مطالعه تأثیر عوامل هیدرو اقلیم بر مخاطرات طبیعی استان گلستان با تأکید بر سیلاب

ناصر بای[1]، مجید منتظری[2]، امیر گندمکار[3]
Email: Naserbay1@gmail.com
۱. نویسندهٔ مسئول: گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد.
۲. گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد.
۳. گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد.
دریافت: ۹۱/۱۰/۱۵ **پذیرش:** ۹۲/۲/۲۰

چکیده

مقدمه: بلایای طبیعی از جمله مشکلاتی است که بشر علی‌رغم پیشرفت‌های روزافزون خود نتوانسته مانع رخداد آنها گردد. ایران با دارا بودن ۳۱ مورد از ۴۰ نوع بلای طبیعی ثبت شده، یکی از آسیب‌پذیرترین کشورهای جهان است. با عنایت به این موضوع، پژوهش حاضر درصدد پهنه‌بندی خطر وقوع سیل در استان گلستان و تعیین تعداد افراد ساکن در هر یک از نواحی خطر اعم از جمعیت شهری و روستایی می‌باشد.

روش‌ها: در مطالعه حاضر با استفاده از داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه، داده‌های ماهانه و سالانه ایستگاه‌های باران‌سنجی و آب‌سنجی وزارت نیرو طی دورهٔ آمار ۱۳۸۸-۱۳۶۵، ضریب سیل‌خیزی و شرایط اقلیمی استان گلستان بررسی شد. ضریب سیل‌خیزی با دوره برگشت ۲۵ ساله دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه برای هر ایستگاه با استفاده از رابطه هاگر تعیین گردید. در ادامه با استفاده از روش کریجینگ نقشه پهنه‌بندی خطر سیلاب ترسیم گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، حداکثر ضریب سیل‌خیزی به میزان ۳/۶ مربوط به ایستگاه پس-پشته در شهرستان مینودشت و کمترین آن به میزان ۰/۳۶ مربوط به ایستگاه بندر ترکمن است. بر اساس یافته‌ها، ۲۰/۵ درصد سطح استان در پهنه با خطر خیلی زیاد، ۲۰/۷ درصد در پهنه با خطر زیاد، ۳۹/۶ درصد در پهنه با خطر متوسط و ۱۹/۲ درصد در محدوده با خطر کم وقوع سیل واقع شده است. همچنین ۱۸/۶ درصد جمعیت روستایی استان گلستان در محدوده با خطر خیلی زیاد، ۱۴/۵ درصد در محدوده با خطر زیاد، ۱۱/۹ درصد در محدوده با خطر متوسط و ۶/۶ درصد در محدوده با خطر کم وقوع سیل زندگی می‌کنند. از طرفی ۹/۹ درصد جمعیت شهری در محدوده با خطر خیلی زیاد، ۱۰/۲ درصد در محدوده با خطر زیاد، ۱۸/۹ درصد در محدوده با خطر متوسط و ۹/۱ درصد نیز در محدوده با خطر کم وقوع سیل ساکن هستند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که استان گلستان دارای خطر وقوع سیل بالایی می‌باشد؛ به‌طوری‌که ۳۱/۱ درصد از جمعیت روستایی با ساکن بودن در محدوده وقوع سیل با خطر خیلی زیاد و زیاد در معرض خطرهای جانی و مالی قرار دارند. با توجه به پهنه‌بندی خطر می‌توان مناطق با خطر بالا را شناسایی و اجرای برنامه‌های مدیریتی را اولویت‌بندی کرد.

کلمات کلیدی: پهنه‌بندی، مخاطرات طبیعی، ضریب سیل‌خیزی، سیلاب، استان گلستان.

مقدمه

پدیده‌های طبیعی که چهرهٔ کنونی کره زمین را شکل داده‌اند در تقابل با انسان و مواجه ساختن وی با خسارت‌های مالی و جانی به عنوان مخاطره شناخته می‌شوند. با افزایش جمعیت و متعاقب آن افزایش نیازهای بشر، کرهٔ زمین با محدودیت ارائه خدمات مواجه گردید و انسان نیز برای تأمین نیازهای خود، از مکان‌هایی استفاده کرده که خاستگاه بلایای طبیعی بوده است. این امر سبب درگیری همه ساله جمعیت بشری با انواع پدیده‌های طبیعی شده که با عنوان مخاطرات یا بلایای طبیعی نام برده می‌شود. از نتایج عمدهٔ تجاوز نوع بشر به حریم این پدیده‌ها، زیان‌های اقتصادی، اجتماعی، جانی و... می‌باشد. غالب جوامع دانشگاهی فرآیندهای محیطی را که در محل زندگی انسان به صورت عامل متخاصم رخ می‌دهد و انسان‌ها کنترل اندکی بر آن دارند، با عنوان مخاطرات محیطی مورد بحث قرار می‌دهند(۱).

اسمیت و پتلی[1] (۲۰۰۸) بیان می‌کنند که «خطر عبارت است از جریان یا واقعه‌ای که به‌طور بالقوه توان ایجاد زیان را دارد و احتمال خطر عبارت است از قرارگرفتن انسان یا متعلقات بسیار ارزشمند او در معرض خطر و اغلب آن را ترکیبی از احتمال و زیان لحاظ می‌کنند» (۲). فریتز[2] (۱۹۶۱) بلا را این چنین تعریف می‌کند: «واقعه‌ای که در فضا و زمان رخ می‌دهد و روی بخشی از جامعه تأثیر می‌گذارد و موجب بروز خساراتی در محیط فیزیکی و مردم می‌گردد. تأثیرات ممکن است فیزیکی- مادی یا اجتماعی- سازمانی باشند» (۳).

