

## کالیبراسیون مدل منطقه‌ای سیلاب با استفاده از روش دیکن در مناطق فاقد آمار (مطالعه‌ی موردی حوضه شیوند خوزستان)

آرش آذری<sup>۱</sup>، علی‌جان بافکار<sup>۱</sup>، علی‌محمد آخوندعلی<sup>۲</sup> و عبدالله طاهری تیزرو<sup>۳</sup>

### چکیده

به طور کلی در مطالعه‌ی سیلاب دو دسته اطلاعات ارائه می‌گردد که عبارت است از حداکثر دبی لحظه‌ای و هیدروگراف سیلاب با دوره‌های برگشت مختلف. هدف از این پژوهش تعیین ضرایب منطقه‌ای معادله دیکن جهت محاسبه حداکثر دبی سیلاب در هر دوره برگشت می‌باشد. در این مطالعه به دلیل فقدان آمار اندازه‌گیری در حوضه شیوند از اطلاعات ایستگاه‌های مجاور استفاده شد. آمار حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب رودخانه‌های واقع در پیرامون محدوده طرح پس از جمع‌آوری و کنترل، تصحیح و تکمیل گردید. سری درازمدت آماری دبی اوج سیلاب توسط توزیع‌های احتمالاتی مختلف مورد تحلیل فراوانی واقع شد و براساس نتایج آزمون‌های آماری بهترین توزیع برازش یافته بر سری آماری سیلاب هر یک از ایستگاه‌های هیدرومتری انتخاب گردید. مقادیر دبی اوج سیلاب با دوره‌های برگشت مختلف در تمام ایستگاه‌ها با استفاده از توزیع منتخب برآورد گردید. سپس با ایجاد روابط همبستگی بین مساحت ایستگاه‌ها و مقادیر دبی سیلاب در هر دوره برگشت، معادله‌ی دبی - مساحت در هر دوره برگشت بر اساس رابطه‌ی دیکن به‌دست آمد. با ایجاد همبستگی بین مقادیر  $C$  و  $N$  (ضرایب معادله‌ی دیکن) با دوره برگشت سیلاب، دو معادله برای محاسبه  $C$  و  $N$  بر حسب دوره برگشت سیلاب به‌دست آمد. با جای‌گزین کردن این معادله‌ها به‌جای  $C$  و  $N$  در معادله دیکن، معادله‌ی نهایی جهت برآورد سیلاب در منطقه طرح پیشنهاد گردید و با استفاده از آن مقادیر سیلاب با دوره‌های برگشت مختلف برای حوضه شیوند تخمین زده شد.

واژه‌های کلیدی: حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب، روش دیکن، دوره برگشت سیلاب

۱ و ۳. به ترتیب مربیان و استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

۲. دانشیار گروه هیدرولوژی و منابع آب، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران، اهواز

## مقدمه

کریگر رضایت بخش تر بود. هم‌چنین اختلاف مقادیر پیش‌بینی توسط این مدل با مقادیر مشاهداتی در ایستگاه‌ها در مقایسه با روش کریگر کمتر بود. بهرامی و همکاران (۱۳۸۷) به‌منظور تهیه مدل‌های منطقه‌ای سیلاب در حوضه آبخیز سفیدرود از بین ۱۳ ایستگاه هیدرومتری موجود در حوضه مذکور، در نهایت ۷ ایستگاه که دارای حداقل آمار لازم بودند را انتخاب نمودند. پس از تکمیل و تطویل آمار، توزیع‌های مختلف آماری بر داده‌ها برازش داده شد و بهترین توزیع برای هر ایستگاه انتخاب شد، آنگاه با استفاده از توزیع‌های منتخب، دبی با دوره برگشت ۲ الی ۲۰۰ ساله برآورد گردید. سپس روابطی با دقت بالا بین دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره‌های برگشت مختلف و مساحت به‌دست آمد که به‌عنوان مدل‌های منطقه‌ای از آن‌ها استفاده شد. هینز و استدینگر (۱۹۹۸) با شبیه‌سازی ۱۴۵ حوضه در مونت کارلوی آمریکا به این نتیجه رسیدند که استفاده از رگرسیون خطی در برآورد دبی پیک سیلاب از روی مشخصات فیزیوگرافی حوضه در مقایسه با رگرسیون غیر خطی به جواب‌های مناسب و واقعی‌تری منتهی می‌شود. بوختون (۲۰۰۵) از داده‌های بارش و رواناب روزانه و مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه در یک دوره آماری ۶۴ ساله جهت استخراج مدل سیلاب در حوضه‌های شرق استرالیا استفاده کرد. با تفکیک سال‌های آماری به دوره‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ساله و استفاده از هر کدام، مدل روزانه بارش-رواناب را کالیبره نمود. در نهایت نتیجه گرفت که استفاده از داده‌های آماری ۲ و ۵ ساله اختلافی حدود ۲۱- تا ۳۱+ درصد با داده‌های واقعی داشته اما استفاده از داده‌های با دوره آماری بیش از ۱۰ سال مخصوصاً ۳۰ ساله منجر به کالیبراسیون دقیق‌تر مدل شده و اختلافات جزئی می‌باشد. رابرت لیندر (۲۰۰۷) از داده‌های بارندگی و دمای روزانه به منظور تعیین ضرایب مدل هواشناسی منطقه‌ای<sup>۱</sup> در سه زیر حوضه رودخانه میوس واقع در مرز بلژیک و فرانسه استفاده و تاثیر تغییرات آب و هوایی روی سیلاب مربوط به زیر حوضه‌های مذکور را بررسی کرد. پس از کالیبراسیون مدل مقادیر سیلاب را با دوره برگشت‌های

