

# پیش‌بینی رخداد‌های طبیعی

## با دامنه تغییرات بالا

مهدی نوربخش (کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه اصفهان)

### چکیده

از جمله فاکتورهای اساسی رویدادهای طبیعی که پیش‌بینی دقیق آنها همیشه مورد توجه انسان بوده، زمان است. وقوع ناپهنگام و غیرمنتظره برخی از آنها بویژه رویدادهای با دامنه تغییرات بالا، برای بشریت مشکلات زیادی را به همراه داشته است. امروزه سعی بر این است با استفاده از قالب‌های کمی، معادلات ریاضی و روابط آماری به ویژه با استفاده از توزیع‌های آماری دوره‌های بازگشت رخدادها را پیش‌بینی کرد.

هدف اصلی این مقاله، پیش‌بینی زمان دقیق رخدادهایی است که از دامنه تغییرات نسبتاً بالایی برخوردارند بدین منظور از توزیع‌های متداول به گونه‌ای استفاده شده که بتوان به این مهم دست یافت. این تحقیق بر پایه روابط آماری شکل گرفته و سعی شده تا مقدار کمیت رخدادها و زمان وقوع آنها با دقت بیشتری برآورد گردد.

### پیشگفتار:

انسان از دیرباز در پی شناخت رخداد‌های طبیعی بوده است. بدیهی است پس از آشنایی با علل ایجاد، شناخت زمان وقوع آنها مهمترین بخش فعالیت فکری انسان را تشکیل داده است. باید توجه داشت که هیچ پدیده‌ای مستقل از زمان نیست، از این رو تلاش انسان در شناخت رخدادها در واقع تلاش در جهت آگاهی از زمان وقوع آنهاست. مطالعه زمان وقوع رخداد‌های طبیعی جالبترین بخش مطالعات آن دسته از محققینی بوده که به طریقی با طبیعت سروکار داشته‌اند. علوم طبیعی به ویژه هیدرولوژی سعی دارد که به کمک آمار و احتمالات و با پیروی از قوانین طبیعت زمان وقوع رخدادها را برآورد سازد. بدین منظور توزیع‌های فراوانی و مختلفی تهیه شده است. که هر کدام به فراخور مکان‌های مختلف وقایع متفاوت کاربرد پیدا می‌کنند. متداولترین توزیع‌ها عبارتند از:

توزیع‌های نرمال، لوگ نرمال، نرمال لگاریتمی دو پارامتری، نرمال سه پارامتری، پیرسون نوع سه، لوگ پیرسون نوع سه، گامبل نوع ۱ همه این توزیع‌ها براساس رابطه زیر می‌باشد.

$$XT = X = K.S^1$$

$XT^k = X$  = مقدار متغیر به ازاء دوره بازگشت مورد نظر

$X$  = میانگین متغیر مشاهده شده

$S$  = انحراف استاندارد نمونه متغیر مشاهده شده

$K$  = ضریب فراوانی

تنها تفاوت بین توزیع‌های مختلف تفاوت در روش محاسبه  $K$  است.

هدف اصلی از این تحقیق برآورد دقیق زمان رخداد‌های طبیعی بر مبنای توزیع‌های فراوانی اعم از نرمال، پیرسون، گمبل و سایر توزیع‌ها قرار دارد. به طوری که کلیه معادلات موجود در این توزیع‌ها در روش یاد شده کاملاً حفظ شده است با این تفاوت که تغییرات و نوسانات حاکم بر متغیرهای پیوسته به عنوان یک فاکتور مهم در نظر گرفته شده است.

### محاسبه دوره‌های بازگشت ماهانه دبی رودخانه اسکندری

همان طور که قبلاً بیان شد هدف اصلی این تحقیق برآورد دقیقتر زمان وقوع رخداد‌های آن دسته از متغیرهایی است که از دامنه تغییرات بالایی برخوردارند و به عبارتی در طول سال چندین دوره افت و خیز را تجربه می‌کنند. برای چنین متغیرهایی اگر از روش‌های معمول استفاده شود و زمان دقیق رخدادها به دقت معلوم نمی‌گردد و عدم شناخت زمان دقیق ما را از نوع و چگونگی مبارزه گزینشی محروم می‌کند، به طور مثال اگر طبق روش‌های معمول دوره بازگشت ۱۰۰ ساله میزان بده آب رودخانه‌ای با چندین دوره طغیان در طول سال ۵۰ مترمکعب برآورد گردد. به درستی معلوم نیست مقدار برآورد دبی در کدام دوره طغیان به وقوع خواهد پیوست. در چنین مواردیست که نیاز به پیش‌بینی زمان دقیق یک متغیر