هزینه‌های اقتصادی سالانه مرتبط با بلایای طبیعی در جهان حدود ۱۰ تا ۵۰ میلیارد دلار برآورد شده است؛ به‌طوری‌که در بعضی از سال‌ها میزان خسارت ناشی از بلایای طبیعی در جهان بیش از ۴۵۰ میلیارد دلار بوده است (۴). با توجه به گزارشات سازمان ملل ۳۵ درصد از زلزله‌های مخرب، ۲۵ درصد از سیل‌های ویرانگر و طوفان‌های شدید، و ۴۳ مورد از آتشفشان‌ها در آسیا اتفاق افتاده است. حتی برآورد می‌شود که سالانه ۳۰۰ حادثه طبیعی در جهان اتفاق می‌افتد و این حوادث باعث مرگ حدود ۲۵۰۰۰۰ نفر و تأثیرپذیری مستقیم بیش از ۲۰۰ میلیون نفر می‌شوند (۵). در این بین ایران با دارا بودن ۳۱ مورد از ۴۰ نوع بلای طبیعی ثبت شده در جهان و۶ درصد تلفات ناشی از وقوع حوادث غیرمترقبه، یکی از آسیب‌پذیرترین کشورهای جهان است (۶). سیلاب‌ها[3] یکی از تهدیدکننده‌ترین خطرات طبیعت برای جوامع انسانی هستند؛ به گونه‌ای که خسارات این واقعه طی ۵۰ سال اخیر در نتیجه یک سری سیل‌های بزرگ رو به فزونی نهاده است. این مخاطره ممکن است باعث گرفتن جان هزاران نفر، تخریب املاک، ایجاد اخلال در نظام‌های ارتباطی و شستن زمین‌های کشاورزی شود. معمولاً از هر ۵ منبع بلایای طبیعی یک مورد سیل است (۵). معمولاً اثر سیلاب‌ها فراگیر است، چون رودخانه‌ها کانون تمرکز جمعیت و توسعه محسوب می‌شوند.

[1] Smith and Petley
[2] Fritz
[3] Floods

رودخانه‌های طبیعی یک دسترسی آسان ارتباطی به دریا، آب و آبیاری، عرضه بالقوه آب آشامیدنی، منبع قدرت و زمین حاصل‌خیز فراهم می‌آورند. آنها همچنین در زهکشی زمین نقشی اولیه و در انهدام زباله نقشی ثانویه ایفا می‌کنند. از تعداد کل سیل‌های به وقوع پیوسته طی دوره ۲۰۰۶-۱۹۰۰ در جهان، حدود ۴۱ درصد آن در کشورهای آسیایی به وقوع پیوسته است؛ یعنی می‌توان گفت که قاره آسیا بیشینه سیل‌خیزی جهان را داراست. جدول شمارهٔ ۱، ده نمونه از مخرب‌ترین سیل‌های مرگبار تاریخ را ارائه می‌دهد. در سایر نقاط جهان نیز پژوهش‌های متعددی در خصوص مخاطرات طبیعی صورت گرفته است:

رمضانی (۱۳۸۳) ضمن معرفی مکان جغرافیایی ماسوله قدیم، خطرات طبیعی و انسان‌ساخت شامل زمین‌لغزش و سیل که ماسوله جدید را تهدید می‌کند را با استفاده از مطالعات اسنادی و آمارهای هواشناسی و هیدرولوژیکی شناسایی کرده است. نتایج این پژوهش نشان داد که خطر سیلاب شمال و داخل شهر، ریزش سنگ در دامنه‌های مشرف به شهر و زمین‌لغزش در دامنه‌های جنوب، شهر ماسوله را تهدید می‌کند (۷). جباری (۱۳۸۷) به پهنه‌بندی خطر سیلاب‌های ایران و تعیین نواحی دارای تغییر در الگوی سیلاب‌ها پرداخت. بر اساس نتایج، از نظر خسارات ناشی از سیلاب، استان‌های فارس و گلستان در گروه استان‌های با خطر خیلی زیاد قراردارند و استان کرمانشاه در گروه سوم جای می‌گیرد. رابطه معنی‌داری بین افزایش حجم سیلاب و سیلاب‌های نامنظم استان گلستان دیده شد(۸).

مهدوی و همکاران (۱۳۸۹) به بیان کمّی مخاطرات طبیعی مرتبط با مشخصه‌های ژئومرفیک در سه منطقه شهر بندرعباس پرداختند. آنها با استفاده از مدل TOPSIS و بر اساس روش سلسله مراتبی به این نتیجه دست یافتند که منطقهٔ سه بیشترین و منطقهٔ یک کمترین قابلیت رخداد مخاطرات طبیعی از نظر ژئومورفولوژی را دارد؛ به گونه‌ای که احتمال رخداد مخاطرات به‌صورت کلی در منطقهٔ سه ۲/۹ برابر نسبت به منطقهٔ یک است (۹). لطفی و جعفری (۱۳۹۰) به ارائه الگوی عملی ایمن‌سازی در راستای کاهش خسارات ناشی از سیلاب در شهر تهران اشاره کرده‌اند و با استفاده از روش‌های اقدامات مدیریتی (نرم‌افزاری) و عملیاتی (سخت‌افزاری) درخصوص ایمن‌سازی فضای شهر تهران پیشنهاداتی داده‌اند (۱۰). کمرونی و همکاران[1](۲۰۰۵) نشان داد که تغییر پوشش گیاهی در بارندگی‌هایی با شدت زیاد تأثیر بیشتری بر سیلاب‌های حوضه آبخیز منتهی شهر بلونیای ایتالیا دارد (۱۱). نانداالال[2] و پاتنایاک[3](۲۰۱۱) با استفاده از روش فازی و بر اساس دوره بازگشت ۱۰۰ ساله رودخانه کالوگانجا[4] در سریلانکا به ارزیابی سطوح خطر وقوع سیل پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که روش فازی نسبت به سایر روش‌ها در این حوضه آبخیز نتایج دقیق‌تری دارد (۱۲).

