

## ارزیابی کمی خطر سیل خیزی در حوزه آبخیز رودخانه بار

علی محمدیان بهبهانی<sup>۱</sup>، محمد فرجی<sup>۲</sup>، نادر جندقی<sup>۳</sup>، محمدعلی صارمی نائینی<sup>۴</sup>، مجتبی زارعیان جهرمی<sup>۵</sup>

### چکیده

با توجه به اینکه روند یابی سیلاب در حوزه های فاقد آمار چه از طریق هیدرولیکی و چه به صورت هیدرولوژیکی عملاً با مشکل مواجه می باشد و از طرفی عدم وجود ایستگاههای هیدرومتری مناسب جهت محاسبه دبی های حداکثر و هیدروگرافهای مربوطه امکان روند یابی و انجام مطالعات سیل خیزی را تنها به استفاده از برخی روشهای تجربی محدود می سازد. در این تحقیق به منظور ارزیابی کمی خطر سیل خیزی در حوزه آبخیز رودخانه بار که یکی از دو حوزه آبخیز بالادست شهر دماوند محسوب می شود، اقدام به محاسبه دبی های ماکزیمم و هیدروگرافهای مربوط با دوره بازگشتهای ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال و سپس مقایسه آن با ظرفیت آگذری مقاطع خروجی زیر حوزه ها و پلها در نزدیکی شهر دماوند با استفاده از روش ضریب زبری مانینگ گردید. نتایج نشان داد که به جز مقطع دهانه پل خروجی حوزه در شهر دماوند سایر مقاطع توان عبور دبی هایی با دوره بازگشت حداکثر ۱۰۰ سال را دارند، هر چند تلفیق این نتایج با سایر زیر حوزه های تغذیه کننده سیلاب در بالادست شهر دماوند از جمله حوزه آبخیز رودخانه تار می تواند احتمالاً نتایج متفاوت تری را نشان دهد.

کلمات کلیدی: روندیابی سیلاب، هیدروگراف، ضریب زبری، دماوند.

<sup>۱</sup> عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه شهید چمران اهواز (behbahani1383@yahoo.com).

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری آبخیزداری و عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه شهید چمران اهواز.

<sup>۳</sup> عضو هیأت علمی گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده گنبد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

<sup>۴</sup> کارشناس ارشد بیابان زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

## مقدمه

وجود سیلابها به لحاظ خسارات هنگفتی که به جاده ها، تأسیسات، پل ها و کانالهای انتقال آب، شهرها، مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی وارد می کنند، حائز اهمیت است. علاوه بر این جاری شدن سیل باعث افزایش فرسایش و رسوب دهی آبراهه ها، پرشدن مخازن سدها و کاهش ظرفیت آنها می شود به طوری که در بعضی از حوزه های آبخیز کشور رسوبدهی زیاد، باعث شده تا عمر مفید سدهای مخزنی مانند سد سفید رود تا به نصف ظرفیت اسمی خود کاهش یابد.

از مجموع ۴۰ حادثه طبیعی شناخته شده در جهان، امکان وقوع ۳۱ مورد آن در ایران وجود داشته که خود دلیلی بر استعداد طبیعی کشور ایران در این زمینه می باشد، که سهم سیل و زلزله در ایجاد خسارات به دلایل متعددی در ایران به مراتب بیشتر از سایر حوادث طبیعی است حوزه آبخیز رودخانه بار که یکی از حوزه های آبخیز بالادست شهر دماوند محسوب می شود و به جهت دارا بودن شرایط خاص آب و هوایی، توپوگرافیکی و ادافیکی از حساسیت ویژه ای از نظر سیل خیزی برخوردار می باشد.

در این تحقیق به منظور ارزیابی کمی خطر سیل خیزی در حوزه آبخیز رودخانه بار که یکی از دو حوزه آبخیز بالادست شهر دماوند محسوب می شود، اقدام به محاسبه دبی های ماکزیمم و هیدروگرافهای مربوط با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال و سپس مقایسه آن با ظرفیت آگذری مقاطع خروجی زیر حوزه ها و پلها در نزدیکی شهر دماوند با استفاده از روش ضریب زبری مانینگ گردید.