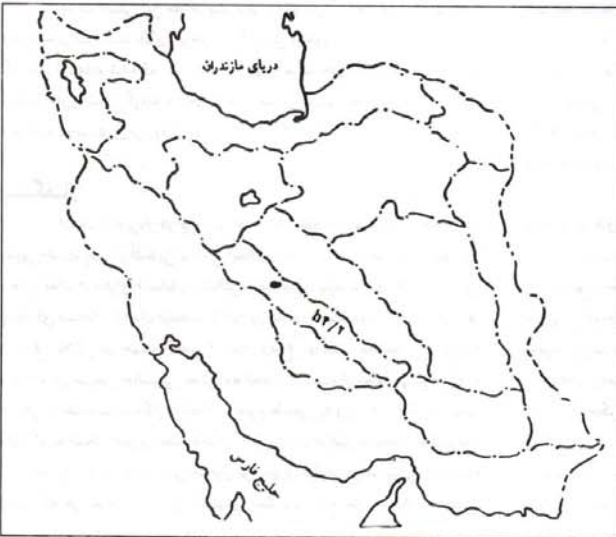
نقشه شماره (۲) موقعیت حوضه پلاسجان در بین حوضهای  
آبخیز زاینده رود مأخذ: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰

است. به عبارتی لازم است تا دوره بازگشت در ابعاد زمانی کوچکتر از سال (ماهانه یا فصلی) برآورد گردد. در واقع به جای محاسبه سالانه از دوره بازگشت فصلی یا ماهانه استفاده شده است.

### محاسبه دوره‌های بازگشت ماهانه دبی رودخانه اسکندری

رودخانه اسکندری از سرشاخه‌های زاینده‌رود و زهکش حوضه پلاسجان است. حوضه آبخیز زاینده رود از دو حوضه بزرگ تشکیل شده است که حوضه جنوبی آن زاینده رود و حوضه شمالی آن پلاسجان نام دارد. نقشه شماره ۱ موقعیت حوضه آبخیز زاینده رود را در میان حوضه‌های ششگانه ایران با نقطه سیاه نشان می‌دهد. شاپان توجه است که حوضه پلاسجان نیز از دو زیر حوضه سواران و بوبین با وسعتی معادل ۱۵۷۸ کیلومتر مربع تشکیل شده است. نقشه شماره ۲ موقعیت این حوضه را در مجموعه حوضه‌های زاینده‌رود نشان می‌دهد. حوضه پلاسجان در عرض جغرافیایی  $32^{\circ}48'$  در محل گریزگاه تا  $33^{\circ}11'$  در شمالی‌ترین نقطه واقع شده است و طول آن در شرقی‌ترین محل  $50^{\circ}40'$  و در غربی‌ترین محل  $50^{\circ}8'$  می‌باشد. حوضه مزبور در منتهی الیه مرز غربی زون سنندج سیرجان و در منطقه‌ای کوهستانی واقع شده است. این حوضه شامل رودخانه‌های سواران (واقع در حوضه سواران) و بوبین (واقع در حوضه بوبین) است. این دو رودخانه پس از پیوستن به هم رودخانه اسکندری را تشکیل می‌دهند و در محلی به نام کمیتک<sup>۲</sup> به دریاچه سد زاینده رود می‌ریزد.

(۱) بررسی فاکتورهای اقلیمی و آشناسی حوضه پلاسجان  
با توجه به روشهای طبقه‌بندی اقلیمی، اقلیم منطقه از نوع



نقشه شماره (۱)  
موقعیت حوضه زاینده‌رود در  
بین حوضه‌ها و زیرحوضه‌های  
ششگانه ایران

مأخذ:  
مؤجد دانش، علی‌اصغر، هیدرولوژی آبهای سطحی،  
انتشارات سمت، سال ۱۳۷۳ شمسی

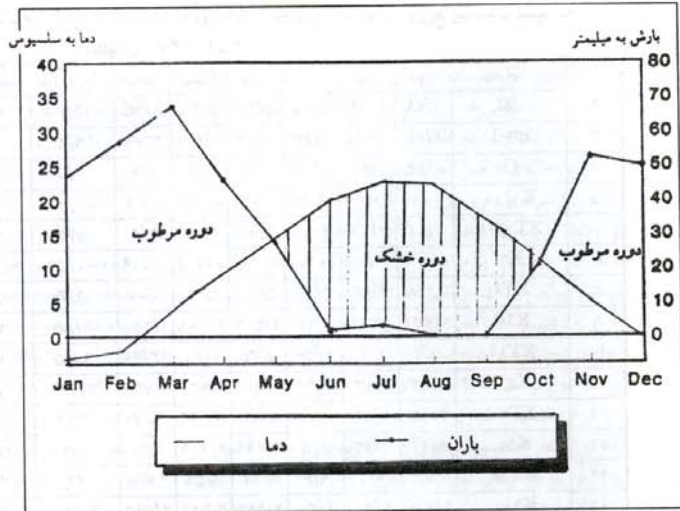


طبق نمودار از اکتبر (مهر) تا می (اردیبهشت) مقدار بارش بر میزان دما پرتری دارد و دوره مرطوب را شامل می‌گردد و دوره خشک بقیه ماههای سال را در بر می‌گیرد.