استان گلستان با وسعت ۲۰۴۳۷/۷ کیلومتر مربع، که معادل ۱/۳ درصد مساحت کل کشور می‌باشد، در

[1]Camorani et al
[2]Nandalal
[3]Ratnayake
[4]Kalu-Ganga

شمال شرقی ایران، در طول جغرافیایی ′۵۱ °۵۳ تا ′۱۹ °۵۶ شرقی و عرض جغرافیایی ′۳۰ °۳۶ تا ′۸ °۳۸ شمالی واقع شده است. در این استان ۱۶۱۵۲۴۴ نفر ساکن می‌باشند که از این تعداد ۴۸/۳ درصد در شهرها و ۵۱/۷ درصد در روستاها ساکن هستند(۱۳). استان گلستان دارای تنوع اقلیمی قابل‌توجهی می‌باشد؛ به‌طوری که نواحی شمالی دارای آب و هوای سرد کم بارش، نواحی غربی آب و هوای معتدل مرطوب، ناحیه مرکزی آب و هوای معتدل نیمه مرطوب و ناحیه جنوبی آن نیمه سرد کم بارش است (۱۴). این مطالعه با هدف تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع سیل و تعیین میزان جمعیت شهری و روستایی در هر پهنه خطر وقوع، به بررسی وضعیت سیل‌خیزی استان گلستان پرداخته است.

روش‌ها

در مطالعه حاضر، با استفاده از داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه ایستگاه‌های آب‌سنجی و داده‌های ماهانه و سالانه ایستگاه‌های باران‌سنجی وزارت نیرو طی دورهٔ آماری ۱۳۸۸- ۱۳۶۵ به بررسی سیلاب‌های استان گلستان پرداخته شده است (شکل شمارهٔ ۱).

بدین منظور ابتدا:

- ایستگاه‌های آب‌سنجی و باران‌سنجی با دورهٔ آماری مناسب انتخاب شدند (شکل شمارهٔ ۱).

- در ادامه با استفاده از آزمون‌های نیکویی برازش بهترین توزیع آماری هر ایستگاه انتخاب گردید. نتایج نشان داد که در بیشتر ایستگاه‌ها توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ به عنوان بهترین توزیع آماری است.

- پس از تعیین بهترین توزیع آماری، ضریب سیل‌خیزی دوره برگشت ۲۵ ساله دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه برای هر ایستگاه تعیین شد. بدین منظور از رابطه هاگر[1] استفاده گردید (رابطهٔ ۱).

$$K_T = 10^{*}\left(1-\frac{\mathrm{Log}\,(\mathrm{Qt})-6}{\mathrm{Log}\,(\mathrm{A})-8}\right)$$ رابطهٔ ۱ :

در این رابطه KT همان ضریب سیل‌خیزی، QT معادل دبی با دوره بازگشت T سال و A مساحت است.

در واقع ضریب سیل‌خیزی معیاری است که اثر مساحت حوضه را در افزایش دبی پیک حذف می‌کند. بنابراین با استفاده از این ضریب می‌توان مقدار سیل‌خیزی ایستگاه‌های آب‌سنجی را با هم مقایسه کرد (۱۷).

- در انتها از روش درون‌یابی زمین آماری کریجینگ[2] در نرم‌افزار Arc GIS و بر اساس مقادیر ضریب سیل‌خیزی ایستگاه‌های آب‌سنجی برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع سیل استفاده گردید.

کریجینگ بهترین تخمین‌گر خطی نااریب[3] است که بر منطق میانگین متحرک وزن‌دار استوار است (۱۸). روش‌شناسی مدل کریجینگ ناحیه تجربی را پوشش می‌دهد؛ به عبارت دیگر محلی است (نه همگانی) و اغلب تولیدات محلی بهتری را نسبت به مشاهدات مجاورش ارائه می‌دهد (۱۹). در این روش برای هر یک از ایستگاه‌های درون و بیرون پهنه بر حسب فاصله و موقعیت آن وزن مشخصی در نظر گرفته

[1]Hager
[2]Krijing
[3]Best Linear Unbiased Estimator

می‌شود، به گونه‌ای که واریانس تخمین کمینه شود. از مهم‌ترین ویژگی‌های کریجینگ آن است که به ازای هر تخمین، خطای مرتبط با آن را می‌توان محاسبه کرد. بنابراین برای هر مقدار تخمین زده شده، می‌توان دامنه اطمینان آن تخمین را محاسبه کرد. تخمین‌گر کریجینگ به عنوان یک میانگین متحرک وزن‌دار به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

رابطه ۲ : $$Z_v^* = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i z_{vi}$$

که درآن Z_v^* مقدار تخمینی، λ_i وزن یا اهمیت کمیت وابسته به نمونه iام و Z_{vi} مقدار نمونه iام است (۱۸). بنا به گفته کریگ‌کی‌جی، تخمین‌گر کریجینگ از مهم‌ترین تخمین‌گرهای خطی نااریب است؛ زیرا اولاً بدون خطای سیستماتیک می‌باشد و ثانیاً واریانس تخمین آن حداقل است (۲۰). در روش کریجینگ فرض بر این است که تغییرات مکانی پدیده‌هایی مانند بارش در یک گستره، از توزیع تصادفی برخوردار و حاوی سه مؤلفه همبستگی مکانی، روند و خطای تصادفی است. وجود یا فقدان و نیز نوع هر یک از این مؤلفه‌ها منجر به تکوین انواع روش‌های کریجینگ شده است. مؤلفه همبستگی مکانی و میزان آن بر اساس نیم تغییر نما تعریف می‌شود. از تحلیل این مؤلفه و تغییرهای مربوطه، ضرایب وزنی نقاط کنترل برای ارزش نقطه مجهول به دست می‌آید.

یافته‌ها

متوسط بارندگی سالانهٔ آن طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۸، ۴۶۰ میلی‌متر است. دامنهٔ تغییرات بارش این استان از حدود ۲۰۰ میلی‌متر در سال در منطقه شمالی استان تا حدود ۸۵۰ میلی‌متر در دامنهٔ ارتفاعی ۱۰۰۰ متری مشاهده شده است. با توجه به شکل شمارهٔ ۲ می‌توان دریافت که بارش دارای همبستگی مثبت تا ارتفاع حدود ۱۰۰۰ متری می‌باشد و از ارتفاع فوق با روندی کاهشی همراه می‌گردد. شیب تند هم‌ارزش‌های بارش نیز مؤید این امر می‌باشد. همان‌گونه که شکل شمارهٔ ۲ نشان می‌دهد، بیشترین میزان تغییرپذیری در منطقه بیشینه بارش مشاهده می‌شود و با دورشدن از آن از میزان تندی شیب بارش سالانه استان کاسته می‌شود. با عنایت به این مسئله به نظر می‌رسد بارندگی‌های استان از نوع بارندگی کوهستانی است، زیرا بیشینه بارش در دامنه ارتفاعات می‌باشد. با توجه به این موضوع می‌توان استنباط کرد که در سراسر استان گلستان بخش آبخیز حوضه‌های آبی در دامنه جنوبی رشته کوه البرز واقع شده و دارای ارتفاع و شیب نسبتاً زیادی است که به هنگام بارندگی باعث تشدید سیل‌خیزی رودخانه‌ها می‌شود.