## مواد و روشها

حوزه آبخیز رودخانه بار با مساحتی بالغ بر ۴۴ کیلومتر مربع خود یکی از حوزه های مهم حوزه آبخیز دماوند می باشد، که در شمال و شمال غرب شهرستان دماوند بین طول جغرافیایی  $51^{\circ}59'15''$  تا  $52^{\circ}05'00''$  و عرض  $35^{\circ}43'15''$  تا  $35^{\circ}48'00''$  شمالی واقع شده است. در تعیین پارامترهای مورد نیاز برای بررسی سیل خیزی حوزه نیازمند بررسی خصوصیات فیزیکی حوزه، رودخانه و آبراهه های اصلی و فرعی، شکل، مساحت، شیب ارتفاع، جهت و ... می باشیم که از جمله اجزای اصلی و تعیین کننده رفتارهای هیدرولوژیکی یک حوزه آبخیز می باشد. در جدول (۱) برخی مشخصات فیزیوگرافی حوزه به تفکیک زیر حوزه ها آمده است.

جدول شماره ۱ - مشخصات فیزیوگرافی زیر حوزه های حوزه مورد مطالعه

کل حوزه	احمد آباد	چشمه اعلاء	دره سرخ پلنگ	پارامتر / زیر حوزه ها
۴۴۸۱/۶	۴۱۴/۴	۷۹۱/۴	۲۶۵/۶	مساحت ( ha )
۲۹/۹	۹/۰۰	۱۴/۲۳	۹/۱۳	محیط ( km )
۱۹۵۰	۲۰۳۵	۲۰۹۰	۲۰۸۲	ارتفاع حداقل ( m )
۳۱۵۰	۲۷۵۰	۲۵۵۰	۲۷۶۵	ارتفاع حداکثر ( m )
۱۱/۶۴	۴/۵	۶/۴	۴/۲۶	طول آبراهه اصلی ( km )
۱/۲۶	۱/۲۵	۱/۴۲	۱/۵۸	ضریب گراولوس

- مواد

در روند یابی سیلاب به طریق هیدرولیکی نیازمند آمار و اطلاعات دقیق از هیدرو گرافهای طبیعی، تراز سطح آب، معادله پیوستگی جریان و دبی حداکثر سیلاب بوده که حوزه آبخیز رودخانه بار فاقد این نوع اطلاعات می باشد و لذا امکان مطالعات سیل خیزی با مشکل همراه است. در این تحقیق با استفاده از آمار دبی های ۱۳ ایستگاه مجاور حوزه که دارای همگنی و صحت مناسبی بودند استفاده گردید (جدول ۲).

جدول ۲- آمار دبی با دوره بازگشتهای مختلف ایستگاههای مجاور برای استفاده در روش سیلاب منطقه ای

۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	دوره بازگشت های مختلف ایستگاههای مجاور (سال)	
						ایستگاه	رودخانه
۲۲/۳۰	۱۶/۸۳	۱۲/۳۱	۷/۵۹	۴/۸۲	۲/۰۲	پس قلعه	اوسون
۲۳/۳۰	۲۱/۲۳	۱۹/۱۱	۱۶/۲۵	۱۳/۹۶	۱۰/۴۶	مگسک	آب میگون
۲۱۹/۶۳	۱۸۹/۲۱	۱۶۰/۳۳	۱۲۴/۰۶	۹۷/۵۴	۶۱/۵۷	رودک	جاجرود
۱۷۵/۶۹	۱۳۸/۳۲	۱۰۶/۰۳	۷۰/۲۶	۴۷/۷۶	۲۲/۸۳	نچار کلاء	گلندود
۳۵/۰۳	۳۱/۶۹	۲۸/۲۴	۲۳/۴۰	۱۹/۳۹	۱۳/۰۶	اوشان	آهار
۷۲/۱۸	۴۶/۵۳	۲۹/۵۷	۱۵/۶۹	۹/۳۱	۴/۰۹	قلاک	دار آباد
۸۶/۶۷	۶۶/۵۰	۴۹/۱۲	۲۹/۹۸	۱۸/۰۳	۴/۹۰	نارون	افج
۵۷/۲۴	۴۵/۴۵	۳۴/۸۲	۲۲/۳۸	۱۴/۰۳	۳/۹۱	پس قلعه	جعفر آباد
۱۱/۴۳	۱۰/۷۹	۱۰/۹۰	۹/۰۶	۸/۱۳	۶/۴۵	کمرخانی	امامه
۶/۱۹	۵/۶۵	۵/۰۹	۴/۲۹	۳/۶۳	۲/۵۳	باغ تنگه	امامه
۴۳/۴۴	۳۶/۹۲	۳۰/۸۲	۲۳/۳۰	۱۷/۹۲	۱۰/۸۵	علی آباد	لوارک
۵۲/۸۲	۴۳/۳۱	۳۵/۰	۲۵/۶۹	۱۹/۵۸	۱۲/۲۲	روح افزا	-
۹۴/۵	۸۲/۵	۷۰/۴	۵۴/۱۰	۴۱/۲۹	۲۲/۷۶	بومهن	ابرا

