



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر  
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال دوازدهم، شماره‌ی ۳۷  
بهار ۱۳۹۱، صفحات ۲۱۶-۲۰۱

رامین رستمی<sup>۱</sup>  
عادل نجف‌زاده<sup>۲</sup>

## توسعه نقشه‌های سیل‌خیزی برای استان آذربایجان غربی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۱/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۲/۲۰

### چکیده

آگاهی از میزان پتانسیل سیل حوضه‌های آبخیز می‌تواند در تدوین برنامه‌های مختلف برای مدیریت بحران، اختصاص بودجه لازم، مدیریت منابع آب، آبخیزداری و برنامه‌های مقابله با فرسایش بسیار مفید باشد. در این تحقیق ۶۲ ایستگاه هیدرومتری در سطح استان آذربایجان غربی انتخاب و با استفاده از روابط موجود، ضریب سیل‌خیزی برای هر کدام از ایستگاه‌ها محاسبه گردید. برای آگاهی از وضعیت سیل‌خیزی مناطق فاقد آمار، پس از تشخیص مناطق همگن با استفاده از دبی‌های با دوره برگشت منطقه‌ای ضرایب سیل‌خیزی منطقه‌ای برآورد گردید. برای این منظور ابتدا مناطق همگن با استفاده از روش وارد تعیین، سپس برای تشخیص بهترین توزیع‌های فراوانی از روش دیگرام گشتاورهای خطی و تست بهترین برازش استفاده شد. نتایج نشان داد که حوضه‌ها به چهار منطقه همگن تقسیم می‌گردند که منطقه C دارای کم‌ترین و منطقه D دارای بیشترین میزان غیر همگنی هستند. در نهایت معادلات

Email: [ramin\\_ak2003@yahoo.com](mailto:ramin_ak2003@yahoo.com)

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب.

۲- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

منطقه‌ای سیلاب با روش رگرسیون خطی و چندگانه به دست آمد. پس از محاسبه ضرایب سیل خیزی منطقه‌ای با استفاده از امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>۳</sup> نقشه‌های سیل خیزی برای استان ترسیم گردید.

**کلید واژه‌ها:** آذربایجان غربی، گشتاورهای خطی، ضریب سیل خیزی، تحلیل منطقه‌ای.

#### مقدمه

با گسترش مدیریت بحران در جهان و بویژه در ایران آگاهی از منابع بحران‌ساز می‌تواند نقش بسزایی در مدیریت خطرات مالی و جانی این منابع داشته باشد. سیل یکی از همین منابع بوده و هر ساله در نقاط مختلف کشورمان خسارات زیادی را موجب می‌گردد. تعیین پتانسیل سیل خیزی زیر حوضه‌ها از جمله مطالعات پایه و اساسی است که می‌تواند گامی مهم در زمینه بستر سازی جهت کاهش خسارات سیل و برنامه ریزی جامع در این راستا محسوب گردد. آگاهی از میزان پتانسیل سیل خیزی حوضه‌های آبخیز می‌تواند در تدوین برنامه‌های مختلف برای مدیریت بحران، اختصاص بودجه لازم، مدیریت منابع آب، آبخیزداری و برنامه‌های مقابله با فرسایش بسیار مفید باشد. در این خصوص مطالعات چندی به روش‌های مختلف در کشور انجام شده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

(یزدانی و همکاران، ۱۳۸۵) پتانسیل سیل خیزی را در حوضه شمال شهر اصفهان با استفاده از روش راسمیلر<sup>۴</sup> مورد مطالعه قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند که با افزایش تداوم شدت بارندگی از میزان ضریب جریان سیلابی کاسته می‌شود. نتایج نشان می‌دهد توسعه مناطق شهری در زیر حوضه‌های مورد بررسی از جمله عوامل موثر در افزایش پتانسیل سیل خیزی است (کاردان مقدم و همکاران، ۱۳۸۸) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش راسمیلر پتانسیل سیل خیزی را در حوضه شهری بیرجند برآورد نمودند. آنها نتیجه گرفتند که با افزایش تداوم شدت بارندگی از میزان ضریب جریان سیلابی کاسته می‌شود و همچنین افزایش پتانسیل سیل خیزی نقش تعیین کننده‌ای در توسعه مناطق شهری دارد (عبدی و رنجانی جم، ۱۳۸۲) ضریب سیل خیزی را در سطح استان زنجان با استفاده از امکانات GIS محاسبه نمودند. آنها برای محاسبه از توزیع لوگ نرمال برای برآورد ضریب سیل خیزی با دوره برگشته‌ای مختلف استفاده کردند (کاردان مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). با استفاده از امکانات سنجش از راه دور<sup>۵</sup> (RS) پتانسیل سیل خیزی

3- Geographic Information Systems (GIS)

4- Rossmiler

5- Remote Sensing(RS)

حوضه شهری بیرجند را محاسبه نمودند (کلانتری و ثقفیان، ۱۳۸۹) شدت سیل‌خیزی در حوضه آبخیز قرنقو را با استفاده از روش عکس‌العمل و مدل مادکلارک<sup>۶</sup> تعیین نمودند. بعضی از محققین نیز در زمینه منطقه بندی خطر سیل از داده‌های دورسنجی و GIS استفاده کرده‌اند، از جمله (سادو و اسلام<sup>۷</sup>، ۲۰۰۰) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای NOAA-AVHRR و کاربرد GIS نقشه خطر سیل را برای کشور بنگلادش تهیه کرده‌اند. این نقشه از دو لایه، فراوانی سیل مؤثر و عمق سیل تشکیل شده است. دو نقشه رقومی خطر سیل که با استفاده از داده‌های طبقه بندی پوشش زمین، فیزیوگرافی و زمین‌شناسی تهیه شده‌اند، روی هم قرار داده می‌شوند و نقشه خطر پذیری سیل تعیین می‌شود. در این مطالعه فراوانی سیل مؤثر و عمق سیل دو مؤلفه ضروری برای ارزیابی خطر سیل بوده و منطقه بندی خطر سیل بر اساس داده‌های مورد اشاره صورت گرفته است. در همین زمینه (عبدی و رسولی، ۱۳۸۰) برای پهنه بندی پتانسیل سیل‌خیزی در حوضه آبخیز زنجان رود با تهیه لایه‌های مختلف مطالعاتی از قبیل زمین‌شناسی، کاربری اراضی، گروه‌های هیدرولوژی خاک، ضریب رواناب و لایه منحنی‌های همباران حوضه با دوره برگشته‌ای ۲۵ و ۵۰ ساله و همپوشانی لایه‌های مورد نظر نهایتاً لایه پتانسیل تولید رواناب را با استفاده از روش SCS محاسبه نمودند. متعاقب این کار برای تهیه لایه پهنه بندی سیل‌خیزی حوضه، بر اساس مطالعات و تجربیات بدست آمده و مشخصات منطقه‌ای محل مورد مطالعه و نظریات کارشناسی، لایه پتانسیل تولید رواناب را در رده‌های مختلف و با شدت‌های متفاوت در محیط GIS طبقه بندی نمودند. این طبقه بندی در چهار دامنه به صورت مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی کم (ضریب سیل‌خیزی کمتر از ۱۰)، مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی متوسط (ضریب ۱۰ تا ۲۰)، مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد (ضریب ۲۰ تا ۴۰) و مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی خیلی زیاد (ضریب بیشتر از ۴۰) در قالب یک لایه رقومی تهیه شده است. لایه مذکور بدون توجه به محل و موقعیت و مرز زیرحوضه‌ها و در نظر گرفتن ارتفاع رواناب در هر پیکسل و تجمیع پیکسل‌ها در چهار دامنه مورد نظر تهیه شده است. همچنین تقسیم بندی فوق بر اساس معیار مشخصی نبوده و بیشتر به صورت کیفی و سلیقه‌ای انجام شده است.

