نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال سوم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۵

صفحات ۳٤ - ۱۳

پهنه بندی مخاطرات بارشی منجر به خشکسالی و سیل در حوضه های آبریز حله و مند

سعید بلیانی، دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

یونس خسروی[1]، استادیار اقلیم شناسی، گروه علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

علیرضا عباسی سمنانی، استادیارگروه جغرافیا، دانشگاه فارابی، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۲۳ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۸/۲۵

چکیده

خطر، منشاء آسیب بالقوه یا موقعیتی برای ایجاد خسارت است، بنابراین شناسایی پهنه‌های مواجه با مخاطرات امری لازم برای برنامه‌ریزی محیطی یا آمایش سرزمین است. منظور از مخاطره، عموماً ویژگی های کالبدی است که منجر به حوادث غیر مترقبه‌می‌شود.به عنوان مثال گسل‌های فعال، آتش فشان‌ها، مناطق سیل خیر و اراضی مستعد اشتعال همگی جزو مخاطرات طبیعی هستند. لذا توجه به شرایط خطرپذیری مخاطرات اقلیمی در مناطق مسکونی با توجه به جمعیت‌های شهری و روستایی لازمه برنامه‌ریزی محیطی می‌باشد. با توجه به این مهم در این تحقیق نخست تلاش شده است تا با استفاده از آمار ایستگاه‌های باران سنجی و سینوپتیک حوضه‌های آبریز حله و مند طی یک دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۷۱-۱۳۹۰)، شاخص خشکسالی SPI در منطقه مورد مطالعه محاسبه شود. سپس از لایه‌های رقومی پهنه های سیلابی، مجموع متوسط بارندگی و مجموع تبخیر و تعرق سالانه برای ارزیابی پهنه‌های با خطر رخداد سیلاب استفاده شده است.در این راستا از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و منطق(Fuzzy)- مناطق با خطر رخداد پهنه های سیلاب و خشکسالی، و تبخیر و تعرق سالانه در سطح منطقه مورد مطالعه، پهنه بندی و شناسایی شدند. با توجه به نقشه نهایی آسیب‌پذیری مشخص شد که مناطق همجوار و خصوصا شهرهای واقع در کنار سواحل خلیج فارس در غرب،شمال غرب و جنوب حوضه های آبریز حله و مند دارای بیشترین آسیب پذیری بوده و مناطق شرق و شمال شرق منطقه مورد مطالعه و مراکز جمعیتی آنها، از کمترین آسیب پذیری برخوردار هستند.

واژه های کلیدی: پهنه بندی، مخاطرات بارشی، خشکسالی،سیل، حوضه‌های آبریز حله ومند

[1] . نویسنده مسئول: khosravi@znu.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

مقدمه

به طور کل منظور از مخاطره، ویژگی‌های کالبدی است که منجر به حوادث غیر مترقبه می‌شود. گسل‌های فعال، آتش فشان‌ها، مناطق سیل خیر و اراضی مستعد اشتعال، همگی جزو مخاطرات طبیعی هستند (خالدی،۲۲:۱۳۸۰). بنابراین بکارگیری اصول پدافند غیر عامل براساس قابلیت‌های محیطی، اقدام غیرمسلحانه‌ای است که موجب کاهش آسیب پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تجهیزات، اسناد و شریان-های کشور در مقابل بحران‌هایی با عوامل طبیعی ازجمله خشکسالی، سیل، زلزله و غیره می‌گردد (حبیبی، ۱۳۸۹: ۱۲). سیلاب مخاطره‌ای است که از دیرباز تاکنون جوامع بشری با آن روبه‌رو بوده است و خسارات اقتصادی و اجتماعی زیادی را به آن‌ها تحمیل کرده است. علت وقوع سیلاب را می‌توان در عوامل ژئولوژیکی و انسانی خلاصه کرد. اما اساساً مهم‌ترین دلیل وقوع سیلاب، دخالت‌های انسانی در تغییرات کاربری اراضی بدون در نظر گرفتن توانایی اراضی است. مجموعه عوامل زیست محیطی ناشی از دخالت‌های انسانی در عرصه‌های طبیعی از طریق تخریب پوشش گیاهی در حوضه‌های آبریز، کاربری غیراصولی اراضی و توسعه سطوح غیر قابل نفوذ و امثال آن اعمال شده است (Tabacchi et al,۲۰۰۰;Louka et al,۲۰۰۰). تمامی مراکز جمعیتی در مقابل مخاطرات طبیعی از جمله سیل و خشکسالی آسیب‌پذیر می‌باشند و این به دلیل وجود تمرکز جمعیت، ساختمان‌ها و زیربناها می‌باشد (Lorena and Masser,۲۰۰۵). لذا با توجه به رخداد محتمل اینگونه مخاطرات در مراکز جمعیتی، آمادگی برای مقابله با آن‌چه که پیامد ناگوار و نامطلوب شناخته می‌شود امری لازم و ضروری به شمار می‌آید (اصفهانی، ۱۳۷۱).مطالعات وسیعی در زمینه آسیب پذیری بر روی جوامع انسانی و اکولوژی به ویژه در زمینه مخاطرات انجام شده است. پاندا و همکاران (Panda et al،۲۰۰۷) تأثیر خشکسالی و فعالیت‌های انسانی را بر روی تراز آب زیر زمینی ۱۰۰۲ ایستگاه پیزومتری ایالت اوریزا در کشور هند مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که ۵۹ درصد از ایستگاه‌های پیزومتری قبل از فصل بارش و ۵۱ درصد آن‌ها بعد از فصل مذکور، کاهش تراز آب زیرزمینی را تجربه کرده‌اند. لمب (Lamb,۱۹۸۲) با استفاده از شاخص انحراف از استاندارد در جنوب صحرا به این نتیجه رسید که دهه ۱۹۴۰با خشکسالی شدید همراه بوده و تا دهه ۱۹۷۰ ادامه داشته است. بیضایی و محمدی (۱۳۸۲)، اثر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی دشت نیشابور را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که عامل اصلی افت سطح آب زیر زمینی، برداشت بی‌رویه آب برای مصارف کشاورزی است. آن‌ها نشان دادند که میزان افت تراز آب زیرزمینی در مناطق مخروط افکنه نسبت به نواحی مرکزی و جنوبی دشت کمتر است. آقا طاهر و همکاران (AghTaher et al,۲۰۰۶) اعتقاد دارند شفافیت و قابل تفسیر بودن یک روش تجزیه و تحلیل و نتایج حاصل از آن فاز مهم‌ترین معیارهای مدیران در پذیرش و به کارگیری نتایج در مدیریت بهینه اطلاعات محسوب می‌شود. حیدری و سعید آبادی (۱۳۸۶) به مطالعه مخاطرات و ناحیه-بندی سوزباد در شمال غرب و غرب ایران پرداخته‌اند. قنوانی و همکاران (۱۳۹۳)پهنه‌بندی پتانسیل سیل-خیزی را با استفاده از تلفیق مدل‌های CN و AHP برای حوضه بالخلو انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که مدل با توجه به برآورد میزان رواناب تولیدی، قابلیت مناسبی را در ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی در منطقه دارد. نجف پور (۱۳۹۲) در تحقیقی سیلاب‌های موجود در حوضه آبریز مند را ناشی از الگوهای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

۵۰۰ هکتوپاسکال منطقه خاورمیانه می داند که فرودهای دریای سیاه، شرق مدیترانه، فرود سوریه عامل اصلی رخداد سیلاب در حوضه مند می‌باشند. همچنین نجف پور (۱۳۸۵) کانون‌های اصلی بارش حوضه آبریز مند را مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه‌گیری نموده که عوامل مختلفی مانند ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی و جهت ناهمواری‌ها در بارش منطقه دخیل می‌باشند. سلیقه و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی روند و چرخه‌های سری زمانی بارش سالانه حوضه های آبریز مند و حله پرداخته‌اند.نتایج کار آنها نشان داد که روند بارش در این مناطق کاهشی بوده و حاکی از یک روند با چرخه‌های معنی‌دار می‌باشد. بطوریکه با کاهش بارش در بخش اعظمی از منطقه مورد مطالعه در آینده شاهد خشکسالی و بروز مخاطرات سیلاب خواهیم بود. بلیانی و سلیقه (۱۳۹۵) نیز اقدام به تحلیل الگوهای جوی منجر به بارش‌های سنگین روزانه منطقه شمالی خلیج فارس (حوضه آبریز مند و حله) نموده‌اند. نتایج تحقیقات آنها نیز حاکی از تأثیرپذیری منطقه مورد مطالعه از الگوهای جوی دو قطبی افقی و عمودی که با تغذیه از رطوبت آب‌های اطراف در ارتباط و همسویی با کم فشار شرق دریای مدیترانه، دریای سیاه و جنوب دریای خزر با تاوایی مثبت که ناشی از استقرار ناوه در سطوح میانی و بالایی در سطح۵۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال در وردسپهر است، الگوهای بارشی را در این منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین ایجاد یک الگوی دوقطبی از پرفشار عربستان با تاوایی منفی در انتقال رطوبت از آب‌های اطراف و منطقه سودان (اقیانوس هند، دریای سرخ، عرب، خلیج‌فارس و عمان) و همگرایی و همسویی باکم فشار شرق دریای مدیترانه و سیاه به‌عنوان عوامل صعود از این مناطق باعث ریزش بارش در روزهای بارش سنگین در منطقه مورد مطالعه حکایت می کنند. به‌طوریکه با شناسایی و رخداد این الگوهای جوی می‌توان بروز سیلاب و بارش‌های سنگین در پهنه-های سیلابی که در این تحقیق نیز به آن پرداخته خواهد شد را جهت هشدارهای لازم به برنامه ریزان ارایه نمود. بر این اساس و با توجه به اهمیت مراکز جمعیتی واقع در حوضه های آبریز حله و مند در این پژوهش تلاش شده است تا مخاطرات بارشی منجر به خشکسالی و سیل مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

داده ها و روش کار

در این تحقیق از آمار ۲۳ ایستگاه باران سنجی و سینوپیتیک حوضه‌های آبریز حله و مند در یک دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۶۱-۱۳۹۰) برای انجام پهنه‌بندی شاخص خشکسالی SPI استفاده شده است. موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های مورد استفاده در شکل ۱ آمده است. از همین رو برای تهیه نقشه پهنه‌بندی بارش، ابتدا داده‌های بارش ایستگاه‌های واقع در داخل و خارج حوضه آبریز مند و حله با طول دوره آماری حداقل ۲۰ سال تهیه گردید، و سپس با استفاده از روش زمین آماری(گریگینگ) پهنه بندی های لازم صورت گرفته شد. از آنجا که بارش به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین متغیرها جهت شناخت برنامه‌ریزی مدون برای استفاده از منابع آبی است و عوامل مکانی از جمله ارتفاعات می‌تواند باعث رفتار دینامیکی برای مکانیزم این عنصر اقلیمی باشد، جهت ترسیم نقشه بارش سالانه، نخست یک رابطه رگرسیون خطی ساده بین مقادیر بارش و ارتفاع برآورد شد و از روی باقی مانده‌های مدل، رابطه بین تغییرات بارش بر مبنای توزیع ارتفاعی لحاظ گردید. همچنین برای محاسبه روش SPI برازش شده بر بارش سالانه نیز مراحل زیر بکارگرفته شده است: این شاخص یک ابزار قوی در تحلیل داده های بارش می باشد. هدف این شاخص اختصاص ارزش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