لزوم پیش‌بینی طغیان استثنایی رودخانه‌ها در طراحی سدها، کالورت‌ها، پل‌ها و سایر بناهای آبی که بر روی رودخانه‌ها و مجاری طبیعی احداث می‌شوند، امری مسلم است. زیرا ابعاد این گونه سازه‌ها و در نتیجه، هزینه‌ی احداث آن‌ها کاملاً به انتخاب سیل مورد نظر وابسته است. از روش‌های مهم و متداول در برآورد دبی اوج سیلاب که مبتنی بر آمار و اطلاعات محلی می‌باشد، روش تحلیل منطقه‌ای یا مدل‌بندی سیلاب بوده که توسط اکثر پژوهش‌گران مورد استفاده قرار گرفته است (بهنیا و شامحمدی حیدری، ۱۳۸۴). نتایج آنالیز منطقه‌ای معمولاً به‌صورت معادلات، منحنی و نمودار ارائه می‌شود که بر اساس این روابط ریاضی و ترسیمی می‌توان برای هر نقطه از منطقه مورد بررسی که فاقد آمار باشد، مقادیر سیلاب طرح با دوره برگشت‌های مورد نظر را با تقریب برآورد کرد. غیائی و همکاران (۱۳۸۲) به بررسی تاثیر برخی ویژگی‌های هندسی آبخیزها بر سیلاب‌های حداکثر لحظه‌ای با دوره برگشت‌های مختلف پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که در این منطقه پارامترهای مساحت، ارتفاع متوسط، شیب رودخانه، درصد پوشش جنگلی، تراکم زهکشی و بارش متوسط سالیانه نقش تعیین‌کننده داشته و متغیر مساحت عامل اصلی در تعیین همگنی است. بهنیا و شامحمدی حیدری (۱۳۸۴) مدل منطقه‌ای برآورد سیلاب حداکثر در حوضه‌های فاقد آمار شرق و جنوب شرق جلگه خوزستان را در حوضه‌ای با مساحت بیش از ۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع تعیین نمودند. ابتدا با انتخاب یک دوره شاخص ۴۴ ساله آمار طغیان‌های لحظه‌ای از طریق معادلات همبستگی تکمیل گردید. سپس با انتخاب توزیع مناسب، طغیان با دوره‌های برگشت مختلف محاسبه گردید و مدل منطقه‌ای سیلاب بر اساس دوره برگشت سیلاب و مساحت برای حوضه مورد مطالعه پیشنهاد گردید. شرکت مهندسين مشاور بندآب غرب (۱۳۸۶) برای محاسبه سیلاب طرح بند انحرافی برناج کرمانشاه با مساحت حوضه بیش از ۱۰۰ کیلومتر مربع، از روش کالیبراسیون معادله دیکن در منطقه استفاده کرد که نتایج حاصله نسبت به مدل‌های دیگر از جمله

جهت برآورد سیلاب با دوره برگشت‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه از اهداف دیگر این پژوهش است.

مختلف محاسبه نمود و با داده‌های واقعی مقایسه نمود که اختلافات به‌دست آمده جزئی گزارش شد. با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص برآورد سیلاب به نظر می‌رسد که مدل‌های به‌کار گرفته شده برای هر منطقه باید کالیبره گردد. هم‌چنین در برخی منابع معادله دیکن تنها بر اساس مساحت ذکر شده است (علیزاده، ۱۳۸۷). هدف از انجام این پژوهش تعیین ضرایب منطقه‌ای مدل دیکن با در نظر گرفتن آمار بلند-مدت حداکثر سیلاب لحظه‌ای ایستگاه‌های واقع در محدوده منطقه مورد مطالعه می‌باشد. اعمال دوره برگشت سیلاب در معادله دیکن و پیشنهاد معادله نهایی

