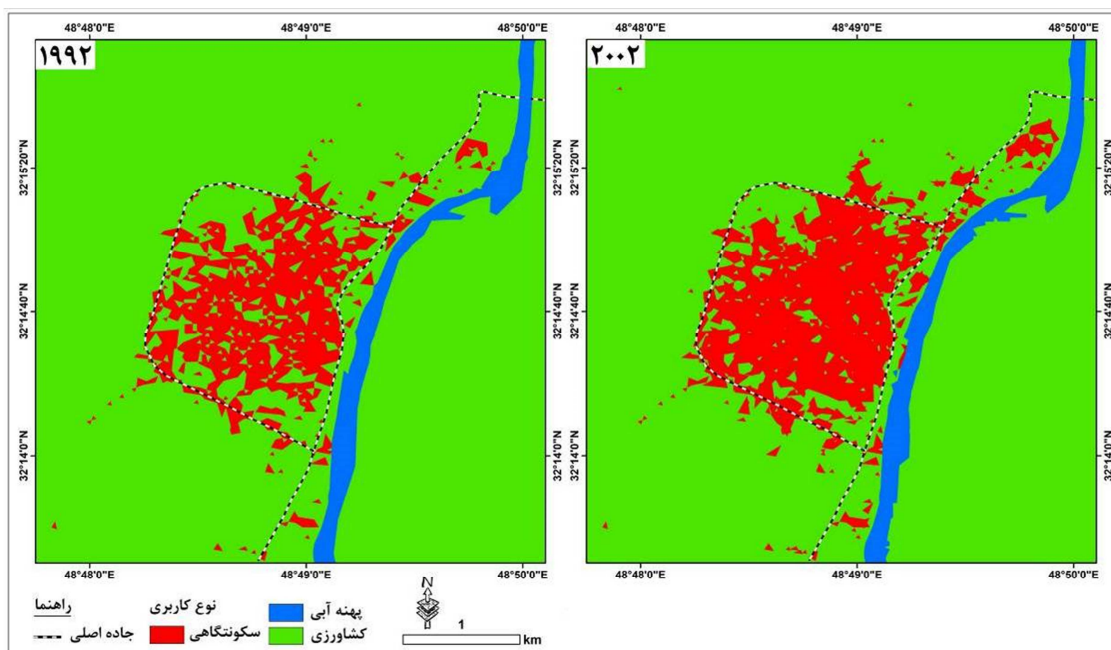
بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه

الف) تهیه تصاویر ماهواره‌ای: در این پژوهش به منظور بررسی روند توسعه نواحی سکونتگاهی شهر گتوند، ابتدا نقشه کاربری اراضی محدوده شهری و حاشیه شهری گتوند تهیه شده است. به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی شهر گتوند، از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۲، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۲ استفاده شده است. در شکل ۶ تصویر ماهواره‌ای محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲ نشان داده شده است.