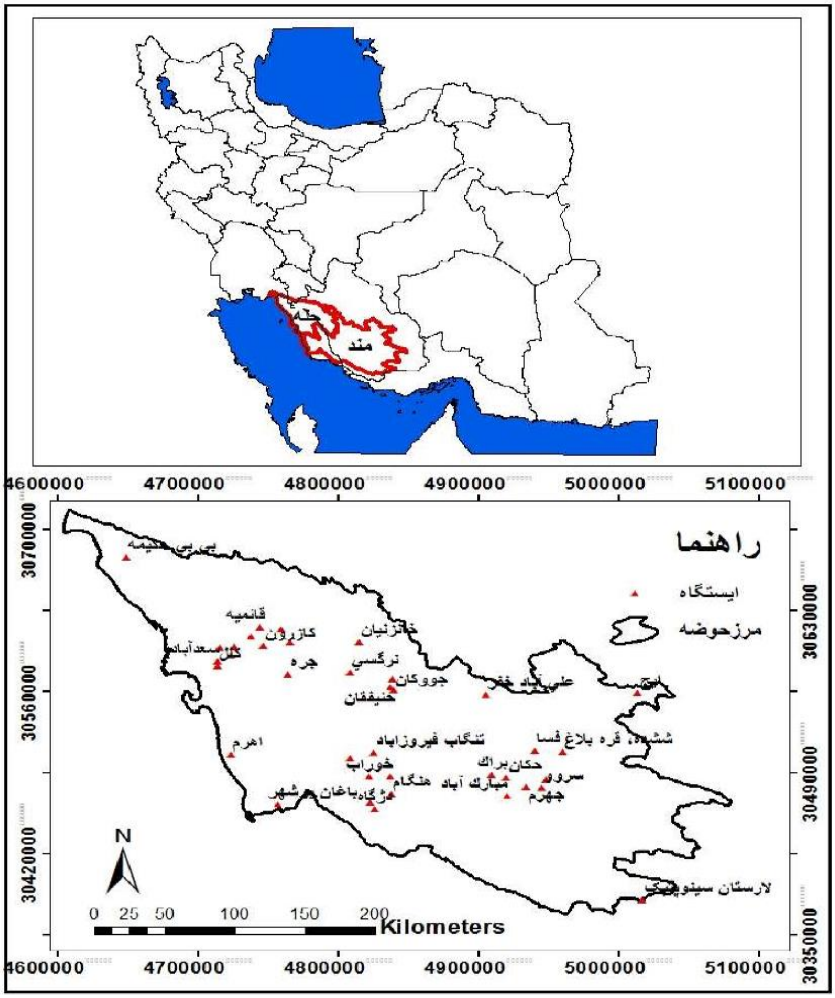
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

عددی به هر حادثه بارندگی در هر مقیاس زمانی معین می باشد تا بتوان از آن طریق نواحی با آب و هواهای کاملاً متفاوت را مقایسه نمود. از مزیت های این شاخص می توان به موارد زیر اشاره نمود (Wu et al,۲۰۱۱):

۱- قابل استفاده بودن این شاخص در مقیاس های زمانی مختلف که می تواند خطر وقوع خشکسالی را نشان دهد.

۲- سادگی آن نسبت به سایر شاخص‌ها

۳- در مناطق مختلف که بارندگی‌های متفاوت دارند قابل استفاده است و از طریق نرمال کردن ارزش‌های بارندگی در مکان های مختلف امکان مقایسه متغیر بارندگی را فراهم می‌کند.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های مورد استفاده

اولین گام قبل از شروع محاسبات این شاخص تعیین بهترین تابع توزیع احتمالات است که مناسب‌ترین تابع توزیع احتمال برای برازش داده های بارندگی توابع خانواده گاما می‌باشند (Guttman,۱۹۹۹).از این رو محاسبه SPI شامل برازش یک تابع توزیع احتمال فراوانی بر مقادیر بارندگی یک ایستگاه است. سپس پارامترهای مربوط به این تابع برای هر مقیاس زمانی دلخواه (ماه و سال) برآورد می‌گردد و در نهایت تابع توزیع تجمعی مربوطه محاسبه می‌شود. بدین منظور مجموع بارش سالانه ایستگاه‌ها در معرض برازش توزیع‌های مختلف قرار گرفتند و در نهایت با آزمون نکوئی برازش به وسیله آزمون کلموگروف-اسمیرنف و در سطح اطمینان ۹۵ درصد توزیع گاما به‌عنوان مناسب‌ترین توزیع انتخاب شد که درمجموع محاسبه SPI سالانه استخراج گردید. برای این منظور ابتدا داده‌های بارش سالانه ایستگاه‌های

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

مذکور به صورت صعودی مرتب شد. سپس احتمال وقوع تجربی مشاهدات با استفاده از رابطه‌ی ویبول که به صورت زیر قابل محاسبه است به دست آمد (صفوی،۱۲۹:۱۳۸۵):

$$P = \frac{m}{n+1} \quad (۱)$$

در این رابطه m شماره ردیف مشاهدات و n تعداد مشاهدات سری می‌باشد. پس از محاسبه تفاوت احتمال تجمعی برازش شده بر داده‌ها با احتمال تجمعی تجربی و با استفاده از آزمون نکوئی برازش به وسیله‌ی آزمون کلموگروف - اسمیرنف، احتمالات تجمعی توزیع گاما با داشتن کمترین تفاوت نسبت به احتمالات تجمعی تجربی، به عنوان توزیع مناسب برای بارش ایستگاه‌های مورد نظر انتخاب گردید. تابع توزیع گاما به صورت زیر تعریف می‌شود (Sonmez et al,۲۰۰۵):

$$\Gamma(x,\alpha,\beta) = \frac{x^{\alpha-1}e^{-x/\beta}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} \quad (۲)$$

در این رابطه: $x > 0$ داده های بارش، $\alpha > 0$ پارامتر شکل، $\beta > 0$ پارامتر مقیاس، e عدد نپرین، و $\Gamma(\alpha)$ تابع گامای کامل می باشد. در ادامه برای برآورد پارامتر ها از روش بیشینه درست نمایی استفاده شد که از طریق معادلات زیر حاصل می شود (Rodrigo,۲۰۰۹):

$$\alpha = \frac{1}{4A}\left(1+\sqrt{1+\frac{4A}{3}}\right) \quad (۳)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (۴)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (۵)$$

در روابط فوق n تعداد مشاهدات سری و $\bar{x}$ میانگین سری می‌باشد. پارامترهای مذکور جهت محاسبه فراوانی وقوع نسبی بارش g(x) و محاسبه احتمال تجمعی وقوع بارندگی G(x) به کار برده شدند. احتمال تجمعی نظیر مقدار بارش x میلیمتر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}\int_0^x x^{\alpha-1}e^{-x/\beta}dx \quad (۶)$$

پس از محاسبه احتمال تجمعی نظیر مقادیر بارش G(x)، مقادیر z استاندارد یا SPI برای هر مقدار بارش (x) از طریق فرمول‌های زیر محاسبه می شوند:

$$0 < G(X) \leq 0.5 \qquad Z = spi = -\left[t - \frac{C_0 + C_1 t + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right] \quad (۷)$$

$$0.5 < G(X) \leq 1.0 \qquad Z = spi = +\left[t - \frac{C_0 + C_1 t + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right] \quad (۸)$$

که در آن t با توجه به مقادیر G(x) از یکی از روابط زیر به دست می آید:

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

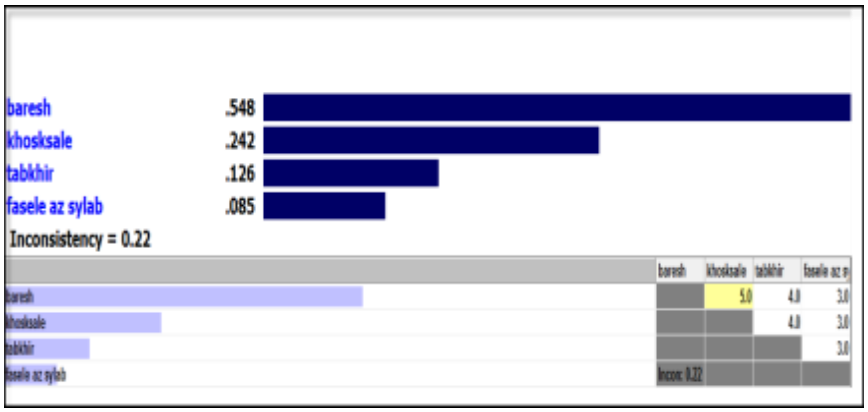
$$0 < G(X) \leq 0.5 \qquad t = \sqrt{ln\left[\frac{1}{1.0-(H(X))^2}\right]} \qquad (۹)$$

$$0.5 < G(X) \leq 1.0 \qquad t = \sqrt{ln\left[\frac{1}{H(X))^2}\right]} \qquad (۱۰)$$

در روابط فوق ضرایب ثابت به شرح زیر تعریف می شوند (سلیقه و همکاران،۱۳۹۲):

$$d_1 = 1.432788 \qquad C_0 = 2.515517$$
$$d_2 = 0.001308 \qquad C_1 = 0.802853$$
$$d_3 = 0.189269 \qquad C_2 = 0.010328$$

پارامترهای برآورد شده α و β برای هر ایستگاه نیزدر مقطع سالانه بدست آمده است.همچنین در ادامه از لایه‌های رقومی سیلاب، مجموع تبخیر و تعرق سالانه، موقعیت جغرافیایی شهرها و مراکز جمعتی موجود در حوضه‌های آبریز حله و مند به‌صورت شیب فایل که از سازمان مراتع و جنگل‌های کل کشور اخذ شدند، برای ارزیابی پهنه‌های با خطر سیلاب و تبخیر و تعرق سالانه استفاده شده است. به همین منظور نیز لایه‌های سیلاب و مجموع تبخیر و تعرق که لایه‌های رقومی خطی بودند، بصورت جداگانه و به روش فاصله اقلیدوسی در محیط GIS پهنه‌بندی شدند.از همین رو تمام لایه‌های مورد نظر به روش AHP وزن‌گذاری و به روش فازی خطی (تابع خطی نزولی و صعودی) به لایه‌هایی با مناطق آسیب‌پذیر تبدیل شدند.بدین منظور وزن دهی لایه ها با استفاده از روش AHP صورت پذیرفته شده است، بطوریکه پس از پهنه‌بندی و طبقه‌بندی مناطق با خطرات آسیب‌پذیری ناشی از کمبود بارش برای آگاهی از خشکسالی و تهیه نقشه پهنه‌های سیلابی ناشی از شرایط بارندگی در حوضه‌های مورد مطالعه،اقدام به تخصیص وزن هریک از لایه‌های اطلاعاتی با روش AHP شده است (شکل۲).