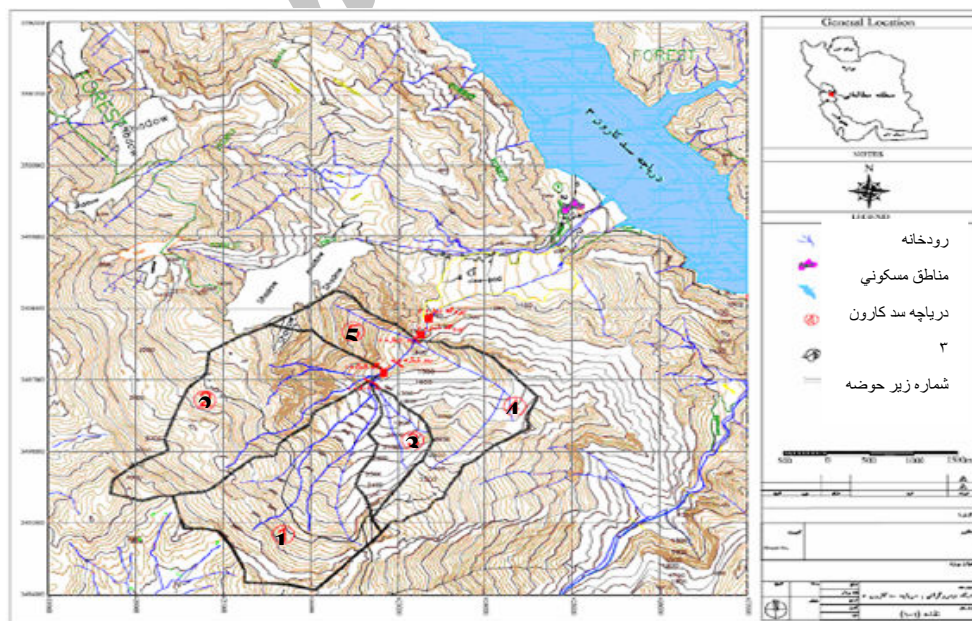
### مواد و روش‌ها

#### موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه شیوند واقع در غرب استان خوزستان، از زیرحوضه‌های حوضه کارون می‌باشد. نقشه موقعیت حوضه مطالعاتی و زیرحوضه‌ها و شبکه آبراهه‌ها در شکل (۱) آمده است. به‌دلیل فقدان ایستگاه هیدرومتری در این حوضه از آمار و اطلاعات حوضه‌های مجاور استفاده شد که مشخصات ایستگاه‌های منتخب پیرامون محدوده حوضه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: جدول مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری مورد استفاده در محدوده طرح

شماره	نام ایستگاه	کد ایستگاه	رودخانه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	مساحت حوضه (Km <sup>2</sup> )	سازمان آب	حوضه
۱	بارز	۲۱-۲۲۵	خرسان	۵۰°۲۵'	۳۱°۳۱'	۸۱۵	۸۹۰۰	اصفهان	کارون
۲	ارمند	۲۱-۲۳۱	کارون	۵۰°۴۶'	۳۱°۴۱'	۱۰۵۰	۹۹۰۰	اصفهان	کارون
۳	مرغک	۲۱-۲۳۳	بازفت	۵۰°۲۸'	۳۱°۳۹'	۸۶۰	۲۳۵۵	اصفهان	کارون
۴	پل شالو	۲۱-۲۳۷	کارون	۵۰°۰۸'	۳۱°۴۵'	۷۰۰	۲۳۴۰۰	خوزستان	کارون
۵	دزک آباد	۲۱-۴۱۹	بیرگان	۵۰°۲۰'	۳۲°۱۴'	۲۱۵۰	۵۶۳	اصفهان	کارون
۶	بهشت آباد	۲۱-۴۲۵	بهشت آباد	۵۰°۳۸'	۳۲°۰۲'	۱۶۷۰	۳۸۲۶	اصفهان	کارون
۷	چونقان	۲۱-۴۲۹	چونقان	۵۰°۳۹'	۳۲°۰۶'	۱۹۲۰	۹۱۰	اصفهان	کارون
۸	کوه سوخته	۲۱-۴۹۷	کیار (کارون)	۵۰°۳۹'	۳۲°۰۶'	۲۰۰۰	۲۹۱۰	اصفهان	کارون
۹	ماشین	۲۲-۰۱۱	رود زرد	۴۹°۴۳'	۳۱°۲۳'	۳۵۰	۸۷۵	خوزستان	مارون
۱۰	جوکنک	۲۲-۰۱۳	الله	۴۹°۴۳'	۳۱°۲۰'	۳۳۰	۲۳۴۶	خوزستان	مارون



شکل ۱: نقشه توپوگرافی، شبکه آبراهه‌ها و موقعیت منطقه مطالعاتی (سازمان آب و برق خوزستان)

شد. با ایجاد همبستگی بین مقادیر  $C$  و  $N$  با دوره برگشت سیلاب، دو معادله برای محاسبه  $C$  و  $N$  بر حسب دوره برگشت سیلاب به دست آمد. با جای‌گزین کردن این معادلات به جای  $C$  و  $N$  در معادله دیکن، معادله نهایی کالیبره شده جهت برآورد سیلاب در منطقه طرح پیشنهاد گردید. سپس با استفاده از مدل نهایی کالیبره شده دیکن و مشخصات زیرحوضه‌های حوضه شیوند مقادیر سیلاب در کل حوضه شیوند با دوره برگشت‌های مختلف محاسبه شد.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از ماتریکس همبستگی بین حداکثر دبی لحظه‌ای ایستگاه‌ها در جدول (۲) آمده است که با استفاده از آن روابط بازسازی با بالاترین میزان ضریب همبستگی که در سطح اعتماد ۹۹٪ قابل قبول بودند انتخاب شد. روابط بازسازی که با استفاده از آن‌ها داده‌های سیلاب ایستگاه‌ها بازسازی شد در جدول (۳) آورده شده است.