در تمام مطالعات انجام شده قبلی استفاده از روش گشتاورهای معمولی با توزیع‌های مانند لوگ نرمال، معمول بوده است. در مطالعه حاضر از روش گشتاورهای خطی که تاکنون در این قبیل مطالعات به کار گرفته نشده، استفاده شده است. استان آذربایجان غربی یکی از استان‌هایی که هر ساله در یکی از نواحی آن بویژه در حوضه رودخانه سیمینه

6 - Modclark

7 - Sado &amp; Islam

رود سیل‌های گاه مخرب رخ می‌دهد. در این تحقیق با استفاده از روش گشتاورهای خطی و امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به تهیه نقشه‌های ضریب سیل خیزی با دوره برگشته‌ای مختلف شده است.

### بحث و بررسی

محدوده مورد مطالعه حوضه‌های استان آذربایجان غربی است. محدوده واقعی این تحقیق شامل حوضه ایستگاه‌های هیدرومتری خارج از استان که ایستگاه هیدرومتری آنها در داخل استان واقع شده‌اند را نیز در بر می‌گیرد. انجام این تحقیق مستلزم پردازش و تحلیل‌های متعددی بود. مراحل طی شده برای انجام این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- بررسی صحت و سقم داده‌ها، تکمیل و تطویل نواقص آماری و انتخاب ایستگاه‌های هیدرومتری مناسب
- ۲- تعیین مناطق همگن برای تحلیل‌های منطقه‌ای، بررسی میزان غیرهمگنی مناطق تشخیص داده شده، تعیین ایستگاه‌های ناسازگار و انتقال و یا حذف ایستگاه‌های با ناسازگاری بالا
- ۳- انتخاب بهترین روش آماری برای تخمین دبی‌های با دوره برگشت مورد نظر
- ۴- توسعه مدل‌های منطقه‌ای
- ۵- تهیه مدل رقومی ارتفاع<sup>۸</sup> برای استان
- ۶- تفکیک محدوده ایستگاه‌های هیدرومتری
- ۷- محاسبه ضریب سیل خیزی
- ۸- ایجاد لایه ضریب سیل خیزی و توسعه نقشه‌های ضریب سیل خیزی با دوره برگشت‌های مختلف

### داده‌ها

بیش از ۱۱۲ ایستگاه هیدرومتری در سطح استان آذربایجان غربی وجود دارد. اما تعدادی از این ایستگاه‌ها به دلایل مختلف آمار ناقصی دارند. تعدادی نیز تازه تاسیس بوده و بعضی نیز پس از چند سال تعطیل شده‌اند. پس از کنترل کیفیت و صحت آمار مربوط، تعداد ۷۸ ایستگاه انتخاب و با استفاده از روش منحنی جرم مضاعف<sup>۹</sup> نواقص موجود آنها تکمیل گردید.

8 - Digital Elevation Model(DEM)

9 - Double Mass Curve

## تعیین مناطق همگن

پس از انتخاب ۷۸ ایستگاه از بین ایستگاه‌های هیدرومتری استان که از نظر آماری و کیفی قابل قبول بودند، اقدام به تعیین مناطق همگن گردید. از روش خوشه بندی سلسله مراتبی وارد<sup>۱۰</sup> برای این منظور استفاده شد. پارامترهای خوشه بندی بکار رفته در این تحقیق شامل طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی، مساحت حوضه ها، ضریب رواناب و شدت بارش طرح بودند. پس از تعیین مناطق همگن میزان ناسازگاری<sup>۱۱</sup> هر یک از ایستگاه‌ها در هر ناحیه همگن با معیار ناسازگاری هاسکینگ و والیس<sup>۱۲</sup> تعیین گردید. در تعیین درجه غیر همگنی<sup>۱۳</sup> از رابطه ۱ استفاده شده است:

$$H = \frac{(V_1 - \mu_{V1})}{\delta_{V1}} \quad (1)$$

در رابطه بالا H درجه غیر همگنی،  $\mu_V$  میانگین و  $\delta_V$  انحراف استاندارد مقادیر V شبیه‌سازی شده است. اگر  $H < 1$  باشد، منطقه کاملاً همگن و اگر  $1 < H < 2$  احتمال غیر همگنی وجود دارد. ولی در عمل تا مقدار  $H = 3$  نیز می‌توان منطقه را همگن فرض نمود (رستمی، ۱۳۸۲). در این تحقیق حوضه‌های استان آذربایجان غربی به چهار منطقه همگن تقسیم شد. جداول ۱ و ۲ میزان ناسازگاری برای تعدادی از ایستگاه‌های نمونه و درجه غیر همگنی مناطق چهارگانه را نشان می‌دهند.