توزیع ماهانه بارندگی استان گلستان

فروردین با متوسط بارندگی ۵۶/۵ میلی‌متر ۱۱/۷ درصد بارش سالانه را دریافت می‌کند، ولی مقادیر برآورد شده از واریانس و انحراف معیار گویای نوسانات بالای مقادیر مکانی بارش این ماه است. اردیبهشت به‌طور متوسط بارش حدود ۴۲/۵ میلی‌متر را دریافت می‌کند که ۸/۸ درصد بارش سالانه استان را شامل می‌شود. همان‌گونه که در جدول شمارهٔ ۲ مشاهده می‌گردد، توزیع مکانی بارش یکنواختی بیشتری را نسبت به فروردین نشان می‌دهد. به سمت خرداد روند کاهشی بارش به-

گونه‌ای است که تقریباً نصف بارش اردیبهشت را نشان می‌دهد و با حدود ۲۱/۲ میلی‌متر ۴/۴ درصد بارش نسبت به بارش سالانه استان را داراست. خرداد با بارندگی ۳/۸ میلی‌متر خشک‌ترین ماه فصل بهار است.

فصل تابستان به عنوان خشک‌ترین فصل سال در استان گلستان است که با کمینه بارش در تیر با حدود ۱۹ میلی‌متر مشاهده شده است. تیر، به‌عنوان کم باران‌ترین ماه سال، کمینه دامنه تغییرات و واریانس مکانی بارش را نیز نشان می‌دهد که گویای کاهش نسبتاً فراگیر بارش استان است. در مرداد افزایش نسبتاً ملایمی در مقدار بارش استان مشاهده می‌شود. این ماه با میانگین بارش ۲۸/۲ میلی‌متر حدود ۴/۹ درصد بارش استان را نشان می‌دهد (جدول شمارهٔ ۲). به سمت اواخر فصل تابستان بر میزان بارندگی افزوده می گردد و شهریور با متوسط بارندگی ۲۸/۲ میلی‌متر مرطوب‌ترین ماه فصل تابستان در استان گلستان است. این ماه ۵/۸ درصد بارش کل استان را شامل می‌شود.

فصل پاییز آغاز فصل بارش در استان گلستان است که از مهر با روند فزاینده در افزایش مقادیر بارش مشاهده می‌گردد. مهر کم باران‌ترین ماه پاییز است که به‌طور متوسط ۷/۷ درصد بارش استان را شامل می‌شود. با افزایش بارش در استان مقادیر بارش با افزایش دامنه تغییرات همراه بوده‌اند؛ به‌گونه‌ای که دامنهٔ تغییرات بارش (۶۵/۲) و ضریب تغییرات (۰/۵) به خوبی این تغییرات را نشان می‌دهند.

آبان با دارا بودن متوسط بارش ۴۷ میلی‌متر توانسته ۹/۷ درصد از بارش کل استان را تأمین کند. همزمان با افزایش بارش در آبان، میزان انحراف معیار نیز افزایش نشان می‌دهد که نشان دهندهٔ افزایش تغییرات مکانی بارش استان نسبت به متوسط بارش آبان است. علی‌رغم اینکه متوسط بارش آذر با افزایش همراه است، افزایش بیشتر کمینه بارش نسبت به بیشینه بارش سبب می‌شود که از میزان تغییرات فرین‌های بارش آذر کاسته شود و نوسانات مکانی کمتری را نشان دهد.

فصل زمستان به‌عنوان پرباران‌ترین فصل سال بیشینه بارش را نیز در بر دارد. با حداقل ۴۲ میلی‌متر و حداکثر ۵۹ میلی‌متر بارش، از دی به سمت اسفند متمرکز می‌گردد. ماه دی به‌طور متوسط ۴۲ میلی‌متر بارش را دریافت می‌کند که معادل ۸/۷ درصد بارش کل استان است. روند کاهنده در مقادیر واریانس و انحراف معیار نشان‌دهندهٔ متعادل‌تر شدن توزیع مکانی بارش در این فصل است که انحراف کمتر آن نسبت به متوسط بارش این موضوع را تأیید می‌کند. ماه بهمن به‌طور متوسط ۱۱/۱ درصد بارش استان را شامل می‌شود که حدود ۵۳/۷ میلی‌متر است. علی‌رغم اینکه در بهمن بر مقادیر بارش کمینه و بیشینه افزوده می‌گردد، ولی با افزایش در مقادیر واریانس و انحراف معیار نیز همراه است. اسفند با دارا بودن متوسط بارندگی حدود ۶۰ میلی‌متر که معادل ۱۲/۴ درصد بارش استان است، پرباران‌ترین ماه سال است و فرودین در رتبهٔ دوم بعد از آن قرار می‌گیرد (جدول شمارهٔ ۲).

در استان گلستان حدود ۴۰ رودخانه وجود دارد که در چهار حوضهٔ بزرگ اترک، گرگان رود، قره‌سو و خلیج گرگان توزیع گشته و شبکه جریان آب‌های

سطحی را تشکیل می‌دهند. حجم سالانه این رودخانه‌ها حدود ۱۲۳۵ میلیون متر مکعب است که ۴۵ تا ۵۰ درصد آن به‌صورت سیلاب‌های ناشی از بارندگی و ذوب برف در ماه‌های بهمن تا فروردین و بخشی نیز به‌صورت سیلاب‌های فصلی در تابستان و پاییز جریان می‌یابند. به‌طور کلی حدود ۶۵ درصد از جریان‌های رودخانه‌های گلستان به‌صورت سیلاب جریان دارند که بعضاً به‌دلیل بزرگی و شدت سیلاب آثار تخریبی نیز دارند (شکل شمارهٔ ۳).