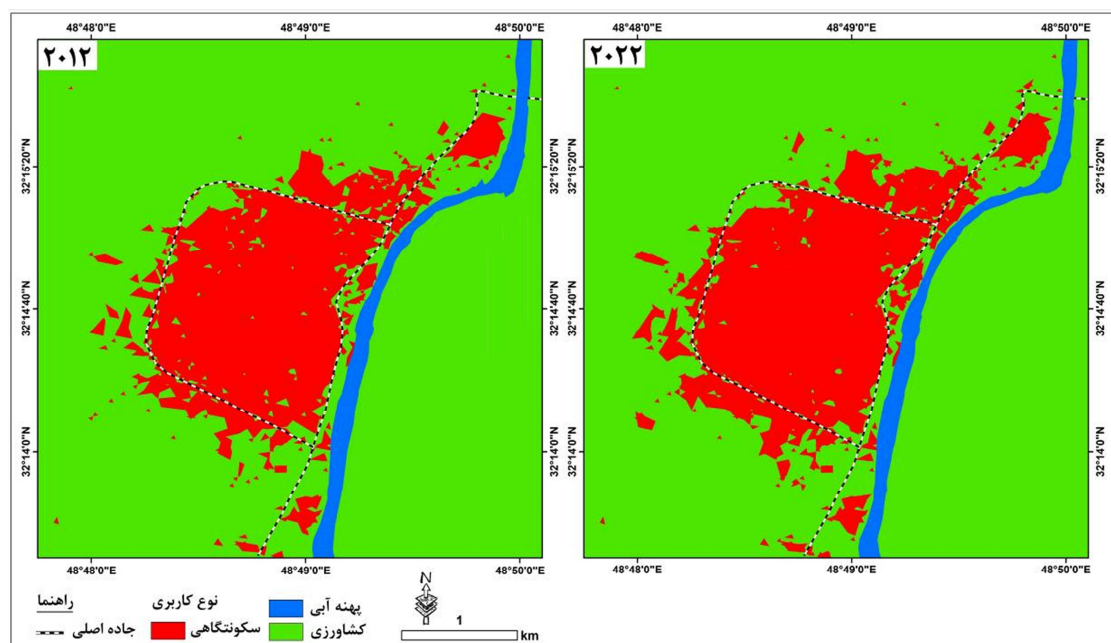


شکل ۶: تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه در طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲

ب) تهیه نقشه‌های کاربری اراضی: پس از تهیه تصاویر مورد نظر، ابتدا پیش‌پردازش‌های لازم بر روی تصاویر انجام شده است و در نهایت با استفاده از روش حداکثر احتمال، نقشه‌های کاربری اراضی منطقه در طی دوره زمانی مورد مطالعه تهیه شده است (شکل‌های ۷ و ۸). بر اساس نقشه‌های تهیه‌شده، محدوده شهری گتوند در طی دوره زمانی ۳۰ ساله (۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲) با توسعه فیزیکی زیادی همراه بوده است. در واقع، تحت تاثیر روند افزایشی جمعیت و همچنین تغییرات روزافزون کاربری‌های اراضی، بخش زیادی از کاربری‌های کشاورزی و مراتع به کاربری نواحی سکونتگاهی تبدیل شده است.



شکل ۷: نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۲



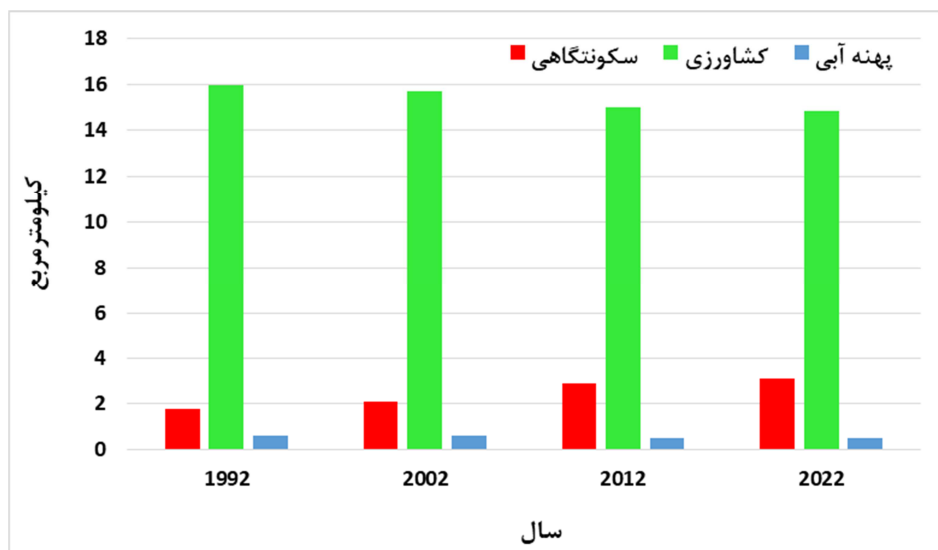
شکل ۸: نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در طی سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۲۲

ج) آنالیز تغییرات کاربری اراضی: بررسی نقشه‌های تهیه‌شده بیانگر این است که در سال ۱۹۹۲، وسعت نواحی سکونتگاهی محدوده شهری و حاشیه شهری گتوند، ۱/۸ کیلومتر مربع بوده است که این میزان در سال ۲۰۰۲ به

۲/۱ کیلومتر مربع افزایش یافته است. در این دوره زمانی، کاربری اراضی کشاورزی از ۱۶ به ۱۵/۷ کیلومتر مربع کاهش یافته است. همچنین پهنه آبی که منطبق بر رودخانه کارون است، در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۲، حدود ۰/۶ کیلومتر مربع وسعت داشته است. در ادامه روند تغییرات کاربری اراضی، کاربری نواحی سکونتگاهی از ۲/۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۲ به ۲/۹ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۲ و ۳/۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است. کاربری اراضی کشاورزی از ۱۵/۷ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۲ به ۱۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۲ و ۱۴/۸ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۲ کاهش یافته است. همچنین کاربری پهنه آبی که منطبق بر رودخانه کارون است، از ۰/۶ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۲ به ۰/۵ کیلومتر مربع در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۲۲ کاهش یافته است (جدول ۲ و شکل ۹).