جدول شماره (۱) میزان ناسازگاری برای ایستگاه‌های نمونه

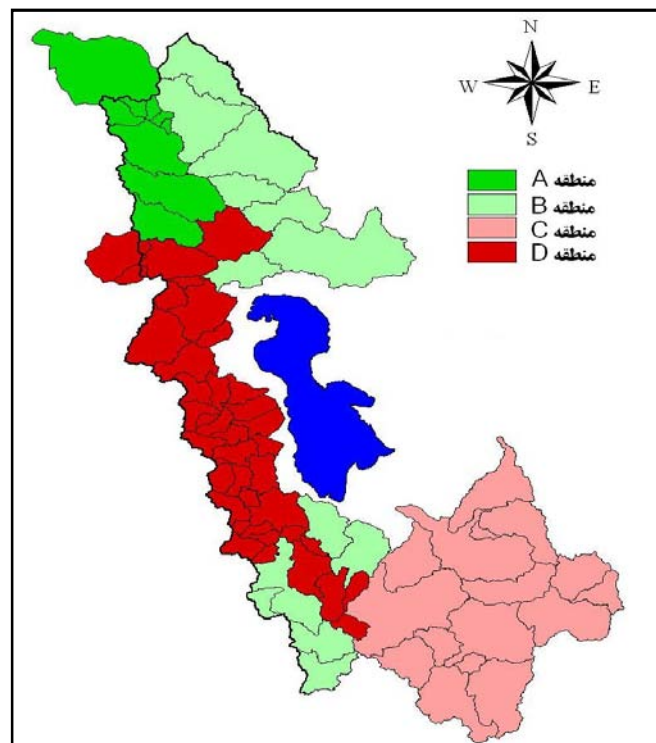
D		C		B		A		نام منطقه
نقده	بابارود	داشبند	ساری قمش	گرد	پلدشت	ماکو	قورول	نام ایستگاه
۰/۵۴	۱/۱۷	۰/۸۳	۰/۹۴	۰/۰۴	۰/۳	۰/۵۹	۱/۲۸	میزان ناسازگاری

جدول (۲) میزان غیر همگنی مناطق چهارگانه حوضه‌های آذربایجان غربی بر اساس ضریب انحراف خطی

D	C	B	A	نام منطقه
۲/۸۸	-۰/۲۵	۲/۲۲	۱/۱۱	میزان غیر همگنی

در نهایت با استفاده از این روش حوضه‌های استان آذربایجان غربی به چهار منطقه همگن تقسیم گردید. شکل یک مناطق همگن و ایستگاه‌های واقع در این مناطق را نشان می‌دهد.

- 10 - Ward  
 11 - Discordancy Measure  
 12 - Hosking & Wallis  
 13 - Heterogeneity Measure



شکل شماره (۱) مناطق همگن در حوضه‌های استان آذربایجان غربی

### ۳-۲- انتخاب توزیع آماری مناسب

برای انتخاب بهترین توزیع آماری از روش گشتاورهای خطی استفاده شد. گشتاورهای خطی تابع خطی گشتاورهای وزنی احتمال می‌باشند که برای کاربردهای خاصی نظیر انتخاب و برازش بهترین توزیع ممکن به یک سری داده دارای منشا تصادفی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به این دلیل که برآورد کننده‌های گشتاورهای خطی تابع خطی مقادیر داده‌های مورد نظر می‌باشند، کم و بیش نارایب بوده و دارای واریانس نمونه گیری کوچک می‌باشند (هاسکینگ و والیس، ۱۹۹۷). برآورد کننده‌های نسبت گشتاورهای خطی به ویژه در مقایسه با نسبت گشتاورهای متداول کشیدگی و چولگی دارای اریب و واریانس کمتری هستند. علاوه بر این نتایج برآورد کننده‌های گشتاورهای خطی دارای حساسیت کمتری به مقادیر پرت احتمالی موجود در داده‌های مورد استفاده در تحلیل می‌باشند (کومار و همکاران<sup>۱۴</sup>، ۲۰۰۳). همانند گشتاورهای معمولی هدف از گشتاورهای خطی خلاصه کردن توزیع‌های تئوریک و نمونه‌های مشاهداتی است. تخمین نمونه نارایب گشتاورهای وزنی احتمالی برای هر توزیع می‌تواند از معادله کلی زیر محاسبه گردد (هاسکینگ و والیس، ۱۹۹۷):

$$\beta_r = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n-r} \left[ \frac{(n-j)}{(n-1)} \right] X_{(j)} \quad (2)$$

$X_{(j)}$  مقادیر مرتب شده (نزولی) را نشان می‌دهد  $(X_1 > X_2 > \dots > X_n)$ . فرم کلی تخمین‌گرهای گشتاورهای خطی به صورت زیر مطرح می‌شود:

$$\lambda_{r+1} = \sum_{k=0}^r \beta_r (-1)^{r-k} \times \binom{r}{k} \times \binom{r+k}{k} \quad (3)$$

نسبت گشتاورهای خطی به صورت زیر تعریف می‌گردند:

$$L - \gamma = \tau_3 = \lambda_3 / \lambda_2 \quad L - C_V = \tau_2 = \lambda_2 / \lambda_1 \quad L - k = \tau_4 = \lambda_4 / \lambda_2 \quad (4)$$

$\tau_2, \tau_3, \tau_4$  به ترتیب ضریب تغییرات خطی، چولگی خطی و کشیدگی خطی می‌باشند. برای تعیین توزیع آماری مناسب در تحلیل منطقه‌ای از تست بهترین برازش بر اساس نسبت‌های گشتاور خطی و دیاگرام نسبت گشتاورهای خطی استفاده گردید. در روش تست بهترین برازش از معیاری به نام معیار بهترین برازش سود برده می‌شود. این معیار نشان می‌دهد که توزیع‌های آماری منتخب تا چه اندازه برای منطقه مناسب است و به نوعی کشیدگی و چولگی خطی توزیع مناسب را با کشیدگی و چولگی خطی متوسط منطقه‌ای داده‌های مشاهده‌ای مقایسه می‌کند. هر چقدر این معیار به صفر نزدیک باشد توزیع از برازش خوبی برخوردار است. مقدار بحرانی این معیار برابر قدرمطلق  $1/64$  است (هاسکینگ و والیس، ۱۹۹۷). دیاگرام نسبت گشتاورهای خطی بر اساس روابط بین نسبت گشتاورهای خطی می‌باشد. نمودار ضریب چولگی خطی در مقابل ضریب کشیدگی خطی می‌تواند برای مشخص کردن توزیع‌های خاص بکار روند. توزیع اصلی مناسب توزیعی است که متوسط و پراکنش داده‌ها در اطراف آن به صورت خوشه‌ای و حالت شایسته در نمودار گسترش یافته باشند. از بین توزیع‌های سه پارامتری نرمال تعمیم یافته<sup>۱۵</sup>، پارتوی تعمیم یافته<sup>۱۶</sup>، پیرسون نوع ۳<sup>۱۷</sup>، لوجستیک تعمیم یافته<sup>۱۸</sup> و مقادیر حدی تعمیم یافته<sup>۱۹</sup> با رابطه احتمال تجربی هاسکینگ  $\left(\frac{m-0.35}{n}\right)$  بهترین توزیع انتخاب گردید. نتایج در شکل‌ها و جدول زیر نشان داده شده است.