شکل شماره ۳ نشان می‌دهد که روستاهای زیادی در مسیر رودخانه‌های استان، خصوصاً در نواحی مرتفع که جریان سیلاب قدرت بیشتری دارد، ایجاد شده است. با عنایت به این موضوع، هر ساله سیلاب سرمایه‌های عظیمی خصوصاً در بخش کشاورزی و دامداری را در این مناطق از بین می‌برد؛ به‌طوری‌که بر اساس آمار ثبت شده در بانک اطلاعات معاونت امداد و نجات جمعیت هلال‌احمر کشور، استان گلستان جزء ۳ استان برتر از نظر وقوع انواع بلایای طبیعی و حوادث انسان‌ساخت است (۱۵). مثلاً، در سیلاب ۱۳۸۰ حدود ۳۰۰ تن ازساکنان استان و مسافران جان باختند (۱۶).

تجزیه و تحلیل آماری سیلاب‌ها

تعداد سیلاب‌های دورهٔ زمانی ۱۳۸۸-۱۳۶۵، ۴۱۸ مورد بوده است. در طی این مدت خسارت جانی ۳۹۶ نفر و خسارت مالی بیش از۲۸۱۹ میلیارد ریال برآورد شده است. پس ازمحاسبه میزان ضریب سیل‌خیزی دورهٔ برگشت ۲۵ ساله استان مشاهده شد که میانگین ضریب سیل‌خیزی ۱/۶۷ است. بر اساس نتایج، حداکثر ضریب سیل‌خیزی به میزان ۳/۶ مربوط به ایستگاه پس‌پشته در شهرستان مینودشت و کمترین آن به میزان ۰/۳۶ مربوط به ایستگاه بندر ترکمن است.

تجزیه و تحلیل مکانی

برای پهنه‌بندی سیل‌خیزی نواحی مختلف استان گلستان، از روش میان‌یابی زمین آماری با استفاده از تابع کریجینگ و بر اساس مقادیر ضریب سیل‌خیزی ایستگاه‌های آب‌سنجی استفاده گردید. بدین صورت که ابتدا میزان کمیت نقاط از لحاظ توزیع نرمال بررسی و سپس در محیط GIS با استفاده از تخمینگر کریجینگ، استان از نظر خطر وقوع سیل در ۴ طبقهٔ خطر وقوع سیل خیلی زیاد، زیاد، متوسط و پایین طبقه‌بندی شد (شکل شمارهٔ ۴).

همان‌طور که جدول شمارهٔ ۴ نشان می‌دهد، ۲۰/۵ درصد سطح استان با مساحت۴۱۸۰/۲ کیلومترمربع در پهنهٔ با خطر خیلی زیاد، ۲۰/۷ درصد از سطح استان با مساحت ۴۲۲۷/۶ کیلومترمربع در پهنهٔ خطر زیاد، ۳۹/۶ درصد با مساحت۸۰۸۵/۲ کیلومترمربع در پهنهٔ با خطر متوسط و ۱۹/۲ درصد با مساحت۳۹۳۴/۲ کیلومترمربع در پهنهٔ با خطر کم وقوع سیل واقع شده است.

بر اساس جدول شمارهٔ ۳، ۱۸/۶ درصد (۳۰۰۴۳۱ نفر) جمعیت روستایی در محدودهٔ با خطر خیلی زیاد، ۱۴/۵ درصد (۱۹۲۳۰۳ نفر) در محدودهٔ با خطر زیاد، ۱۱/۹ درصد (۲۳۵۰۰۵ نفر) در محدودهٔ با خطر متوسط و ۶/۶ درصد (۱۰۶۹۰۴ نفر) در محدودهٔ با خطر کم وقوع سیل زندگی می‌کنند. همچنین ۹/۹ درصد (۱۶۰۷۱۷نفر) جمعیت شهری در محدودهٔ با خطر خیلی زیاد، ۱۰/۲ درصد

(۱۶۶۲۷۳ نفـر) در محـدوده بـا خطـر زیـاد ، ۱۸/۹ درصد (نفر ۳۰۶۴۶۷) در محدودهٔ با خطر متوسـط و ۹/۱ درصد (۱۴۷۱۴۴ نفر) در محدودهٔ با کـم وقـوع سیل زندگی می‌کنند.

نتیجه‌گیری

بیش از نیمی از جمعیت استان در محدودهٔ بـا خطـر خیلی زیاد و زیاد وقـوع سـیل زنـدگی مـی‌کننـد. از آنجایی که اکثر مـردم خسـارت‌دیـده اسـتان سـاکن روستاها هستند و فعالیـت عمـدهٔ آنهـا کشـاورزی و دامداری است (مشاهدات نگارنده)، باید با توجه بـه ظرفیت محیطی و نقاط ضعف و قوت هر شهرسـتان در جهت کاستن خسارات ناشی از سیلاب اقدام کرد کـه در ایـن رابطـه برنامـه‌ریـزی ناحیـه‌ای از جملـه علـومی اسـت کـه مـی‌توانـد کمـک شـایانی کنـد. برنامه‌ریزی ناحیه‌ای باید مبتنی بر برنامه‌های اصـولی و واقع‌گرایانه شـهری و روسـتایی باشـد و ایـن امـر محقق نخواهد شد مگر با شناخت دقیق و همه‌جانبـه آنها و اینکه برنامه‌ریزان ایـن ضـرورت را در تمـامی ابعاد و مراحل برنامه‌ریزی ناحیه‌ای در نظـر بگیرنـد. به بیـان دیگـر شـرایط و ویژگـی‌هـا و اختصاصـات شهرها و روستاها و حتی مردمـان کـوچ‌نشـین یـک ناحیه، پایه‌هایی هستند که برنامه‌ریزی برای آن ناحیه را تشکیل می‌دهند و در نظر گـرفتن چنـین عـواملی موفقیـت آتـی برنامـه‌هـای ناحیـه‌ای را تضـمین می‌کند(۲۱).