جدول ۲: مساحت کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲

سال	۱۹۹۲	۲۰۰۲	۲۰۱۲	۲۰۲۲
سکونتگاهی	۱/۸	۲/۱	۲/۹	۳/۱
کشاورزی	۱۶	۱۵/۷	۱۵	۱۴/۸
پهنه آبی	۰/۶	۰/۶	۰/۵	۰/۵

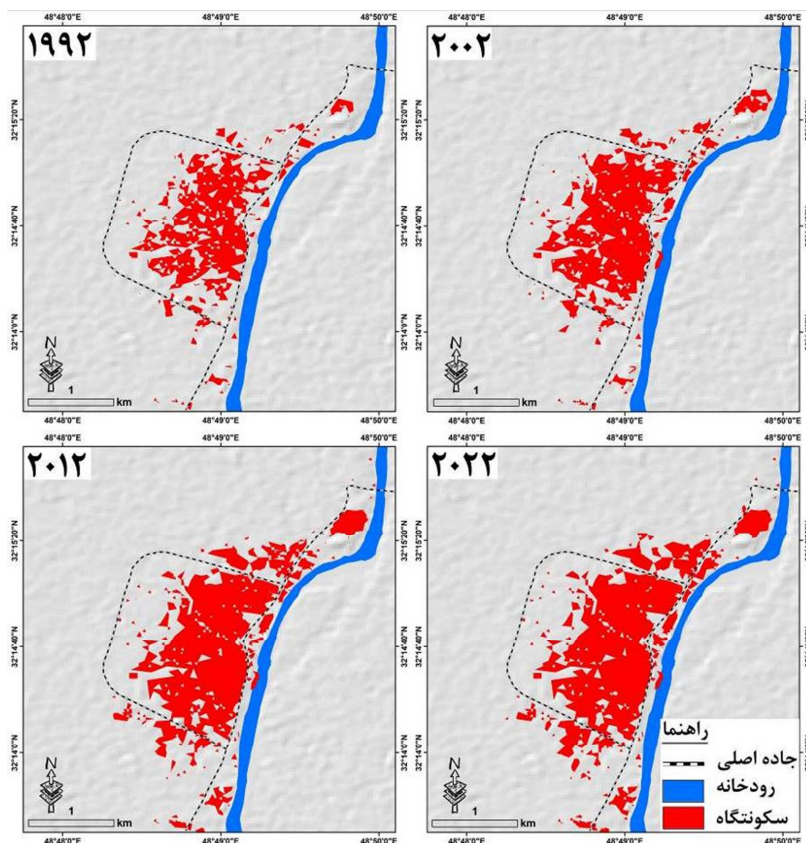


شکل ۹: نمودار مساحت کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲

ارزیابی روند توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل خیز

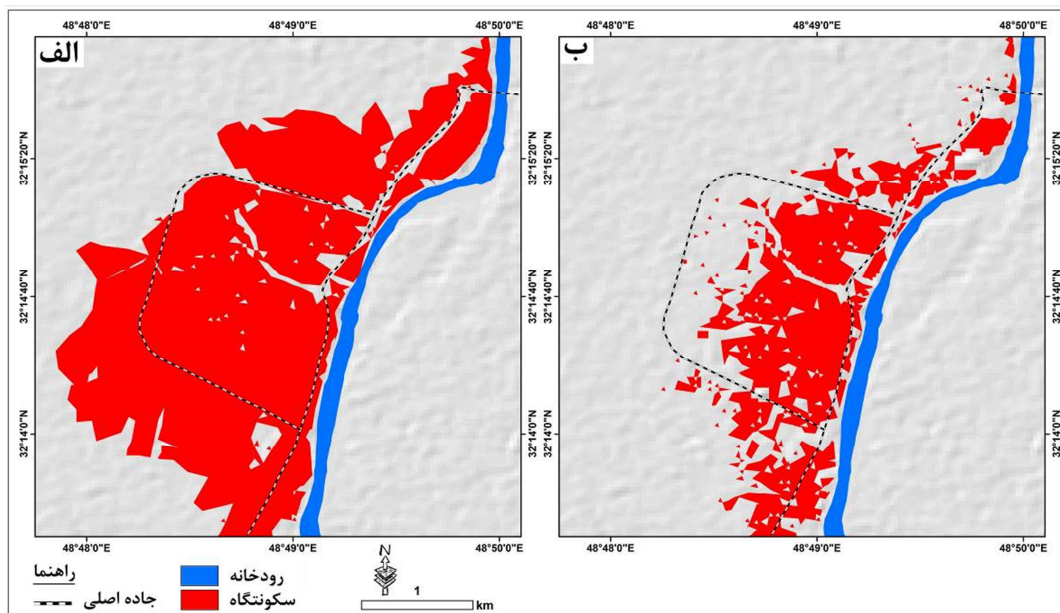
در این پژوهش به منظور ارزیابی روند توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل خیز، ابتدا مناطق دارای پتانسیل سیل خیزی بالا مشخص شده است (شکل ۵). در ادامه نواحی سکونتگاهی موجود در طبقه سیل خیز در طی

سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲ مشخص شده است (شکل ۱۰). بررسی نقشه‌های تهیه‌شده بیانگر این است که در طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲ به موازات توسعه نواحی سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه، روند توسعه فیزیکی این نواحی به سمت مناطق سیل‌خیز نیز ادامه داشته باشد. بر اساس نتایج حاصله در سال ۱۹۹۲، حدود ۱/۱ کیلومتر مربع از وسعت محدوده شهری گتوند در منطقه دارای پتانسیل سیل‌خیزی خیلی زیاد قرار داشته است که این میزان در سال ۲۰۰۲ به ۱/۳ کیلومتر مربع افزایش یافته است. این مسئله بیانگر این است که در طی این دوره زمانی، حدود ۰/۲ کیلومتر مربع نواحی سکونتگاهی در حریم رودخانه و مناطق سیل‌خیز ساخته شده است. همچنین در ادامه روند توسعه نواحی سکونتگاهی، وسعت نواحی سکونتگاهی در معرض سیلاب در طی سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۲۲ به ترتیب به ۱/۶ و ۱/۸ کیلومتر مربع افزایش یافته است. با توجه به موارد بیان‌شده، در طی سال‌های اخیر نواحی سکونتگاهی زیادی به سمت حریم رودخانه و نواحی سیل‌خیز حرکت کرده‌اند که این مسئله بیانگر عدم توجه به پتانسیل مخاطره‌پذیری منطقه در برنامه‌ریزی‌های شهری است.