به منظور بررسی همگن بودن داده‌ها آزمون جرم مضاعف در ایستگاه‌های منتخب انجام شد که نتایج حاصل از آن در شکل (۲) آمده است. هم‌چنین برای بررسی تصادفی بودن داده‌ها آزمون ران تست در این ایستگاه‌ها انجام شد که در جدول (۴) آورده شده است. انجام این آزمون در تمام ایستگاه‌ها نتایج درستی داده‌ها را اثبات نمود.

آنالیز منطقه‌ای سیلاب در کلیه ایستگاه‌های هیدرومتری و انجام آزمون کای اسکوئر ( $\chi^2$ ) نشان داد که بهترین توزیع برای داده‌های سیل، توزیع لوگ پیرسون است. لذا سیل با دوره‌های برگشت مختلف در هر ایستگاه با استفاده از این توزیع محاسبه گردید که در جدول (۵) آورده شده است.

### بازسازی داده‌ها و آنالیز منطقه‌ای سیلاب ایستگاه‌ها

با استفاده از مقادیر حداکثر دبی روزانه موجود و ایجاد همبستگی خطی با ماکزیمم پیک سیل، داده‌های حداکثر دبی لحظه‌ای سیل بر اساس آمار ۳۵ ساله به روش زیر بازسازی شد. ابتدا با انجام آزمون گرافیکی داده‌های پرت<sup>۱</sup> بر روی داده‌های حداکثر دبی لحظه‌ای ایستگاه‌ها، داده‌های پرت حذف گردید. به‌منظور تعیین روابط بازسازی بین ایستگاه‌ها ماتریس همبستگی تشکیل گردید. سپس روابط بازسازی با بالاترین میزان ضریب همبستگی که در سطح اعتماد ۹۹٪ قابل قبول بودند، انتخاب شدند که با استفاده از آن‌ها داده‌های سیلاب ایستگاه‌ها بازسازی شد. در مورد داده‌های ایستگاه‌های منتخب در محدوده منطقه مورد مطالعه و اطراف آن به‌منظور بررسی همگن بودن داده‌ها آزمون جرم مضاعف انجام شد. در بعضی از ایستگاه‌ها که دارای همگنی خوبی نبود با ایجاد رابطه خطی میان میانگین وزنی تجمعی آن ایستگاه و میانگین تجمعی کل ایستگاه‌ها، داده‌های آن ایستگاه بازسازی شد. هم‌چنین برای بررسی تصادفی بودن داده‌ها آزمون ران تست<sup>۲</sup> در کلیه ایستگاه‌های منتخب انجام شد. سپس بر روی داده‌های بازسازی شده سیلاب سالانه هر ایستگاه در نرم افزار SMADA توزیع‌های گامبل، پیرسون، لوگ پیرسون، نرمال، لوگ نرمال ۲ پارامتری و لوگ نرمال ۳ پارامتری برآزش داده شد و مناسب‌ترین توزیع حاکم بر داده‌های سیل با استفاده از آزمون کای اسکوئر ( $\chi^2$ ) و طبق معادله زیر تعیین گردید. توزیعی که کم‌ترین مقدار  $\chi^2$  را داشت به‌عنوان توزیع مناسب انتخاب شد و سیل با دوره برگشت‌های مختلف در هر ایستگاه با استفاده از این توزیع محاسبه گردید.

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} \quad (1)$$

با ایجاد روابط همبستگی بین مساحت ایستگاه‌ها و مقادیر دبی سیلاب در هر دوره برگشت معادلات دبی مساحت برای هر دوره برگشت بر اساس رابطه دیکن به دست آمد. سپس مقادیر  $C$  و  $N$  در معادلات پیشنهادی طبق فرمول  $Q = CA^N$  برای تمام دوره برگشت‌ها ثبت

1. Outlayer
2. Run test

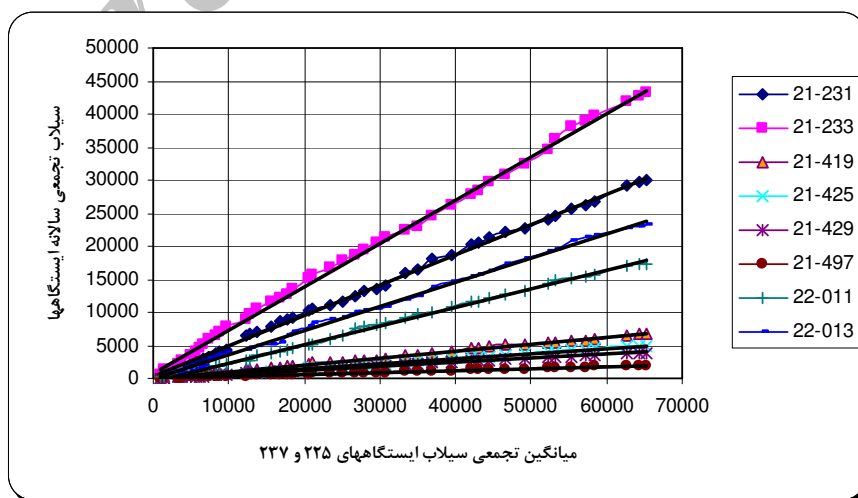
جدول ۲: مقادیر  $R^2$  در ماتریکس همبستگی بین حداکثر دبی لحظه‌ای ایستگاه‌ها