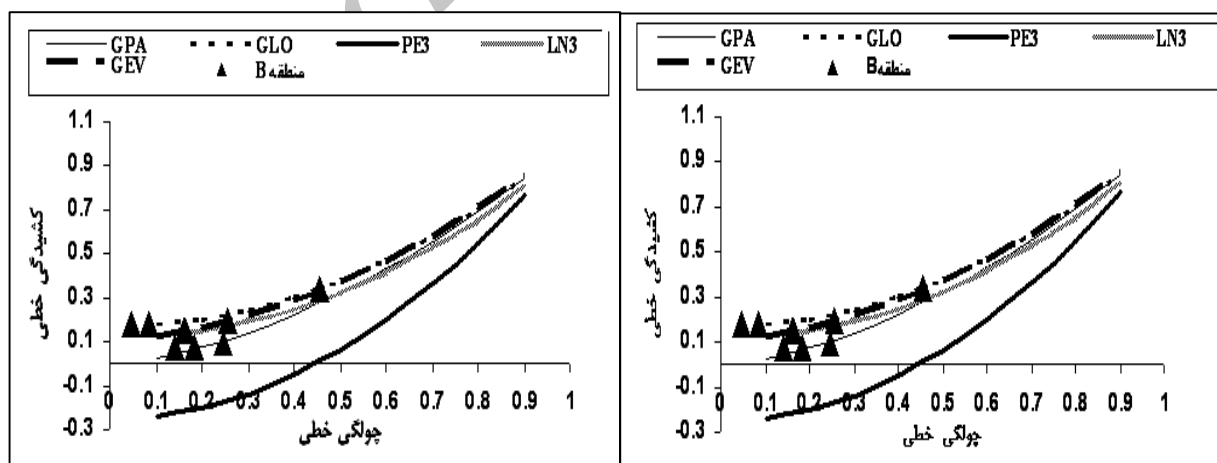
جدول شماره (۳) میزان معیار بهترین برازش

نام منطقه	توزیع
-----------	-------

- 15 - Generalized Normal(GNO)  
 16 - Generalized Pareto(GPA)  
 17 - Pearson type III(PE3)  
 18 - Generalized Logistic(GLO)  
 19 - Generalized Extreme Value(GEV)

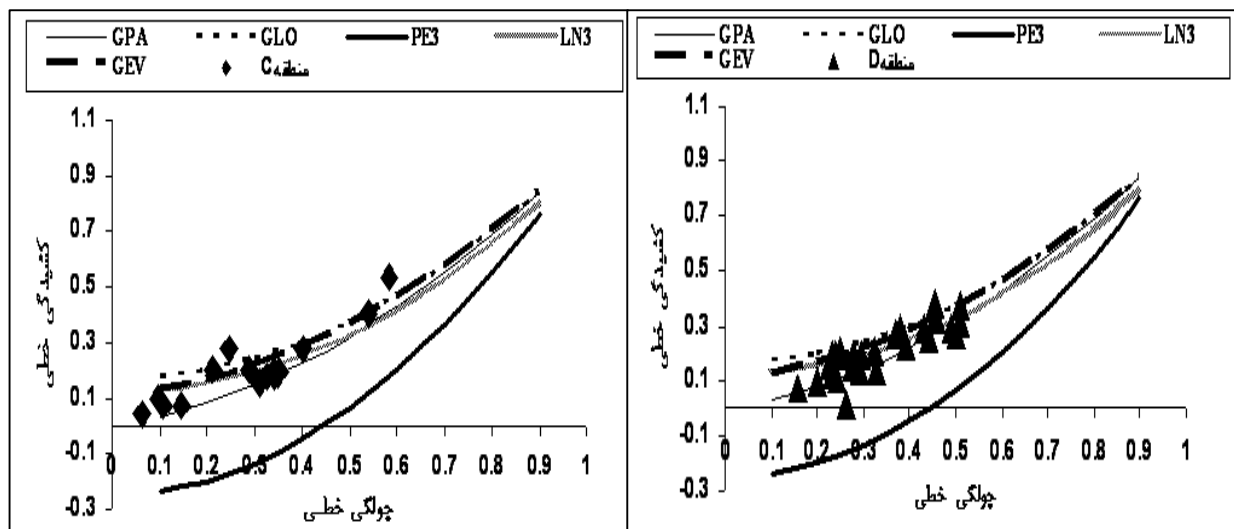
D	C	B	A	
۲/۴۳	۲/۶۵	۲/۱۳	۴/۹۸	لوجستیک تعمیم یافته
۱/۰۸	۱/۰۳	۰/۳۹	۳/۳۳	مقادیر حدی تعمیم یافته
-۰/۴	۰/۱۴	۰/۰۴	۲/۸	نرمال تعمیم یافته
-۲/۹۳	-۱/۴۳	-۰/۷۳	۱/۷۸	پیرسون نوع سه
-۲/۸۹	-۳/۱۰	-۳/۵۴	-۰/۵۶	پارتوی تعمیم یافته

دیاگرام گشتاورهای خطی بر اساس روابط بین نسبت گشتاورهای خطی می‌باشد. نمودار ضریب چولگی در مقابل ضریب کشیدگی خطی می‌تواند برای مشخص کردن توزیع‌های خاص بکار رود. مناسب‌ترین توزیع توزیعی است که نقطه‌ها در اطراف نمودار آن به صورت خوشه‌ای پخش شده باشند (گلن<sup>۲۰</sup>، ۲۰۰۶). شکل‌های ۲ و ۳ دیاگرام گشتاورهای خطی را برای چهار منطقه نشان می‌دهند. بر اساس این دیاگرام‌ها توزیع نرمال تعمیم یافته برای مناطق C, B و D و توزیع پارتوی تعمیم یافته برای منطقه A بهترین توزیع می‌باشند.





شکل شماره (۲): دیاگرام گشتاورهای خطی ایستگاهی برای منطقه A و B



شکل شماره (۳) دیاگرام گشتاورهای خطی منطقه‌ای برای منطقه C و D

پس از انتخاب توزیع‌های آماری مناسب، دبی‌های با دوره برگشت‌های مختلف محاسبه گردیده و اقدام به محاسبه ضریب سیل خیزی شد.