## ۲) فاکتورهای آشناسی

مهمترین فاکتور مؤثر در هیدرولوژی میزان آب قابل جریان در رودخانه است. رژیم ماهانه رواناب به توسط نمودار شماره ۲ نمایش داده شده است.

نمودار فوق چگونگی توزیع آب قابل جریان طی ماههای مختلف را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است بالاترین میزان جریان را فروردین ماه و تابستان خشکترین دوره رودخانه را شامل می‌گردد. بامقایسه نمودارهای شماره ۱ و ۲ (بارش و رواناب) مشخص می‌گردد که هماهنگی چندانی بین تغییرات زمانی بارش و رواناب وجود ندارد. به عبارتی مقادیر حد رواناب همزمان حد بارش نیست.



دیی به متر مکعب بر ثانیه

## چگونگی روش محاسبه دوره‌های بازگشت ماهانه

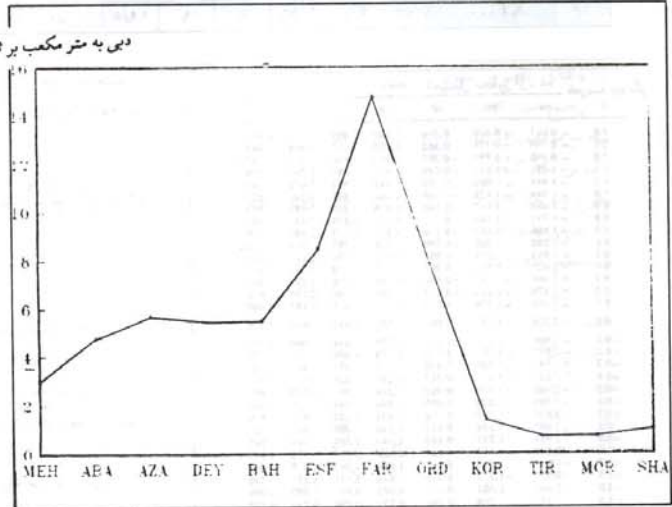
در ادامه تحقیق، محاسبه دوره‌های بازگشت میانگین رواناب ماهانه از طریق توزیع پیرسون تیپ سه انجام شده است. این توزیع برای تعیین سریع و دقیق توابعی شدید سیل بسیار موفقیت‌آمیز است و زمانی که آنالیز و تابع هیدرولوژیکی به نظر می‌رسد که پراکنش آن نرمال نبوده و ناهماهنگی وجود دارد، از روش تیپ سه پیرسون می‌توان استفاده نمود. این توزیع شامل سه عامل مختلف میانگین (X)، انحراف معیار (S) و ضریب چولگی (G) می‌باشد. پیرسون ضریب چولگی را بر مبنای S] نما - میانگین] تعریف نموده و براساس ضریب چولگی متغیبهای مختلفی که بتواند منطبق به توزیع داده شده باشد را توصیف نمود. یکی از این توزیها، توزیع پیرسون تیپ سه است.<sup>۵</sup> فرمول عمومی توزیع فراوانی عبارت است از:

$$XT = X + K.S$$

K = ضریب فراوانی که به ضریب چولگی داده‌ها و احتمال وقوع بستگی دارد.

از آنجا که دوره‌های بازگشت در بعد زمانی ماه مورد نظر است باید

دوره هشتم، شماره بیست و نهم / ۵۵



نیمه‌خشک سرد با زمستانهای طولانی و بسیار سرد و تابستانهای گرم و خشک است و خصوصیات اقلیم کاملاً ببری را آشکار می‌سازد. بارش حوضه مورد مطالعه عمدتاً زمستانی است میانگین بارش ۳۷۰ میلی‌متر است که نیمی از آن را بارشهای جامد زمستانی تشکیل می‌دهد. عمده بارش مایع در فصل بهار و پاییز می‌بارد. میزات تبخیر ثنت حوضه معادل ۱۵۹۴ میلی‌متر است.<sup>۳</sup> نمودار شماره ۱ سیر تغییرات بارش و دما را طی ماههای مختلف نشان می‌دهد.