$R^2$  کد ایستگاهها و مقادیر  $R^2$

کد ایستگاهها	۲۲-۰۱۱	۲۱-۴۹۷	۲۱-۴۲۹	۲۱-۴۲۵	۲۱-۴۱۹	۲۱-۲۳۷	۲۱-۲۳۳	۲۱-۲۳۱	۲۱-۲۲۵
۲۱-۲۲۵	۰/۱۸۲	۰/۰۵۶	۰/۰۸۰	۰/۰۱۰	۰/۱۵۵	۰/۵۵۲	۰/۳۹۳	۰/۴۲۱	۰/۰۰۰
۲۱-۲۳۱	۰/۱۹۹	۰/۶۳۶	۰/۴۹۸	۰/۸۱۹	۰/۸۴۳	۰/۶۷۹	۰/۴۳۹	۱/۰۰۰	۰/۴۲۱
۲۱-۲۳۳	۰/۳۰۱	۰/۸۸۰	۰/۵۵۹	۰/۵۲۹	۰/۳۵۱	۰/۶۲۴	۱/۰۰۰	۰/۴۳۹	۰/۳۹۳
۲۱-۲۳۷	۰/۵۵۱	۰/۵۲۷	۰/۵۸۸	۰/۸۲۸	۰/۸۰۸	۱/۰۰۰	۰/۶۲۴	۰/۶۷۹	۰/۵۵۲
۲۱-۴۱۹	۰/۴۲۷	۰/۴۶۹	۰/۵۰۱	۰/۹۴۷	۱/۰۰۰	۰/۸۰۸	۰/۳۵۱	۰/۸۴۳	۰/۱۵۵
۲۱-۴۲۵	۰/۴۹۶	۰/۹۰۵	۰/۷۴۸	۱/۰۰۰	۰/۹۴۷	۰/۸۲۸	۰/۵۲۹	۰/۸۱۹	۰/۱۰
۲۱-۴۲۹	۰/۳۳۷	۰/۴۷۴	۱/۰۰۰	۰/۷۴۸	۰/۷۴۸	۰/۵۸۸	۰/۵۵۹	۰/۴۹۸	۰/۰۸۰
۲۱-۴۹۷	۰/۵۰۸	۱/۰۰۰	۰/۴۷۴	۰/۷۴۸	۰/۹۰۵	۰/۴۶۹	۰/۸۸۰	۰/۶۳۸	۰/۰۵۶
۲۲-۰۱۱	۱/۰۰۰	۰/۳۹۷	۰/۳۳۷	۰/۳۳۷	۰/۴۹۶	۰/۴۲۷	۰/۳۰۱	۰/۱۹۹	۰/۱۸۲
۲۲-۰۱۳	۰/۳۹۷	۰/۴۸۰	۰/۴۶۵	۰/۴۶۵	۰/۶۱۹	۰/۲۵۴	۰/۴۴۱	۰/۳۴۸	۰/۲۶۴

جدول ۳: روابط بازسازی داده‌های حداکثر دبی لحظه‌ای

سطح اعتماد	کمترین $R^2$ مجاز	درجه آزادی	تعداد داده‌ها	$R^2$	معادله بازسازی	ایستگاه ناقص	ایستگاه مبنا
۹۹٪	۰/۳۸۶۸	۴۱	۴۳	۰/۵۵۲	$Y = 1/389X + 47.0/87$	۲۱-۲۳۷	۲۱-۲۲۵
۹۹٪	۰/۵۴۹۵	۱۸	۲۰	۰/۵۵۱	$Y = 0/237X - 56/86$	۲۲-۰۱۱	۲۱-۲۳۷
۹۹٪	۰/۳۹۱۳	۴۰	۴۲	۰/۶۷۹	$Y = 0/353X + 7/63$	۲۱-۲۳۱	۲۱-۲۳۷
۹۹٪	۰/۷۰۷۹	۱۰	۱۲	۰/۵۸۸	$Y = 0/254X + 44/21$	۲۱-۴۲۹	۲۱-۲۳۷
۹۹٪	۰/۸۳۵۱	۶	۸	۰/۷۴۹	$Y = 0/075X^{1/266}$	۲۱-۴۲۵	۲۱-۲۳۷
۹۹٪	۰/۴۷۸۲	۲۶	۲۸	۰/۶۲۴	$Y = 0/384X + 312/54$	۲۱-۲۳۳	۲۱-۲۳۷
۹۹٪	۰/۷۳۶۷	۹	۱۱	۰/۸۷۹	$Y = 0/046X - 2/625$	۲۱-۴۹۷	۲۱-۲۳۳
۹۹٪	۰/۶۳۳۵	۱۳	۱۵	۰/۵۹۴	$Y = 56/24 \exp(0/0012X)$	۲۱-۴۱۹	۲۱-۲۳۱
۹۹٪	۰/۴۰۰۷	۳۸	۴۰	۰/۴۵۶	$Y = 0/188X + 171/03$	۲۲-۰۱۳	۲۱-۲۳۷