شکل(۲):جدول و نمودار وزن‌های نهایی لایه های مخاطره ناشی از بارش

سپس وزن لایه‌ها در محیط نرم‌افزار Expert Choice به روش ال ساعتی تعین شد (Saaty, ۱۹۸۰). در ترکیب خطی نقشه‌های تهیه شده از انجام مراحل استاندار سازی(صفر و یک) در روش فازی استفاده شد تا در نهایت مناطق آسیب پذیر شناسایی شوند. برای آماده و استاندارد سازی لایه‌ها براساس توابع خطی فازی از نرم افزار Arc/GIS استفاده شده است و برای مدل سازی، از افزونه Spatial-Analyst بهره گرفته

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

شد. جهت انتخاب سناریوی مناسب جهت فازی سازی لایه‌ها از شاخص‌های مختلفی نظیر بارش سالانه بیشتر، مطلوبیت بیشتر(تابع صعودی) یا درصد فراوانی خشکسالی کمتر مطلوبیت بیشتر (تابع نزولی) استفاده می‌شود که این امر بستگی اساسی به معیارهای به کار گرفته شده در شناخت مکان‌های با مخاطره آسیب‌پذیری خطرات کمبود بارش برای خشکسالی و شرایط سیلابی بودن در حوضه‌های آبریز مورد مطالعه دارد. برای تبدیل ارزش‌های هرکلاس به امتیاز،باید ارزش‌ها با یکی از توابع فازی صعودی و یا تابع عضویت فازی، نزولی باشند. بنابراین در تابع عضویت فازی صعودی هرچه مقدار معیار بالاتر باشد، امتیاز داده شده به ۱بیشتر،نزدیک می‌شود. مثلاً ارزش‌های کلاس بارندگی بالاتر به عدد یک نزدیک‌تر و بارندگی کمتر به عدد صفر نزدیک می‌شوند. برای استاندارد کردن لایه‌ها به این روش از رابطه زیر استفاده می‌گردد که X_i لایه مورد نظر، X_{min} حداقل ارزش موجود در لایه و Xmax حداکثر ارزش در لایه است.

$$Z_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \qquad (۱۱)$$

درروش تابع عضویت فازی نزولی، مقادیر با ارزش پایین‌تر، امتیاز بالاتر می‌گیرند. به طور مثال در مورد لایه درصد فراوانی خشکسالی، مجموع تبخیر سالانه و فاصله از پهنه‌های سیلابی، هر چه مقادیر عددی موجود در پیکسل لایه‌های مربوط کمتر باشد، ارزش آن‌ها در لایه استاندارد شده با تابع عضویت فازی بالاتر و به ۱ نزدیک تر است. برای استاندارد کردن لایه ها به این روش از رابطه زیر استفاده می‌شود (شاهیوندی و همکاران،۱۳۹۴):

$$Z_i = \frac{X_{min} - X_i}{X_{max} - X_{min}} \qquad (۱۲)$$

البته برای لایه‌های مورد استفاده در این تحقیق، از ۴ لایه اطلاعات موجود، دو لایه خشکسالی و تبخیرسالانه، با تابع نزولی ودو لایه بارش سالانه و فاصله از پهنه‌های سیلابی با تابع صعودی، فازی سازی شده است. بنابراین در فازی سازی لایه بارش رابطه ذیل برقرار شده است:

z =۰ (۳۰۰<=x)
z =۰ -۱ (۶۰۰=x< and ۳۰۰<=x) (۱۳)
z =۱ (x =>۶۰۰)

در استاندارد کردن لایه درصد فراوانی خشکسالی، ارزش مناطقی را که خشکسالی بین ۵۵ تا ۶۵ درصد دارند، با فرمول نزولی استاندارد شده‌اند و مناطقی که کمتر از ۵۵درصد فراوانی خشکسالی دارند، ارزش مساوی ۱ قرار داده شده اند. فرمول زیر چگونگی استاندارد کردن لایه درصد فراوانی خشکسالی بر اساس منطق فازی را نشان می‌دهد:

z =۰ (۶۵<=x)
z =۰ -۱ (۶۵<=x and ۵۵<=x) (۱۴)
z =۱ (x<=۵۵)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

بـه همـین نحـو نیـز بـرای اسـتاندارد کـردن لایـه تبخیـر سـالانه،ابتدا ارزش منـاطقی را کـه زیـر۲۰۰۰میلـی متـر تبخیـر سـالانه در حوضـه هـای آبریـز منـد وحلـه هسـتند، مسـاوی ۱ قـرار داده شـدند.برای اسـتاندارد کـردن ارزش مناطقی که بین ۲۰۰۰تـا ۲۵۰۰میلـی متـر تبخیـر سـالانه بـود، از فرمـول نزولـی هماننـد لایـه خشکسـالی اسـتفاده شد و ارزش منـاطق بـالای ۳۰۰۰میلـی متـر تبخیـر سـالانه مسـاوی صـفر قـرار داده شـد .بنـابراین بـا معیارهـای در نظـر گرفتـه شـده بـرای مخـاطره کمبـود بـارش بـرای خشکسـالی لایـه تبخیـر نیـز بعنـوان یـک عامـل محیطـی تأثیرگـذار در میـزان تبخیـر از آب‌هـای سـطحی و شـرایط محیطی،اسـتاندارد سـازی و بصـورت فرمـول زیـر ارایـه شده است:

z =۰ (۳۰۰۰<=x)
z =۰ -۱ (۳۰۰۰<=x and ۲۵۰۰<=x) (۱۵)
z =۱ (x<=۲۰۰۰)

در نهایت برای استانداردسازی لایه پهنه‌های سیلابی از تابع فازی صعودی استفاده شد. فاصله از آبراهه و یـا پهنـه‌هـای سیلابی مواجه با خطر از جمله عوامل بسیار مهم در زمینه خطر پذیری مناطق حاشیه رودخانه‌ها یا بسـترهای سـیلابی می‌باشد. لذا برای این منظور منطقه مورد مطالعه به فاصله از پهنه های سیلابی تبدیل شد و لایـه اسـتاندارد سـازی بـا تابع عضویت فازی ارایه شد. در ادامه نیز برای مناطقی که در فاصله کمتر از ۵۰۰۰ متـر فاصـله از پهنـه هـای سـیلابی بودند ارزش صفر و مناطق بالای فاصله ۲۳۰۰۰متر ارزش مساوی ۱ قرار داده شد. لذا ارزش‌های مابین این دو مقدار نیز بعنوان ارزش‌های عددی صفر تا یک در نظر گرفته شده است. فرمول زیر این وضعیت را نشان می‌دهد:

z =۰ (۵۰۰۰<=x) (۱۶)
z =۰ -۱ (۵۰۰۰<=x and ۲۳۰۰۰<=x)
z =۱ (x>=۲۳۰۰۰)

با توجه به توضیحات فوق پس از جمع نمودن تمامی نقشه های چهارگانه منطقه مـورد مطالعـه، نقشـه نهـایی آسـیب پذیری منجر به خشکسالی و رخداد سیلاب در منطق AHP-Fuzzy براساس رابطـه نهـایی ذیـل در محـیط Raster Calculater در نرم افزار Arc/GIS به دست آمد.

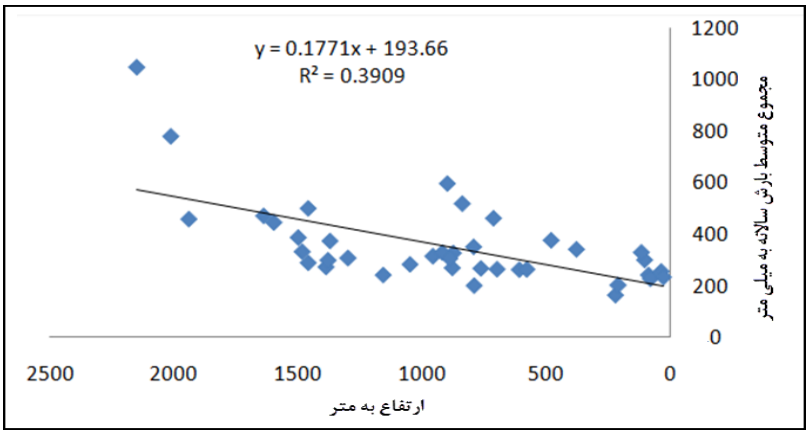
نقشه نهایی=(بارش سالانه×۰,۵۴)+(خشکسالی×۰,۲۴)+(مجموع تبخیر×۰,۱۲)+(پهنه های سیلابی×۰,۰۸۵)

شرح و تفسیر نتایج

- **رابطه بارش سالانه و ارتفاع**

حوضه آبریز از اساسی‌ترین واحدهای طبیعی در مقیاس منطقه‌ای به شمار می‌آید که استقلال و هویت تعریـف شـده‌ای دارد (رامشت،۱۸:۱۳۸۴). ازآنجاکه اثرات خشکسالی دریک منطقه از مکانی به مکان دیگر متفاوت می‌باشد، اثـرات آبـی آن درحوضه آبریز نمود بیشتری پیدا می‌کند. همانگونه که بیان شد عوامل مکانی از جمله ارتفاعات می‌تواند باعث تغییر در رفتار دینامیکی بارش شود. شکل (۳)، پراکنش نگار رابطه خطی بین بارش سالانه و ارتفاع برروی مدل رقومی ارتفاع در سطح منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