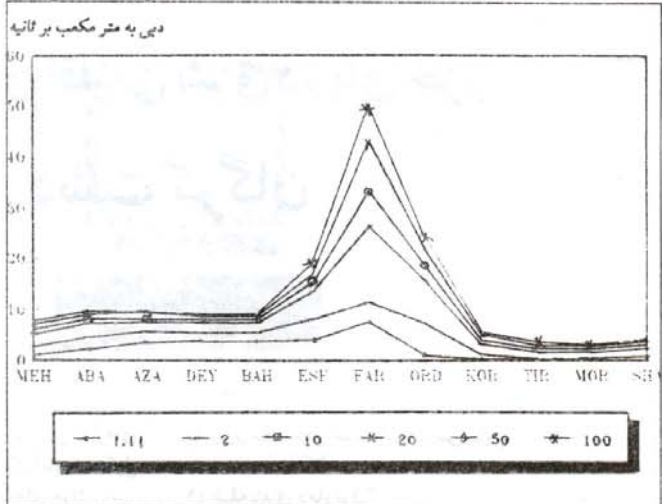
جدول شماره ۲: دوره‌های بازگشت میانگین رواناب ماهانه رودخانه اسکندری براساس توزیع پیرسون تیپ سه (سالهای ۱۳۷۱-۱۳۵۱)

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	ماه	۱
۰/۷۰۵	۰/۷۱۳	۰/۷۱۳	۱/۳۹	۷/۸۹	۱۴/۷۵	۸/۴۵	۵/۴۸	۵/۴۶	۵/۶۷	۴/۷۴	۲/۹۹	X	۲
۰/۹۷	۰/۷۱۵	۰/۷۱۴	۱/۲۴۳	۵/۸	۹/۴	۳/۷۹	۱/۲۰۶	۱/۴۳	۱/۶۳	۱/۹۵۸	۱/۶۶	σn-1	۳
۱/۵	۱/۷۵	۲/۵	۲	۰/۶۵	۲/۵	۰/۶	۰/۳	۰/۳	۰/۷	۰/۳۵	۰/۷۵	G	۴
-۱/۰۱	-۰/۹۵	-۰/۷۷	-۰/۸۹	-۱/۱۹	-۰/۷۷	-۱/۲	-۱/۲۴	-۱/۲۴	-۱/۲۷	-۱/۲۴	-۱/۱۷	K1/۱۱	۵
۰/۰۱۲	۰/۰۲۵	۰/۱۴	۰/۲۷	۰/۹۷	۷/۵	۳/۹	۳/۷۲	۳/۶۷	۳/۵۹	۲/۳۱	۱/۰۴	XT1/۱۱	۶
-۰/۲۴	-۰/۲۸	-۰/۳۶	-۰/۳۰	-۰/۱۰	-۰/۳۶	-۰/۰۹	-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۰۱	-۰/۰۵	-۰/۱۲	K۲	۷
۰/۷۶	۰/۵	۰/۴۴	۱	۷/۲۶	۱۱/۳۶	۸/۰۷	۵/۴	۵/۳۸	۵/۴۶	۴/۶۲	۲/۷۸	XT۲	۸
۱/۳۳۳	۱/۳۰۷	۱/۳۵	۱/۳۰۳	۱/۳۳	۱/۲۵	۱/۳۰۹	۱/۳۰۹	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۳۱۳	۱/۳۳۴	K10	۹
۲/۱۹	۱/۶۴	۱/۶۳	۳	۱۵/۶	۲۶/۵	۱۳/۴۸	۷/۳۲	۷/۳۵	۷/۵۶	۷/۳	۵/۲	XT۱۰	۱۰
۱/۹۵۱	۱/۹۸	۲/۰۱۲	۱/۹۹۶	۱/۸۰۸	۲/۰۱۲	۱/۷۹۷	۱/۷۲۶	۱/۷۲۶	۱/۶۶	۱/۷۳	۱/۸۳	K۲۰	۱۱
۲/۸۹	۲/۱۲	۲/۲	۳/۸۷	۱۸/۳	۳۳/۶	۱۵/۲۶	۷/۹	۷/۹۲	۸	۸/۱۴	۶/۰۲	XT۲۰	۱۲
۲/۷۲۳	۲/۸۵	۳/۰۴۸	۲/۹۱۲	۲/۳۸۳	۳/۰۴۸	۲/۳۶	۲/۲۱۱	۲/۲۱۱	۲/۵	۲/۲۳	۲/۲۳	K۵۰	۱۳
۳/۶۶	۳/۲۹	۳/۷۴	۲/۹۷	۲۱/۷	۴۳	۱۶/۸	۸/۵۸	۸/۶۲	۹/۶	۹/۱	۷	XT۵۰	۱۴
۳/۳۳	۳/۲۹	۳/۸۴۵	۳/۳۳	۲/۷۹	۳/۸۴۵	۲/۷۵۵	۲/۵۴۴	۲/۵۴۴	۲/۳۸	۲/۵۷	۲/۸۵۷	K۱۰۰	۱۵
۴/۲	۳/۵	۳/۵۶	۵/۵۳	۲۴	۵۰	۱۸/۹	۹	۹	۹/۵۵	۹/۷	۷/۷۳	XT۱۰۰	۱۶