شکل ۲: آزمون جرم مضاعف در ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۴: نتایج حاصل از آزمون ران تست در ایستگاه‌های منتخب

Result	U Limit	U(22-43)	N1(22-43)	N0(22-43)	U Limit	U(1-21)	N1(1-21)	N0(1-21)	Run-test
درست	۶-۱۵	۱۲	۱۵	۷	۵-۱۴	۱۲	۶	۱۶	۲۱-۲۲۵
درست	۷-۱۷	۱۷	۱۱	۱۱	۴-۱۰	۷	۴	۱۸	۲۱-۲۳۱
درست	۶-۱۷	۱۳	۱۳	۹	۳-۸	۷	۳	۱۹	۲۱-۲۳۳
درست	۶-۱۵	۱۲	۱۵	۷	۴-۱۰	۸	۴	۱۸	۲۱-۲۳۷
درست	۶-۱۶	۱۱	۸	۱۴	۲-۶	۵	۲	۲۰	۲۱-۴۱۹
درست	۶-۱۶	۱۴	۱۴	۸	۴-۱۰	۸	۴	۱۸	۲۱-۴۲۵
درست	۵-۱۴	۱۲	۱۶	۶	۴-۱۰	۸	۴	۱۸	۲۱-۴۲۹
درست	۷-۱۷	۱۵	۱۲	۱۰	۳-۸	۷	۳	۱۹	۲۱-۴۹۷
درست	۶-۱۷	۱۴	۱۳	۹	۴-۱۰	۸	۴	۱۸	۲۲-۰۱۱
درست	۷-۱۷	۱۲	۱۲	۱۰	۵-۱۴	۷	۶	۱۶	۲۲-۰۱۳

جدول ۵: دبی‌های حداکثر لحظه‌ای سیلاب با دوره‌های برگشت مختلف در ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب

n	ایستگاه	توزیع	مساحت (km <sup>2</sup> )	دوره برگشت سیلاب (سال)										
				۱۰۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۳	۲
۱	۲۱-۲۲۵	LP	۸۹۰۰	۶۳۵۸	۴۹۵۰/۱	۴۵۱۸	۳۹۴۲	۳۵۰۲/۶	۳۰۵۹/۹	۲۶۱۳/۴	۲۰۱۴/۶	۱۵۴۹/۷	۱۱۹۳/۸	۸۹۱/۵
۲	۲۱-۲۳۱	LP	۹۹۰۰	۱۰۲۱۹	۵۷۰۲	۴۷۲۲/۴	۳۶۳۴	۲۹۴۵/۸	۲۳۵۶/۳	۱۸۵۲/۱	۱۲۹۵	۹۴۱/۸	۷۰۹/۷	۵۳۴/۷
۳	۲۱-۲۳۳	LP	۲۳۵۵	۸۶۱۸	۵۲۹۶/۸	۴۵۲۶/۹	۳۶۶۷	۳۰۹۷/۵	۲۵۹۳/۸	۲۱۴۷/۲	۱۶۳۰	۱۲۸۱/۶	۱۰۴۰/۲	۸۴۸/۱
۴	۲۱-۲۳۷	LP	۲۳۴۰۰	۱۴۸۹۴	۱۰۳۰۸	۹۱۰۰	۷۶۱۴/۱	۶۵۷۰	۵۵۸۶/۸	۴۶۶۶/۵	۳۲۲۵	۲۷۰۶/۶	۲۱۱۳/۴	۱۶۲۸
۵	۲۱-۴۱۹	LP	۵۶۲	۱۲۳۳۱۶	۳۵۴۹/۲	۲۴۴۳	۱۴۹۰/۳	۱۰۲۳/۹	۷۰۱/۷	۴۷۸/۷	۴۸۵/۲	۱۸۹/۴	۱۳۷/۴	۱۰۳/۹
۶	۲۱-۴۲۵	LP	۳۸۲۶	۱۱۲۳۳/۳	۷۴۹/۳	۶۵۲/۲	۵۳۴	۴۵۲	۳۷۶/۱	۳۰۵/۱	۲۲۱	۱۶۲/۱	۱۲۰/۸	۸۸/۳
۷	۲۱-۴۲۹	LP	۹۱۰	۳۸۹/۳	۳۲۳/۲	۳۰۱/۷	۲۷۲	۲۴۸/۵	۲۲۴	۱۹۸/۲	۱۶۱/۷	۱۳۱/۴	۱۰۶/۷	۸۴/۴
۸	۲۱-۴۹۷	LP	۲۹۱۰	۷۵۴/۷	۳۶۹	۲۹۵/۸	۲۱۹/۶	۱۷۴/۳	۱۳۷/۴	۱۰۷/۳	۷۵/۸	۵۶/۷	۴۴/۶	۳۵/۷
۹	۲۲-۰۱۱	LP	۸۷۵	۴۶۸۳/۶	۳۰۷۴	۲۶۵۷	۲۱۵۱/۲	۱۸۰۱/۸	۱۴۸۰	۱۱۶۸/۷	۸۳۲/۶	۶۹۲/۸	۴۲۸/۵	۳۰۲/۲
۱۰	۲۲-۰۱۳	LP	۲۳۴۶	۳۸۹۵	۲۸۲۲/۵	۲۵۲۱/۹	۲۱۴۰/۴	۱۶۶۳/۵	۱۵۹۶/۶	۱۳۳۸/۹	۱۸	۷۸۹/۱	۵۹۱/۲	۴۴۴/۳

مربوط به این معادلات در شکل‌های (۳) و (۴) آمده است.

$$C = 1/4 T^{0.548}, R^r = 0.99 \quad (2)$$

$$N = 0.69 T^{-0.61}, R^r = 0.95 \quad (3)$$

با جای‌گزین کردن این معادلات به جای C و N در معادله دیکن، معادله نهایی کالیبره شده جهت برآورد سیلاب در منطقه طرح به‌صورت زیر پیشنهاد گردید.