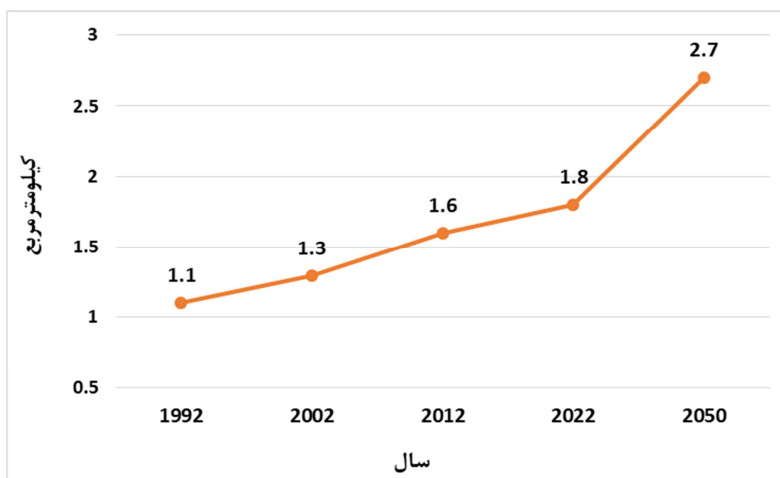


شکل ۱۰: نقشه روند توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل‌خیز

با توجه به اینکه روند افزایشی جمعیت و توسعه نواحی سکونتگاهی ادامه دارد، در این بخش با استفاده از مدل LCM به پیش‌بینی روند توسعه نواحی سکونتگاهی منطقه مورد مطالعه به سمت مناطق سیل‌خیز تا سال ۲۰۵۰ پرداخته شده است (شکل ۱۱). بر اساس نتایج حاصله، روند توسعه فیزیکی شهر گنوند همانند سال‌های اخیر به صورت خطی و در امتداد رودخانه کارون خواهد بود. در واقع، با توجه به معیارهایی که در پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفته است و همچنین با توجه به نقشه‌های پتانسیل انتقال و وضعیت منطقه، بخش زیادی از توسعه فیزیکی آینده شهر گنوند با روند شمالی - جنوبی انجام خواهد شد. بر اساس نتایج حاصله از پیش‌بینی صورت‌گرفته، وسعت نواحی سکونتگاهی در طبقه با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد تا سال ۲۰۵۰ به ۲/۷ کیلومتر مربع افزایش خواهد یافت. بر این اساس، روند توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل‌خیز دارای روند افزایشی است (شکل ۱۲) و در صورت عدم توجه به آن در برنامه‌ریزی‌ها، بخش زیادی از نواحی سکونتگاهی و جمعیت شهر گنوند با خسارت‌های جانی و مالی ناشی از مخاطره سیلاب مواجه خواهند شد.



شکل ۱۱: نقشه پیش‌بینی توسعه نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۵۰



شکل ۱۲: نمودار روند توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل خیز از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۵۰

نتیجه‌گیری

وضعیت هیدروژئومورفولوژی هر منطقه تعیین‌کننده پتانسیل سیل‌خیزی آن منطقه است. شهر گتوند از جمله مناطقی است که به دلیل وضعیت هیدروژئومورفولوژی که دارد، مستعد وقوع مخاطره سیلاب است. بر اساس نتایج حاصله، ارتفاع کم، شیب کم و وجود رودخانه کارون سبب شده است تا بخش زیادی از این شهر از جمله مناطق شرقی این شهر همانند شهر توکومن آرژانتین (فرناندز و لوتز، ۲۰۱۰) و پکن چین (چن و همکاران، ۲۰۱۶)، دارای پتانسیل سیل‌خیزی بالایی باشد و همین مسئله سبب شده تا بخش زیادی از نواحی سکونتگاهی این شهر در معرض مخاطره سیلاب باشند. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، به ارزیابی روند توسعه نواحی سکونتگاهی شهر گتوند به سمت مناطق سیل‌خیزی پرداخته شده است. بر اساس نتایج حاصله، وسعت نواحی سکونتگاهی محدوده شهری و حاشیه شهری گتوند در سال ۱۹۹۲، ۱/۸ کیلومتر مربع بوده است که این میزان در طی سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۲ به ترتیب به ۲/۱، ۲/۹ و ۳/۱ کیلومتر مربع افزایش یافته است. بر این اساس، می‌توان گفت که شهر گتوند همانند شهرهای مریوان (محمدخان و همکاران، ۱۳۹۸)، سنندج (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۸) و پلدختر (اسدی و همکاران، ۱۴۰۱) با توسعه فیزیکی زیادی همراه بوده است. همچنین بر اساس نتایج حاصله، به موازات توسعه نواحی سکونتگاهی شهر گتوند، روند توسعه فیزیکی این شهر نیز همانند شهرهای سنندج (نورالدین‌موسی و همکاران، ۱۴۰۲) و پلدختر (اسدی و همکاران، ۱۴۰۱) به سمت مناطق سیل‌خیز افزایش یافته است؛ به طوری که در سال ۱۹۹۲، حدود ۱/۱ کیلومتر مربع از وسعت محدوده شهری گتوند در منطقه دارای پتانسیل خیلی زیاد قرار داشته است که این میزان در طی سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۲ به ترتیب به ۱/۳، ۱/۶ و ۱/۸ کیلومتر مربع افزایش یافته است. همچنین نتایج پیش‌بینی صورت‌گرفته با استفاده از مدل LCM نشان داده است که وسعت نواحی سکونتگاهی در طبقه با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد تا سال ۲۰۵۰ به ۲/۷ کیلومتر مربع افزایش خواهد یافت. در واقع با توجه به موقعیت شهر گتوند و همچنین وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه، بخش زیادی از نواحی سکونتگاهی به سمت حریم رودخانه و مناطق سیل‌خیز پیشروی خواهند کرد. بر این اساس، روند توسعه نواحی