#### برآورد معادله منطقه‌ای

برای بدست آوردن معادله‌ای که بتواند با دخالت دادن پارامترهای مختلف هیدرولوژیکی و فیزیکی مقدار دبی لحظه‌ای را در یک منطقه خاص محاسبه کند، روش‌های مختلفی وجود دارد. در این تحقیق برای بدست آوردن رابطه‌ای شامل پارامترهای مختلف از نرم افزار SPSS استفاده شده است. با بررسی رگرسیون‌های خطی و چندگانه با روش قدم به قدم<sup>۲۱</sup> ابتدا تمام متغیرهای پیشگویی کننده، تک تک به معادله اضافه می‌شود و به دنبال آن اگر نقش معنی‌داری در رگرسیون نداشته باشد، از آن حذف می‌شود؛ لذا در بعضی از معادلات تعدادی از پارامترها معادله حذف شد. معادله نهایی بر اساس پارامترهایی که بیشترین نقش را دارند، شکل گرفته است. همچنین پارامترهای بعضی از ایستگاه‌ها نظیر مساحت یا شدت بارش دارای تفاوت زیادی نسبت به ایستگاه‌های دیگر بودند که به عنوان داده پرت محسوب می‌شدند. وارد کردن این ایستگاه‌ها در روند رگرسیون باعث پایین آمدن ضریب رگرسیون

می‌شد، بنابراین چنین ایستگاه‌هایی از روند رگرسیون حذف گردیدند. در مناطق فاقد آمار ابتدا با استفاده از روابط منطقه‌ای بدست آمده دبی میانگین بر حسب متر مکعب بر ثانیه تعیین و سپس برای بدست آوردن دبی‌های با دوره برگشت مختلف این مقدار در مقادیر بی بعد منطقه‌ای بدست آمده ضرب می‌شود. معادلات بدست آمده بر حسب دبی میانگین به شرح جدول زیر است:

جدول (۴) معادلات تعیین دبی بی بعد در دوره برگشته‌ای مختلف

منطقه	معادله	$R^2$	ایستگاه پرت
A	$Q_p = -0.0012(A \cdot C)^2 + 0.826(A \cdot C) + 15.585$	۰/۹۴۴۸	بدلان
B	$Q_p = 0.2696(A \cdot C) + 17.853$	۰/۹۸۶۸	بریسو
C	$Q_p = -6 \times 10^{-5}(A \cdot C \cdot I_d)^2 + 0.3625(A \cdot C \cdot I_d) - 6.407$	۰/۹۳۰۹	نظام آباد، داشبند
D	$Q_p = -0.0004(A \cdot C)^2 + 0.511(A \cdot C) - 1.2359$	۰/۹۵۳۶	میر آباد، مله‌دان کوتر، هاشم آباد

در معادلات بالا A مساحت بر حسب کیلومتر مربع، C ضریب رواناب و  $I_d$  شدت بارش طرح بر حسب میلی‌متر بر ساعت است.

#### مدل رقومی ارتفاع

لازمه ایجاد مدل رقومی ارتفاع، در اختیار داشتن داده‌های اولیه ارتفاعی می‌باشد. خطوط تراز نقشه‌های توپوگرافی، داده‌های حاصل از ترازبایی‌ها و نقطه‌های ارتفاعی با شبکه‌های منظم و یا نامنظم، می‌توانند به عنوان داده‌های اولیه ارتفاعی جهت ساخت مدل رقومی ارتفاع مورد استفاده قرار گیرند. مدل ارتفاع رقومی شده در این تحقیق در فرمت رستری تهیه شده که در آن برای هر کدام از مجموعه موقعیت‌های زمینی یک مقدار ارتفاعی ذخیره گردیده است.

#### ضریب سیل خیزی

ضریب سیل‌خیزی معیاری است که اثر مساحت حوضه را در افزایش دبی پیک حذف می‌کند (کلانتری و ثقفیان، ۱۳۸۹). بنابراین با استفاده از این ضریب می‌توان سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز را با هم مقایسه کرد. جهت محاسبه ضریب سیل‌خیزی از رابطه هاگر<sup>۲۲</sup> در ایستگاه‌های مورد مطالعه استفاده شد (هاگر، ۱۹۸۸).

$$K_t = 10 \times \left[ 1 - \frac{\log Q_T - 6}{\log A - 8} \right] \quad (4)$$

در این رابطه  $K_t$  ضریب سیل‌خیزی،  $Q_T$  دبی با دوره برگشت مورد نظر و  $A$  مساحت حوضه است.

### نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل به صورت شکل‌های شماره ۴ تا ۱۲ آورده شده است. اما می‌توان به صورت خلاصه به نتایج زیر اشاره نمود:

۱. آذربایجان غربی با روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی وارد به چهار منطقه همگن تقسیم می‌گردد.
۱. توزیع پارتوی تعمیم‌یافته برای منطقه A و لوگ نرمال تعمیم‌یافته برای مناطق B، C و D مناسب‌ترین توزیع می‌باشند.
۲. بر اساس تحلیل و نقشه‌های زیر حوضه رودخانه‌های زربینه رود و سیمینه رود در جنوب استان دارای بیشترین پتانسیل سیل‌خیزی هستند.
۳. بر اساس نقشه‌ها، زیر حوضه‌های شمال استان کم‌ترین پتانسیل سیل‌خیزی را دارند.
۴. بعضی از رودخانه‌های مرکز استان دارای پتانسیل پایین و بعضی پتانسیل بالای سیل‌خیزی را دارند.