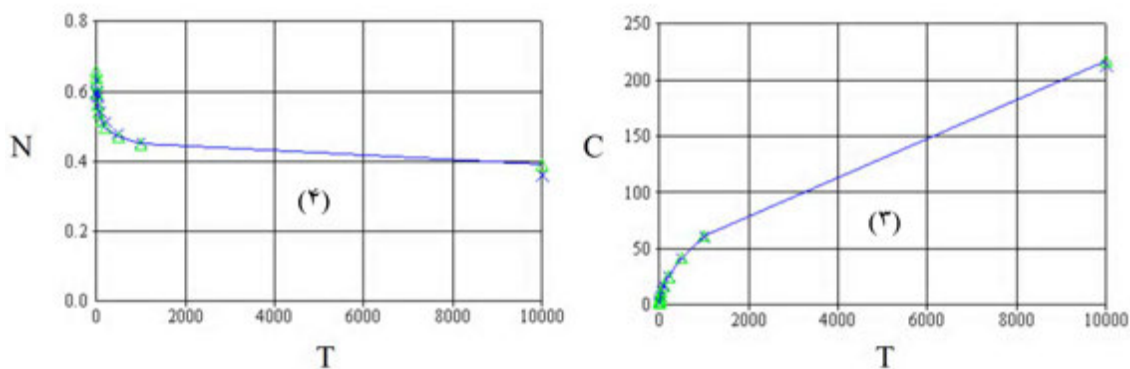
$$Q = 1/4 T^{0.548} \times A^{0.69 T^{-0.61}} \quad (4)$$

مقادیر C و N در معادلات همبستگی بین مساحت ایستگاه‌ها و مقادیر دبی سیلاب، طبق فرمول  $Q = CA^N$  برای تمام دوره برگشت‌ها ثبت شد که نتایج آن در جدول (۶) مشاهده می‌شود.

با ایجاد همبستگی بین مقادیر C و N با دوره برگشت سیلاب دو معادله (۲) و (۳) برای محاسبه C و N بر حسب دوره برگشت سیلاب به‌دست آمد که نمودار

جدول ۶: مقادیر C و N در معادلات دبی- مساحت برای هر دوره برگشت

دوره برگشت سیلاب (سال)											ضرایب
۱۰۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۳	۲	رگرسیون
۲۱۲/۹	۶۰/۹	۴۱/۹	۲۵/۶	۱۷/۱	۱۲/۱	۸/۱	۵/۵	۳/۸	۲/۴	۱/۸	C
۰/۳۶	۰/۴۵۴	۰/۴۸۱	۰/۵۱۴	۰/۵۴	۰/۵۶۱	۰/۵۸۳	۰/۵۹۲	۰/۶	۰/۶۳	۰/۶۳	N
۰/۱۵۰۹۹	۰/۶۱۴۸	۰/۶۳۶۴	۰/۶۵۸۰	۰/۶۶۸۵	۰/۶۸۰۴	۰/۶۸۷۷	۰/۶۹۲۸	۰/۶۷۸۲۳	۰/۶۸۸۴	۰/۷۰۶۷۹	R



شکل های ۳ و ۴: نمودار تغییرات ضرایب معادله دیکن (C و N) با دوره برگشت سیلاب (T)

جدول ۸: مقادیر برآورد شده سیلاب با دوره های برگشت مختلف در کل حوضه شیوند (مدل دیکن)

دبی پیک سیلاب ( $m^3/Sec$ )	دوره برگشت (سال)	مساحت حوضه ( $Km^2$ )
۱۰/۰۶۴	۲	۱۱/۱۶
۱۲/۰۶۹	۳	۱۱/۱۶
۱۵/۱۹۳	۵	۱۱/۱۶
۲۰/۸۱۶	۱۰	۱۱/۱۶
۳۱/۶۹۶	۲۵	۱۱/۱۶
۴۳/۶۹۷	۵۰	۱۱/۱۶
۶۰/۳۹۱	۱۰۰	۱۱/۱۶
۸۳/۶۶۱	۲۰۰	۱۱/۱۶
۱۲۹/۱۷	۵۰۰	۱۱/۱۶
۱۷۹/۸۶	۱۰۰۰	۱۱/۱۶
۳۹۰/۹۹	۵۰۰۰	۱۱/۱۶
۵۴۷/۹۹	۱۰۰۰۰	۱۱/۱۶

با استفاده از مدل نهایی کالیبره شده دیکن و مشخصات زیرحوضه های حوضه شیوند در جدول شماره (۷) مقادیر سیلاب برای تمام زیر حوضه ها و کل حوضه شیوند قابل محاسبه است. در نهایت مقادیر سیلاب با دوره های برگشت مختلف برای کل حوضه شیوند محاسبه شد که نتایج آن در جدول (۸) آورده شده است.