سکونتگاهی به سمت مناطق سیل خیز دارای روند افزایشی است و در صورت عدم توجه به آن در برنامه ریزی‌ها، بخش زیادی از نواحی سکونتگاهی و جمعیت شهر گنوند با خسارت‌های جانی و مالی ناشی از مخاطره سیلاب مواجه خواهند شد. مجموع نتایج حاصله از این پژوهش، بیانگر توسعه فیزیکی شتابان شهر گنوند و همچنین افزایش پتانسیل آسیب‌پذیری این شهر در طی سال‌های آتی است. با توجه به موارد بیان‌شده، لازم است تا نخست با استفاده از اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای، از پتانسیل سیل‌خیزی منطقه کاسته شود و دوم اینکه در برنامه‌ریزی‌های توسعه شهری، وضعیت سیل‌خیزی منطقه در نظر گرفته شود و روند توسعه فیزیکی شهری به مناطق دور از حریم رودخانه و با پتانسیل سیل‌خیزی کم، هدایت شود.

منابع

- آبیل، ابوالفضل؛ طاوسی، تقی؛ خسروی، محمود. (۱۳۹۸). تحلیل مناطق بالقوه در معرض مخاطره سیلاب شهری (مطالعه موردی: شهر زاهدان). مجله جغرافیا و توسعه، ۱۷ (۵۴)، ۹۱-۱۰۶.
- اسدی، معصومه؛ حیدری، زهرا؛ امامی، کامیار. (۱۴۰۱). ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر پلدختر به سمت مناطق سیل‌خیز. مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۱ (۲)، ۱۷۴-۱۵۹.
- جباری، ندا؛ ثروتی، محمدرضا؛ حسین‌زاده، محمدمهدی؛ توکلی‌نیا؛ جمیله. (۱۳۸۹). بررسی روند توسعه فیزیکی بخش شمال‌غرب شهر تهران (مطالعه موردی: حصارک). فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۳ (۱۰)، ۵۲-۳۳.
- قنواتی، عزت‌اله؛ احمدآبادی، علی؛ صادقی، منصور. (۱۳۹۸). جانمایی پهنه‌های مستعد وقوع سیلاب با تاکید بر ویژگی‌های فرمی زمین و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی در حوضه آبخیز قمرود. مجله هیدروژئومورفولوژی، ۱۸ (۵)، ۱۵۹-۱۳۹.
- گنجائیان، حمید. (۱۳۹۹). مخاطرات ژئومورفولوژیک مناطق شهری، روش‌های مطالعه و راه‌کارهای کنترل آن. نشر انتخاب، ۱۴۴ صفحه.
- محمدخان، شیرین؛ گنجائیان، حمید؛ شهری، سمیه؛ عباس‌زاده، امیرعلی. (۱۳۹۸). پیش‌بینی روند توسعه شهری به سمت مناطق مخاطره‌آمیز با استفاده از تصاویر چندزمانه (مطالعه موردی: شهر مریوان). مجله سپهر، ۲۸ (۱۱۰): ۱۱۷-۱۰۷.
- مرکز آمار کشور. (۱۳۹۵). گزارش جمعیتی استان خوزستان، شهر گنوند.
- مقیم، ابراهیم. (۱۳۹۴). دانش مخاطرات (برای زندگی با کیفیت بهتر). انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۰ صفحه.
- نصیری، اسماعیل؛ ناصرمقبل، مهدی. (۱۳۹۵). تحلیل عوامل موثر بر توسعه فیزیکی شهرهای کوچک در طی دو دهه اخیر (مطالعه موردی: شهر گرمدره). مطالعات مدیریت شهری، ۶ (۱۹)، ۵۳-۴۳.
- نگهبان، سعید؛ گنجائیان، حمید؛ فریدونی کردستانی، مژده؛ چشمه‌سفیدی، زیبا. (۱۳۹۸). ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیک با استفاده از LCM (مطالعه موردی: شهر سنندج). مخاطرات محیط طبیعی، ۸ (۲۰)، ۵۲-۳۹.
- نورالدین‌موسی، فاطمه؛ محمودی، رضا؛ امامی، کامیار. (۱۴۰۲). ارزیابی روند توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل‌خیز (مطالعه موردی: شهر سنندج). جغرافیا و روابط انسانی، ۵ (۴)، ۶۶۴-۶۵۳.
- Chen, C., Peihua, X., Yihong, W., Jianping, C., Lianjing, Z., Cencen, N. 2016. Flash Flood Hazard Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Statistical Index Methods in Coalmine Subsidence Areas, Sustainability, 8, 948.
- Dewan, A.M., Yamaguchi, Y., 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. Applied Geography 29: 390-401.
- Fernández, D. S., Lutz, M. A. 2010. Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis, Engineering Geology, 111 (4): 90-98
- Green, C. H., Parker, D. J., Tunstall, S. M. 2000. Assessment of flood control and management option", Flood Hazard Research Centre, Middlesex University (A Report prepared for the World Commissions on Dams (WCD)).
- Gutman, Garik. Janetos, Anthony. C. Justice, Christopher. O. Moran, Emilio. F. Mustard, John. F. Rindfuss, Ronald. R. Skole, David. Turner, Billy Lee. Cochrane, Mark. A., 2004. Remote sensing and digital image processing, land change science: observing, monitoring and understanding trajectories of change on the earth's surface. Springer.