جدول شماره ۱: ضریب فراوانی توزیع پیرسون نوع سوم

z	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۰.۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
۰.۱	۰.۰۰۴	۰.۰۰۸	۰.۰۱۲	۰.۰۱۶	۰.۰۲۰	۰.۰۲۴	۰.۰۲۸	۰.۰۳۲	۰.۰۳۶	۰.۰۴۰	۰.۰۴۴	۰.۰۴۸	۰.۰۵۲	۰.۰۵۶	۰.۰۶۰	۰.۰۶۴	۰.۰۶۸	۰.۰۷۲	۰.۰۷۶	۰.۰۸۰
۰.۲	۰.۰۰۸	۰.۰۱۶	۰.۰۲۴	۰.۰۳۲	۰.۰۴۰	۰.۰۴۸	۰.۰۵۶	۰.۰۶۴	۰.۰۷۲	۰.۰۸۰	۰.۰۸۸	۰.۰۹۶	۰.۱۰۴	۰.۱۱۲	۰.۱۲۰	۰.۱۲۸	۰.۱۳۶	۰.۱۴۴	۰.۱۵۲	۰.۱۶۰
۰.۳	۰.۰۱۲	۰.۰۲۴	۰.۰۳۶	۰.۰۴۸	۰.۰۶۰	۰.۰۷۲	۰.۰۸۴	۰.۰۹۶	۰.۱۰۸	۰.۱۲۰	۰.۱۳۲	۰.۱۴۴	۰.۱۵۶	۰.۱۶۸	۰.۱۸۰	۰.۱۹۲	۰.۲۰۴	۰.۲۱۶	۰.۲۲۸	۰.۲۴۰
۰.۴	۰.۰۱۶	۰.۰۳۲	۰.۰۴۸	۰.۰۶۴	۰.۰۸۰	۰.۰۹۶	۰.۱۱۲	۰.۱۲۸	۰.۱۴۴	۰.۱۶۰	۰.۱۷۶	۰.۱۹۲	۰.۲۰۸	۰.۲۲۴	۰.۲۴۰	۰.۲۵۶	۰.۲۷۲	۰.۲۸۸	۰.۳۰۴	۰.۳۲۰
۰.۵	۰.۰۲۰	۰.۰۴۰	۰.۰۶۰	۰.۰۸۰	۰.۱۰۰	۰.۱۲۰	۰.۱۴۰	۰.۱۶۰	۰.۱۸۰	۰.۲۰۰	۰.۲۲۰	۰.۲۴۰	۰.۲۶۰	۰.۲۸۰	۰.۳۰۰	۰.۳۲۰	۰.۳۴۰	۰.۳۶۰	۰.۳۸۰	۰.۴۰۰
۰.۶	۰.۰۲۴	۰.۰۴۸	۰.۰۷۲	۰.۱۰۰	۰.۱۲۸	۰.۱۶۰	۰.۱۹۲	۰.۲۲۴	۰.۲۵۶	۰.۲۸۸	۰.۳۲۰	۰.۳۵۲	۰.۳۸۴	۰.۴۱۶	۰.۴۴۸	۰.۴۸۰	۰.۵۱۲	۰.۵۴۴	۰.۵۷۶	۰.۶۰۸
۰.۷	۰.۰۲۸	۰.۰۵۶	۰.۰۸۴	۰.۱۲۰	۰.۱۶۰	۰.۲۰۰	۰.۲۴۰	۰.۲۸۰	۰.۳۲۰	۰.۳۶۰	۰.۴۰۰	۰.۴۴۰	۰.۴۸۰	۰.۵۲۰	۰.۵۶۰	۰.۶۰۰	۰.۶۴۰	۰.۶۸۰	۰.۷۲۰	۰.۷۶۰
۰.۸	۰.۰۳۲	۰.۰۶۴	۰.۱۰۰	۰.۱۴۰	۰.۱۸۰	۰.۲۲۰	۰.۲۶۰	۰.۳۰۰	۰.۳۴۰	۰.۳۸۰	۰.۴۲۰	۰.۴۶۰	۰.۵۰۰	۰.۵۴۰	۰.۵۸۰	۰.۶۲۰	۰.۶۶۰	۰.۷۰۰	۰.۷۴۰	۰.۷۸۰