روشها

در این تحقیق برای محاسبه دبی های سیلابی با دوره بازگشت های مختلف با توجه به اینکه حوزه دارای آمار مناسب و ایستگاه هیدرومتری نمی باشد، از روشهای تحلیل منطقه ای سیلاب استفاده گردید. که در این تحقیق، در تجزیه و تحلیل منطقه ای سیلاب از روش همبستگی و میانگین نسبتها استفاده شد. که نسبتها بین مساحت و دبی با دوره بازگشتهای مختلف از طریق ایجاد رابطه همبستگی ایجاد می گردد.

برای مقایسه دبی های سیلابی بدست آمده با دوره بازگشتهای مختلف با آبدوی مقاطع حساس حوزه مورد مطالعه مانند پلها، ورودی شهر دماوند و آبراهه های اصلی جهت بررسی خطر سیل خیزی از روش ضریب زبری مانینگ

استفاده شد (فرمول ۱). در این مطالعه ۵ مقطع در نقاط حساس و پر خطر حوزه از نظر سیل خیزی انتخاب و مشخصات هر یک از مقاطع اندازه گیری شد.

$$Q = K \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot A \quad (\text{فرمول ۱})$$

$Q$  = دبی مقطع مورد اندازه گیری بر حسب متر مکعب بر ثانیه

$K$  = ضریب ثابت که بستگی به واحدهای مورد استفاده دارد و در سیستم متریک برابر یک است.

$R$  = شعاع هیدرولیکی که نسبت سطح خیس شده به محیط خیس شده می باشد.

$i$  = شیب سطح آب بر حسب متر بر متر

$A$  = مساحت مقطع بر حسب متر مربع

معادله مانینگ تنها هنگامی می تواند مورد استفاده قرار گیرد که جریان کاملاً آشفته وجود داشته باشد. هندرسون، شرط وجود جریان کاملاً آشفته را با فرمول زیر نشان داد.

$$N^6 \sqrt{R \cdot i} \geq 1.1 \times 10^{-13} \quad (\text{فرمول ۲})$$

در این روش محل اندازه گیری باید طوری انتخاب گردد که تقریباً دارای سطح مقطع یکسان و یک شکل در فاصله ای مستقیم که شیب سطح آب اندازه گیری می شود، باشد. به علاوه ضریب زبری در این فاصله متغیر نبوده و تغییرات ناگهانی شیب طولی نیز وجود نداشته باشد. مهمترین خطایی که در تعیین دبی از روش مانینگ وجود دارد مربوط به محاسبه ضریب زبری می باشد که این امر خصوصاً در بسترهای طبیعی بیشتر است [۴]. در این تحقیق از جداول تعیین ضریب زبری مانینگ برای کانال و مجرا یا جدارهای مختلف که توسط مک کوین (۲۰۰۴) ارائه شده است استفاده گردید که این جداول در مقایسه با موارد مشابه سطوح، مجرا و جداره های طبیعی و مصنوعی بیشتری را جهت تعیین ضریب زبری در نظر گرفته است [۵].