- Hassan, M.D., Anzum, N., Shaibur, M.R., Nahar, N., Akber, A., Sabbir Hossain, M.D., Al Mamun., 2023. Changing dynamics of river ecosystem from aquatic to terrestrial: A case of Bhairab River, Jashore, Bangladesh. *Watershed Ecology and the Environment* 5 (1), 1-27.
- Kim, J., Gim, T.H.T., 2020. Assessment of social vulnerability to floods on Java, Indonesia, *Natural Hazards*, 102: 101–114.
- Leta, M. K., Demissie, T. A., Tränckner, J., 2021. Modeling and prediction of land use land cover change dynamics based on Land Change Modeler (LCM) in Nashe Watershed, Upper Blue Nile Basin. Ethiopia. *Sustainability*, 13(7).
- Qiang, Y., Nina, S. N., Lam, H. C., Lei, Z. 2017. Changes in Exposure to Flood Hazards in the United States, *Annals of the American Association of Geographers*, 107 (6).
- Rinat, Y., Marra, F., Zoccatelli, D., Morin, E. 2018. Controls of flash flood peak discharge in Mediterranean basins and the special role of runoff-contributing areas, *Journal of Hydrology*, 565 (1): 846-860.
- Shafie, N., Javid, A.M., Irani Behbahani, H., Darabi, H., Hosseinzadeh Lotfi, F., 2023. Modeling land use/cover change based on the LCM model for a semi-arid area in the Latian Dam Watershed (Iran). *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(363).
- Xingyuan, Z., Fawen, L., Yong, Z., 2023. Impact of changes in river network structure on hydrological connectivity of watersheds. *Ecological Indicators* 146.

References

References (in Persian)