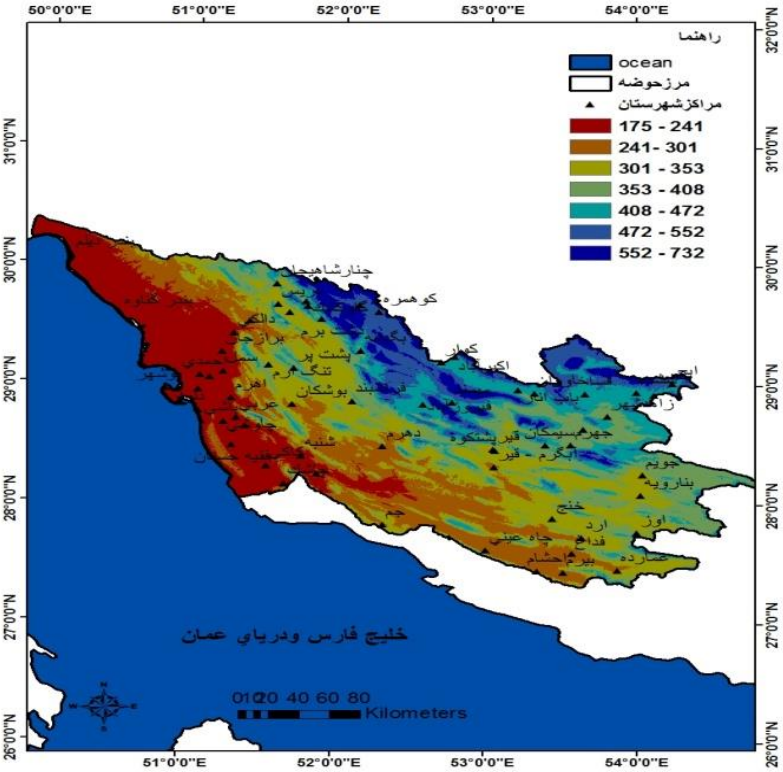


شکل۳:رابطه بین بارش سالانه و ارتفاع

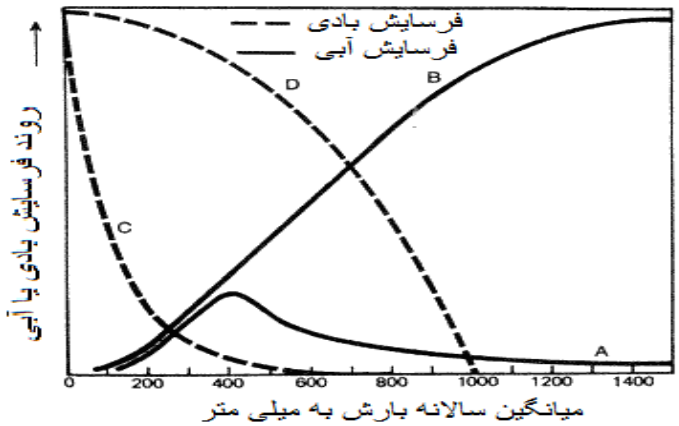
همان‌طور که ملاحظه می‌شود رابطه بارش با ارتفاع در سطح حوضه مربوط بصورت مثبت است. یعنی با افزایش یک واحد در ارتفاع، بارش یک میلی متر افزایش پیدا می‌کند. بر اساس مدل بارش و رابطه آن با ارتفاع می‌توان گفت مناطق شمالغرب و غرب حوضه‌های آبریز مند وحله دارای بارش بیشتری بوده و به تبع ارتفاعات در شمالشرق و شرق حوضه نسبت به مناطق غرب و مجاور با آب‌های خلیج فارس از مقدار بالاتری برخوردار است. این موضوع را می‌توان در نقشه پهنه‌بندی بارش سالانه مشاهده کرد (شکل۴). شکل ۵ فرسایش آبی یا بادی تحت شرایط بارش سالانه را نشان می‌دهد (Marshall,۱۹۷۳:۴۳). بر اساس این نمودار اگر میزان بارش سالانه کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر باشد، تحت شرایط فقدان و کمبود پوشش گیاهی، فرسایش بادی مطابق با منحنی C و D به‌صورت افزایشی و یاکاهشی رخ خواهد داد. مطابق با نمودار مربوطه و نقشه پهنه‌بندی مجموع متوسط بارش سالانه در حوضه‌های آبریز حله و مند، در صورت کمبود و یا تراکم پوشش گیاهی،اگر بارش سالانه در دامنه ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی متر در نوسان باشد، منجر به فرسایش آبی یا بادی خواهد شد.منحنی خط چین شرایط فرسایش بادی را مطابق با کم یا زیاد بودن بارش نشان می‌دهد. همچنین منحنی‌های ضخیم و ممتد A وB نیز شرایط مجموع متوسط بارش سالانه بالا یا پایین را در صورت کمبود یا تراکم پوشش گیاهی تحت شرایط فرسایش آبی و بادی نشان می‌دهد. همان‌طور که در نقشه پهنه بندی بارش نیز مشخص است نوار ساحلی شمال خلیج فارس از سمت شمالغرب تا حوالی جنوب و جنوبغرب نواحی مستعد فرسایش بادی و آبی هستند. چنانچه کمبود پوشش گیاهی در این مناطق ساحلی بسیار محرز باشد، شهرهای دیلم، گناوه، جم و بوشهر و سایر شهرهایی که میزان بارش آن‌ها مطابق با نمودار و پهنه بارش دارای بارش کمتری باشند، شرایط خطرناکی را در صورت فقدان پوشش گیاهی برای فرسایش دارا هستند. لذا در هماهنگی رابطه بین بارش با ارتفاع و وجود پوشش گیاهی و جنگلی مناسب که در قسمت‌هایی که مربوط به شهرستان‌ها و ایستگاه‌های باران سنجی در غرب استان فارس واقع هستند، شرایط خطرناکی از نظر فرسایش بادی یا آبی مطابق با نمودار و نقشه پهنه‌ای بارش نشان نمی‌دهد. به طور مثال منحنی A نشان می‌دهدکه فرسایش خاک در مناطقی که دارای بارش سالانه‌ای کمتر از ۳۵۰ میلی هستند، شرایط جدی برای فرسایش دارا می‌باشند. بارش بالای ۱۰۰۰میلی متر نیز منجر به پوشش گیاهی کامل برروی خاک شده و حفاظ کاملی را برای حفاظت از قطرات باران و تاثیر برروی فرسایش دارد.مناطق با بارش بین این دو مقدار بیان شده نیز مستعد فرسایش آبی شدید با توجه به نوع و تراکم پوشش گیاهی دارا هستند.همان‌طور که بیان شد منحنی A نشان می‌دهد که تحت شرایط پوشش گیاهی طبیعی،اوج پتانسیل فرسایش در مناطقی است که

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

بارش بین ۳۰۰تا ۵۰۰ میلی متر داشته و در مناطق نیمه خشک واقع هستند، می‌باشد.چنانچه پوشش گیـاهی موجـود نباشد و یا اینکه دارای تراکم اندکی باشد، منحنی‌های B و D در فرسایش‌های آبی و بادی بصورت صعودی افزایش مـی یابند و در صورت وجود پوشش گیاهی و شرایط بارندگی متوسط و بالا در یک منطقه منحنی‌های A و C در فرسـایش-های آبی و بادی بصورت نزولی کاهش می‌یابند. این وضعیت را می‌توان از مقایسه بین نقشه پهنـه‌بنـدی بـارش سـالانه حوضه‌های شمالی خلیج فارس با نمودار مربوط، ارزیابی نمود.



شکل۴: پهنه بندی مجموع بارش سالانه و ارتفاع



شکل۵:نمودار فرسایش آبی و بادی (مارشال،۱۹۷۳)

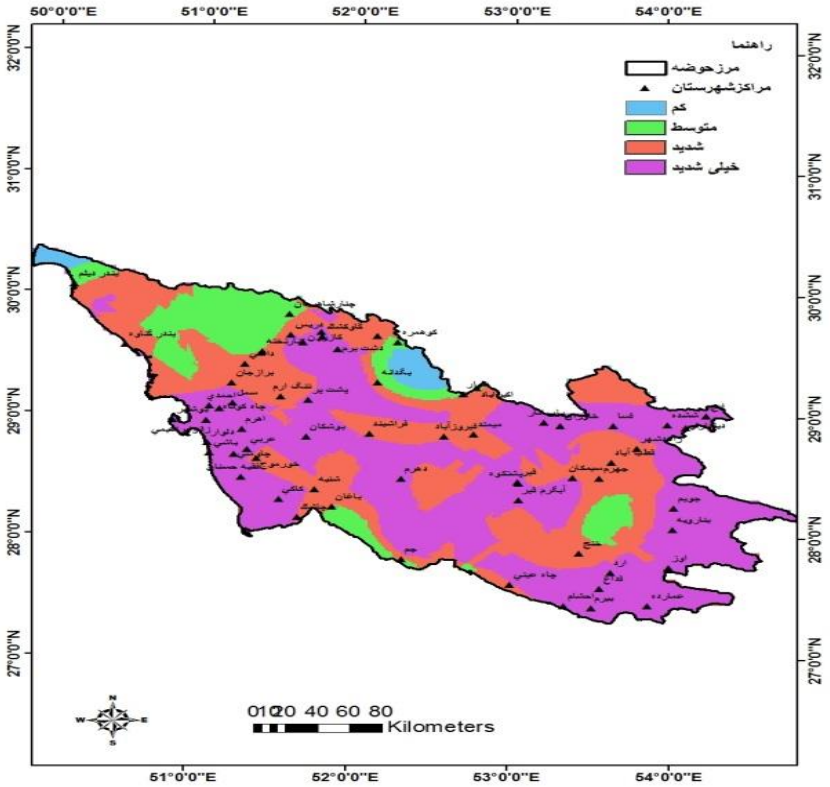
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

- **پهنه های خشکسالی**

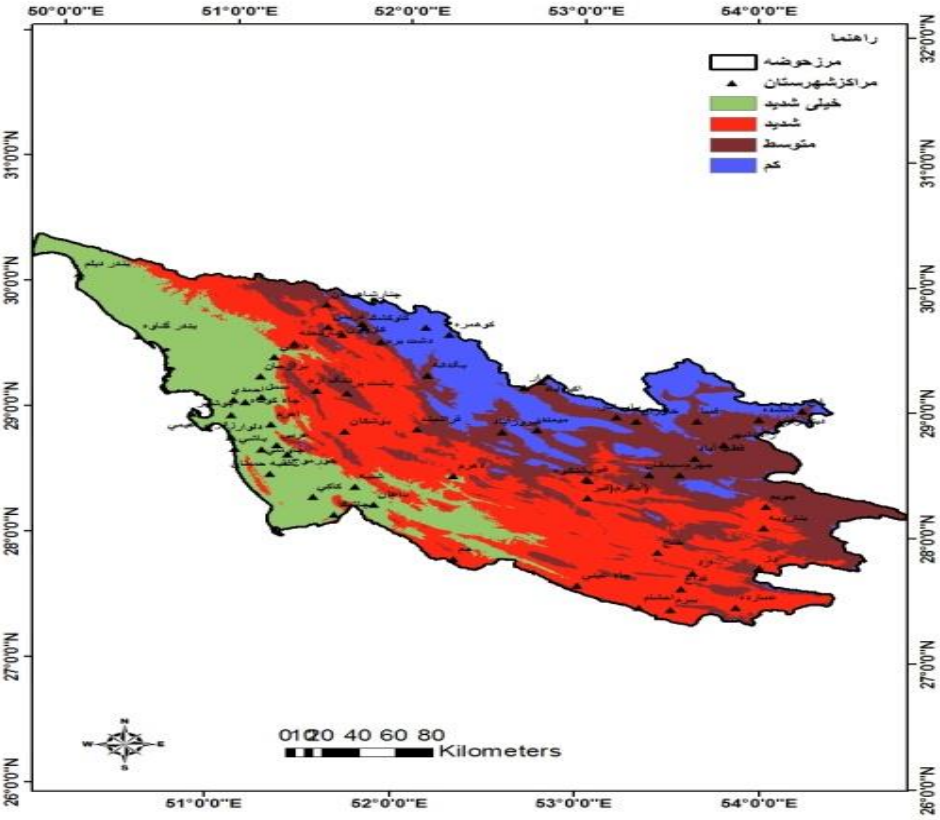
شکل ۶ نقشه ترکیبی مخاطرات بارشی منجر به خشکسالی را نشان می‌دهد. در این طبقه بندی ملاحظه می‌شود که مناطق آسیب پذیر از نظر بارش سالانه در بخش ساحلی خلیج فارس واقع شده که میزان بارش سالانه دریافتی آن‌ها کمتر از ۳۰۰میلی متر است. طبقات با آسیب پذیری شدید و خیلی شدید از نظر خشکسالی نیز کرانه های ساحلی و مناطق غرب و شمال‌غرب و جنوب حوضه حله را در برمی‌گیرد.بطور اساسی از ترکیب و مقایسه نقشه شدیدترین خشکسالی که در ۲۰ سال اخیر از سال۱۳۷۱-۱۳۹۰رخ داده است و با احتساب پایه مشترک آماری برای تهیه نقشه-های پهنه بندی در ایستگاه های حوضه به چند ویژگی مهم و کلی دست می‌یابیم. بخش غرب و شمال غرب و جنوب حوضه آبریز حله در محدوده استان بوشهر دارای بیشترین میزان وقوع مخاطرات کمبود بارش (خشکسالی) است. به عبارتی مناطق ساحلی و محدوده‌های شمالی خلیج فارس و شمال غرب که شهرهای بوشهر، گناوه، جم، دیلم و سایر شهرهای استان بوشهر تا حوالی شهرستان برازجان در بخشی اعظمی از حوضه مشترک آبریز مند و حله، مخاطره آمیزترین مناطق از لحاظ بارش دریافتی سالانه برای وقوع رخداد کمبود بارش در مواقع کم آبی و خطرات ناشی از خشکسالی در شرایط بحران آب، و همچنین کمبود پوشش گیاهی مناسب باعث رخداد فرسایش محسوب می‌گردند. در مجموع ۶۰ درصد منطقه از نظر دریافت بارش سالانه با توجه به طبقه‌بندی آن‌ها در شدت‌های آسیب‌پذیری مختلف در پهنه خیلی شدید و شدید کمبود بارش هستند. همچنین حدود ۴۰ درصد در محدوده با شدت آسیب پذیری متوسط و کم قرار دارند. شکل ۷ پهنه‌بندی و طبقه‌بندی درصد فراوانی خشکسالی سالانه را نشان می‌دهد. بر اساس این نقشه حدود ۵۱ درصد از محدوده مورد مطالعه در پهنه های درصد فراوانی خشکسالی خیلی شدید هستندکه در تمامی مناطق به جز بخش کوچکی از مناطق پربارش دو حوضه واقع می‌باشند. تنها ۱۳درصد از محدوده‌های مورد مطالعه در معرض درصد فراوانی خشکسالی‌های متوسط و کم در ۲۰سال اخیر واقع می‌باشند. بر اساس نقشه پهنه‌بندی شده خشکسالی، شمال شرق و شرق محدوده مورد مطالعه به نوعی در ردیف آسیب‌پذیری متوسط و کم از نظر رژیم بارش و مخاطره ناشی از خشکسالی با توجه به نقشه‌های مربوط می‌باشند.شهرستان‌های قائمیه، کازرون و محدوده‌های وسیعی از دشت برم با پوشش جنگلی مناسب، کوهمره، فیروزآباد و میمند در این محدوده واقع هستند. با توجه به نقشه شدیدترین خشکسالی که در سال ۱۳۷۲ در محدوده مورد مطالعه و به روش SPIبدست آمده است، محدوده‌های بیان شده نیز دستخوش خشکسالی گسترده‌ای شده‌اند. بررسی نمودار حداقل و حداکثر بارش سالانه، بارش سالانه، فراوانی خشکسالی و درصد فراوانی خشکسالی نشان می‌دهد که ایستگاه‌هایی که دارای بارش سالانه کمتر از ۳۵۰ میلی متر هستند، شرایط حادی از نظر وقوع خشکسالی دارند (شکل ۸). به‌طوری‌که که ملاحظه می شود ایستگاه‌ها و شهرستان-های مربوط به آن‌ها که در محدوده حوضه آبریز حله در استان بوشهر واقع می‌باشند از نظر خطرات ناشی از کمبود بارش و شرایط خشکسالی دارای پتانسیل آسیب پذیری بیشتری هستند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]