۰.۹	۰.۰۳۶	۰.۰۷۲	۰.۱۰۸	۰.۱۴۴	۰.۱۸۰	۰.۲۱۶	۰.۲۵۲	۰.۲۸۸	۰.۳۲۴	۰.۳۶۰	۰.۳۹۶	۰.۴۳۲	۰.۴۶۸	۰.۵۰۴	۰.۵۴۰	۰.۵۷۶	۰.۶۱۲	۰.۶۴۸	۰.۶۸۴	۰.۷۲۰
۱.۰	۰.۰۴۰	۰.۰۸۰	۰.۱۲۰	۰.۱۶۰	۰.۲۰۰	۰.۲۴۰	۰.۲۸۰	۰.۳۲۰	۰.۳۶۰	۰.۴۰۰	۰.۴۴۰	۰.۴۸۰	۰.۵۲۰	۰.۵۶۰	۰.۶۰۰	۰.۶۴۰	۰.۶۸۰	۰.۷۲۰	۰.۷۶۰	۰.۸۰۰
۱.۱	۰.۰۴۴	۰.۰۸۸	۰.۱۳۲	۰.۱۷۶	۰.۲۲۰	۰.۲۶۴	۰.۳۰۸	۰.۳۵۲	۰.۳۹۶	۰.۴۴۰	۰.۴۸۴	۰.۵۲۸	۰.۵۷۲	۰.۶۱۶	۰.۶۶۰	۰.۷۰۴	۰.۷۴۸	۰.۷۹۲	۰.۸۳۶	۰.۸۸۰
۱.۲	۰.۰۴۸	۰.۰۹۶	۰.۱۴۴	۰.۱۹۲	۰.۲۴۰	۰.۲۸۸	۰.۳۳۶	۰.۳۸۴	۰.۴۳۲	۰.۴۸۰	۰.۵۲۸	۰.۵۷۶	۰.۶۲۴	۰.۶۷۲	۰.۷۲۰	۰.۷۶۸	۰.۸۱۶	۰.۸۶۴	۰.۹۱۲	۰.۹۶۰
۱.۳	۰.۰۵۲	۰.۱۰۴	۰.۱۵۶	۰.۲۰۸	۰.۲۶۰	۰.۳۱۲	۰.۳۶۴	۰.۴۱۶	۰.۴۶۸	۰.۵۲۰	۰.۵۷۲	۰.۶۲۴	۰.۶۷۶	۰.۷۲۸	۰.۷۸۰	۰.۸۳۲	۰.۸۸۴	۰.۹۳۶	۰.۹۸۸	۱.۰۴۰
۱.۴	۰.۰۵۶	۰.۱۱۲	۰.۱۶۴	۰.۲۱۶	۰.۲۶۸	۰.۳۲۰	۰.۳۷۲	۰.۴۲۴	۰.۴۷۶	۰.۵۲۸	۰.۵۸۰	۰.۶۳۲	۰.۶۸۴	۰.۷۳۶	۰.۷۸۸	۰.۸۴۰	۰.۸۹۲	۰.۹۴۴	۰.۹۹۶	۱.۰۴۸
۱.۵	۰.۰۶۰	۰.۱۲۰	۰.۱۸۰	۰.۲۴۰	۰.۳۰۰	۰.۳۶۰	۰.۴۲۰	۰.۴۸۰	۰.۵۴۰	۰.۶۰۰	۰.۶۶۰	۰.۷۲۰	۰.۷۸۰	۰.۸۴۰	۰.۹۰۰	۰.۹۶۰	۱.۰۲۰	۱.۰۸۰	۱.۱۴۰	۱.۲۰۰
۱.۶	۰.۰۶۴	۰.۱۲۸	۰.۱۹۲	۰.۲۵۶	۰.۳۲۰	۰.۳۸۴	۰.۴۴۸	۰.۵۱۲	۰.۵۷۶	۰.۶۴۰	۰.۷۰۴	۰.۷۶۸	۰.۸۳۲	۰.۸۹۶	۰.۹۶۰	۱.۰۲۴	۱.۰۸۸	۱.۱۵۲	۱.۲۱۶	۱.۲۸۰
۱.۷	۰.۰۶۸	۰.۱۳۶	۰.۲۰۴	۰.۲۷۲	۰.۳۴۰	۰.۴۰۸	۰.۴۷۶	۰.۵۴۴	۰.۶۱۲	۰.۶۸۰	۰.۷۴۸	۰.۸۱۶	۰.۸۸۴	۰.۹۵۲	۱.۰۲۰	۱.۰۸۸	۱.۱۵۶	۱.۲۲۴	۱.۲۹۲	۱.۳۶۰
۱.۸	۰.۰۷۲	۰.۱۴۴	۰.۲۱۶	۰.۲۸۸	۰.۳۶۰	۰.۴۳۲	۰.۵۰۴	۰.۵۷۶	۰.۶۴۸	۰.۷۲۰	۰.۷۹۲	۰.۸۶۴	۰.۹۳۶	۱.۰۰۸	۱.۰۸۰	۱.۱۵۲	۱.۲۲۴	۱.۲۹۶	۱.۳۶۸	۱.۴۴۰