## نتایج

همانطور که گفته شد برای تعیین دبی حداکثر سیلاب با استفاده از آمار ایستگاههای مجاور از روش همبستگی و میانگین نسبتها استفاده شد که در این روش ابتدا بین مساحت و دبی با دوره بازگشتها ی مختلف رابطه همبستگی ایجاد شد و مشاهده شد که بین مساحت و دبی با دوره بازگشت ۲ سال بهترین همبستگی در سطح اعتماد ۵ درصد وجود دارد. ضریب همبستگی محاسبه شده برابر ۰/۹۹۵ می باشد که این ضریب از ضریب همبستگی جدول در سطح اعتماد ۵ درصد که برابر با ۰/۵۵۳ بود بیشتر می باشد و بنابراین رابطه همبستگی معنی دار است.

رابطه همبستگی بین مساحت و دبی با دوره بازگشت ۲ سال به صورت فرمول ۳ می باشد.

$$Q_2 = 0.14A + 2.33 \quad (\text{فرمول ۳})$$

$Q$  = دبی با دوره بازگشت ۲ سال ( بر حسب متر مکعب بر ثانیه )

$A$  = مساحت حوزه ( بر حسب کیلومتر مربع )

جدول (۳) مقادیر دبی های با دوره بازگشتهای مختلف را برای کل حوزه و زیر حوزهها نشان می دهد.

جدول ۳- دبی های سیلابی با دوره بازگشتهای مختلف با استفاده از روش همبستگی میانگین نسبتها

Q100	Q50	Q25	Q10	Q5	Q2	دبی با دوره بازگشتهای مختلف $(\frac{m^3}{s})$ واحد هیدرولوژیک
۲۰/۹۸	۱۶/۲۹	۱۲/۵۱	۸/۳۸	۵/۸۵	۲/۹۱	زیر حوزه احمد آباد
۱۹/۴۶	۱۵/۱۲	۱۱/۶۱	۷/۷۷	۵/۴۳	۷/۲	زیر حوزه دره سرخ پلنگ
۲۴/۷۳	۱۹/۲۰	۱۴/۷۵	۹/۸۷	۶/۸۹	۲/۴۳	زیر حوزه چشمه اعلاء
۶۲	۴۸/۱۶	۳۶/۹۸	۲۴/۷۶	۱۷/۲۸	۸/۶	کل حوزه

جهت ارزیابی خطر سیل خیزی تعداد ۵ مقطع حساس در حوزه شناسایی و مشخصات هر یک در قالب فرمهای جداگانه استخراج گردید و سپس با استفاده از روش مانینگ اقدام به تعیین دبی سیلابی این مقاطع جهت مقایسه با نتایج دبی با دوره بازگشتهای مختلف گردید. جدول (۴) مشخصات مقاطع انتخاب شده و دبی بدست آمده با استفاده از روش مانینگ را برای هر مقطع نشان می دهد.

جدول ۴- مشخصات مقاطع اندازه گیری شده در روش مانینگ جهت ارزیابی سیل خیزی

موقعیت مقطع	دبی $(\frac{m^3}{s})$	سرعت $(\frac{m}{s})$	ضریب زبری	شیب مقطع (درجه)	محیط خیس شده (m)	مساحت مقطع $(m^2)$	پارامتر شماره مقطع
مقطع پل بر روی آبراهه اصلی حوزه پایین تر از دشتیان	۲۴۹/۵۲	۶/۱۸	۰/۰۶۵	۲/۵	۱۸	۴۰/۳۷	۱
محل آبراهه اصلی حوزه در نزدیکی روستای دشتیان	۷۴/۲۵	۵/۱۸	۰/۰۶۰	۳/۵	۱۲/۱۱	۱۴/۳۳	۲
محل پل بر روی آبراهه اصلی اطراف روستای دشت مزار	۴۵/۸۴	۲/۹۵	۰/۱۵	۶	۱۱/۶	۱۵/۵۴	۳
تقاطع آبراهه اصلی با آبراهه خروجی از زیر حوزه دره سرخ پلنگ اطراف روستای اوره	۴۶/۴۴	۶/۸۵	۰/۰۴۵	۵	۷/۵۵	۶/۷۸	۴
محل خروجی آبراهه اصلی در شهر دماوند	۶۱/۲۸	۷/۶۶	۰/۰۵۵	۸	۸	۸	۵