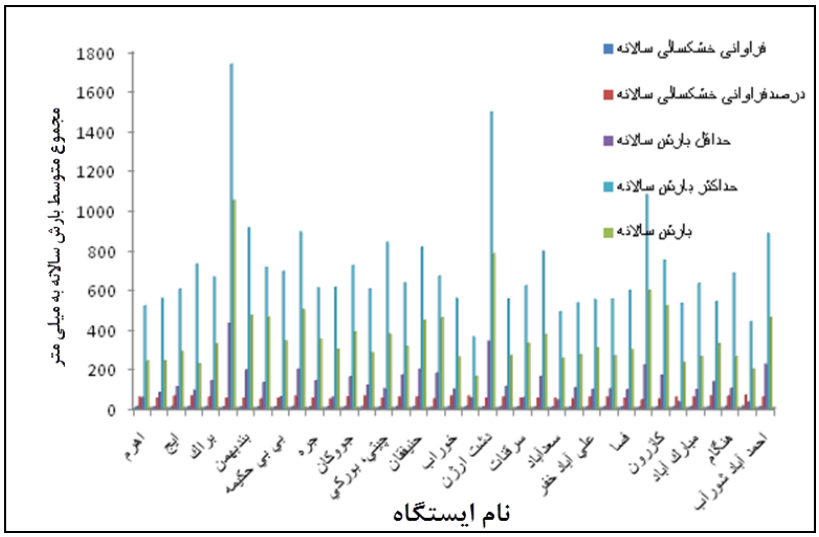
شکل۶ :پهنه بندی و طبقه بندی مجموع بارش سالانه



شکل۷ : پهنه بندی و طبقه بندی درصد فراوانی خشکسالی سالانه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]



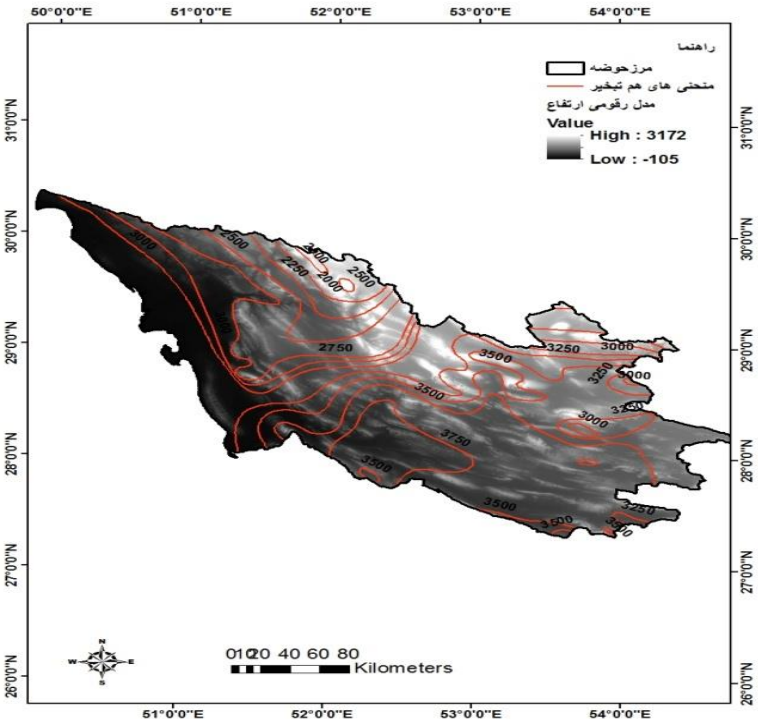
شکل۸ : ویژگی‌های بارشی و خشکسالی ایستگاه های منطقه

- **پهنه های تبخیر سالانه**

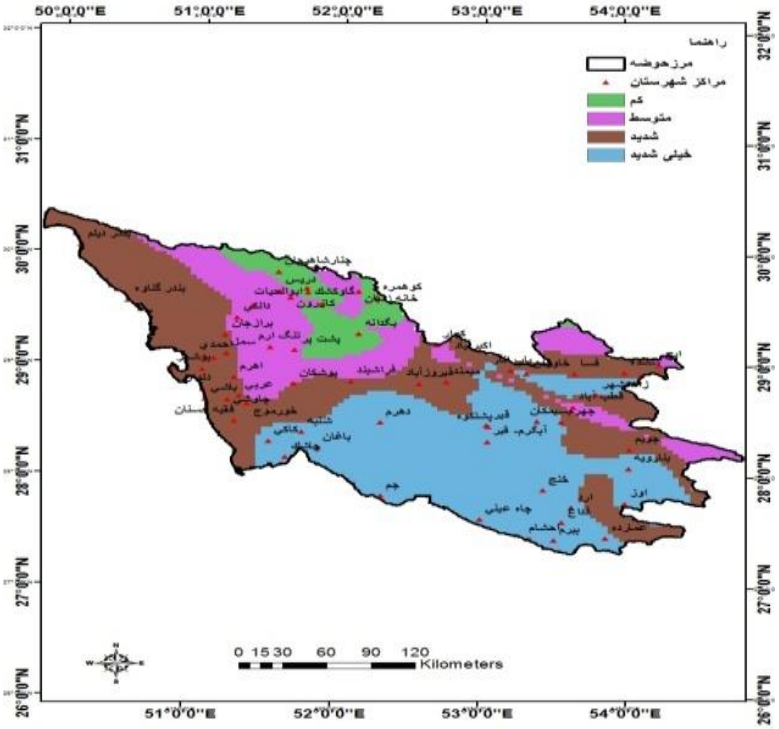
تبخیر-تعرق گیاهان تحت تأثیر عوامل هواشناسی، گیاهی و شرایط مدیریتی و محیطی قرار دارد. عوامل هواشناسی مؤثر در تبخیر شامل تابش، درجه حرارت هوا و سرعت باد می‌باشد (بلیانی،۱۳۸۸). از آنجا که تبخیر تحت شرایط محیطی از جمله دما،تابش و سرعت باد، می‌تواند باعث تبخیر سطح آب‌ها شود و میزان بارش دریافتی در برخی از مناطق را دستخوش دگرگونی نماید، به‌عنوان یک عامل محیطی موثر در حوضه-های آبریز مند و حله مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است. چنانچه از نقشه ترکیبی منحنی هم تبخیر و ارتفاع بر می‌آید، مناطق با ارتفاعات کم در نوار ساحلی خلیج فارس، همانند بخش مخاطرات ناشی از کمبود بارش و خطرات خشکسالی دارای تبخیر سالانه بالایی هستند. میزان انطباق ارتفاعات برای تعدیل شرایط دمایی و تبخیر از سطوح محیطی در بخش‌های شرقی و شمال شرقی حوضه‌های آبریز مورد مطالعه حاکی از تبخیر سالانه پایین‌تر نسبت به محدوده‌های دیگر منطقه مورد مطالعه است. با عنایت به موارد بیان شده می‌توان دریافت که مناطق با منحنی های هم تبخیر سالانه۳۰۰۰میلی متر و بیشتر در محدوده‌های استان بوشهر و شهرستان‌هایی که در حوضه حله و بخشی از مند واقع هستند، دارای تبخیر بیشتری در طول سال می‌باشند (شکل ۹). نقشه پهنه‌بندی و طبقه‌بندی شده مجموع تبخیر سالانه نیز حاکی از شدت‌های خیلی شدید و شدید در قسمت‌های غرب، شمالغرب و جنوبغرب محدوده مورد مطالعه است (شکل ۱۰). این محدوده ها در مجموع حدود ۵۲ درصد منطقه را تحت سیطره خود دارند. مناطق با مجموع تبخیر سالانه کمتر از ۲۰۰۰میلی‌متر مشرف بر ارتفاعات بالای ۳۰۰۰متر که در بخش شرقی و گوشه شمالشرق حوضه آبریز مند واقع شده، قرار دارند. این موضوع می‌تواند ناشی از قرارگیری ارتفاعات کوهستانی منطقه در این محدوده باشد. لذا شهرستان‌های موجود در این محدوده از جمله دشت ارژن، قائمیه و بخش هایی از خانه زنیان و سایر پهنه‌هایی که در محدوده آسیب‌پذیری کمتر واقع هستند، از جمله این مناطق می‌باشند. با این تفاسیر لزوم استفاده از اصول اساسی پدافند غیرعامل و سازگاری اقلیمی (انعطاف پذیری) برای پیشبرد اهداف خرد و کلان در برنامه ریزی محیطی در محدوده حوضه‌های آبریز امری الزامی به‌نظر می‌رسد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]



شکل۹: انطباق منحنی های هم تبخیر سالانه با ارتفاع



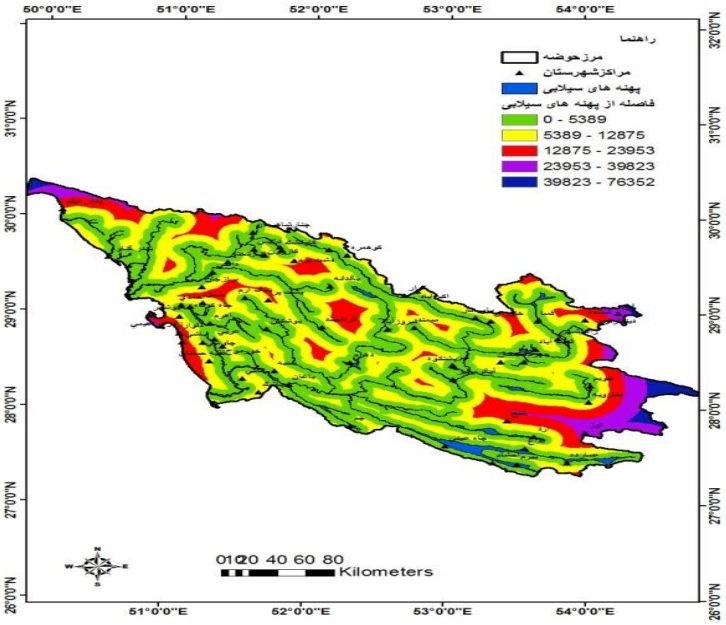
شکل۱۰ : پهنه بندی و طبقه بندی مجموع تبخیر سالانه