۱.۹	۰.۰۷۶	۰.۱۵۲	۰.۲۲۴	۰.۲۹۶	۰.۳۶۸	۰.۴۴۰	۰.۵۱۲	۰.۵۸۴	۰.۶۵۶	۰.۷۲۸	۰.۸۰۰	۰.۸۷۲	۰.۹۴۴	۱.۰۱۶	۱.۰۸۸	۱.۱۶۰	۱.۲۳۲	۱.۳۰۴	۱.۳۷۶	۱.۴۴۸
۲.۰	۰.۰۸۰	۰.۱۶۰	۰.۲۴۰	۰.۳۲۰	۰.۴۰۰	۰.۴۸۰	۰.۵۶۰	۰.۶۴۰	۰.۷۲۰	۰.۸۰۰	۰.۸۸۰	۰.۹۶۰	۱.۰۴۰	۱.۱۲۰	۱.۲۰۰	۱.۲۸۰	۱.۳۶۰	۱.۴۴۰	۱.۵۲۰	۱.۶۰۰
۲.۱	۰.۰۸۴	۰.۱۶۸	۰.۲۵۲	۰.۳۳۶	۰.۴۲۰	۰.۵۰۴	۰.۵۸۸	۰.۶۷۲	۰.۷۵۶	۰.۸۴۰	۰.۹۲۴	۱.۰۰۸	۱.۰۹۲	۱.۱۷۶	۱.۲۶۰	۱.۳۴۴	۱.۴۲۸	۱.۵۱۲	۱.۵۹۶	۱.۶۸۰
۲.۲	۰.۰۸۸	۰.۱۷۶	۰.۲۶۴	۰.۳۵۲	۰.۴۴۰	۰.۵۲۸	۰.۶۱۶	۰.۷۰۴	۰.۷۹۲	۰.۸۸۰	۰.۹۶۸	۱.۰۵۶	۱.۱۴۴	۱.۲۳۲	۱.۳۲۰	۱.۴۰۸	۱.۴۹۶	۱.۵۸۴	۱.۶۷۲	۱.۷۶۰
۲.۳	۰.۰۹۲	۰.۱۸۴	۰.۲۷۲	۰.۳۶۰	۰.۴۴۸	۰.۵۳۶	۰.۶۲۴	۰.۷۱۲	۰.۸۰۰	۰.۸۸۸	۰.۹۷۶	۱.۰۶۴	۱.۱۵۲	۱.۲۴۰	۱.۳۲۸	۱.۴۱۶	۱.۵۰۴	۱.۵۹۲	۱.۶۸۰	۱.۷۶۸
۲.۴	۰.۰۹۶	۰.۱۹۲	۰.۲۸۰	۰.۳۶۸	۰.۴۵۶	۰.۵۴۴	۰.۶۳۲	۰.۷۲۰	۰.۸۰۸	۰.۸۹۶	۰.۹۸۴	۱.۰۷۲	۱.۱۶۰	۱.۲۴۸	۱.۳۳۶	۱.۴۲۴	۱.۵۱۲	۱.۶۰۰	۱.۶۸۸	۱.۷۷۶
۲.۵	۰.۱۰۰	۰.۲۰۰	۰.۲۹۶	۰.۳۹۲	۰.۴۸۸	۰.۵۸۴	۰.۶۸۰	۰.۷۷۶	۰.۸۷۲	۰.۹۶۸	۱.۰۶۴	۱.۱۶۰	۱.۲۵۶	۱.۳۵۲	۱.۴۴۸	۱.۵۴۴	۱.۶۴۰	۱.۷۳۶	۱.۸۳۲	۱.۹۲۸
۲.۶	۰.۱۰۴	۰.۲۰۸	۰.۳۰۴	۰.۴۰۰	۰.۴۹۶	۰.۵۹۲	۰.۶۸۸	۰.۷۸۴	۰.۸۸۰	۰.۹۷۶	۱.۰۷۲	۱.۱۶۸	۱.۲۶۴	۱.۳۶۰	۱.۴۵۶	۱.۵۵۲	۱.۶۴۸	۱.۷۴۴	۱.۸۴۰	۱.۹۳۶
۲.۷	۰.۱۰۸	۰.۲۱۶	۰.۳۱۲	۰.۴۰۸	۰.۵۰۴	۰.۶۰۰	۰.۶۹۶	۰.۷۹۲	۰.۸۸۸	۰.۹۸۴	۱.۰۸۰	۱.۱۷۶	۱.۲۷۲	۱.۳۶۸	۱.۴۶۴	۱.۵۶۰	۱.۶۵۶	۱.۷۵۲	۱.۸۴۸	۱.۹۴۴
۲.۸	۰.۱۱۲	۰.۲۲۴	۰.۳۲۰	۰.۴۱۶	۰.۵۱۲	۰.۶۰۸	۰.۷۰۴	۰.۸۰۰	۰.۸۹۶</											