## منابع

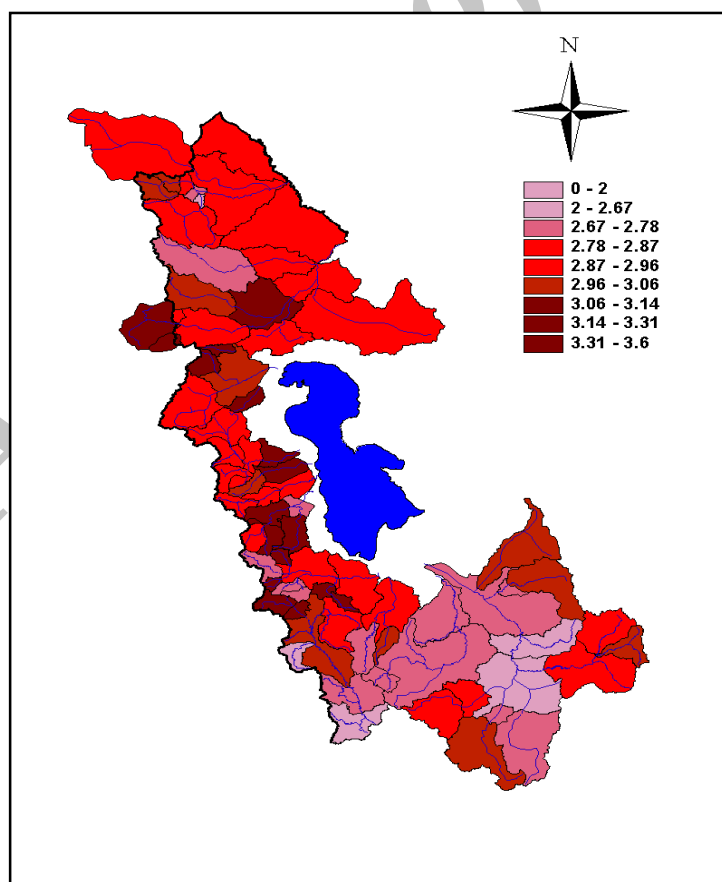
- ۱- رستمی، ر، (۱۳۸۲)، «آنالیز منطقه‌ای سیلاب با استفاده از روش گشتاورهای خطی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ۲- عبدی، پ، و م، رسولی، (۱۳۸۰)، «پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبخیز زنجان رود با استفاده از GIS»، مجموعه مقالات همایش شناخت معضلات آبخیزداری و ارزیابی راه‌حل‌های مناسب در حوضه کارون و زاینده رود، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان چهارمحال و بختیاری.
- ۳- عبدی، پ، و م، زنجانی جم، (۱۳۸۲)، «محاسبه ضریب سیل‌خیزی با استفاده از GIS در سطح استان زنجان»، مجموعه مقالات پنجمین همایش ژئوماتیک، تهران.
- ۴- کاردان مقدم، ح، و همکاران، (۱۳۸۹)، «پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی در حوضه‌های شهری با استفاده از RS (مطالعه موردی استان خراسان جنوبی- شهر بیرجند)»، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مدیریت سیلاب‌های شهری، تهران.
- ۵- کاردان مقدم، ح، و همکاران، (۱۳۸۸)، «کاربرد تصاویر ماهواره‌ی در برآورد پتانسیل سیل‌خیزی (مطالعه موردی استان خراسان جنوبی- حوضه شهری بیرجند)»، مجموعه مقالات هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، اهواز.
- ۶- کلانتری اسکویی، ع، وب، ثقفیان، (۱۳۸۹)، «تعیین شدت سیل‌خیزی حوضه‌های آبخیز با استفاده از روش عکس‌العمل سیل واحد و مدل Modclark»، مجموعه مقالات ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، گرگان.
- ۷- یزدانی، م، و همکاران، (۱۳۸۵)، «بررسی پتانسیل سیل‌خیزی در حوضه شمال شهر اصفهان»، مجموعه مقالات دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- 8- Glenn E.M., (2006), "Evaluation of Alternative Statistical Methods for Estimating Frequency of Peak Flows in Maryland", Final Report, University of Maryland.
- 9- Hager, W., (1988), "Reservoir Storage Effect on Design Flood", 16th Congress of ICOLD Fransisco, Vol.4.P.1375.

J.R.M. and Wallis, J.R., (1997), "Regional frequency analysis: An approach 10-Hosking based on L-Moment", Cambridge University Press, UK, London.

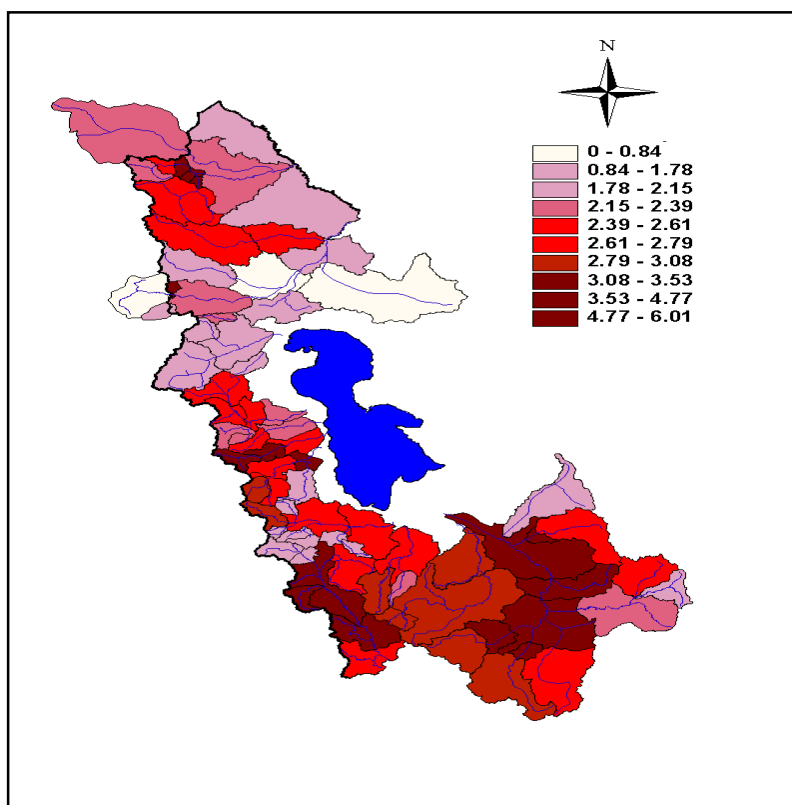
11- Islam, M.D. and Sado, K., (2000), "Development of flood hazard maps Bangladesh using NOAA-AVHRR images with GIS", *Hydrological sciences-Journal*, 45 (3), pp337-355.

12- Kumar, R., Chatterjee, C., Panigrihy, N., Patwary, B.C. and, Singh, R.D., (2003), "Development of Regional Flood Formulae using L-moments for Gauged and Ungauged Catchments of North Brahmaputra RiverSystem", *IE (I) Journal*, Vol 84.