- **پهنه‌های خطر سیلاب**

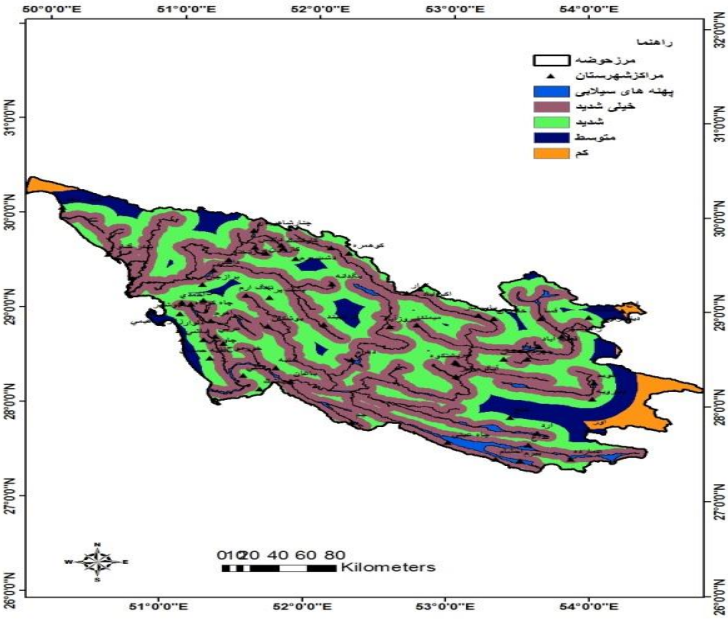
شکل‌های ۱۱ و ۱۲ فاصله اقلیدوسی از محدوده پهنه‌های سیلابی و طبقه بندی فواصل مورد نظر از این پهنه‌ها را در شدت‌های آسیب پذیری خیلی شدید، شدید، متوسط و کم نشان می‌دهد. نقشه‌های فاصله و طبقه‌بندی شدت آسیب پذیری ناشی از وقوع سیل در مناطق در معرض این مخاطره بیانگر این واقعیت است که از لحاظ پهنه‌ای، اکثر مناطق

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

مواجه با خطر می‌باشند. بیشترین مساحت محدوده‌ها یا به‌عبارتی وسعت پهنه‌های سیل‌خیر بازهم در بخش های غـرب و جنوبغرب حوضه حله و در محدوده منتهی الیه جنـوبغربی یعنـی در شهرسـتان‌هـای خـنج، لار و چـاه عباسـی قابـل مشاهده است. وسعت این پهنه‌های سیلابی حدود ۱۱۱۳ کیلومتر مربع می‌باشد. فاصله اقلیدوسی مربـوط بـه فاصـله از پهنه‌های سیلابی گویای این واقعیت است که طیف‌هـای رنگـی در آسـتانه عـددی ۵۳۸۹ تـا ۲۳۹۵۳ متـر در معـرض خطرات خیلی شدید و شدید واقع می‌باشند. نقشه خطر سیل بیشتر از هر عـاملی تحـت تـأثیر عوامـل فاصـله از بسـتر رودخانه‌ها و شیب سطحی است. مطابق با نقشه پهنه‌بندی پهنه‌های سـیلابی، محـدوده‌هـای کوهسـتانی و پرشـیب در جاهایی که مواجه با تخریب پوشش گیاهی و مراتع همراه باشند، شـرایط سـیل‌خیـزی را بحرانـی‌تـر خواهنـد سـاخت (شمسی پور،۱۳۸۹).



شکل۱۱: پهنه‌بندی فاصله از پهنه‌های سیلابی



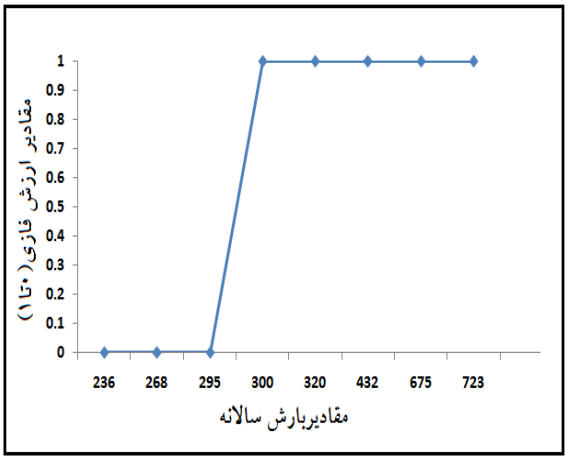
شکل ۱۲: طبقه‌بندی فاصله از پهنه‌های سیلابی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

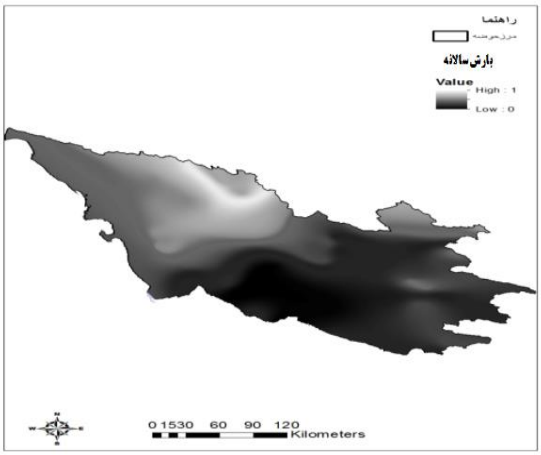
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

- **نقشه فازی پهنه های آسیب پذیر**

اشکال ۱۳ و۱۴ نقشه (تابع عضویت فازی صعودی) وضعیت بارش را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهـد..بنابراین بـا توجه به اهمیت بارش در مصارف بهینه کشاورزی و منابع آب شرب در منطقه شمالی خلیج فارس لایه بارش سالانه بـا توجه به دامنه بارشی برای کشت یک نوع محصول (گندم دیم) در زمینه اقتصادی منطقه مـورد مطالعـه فـازی سـازی شده است. همانگونه که می توان دید مناطق مناسب با میزان بارش بالا در بخش های شرقی و شمال شرقی منطقه می باشد.این وضعیت را می توان در دامنه (۰تا۱) برروی نمودار و نقشه مورد نظر ملاحظه نمود.



شکل۱۳:نمودارتابع عضویت فازی بارش سالانه حوضه های آبریز

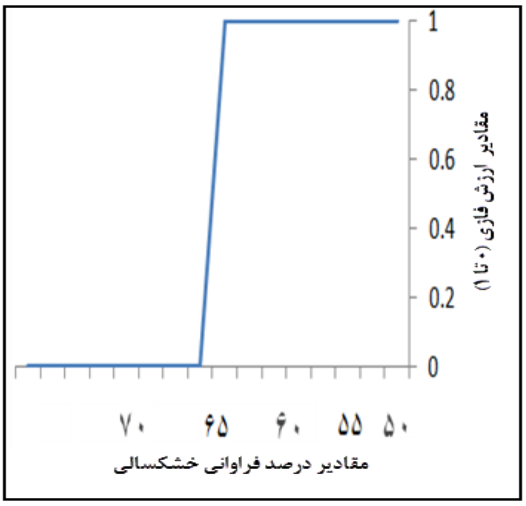


شکل۱۴ : نقشه استاندارد شده بارش به روش فازی

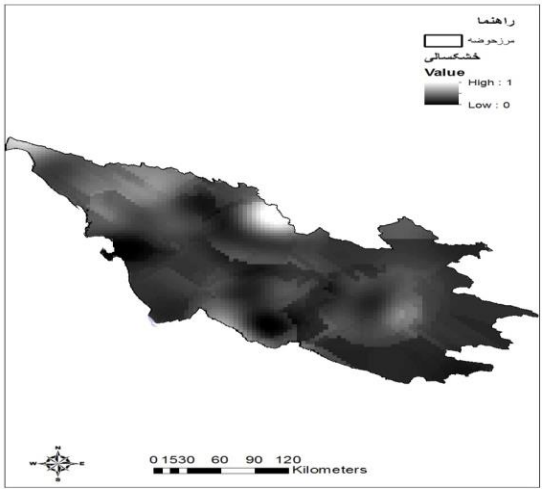
باتوجه به اهمیت خشکسالی نیز می توان نقشه فازی خشکسالی را بعنوان یک متغیر کلیدی در میـزان آسـیب پـذیری اقلیمی یک منطقه لحاظ نمود. برای اینکه خطرات خشکسالی به محصولات و بازده آن‌ها در کشت گنـدم دیـم در یـک منطقه آسیب نرساند،حداقل بارش سالانه مطلوب باید در آستانه ۳۰۰ میلی متر و بالاتر در سطح منطقه و ایستگاه‌ها یـا شهرهای واقع در این پهنه قرار داشته باشد (رستگار،۱۳۷۱:۸۵). اشکال ۱۵و ۱۶وضعیت نقشه فـازی خشکسـالی مـورد نظر را بخوبی به تصویر می کشند.همانگونه که دیده می شود دامنه تغییرات آسیب پذیری خشکسالی در سراسـر پهنـه مورد مطالعه پراکنده می باشد.اما مناطق منتهی به بخش غرب و جنوب غرب و مجاور با سواحل خلیج فارس از شدت و فراوانی خشکسالی بالاتری برخوردار هستند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

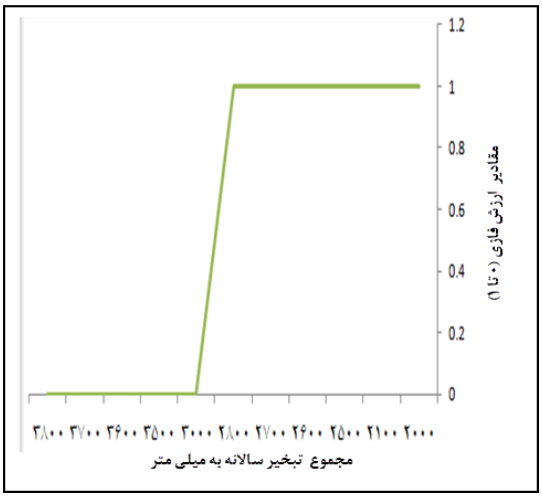
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]



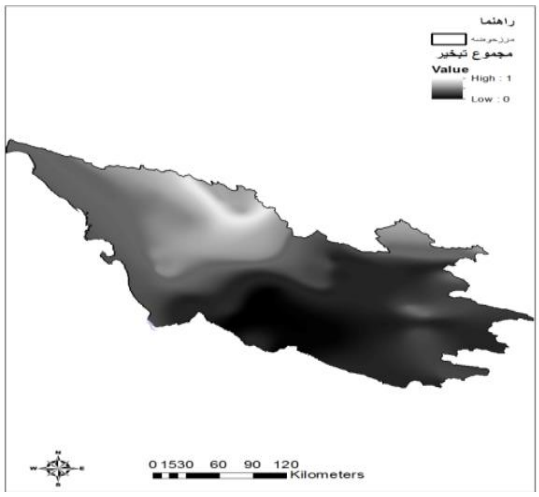
شکل۱۵: نمودارتابع عضویت فازی خشکسالی حوضه های آبریز