پیشنهادات

۱. توجیه کشاورزان و دامداران نسبت به مفیدبودن توصیه‌های کارشناسان؛
۲. تغییر مسـیر راه‌هـای واقـع در حـریم و مصـب رودخانه‌های سیلابی و جابـه‌جـایی روسـتاهای واقع در حریم‌های سیلابی؛
۳. اسـتفاده از روش‌هـایی ماننـد دیوارکشـی، سنگ‌چین کردن، سدسازی، تعریض رودخانه و گابیون‌بندی؛
۴. حمایت از کشـاورزان و دامـداران، مـثلاً، بیمـه کـردن محصـولات بخـش‌هـای کشـاورزی و دامپروری؛
۵. ایجـاد سیسـتم‌هـای هشـدار سـیل، تقویـت زیرساخت‌ها، بهسازی راه‌ها و پل‌ها.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شمارهٔ ۱: ده سیل مرگبار تاریخ بشریت (۵)

سال	مکان	تعداد قربانیان	سال	مکان	تعداد قربانیان
۱۶۴۲	**چین**	۱۰۰۰۰	۱۹۲۰	چین	۳۰۰۰۰
۱۷۸۶	**هنگ کنگ**	۴۰۰۰۰۰	۱۹۳۱	ژاپن	۳۰۰۰۰
۱۸۲۸	**منچوری، چین**	۵۰۰۰	۱۹۵۱	ژاپن	۱۰۰۰۰
۱۸۸۸	**بنگلادش**	۵۰۰۰۰	۱۹۷۰	هونان	۹۰۰۰۰
۱۹۱۱	**ونزوئلا**	۳۰۰۰۰	۱۹۹۹	یانگ تسه	۱۰۰۰۰

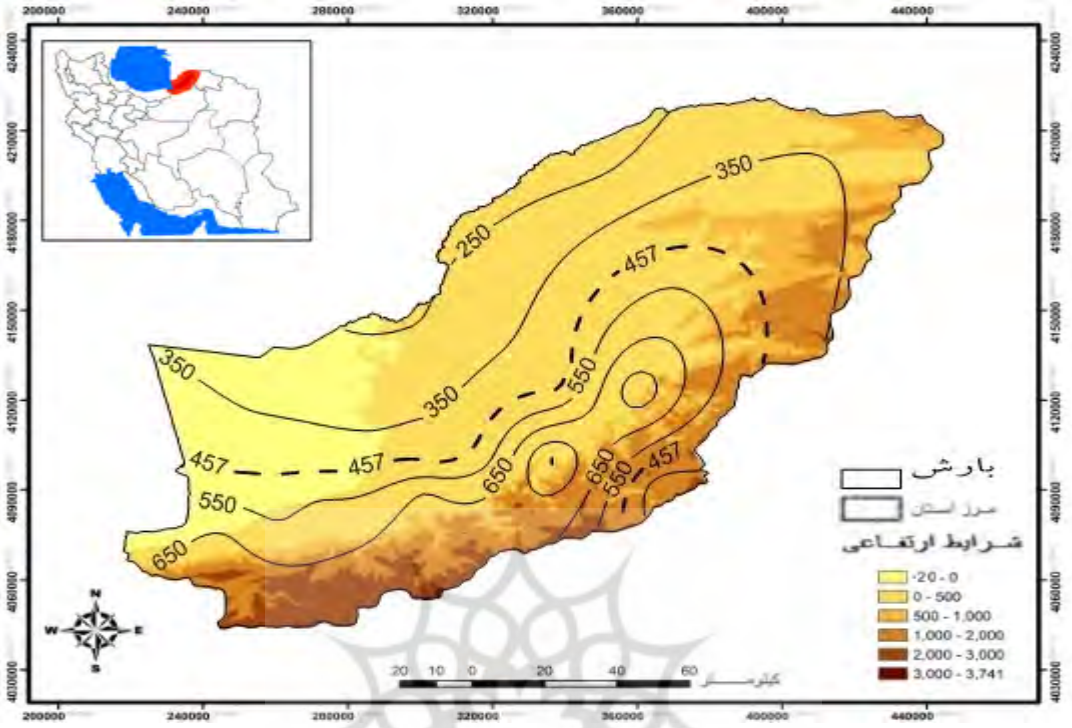
جدول شمارهٔ ۲: مقادیر آماری بارندگی‌های ماهانه استان گلستان

	کمینه	بیشینه	دامنه تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	درصد بارش سالیانه
فروردین	۲۶/۵	۱۰۴/۴	۷۷/۹	۵۶/۵	۰/۴	۱۱/۷
اردیبهشت	۱۵/۲	۸۱	۶۵/۸	۴۲/۵	۰/۴	۸/۸
خرداد	۳/۸	۴۳/۷	۳۹/۹	۲۱/۲	۰/۵	۴/۴
تیر	۴/۱	۴۰/۵	۳۶/۴	۱۹/۲	۰/۵	۴
مرداد	۷/۲	۵۵/۹	۴۸/۷	۲۳/۹	۰/۵	۴/۹
شهریور	۹/۲	۵۹/۱	۴۹/۹	۲۸/۲	۰/۶	۵/۸
مهر	۱۱/۲	۷۶/۴	۶۵/۲	۳۷/۳	۰/۵	۷/۷
آبان	۱۷/۶	۹۱/۱	۷۳/۵	۴۷	۰/۴	۹/۷
آذر	۲۳/۸	۹۶/۹	۷۳	۵۱/۷	۰/۳	۱۰/۷
دی	۱۴/۸	۶۸/۸	۷۲/۱	۴۲	۰/۴	۸/۷
بهمن	۲۵/۳	۱۰۷/۹	۸۲/۶	۵۳/۷	۰/۴	۱۱/۱
اسفند	۲۴/۹	۱۲۲/۹	۹۸	۵۹/۸	۰/۴	۱۲/۴