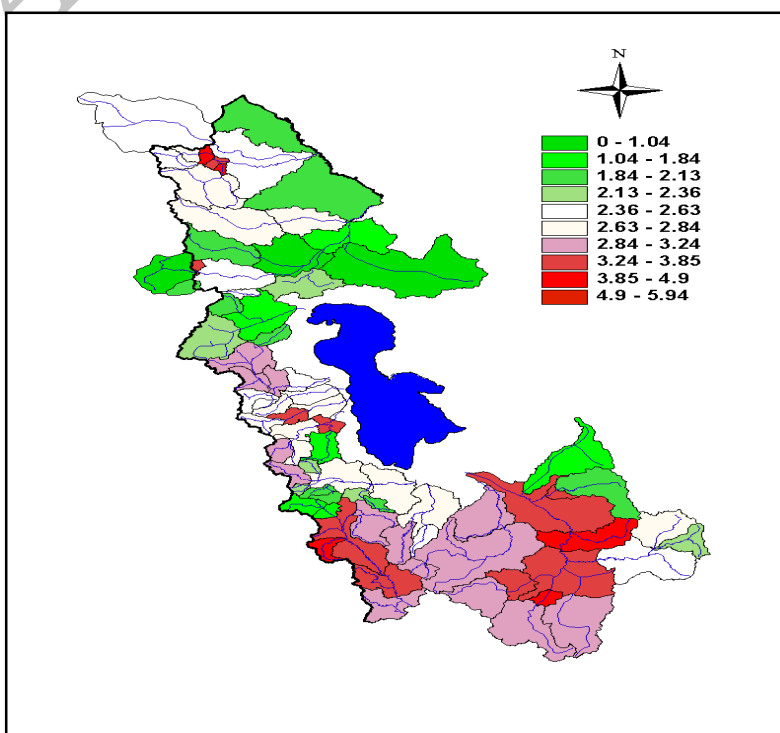
پیوست‌ها



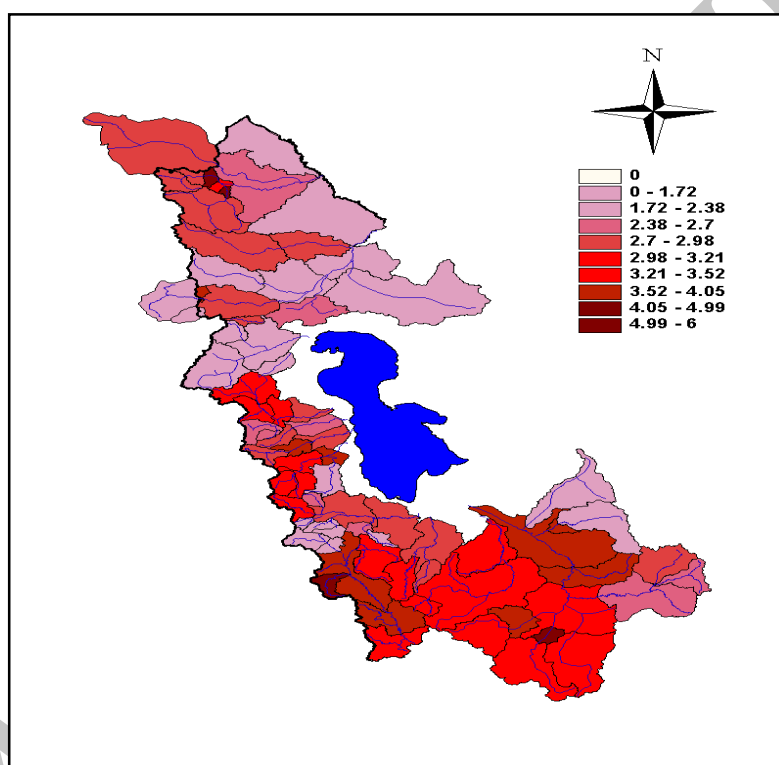
شکل شماره (۴) ضریب سیل خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۲ سال



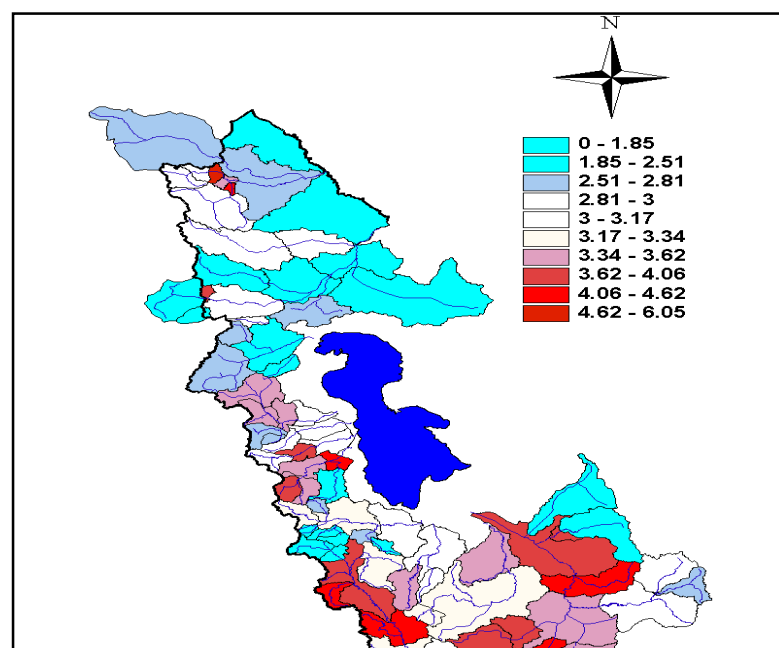
شکل شماره (۵) ضریب سیل خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۵ سال



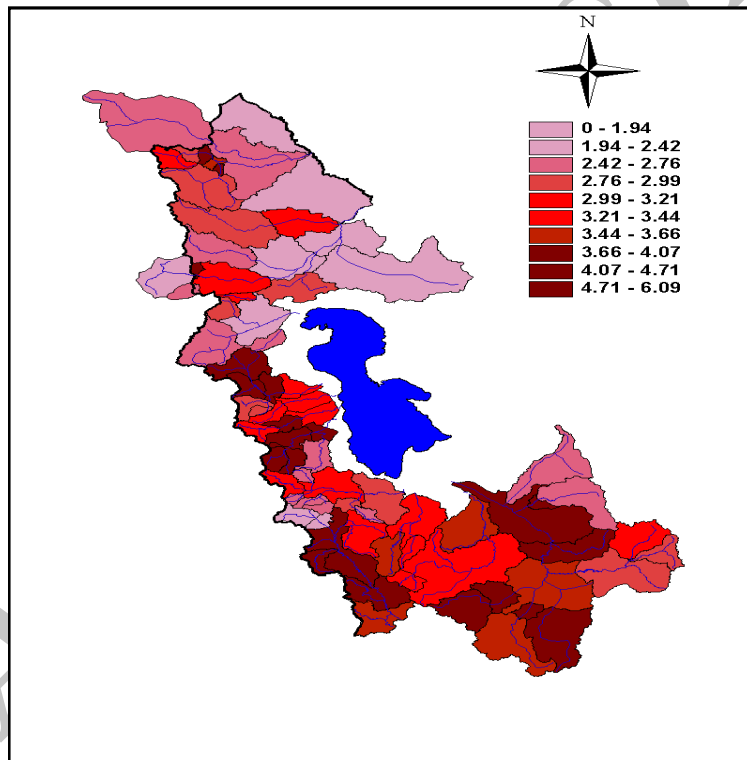
شکل شماره (۶) ضریب سیل‌خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۱۰ سال