شکل۱۶ : نقشه استاندارد شده خشکسالی به روش فازی



شکل۱۷: نمودار تابع عضویت فازی تبخیر



شکل۱۸ : نقشه استاندارد شده تبخیر به روش فازی

مطابق با موارد قبل اشکال ۱۷ و ۱۸ نقشه و نمودار فازی مربوط به لایه تبخیر سالانه را نشان می دهند.بنابراین با معیارهای در نظر گرفته شده برای مخاطره کمبود بارش برای خشکسالی لایه تبخیر نیز بعنوان یک عامل محیطی تأثیرگذار در میزان تبخیر از آب‌های سطحی و شرایط محیطی، می تواند دارای اهمیت باشد. همانگونه که می توان ملاحظه نمود مناطقی که در موارد قبل و در حاشیه غربی و جنوب غربی منطقه مورد مطالعه و در حوضه آبریز حله در استان بوشهر هستند،از میزان تبخیر سالانه بالاتری برخوردار می باشند.مناطقی که در نقشه بصورت زمینه سفید مشاهده می شود شرایط بسیار مناسب تری را نسبت به سایر مناطق دارا هستند.همچنین برروی نمودار مربوط نیز هرچه مقادیر تبخیر سالانه کمتر باشد، دارای وضعیت مناسب تری هستند.در نهایت برای استانداردسازی لایه پهنه‌های سیلابی از تابع فازی نزولی استفاده شده است. فاصله از آبراهه و یا پهنه‌های سیلابی مواجه با خطر از جمله عوامل بسیار مهم در زمینه خطر پذیری مناطق حاشیه رودخانه‌ها یا بسترهای سیلابی می‌باشد. اشکال ۱۹ و ۲۰ نقشه و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

نمودار فازی شده فاصله از پهنه های سیلابی را به تصویر می کشند.با توجه بـه نقشـه مـورد نظـر اکثـر منـاطق مـورد مطالعه دارای پتانسیل آسیب پذیری سیلاب هستند. اما باید دقت نمود که هرچه فاصله مناطق از حاشیه این پهنـه هـا بیشتر باشد دچار مخاطره کمتری خواهند شد. بنابراین باید دقت نمود مناطقی که در حاشیه پهنه هـای سـیلابی واقـع می باشند، لازم است که با مدیریت صحیح و بهینه سیلاب از خطـر موجـود فرصـتی سـاخته و بـا اجـرای طـرح هـای آبخیزداری و آبخوان داری به اهداف سازگار با خطرات موجود دست یابند.

به همین نحو نیز برای استاندارد کردن لایه تبخیر سالانه،ابتدا ارزش مناطقی را که زیر۲۰۰۰میلی متر تبخیر سالانه در حوضه های آبریز مند وحله دارند، مساوی ۱ قـرار داده شـد.برای اسـتاندارد کـردن ارزش منـاطقی کـه بـین ۲۰۰۰تـا ۲۵۰۰میلی متر تبخیر سالانه بود از فرمول نزولی همانند لایه خشکسالی استفاده شد و ارزش مناطق بالای ۳۰۰۰میلی متر تبخیر سالانه مساوی صفر قرار داده شد (شکل‌های ۱۶و۱۷).

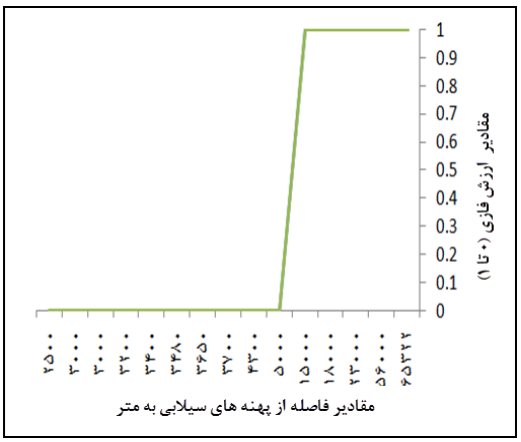
بنابراین با معیارهای در نظر گرفته شده برای مخاطره کمبود بارش برای خشکسالی لایـه تبخیـر نیـز بعنـوان یـک عامل محیطی تأثیرگذار در میزان تبخیر از آب‌های سطحی و شرایط محیطی،استاندارد سازی این لایه نیز بـا توجـه بـه نمودار بالا و فرمول زیر صورت گرفت:

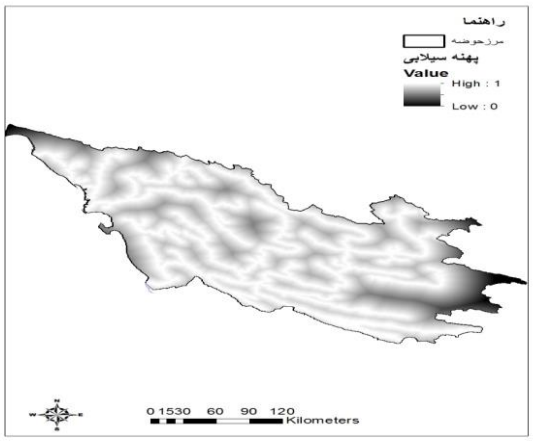
Z =۰ (۳۰۰۰<=x)

Z =۰ -۱ (۳۰۰۰<=x and ۲۵۰۰<=x)

Z =۱ (x<=۲۰۰۰)

در نهایت برای استانداردسازی لایه پهنه‌های سیلابی از تابع فازی نزولی استفاده شد. فاصـله از آبراهـه و یـا پهنـه‌هـای سیلابی مواجه با خطر از جمله عوامل بسیار مهم در زمینه خطر پذیری مناطق کنار رودخانه‌هـا یـا بسـترهای سـیلابی می‌باشد. لذا برای این منظور منطقه مورد مطالعه به پهنه فاصله از پهنه های سیلابی تبدیل شد و لایه استاندارد سـازی با تابع عضویت فازی به شکل نقشه و نمودار زیر ارایه شد (شکل‌های ۱۸ و ۱۹).





شکل۱۸ : نمودارتابع عضویت فازی پهنه های سیلابی **شکل۱۹ : نقشه استاندارد شده پهنه های سیلابی به روش فازی**

برای این منظور نیز فرمول زیر برای مناطقی که در فاصله کمتـر از ۵۰۰۰ متـر بودنـد ارزش صـفر و منـاطق بـالای فاصله ۲۳۰۰۰متر ارزش مساوی ۱ قرار داده شد. لذا ارزش‌های مابین این دو مقدار نیز بعنوان ارزش‌های عددی صفر تا یک در نظر گرفته شده است. فرمول زیر این وضعیت را نشان می‌دهد:

Z =۰ (۵۰۰۰<=x)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

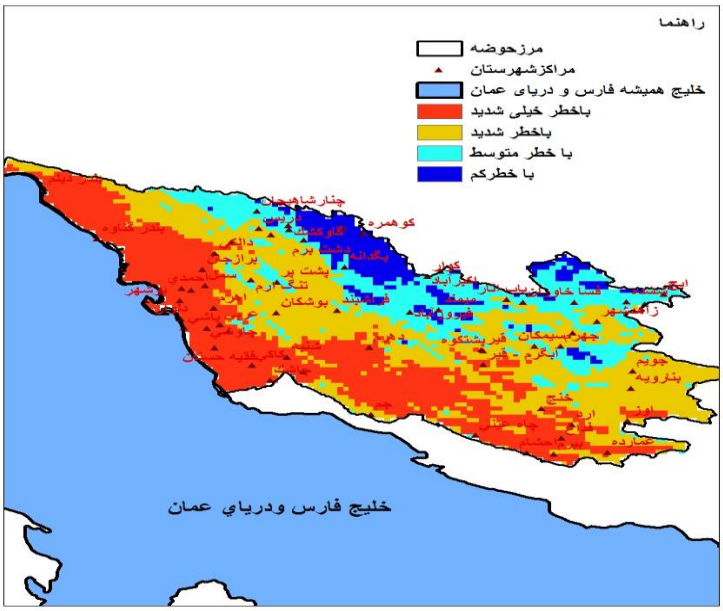
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

z =۰ -۱ (۵۰۰۰<=x and ۲۳۰۰۰<=x)

z =۱ (x>=۲۳۰۰۰)

- **پهنه‌های آسیب پذیر مخاطرات**

نقشه نهایی حاصل از پهنه بندی مخاطرات بارشی منجر به خشکسالی و سیلاب در منطقه مورد مطالعه حاکی از چهار پهنه مخاطره آمیز می باشد (شکل۲۰).چنانچه مشاهده می شود مناطق مجاور با سواحل خلیج فارس در حوضه آبریز حله از جمله آسیب پذیرترین مناطق شناسایی شده است.



شکل۲۰: نقشه نهایی پهنه های آسیب پذیر ناشی از خشکسالی و سیل

پهنه اول مناطق با آسیب پذیری خطر کم: این پهنه به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی بسیار مناسب در طول فصول بارش، دارای مناطق با آسیب پذیری مخاطره بارشی منجر به خشکسالی و همچنین خطر کمتر بارش منجر به سیلاب است. مساحت این پهنه حدود ۱۲درصد از کل منطقه را در بر می‌گیرد. از جمله نماینده این ناحیه می‌توان به شهرستان کازرون، که دارای بالاترین عملکرد دیم خیزی از نظر اقلیمی(رژیم بارش) در سطح منطقه می باشد، اشاره نمود.

پهنه دوم مناطق با آسیب پذیری خطر متوسط:این مناطق شرایط ضعیف‌تری را نسبت به پهنه با خطر کم دارا می‌باشند. به طور مثال با کشت گندم دیم در این مناطق می توان عملکرد نسبتاً خوبی را از آنها انتظار داشته باشیم. این منطقه حدود ۱۸ مساحت را در بر گرفته است.

پهنه سوم مناطق با آسیب پذیری خطر شدید(ازمنظر خشکسالی و وقوع سیلاب): این مناطق دارای پتانسیل اقلیمی (بارش) پایین‌تری نسبت به پهنه‌های اول و دوم هستند و محدوده‌های نسبتاً قابل توجهی را از خط مرزی استان بوشهر در حوضه آبریز حله در برگرفته‌اند. لذا وقوع خشکسالی های مدوام و کمبود بارش می تواند موجب آسیب پذیری بالای این مناطق شود. وقوع رخداد سیلاب نیز در این پهنه می تواند باعث آسیب پذیری با خطرات شدید بدون توجه به برنامه ریزی اصولی در زمینه آمایش سرزمین شود. از جمله این مراکز جمعیتی می توان به شهرهای برازجان و حوالی بی بی حکیمه و گناوه اشاره نمود. این مناطق مساحتی حدود۲۸درصد با خطر شدید را تحت پوشش دارند.

پهنه چهارم مناطق آسیب پذیری با خطر خیلی شدید(از منظر خشکسالی کشاورزی و وقوع سیلاب): به‌عنوان یک نمونه کاربردی، به دلیل عدم شرایط اقلیمی نامناسب، کشت گندم دیم در این مناطق مقرون به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

صرفه نیست. این مناطق با توجه به نقشه های بدست آمده مناطق وسیعی از استان بوشهر و مجاور با سواحل خلیج فارس را در قسمت‌های شمال غربی، غرب و شهرهای بوشهر، جم، دیلم و اهرم را در بر می-گیرند.