جدول شماره ۳: مساحت خطر و تعداد جمعیت ساکن در پهنه‌های خطر وقوع سیل

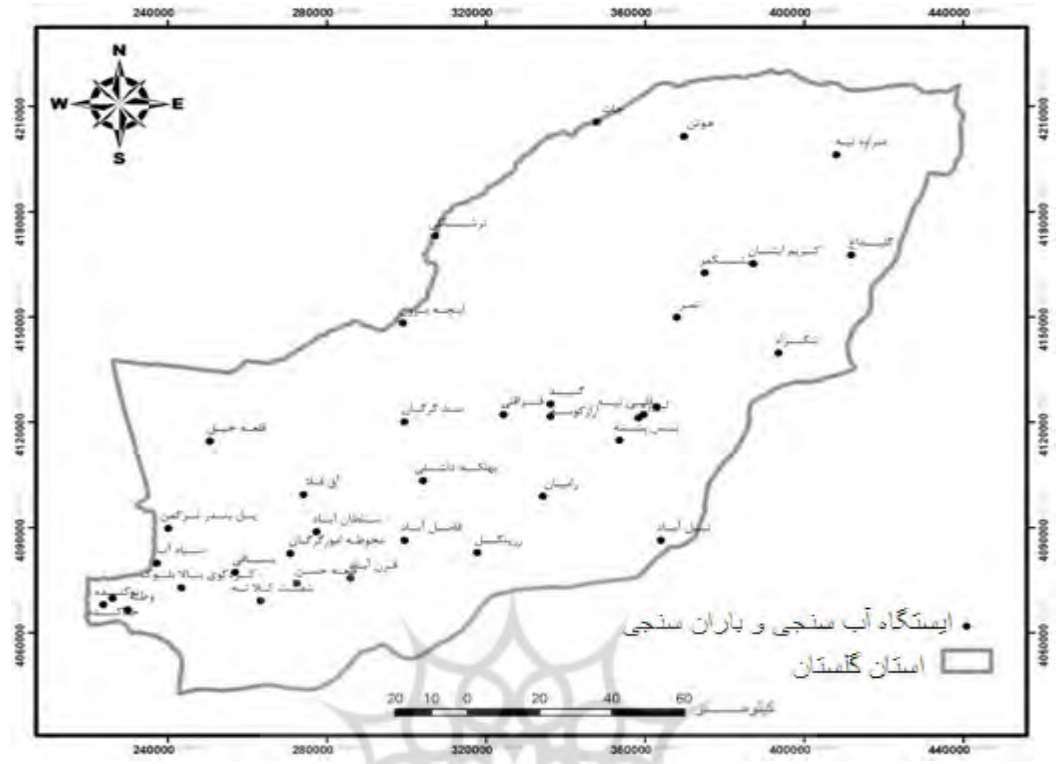
	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت نسبی (درصد)	جمعیت روستایی (نفر)	جمعیت روستایی (درصد)	جمعیت شهری (درصد)	جمعیت شهری (نفر)
پهنه با خطر خیلی زیاد	**۴۱۸۰/۲**	**۲۰/۵**	**۳۰۰۴۳۱**	**۱۸/۶**	**۹/۹**	**۱۶۰۷۱۷**
پهنه خطرزیاد	**۴۲۲۷/۶**	**۲۰/۷**	**۱۹۲۳۰۳**	**۱۴/۵**	**۱۰/۲**	**۱۶۶۲۷۳**
پهنه با خطر متوسط	**۸۰۸۵/۲**	**۳۶/۹**	**۲۳۵۰۰۵**	**۱۱/۹**	**۱۸/۹**	**۳۰۶۴۶۷**
پهنه با خطر کم	**۳۹۳۴/۲**	**۱۹/۲**	**۱۰۶۹۰۴**	**۶/۶**	**۹/۱**	**۱۴۷۱۴۴**
مجموع	**۲۰۴۲۷/۲**	**۱۰۰**	**۸۳۴۶۴۳**	**۵۱/۷**	**۴۸/۳**	**۷۸۰۶۰۱**

شکل شمارهٔ ۱: نقشهٔ پراکنش ایستگاه‌های آب‌سنجی و باران‌سنجی استان گلستان

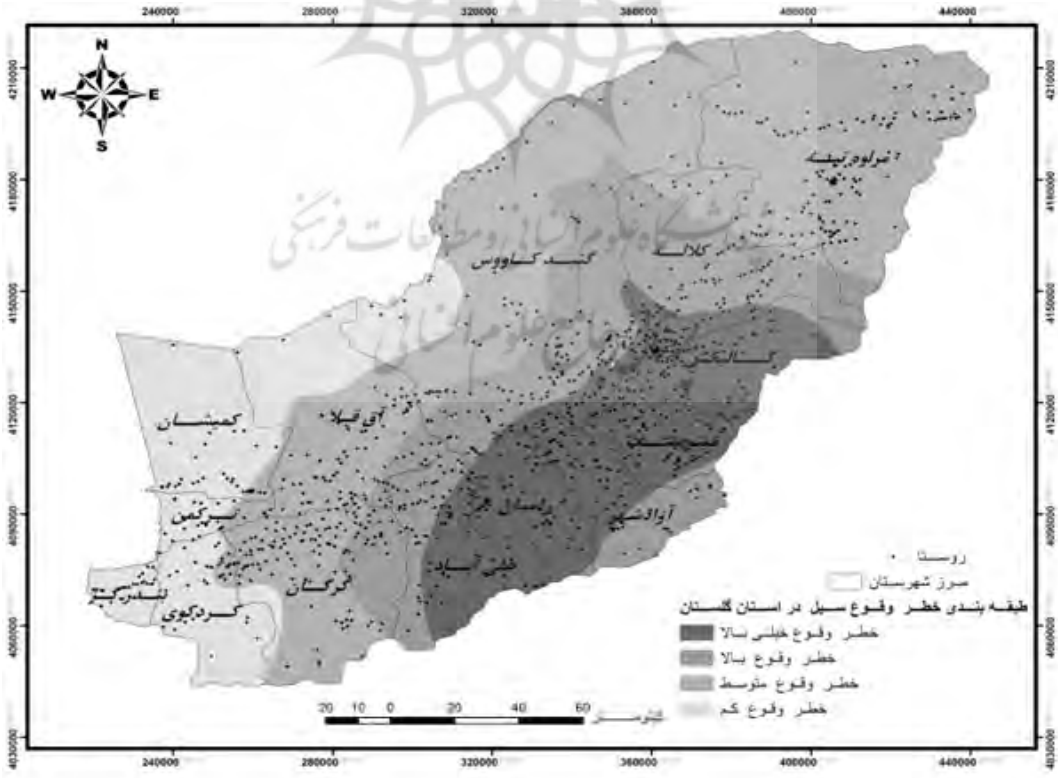


شکل شمارهٔ ۲: توزیع ارتفاع و بارندگی سالانه استان گلستان

شکل شمارهٔ ۳: موقعیت جغرافیایی رودخانه‌ها و زیرحوضه‌های استان گلستان



شکل شمارهٔ ۴: نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع سیل در استان گلستان