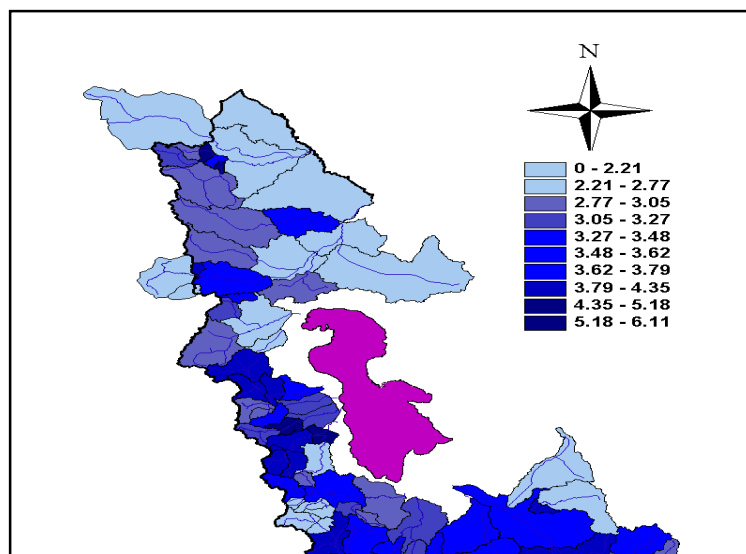
شکل شماره (۷) ضریب سیل‌خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۲۰ سال



شکل (۸) ضریب سیل خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۵۰ سال

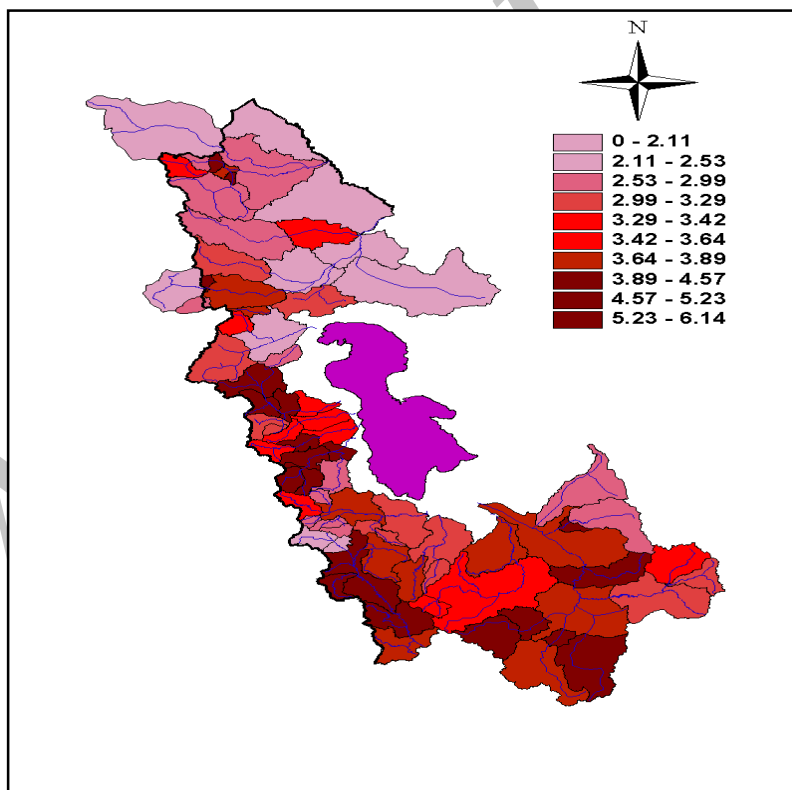


شکل شماره (۹) ضریب سیل خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۱۰۰ سال

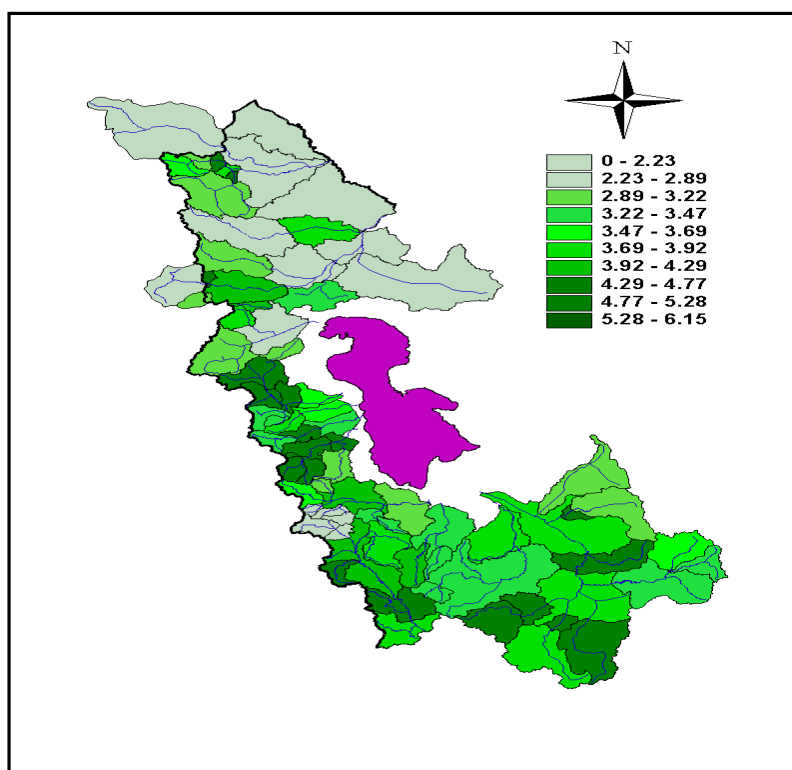




شکل شماره (۱۰) ضریب سیل‌خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۲۰۰ سال



شکل شماره (۱۱) ضریب سیل‌خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۵۰۰ سال



شکل شماره (۱۲) ضریب سیل خیزی استان آذربایجان غربی با دوره برگشت ۱۰۰۰ سال

Archive