اعداد بدست آمده دبی از این مقاطع با نتایج حاصل از تعیین دبی با دوره بازگشتهای مختلف با استفاده از روش همبستگی و میانگین نسبتها مقایسه گردید. نتایج نشان داد که در سه زیر حوزه احمد آباد، چشمه اعلاء و دره سرخ

پلنگ، مقاطع توان عبور جریانهای محاسبه شده در روش همبستگی و میانگین نسبتها را دارند ولی در خروجی حوزه آبخیز رودخانه بار در محل تلاقی آبراهه اصلی با شهر دماوند دبی ماکزیمم بدست آمده در روش مانینگ که برابر با ۶۱/۲۸ متر مکعب بر ثانیه می باشد کمتر از دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ سال در روش همبستگی و میانگین نسبتها که برابر با ۶۲ متر مکعب بر ثانیه بوده، می باشد. این نسبت نشان می دهد که در این مقطع در مواقع سیلابی با دوره بازگشتهای بیشتر از ۱۰۰ سال، احتمال تخریب سازهها و سرازیر شدن سیلاب به درون شهر دماوند وجود دارد که در نتیجه باید مقطع پل مناسبتری با ظرفیت آگذری بیشتر در نظر گرفته شود. واضح است که توان «حوزه آبخیز رودخانه تار» به عنوان حوزه مجاور حوزه تحقیق - حوزه آبخیز رودخانه بار- می تواند در افزایش خطر سیل خیزی بسیار موثر باشد.

### بحث و نتیجه گیری

هر چند جریان سیلابی در حوزههای آبخیز هیچگاه شبیه جریانهای عبوری از کانالهای آبیاری و هدایت شده نمی باشد بلکه این جریانها به دلیل طی مسیر خود بر روی سطوح توپوگرافی، رسوبات، سنگها و حتی تنه های درختان و ... را با خود حمل می کنند و سبب کاهش ظرفیت مقاطع و سر ریز شدن آب و رسوبات از آنها می گردد به عبارت دیگر می توان گفت علت تخریب برخی از مقاطع، سازه ها و پلها در حوزه مورد مطالعه همین عامل جمع شدن رسوبات در پشت سازه و مسدود شدن دهانه آن به وسیله سنگها، رسوبات و تنه های درختان می باشد. عبور لوله های انتقال آب از زیر پلها در محدوده شهر دماوند (مقاطع شماره ۴،۳ و ۵) باعث کاهش شدیدحجم آگذری سازه شده است و همچنین وجود ساختمانهای مسکونی و تأسیسات در بستر آبراهه و حاشیه آن احتمال بروز خسارات جانی و مالی را در این حوزه در مواقع سیلابی افزایش داده می دهد، زیرا این ساختمان سازیها با هدایت آبراهه به خارج از مسیر اصلی خود همراه است که این انحراف از مسیر اصلی سبب می گردد تا در موقع طغیانی و سیلابی، آبراهه به مسیر اصلی خود برگردد که همان ساختمان ها و تأسیسات مذکور می باشد.

### پیشنهادات

به طور کلی اجرای عملیات آبخیزداری و کنترل سیلاب با انجام مکان یابی مناسب در مسیر آبراهه ها و مقاوم سازی و مراقبت از پلها و سازه ها و همچنین پاک و لایروبی کردن مقطع سازه ها از رسوبات و نخاله های ساختمانی و احداث پلهای با ظرفیت بیشتر به خصوص در نقاط حساس و خروجی آبراهه های حوزه مورد مطالعه می تواند از ایجاد خسارات شدید در هنگام وقوع سیلابها جلوگیری کند.

### منابع و مأخذ

- ۱- ابریشمی، جلیل، حسینی، سید محمود، ۱۳۷۷، هیدرولیک کانالهای روباز، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- ۲- بهبهانی، سید محمود رضا، ۱۳۸۰، هیدرولوژی آبهای سطحی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- سعدالدین، امیر، ۱۳۷۷، جزوه پلی کپی هیدرولوژی کاربردی، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۴- مهدوی، محمد، ۱۳۷۸، هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

5- McCuen, R.H., 2004, Hydrologic Analysis and Design, Prentice-Hall International, ISBN:0131424246.

Archive of SID