جدول ۷: مشخصات مربوط به زیر حوضه های شیوند

زیر حوضه	مساحت ( $km^2$ )	طول آبراهه اصلی
۱	۳/۶۸	۲/۶۸
۲	۳/۴۷	۲/۴۴
۳	۰/۷۷	۱/۲۹
۴	۲/۴۲	۲/۶۵
۵	۰/۸۲	۱/۰۶
کل حوضه	۱۱/۱۶	۳/۴۹

این مدل در پیش‌بینی سیلاب، طرح سد انحرافی برناج در استان کرمانشاه که توسط شرکت مهندسیین مشاور بندآب غرب (۱۳۸۶) صورت گرفت و برای منطقه‌ای بیش از ۱۰۰ کیلومتر مربع کالیبره گردید، می‌توان کاربرد مدل مذکور را برای حوضه‌های بیش از ۱۰۰ کیلومتر مربع نیز در صورت کالیبراسیون آن و اعمال دوره برگشت سیلاب در این مدل، پیشنهاد کرد.

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد در این پژوهش اثر دوره برگشت سیلاب نیز در نظر گرفته شده است. این در حالی است که در برخی منابع از جمله مطالعات صورت گرفته توسط علیزاده (۱۳۸۵) معادله دیکن به صورت کلی و بدون در نظر گرفتن دوره برگشت سیلاب معرفی شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش و مقایسه آن با مطالعات به‌عمل آمده از کاربرد

Archive of SID



## منابع

- بهرامی، ج.، کاویانپور، م.، اصلانی، ف. و شاملو، ح. ۱۳۸۷. آنالیز منطقه‌ای دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب (مطالعه‌ی موردی: حوضه آبریز سفیدرود در استان کردستان). سومین کنفرانس مدیریت منابع آب دانشگاه تبریز، جلد اول.
- شامحمدی حیدری، ز. و بهنیا، ع. ۱۳۸۴. تعیین مدل منطقه‌ای برآورد سیلاب حداکثر در حوضه‌های فاقد آمار شرق و جنوب شرق جلگه خوزستان. نشریه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره پنجم، ص ۱۵-۱۰.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۵. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ بیستم، ص ۷۴۱-۷۳۹
- غیاثی، ن.، عرب خدیری، م.، غفاری، ع. و حاتمی، ح. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر برخی ویژگی هندسی آبخیزها بر سیلاب‌های حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های مختلف. نشریه پژوهش و سازندگی، شماره ۳۸، ص ۱۰-۳.
- مهندسین مشاور بندآب غرب. ۱۳۸۶. مطالعات هیدرولوژی طرح سد انحرافی برناج کرمانشاه. جلد اول، ص ۶۳-۶۰.
- Boughton, W. C. 2005. Effect of data length on rainfall- run off modeling. *Journal of Environmental Modeling & Software* 22: 406-413.
- Heinz, D. F., and J. R. Stedinger. 1998. Using regional regression within index flood procedures and an empirical Bayesian estimator. *Journal of Hydrology*, 210: 97-109.
- Leander, R. 2007. Estimated changes in flood quantiles of the river Meuse from resampling of regional climate model output. *Journal of Hydrology*, 351: 331-343.

## Calibration of Flood Regional Model by Diken's Method in Regions With Lack of Data

(Case Study: Sheyvand Basin of Khozestan, Iran)

Azari<sup>1</sup>, A., Bafkar<sup>1</sup>, A., Akhoundali<sup>2</sup>, A. and Taheri Tizro<sup>3</sup>, A.

### Abstract

Generally in flood studies, two types of information will be offered which are namely as peak instantaneous discharge and flood hydrograph with different return periods. The main purpose of the present research is determination of regional coefficient Diken's equation for calculation of peak flood with any return period. In this study, because of lacking measurement data in Sheyvand basin, the peak instantaneous discharge data of existing hydrometric stations in outline basins has been used. The outline rivers peak flow data was collected, controlled, validated and accomplished. The long set of peak flow data was analyzed by different statistical distributions. According to the results of statistical tests, the best distributions for each hydrometric station was selected and the flood peak values with different return periods was estimated by the selected distributions. By creating correlation terms between area parameters and flood data with any return period, one area-discharge equation was achieved according to Diken's equation. By correlating between C & N parameters that are equation coefficients and return period, two equations for calculating both of the considered parameters were obtained. Replacing these equations instead of C & N in Diken's equation, final equation in order to estimating flood amount in study region was achieved. Finally, flood values were estimated flood amounts with different return period for Sheyvand basin by this method.

**Keywords:** Instantaneous peak discharge, Diken's method, Flood return period

---

1 & 3. Instructors and Assistant Professor respectively, Department of Irrigation, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah

2. Associate Professor, Department of Hydrology, Faculty of Water Sciences Engineering, Chamran University, Ahvaz