- Abil, A., tavousi, T., & khosravi, M. (2019). Analysis of Potential Areas Exposed to the Risk of Urban Flooding, Case Study: Zahedan City. *Geography and Development*, 17(54), 91-106. doi: 10.22111/gdij.2019.4356 [In Persian]
- Asadi, M., Haidary, Z., & Emami, K. (2022). Assessing the Physical Development Trend of Poldokhtar City Towards Flood-Prone Areas. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 11(2), 159-174. doi: 10.22067/geoh.2021.72169.1101 [In Persian]
- Ganjaian, H. (2019). Geomorphological hazards of urban areas, study methods, and control strategies. Selection publication, 144 pages. [In Persian]
- Ghanavati, E., Ahmadabadi, A., & Sadeghi, M. (2019). The Selection of Susceptible Reservoirs to Flood Storage with an Emphasis on Landform Characteristics and Spatial Multi-Criteria Decision-Making Methods in Qomroud Watershed. *Hydrogeomorphology*, 5(18), 139-159. [In Persian]
- Jabari, N., Servati, M.R., Hosseinzadeh, M.M & Tavakolinia, J. (2010). Investigating the process of physical development of the northwest part of Tehran city (Case study: Hesarek). *Natural Geography Quarterly*, 3 (10), 52-33. [In Persian]
- Mogimi, I. (2015). Knowledge of risks (for a better quality of life). Tehran University Press, 260 pages. [In Persian]
- Mohammakhhan, S., Ganjaeian, H., Shahri, S., & Abbaszade, A. (2019). Predicting the trend of urban development toward hazardous areas using multi-temporal images (Case Study: Marivan City). *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 28(110), 107-117. doi: 10.22131/sepehr.2019.36615. [In Persian]
- Nasiri, E & Naser Moqhabel, M. (2016). Analysis of factors affecting the physical development of small cities during the last two decades (case study: Garmdareh city). *Urban Management Studies*, 6 (19), 43-53. [In Persian]
- National Statistics Center. (2015). Demographic report of Khuzestan province, Gatund city. [In Persian]
- Negahban, S., Ganjaeian, H., Feraydooni Kordestani, M., & Cheshmeh Sefidi, Z. (2019). Assessing the physical development of cities and extending to geomorphological prohibited areas Using LCM (Case Study: Sanandaj City). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(20), 39-52. doi: 10.22111/jneh.2018.21943.1317. [In Persian]
- NoredinMosa, F., Mahmudi, R., & Emami, K. (2023). Evaluating the process of physical development of residential areas towards flood-prone areas (Case study: Sanandaj city). *Geography and Human Relationships*, 5(4), 653-654. [In Persian]

References (in English)

- Chen, C., Peihua, X., Yihong, W., Jianping, C., Lianjing, Z., Cencen, N. 2016. Flash Flood Hazard Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Statistical Index Methods in Coalmine Subsidence Areas, *Sustainability*, 8, 948.
- Dewan, A.M., Yamaguchi, Y., 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography* 29: 390–401.
- Fernández, D. S., Lutz, M. A. 2010. Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis, *Engineering Geology*, 111 (4): 90-98
- Green, C. H., Parker, D. J., Tunstall, S. M. 2000. Assessment of flood control and management option", Flood Hazard Research Centre, Middlesex University (A Report prepared for the World Commissions on Dams (WCD).
- Gutman, Garik. Janetos, Anthony. C. Justice, Christopher. O. Moran, Emilio. F. Mustard, John. F. Rindfuss, Ronald. R. Skole, David. Turner, Billy Lee. Cochrane, Mark. A., 2004. Remote sensing and digital image processing, land change science: observing, monitoring and understanding trajectories of change on the earth's surface. Springer.
- Hassan, M.D., Anzum, N., Shaibur, M.R., Nahar, N., Akber, A., Sabbir Hossain, M.D., Al Mamun., 2023. Changing dynamics of river ecosystem from aquatic to terrestrial: A case of Bhairab River, Jashore, Bangladesh. *Watershed Ecology and the Environment* 5 (1), 1-27.
- Kim, J., Gim, T.H.T., 2020. Assessment of social vulnerability to floods on Java, Indonesia, *Natural Hazards*, 102: 101–114.
- Leta, M. K., Demissie, T. A., Tränckner, J., 2021. Modeling and prediction of land use land cover change dynamics based on Land Change Modeler (LCM) in Nashe Watershed, Upper Blue Nile Basin. Ethiopia. *Sustainability*, 13(7).
- Qiang, Y., Nina, S. N., Lam, H. C., Lei, Z. 2017. Changes in Exposure to Flood Hazards in the United States, *Annals of the American Association of Geographers*, 107 (6).
- Rinat, Y., Marra, F., Zoccatelli, D., Morin, E. 2018. Controls of flash flood peak discharge in Mediterranean basins and the special role of runoff-contributing areas, *Journal of Hydrology*, 565 (1): 846-860.
- Shafie, N., Javid, A.M., Irani Behbahani, H., Darabi, H., Hosseinzadeh Lotfi, F., 2023. Modeling land use/cover change based on the LCM model for a semi-arid area in the Latian Dam Watershed (Iran). *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(363).
- Xingyuan, Z., Fawen, L., Yong, Z., 2023. Impact of changes in river network structure on hydrological connectivity of watersheds. *Ecological Indicators* 146.