### نمودار شماره ۳. رواناب برآورد شده ماهانه رودخانه اسکندری با توزیع پیرسون نوع سه



علت تفاوت زمانی بین بارشهای جامد و ذوب (انبارش و تخلیه) است. رودخانه اسکندری، در فروردین ماه طغیان می‌کند. با مطالعه‌ای که بر روی عناصر اقلیمی انجام شد معلوم گردید که زمان طغیان تنها ریشه در دما دارد. به عبارتی طغیان همزمان با صعود درجه حرارت به بالای صفر، تبدیل بارش جامد به مایع و وقوع پدیده ذوب است که همه این وقایع مجموعاً دبی حد فروردین را ایجاد کرده‌اند. □

### منابع و مأخذ:

- ح. دبلیو. کانت: تحلیل فراوانی وقایع و ریسک در هیدرولوژی، ترجمه بزرگ نیا، ابوالقاسم و دیگران، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ اول، سال ۱۳۶۹.
- سازمان آب و هواشناسی کشور: آمار ماهانه اقلیمی (۱۹۹۰ - ۱۹۶۵)، مرکز اصفهان.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی، ۱:۲۵۰۰۰۰

- ۴) شبایی، حجت‌الله: کاربرد قوانین آماری در هیدرولوژی مهندسی، انتشارات بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی، چاپ اول، سال ۱۳۷۰.
- ۵) علیزاده، امین: اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ چهارم، سال ۱۳۷۱.
- ۶) قیرو، حسنعلی: پیش‌بینی سیلاب در مناطق مرطوب، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۵، سال ۱۳۷۱.
- ۷) مهدوی، محمد: هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، سال ۱۳۷۱.
- ۸) میریائری، احمد: هیدرولوژی مهندسی، انتشارات دانشگاه شیراز، جلد اول، سال ۱۳۷۴.
- ۹) وزارت نیرو، سازمان آب منطقه‌ای اصفهان: آمار هیدرومتری رودخانه اسکندری (۱۳۷۱ - ۱۳۵۱)، منتشر نشده.

10- Viessman, W. Jr. et al, Introduction to Hydrology, Harper & Row Publisher, 1977.

11- Wilson, E.M., Engineering Hydrology. Macmillan Publishers Ltd, London 1985.

### پاورقی:

- ۱) علیزاده، امین: اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۷۱، صفحه ۳۰۷.
- 2) KOMITAK
- ۳) وزارت نیرو، سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، آمارشست-بخرایستگاه دامنه (۱۹۸۸-۱۹۷۱)، منتشر نشده.
- ۴) شبایی، حجت‌الله: کاربرد قوانین آماری در هیدرولوژی مهندسی، انتشارات بخشی فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی، سال ۱۳۷۰، صفحه ۱۷۴
- ۵) علیزاده، امین: اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، سال ۱۳۷۱، صفحه ۴۱۲.
- ۶) مهدوی، محمد: هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، سال ۱۳۷۱، صفحه ۳۵
- ۷) علیزاده، امین: اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، سال ۱۳۷۱، صفحه ۴۱۴.
- ۸) وزارت نیرو، سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، آمار هیدرومتری ایستگاه اسکندری (۱۳۷۱ - ۱۳۵۱)، منتشر نشده.

می‌گردد که تنها زمان وقوع سیلابهای حوضه اسکندری فروردین ماه است. طبق بررسی که بر روی بارش و دما انجام شد معلوم گردید در همین زمان دما به بالای صفر صعود می‌کند و پدیده ذوب رخ می‌دهد و بارش از حالت جامد به مایع تبدیل می‌گردد و شرایط را برای یک جریان حد مناسب می‌سازد. بررسی رژیم ماهانه جریان نشان می‌دهد که در مهر و آبان همزمان با آغاز بارش‌های پراکنده، جریان رودخانه یک افزایش بطنی پیدا می‌کند، اما طی ماههای آذر، دی و بهمن همزمان با بارش جامد و انباشت نزولات جوی جریان رودخانه ثابت است.

### نتیجه گیری و پیشنهادات

از مطالعه‌ای که انجام شد نتایج زیر به دست می‌آید:

- ۱- به نظر می‌رسد برای محاسبه رخدادهای با دامنه تغییرات بالا، دوره‌های بازگشت ماهانه بهتر از روشهای معمولی است و زمان وقوع حوادث را بهتر نشان می‌دهد.
- ۲- افت و خیزهای هر دوره بازگشت را می‌توان از طریق فاکتورهای اقلیمی و آبشناسی توجیه کرد.
- ۳- نمودار حاصل از این روش تعداد افت و خیزهای یک رخداد را به خوبی نشان می‌دهد و می‌توان تعداد آنها را به روشی نشان داد.
- ۴- از این روش می‌توان اختلاف شدت رخدادهای آشکار ساخت و برای رخدادهای مخرب چاره‌اندیشی کرد.
- ۵- با مطالعه‌ای که بر روی رودخانه اسکندری انجام شد نتیجه می‌شود که هماهنگی زمانی بین مقادیر حد بارش و رواناب وجود دارد (حداکثر بارش استند و حداکثر رواناب فروردین). این عدم هماهنگی به