References

1. Bryant, E, *Natural Hazard*, (2nd Edition), Cambridge University Press, 2005, p 304.
2. Smith, k., Petley, DN, *Environmental Hazards Assessing Risk and Reducing Disaster*, 5th Edition, London and New York, published in the Taylor & Francis Library, 2008, pp 378.
3. Crumb , B, *Planning for Disaster*: *assessing the overland flood hazard in the rural municipality of de salaberry*, A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree master of arts in Geography, university of Manitoba, Canada, 2006
4. Sadough, M. B., *Introduction to understanding natural disasters*, publisher katibe, 2003 [In Persian]
5. Ramazan zadeh, M., *Engagement role in flood risk management in rural areas Tyrm River*, Supervisor: Ali Asgari, Tehran University. 2008,[In Persian]
6. Bayroudian N. *Crisis Management: principles of safety in unexpected events, 2nd ed. Tehran*: Mashhad university press, 2010, p214.[In Persian]
7. Ramezani B. *Assessment of natural disasters Masouleh Gilan*. Geographical Research Quarterly, 2005, 759(3), pp94-105.[In Persian]
8. Jabari I. *Flood hazard zonation in Iran and the pattern of change in flood areas*. Short research projects in Iran Water Resources Management, 2008, PP 134-145. [In Persian]
9. Mahdavi Najafabadi R, Ramesht M.H, S Ghazi I, et al. *Study and Determination of Natural Hazards in Bandar Abbas*. Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 2010, 63(2), pp.261-276. [In Persian]
10. Lotfi H, Jafari M. *Process to secure the city against floods with natural hazards - a case study: city of Tehran*. Journal of geographical space, 2011, 36, pp 283-296. [In Persian]
11. Camorani, G. Castellarin, A. Brath, A. *Effects of land-use changes on the hydrologic response of reclamation systems*. Physics and Chemistry of the Earth, 2005, 30.pp 561-574.
12. Nandalal H.K., Ratnayak U.R,, *Flood risk analysis using fuzzy models*, Journal of Flood Risk Management, 2011, Volume4, Issue 2, pp 128–139
13. Normohammadi Y. *Statistical Yearbook of the Golestan province in 2007*. Gorgan: Rihani press. [In Persian]
14. Montazeri M, Bay N. *Climate zoning of Caspian region with Multivariate Statistics*. Accepted in Journal of Geographical Research, 2012 [In Persian]
15. Gholami Gh, Akbari M, Bay N, et al, *The effect of management styles in crisis management after the incident in Golestan province*. 5th International Congress of Health, Care and Crisis Management, Tehran, 2011. [In Persian]

16. Hosseinzadeh, R.M. toroghi jahadi, *Geomorphologic analysis floods Madrsu River* (Golestan forest), Journal of Geography and Regional Development, No.VI, 2006
17. Hager, W, *Reservoir Storage Effect on Design Flood,* 16th Congress of ICOLD Francisco, 1988, Vol.4, P: 1375
18. Hasani pak, *the ground data* (Geo statistical) Tehran, Tehran University,1998 [In Persian]
19. Beers, Swim C.M Van, Kleijnen, Jack P.C, *Krijing Interpolation in Simulation* A Survey, 2004, p 113
20. Ghohroudi Talley, M. *Evaluation of Krijing interpolation for Geographical Studies*, 2002, 43,108-95. [In Persian]
21. Hosseinzadeh Dalir, K, *Regional Planning*, Tehran, 2003, 4th edition [In Persian]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Studying the effect of hydro-climate factors on natural hazards in Golestan province with emphasis on flood

Corresponding author: Naser Bay, *Department of Geography, Islamic Azad University, Najaf Abad Branch* ***Email****: Naserbay1@gmail.com*
Majid Montazeri, *Department of Geography, Islamic Azad University, Najaf Abad Branch*
Amir Gandomkar, *Department of Geography, Islamic Azad University, Najaf Abad Branch*
Received: *2013-10-14* ***Accepted:*** *2013-04-22*

Abstract

Background: *Natural disasters are the major problems that mankind unable to prevent their occurrence despite increasing progress. It has been determined that 31 out of 40 natural disasters occur in Iran as one of the most vulnerable countries. However, this research tried to risk zoning of natural hazards in Golestan province and determination of the number of people living in each urban and rural area population.*

Methods: *This study was done in order to investigate index of flood rising by using annual maximum instantaneous data DOE and data of monthly and annual rainfall measurement stations during the statistic period in 1986-2009. Also, the flood rise was determined with a return period of 25-year discharge maximum moment for each station by using "Hager" relationship in Golestan province. Then, plan of flood hazard risk zonation was drawn based on "Krijing" method.*

Findings: *The results showed that the maximum and minimum of flood rise are for Pasposhte station in Minoodasht Township and Bandar Torkaman station (6/3 and 36/0) respectively. According to findings, 20.5% of Golestan province was classified as very high-risk zone; 20.7% high-risk zone; 39.6% medium flood risk and 19.2% in low-risk zone. The results were as follows: about 18/6% of rural population was in very high-risk zone and 14/5% in high-risk zone; 11/9% was in medium flood risk and 6/6% in low-risk zone; also, about 9/9% of urban population was very high-risk zones; 10/2% in high-risk areas, 18/9% within medium flood risk, also %9/1 was in low-risk zone in the province.*

Conclusions: *According to the results, it is concluded that Golestan province is in high risk of flooding, about 31/1% of rural population are in very high and high risk zones in terms of human and financial. Thus, it is necessary to identify and prioritize management programs due to high-risk zones areas*

Keywords:*, zonation, natural hazards, flood index, flood, Golestan province*