نتیجه‌گیری

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه سالیان اخیر در علوم و فن‌آوری‌های مختلف، هنوز بشر در مواجه با مخاطرات محیطی تهدید کننده مراکز جمعیتی، ناتوان است. برنامه‌ریزی و مدیریت علمی در زمینه پیش-آگاهی از بروز چنین حوادث ناگواری، می‌تواند کمک شایان توجهی در جلوگیری از رخداد خسارات ناشی از مخاطرات طبیعی به کانون‌های جمعیتی داشته باشد. در پژوهش حاضر، دو نوع از عمده‌ترین مخاطرات محیطی یعنی سیل و خشکسالی در جهت شناسایی پهنه‌های آسیب‌پذیر مخاطره بارش در حوضه‌های آبریز مند و حله مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور لایه‌های مکانی-توصیفی پارامترهای دخیل یعنی بارش، خشکسالی، تبخیر سالانه و پهنه‌های سیلابی در نرم‌افزار ArcGIS وارد شده و با بهره‌گیری از روش ترکیب خطی وزنی(WLC)، لایه‌های مذکور وزن‌گذاری و تلفیق شدند و در نهایت پهنه‌های آسیب پذیر مخاطره بارش در حوضه‌های آبریز مند و حله شناسایی شدند. بر اساس نتایج بدست آمده مناطق شرقی، شمال شرق و تا حدودی جنوب شرق حوضه‌های محدوده آبریز مند، مناسب‌ترین مناطق بارشی و به‌عبارتی کم خطرترین مناطق آسیب‌پذیر محیطی شناخته شدند. بر این اساس مشخص شد با گذر از مناطق غربی و رفتن به مرکز منطقه مورد مطالعه و همچنین بخش‌های شرقی، میزان بارش سالانه و توزیع زمانی رژیم بارش در طول سال منظم تر می شود. شهرهای واقع در این محدوده کازرون، چنارشاهیجان(قائمیه)، فیروزآباد، محدوده‌های دشت برم و بخش‌هایی از خانه زنیان و دشت ارژن می‌باشند.عرض جغرافیایی پایین،مجاورت با آب‌های گرم خلیج فارس در سواحل بندر بوشهر و شهرهای ساحل نشین از جمله گناوه، دیلم، بوشهر، باغان و محدوده‌های جنوبی دورتر از آب‌ها از جمله لار، خنج، اوز و غیره با بارش سالانه اندک و دمای بالا در طول فصل گرم باعث تبخیر و شرایط نامناسب محیطی شده است. با توجه به نتایج نهایی از این تحقیق می توان دریافت که مناطق منتهی به حوضه های آبریز مند در بخش های جنوبی و حوضه آبریز حله در استان بوشهر در نوار ساحلی خلیج فارس مواجه با آسیب پذیری بیشتری هستند. اگرچه مطالعه حاضر وضعیت مخاطره بارشی منجر به خشکسالی و ایجاد پهنه های سیلابی را برای اولین بار در منطقه به تصویر می‌کشاند؛ لذا نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت می نماید.لذا از دستاوردهای این تحقیق در مقایسه و هماهنگی با سایر تحقیقات می‌توان متوجه شد که محدوده‌های غرب، شمال‌غرب، جنوب و جنوب غرب حوضه مورد مطالعه در بخش حوضه آبریز حله که منتهی به بخش اعظمی از استان بوشهر می‌شود، در پهنه آسیب‌پذیری خیلی شدید و همراه با فقدان بارش سالانه مناسب برای مصارف شرب و تولیدات کشاورزی و در نتیجه مواجه با تغذیه نامناسب سفره‌های آب زیر زمینی می باشند.

تشکر و قدردانی

در پایان از جناب آقای دکتر علی بلیانی کارشناس مسئول آبخیزداری اداره منابع طبیعی و آبخیز داری شهرستان کازرون برای راهنمایی های لازم در راستای غنای مقاله - در زمینه تهیه برخی از نمودارها(ازجمله نمودار مارشال)- کمال تشکر و قدر دانی را داریم.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

منابع

اصفهانی، محمدمهدی. ۱۳۷۲. تغذیه و امدادهای غذایی در دشواری‌ها و بلایا، دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران. اولین کنفرانس مخاطرات طبیعی شهری.

بلیانی، سعید و محمد سلیقه .۱۳۹۵. تحلیل و استخراج الگوهای جوی منجر به بارش های سنگین روزانه منطقه شمالی خلیج فارس مطالعه موردی: حوضه های آبریز حله و مند. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۲**: ۷۹-۹۸.

بلیانی، یدالله. ۱۳۸۸. *بررسی شرایط اقلیمی کشت گندم دیم در استان فارس*. پایان کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان.

بیضایی، وحید و حسین محمدی. ۱۳۸۲. *بررسی اثرات خشکسالی‌های اخیر بر منابع آب زیرزمینی دشت نیشابور*. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

حبیبی،کیومرث. ۱۳۸۹. *بهسازی و نوسازی بافت‌های کهن شهری. چاپ دوم*. انتشارات انتخاب، تهران.

حیدری، حسن و رشید سعیدآبادی. ۱۳۸۶. ناحیه‌بندی سوز باد شمال غرب و غرب ایران. *پژوهش‌های جغرافیایی*، **۶۲**: ۹۳-۱۰۷.

خالدی، شهریار. ۱۳۸۰. *بلایای طبیعی. چاپ اول*. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

رامشت، حسین .۱۳۸۴. *نقشه‌های ژئومورفولوژی نمادها و* مجازها. چاپ اول. سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، تهران.

رستگار، محمد علی. ۱۳۷۱. *دیمکاری. چاپ اول*. انتشارات برهمند، تهران.

سلیقه، محمد؛ حسین عساکره؛ محمد حسین ناصر زاده و یدالله بلیانی. ۱۳۹۴. تحلیل روند و چرخه های سری زمانی بارش سالانه حوضه‌های آبریز حله و مند. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۳۷**: ۲۴۵-۲۷۲.

سلیقه، محمد؛ علی بیات؛ یدالله بلیانی و مهدی دوستکامیان.۱۳۹۲. ارتباط الگوی نوسان اطلس شمالی با خشکسالی‌های استان فارس. *مجله اندیشه جغرافیایی*، **۱۳** :۲۳-۴۴.

شاهیوندی، مسلم؛ شهریار خالدی؛ علیرضا شکیبا و بابک میرباقری. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه‌ای در استان لرستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۲۹**: ۹۵-۲۱۴.

شمسی‌پور، علی اکبر و محمد شیخی. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی و مناطق حساس به آسیب‌پذیری در غرب ناحیه استان فارس. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۷۳**: ۶۸-۵۳.

صفوی، حمیدرضا. ۱۳۸۵. *هیدرولوژی مهندسی، چاپ اول*. انتشارات ارکان، تهران.

قنوانی،عزت الله؛ امیر صفاری؛ ابراهیم بهشتی جاوید و اسماعیل منصوریان. ۱۳۹۳. پهنه‌بندی پتانسیل سیل خیزی با استفاده از تلفیق مدل هیدرولوژیکی CN و AHP در محیط GIS مطالعه موردی: حوضه رودخانه بالخلو. *مجله جغرافیای طبیعی*، **۲۵**: ۶۷-۸۰.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]

نجف پور. بهرام. ۱۳۸۵.تعیین کانون های بارش در حوضه های آبریز (مطالعه موردی حوضه منـد). *فصـلنامه تحقیقـات جغرافیایی*، **۹۸**: ۱-۱۴.

نجف پور، بهـرام. ۱۳۹۲. شناسـایی الگوهـای گردشـی ایجـاد کننـده سـیلاب در جنـوب غـرب ایـران مـورد: حوضـه-ی مند. *جغرافیا و توسعه*،**۹۲**: ۱۱-۷۷.

AghTaher, R., Delavar, M.R., Kamalian, N. ۲۰۰۶. Weighted Factors Affecting the Seismic Vulnerability of Tehran. Engeneering faculty, **۴۰**: ۱۰۳۳-۱۰۴۴.

Diaz. D; S. Rodrigo. ۲۰۰۳. Effects of the north Atlantic oscillation on the probability forclimatic categories of local monthly rainfall in southern Spain. Int.J. Climatol, **۲۳**: ۳۸۱-۳۹۷. DOI: ۱۰,۱۰۰۲/joc.۸۸۶

Guttman, N. B. ۱۹۹۸. Comparing the palmer drought index and the standardized precipitation index۱. Journal of the American Water Resources Association, **۳۴**: ۱۱۳–۱۲۱. Doi:۱۰,۱۱۱۱/j.۱۷۵۲-۱۶۸۸.

Lamb, P. ۱۹۸۲. Persistence of Sub Saharan Drought Climatology. Nature, **۲۹۹(۵۸۷۸)**: ۴۶-۴۸.

Lorena, Montoya and Masser, Ian. ۲۰۰۵. Management of natural hazard risk in Cartago, Costa Rica. Habitat International, **۲۹**: ۴۹۳-۵۰۹. Doi: ۱۰,۱۰۱۶/j.habitatint.۲۰۰۴,۰۴,۰۰۳.

Loukas, A., Vasiliades, L., & Dalezios, N. ۲۰۰۰. Flood producing mechanisms identification in southern British Columbia, Canada. Journal of Hydrology, **۲۲۷**: ۲۱۸–۲۳۵. Doi:۱۰,۱۰۱۶/s۰۰۲۲-۱۶۹۴(۹۹)۰۰۱۸۲-۱

Marshall, J. K. ۱۹۷۳. Drought, land use and soil erosion. The Environmental, Economic and Social Significance of Drought. Angus and Robertson, Sydney, Australia.

Panda K, Mishra A, Jena SK, James BK and Kumar A. ۲۰۰۷. The influence of drought and anthropogenic effects on groundwater levels in Orissa, India. Journal of Hydrology, **۳۴۳**: ۱۴۰-۱۵۳. Doi: ۱۰,۱۰۱۶/j.jhydrol.۲۰۰۷,۰۶,۰۰۷

Rodrigo, F. S. (۲۰۰۹). Changes in the probability of extreme daily precipitation observed from ۱۹۵۱ to ۲۰۰۲ in the Iberian Peninsula. International Journal of Climatology, n/a–n/a. Doi:۱۰,۱۰۰۲/joc.۱۹۸۷.

Saaty, T. ۱۹۸۰. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, and resource allocation. McGraw-Hill International, New York, London.

Sonmez F. K. Komuscu Ali. U. Erkan A. Turgu E. ۲۰۰۵. An analysis of spatial and temporal dimension of drought vulnerability in Turkey using the standard precipitation index, Natural Hazards, **۳۵**: ۲۴۳-۲۶۴. DOI: ۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۰۶۹-۰۰۴-۵۷۰۴-۷.

Tabacchi, Eric, Luc Lambs, Helene Guilloy, Anne-Marie Planty-Tabacchi, Etienne Muller, and Henri Decamps. ۲۰۰۰. Impacts of riparian vegetation on hydrological processes. Hydrological processes, **۱۴**: ۲۹۵۹-۲۹۷۶. Doi: ۱۰,۱۰۰۲/۱۰۹۹-۱۰۸۵(۲۰۰۰۱۱/۱۲)۱۴:۱۶/۱۷<۲۹۵۹: aid-hyp۱۲۹>۳,۳.co; ۲-۲.

Wu, H., Hayes, M. J., Weiss, A., & Hu, Q. ۲۰۰۱. An evaluation of the Standardized Precipitation Index, the China-Z Index and the statistical Z-Score. International journal of climatology, **۲۱**: ۷۴۵-۷۵۸. Doi: doi.org/۱۰,۱۰۰۲/joc.۶۵۸.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.4.13]